



**EIPWALES**

Cydweithio er ffyniant gwledig  
Collaborating for rural success



*menter*  
a busnes

## Partneriaeth Arloesi Ewrop (EIP) yng Nghymru

Tapio sudd a surop o goed bedw ar raddfa  
fechan yng Nghymru



**Adroddiad terfynol y prosiect: Prosiect EIP yng Nghymru – ‘Cymharu technegau cadw sudd bedw ffres yng Nghymru ar gyfer ei ddefnyddio mewn cynnyrch artisan gan fusnesau lleol.’ (Ionawr 2020 – Ionawr 2022)**

Bryan Dickinson, Jenny Wong a Bryn Harris  
Chwefror 2023



Wild Resources Ltd  
Ynys Uchaf, Mynydd Llandygai, Bangor, Gwynedd LL57 4BZ  
[info@wildresources.co.uk](mailto:info@wildresources.co.uk)  
01248 601478

Diolchiadau Ni fuasai'r prosiect hwn wedi digwydd heb frwdfrydedd a gwaith caled aelodau'r Grwpiau Gweithredol a aeth ati i dapio eu coed. Mae'r adroddiad hwn yn cydnabod gwaith caled Wild Spirit; Llais y Goedwig; Llyn Parc Mawr; Grŵp Coetir Cymunedol y Fenni, ffermydd Cwmffrwd a Phen y Graig Isaf. Diolch hefyd i Lafan, tîm EIP yng Nghymru a Chyswllt Ffermio a aeth ati i gefnogi a hyrwyddo'r prosiect yn ystod pob cam o'r gwaith, yn cynnwys llywio strwythurau cyfyngiadau Covid.

## Crynodeb gweithredol

Datgela rhestr goedwigoedd Cymru 2002 mai coed bedw yw'r rhywogaeth fwyaf blaenllaw yn y 12,579 ha o goetiroedd yng Nghymru. Mae 78% o'r arwynebedd hwn yn eiddo i berchnogion preifat, yn cynnwys llawer o goetiroedd bychan ar ffermydd y gallai tapio coed bedw fod yn ffynhonnell incwm defnyddiol iddynt, a gallai hefyd helpu i rymuso dulliau rheoli coetiroedd ffermydd. Fel rhan o brosiect Dewis Gwyllt Llais y Goedwig, arbrowyd â chynhyrchu surop coed bedw crefftrol o sudd a chanfuwyd fod hynny'n gynnyrch dichonadwy. Fodd bynnag, mae'r gymhareb surop/sudd yn 1:140 ac mae trin a thrafod cyfansymiau mawr o sudd hynod o ddarfodus yn cyfyngu ar y gallu i gynhyrchu. Nod prosiect EIP yng Nghymru oedd arbrowi â thri dull prosesu sylfaenol i bennu eu costau cymharol a'r buddion o ran eu defnyddio ar ffermydd. Y dulliau a brofwyd oedd osmosis gwrthdro (OG), wrn arlwygo, a stôf llosgi coed i'w defnyddio yn yr awyr agored (tebyg i'r rhai a ddefnyddir yng Ngogledd America i drin sudd masarn). Cynhaliwyd arbrowion mewn pedwar safle, ac ym mhob safle, profwyd o leiaf dau o'r tri dull yn 2021, gan roi sylw i'r dull mwyaf addawol ym mhob safle yn 2022. Cadwyd cofnodion o fewnbynau o ran cost cyfalaf offer, amser, costau tanwydd, a chrynodiad siwgr y sudd ynghyd ag allbynnau o ran cyfaint y crynodiad a'r cynnwys siwgr er mwyn cymharu costau a buddion rhwng dulliau.

Fe wnaeth y prosiect hefyd astudio cynhyrchu sudd ac effeithiau clwyfau tapiau er mwyn llywio'r gwaith o ddatblygu arferion tapio gorau a chanllawiau ar gyfer dulliau tapio cynaliadwy. Roedd yr astudiaethau hyn yn dibynnu ar fesur a monitro cynhyrchiant sudd dyddiol mewn tair carfan o goed ar bob safle: y rhai a gafodd eu tapio yn ystod un flwyddyn yn unig; coed a gafodd eu tapio yn ystod y ddwy flynedd, a choed na chafodd eu cyffwrdd at ddibenion cymharu. Cafodd y cynnydd o ran iachau'r clwyfau tapiau ei fonitro ymhen 4-5 mis ac ymhen 14 mis ar ôl tapio. Cafodd tair coeden wedi'u tapio eu cwmpo a'u toriannu i archwilio lledaeniad mewnol pren anddargludol a nodwyd yn sgil staeniau yn deillio o'r clwyfau tapiau.

Cynhaliwyd y prosiect rhwng Ionawr 2020 a Medi 2022. Fe wnaeth cyfyngiadau Covid 19 ar hyfforddiant wyneb yn wyneb fygwth rhai agweddau ar gywirdeb y data, ond yn gyffredinol, datblygodd y prosiect yn ddi-rwystr.

Dyma'r canfyddiadau allweddol:

- Yn gyffredinol, ceir cydberthynas bositif rhwng maint y cnwd sudd bedw a maint y goeden fel yr awgrymir gan ddiamedr y coesyn. Fodd bynnag, roedd cynydau coed unigol, hyd yn oed rhai tebyg eu maint, yn amrywio o ychydig fililitrau i > 10 litr heb unrhyw gydberthynas amlwg ag unrhyw rai o nodweddion gweladwy'r goeden neu'r micro-safle. Mae plotiau o gnydau dyddiol coed unigol yn awgrymu y ceir lefel isel o gydamseru o ran amseriad rhediadau sudd yn y clwstwr. Yn ymarferol, gall cynhyrchiant o nifer fechan o goed gyfrif am gyfran helaeth iawn o gyfanswm y cnwd sudd, ac mae'n anodd rhagweld pa goed fydd yn cynhyrchu'n dda. Mae hyn yn awgrymu strategaeth o dapio llawer o goed ar ddechrau'r tymor a rhoi'r gorau i dapio'r rhai sy'n cynhyrchu llai na 0.5 litr yn ystod y ddau ddiwrnod cyntaf a symud y tapiau i goed newydd.
- Yn 2022, roedd rhediad y sudd yn is o ran cyfaint a chynnwys siwgr, ac roedd hyd y rhediad (nifer y diwrnodau pan redai sudd clir) yn fyrrach nag yn 2021. Roedd gaeaf 2021 tua dwy radd yn oerach na gaeaf 2022, ac mae'n debygol fod hynny wedi bod yn addas i goed bedw oherwydd mae'n rhywogaeth sydd wedi addasu at hinsoddau oer. Yn ystod y ddau dymor, llifodd y sudd ym mis Mawrth, a chafwyd y llifoedd brig ar arfordir Gogledd Cymru tua deg diwrnod wedi'r llifoedd brig ar arfordir y de.

- Dylai coeden sy'n cynhyrchu sudd roi oddeutu 2 litr o sudd y dydd â chrynodiad siwgr o 1 gradd Brix (°Bx). Bydd sudd sydd â'r crynodiad hwn yn cynhyrchu surop â chymhareb sudd/surop o 1:110.
- Gall clwyfau wella'n gyflym, ac yn achos oddeutu hanner y coed, gellir gweld bod y twll tap wedi cau ar ôl blwyddyn. Mae arsylwadau o dyllau tap sy'n gwella'n arafach yn dangos bod angen gofal wrth osod a thynnu tapiau i atal difrod i'r cambiwm o amgylch y twll.
- Bydd staenio mewnol yn digwydd yn sgil aer yn ocsideiddio'r pren a haint. Ar ôl blwyddyn, effeithiodd staenio ar 50x cyfaint y twll tap, sy'n debyg i sefyllfa masarn siwgr ac yn isel o gymharu ag astudiaethau eraill ynghylch bedw. Fodd bynnag, gall gymryd sawl blwyddyn cyn gwnaiff y staenio ddatblygu i'w raddau llawn, felly mae angen monitro hyn dros nifer o flynyddoedd.
- Er mwyn gallu tapio dro ar ôl tro, dylai cyfaint y pren wedi'i staenio sydd wedi dod yn anddargludol yn sgil tapio fod yn llai na 10% o gyfaint y twll tapio. Defnyddiwyd model tapio a ddatblygwyd yn Vermont i amcangyfrif cyfran y parth tapio a ddaeth yn anddargludol trwy dapio ar gyfer pedair coeden a gafodd eu cwmpo a'u toriannu. Tyfodd tair o'r coed hyn yn ddigon cyflym i alluogi tapio blynyddol ond methodd yr un a dyfai'n arafaf. Cafwyd cyfraddau twf trothwy i gynnal tapio cynaliadwy yn achos coed ag amrywiaeth o feintiau. Trwy gymharu'r rhain â chyfraddau twf amcangyfrifedig, gwelid ei fod yn bosibl nad yw 44% o'r coed mewn clystyrau yn tyfu'n ddigon cyflym i gynnal tapio blynyddol.
- Awgrymir defnyddio clwyfau tapiau yn cau fel dangosydd i nodi fod coeden wedi tyfu digon i gynnal rhagor o dapio. Gallai oddeutu hanner y coed mewn clwstwr gael eu tapio ymhen blwyddyn, ond efallai bydd angen dwy flynedd yn achos coed eraill. Os bydd twll tap yn dal ar agor ar ôl tair blynedd, mae'n debyg na fydd y goeden honno yn ddigon iach i'w thapio.
- Osmosis gwrthdro (RO) yw'r dull rhataf a chyflymaf o grynodi sudd ffres, ond mae angen prynu offer arbenigol i allu gwneud hynny. Er na all OG gynyddu'r cynnwys siwgr yn fwy na 5 °BX, fe wnaiff gael gwared ar 70% o'r dŵr. O safbwynt unrhyw un sy'n tapio mwy na llond llaw o goed, byddai'n werth buddsoddi mewn RO a rhewi'r tewsudd fel y gellir prosesu rhagor o sypiau.
- Mae yrnau arlwygo yn rhad a gellir eu prynu yn ail law. Fe wnaiff wrn wedi'i osod ar dymheredd o 100°C ferwi'r sudd a thynnu dŵr trwy anweddiad. Mae hon yn broses araf, ond gellir gadael yr wrn heb neb yn ei oruchwyllo am nifer oriau. Mae cynhesu'r sudd gan ddefnyddio trydan yn gymharol ddrud ond mae'n arbed amser staff ac yn achos cyfeintiau bach, gellir defnyddio'r wrn i gyflawni'r broses gyfan o'r sudd ffres i'r surop.
- Canfuwyd mai anweddu sudd mewn sosbenni 'Gastronorm' ar stôf llosgi coed yn yr awyr agored oedd y dull mwyaf effeithlon o brosesu cyfansymiau mwy o sudd. Mae stôf llosgi oed yn rhad ac yn hawdd i'w hadeiladu ond bydd angen lle addas a diogel yn yr awyr agored, bydd angen ei goruchwyllo trwy'r adeg a bydd angen cyflenwad o goed tân. Os prynir coed tân, yna gall costau rhedeg fod yn sylweddol, ond os oes coed tân ar gael yn rhad neu am ddim, mae'n debyg mai dyma'r dull rhataf o brosesu cyfansymiau sylweddol o sudd.
- Llwyddodd y tri dull o brosesu sudd yn y fan a'r lle, ac mae'n anodd nodi pa ddull oedd y 'gorau' neu'r mwyaf 'effeithlon' ar y cyfan. Mae'r dull fyddai'n rhataf a/neu'n fwyaf effeithlon yn dibynnu ar raddfa'r cynhyrchu, a pha danwydd, cyfleusterau, ac offer sydd

eisoes wedi'u prynu sydd ar gael i'r tapiwr. Darparwyd ffigurau mewnbynnau/allbynnau i alluogi tapwyr i benderfynu pan ddull y byddant yn dymuno'i ddefnyddio.

## Cynnwys

Crynodeb gweithredol .....	1
Cynnwys .....	3
Rhestr o'r Tablau .....	4
Rhestr o'r ffigurau .....	5
1 Prosiect EIP Cymru: Cymharu technegau cadw sudd bedw ffres yng Nghymru ar gyfer ei ddefnyddio mewn cynnyrch artisan gan fusnesau lleol. ....	7
1.1 Y Grŵp Gweithredol (GG) .....	8
1.2 Nodau'r prosiect .....	8
1.3 Paratoadau'r prosiect .....	9
1.4 Asesiad o'r effaith gymdeithasol.....	9
1.5 Lledaenu.....	11
1.6 Dilyniant.....	12
2 Bedw fel ffynhonnell o sudd .....	12
2.1 Rhediad sudd yn y gwanwyn.....	13
2.2 Llifoedd sudd.....	14
2.3 Cyfansoddiad sudd.....	15
2.3.1 Siwgrau.....	15
2.3.2 Asidau.....	16
2.3.3 Mwynau .....	16
2.4 Natur Ddarfodus .....	16
3 Arbrofion tapio bedw yng Nghymru .....	16
3.1 Safleoedd arbrofion tapio bedw .....	16
3.1.1 Disgrifiadau o'r safleoedd a'r clystyrau.....	17
3.1.2 Cofnodion tywydd.....	20
3.2 Dulliau .....	20
3.2.1 Dewis coed .....	21
3.2.2 Tapio.....	21
3.2.3 Amseru casglu'r sudd .....	22
3.2.4 Cyfraddau twf 2021.....	23

3.2.5	Coed a gwmpwyd ac a doriannwyd .....	23
4	Cynhyrchu sudd.....	24
4.1	Llifoedd sudd dyddiol.....	24
4.1.1	Amcangyfrif cnydau sudd.....	28
4.2	Amrywiant yn y cynnwys siwgr .....	29
4.2.1	Amrywiant dros y rhediad sudd .....	29
4.3	Sylwadau ymarferol .....	31
5	Tapio cynaliadwy.....	32
5.1	Effaith tapio ar botensial twf .....	33
5.1.1	Tapio yn yr ail flwyddyn .....	34
5.2	Ymateb i glwyfau tapiau .....	35
5.2.1	Iachau clwyfau .....	36
5.2.2	Lluosogi pren anddargludol mewn coed.....	38
5.3	Modelau tapio ac oedi rhwng tapio.....	39
6	Prosesu sudd i'w droi'n surop.....	43
6.1	Dulliau .....	44
6.2	Wrn Arlwyo .....	45
6.2.1	Cyfraddau anweddu.....	46
6.2.2	Costau ynni.....	48
6.2.3	Sylwadau .....	48
6.3	Osmosis gwrthdro (RO).....	49
6.3.1	Cyfraddau crynodi sudd .....	50
6.3.2	Costau ynni.....	52
6.3.3	Sylwadau .....	53
6.4	Stôf sy'n llosgi coed.....	53
6.4.1	Cyfraddau anweddu.....	54
6.4.2	Costau tanwydd .....	55
6.4.3	Sylwadau .....	56
6.5	Dadansoddiad costau a buddion .....	56
7	Rhagolygon ar gyfer tapio bedw yng Nghymru .....	57
8	Cyfeiriadau .....	58
	Atodiad 1 Dulliau i ddisgrifio safleoedd a choed .....	61
	Atodiad 2 Protocolau ar gyfer casglu sudd .....	63

## Rhestr o'r Tablau

Tabl 1: Aelodaeth y grŵp gweithredol..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabl 2: Disgrifiad cryno o safleoedd y treialon .....

Tabl 3: Crynodeb o ddata ynghylch y tywydd ar gyfer y tymor tapio..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabl 4: Cofnodion ar gyfer coed a dapiwyd ym mhob safle .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabl 5: Amcangyfrifon o dwf cyfartalog 2021.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabl 6: Data cryno ynghylch sudd a gasglwyd .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabl 7: NCW a lled cylchoedd pedair coeden a doriannwyd .....	40
Tabl 8: Crynodeb o'r treialon â'r systemau prosesu.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabl 9: Cymhariaeth o ganlyniadau'r systemau prosesu sudd gwahanol	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Rhestr o'r ffigurau

Ffigur 1: Dosbarthiad rhywogaethau Betula yng Nghymru – Cofnodion Aderyn, 1950-2020.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 2 Strwythur mewnol boncyff .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 3: Lleoliad safleoedd treialon tapio sudd bedw .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 4: Amseriad casglu sudd .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 5: Cnwd sudd dyddiol yr holl goed a dapwyd.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 6: Amrywiant yn y cynnwys siwgr yn ystod y tymor llif sudd ar gyfer Tregawntlo a Niwbwrch .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 7 Twf fel cynyddiad yr arwynebedd gwaelodol yn 2022 ar gyfer coed a dapiwyd yn 2021 a choed cymharu na chafodd eu tapio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 8: Cnwd sudd o'r ail dapio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 9: Amrywiant yn nyfnder ac uchder tapiau rhwng safleoedd yn 2021 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 10: Clwyf tap dyflwydd wedi cau i raddau helaeth .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 11: Clwyf tap gweladwy wedi cau flwyddyn ar ôl tapio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 12: Coeden â difrod i'r cambiwm y tu hwnt i'r twll tap.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 13: Trawstoriadau trwy glwyfau tapiau.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 14: Cyfaint y staenio pren a gychwynnwyd gan glwyf tap .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 15: Y berthynas rhwng y twll tap, NCW, a chyfaint y parth tapio .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 16: Model tapio blynyddol.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 17: Cynyddiad diamedr trothwy i gynnal tapio blynyddol cynaliadwy.....	42
Ffigur 18: Cyfradd y coed â chynyddiad diamedr digonol i allu cynnal tapio blynyddol .....	42
Ffigur 19: Hynt cau tyllau tapiau fesul blwyddyn ers tapio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 20: Troi sudd yn surop .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 21: Yrnau arlwyyo a ddefnyddiwyd mewn treialon prosesu sudd ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 22: Yrnau arlwyyo yn cael eu defnyddio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 23: Perfformiad yrnau o ran lleihau cyfaint y sudd mewn 22 o dreialon .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 24: Y berthynas rhwng crynodiad siwgr a chyfradd anweddu ar gyfer y ddau wrn arlwyyo .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ffigur 25: Offer Osmosis Gwrthdro a ddefnyddiwyd yn 2021.....	50
Ffigur 26: Lleihad yng nghyfaif y sudd o gymharu ag amser ar gyfer y broses osmosis gwrthdro	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Ffigur 27: Cyfradd llifo RO o gymharu â'r cynnwys siwgr ..... **Error! Bookmark not defined.**

Ffigur 28: Stôf llosgi coed yn yr awyr agored yn cael ei defnyddio yn Nhregawntlo.... **Error! Bookmark not defined.**

Ffigur 29: Amseroedd prosesu stôf llosgi coed..... **Error! Bookmark not defined.**

Ffigur 30: Cyfradd anweddu o gymharu ag amser ar gyfer stôf llosgi coed ..... 55



## 1 Prosiect EIP yng Nghymru: Cymharu technegau cadw sudd bedw ffres yng Nghymru ar gyfer ei ddefnyddio mewn cynnyrch artisan gan fusnesau lleol.

Yn y gorffennol, roedd tapio bedw yn arfer sefydledig yn y DU fel y dangosir gan y tudalennau a neilltuwyd i gyfarwyddiadau ar gyfer cynhyrchu a defnyddio sudd cynaliadwy yn y disgrifiad o goed, coedwigoedd a choedwigaeth gan John Evelyn ym 1662. Yn ddiddorol, dyfalodd Evelyn y gallai hyrwyddo dŵr bedw gynyddu diddordeb yng nghoedwriaeth y fedwen sy'n cael ei thanbrisio. Ymhellach, mae'n mynd ymlaen i ddisgrifio'n fanwl y gweithdrefnau ar gyfer tapio er mwyn cynhyrchu cymaint â phosibl o sudd a diogelu iechyd y goeden. Yn hyn o beth, nid oes llawer wedi newid mewn 360 o flynyddoedd ac mae'r rhain yn debyg iawn i'r dadleuon y byddwn yn eu cynnig yn 2021. Mae cofnodion o dapio'n parhau hyd at y 1940au, a cheir chofnodion o dapio yn Nhrefaldwyn (Svanberg ac eraill 2012), felly nid yw tapio yn debygol o fod yn newydd i Gymru. Serch hynny, daeth arferion traddodiadol i ben amser maith yn ôl, ac ar hyn o bryd, prin yw'r profiad o dapio yng Nghymru y tu hwnt i weithgareddau byw yn y gwyllt a chwilota am fwyd.

“But if the sovereign effects of the juice of this despicable tree supply its other defects (which make some judge it unworthy to be brought into the catalogue of woods to be propagated) I may perhaps for once, be permitted to play the empiric, and to gratifie our laborious wood-man with a draught of his own liquor; and the rather, because these kind of secrets are not yet sufficiently cultivated; and ingenious planters would by all means be encourag'd to make more trials of this nature, as the Indians and other nations have done on their palmes; and trees of several kinds, to their great emolument.”

Evelyn 1662

Mae 13,000 hectar o goetir yng Nghymru sydd â bedw yn brif rywogaeth gyda'r mwyafrif (85%) o hwn mewn perchnogaeth breifat (Maxwell 2022). Mae llawer o'r adnodd hwn yn cael ei ddifrio fel 'prysgwydd' oherwydd caiff bedw eu hystyried yn goed diwerth ac eithrio'r defnydd ohonynt i greu ysgubellau, ffensys i geffylau neidio drostynt a choed tân. Mae llawer o'r bedw ar ffermydd a cheir potensial i arallgyfeirio incwm yn sgil ychwanegu gwerthu at fedw ac fel cymhelliad ar gyfer rheoli coetiroedd yn well.

Mae sudd yn ddarfodus iawn ac mae'n anodd i weithredwyr bach ymdopi â'r cyfeintiau mawr sydd eu hangen ar y farchnad ddiodydd. Dangosodd gwaith blaenorol gan brosiect Dewis Gwyllt (<https://www.dewisgwyllt.co.uk/product-research/birch-syrup/>) fod surop yn ddichonadwy fel cynnyrch crefftus ar raddfa fechan. Dim ond o bedair gwlad y cofnododd adolygiad Svenberg ac eraill (2012) waith cynhyrchu surop bedw hanesyddol; Y Ffindir, Estonia, Gwlad Pwyl a Rwmania Er bod cynhyrchu surop bedw masnachol wedi'i ddatblygu'n ddiweddar yn yr Alban, mae'n dal i fod yn gynnyrch newydd yn y DU ac Ewrop.

Yn erbyn y cefndir hwn yr aeth prosiect EIP yng Nghymru ati i fireinio canllawiau ar dapio cynaliadwy a chynhyrchu surop bedw crefftus fel cynnyrch newydd i Gymru.

Mae Menter a Busnes yn cyflenwi cynllun EIP yng Nghymru ar ran Llywodraeth Cymru ac mae wedi derbyn nawdd drwy Gymunedau Gwledig Llywodraeth Cymru – Rhaglen Datblygu Gwledig 2014-2020, a ariennir gan Gronfa Amaethyddol Ewrop ar gyfer Datblygu Gwledig a Llywodraeth Cymru.

Diben EIP yng Nghymru oedd ariannu prosiectau amaethyddol o bob cwr o Gymru a oedd yn annog cydweithredu rhwng ffermwyr a phobl eraill sy'n gweithio yn y sector. Mae dod â phobl o gefndiroedd ymarferol a gwyddonol ynghyd yn gyfle gwych i fanteisio ar brofiadau gwahanol, elwa

o'r wybodaeth ddiweddaraf a chyflwyno syniadau newydd wrth fynd i'r afael â phroblemau. Ers 2017, mae EIP yng Nghymru wedi ariannu 46 o brosiectau ledled Cymru, gan weithio gyda dros 200 o ffermwyr, a lluo o unigolion, busnesau ac academyddion yn gweithio ar draws y sector amaethyddol.

## 1.1 Y Grŵp Gweithredol (GG)

Bu rhai newidiadau i aelodaeth y GG oherwydd cyfyngiadau Covid - rhoddodd un aelod y gorau iddi a gohiriodd un arall gyfranogi mewn treialon tan 2022. Mae aelodaeth derfynol y GG fel yr amlinellir yn Nhabl 1. Brocer arloesi EIP yng Nghymru ar gyfer y GG oedd Geraint Hughes, o Lafan Consulting, a'r ymgynghorwyr technegol oedd Dr Jenny Wong a Bryan Dickinson o Wild Resources Ltd (WRL).

Tabl 1: Aelodaeth y Grŵp Gweithredol

Grŵp Gweithredol	Lleoliad	Clwstwr bedw a gafodd ei dapio yn y prosiect EIP	Rôl yn y GG
Wild Spirit	Merthyr Mawr	Tregawntlo	Arbrofion yn 2021 a 2022
Grŵp Coetir Cymunedol Llyn Parc Mawr	Niwbwrch	Isadrannau 13B ac 13E Coedwig Niwbwrch	Treialon yn 2021 a 2022
Fferm Pen y Graig Isaf	Llan-ffwyst	Coetir a ddefnyddir gan Grŵp Coetir Cymunedol y Fenni	Treial yn 2022
Fferm Cwmffrwd	Glanaman	Cwmffrwd	Treialon yn 2021 a 2022
Llais y Goedwig	Aelod nad yw'n ffermio		Ymgeisydd arweiniol
Cyfoeth Naturiol Cymru	Aelod nad yw'n ffermio		Rheolwr Coedwig Niwbwrch

## 1.2 Nodau'r prosiect

Nodau'r prosiect EIP oedd:

- Treialu a chymharu tair techneg cadw sudd (anweddiad awyr agored, osmosis gwrthdro, ac wrn) o ran cost, rhwyddineb defnydd, amser, ansawdd y cynnyrch crynodedig, a'r effaith ar nwyddau cymdeithasol a ddarperir gan goetiroedd cymunedol.
- Cyflwyno hyfforddiant ar y safle mewn technegau tapio arfer gorau a chadw a storio sudd yn syth ar ôl tapio.
- Optimeiddio'r system gynaeafu yn unol ag amodau'r safle, gallu aelodau GG, a'r cynnyrch terfynol a ddymunid.
- Monitro cyfanswm ac ansawdd sudd i sefydlu sut mae'r cnwd yn amrywio yn ôl rhywogaeth, math o safle, maint coed a ffactorau hinsoddol.
- Paratoi deunyddiau hyfforddi, canllawiau, a safonau ar gyfer cynhyrchu sudd bedw.
- Mesur y buddion meddal i aelodau'r GG yn sgil ymwneud â chynhyrchu sudd bedw.
- Archwilio elw cymdeithasol yn sgil cadw sudd bedw a gweithgareddau prosesu surop gyda chyfranogwyr a gwirfoddolwyr, gan gysylltu â Buddsoddiad Cymdeithasol Cymru.

Dechreuodd gweithgareddau'r prosiect ym mis Hydref 2020 ac fe'u cwblhawyd ym mis Mehefin 2022 a chwblhawyd yr adroddiadau ym mis Medi 2022. Roedd hwn yn gyfnod pan oedd pennu cyfyngiadau Covid yn golygu nad oedd yn bosibl cynnal cyfarfodydd wyneb yn wyneb. Roedd y cyfyngiadau hyn yn golygu bod cyfarfodydd y GG yn cael eu cynnal ar-lein ac nid oedd yr ymgynghorwyr technegol yn gallu cyfarfod ag aelodau'r GG ar y safle i ymgymryd â hyfforddiant na

theilwra'r treialon yn briodol i'r amgylchiadau a'r capasiti oedd ar gael yn achos pob aelod o'r GG . O dan yr amgylchiadau anodd hyn, gwnaeth y GG waith rhagorol o gasglu sudd a chynnal treialon a alluogodd y prosiect i gyflawni ei amcanion i raddau helaeth. Fodd bynnag, yn anochel, fe wnaeth diffyg arddangosiadau ymarferol personol o'r gweithdrefnau tapio arwain at rai anghysondebau o ran gweithredu'r protocolau rhwng aelodau'r GG yn y tymor cyntaf. Ar waethaf hyn, cyflawnwyd holl nodau'r prosiect, a chynhaliwyd ail gynhaeaf sudd ym Mawrth 2022.

### 1.3 Paratodau'r prosiect

Ar ddechrau'r prosiect, cafodd WRL adolygiad o lenyddiaeth gwmpasu EIP ar ansawdd a phrosesu sudd bedw a baratowyd gan Stiles (2019) o Sefydliad y Gwyddorau Biolegol, Amgylcheddol a Gwledig (IBERS). Casgliad adolygiad Stile oedd "y gellir cynaeafu sudd bedw yn effeithiol a'i brosesu'n surop melys, mewn modd tebyg i gynhyrchu surop masarn. Fodd bynnag, mae defnyddio coed bedw at y diben hwn yn cyflwyno rhai heriau oherwydd mae'r sudd a gynhyrchir yn cynnwys llai o siwgr, ac mae angen mwy o brosesu neu leihau i gyflawni'r cynnyrch terfynol a ddymunir, a bydd y coed eu hunain yn agored iawn i niwed, pe bai dulliau rheoli yn amhriodol neu'n rhy ddwys. Felly, dylid bod yn ofalus o ran rheoli stoc coed yn effeithiol i sicrhau nad oes unrhyw ddifrod hirdymor, andwyol i goed unigol." Roedd hyn yn sail i ddyluniad yr astudiaeth ac yn arbennig ymchwiliadau i effeithiau tapio ar iechyd coed. Yn ystod y prosiect ehangwyd yr adolygiad llenyddiaeth a'i ymgorffori yn yr adroddiad hwn.

### 1.4 Asesiad o'r effaith gymdeithasol

Un o amcanion y prosiect oedd ymchwilio i fanteision meddal tapio bedw oherwydd roedd y GG yn cynnwys grwpiau coetir cymunedol gwirfoddol (GCC). Y bwriad oedd cyflawni hyn drwy ychwanegu gweithgareddau tapio bedw at yr Asesiad o Werth Cymdeithasol a oedd yn cael ei gynnal fel rhan o Brosiect Galluogi Adnoddau Naturiol a Lles (ENRaW) Llais y Goedwig. Bwriedid i dri Grŵp Coetir Cymunedol gyfranogi fel aelodau o'r GG yn y prosiect EIP, a chynnal yr asesiadau o werth cymdeithasol ochr yn ochr â gweithgareddau a digwyddiadau cymunedol fel rhan o'r prosesau tapio a phrosesu.

Wrth i'r prosiect fynd yn ei flaen, ac wrth i effaith Covid ar grwpiau cymunedol a'r potensial ar gyfer gweithgaredd a oedd yn cynnwys mwy nag un neu lond dwrn neu bobl ddod i'r amlwg, fe wnaeth un o'n GCC dynnu'n ôl o'r prosiect yn gyfan gwbl, ac fe wnaeth un arall ganslo gweithgaredd yn ystod y tymor tapio cyntaf. Fel y disgrifiwyd mewn adrannau cynharach, nid oedd ychwaith yn bosibl gwneud unrhyw weithgarwch cymunedol neu gyhoeddus yn ystod tymor tapio cyntaf y prosiect EIP.

Ochr yn ochr â hyn, bu gostyngiad sylweddol yn agweddau Gwerth Cymdeithasol prosiect ENRaW oherwydd Covid, ac fe wnaeth Gwerth Cymdeithasol Cymru ddarparu hyfforddiant i'r GCC er mwyn iddynt allu cynnal eu hasesiadau eu hunain yn hytrach na dadansoddiad o werth cymdeithasol cyfan y prosiect a ddylai fod wedi ymgorffori Dewis Bedw.

Llwyddwyd i ymgorffori rhywfaint o waith Gwerth Cymdeithasol yng ngwerthusiadau prosiectau ENRaW a Dewis Gwyllt ac rydym wedi cynnwys dyfyniadau perthnasol isod ynghylch manteision gwirioneddol a chanfyddadwy cyfranogi mewn gweithgarwch cynhyrchu incwm/arallgyfeirio.

Yn ogystal, fe wnaeth llacio cyfyngiadau yn 2022 ganiatáu i nifer cyfyngedig o ddigwyddiadau fynd rhagddynt: gweithgaredd berwi cymunedol yng Nghoetir Cymunedol Llyn Parc Mawr a diwrnod berwi yn Ynys Uchaf ar gyfer Coetir Mynydd. Cafodd y gwersi a ddysgwyd yn sgil hyn eu cynnwys yng ngwerthusiad Dewis Gwyllt.

**Dewis Gwyllt** – ynghylch cynaeafu cynnyrch nad yw'n goed o goedwigoedd a chyfleoedd datblygu cynnyrch. Mae pob un ohonynt yn berthnasol i waith y prosiect EIP, oherwydd er ei fod wedi

canolbwyntio ar dapio a phrosesu ar ôl y cynhaeaf yn unig, roedd hyn yn ei dro yn cefnogi datblygiad pellach y gadwyn gyflenwi gan Dewis Gwyllt hyd at orffen cynhyrchu'r surop, ymchwil marchnad a gwerthu. Fe wnaeth holl aelodau'r GG wedi elwa o hyn a chael incwm yn sgil gwerthiannau sudd a gyfryngwyd gan brosiect Dewis Gwyllt. Casglodd y gwerthusiad o brosiect Dewis Gwyllt y datganiadau canlynol yn benodol am dapio bedw gan gyfranogwyr, ac mae hynny'n cynnwys cyfraniadau gan y prosiect EIP o ran y GG yn nodi y gwnaeth y ddau brosiect gydweithio'n ddi-dor:



Cyflwyniad ynghylch tapio bedw i wirfoddolwyr Llyn Parc Mawr yn ystod arbrawf i ddefnyddio stôf llosgi coed (16 Ebrill 2022)

“Y brif fantais a nodwyd gan bob parti oedd y gwersi a ddysgwyd a'r wybodaeth a gafwyd trwy wahanol weithgareddau'r prosiect. Ac er bod grwpiau / perchnogion coetiroedd a busnesau wedi dysgu pethau gwahanol, mae'r prosiect wedi sicrhau cipolwg gwerthfawr ar botensial cyffredinol y cadwyni cyflenwi hyn a'r rhwystrau y mae angen eu goresgyn i ddatblygu pethau ymhellach.”

“Mae perchnogion/rheolwyr coetiroedd wedi nodi cyfleoedd a photensial newydd yn eu coetir, sydd yn ei dro wedi arwain at arferion rheoli gwell a chynnydd posibl mewn cynhyrchiant, ac mae hynny'n cynyddu'r cyflenwad i fusnesau.”

“O safbwynt grwpiau a pherchnogion coetiroedd, mae'r cyfuniad o wybodaeth gynyddol, sgiliau newydd, deunyddiau cyhoeddedig, a rhwydweithiau sefydledig wedi dod â phobl ynghyd ac wedi gwella gallu cyffredinol y rhwydweithiau i reoli eu coetiroedd yn gynaliadwy a chydweithio.

Mae'r rhwydweithiau cydweithredol hyn, yn ffurfiol ac yn anffurfiol, hefyd yn galluogi unigolion a grwpiau bach i fynd i'r afael ar y cyd â materion byd-eang mwy megis argyfyngau'r hinsawdd a/neu natur.”

“Mae llawer o'r gweithgareddau hyn yn bethau na fyddai grwpiau ac unigolion byth wedi cychwyn arnynt heb yr amser, yr adnoddau a'r wybodaeth am brosiect Dewis Gwyllt. Mae'r sgiliau a'r prosesau newydd yn rhoi rhesymau newydd a gwahanol i



ymgysylltu â chymunedau lleol a denu mwy o wirfoddolwyr sy'n ganlyniad annisgwyl a buddiol arall.

Mae'n amlwg hefyd bod y cyfranogwyr wedi mwynhau'n fawr ac wedi cael buddion o ran eu lles yn sgil cyfranogi."

"Mae grwpiau'n cydnabod y bydd y sgiliau a'r wybodaeth newydd yn parhau, ac mae bron pob un yn sicr y byddant yn gallu gweithredu ar y wybodaeth hon dros yr ychydig flynyddoedd nesaf; bydd hynny'n sicrhau effaith gadarnhaol ar eu grwpiau a'u coetiroedd."

## 1.5 Lledaenu

Mae pedwar allbwn ysgrifenedig wedi'u paratoi o dan y prosiect EIP. Rhagwelid dau yn y cynnig ynghylch y prosiect:

- Diweddarau llawlyfr tapio Dewis Gwyllt i ddod yn adroddiad i gefnogi canllawiau arfer da tapio dan y teitl "Tystiolaeth ar gyfer adroddiad tapio bedw cynaliadwy" a gyhoeddwyd fel rhan o brosiect Dewis Gwyllt. Mae'n debyg mai hon fydd y ddogfen hon y cyfeirir ati gan safon UKWAS 5 (os derbynnir y cynnig i gynnwys bedw).
- "Llawlyfr tapio bedw ar gyfer cynhyrchu surop" ar gael ar dudalen EIP Cyswllt Ffermio.

Roedd cyfyngiadau Covid yn lleihau gwariant ar deithio a chyfarfodydd a arweiniodd at danwariant a ddefnyddiwyd i gomisiynu dau adroddiad ychwanegol:

- "Rheoli bedw ar gyfer cynhyrchu sudd" gan WRL a
- "Llawlyfr cynllunio busnes" gan BIC Innovation.

Mae holl adroddiadau a fideos ar gael ar dudalennau gwe'r prosiect EIP:

<https://businesswales.gov.wales/farmingconnect/cy/busnes/partneriaeth-arloesi-ewrop-yng-nghymru-eip-wales/prosiectau-eip-weddiu-cymeradwyo/cymharu>

Lledaenwyd gwybodaeth am y prosiect ar nifer o gyfryngau cyhoeddus, yn cynnwys:

- "Surop bedw – Manteisio ar gynnyrch bwyd Cymreig newydd" yng nghylchgrawn Cyswllt Ffermio ar dudalennau 12-13 yn rhifyn 30, Tachwedd/Rhagfyr 2020
- Gweminar gan Gyswllt Ffermio ynghylch tapio bedw ar 1/12/2021.
- Cafodd tapio bedw sylw ar raglen "Country Focus" BBC Wales a ddarlledwyd ar 14/11/2021 ac eto ar 11/08/2022.
- Fideo Cyswllt Ffermio - "EIP yng Nghymru: 'Dewis Bedw' – sudd bedw Cymreig – cyhoeddwyd ar sianel YouTube Cyswllt Ffermio ym Mai 2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=J4AvSftJxy8&t=3s>
- Diweddariad FCTV ynghylch EIP (cyhoeddwyd ar YouTube ym Medi 2022) [https://youtu.be/Nw4vRE\\_1VaU](https://youtu.be/Nw4vRE_1VaU)

Dim ond yn 2022 y gellid cynnal digwyddiadau cyhoeddus wyneb yn wyneb ac ni ellid cynnal y diwrnodau arddangos tapio arfaethedig. Fodd bynnag, yn 2022, fe wnaeth y GG gynnal dau ddigwyddiad galw heibio ar gyfer y cyhoedd yn yr arbrofion â stôf llosgi coed y bu'n rhaid eu gohirio yng:

- Nghoetir Cymunedol Llyn Parc Mawr ar 16 Ebrill 2022 ac yn
- Ynys Uchaf (swyddfeydd WRL) ar gyfer aelodau Coed Mynydd ar 22 Ebrill 2022.

Roedd y prosiect EIP hefyd yn rhan o Ddathliad Llais Y Goedwig 26-27 Mawrth 2022. Roedd llawer o ddiddordeb mewn tapio a defnyddio sudd a surop bedw a chymerodd sawl un daflenni gan feddwl y gallent roi cynnig arni.

Fel y cytunwyd, cyfunwyd canfyddiadau prosiect EIP gyda deunydd Dewis Gwyllt ar surop bedw a rhan o ran Dewis Gwyllt o stondin Llais y Goedwig yn y digwyddiadau canlynol:

- Sioe Amaethyddol Frenhinol Cymru (18-21 Gorffennaf) a'r
- Eisteddfod (30 Gorffennaf - 6 Awst).

## 1.6 Dilyniant

Ffurfiwyd grŵp Agrisgôp yn sgil diddordeb yn deillio o waith allgymorth Cyswllt Ffermio â'r GG yn aelodau craidd. Mae grŵp Agrisgôp newydd wedi cynnal dau gyfarfod, sydd wedi cymryd lle cyfarfodydd diweddarach y GG. Cynhaliodd un o aelodau grŵp newydd Agrisgôp arbrawf tapio yn 2022 ac mae'n ystyried parhau â hyn yn y dyfodol. Fe wnaeth un arall rywfaent o dapio yn 2021 a gwerthodd y sudd ffres trwy law siop bwydydd iachus leol. Bu hyn yn llwyddiannus ac mae'n parhau â hyn.

Mae tapio bedw wedi'i gynnwys fel cynnyrch a enwir yn safon ddrafft UKWAS 5 â'r bwriad y bydd hyn yn cyfeirio at yr adroddiadau a baratowyd gan brosiectau EIP a Dewis Gwyllt. Ar ôl ei gymeradwyo, bydd UKWAS 5 yn sail i ardystiad FSC a PEFC ar gyfer surop bedw wedi'i gynaeafu'n gynaliadwy o goetiroedd y DU.

Hyb Cynhyrchu Surop Bedw Llais y Goedwig Mae'r Head Office Kitchen yn Uned 1, Parc Eco Dyfi, Machynlleth, wedi llwyddo i gofrestru fel busnes bwyd, ac wedi cael Tystysgrif Hylendid Bwyd pum seren. Mae tair rownd o brosesu wedi'u cynnal gan ddefnyddio sudd o bedwar coetir gwahanol - gan gynhyrchu surop sy'n barod i'w werthu, ac mae 2.95 litr ohono wedi'i werthi eisoes (rhoddwyd 70% o'r incwm i dapwyr / 30% i LlyG). Roedd hon yn bennaf yn fenter gan Llais y Goedwig o dan y prosiect Dewis Gwyllt ond mabwysiadodd y defnydd o Osmosis Gwrthdro, wrn a stôf llosgi coed a ddatblygwyd gan y prosiect EIP.

## 2 Bedw fel ffynhonnell o sudd

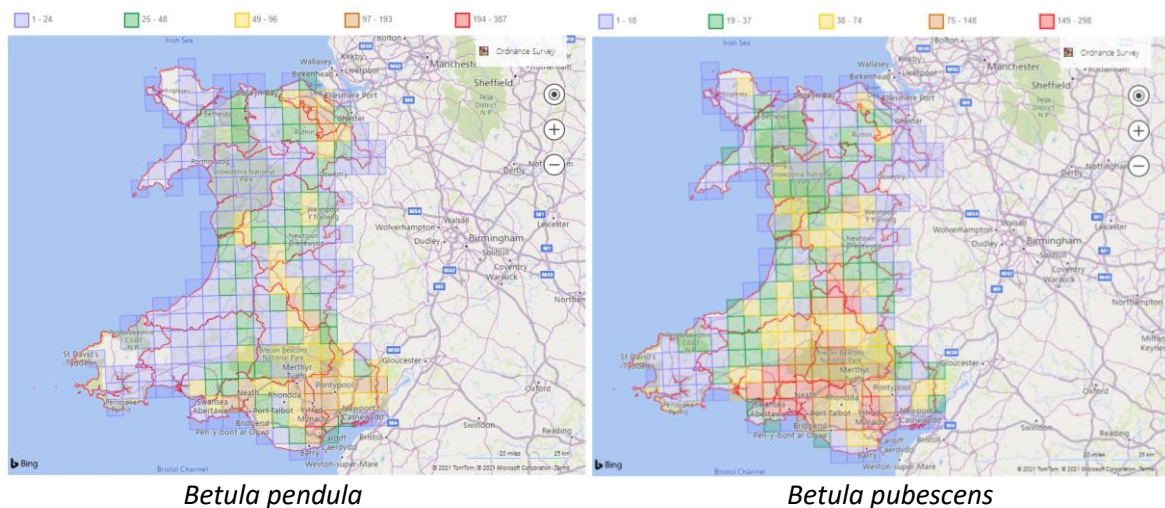
Bedw yw un o'r coed llydanddail mwyaf cyffredin ym Mhrydain ac mae'n cyfrif am 18% o orchudd coetir llydanddail yn y Rhestr Goedwigaeth Genedlaethol<sup>1</sup>. Mae dwy rywogaeth o fedwen – bedw arian (*Betula pendula*) a bedw llwyd (*Betula pubescens*) sy'n goed cynhenid yng Nghymru. Er bod canllawiau adnabod yn disgrifio setiau arwahanol o nodweddion, mae adnabod pob rhywogaeth yn y maes yn broblemus oherwydd mae llawer o goed yn arddangos cymysgedd o nodweddion (Amphlett 2021). Ar hyn o bryd, nid oes unrhyw brofion DNA dibynadwy a all wahaniaethu rhwng y ddwy rywogaeth bedw neu gadarnhau croesryw (Stuart A'Hara, Forest Research ac Annika Perry, Centre for Ecology and Hydrology – gohebiaeth bersonol).

Mae'r ddwy rywogaeth yn debyg iawn er yr ystyrir yn gyffredinol fod yn well gan *B. pendula* briddoedd sychach a'u bod yn tyfu'n gyflymach a bod ganddynt ffurf well â *B. pubescens* yn gallu goddef amodau asidig a dyfrlawn yn well ac yn tyfu'n arafach (Atkinson 1992, Cameron 1996, Hytönen ac eraill, 2013). Felly, mae amodau uwchdiroedd Cymru yn ffafrio *B. pubescens* a cheir cofnodion sy'n dangos y ceir dwyseddau uwch o'r rhywogaeth hon ledled Cymru o gymharu â *B. Pendula* (Ffigur 1).

<sup>1</sup> <https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/national-forest-inventory/>

Er caiff bedw eu tyfu fel pren o ansawdd uchel yng nngogledd Ewrop, anaml y cânt eu plannu neu eu rheoli'n weithredol ar gyfer pren yng Nghymru. Felly mae bedw i'w canfod amlaf mewn 'prysgwydd' sy'n deillio o aildyfu naturiol ac nid ydynt yn cael eu rheoli. O ran awtecoleg y rhywogaeth yn Ynsoedd Prydain, Atkinson (1992) yw'r monograff diffiniol ar fedw tra bod Lewington (2018) yn treiddio'n fanylach fwy i ethnograffeg y rhywogaeth h.y. y defnydd ohoni a'i hanes diwylliannol).

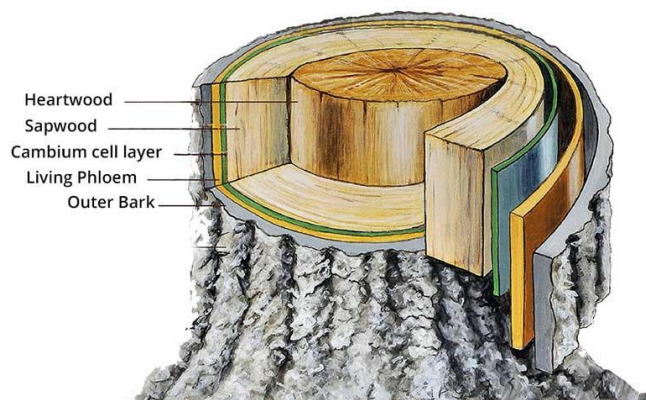
Ffigur 1: Dosbarthiad rhywogaethau *Betula* yng Nghymru – cofnodion Aderyn ar gyfer 1950 - 2020



## 2.1 Rhediad sudd yn y gwanwyn

Mae sudd mewn coeden yn llifo mewn tiwbiau sylem byw yn rhannau allanol y boncyff (Ffigur 2) a gall adweithio i glwyfo tra bod y rhuddin yn hen sylem sy'n 'farw' ac yn dueddol o bydru.

Ffigur 2: Strwythur mewnol boncyff coeden



O: <https://www.gotreequotes.com/anatomy-of-a-tree/>

Bydd coed bedw yn paratoi at flagur y gwanwyn ac ehangiad y dail wedi hynny â llif o sudd a siwgrau wedi'u storio o'r gwreiddiau hyd at flagur y dail (Patch 2004). Mae'r coed yn tynnu dŵr i mewn i'r gwreiddiau gan ddefnyddio osmosis gweithredol sy'n rhoi pwysedd ar y sudd yn y goeden (Hölttä ac eraill 2018). Y pwysedd mewnol hwn sy'n arwain at lif sudd o'r tapiau a osodir yn y goeden. Pan fydd y blagur yn blodeuo a'r dail yn agor, bydd y pwysedd yn cael ei ryddhau a daw llif y sudd i ben. Y tymor ar gyfer tapio felly yw cyfnod o tua thair wythnos yn gynnar yn y gwanwyn pan fo pwysedd sudd ar ei uchaf a llif sudd o dapiau yn bosibl ac yn cynnwys llawer o siwgrau a mwynau. Gelwir y cyfnod hwn yn 'rhediad sudd'. Mae rhagweld dechrau llif sudd yn broblem gan ei fod yn dibynnu ar y tywydd blaenorol (yn enwedig dyfnder yr eira yn y gaeaf blaenorol) (van den Berg ac eraill 2018). Mae yna berthynas gymhleth rhwng oeri a ffotogyfnodedd fel y disgrifir gan Caffarra ac eraill (2011) ar gyfer amseriad blaguro yn *B. pubescens*.

Mae astudiaethau yn y Ffindir (Salo 2000, Miina a Kurttila 2022), UDA (van den Berg ac eraill 2018) a Chanada (Maher 2005) yn dangos bod llif uwch yn uwch mewn ffynhonnau araf â thymheredd isel yn ystod y dydd a'r nos na ffynhonnau cynhesach, cyflymach. Gall y gwahaniaethau fod yn ddramatig: Canfu Miina a Kurttila (2022) fod gan flwyddyn gynhesach 2022 hanner cynnyrch blwyddyn oerach 2019 tra bod van den Berg ac eraill (2018) wedi canfod y gallai blynnyddoedd cynhesach arwain at ddwy neu dair gwaith yn llai o sudd na blynnyddoedd oerach.

## 2.2 Llifoedd sudd

Mae pob astudiaeth yn cytuno bod llif sudd yn hynod amrywiol rhwng coed, blynnyddoedd a safleoedd (Kok ac eraill 1978, Maher 2005, Salo 2000, Dixon-Warren 2010, Miina a Kurttila 2022). Mae rhywfaint o gysondeb ym mherfformiad yr un goeden o'r naill flwyddyn i'r llall â Maher (2005) yn awgrymu bod siawns o 50% y bydd coeden yn cynhyrchu cyfansymiau tebyg o'r naill flwyddyn i'r llall.

Mae amrywiant rhwng coed yn aml yn cael ei nodi fel rhywbeth sy'n peri dryswch o ran pennu gwahaniaethau systematig rhwng mathau o bridd, uchder a nodweddion eraill safleoedd. Serch hynny, dangosodd Zajaczkowska ac eraill (2019) fod coed o ymyl clwstwr yn cynhyrchu mwy o sudd na'r rhai y tu mewn i glwstwr, sy'n awgrymu y gallai microsafle gyfrif am rywfaint o'r amrywiadau rhwng coed. Fodd bynnag, roedd Kallio (2013) yn credu ei bod yn bosibl bod amrywiant rhwng coed yn gysylltiedig â ffactorau genetig ac oedran coed gan na chanfuwyd unrhyw wahaniaethau cyson rhwng ffactorau amgylcheddol eraill. Ni chanfuwyd gwahaniaethau cyson yn y cnwd sudd cyffredinol rhwng rhywogaethau bedw yng Nghanada (Skinner 2018, Dixon-Warren 2010). Nododd Mingaila ac eraill (2020) fod gan *B. pendula* gnwd mwy na *B. pubescens* yn Lithwania, ond yn gyffredinol, nid oes digon o astudiaethau cymharol i gadarnhau unrhyw wahaniaeth systematig rhyngddynt.

Adroddwyd bod cydberthynas gadarnhaol rhwng cyfanswm cnwd sudd a diamedr coed (Enescu 2017, Miina a Kurttila 2022) neu uchder (Mingaila ac eraill 2020). Caiff hyn hyd yn oed ei addasu gan y tywydd, a nododd Maher (2005) fod y berthynas rhwng maint a chnwd yn fwy amlwg mewn blynnyddoedd sych na rhai gwlyb. Mewn hinsoddau mwy sych, mae sawl astudiaeth wedi dangos fod y cnwd sudd yn gysylltiedig ag argaeledd dŵr (Maher 2005, Farrell 2017).

Nododd Kok ac eraill (1978) nad oedd pob coeden yn dechrau ac yn gorffen cynhyrchu sudd ar yr un pryd a bod y llif cyfartalog fesul coeden yn 16 diwrnod er mai 21 diwrnod oedd y tymor cynhyrchu sudd ar y cyfan. Mae'n debygol mai'r gwahaniaethau hyn mewn amseru yw'r rheswm pam yr oedd Kallio ac Ahtonen (1987a) yn ystyried bod amrywioldeb coed mor eithafol fel ei bod yn ddibwrpas cyfrifo llifoedd sudd cymedrig ar gyfer coed unigol. Serch hynny, ar draws clwstwr, mae'r cnwd



dyddiol uchaf ar ddechrau'r tymor ag uchafbwynt o 5-9 diwrnod ac yna'n disgyn tuag at ddiwedd y tymor (Salo 2000).

## 2.3 Cyfansoddiad sudd

Dŵr yw sudd yn bennaf, ond mae hefyd yn cynnwys siwgrau, asidau a mwynau. Yn achos cynhyrchu surop, y siwgr sy'n fwyaf perthnasol.

### 2.3.1 Siwgrau

Mae gan yr holl rywogaethau bedw y mae data wedi'u cyflwyno yn eu cylch grynodiad siwgr cyfartalog o tua 1% (Dixon-Warren 2010 ar gyfer rhywogaethau boreal; Kallio ac Ahtonen 1987a, Łuczaj ac eraill 2014 ar gyfer rhywogaethau Ewropeaidd). Mae amrywiant mewn cynnwys siwgr yn uchel, a nodau Zajączkowska ac eraill (2019) gynnwys siwgr rhwng 0.25% a 2.25%. Mae sudd bedw yn cynnwys cyfrannau cyfartal o glwcos a ffrwctos â chyfansymiau hybrin o swcros (Kallio ac eraill 1985, Kūka ac eraill 2013, Grabek-Lejko ac eraill 2017). Mae cynnwys siwgr bedw tua hanner cynnwys siwgr masarn (Farrell 2010) ac mae'r cyfansoddiad yn wahanol iawn gan fod masarn siwgr bron i gyd yn swcros. Mae hyn yn golygu na ellir defnyddio sudd bedw yn lle sudd masarn siwgr; mae'n gynnwys tra gwahanol.

Ceir sawl astudiaeth sy'n archwilio'r amrywiant yn y cynnwys siwgr rhwng y ddwy rywogaeth bedw. Adroddodd sawl astudiaeth am grynodiadau siwgr uwch yn *B. pendula* na *B. pubescens*, e.e. Essiamah 1980, Kallio ac Ahtonen 1987a) â Grabek-Lejko ac eraill (2017) yn adrodd 3am 0% yn llai o siwgr yn *B. pubescens* na *B. pendula*. Fodd bynnag, mae'r gwrthwyneb, sef *B. pendula* â chrynodiad is na *B. pubescens* hefyd wedi'i adrodd (Ozolinčius ac eraill, 2016).

Yn gyffredinol, fe wnaeth astudiaethau a edrychodd am amrywiant tymhorol mewn cynnwys siwgr amlygu'r cnwd mwyaf ar ddechrau (Ozolinčius ac eraill 2016) neu ganol y tymor (Kallio ac Ahtonen 1987a a b). Ychydig o wahaniaeth a ganfu Bilek ac eraill (2016) rhwng cynnwys siwgr rhwng safleoedd er bod Grabek-Lejko ac eraill (2017) wedi canfod rhywfaint o amrywiant rhwng cyfansoddiad sudd rhwng cynefinoedd, er bod y rhain yn cynnwys safleoedd maestrefol a diwydiannol y gellid disgwyl y byddai mwy o lygredd ynddynt. Mae Kallio ac Ahtonen (1987a) hefyd yn nodi bod y cynnwys siwgr yn dibynnu ar y cronfeydd egni wrth gefn a storiwyd y flwyddyn flaenorol h.y. amodau yn ystod yr haf yn mynd rhagddo tapio.

Archwiliodd rhai astudiaethau gynnwys siwgr am fwy na blwyddyn (e.e. Maher 2005) a phrin yw'r amrywiant a ganfuwyd rhwng blynnydoedd olynol. Mae hyn oll yn awgrymu bod cynnwys siwgr yn geidwadol ac nid oes llawer o resymau dros ddewis safleoedd neu goed i gynyddu cynnyrch siwgr er efallai ei bod yn werth archwilio amrywiant yn ôl rhywogaeth os yw'r ddwy ar gael ar safle.

Mae cynhyrchiant surop yn aml yn cael ei fynegi fel cymhareb cyfaint surop: sudd. O gymryd y ffigurau yn Nhabl 6 fel canllaw, gallem ddisgwyl cymarebau rhwng 1:86 ar gyfer crynodiadau uwch ac 1:108 ar gyfer sudd â chrynodiad is. Mae Beaumont (2010) yn cynnig dull cyfrifo parod syml ar gyfer amcangyfrif y gymhareb surop: sudd (blwch) sy'n awgrymu cymhareb o 1:124, sydd efallai'n fwy realistig o ystyried y colledion tebygol yn ystod y gwaith trin, yn enwedig ardywallt dro ar ôl tro rhwng camau.

#### **Dull cyfrifo parod i ganfod y gymhareb surop: sudd (Beaumont 2010)**

Mae'r rheol hon yn ddilys hyd at  $5^{0Bx}$  yn unig. Gan ragdybio y bydd y surop yn  $66^{0Bx}$  - rhennir cysonyn 87.1 â chynnwys siwgr y sudd i gyfrifo cyfaint y sudd sydd ei angen.

Enghraifft:

Cysonyn: 87.1 (cysonyn i gynhyrchu surop ar 66°Bx)  
Cynnwys siwgr: 0.7°Bx  
87.1 wedi'i rannu â 0.7 = 124.43  
Cymhareb surop: sudd = 1:124

### 2.3.2 Asidau

Mae blas surop bedw a gynhyrchir o sudd dechrau, canol neu ddiwedd y tymor yn ddigon ar gyfer gwahaniaethau o ran gwerthiannau (Dixon-Warren 2010). Gall y gwahaniaethau hyn ddeillio o faint o asid sydd yn y sudd, sy'n ymddangos yn gyson uwch ar ddechrau'r llif sudd (Kallio ac Ahtonen 1987b, Kallio 2013, Ozolinčius ac eraill 2016) gan mai'r gymhareb o siwgrau i asid sy'n pennu blas.

### 2.3.3 Mwynau

Mae cryn ddi-ddordeb yng nghynnwys mwynau sudd bedw sy'n deillio'n bennaf o fwyta sudd ffres fel tonig gwanwyn yn nwyrain Ewrop. Y mwynau sydd o ddi-ddordeb mwyaf o safbwynt dietegol yw: sinc, copr a manganîs (Staniszewski ac eraill 2020). Cymharodd Bilek ac eraill (2016) gynnwys mwynol sudd coed ar draws wyth rhywogaeth Ewropeaidd a ddangosodd fod gan y ddwy fedwen grynodiadau tebyg o sinc a chopr mewn crynodiadau i'w cymharu â dŵr mwynol (Grabek-Lejko ac eraill 2017) ond nid ar lefelau a fuasai'n tramgwyddo safonau dŵr yfed (Staniszewski ac eraill 2020). Archwiliodd sawl un o'r astudiaethau hyn reolaethau amgylcheddol ar gynnwys mwynau a chanfod amrywiant yn ymwneud â: lefelau llygredd (Grabek-Lejko ac eraill 2017), math o bridd (Kallio ac Ahtonen 1987a, Ozolinčius ac eraill 2016, Mingaila ac eraill 2020) a pherthnasoedd ag oedran coed, amseriad y casglu a'r gyfradd cynhyrchu sudd (Bilek ac eraill 2017, Staniszewski ac eraill 2020). Er bod gan bob un o'r rhain rywfaint o ddylanwad ar gynnwys mwynol fel gyda chyfaint sudd a siwgr mae'r amrywiant rhwng coed yn uchel felly'r argymhelliad cyffredinol oedd cronni sudd o gynifer o goed â phosibl er mwyn safoni'r cynnyrch (Staniszewski ac eraill 2020).

## 2.4 Natur Ddarfodus

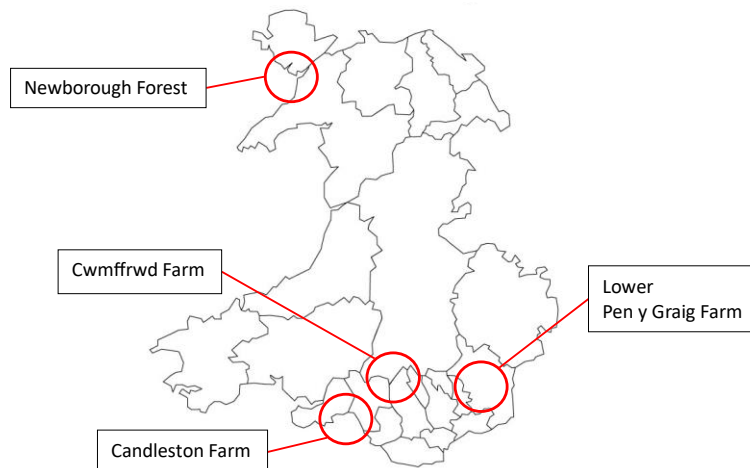
Mae sudd yn ddarfodus iawn a bydd yn mynd yn 'llaethog' yr olwg neu'n 'flagurog' os caiff ei adael am fwy na 24 awr yn y botel gasglu ac o'r goeden ar ddiwedd y llif sudd (e.e. Helfferich 2003, Dixon-Warren 2010). Dangosodd Weber (2006) yn gweithio ar *B. pendula* yn yr Almaen fod y sudd yn cael ei gytfreftu'n gyflym gan amrywiaeth o furumau ac yna ffyngau, a'r burumau sy'n achosi i'r sudd fynd yn llaethog yr olwg a suro. Mae'n ymddangos bod hon yn nodwedd gyffredinol er ei bod yn debygol o fod yn gyflymach mewn tymereddau amgylcheddol cynhesach. Ar ddiwedd y rhediad sudd, bydd y sudd yn difetha yn hytrach na'r coed yn hesbio. Pan fydd y tap wedi'i dynnu, bydd y sudd yn parhau i dryddiferu nes bydd y dail yn agor a gall arwain at lecynnau mawr o furum yn torri allan ar y goeden. Mae hyn yn rhywbeth dros dro a bydd yn diflannu ar ôl i'r llif sudd stopio ac nid yw'n ymddangos ei fod yn effeithio ar y goeden (Farrell, 2010).

## 3 Arbrofion tapio bedw yng Nghymru

### 3.1 Safleoedd arbrofion tapio bedw

Fe wnaeth aelodau'r GG gynnig pedwar safle ledled Cymru i arbrofi â thapio â lledaeniad daearyddol ledled Cymru (Ffigur 3).

*Ffigur 3: Lleoliad safleoedd arbrofion tapio sudd bedw*



### 3.1.1 Disgrifiadau o'r safleoedd a'r clystyrau

Casglwyd data ar lefel safle ynghyd â disgrifiadau gan WRL er mwyn sicrhau cysondeb. Ymwelwyd â phedwar safle'r prosiect a chofnodwyd mesuriadau o bob un o'r 84 coeden. Nodir y dulliau a ddefnyddiwyd i ddisgrifio'r clystyrau a'r coed yn Atodiad 1. Mae Tabl 2 yn cynnwys crynodeb o'r canlyniadau ar gyfer pob un o'r pedwar safle EIP.

Tabl 2: Disgrifiad cryno o safleoedd yr arbrawf

Safle	Tregawntlo	Cwmffrwd	Niwbrwrch	Pen y Graig Isaf
Lleoliad	De Cymru	De Cymru	Gogledd Cymru	De Cymru
Disgrifiad o'r safle	Aildyfiant bedw trwchus mewn planhigfa binwydd	Aildyfiant bedw ers yr Ail Ryfel Byd	Aildyfiant bedw trwchus mewn planhigfa binwydd sydd wedi methu	Aildyfiant bedw mewn coetir cyll a derw cymysg
Priddoedd	Pridd tywodlyd â haen gyfoethog o hwmws.	Sgri creigiog â rhywfaint o hwmws cyfoethog.	Pridd tywodlyd, yn ddwrlawn o bryd i'w gilydd.	Sgri creigiog â rhywfaint o hwmws cyfoethog.
Cyfradd ymdreiddiad cyfartalog (cm/awr)	57.6 (3 phwll)	75.6 (1 pwll)	57.1 (4 pwll)	11.7 (2 bwll)
Dosbarth athreiddedd	Cyflym iawn	Cyflym iawn	Cyflym iawn	Gweddol gyflym
Llystyfiant llawr y goedwig	Mieri, danadl poethion, Jac y Neidiwr, rhedyn	Mieri, clychau'r gog	Mieri, glaswellt	Mieri, clychau'r gog

Safle	Tregawntlo	Cwmffrwd	Niwbwrch	Pen y Graig Isaf
Llethr ac wyneb wedd y safle	Safle gwastad	Llethr serth yn wynebu'r Deddwyrain	Safle gwastad	Llethr serth yn wynebu'r Gogledd-ddwyrain
Pellter o'r arfordir agosaf (km)	1.8	22.7	0.5	32.6
Uchder (m)	50	175	5	230
Arwynebedd gwaelodol ar gyfartaledd (m <sup>2</sup> /ha)	28.9	21.8	38.0	18.4
Rhywogaethau bedw	<i>B pubescens</i> yn bennaf	<i>B pubescens</i> yn bennaf	Cymysgedd o goed hybrid / <i>B pendula</i>	<i>B pendula</i> yn bennaf
Oedran bras y coed (blynyddoedd)	31 Yn deillio o gyfrif nifer y cylchoedd mewn dwy goeden a gwypwyd	30 Yn deillio o gyfrif nifer y cylchoedd mewn dwy goeden a gwypwyd	30 O gofnodion CNC	25 / 40+
Dosbarth y cnwd	8-10	8-10	8	8
Ar gyfer coed yn yr arbrawf:				
Diamedr cyfartalog ar uchder o 1.3 m (cm)	23.5	27.9	24.5	31.2
Uchder cyfartalog (m)	16.9	16.9	16.1	15.8
Cyfaint cyfartalog y canopi (m <sup>3</sup> )	128	194	123	210

Roedd gwahanu'r ddwy rywogaeth bedw yn ddibynadwy yn broblem gan fod y coed ar y safleoedd yn aml â chymysgedd o nodweddion yn dynodi *Betula pubescens* (e.e. morffoleg dail) ag eraill yn dynodi *Betula pendula* (e.e. nodweddion y rhisgl). Dyfeisiwyd system sgorio syml yn seiliedig ar nodweddion coed unigol a'i defnyddio i nodi'r prif 'rywogaeth' ar gyfer pob safle.

Cloddiwyd pyllau pridd ym mhob safle yn 2022 i ddarparu asesiad gweledol o gyflwr y pridd gan ddefnyddio dulliau safonol (Ball ac eraill 2013, Johannes a Boivin 2016) a chynnal profion ymdreiddiad dŵr 'pen cwmpo' gan ddefnyddio arsylwadau wedi'u hamseru o lefelau dŵr yn disgyn mewn pwll (SEMCOG 2008, O'Green 2013). Gwnaed mesuriadau ymdreiddiad ar hyd at bedwar pwll 25 cm x 25 cm, cloddiwyd 30 cm o ddyfnder ym mhob safle a'u llenwi â dŵr. Cymerwyd mesuriadau o lefel y dŵr gostyngol yn rheolaidd i gyfrifo cyfradd gyfartalog yr ymdreiddiad mewn cm/awr.



Gwnaed amcangyfrifon o botensial twf pob safle o fodolau cynnyrch coedwigaeth safonol ar gyfer y DU. Mae'r rhain yn fwyaf cywir ar gyfer conwydd ac mae bedw'n cael eu hanwybyddu braidd ac yn cael eu cynnwys gyda sycamorwydd ac ynn. Dosbarth cnwd (YC) yw'r cyfaint o bren sy'n cael ei ychwanegu at y clwstwr fesul blwyddyn mewn  $m^3/ha$  pan mae'n tyfu ar y gyfradd gyflymaf y gall y safle ei chynnal. Rhagwelir YC o'r uchder uchaf (cyfartaledd o'r 100 o goed mwyaf diamedr) yn erbyn oedran ac mae'n fynegai o botensial safle. Roedd y coed ym mhob un o'r pedwar safle ar yr un uchder felly dim ond ar sail oedran y clwstwr y gwahaniaethwyd rhwng y dosbarth cnwd. Gan fod y clystyrau oll yn deillio o adfywiad naturiol, amcangyfrifwyd oedran gan ddefnyddio'r wybodaeth a oedd ar gael. Cymerwyd mesuriadau uniongyrchol o dyfiant coed trwy gyfrif cylchoedd coed ar gyfer sampl o goed a gwmpwyd: dwy yr un yng Nghwmffrwd a Thregawntlo. Nid oedd yn bosibl cwmpo coed ar safle CNC yn Niwbwrch, ac ni chwmpwyd unrhyw goed ym Mhen y Graig Isaf oherwydd y nifer isel o goed a oedd yn bresennol. Ar gyfer Niwbwrch, cymerwyd oedran o gofnodion isadran CNC ac ar gyfer Pen y Graig Isaf yn deillio o atgofion y ffermwr am y coed llai. Yna, defnyddiwyd yr uchder a'r oedranau i amcangyfrif dosbarth cnwd o'r tablau sydd wedi'u cynnwys yn Hamilton a Christie (1971).



Mesurwyd arwynebedd gwaelodol gan ddefnyddio mesurydd ongl coedwigaeth safonol ar bob coeden a dapiwyd. Cymerir arwynebedd gwaelodol y clwstwr fel cyfartaledd yr arwynebedd gwaelodol a fesurwyd ar gyfer pob coeden yn yr arbrawf. Mae arwynebedd gwaelodol yn fesur o ddwysedd y coed a fynegir fel cyfanswm arwynebedd trawstoriadol ar uchder o 1.3 m o'r holl goed yn  $m^2/ha$ .

Cyfrifwyd cyfaint canopi o fesuriadau maint y canopi i'r pedwar pwynt prifol a dyfnder y corun gwyrdd fel elipsoid.

### 3.1.2 Cofnodion tywydd

Cafodd tri aelod o'r OG orsafoedd tywydd sylfaenol (Youshiko YC9387 5 mewn 1) i gofnodi glawiad, tymheredd, lleithder, gwasgedd, a chyflymder a chyfeiriad gwynt bob awr. Cafodd gorsafoedd tywydd eu dosbarthu a'u gosod mor agos â phosibl at y safleoedd tapio gan y GG. Roedd data'n cael eu storio o bell gan ddefnyddio 'Weathercloud' a'u lawrlwytho'n rheolaidd. Dechreuwyd casglu data yn Niwbwrch ar 15/12/20, Tregawntlo ar 17/01/21 ac ar gyfer Cwmffrwd ddaeth yn rhan o'r prosiect ar 11/03/21. Roedd y rhan fwyaf o orsafoedd yn gweithio'n dda, ond roedd rhai problemau gyda chysylltiadau rhyngwyd a oedd yn golygu bod bylchau yn rhywfaint o'r data. Daethpwyd o hyd i ddata tywydd amgen i lenwi'r bylchau hyn o orsafoedd tywydd cyfagos ym Mhorthcawl (ar gyfer Tregawntlo), Brynaman (ar gyfer Cwmffrwd) a Bodorgan (ar gyfer Niwbwrch). Gellid tapio yn 2022 yn unig ym Mhen y Graig Isaf, felly ni ddarparwyd gorsaf dywed, a chafwyd yr holl gofnodion tywydd ar gyfer y safle hwn o orsaf gyfagos yng Ngilwern. Nodir data cryno sy'n berthnasol i amseriad y rhediad sudd a chyfanswm y cnwd yn Nhabl 3.



Tabl 3: Crynodeb o ddata ynghylch y tywydd ar gyfer tymor tapio

Safle	Tymor tapio 2021			Tymor tapio 2022		
	Tymheredd dyddiol cyfartalog Tachwedd 2022 – Mawrth 2021 (°C)	Nifer y diwrnodau o farrug Tachwedd 2020 – Mawrth 2021	Glawiad lonawr – Mawrth 2021 (mm)	Tymheredd dyddiol cyfartalog Tachwedd 2021 – Mawrth 2021 (°C)	Nifer y diwrnodau barugog Tachwedd 2021 - Mawrth 2022	Glawiad lonawr – Mawrth 2022 (mm)
Niwbwrch – Niwbwrch	6.7	17	337	8.3	4	306
Merthyr Mawr - Tregawntlo	6.5	17	449	8.1	8	675
Glanaman - Cwmffrwd	6.0	26	801	7.0	29	528
Llan-ffwyst – Pen y Graig Isaf				6.3	19	187

### 3.2 Dulliau

Ymgwymerodd y prosiect EIP i dapio 10 coeden o bob maint yn 2021 a chafod pump o'r rhain eu tapio am yr eildro yn 2022 gan ychwanegu pum coeden newydd. Fel y dangosir yn Nhabl 2, cyflawnwyd hyn mewn tri safle GG ond nid ym Mhen y Graig Isaf. Gyda'i gilydd, nodwyd 91 o goed iach dros 20 cm o ran diamedr a oedd yn addas i'w tagio, cawsant eu mesur a'u tagio yn y pedwar safle ac o'r rhain, tapiwyd 49 naill ai mewn blwyddyn neu'r ddwy (Tabl 4). Darparodd y rhain fwy na digon o sudd i gynnal yr arbrofion prosesu. At ddibenion cymharu, ni thapiwyd y 42 goeden arall. Tagiwyd a mapiwyd pob un o'r coed a nodwyd.

Tabl 4: Cofnodion coed a dapiwyd ym mhob safle

Tapio Bedw	Tregawntlo		Cwmffrwd		Niwbwrch		Pen y Graig Isaf	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022

Nifer y coed a ddewiswyd ac a dagiwyd	25		32		27		-	8
Nifer y coed a dapiwyd	10	10	10	10	13	10	-	8
Nifer y coed a dapiwyd ddwywaith		7		7		7	-	-
Nifer y coed na thapiwyd at ddibenion cymharu	15	12	22	19	14	11	-	-

Fe wnaeth pob GG ymweld â'u coed bob dydd i gasglu sudd a chofnodi'r cynnwys siwgr (a fesurwyd gan ddefnyddio mesurydd Brix cludadwy), cyfanswm (pwysau), a golwg y sudd a gynhyrchid gan bob coeden. Lluniwyd cofnod hefyd o gyfanswm yr amser a dreuliwyd yn casglu'r sudd bob dydd. Tua diwedd y tymor gall y sudd ddod yn gymylog/llaethog yr arolwg a gall arogl fel burum. Câl'r sudd llaethog ei waredu ac fel arfer deuai tapio i ben pan oedd mwy o sudd yn cael ei waredu na'i gasglu. Roedd danfon y mesurydd siwgr yn hwyr yng Nghwmffrwd yn 2021 ac amodau anodd (glaw trwm, oer) yn ystod y tapio ym Mhen y Graig Isaf yn golygu mai cymharol ychydig o gofnodion ynghylch siwgr sydd ar gyfer y safleoedd a'r blynyddoedd hyn.

### 3.2.1 Dewis coed

Roedd y coed a ddewiswyd ar gyfer y prosiect yn fwy nag 20 cm o ran diamedr, yn iach ac wedi'u gwasgaru trwy lecyn hylaw o'r coetir. Cafodd yr holl goed eu tagio a'u mesur a'u rhannu'n rhai fyddai'n cael eu tapio a'r coed at ddibenion cymharu na fyddai'n cael eu tapio.

### 3.2.2 Tapio

Tapiwyd y coed yn unol â'r protocol a nodir yn nhaflen prosiect Dewis Gwyllt, "How to tap birch" <https://www.dewisgwyllt.co.uk/2022/05/18/how-to-tap-birch/> sydd yn seiliedig ar arferion safonol a amlinellir yn Trummer a Malone (2009), ABSA (2008), Mitchell (2007), Dixon-Warren (2010), Farrell (2013), Beaumont (2010) ac ati. Nodir y cyfarwyddiadau a'r taflenni cofnodi data ar gyfer casglu sudd a anfonwyd at y GG yn Atodiad 2.

Roedd rhai ystyriaethau ymarferol a olygai nad oedd yn bosibl archwilio'r holl ffactorau a allai effeithio ar gnwd sudd. Mae wyneb-wedd yn eglurebu hyn: Mae Bilek ac eraill (2016) yn awgrymu tapio ar ochr ddeheuol coed tra bod yn well gan Enescu (2017) yr ochr ogleddol gan nodi bod wyneb-wedd efallai yn ffactor mewn cnwd sudd, ond nid yn ffactor cyson o reidrwydd. Yn y safleoedd OG canfuwyd bod hyn yn cael ei ddiystyru gan yr angen i osod tapiau i'w cysgodi rhag y prifwyt a brychau'r haul.

Anfonwyd yr holl ddata at WRL, cawsant eu gwirio a'u mewnbynnu i gronfa ddata Access. Gwnaed yr holl brofion ystadegol gan ddefnyddio JASP (fersiwn 0.16.4 Medi 29 2022) o Brifysgol Amsterdam (<https://jasp-stats.org/download/>).

Yn ystod y prosiect EIP, casglwyd llawer iawn o gofnodion dyddiol ynghylch cyfaint y sudd a chrynodiad y siwgr. Arweiniodd y gostyngiad yn y cymorth gan WRL oherwydd cyfyngiadau Covid ynghyd â chyfyngiadau cynnwys y tapio mewn arferion dyddiol at rai anghysondebau yn y data a gasglwyd:

- Poteli casglu yn gorlifo: Roedd hyn yn broblem yn bennaf yn 2021 pan ganfuwyd fod poteli casglu yn llawn dop ac yn gorlifo. Digwyddodd hyn ar gyfer un goeden (#255) yn Nhregawntlo a orlifodd ar bump o blith 25 diwrnod; fe wnaeth pedair o'r 10 coeden a dapiwyd yng Nghwmffrwd orlifo yn ystod y rhan fwyaf o'r diwrnodau. Ni chofnodwyd unrhyw boteli llawn yn Niwbwrch. Yn 2022, roedd y cnwd yn is ar y cyfan, ac fe wnaeth y botel gasglu orlifo yn achos un goeden am ychydig ddyddiau yng Nghwmffrwd. Felly ni chafodd data cnwd sudd Cwmffrwd ei gynnwys yn y dadansoddiadau ystadegol o wahaniaethau rhwng blynyddoedd a safleoedd o ran y cnwd sudd.
- Sensitifrwydd y refractometr: mae cynnwys siwgr y sudd yn union ar derfyn isaf ystod a sensitifrwydd y mesurydd. Mae'r darlleniadau yn sensitif i dymheredd amgylchynol ac yn yr amodau oer yn yr awyr agored, roedd angen eu gwirio'n gyson a'u hail-raddnodi â dŵr pur. Roedd hyn yn golygu bod y gwaith mesur yn anodd ac yn cymryd llawer o amser ac nid oedd bob amser yn bosibl cael darlleniadau bob dydd. Gwaethygyd hyn yn sgil danfon y refractometr yn hwyr i Gwmffrwd yn 2021.
- Cyfranogiad cyfyngedig yn yr astudiaeth: Dim ond ar gyfer diwedd tymor 2022 ac ar gyfer nifer fechan o goed y mae data Pen y Graig Isaf ar gael Dechreuodd y cnwd yn isel a gostyngodd ar draws y cyfnod casglu fel ei fod yn ymddangos fel pe bai'n cynrychioli diwedd tymor y llif sudd. Gan fod y data hwn yn gyfyngedig ac yn debygol o fod yn anddargludol, cawsant eu hepgor o ddadansoddiadau ystadegol.

Ar gyfer cymariaethau o safleoedd a blynyddoedd, roedd dadansoddiadau ystadegol wedi'u cyfyngu i Dregawntlo a Niwbwrch ac ar gyfer cymharu safleoedd i ddata 2022 ar gyfer Tregawntlo, Cwmffrwd a Niwbwrch.

Cyfyngwyd dadansoddiadau lefel coed i goed na wnaeth orlifo'r poteli casglu pum litr ar gyfer llif sudd ac i'r rhai ag o leiaf un darlleniad refractometr ar gyfer cynnwys siwgr.

### 3.2.3 Amseru casglu'r sudd

O ystyried bod rhediad sudd yn fyr, mae'n bwysig nodi dechrau'r tymor ac mae hyn yn broblemus gan mai ychydig o gliwiau defnyddiol sydd ar gael ynghylch prosesau mewnol y goeden. Naill ai mae cliwiau'n deillio o brofiad (e.e. eira'n toddi fel yn achos y Ffindir, Tschirpke 2006) neu yn sgil budd gosod tapiau profi mewn tair coeden – pan fydd dau o'r tri thap yn dechrau llifo, mae gweddill y tapiau'n cael eu gosod (Dixon-Warren 2010). Fodd bynnag, gallwn ddefnyddio ar gofnodion ffenolegol o flaguro (Abernethy ac eraill 2017) sy'n nodi mai dyddiad blodeuo cyfartalog rhwng 2000-2016 yng Nghymru oedd 5 Ebrill yn ne Cymru ac 8 Ebrill yng nogledd Cymru. Mae hyn yn awgrymu y dylai'r rhediad sudd fod ym mis Mawrth a chadarnhawyd hyn gan brofiad blaenorol o dapio arbrofol a wnaed fel rhan o brosiect Dewis Gwyllt yn 2019 a 2020.



Roedd union amseriad tapio yn ôl disgrisiwn y GG a ddefnyddiodd gyfuniad o brofiad a thapiau profi. Mae Ffigur 4 yn nodi amseriad casglu'r sudd ym mhob safle yn 2021 a 2022.





Cafodd y coed a dorrwyd eu trawstorri yn ddisgiau ar y gwaelod, bob metr i fyny'r boncyff ac ar uchder o 1.3 m. Cafodd pob disg ei lyfnu a chyfrifwyd y cylchoedd gan ddefnyddio microsgop binocwlaidd i weld y rhannau anodd. Ar gyfer y ddisg ar 1.3m, mesurwyd lled cylchoedd. Defnyddiwyd cyfanswm cylchoedd y ddisg isaf fel oedran y goeden.

Roedd angen torri pum twll tap. Gan ddilyn y dulliau a ddisgrifiwyd gan van den Berg ac eraill (2018), cafodd un o'r rhain ei thorri'n fertigol drwy'r twll tap i archwilio hynt fertigol y staenio. Cafodd y pedair arall eu toriannau'n llorweddol mewn 2 le trwy'r staen. Cyfrifwyd cyfaint y staenio o'r rhannau trawstoriadol.

## 4 Cynhyrchu sudd

### 4.1 Llifoedd sudd dyddiol

Mae Tabl 6 yn cynnwys crynodeb o'r data ynghylch y llif sudd dyddiol.

Tabl 6: Crynodeb o'r data ynghylch y sudd a gasglwyd

Cofnodion tapio sudd	Tregawntlo		Cwmffrwd		Niwbwrch		Pen y Graig Isaf	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Cofnodion cyfaint sudd dyddiol unigol	210	200	144	150	221	139	-	128
Nifer y cofnodion o gynnwys siwgr	139	95	30	144	219	139	-	100
Cyfnod tapio mwyaf (diwrnodau)	28	22	17	17	17	14	-	17
Cyfanswm cyfaint y sudd a gasglwyd (litrau)	395.1	369.7	366.0	321.0	410.1	202.6	-	75.9
Cyfanswm cyfaint y sudd defnyddiadwy (clir) (litrau)	378.6	352.7	329.8 <sup>+</sup>	306.9	400.6	201.1	-	72.3

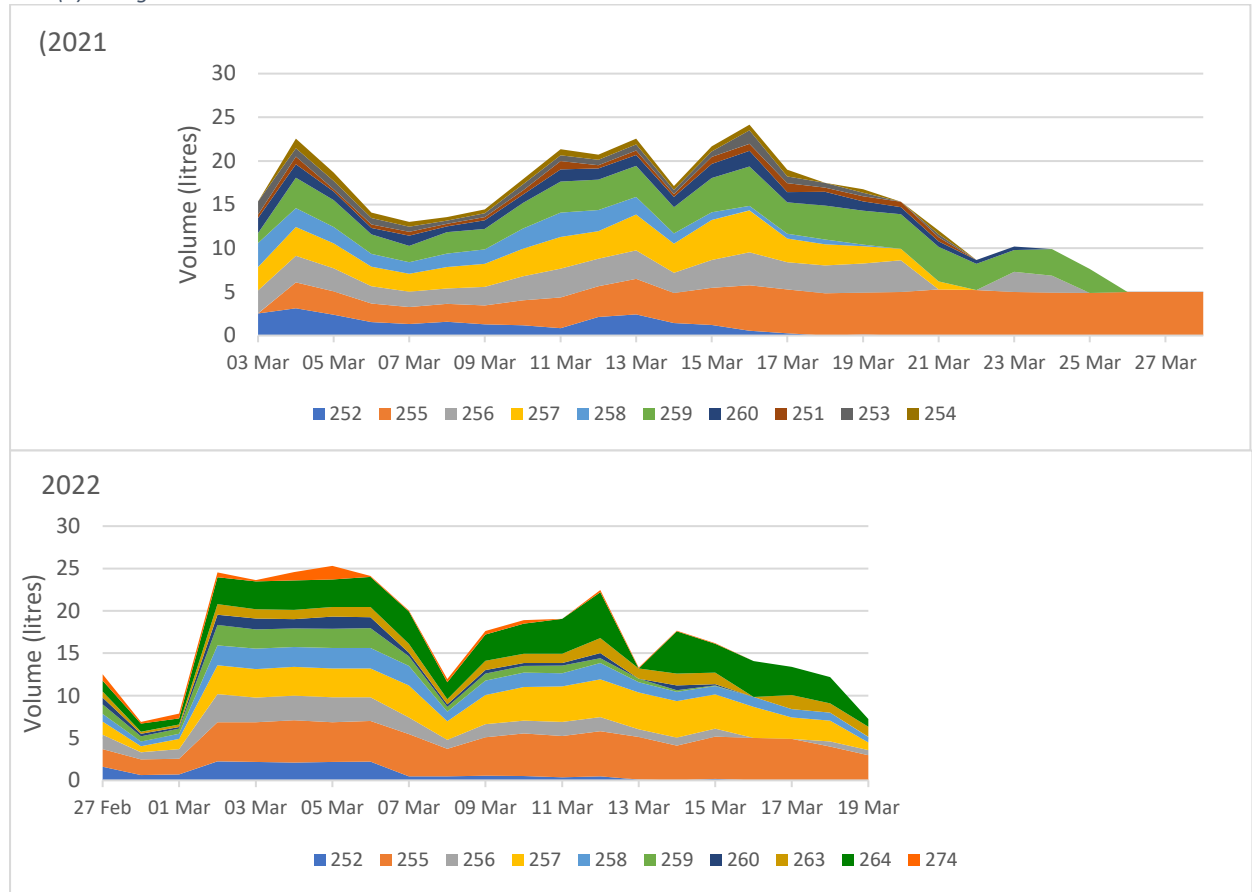
Cnwd sudd dyddiol cyfartalog fesul coeden (litrau)	1.8	1.8	2.4	2.1	1.9	1.5	-	0.6
Cynnwys siwgr cyfartalog (°Bx)	0.77	0.61	1.03*	0.70	0.77	0.66	-	0.72
Isafswm siwgr (°Bx)	0.2	0.2	0.9	0.6	0.1	0.1		0.1
Uchafswm siwgr (°Bx)	1.3	1.2	1.2	1.0	1.4	1.4		1.4

+ Gorfiodd poteli 5 litr yn gyson \* roedd y mesurydd siwgr ar gael am ran o'r rhediad sudd yn unig

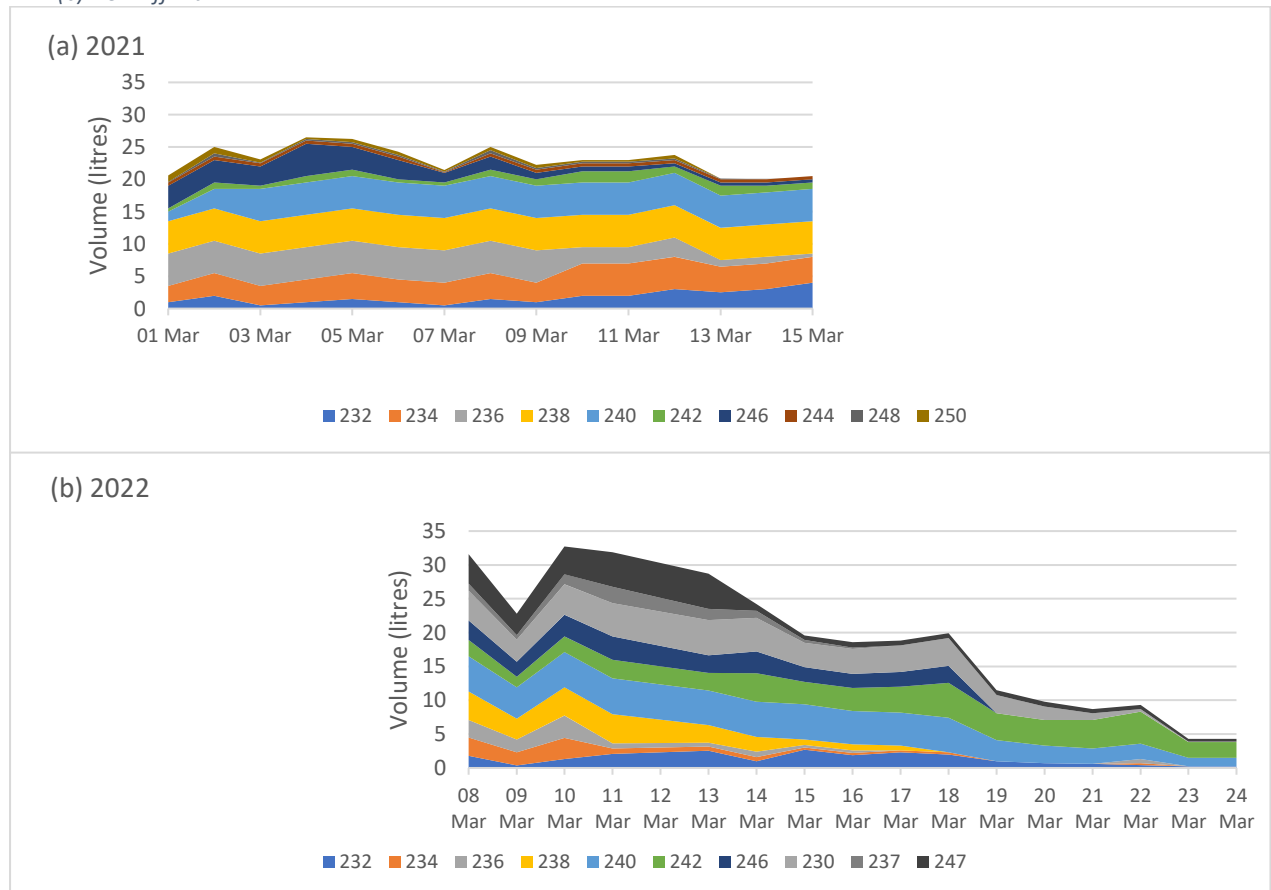
Er mwyn edrych ar batrwm llif sudd ar draws y tymor ym mhob safle, plotiwyd cnwd sudd defnyddiadwy dyddiol cronol ar gyfer pob safle a choeden fel siartiau cronus (Ffigur 5). Mae effaith y cap ar y cnwd mwyaf a achosir gan y poteli pum litr yn gorlifo yn nata 2021 yn amlwg ar gyfer coeden 255 yn Nhregawntlo (Ffigur 5 (a)), coed 234, 236, 238 a 240 yng Nghwmffrwd (Ffigur 5 (b)) a choeden 345 yn Niwbwrch (Ffigur 5 (c)). Roedd cyfanswm cyffredinol y cnwd ym mhob safle yn uwch yn 2021 nag yn 2022 â mwy o goed yn gorlifo a'r hyn sy'n ymddangos yn dymor llif sudd hirach Dangosodd prawf ANOVA ar gyfaint sudd dyddiol Tregawntlo a Niwbwrch wahaniaeth arwyddocaol rhwng y ddau safle ( $p=0.18$ ) a rhwng blynyddoedd ( $p=0.001$ ) er nad oedd unrhyw wahaniaeth o ran safle x blynyddyn ( $p=0.881$ ). Roedd gan Dregawntlo gnwd sudd cyfartalog o 1.950 litr ( $SE\% = 4.7\%$ ) a oedd yn uwch na Niwbwrch ar 1.703 litr ( $SE\% = 3.5\%$ ). Fodd bynnag, o ystyried nifer y poteli'n gorlifo yng Nghwmffrwd a'r cynnyrch isel iawn ym Mhen y Graig Isaf, gellid rhestru'r safleoedd o ran cyfaint y sudd fel a ganlyn: Cwmffrwd, Tregawntlo, Niwbwrch, Pen y Graig Isaf.

Ffigur 5: Cnwd sudd dyddiol ar gyfer yr holl goed a dapiwyd

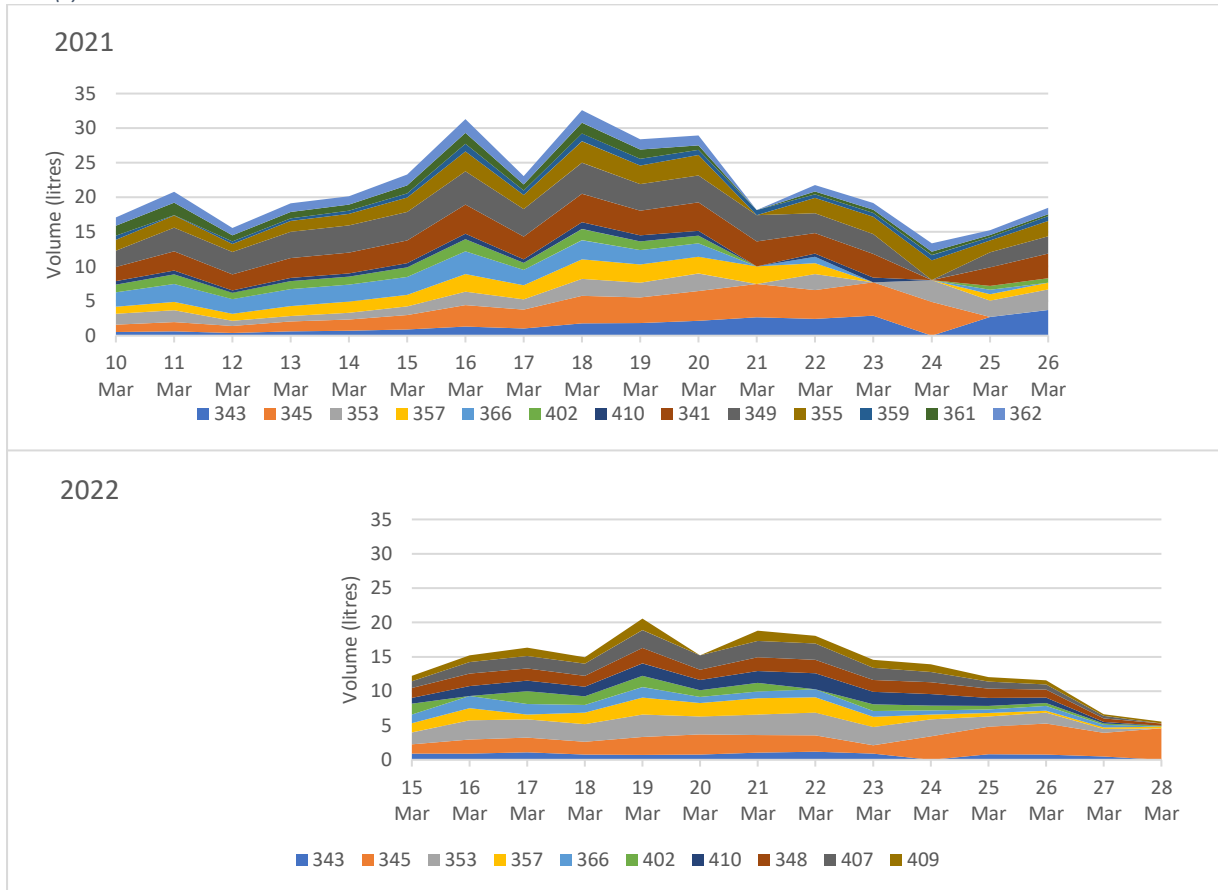
(a) Tregawntlo



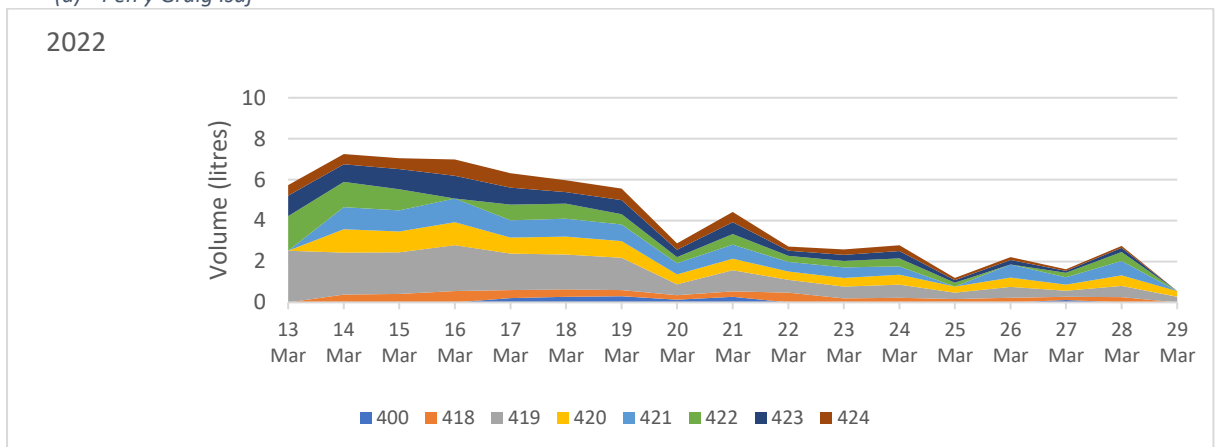
(b) Cwmffrwd



(c) Niwbwrch



(d) Pen y Graig Isaf



Nid yw nodweddion pridd a chlystyrau (Tabl 2) yn cynnig unrhyw gliwiau amlwg ynghylch yr hyn a allai reoli cynhyrchiant safle ar gyfer sudd. Yn seiliedig ar arsylwadau Maher (2005) a Farrell (2017) efallai y byddwn yn disgwyl i gyfaint sudd ymateb i argaeledd dŵr yn y pridd yn y gaeaf. Fodd bynnag, roedd y glawiad yn nhymor 2021 a 2022 yn weddol debyg (Tabl 3). Ymhellach, o dan sefyllfaoedd presennol o ran glawiad, rydym yn disgwyl yn gyffredinol na fyddai cyfanswm y sudd a gynhyrchir yn cael ei gyfyngu gan lawiad yng Nghymru<sup>2</sup> er y gallai hyn ddod yn broblem yn y dyfodol os bydd newid yn yr hinsawdd yn arwain at gynydd o ran y cyfnodau o sychdwr.

<sup>2</sup> Cymharer y glawiad cyfymedrig blyneddol yn y Ffindir (600-700mm) â glawiad cyfymedrig Cymru (1000-3000 mm).

Ar gyfer Niwbwrch a Thregawntlo, roedd gan 2021 gnwd cyfartalog o 1.945 litr ( $SE\% = 3.5\%$ ) rhyw 22% yn uwch na'r cyfartaledd ar gyfer 2022, sef 1.594 litr ( $SE\% = 4.8$ ) Roedd 2021 ychydig yn oerach na 2022 (Tabl 3) a allai gyfrif am y gwahaniaeth gan fod gwaith mewn hinsoddau boreal fel y profwyd yn y Ffindir (Salo 2000) ac Alaska (Maher 2005) yn awgrymu cnwd uwch yn ystod blynyddoedd oerach, gwlypach. Rydym yn rhagdybio y gallai hyn esbonio hyd hirach llif sudd yn 2021 â diwedd y tymor yn amlwg pan ddaeth y sudd yn gymylog ac yn anefnyddiadwy, ac yn 2022, daeth y tymor sudd i ben pan hesbiodd y coed. Mae'r effaith hon yn fwyaf amlwg yng Nghwmffrwd (Ffigur 5 (b)) a Niwbwrch (Ffigur 5 (c)).

Mae'r data dyddiol braidd yn igam-ogam ac mae'n demtasiwn awgrymu bod y rhain yn ymwneud ag amodau tywydd. Fodd bynnag, nid yw cymharu llif sudd â thymheredd dyddiol a glawiad o orsafoedd tywydd y safle yn datgelu unrhyw gydberthnasau syml. Nid yw arsylwadau bod cnwd yn uwch mewn blynyddoedd oerach a gwlypach yn amlwg yng Nghymru ac efallai eu bod yn annhebygol o ystyried mai dim ond cyfnodau byr (os o gwbl) sydd gan Gymru o dan y rhewbwynt ac o lawiad<sup>3</sup> a thymhereddau hael a phrin yw'r dystiolaeth bod argaeledd dŵr yn cyfyngu ar gynhyrchu sudd er ei bod yn ymddangos bod effaith ar amseriad – efallai bod llif sudd yn gynharach mewn blynyddoedd cynhesach.

Er bod llawer o arsylwyr wedi nodi perthynas rhwng cynnyrch sudd a diamedr coed (Maher 2005 a Miina a Kurttila 2022), ni welsom unrhyw berthynas mewn coed sy'n fwy na diamedr o 20 cm yn y data EIP. Yn ddi-ddorol, nododd Maher (2005) fod y berthynas wan a welsant rhwng diamedr a chnwd wedi'i dylanwadu gan y tywydd – roedd maint yn rhagfynegydd mwy arwyddocaol o'r cnwd mewn blynyddoedd sychach pan allai coed â diamedr mawr sicrhau lleithder yn well na choed llai.

Nodwedd nodedig o gynhyrchu sudd yw'r amrywiant mawr mewn cnwd rhwng coed unigol â rhai coed yn rhoi dim ond diferion ac eraill yn rhoi cyfansymiau sylweddol. Gallai rhywfaint o hyn ddeillio o anghydamseru â choed yn dilyn amseriad unigol y rhediad sudd a welodd Kok ac eraill (1978) hefyd yng Nghanada.

Nid yw'n ymddangos bod y cnwd cyffredinol yn gysylltiedig â rhywogaeth, maint, cystadleuaeth (fel y nodir gan arwynebedd gwaelodol a fesurwyd ar gyfer pob coeden) na chyfradd twf amcangyfrifedig. Mae'n bosibl bod y cnwd yn cael ei reoli gan ryngweithiadau o dan y ddaear neu hyd yn oed amrywioldeb genetig naturiol rhwng coed. Serch hynny, mae'n ymddangos bod cnwd y coed yn debygol o fod yn gyson rhwng blynyddoedd (cymharer coeden 255 â chnwd uchel a choeden 260 â chnwd isel yng Nghwmffrwd, coeden 240 â chnwd uchel yng Nghwmffrwd a choeden 353 â chnwd isel yn Niwbwrch. Fodd bynnag, nid yw cysondeb rhwng blynyddoedd yn sicr o gwbl (cymharer coeden 234 yng Nghwmffrwd a choeden 259 yn Nhregawntlo).

Nodwedd arall yw'r ffaith fod y cnwd ar y diwrnod cyntaf yn cynnig dangosydd rhesymol o gyfanswm y cnwd. Roedd 12 coeden a roddodd lai nag 1 litr ar y diwrnod cyntaf – o'r rhain, dim ond dwy (coeden 343 yn 2021 a choeden 407 yn 2022 yn Niwbwrch) aeth ati i roi mwy nag 20 litr dros y tymor. Gallai felly fod yn fwy effeithlon tynnu tapiau oddi ar goed sydd â chynhyrchiant cychwynnol isel a'u gosod ar goed newydd i geisio'r coed sy'n cynhyrchu mwy. Ar ôl eu lleoli, dylid marcio coed cynhyrchiol iawn ar gyfer tapio dilynol.

#### 4.1.1 Amcangyfrif cnydau sudd

Er mwyn gallu cynllunio menter yn seiliedig ar sudd, mae'n ddefnyddiol gallu amcangyfrif beth i'w ddisgwyl o ran cnwd sudd o safle. Bu sawl ymgais i ddatblygu modelau cnwd sudd yn seiliedig ar atchweliad cyfaint sudd o gymharu â diamedr coed. Cafodd yr un a ddatblygwyd ar gyfer B.

<sup>3</sup> Cymharer glawiad cymedrig blynyddol deheubarth a chanolbarth y Ffindir (600-750mm) â glawiadau cymedrig Cymru (1000-3000mm+).

*neolaskana* yn Alaska (Maher 2005) ei addasu i'w ddefnyddio yn y Ffindir gan Kurttila ac eraill (2018) er ei fod wedi'i baramedroli ar ddata eithaf prin, yn achos y Ffindir o leiaf, oherwydd "diogelu dirnadaeth a gwybodaeth fusnes nas datgelwyd". I unioni hyn, cychwynnodd Miina a Kurttila (2022) gasgliad ar raddfa fawr o sudd bedw gan ddinasyddion-wyddonwyr yn 2019 a 2020. Arweiniodd hyn at ddata ar gyfer 225 o goed o 74 clwstwr a roddodd gyfansymiau cymedrig o 47.8 litr o sudd fesul coeden â diamedr cymedrig o 19.2 cm ac uchder cymedrig o 16.0 m ac oedran cymedrig y clwstwr yn 40 mlynedd heb unrhyw wahaniaeth rhwng y rhywogaethau bedw. Datgelodd atchweliad mewn cnwd sudd o gymharu â choed, nodweddion clystyrau, rhanbarth a blwyddyn fod gan gynnyrch sudd coeden berthynas gadarnhaol â diamedr coeden tra bod cyfanswm cnwd sudd ar gyfartaledd yn gysylltiedig ag uchder cymedrig, diamedr cymedrig, oedran clystyrau ac arwynebedd gwaelodol clystyrau. Yn achos data EIP, ni welsom unrhyw un o'r perthnasoedd hyn ond mae ein set ddata yn fach (tri chlwstwr o gymharu â 72 yn y Ffindir). Yn yr un modd ag astudiaethau eraill, canfu Miina a Kurttila (2022) hefyd fod amrywioldeb coed o fewn clwstwr yn fawr o'i gymharu ag effaith unrhyw wahaniaethau rhwng clystyrau, sy'n golygu y byddai gan unrhyw fodel gyfyngau hyder eang.

Hyd nes y ceir mwy o brofiad cronodig o dapio bedw yng Nghymru, nid yw'n bosibl darparu hafaliad cnwd. Yn y cyfamser, ceir y data cryno sydd yn Nhabl 6. Ni chanfu dadansoddiadau ystadegol unrhyw wahaniaethau rhwng y cnwd sudd fesul diwrnod, fesul safle neu fesul blwyddyn. Yn y cyfamser, ceir y data cryno sydd yn Nhabl 6. Ni chanfu dadansoddiadau ystadegol unrhyw wahaniaethau rhwng y cnwd sudd fesul diwrnod, fesul safle neu flwyddyn. Y cymedr cyffredinol o ddau litr y goeden y dydd ar gyfer coeden rhwng 20 a 35 cm mewn diamedr â chynnwys siwgr o  $0.71^{\circ}\text{Bx}$  â chymhareb bragmatig surop i sudd o 1:124. Gellir defnyddio'r ffigurau hyn fel brasamcan cyntaf o'r hyn y gallwch ei ddisgwyl wrth dapio. Serch hynny, dylid annog tapwyr i gadw eu cofnodion eu hunain i fireinio'r amcangyfrifon o gynnyrch surop o'u safleoedd.

## 4.2 Amrywiant yn y cynnwys siwgr

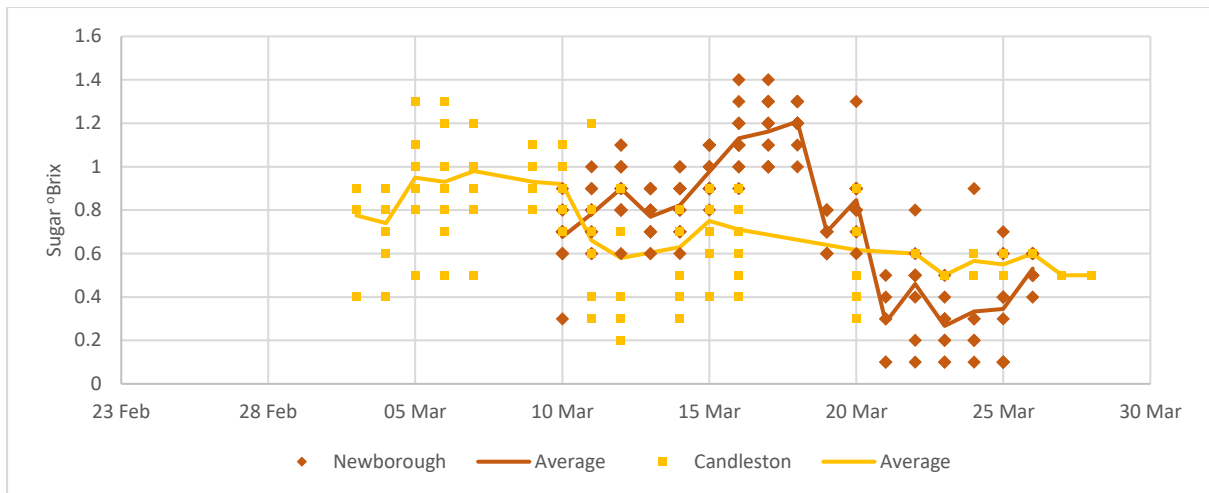
Mae cyfanswm y surop a gynhyrchir yn swyddogaeth o gyfaint sudd a chynnwys siwgr a chynnwys siwgr yw'r pwysicaf o'r ddau oherwydd bydd sudd â chynnwys siwgr uwch yn gofyn am lai o anweddu. Roedd y cynnwys siwgr yn amrywio o  $0.1^{\circ}\text{Bx}$  i  $1.7^{\circ}\text{Bx}$  â chymedr o  $0.771^{\circ}\text{Bx}$  (Tabl 4). Mae'r ffigurau hyn yn debyg iawn i'r rhai a adroddwyd ar gyfer rhywogaethau eraill *Betula* (Maher 2005) a *B. pubescens* a *B. pendula* mewn rhannau eraill o Ewrop (Ahtonen 1987a, Kallio ac eraill 1985, Łuczaj ac eraill 2014).

### 4.2.1 Amrywiant dros y rhediad sudd

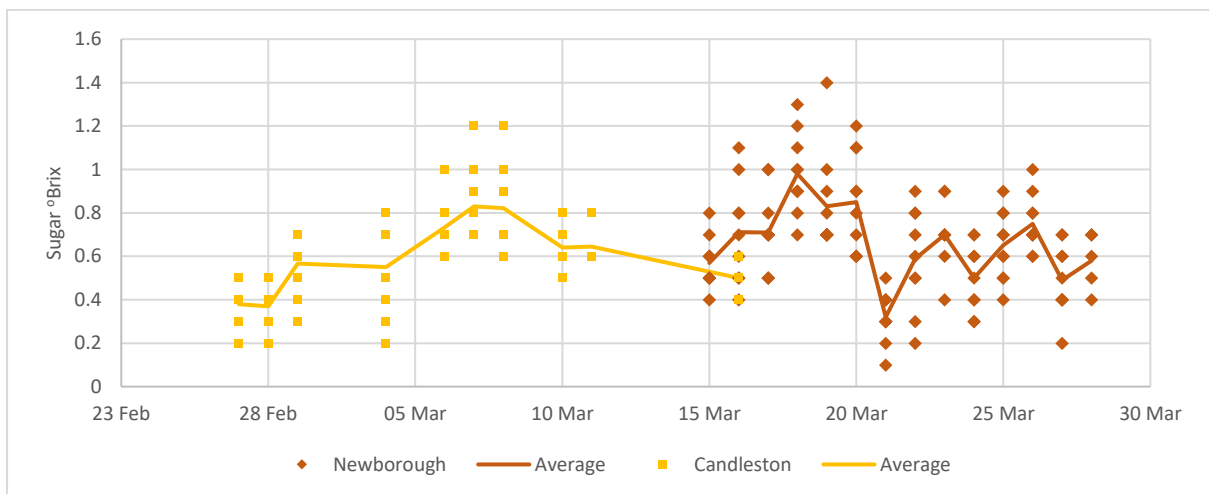
Mae Ffigur 6 yn rhoi'r amrywiant yn y cynnwys siwgr ar draws y cyfnodau tapio ar gyfer Tregawntlo a Niwbwrch ar gyfer y ddwy flynedd.

*Ffigur 6: Amrywiant yn y cynnwys siwgr yn ystod y tymor llif sudd ar gyfer Tregawntlo a Niwbwrch*

(a) 2021



(a) 2022



Yn Ffigur 6, mae'n ymddangos bod yr holl goed ar y ddau safle a'r ddwy flynedd yn dilyn patrwm tebyg o ran cynnwys siwgr ag uchafswm yn ystod yr hyn sy'n ymdebygu i ganol y rhediad sudd. Mae'r cyfnodau o gyfaint sudd a chynnwys siwgr mwyaf yn cyfateb yn fras yn Niwbwrch (cymharer Ffigur 6 (b) â Ffigur 5 (c)) ond maent yn anghydamserol yn Nhregawntlo (cymharer Ffigur 6 (a) â (a)) sy'n awgrymu efallai bod elfennau gwahanol yn rheoli cronïad pwysedd gwreiddiau yn y goeden a chynhyrchu siwgrau. Buasai angen rhagor o ymchwilio manwl i ddeall hynny.

Ar gyfer tapio masnachol, mae'n debyg ei bod yn ddigon gwybod y ceir cyfnod o gynhyrchiant mwyaf ar gyfer surop am oddeutu pum diwrnod yng nghanol y tymor. Yn y ddwy flynedd, roedd cyfnod yr uchafswm cynnwys siwgr yn Nhregawntlo rhwng 5 a 10 Mawrth ac yn Niwbwrch rhwng 15 ac 20 Mawrth. Mae'r ddau safle ar lefel y môr, ar dywod, ac mae Niwbwrch 190 km i'r gogledd o Dregawntlo, sy'n awgrymu symudiad o 0.75km yr awr ym mrig y cynnwys siwgr i gyfeiriad y gogledd.

Yn seiliedig ar ddata ar gyfer 2000 i 2016, mae Abernethy ac eraill (2017) yn adrodd am flodeuo yn digwydd ar 5 Ebrill yn ne Cymru ac 8 Ebrill yng ngogledd Cymru. Mae hyn yn cyfateb i symudiad o 2.6 km yr awr tua'r gogledd ar draws y DU o ran blodeuo bedw arian. Mae hyn lower gwaith yn



gyflymach na'r cynnydd a welwyd yn y cynnydd yn y llif sudd tua'r gogledd, ond mae yna gydberthynas rhwng blodeuo a thymheredd cyfartalog mis Mawrth â blodeuo yn agosáu ychydig dros 4 diwrnod am bob cynnydd o 1°C yn nymheredd cyfartalog mis Mawrth (Abernethy ac eraill 2017). Bydd y sudd yn llifo ym Mawrth felly mae rhyddhau siwgrau a blodeuo, er eu bod yn ddilyniannol, yn debygol o ymateb i wahanol sbardunau amgylcheddol. Gan ddefnyddio data ffenolegol 2016 a chywiriadau â thymhereddau cymedrig mis Mawrth yn erbyn y tymhereddau cymedrig a adroddwyd yn Nhabl 3, rydym yn amcangyfrif y byddai blodeuo 2021 wedi digwydd tua 5 Ebrill ac yn 2022, a oedd 1.5°C yn gynhesach, oddeutu 30 Mawrth. Daw llif sudd yn dod i ben adeg blodeuo ac mae'r dyddiad cynharach yn cyfateb yn dda i'r rhediad sudd a welwyd ar ddiwedd mis Mawrth ym mhob safle yn 2022 (Ffigur 5) a hefyd yn fwyaf deheuol yn Nhregawntlo yn 2021.

Roedd cyfanswm cynhyrchiant siwgr (h.y., % cyfaint sudd \* siwgr) yn 2021 yn gyffredinol uwch yn 2021 na 2022. Roedd tymhereddau'r gaeaf yn 2022 yn gynhesach na 2021 a oedd yn debygol o fod wedi cael rhywfaint o effaith ar gynhyrchu siwgr ond caiff siwgrau wedi'u storio eu creu yn nau fis olaf y tymor tyfu blaenorol (h.y. Awst-Medi), felly efallai bod angen i ni edrych yn ôl ymhellach i ddeall cynyddau siwgr. Nid yw hyn yn bosibl yn achos data EIP gan nad oes gennym unrhyw gofnodion tywydd ar gyfer haf 2020 i gymharu â haf 2021 – yr hafau cyn tapio yn ystod gwanwynau 2021 a 2022

Roedd argaeledd mesuriadau diamedr ar gyfer tymor tyfu 2021 (Ebrill-Hydref) yn golygu y gellid cymharu twf coed yn 2021 â chynnwys siwgr mewn llif sudd yn 2022 ar gyfer coed unigol. Profwyd y cynnwys siwgr cyfartalog fesul coeden o gymharu â dau fynegai o botensial twf. Cynyddiad arwynebedd gwaelodol y goeden (BAI) mewn cm<sup>2</sup> oedd y gwahaniaeth mewn mesuriadau diamedr a fynegwyd fel y cynnydd mewn arwynebedd mewn mm o arwynebedd trawstoriadol y boncyff, sef 1.3 m. Mae'r arwynebedd gwaelodol mewn m<sup>2</sup>/ha y clwstwr gerllaw'r goeden yn fesur o'r cystadlu a brofir gan y goeden. Mae'r data cyfun o Dregawntlo, Cwmffrwd a Niwbwrch yn awgrymu cydberthynas rhwng BAI ac arwynebedd gwaelodol ( $r=-0.300$   $p=0.022$ ) a pherthynas wan rhwng arwynebedd gwaelodol a chynnwys siwgr ( $r=-0.196$   $p=0.109$ ). Mae hyn yn awgrymu bod y cynnwys siwgr ar ei uchaf mewn coed sy'n profi'r cystadlu lleiaf ac sy'n tyfu'n gyflymaf.

### 4.3 Sylwadau ymarferol

Mae'r penderfyniad i ddechrau tapio yn anodd gan nad oes llawer o gliwiau amlwg ynglŷn â beth sy'n digwydd yn y goeden. Gadawyd y penderfyniad i dapio i ddisgresiwn yr OG ac i ddilyn cyngor cyffredinol i osod dau dap profi a dechrau tapio ar ôl iddynt ddechrau rhedeg (Mitchell 2007, ABSA 2008). Penderfynodd y GG yn Nhregawntlo ddechrau tapio ar ôl i'r Cennin Pedr ddechrau agor gan awgrymu dechrau'r gwanwyn tra bod y rhai mewn safleoedd eraill naill ai wedi gosod tapiâu profi neu wedi dechrau tapio pan oedd hynny'n cyd-fynd orau â'u hamserlen. Serch hynny, mae cymhariaeth â Ffigur 5 a Ffigur 6 yn dangos bod y cyfnodau tapio hyn yn cynnwys cyfnod o gynhyrchiant brig y siwgr a'r sudd - ac eithrio Pen y Graig Isaf, lle dechreuodd tapio tua diwedd y tymor y llif sudd.

Bydd tapio coed unigol yn gorffen pan fydd y sudd yn gymylog yr olwg yn y botel. Bydd hyn fel arfer yn dechrau tua 12 diwrnod ar ôl tapio ac mae'n gysylltiedig â halogiad y twll tapio a'r offer casglu a gall ddigwydd pan fydd y sudd yn dal i lifo'n gryf. Mae amrywiant rhwng coed gyda rhai yn rhoi llif clir am amser hir ac mae halogiad hefyd yn debygol o fod yn gynharach mewn blynyddoedd cynhesach. Am y rheswm hwn, mae'n ddoeth peidio ag achub y blaen ar ddechrau'r tymor. Sudd cymylog oedd y prif arwydd ar gyfer rhoi'r gorau i dapio yn 2021. I'r gwrthwyneb, gall tapio ddod i ben pan fydd y goeden yn sychu pan fydd blodeuo ac yn rhoi cyfaint rhy fach (llai nag 1 litr) i fod yn werth ei gasglu fel y gwelwyd yn 2022.

Mae lefel y cydamseru ar lefel safle rhwng cynhyrchiant sudd rhwng blynyddoedd a ddangosir yn Ffigur 6 yn awgrymu, os yw dyddiad a bennwyd ymlaen llaw ar gyfer tapio yn ddefnyddiol ar gyfer amserlennu, cyn belled â bod tapio yn dechrau erbyn 5 Mawrth yn ne Cymru ac yn mynd rhagddo ddiwrnod yn ddiweddarach ar gyfer bob 20 km ymhellach i'r gogledd (dim hwyrach na 15 Mawrth ar gyfer arfordir y gogledd), yna dylai cyfnod tapio o ddwy neu dair wythnos orgyffwrdd â rhediad sudd.

Dylai fod yn ymarferol neilltuo mis Mawrth ar gyfer paratoi, tapio a phrosesu surop bedw.

## 5 Tapio cynaliadwy

Mae pryder y gallai tapio amharu ar dyfiant a goroesiad y coed yn wastad yn destun pryder i dapwyr – mae'n sicr yn cael ei grybwyll mewn adroddiadau cynnar (gweler y blwch).

“it is by some controverted, whether this exhaustion would not be an extreme detriment to the growth, substance, and other parts of trees: As to the growth and bulk, if what I have observ'd of a birch, which has for very many years been perforated at the usual season, (besides the scars made in the bark) it still thrives, and is grown to a prodigious substance, the species consider'd. “

Evelyn (1662)

Mae tapio coeden yn cael dwy effaith ar iechyd coed; (a) amddifadu'r goeden o gyfran o'i sudd sy'n cynnwys siwgrau a mwynau a fwriedir ar gyfer tyfiant a (b) chreu clwyf bach mewn pren sudd.

Y clwyf sy'n cael ei greu gan y tap yw'r ystyriaeth fwyaf arwyddocaol o ran cynaliadwyedd tapio sudd bedw. Mae hyn oherwydd y gall tapio gyflwyno pathogenau i'r goeden a allai ddatblygu'n bocedi o bydredd yn y boncyff. Byddai hyn yn peryglu iechyd hirdymor y goeden ac yn debygol o fyrhau ei hoed. Mae effaith tapio ar iechyd hirdymor y goeden a thrin y clwyf i atal haint wedi bod yn thema sy'n codi dro ar ôl tro a dyma'r mater allweddol wrth ystyried cynaliadwyedd tapio sudd bedw.

Pan fydd clwyf yn ddigon dwfn i gyrraedd trwy'r rhisgl i mewn i bren sudd (cyfeirier at Ffigur 2), bydd y sudd yn draenio o'r tiwbiau sylem a'r aer yn mynd i mewn ynghyd â llu o ficro-organebau. Mae'r celloedd o amgylch y clwyf yn adweithio i'r difrod trwy ryddhau cemegau i atal haint a secretiadau i selio'r pren sydd wedi'i ddifrodi mewn proses a elwir yn 'adrannu'. Mae bedw yn cynnwys mandyllau gwasgaredig ac mae clwyfau'n cael eu cau â geliau (yn hytrach na resin) ac mae adrannu yn wan (Fay a Berker 2018). Mae hyn yn golygu bod bedw yn agored i bydredd (Tsen ac eraill 2015) ac mae ganddynt oddefgarwch isel i glwyfau tapio o gymharu â rhywogaethau eraill gan gynnwys masarn siwgr (Farrell 2010). Fodd bynnag, ni fydd pydredd yn datblygu o bob clwyf gan fod ymateb adrannol yn amrywio rhwng coed ac mae'n ymddangos ei fod wedi'i reoli'n enetig ac mae gwella clwyfau'n gyflym yn gysylltiedig ag egni'r goeden, nid trin y twll (Walters a Shigo, 1987).

Mae ymateb coeden i glwyfo wedi'i ddogfennu'n dda yn bennaf mewn cysylltiad â thocio (e.e. Shigo 1984) ond hefyd ar gyfer clwyfau tapiau mewn masarn siwgr (Walter a Shigo 1978) ac ar gyfer y creiddiau a gymerwyd at ddiben dadansoddi cylchoedd coed (van Mantgem a Stephenson 2005, Fay a de Berker 2018, Tsen ac eraill 2015). Mae amrywiaeth o ddulliau trin clwyfau wedi'u defnyddio i leihau'r risg o haint ac adolygwyd llawer o'r rhain gan Tsen ac eraill (2015). Dangoswyd nad oedd defnyddio plygiau caled (h.y. hoelbrennau pren) yn fuddiol o gwbl a bod rhai agweddau negyddol yn sgil hynny megis difrod i feinwe'r cambiwm oherwydd morthwyllo, plygiau ymwithiol yn atal y cambiwm rhag gordyfu a gallai hoelbrennau'n chwyddo wrth iddynt hindreulio gracio'r pren o'u hamgylch. Dim ond effaith dros dro a gafwyd yn sgil trin clwyfau ag ethanol. Ni nododd Tsen ac eraill (2015) unrhyw fudd yn sgil defnyddio plygiau cwyr heb eu trin tra bod Salo (2000) wedi canfod

afliwio brown yn gysylltiedig â phydredd mewn tyllau a oedd wedi'u capio â chŵyr gwenyn. Adroddodd Walters a Shigo (1978) fod sterileiddio clwyfau â pharafformaldehyd yn gwaethygu gwywo meinwe'r cambiwm o amgylch y twll a'i fod yn gysylltiedig â chlwyfau eliptig llawer mwy na'r twll tap gwreiddiol. Cymharodd Nevalainen (2005) dyllau wedi'u plygio a thyllau heb blwg ac er bod y canlyniadau'n amhendant, roedd yr astudiaeth hon fel pe bai'n dangos bod tyllau agored yn gysylltiedig â'r staeniau mewnol lleiaf. Fel y mae Salo (2000) yn nodi, mae'r microbiota yn gallu heintio'r manau o amgylch y twll tap yn ystod tapio ac mae unrhyw driniaethau ar ôl i'r tapio ddod i ben yn amherthnasol ac yn debygol o lidio'r clwyf ymhellach. Y cyngor presennol gan arferion coedyddiaeth yw mai'r canlyniad hirdymor gorau ar gyfer y goeden yw gadael tyllau turio cynyddran yn agored i ganiatáu i glwyfau iachau yn naturiol.

Yn syth ar ôl clwyfo mae'r goeden yn adweithio drwy gynhyrchu gel sy'n blocio cysylltiadau rhwng pibellau sylem i gyfyngu ar aer a phathogenau posibl rhag mynd allan mewn proses a elwir yn 'adrannu' (Shigo 1984). Mae gan fedw ymateb adrannol gwan ac ystyriol eu bod yn sensitif i anafiadau, yn enwedig achos coed hŷn (Tsen ac eraill 2015). Mae coed yn tyfu o'r cambiwm sydd ychydig o dan y rhisgl, ac ymhen amser, bydd ymylon torri'r cambiwm yn ffurfio caleden a fydd yn cau'r twll. Mae sawl astudiaeth wedi ymchwilio i'r difrod a achosir gan dyllu cynyddran i ganol coed aeddfed i asesu eu hoedran (e.e. Tsen ac eraill 2015, Fay a Berker 2018) ond prin yw'r astudiaethau ynghylch clwyfau tapiau yn cau yn achos coed ifanc.

Astudiodd Nevalainen (2005) 45 o goed *B pendula*. 60 mlwydd oed a archwiliwyd ddwy a phum mlynedd ar ôl tapio sudd yn y Ffindir. Arweiniodd y twll tapio at golofn o aflwiad siâp conigol a chul iawn, a hynod o fflat, yn ehangu i fyny ac i lawr o'r twll. Mae hyn yn adwaith ocsideiddio i glwyf ac mae'n gyffredin mewn bedw aeddfed. Roedd maint y staenio ar ôl dwy flynedd yn 4.7 cm o led a 109 cm o uchder ac ar ôl pum mlynedd roedd yn 6.6 cm o led a 245 cm o uchder. Cadarnhaodd hyn fod ehangu fertigol y staen yn parhau ar ôl tapio. Roedd cymharu tyllau wedi'u plygio a thyllau heb blwg yn amhendant ond ymddengys eu bod yn dangos bod tyllau agored yn gysylltiedig â'r staeniau lleiaf. O} Roedd samplau a gymerwyd o'r pren wedi'i staenio yn cynnwys 486 o feithriniadau microbaidd ond dim ond tri ffwng pydredd ac nid oedd unrhyw arwydd bod tapiau wedi'u heintio gan gyfryngau pydredd. Bu Salo (2000) hefyd yn archwilio microbiota o bren â staen brown a chanfu ei fod yn cynnwys bacteria, burumau a ffyngau. Serch hynny, mae'r rhan fwyaf o'r rhain yn berthnasol o ran afliwio'r pren yn unig.

Soniodd Hörnfeldt ac eraill (2010) hefyd am staenio mewnol 'rhuddin ffug' yn deillio o dapio bedw a nododd y gall staenio coch barhau i ymestyn dros amser ac y gall haint microbaidd ac efallai pydredd ddilyn hyn. Yn wir, mewn coed sydd wedi'u tapio'n wael, gall y difrod fod yn ddifrifol. Dyrannodd Trummer a Malone (2008) 21 o goed a gafodd eu tapio rhyw ddeng mlynedd ynghynt gan ddefnyddio arferion gwael iawn a'u gadael heb eu trin. Roedd gan y coed hyn "galon goch" mewn llinell 1.9 m o hyd y tu mewn i'r goeden. Yn ogystal, roedd gan 33% a 50% o goed rediadau tywyll/staen du yn ymestyn tua 30 cm o'r twll tap a oedd yn gysylltiedig â phydredd. Yn achos y coed a oedd wedi'u corcio neu â thapiau wedi'u gadael yn y fan, roedd ffwng cancr o amgylch y clwyf. Yn seiliedig ar gyngor yn deillio'n uniongyrchol o'r arsylwadau hyn (Trummer a Malone 2009), mae'r dystiolaeth hon wedi arwain at ddiwygio canllawiau arfer gorau Cymdeithas Surop Bedw Alaska i wahardd defnyddio plygiau mewn clwyfau tapiau (ABSA 2008) a chanllawiau cyffredinol ynghylch arferion cynaliadwy a baratowyd gan Trummer a Malone (2009).

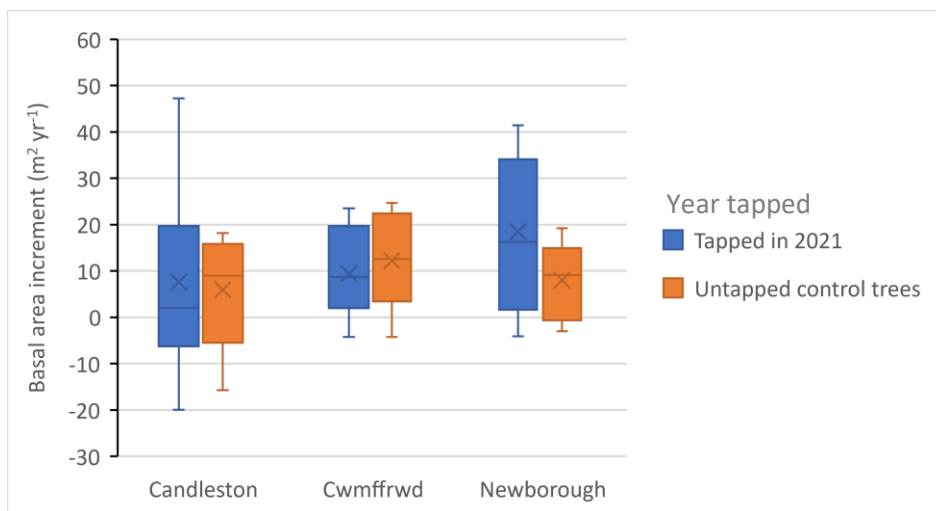
## 5.1 Effaith tapio ar botensial twf

Cwestiwn sylfaenol wrth ystyried cynaliadwyedd yw a yw colli sudd neu glwyfo coed yn cael unrhyw effaith ar gnydau neu egni'r goeden yn y blynyddoedd dilynol. Cynlluniwyd yr astudiaeth EIP â set o goed heb eu tapio at ddibenion cymharu i archwilio effaith tapio ar iechyd coed (gweler Tabl 4). Cafodd y coed at ddibenion cymharu eu tagio a chofnodwyd nifer o fesurau iechyd ym mis Mawrth

2021. Yna, cafodd y coed hyn eu hail-fesur ym mis Ebrill 2022. Bydd iechyd yn anodd ei gofnodi pan na fydd dail ar goed ac roedd mesurau goddrychol e.e. dwysedd corunau mewn coetir caeedig, yn rhy amwys i gynnig canlyniadau ystyrlon

Gan ddefnyddio'r data twf a ddeilliodd o fesuriadau diamedr yn 2021 a 2022, gellid profi a oedd y coed a gafodd eu tapio yn 2021 wedi cael unrhyw effaith amlwg ar dyfiant y coed yn ystod yr haf ar ôl eu tapio. Nodir y cynyddiad blynyddol presennol (CAI) ar gyfer 2021 ar gyfer coed wedi'u tapio a choed heb eu tapio fesul safle yn Ffigur 7. Er yr ymddengys efallai fod gwahaniaethau rhwng cyfraddau twf rhwng safleoedd - fel y dangosir yn Ffigur 7 - mae llawer o orgyffwrdd o ran cyfraddau twf coed unigol ac mae prawf ANOVA yn datgelu nad oes unrhyw wahaniaethau arwyddocaol rhwng cyfraddau twf mewn perthynas â thapio ( $p=0.464$ ), rhwng safleoedd ( $p=0.599$ ) neu mewn perthynas â safleoedd tapio \* ( $p=0.661$ ).

Ffigur 7: Twf fel cynyddiad yr arwynebedd gwaelodol yn 2022 ar gyfer coed a dapiwyd yn 2021 a choed cymharu na chafodd eu tapio



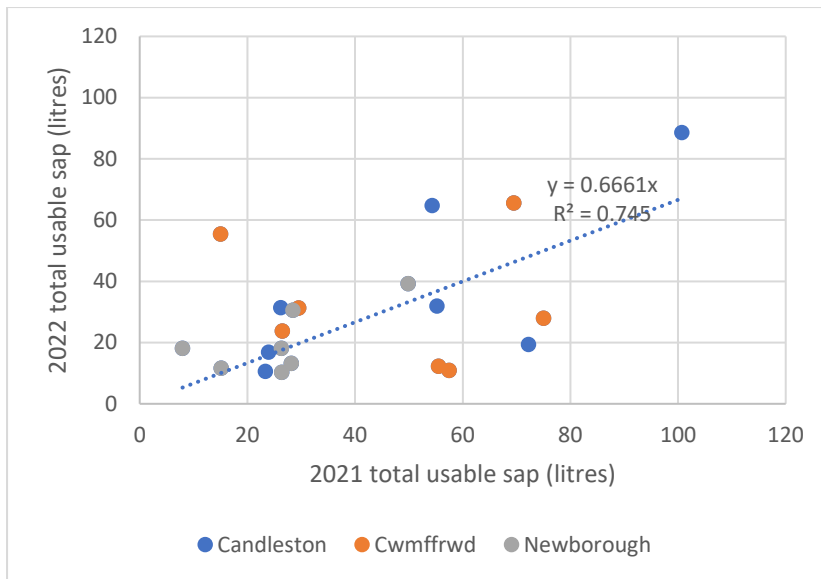
Gellir mynegi effaith tapio ar iechyd coed fel newidiadau mewn llif sudd a chynnwys siwgr. Cymharwyd y ddau bamedr hyn ar gyfer coed a dapiwyd yn 2022 a oedd yn cael eu tapio am y tro cyntaf a'r rhai a gafodd eu tapio yn 2021. Nid oedd unrhyw wahaniaethau arwyddocaol rhwng coed a dapiwyd yn flaenorol a choed nas tapiwyd o ran cnwd sudd ( $p=0.722$ ) a chynnwys siwgr ( $p=0.130$ ).

Mae'r canlyniadau hyn yn galonogol ond ymhell o fod yn bendant oherwydd bydd iechyd coed ar y cyfan yn cymryd sawl blwyddyn i ddirywio ac mae nifer y coed sy'n cael eu tapio am y tro cyntaf yn 2022 yn fach. Dull gwell o fonitro iechyd coed yw olrhain datblygiad iachau neu bydredd mewn clwyfau tapiau fel yr archwilir ymhellach isod.

### 5.1.1 Tapio yn yr ail flwyddyn

Cwestiwn pwysig ar gyfer tapio masnachol yw pa un ai a ellir tapio coeden unigol dro ar ôl tro ac os felly, pa mor aml. Mae Ffigur 8 yn dangos y cnwd yn 2022 o gymharu â 2021 ar gyfer coed a gafodd eu tapio ddwywaith. Yn gyffredinol, er gwaethaf y cnwd is cyffredinol yn 2022 (Ffigur 5) mae gan goed unigol gnwd tebyg yn 2022 nag yn 2021. Ond ceir coed hefyd sydd â chnwd eithaf gwahanol o flwyddyn i flwyddyn. Cesglir yn sgil hyn na fydd tapio am yr ail flwyddyn yn effeithio'n ormodol ar gnydau sudd o reidrwydd, a byddai'n werth nodi coed sy'n cynhyrchu cnwd sylweddol i'w tapio yn y blynyddoedd dilynol fel yr awgrymwyd gan Maher (2005).

Ffigur 1: Cnwd sudd yn deillio o'r ail dapio



## 5.2 Ymateb i glwyfau tapiau

Mae agor twll mewn coeden yn torri ar draws y rhisgl a'r cambiwm ac yn torri tiwbiau sylem y pren sudd sy'n cludo sudd sy'n llifo o'r twll dan bwysedd. Bydd aer yn mynd i mewn i'r tiwbiau wedi'u torri sy'n dod yn anddargludol h.y. ni all gludo sudd trwy'r goeden mwyach. Yn ogystal â cholli meinweoedd dargludol, wrth i aer fynd i mewn i'r clwyf, gall bacteria a ffyngau wneud hynny hefyd - mae hyn yn anochel ond yn gyffredinol dim ond nifer fechan ohonynt fydd yn bathogenaidd yn yr ystyr y byddant yn achosi pydredd yn y goeden. Serch hynny, bydd aer yn mynd i mewn yn gwneud i'r pren yr effeithir arno dywyllu wrth iddo gael ei ocsideiddio a bydd gan barth o bren o amgylch y twll staeniai tywyll neu gochlyd. Mae'r staeniai hyn yn ddangosydd defnyddiol i awgrymu ehangder y pren anddargludol (NCW) sy'n deillio o'r twll tapio. Gan na fydd tapio i mewn i NCW yn cynhyrchu unrhyw sudd, bu cryn ymchwil ynghylch canlyniadau cronni NCW a'i ddisodli gan dyfiant coed newydd ar gyfer tapio masarn siwgr am sawl blwyddyn (van den Berg a Perkins 2014). Mae'r model hwn ar gyfer pennu cynaliadwyedd tapio eilwaith ac mae wedi'i weithredu yn achos coed *B. papyrifera* yn Vermont (van der Berg ac eraill 2018). Archwilir hynny'n fanylach isod.

Er mwyn sicrhau bod tapio'n gynaliadwy yn y tymor hir, mae'n hanfodol peidio â pheryglu iechyd coed yn ormodol - bydd rhywfaint o gynnydd yn y risg o farwolaeth yn anochel ond dylai fod yn fach0}

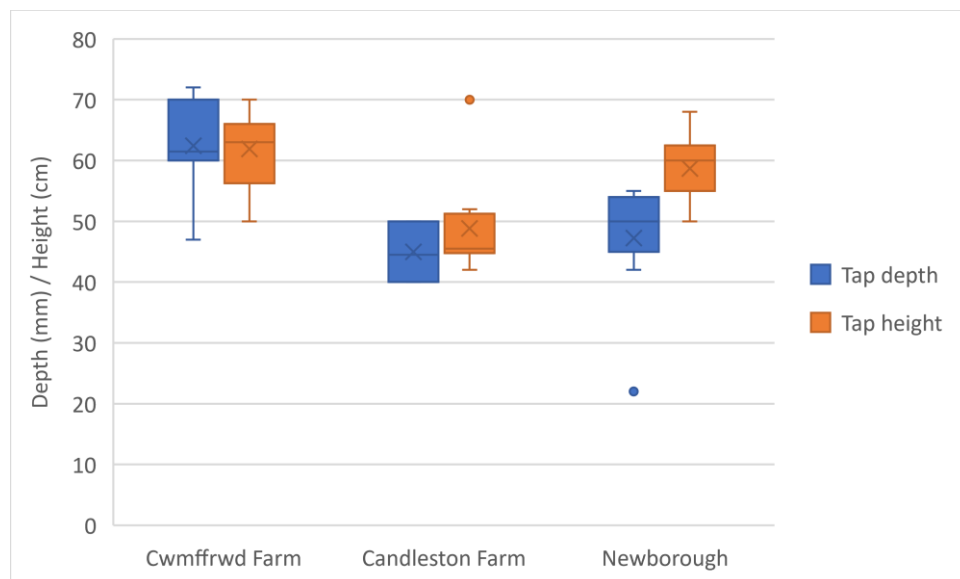
Roedd pob GG wedi cael cyfarwyddiadau ynghylch sut i fynd ati i dapio ac wedi cofnodi rhai manylion sylfaenol ar ddyfnder a lleoliad y tyllau drilio. Pan oedd y cynaeafu wedi'i gwblhau, tynnwyd y stanciau plastig a gadawyd y tyllau ar agor i ganiatáu iachau naturiol ar ôl i arsylwadau cynharach gadarnhau'r difrod hirdymor a achoswyd trwy osod topynnau yn y tyllau.

Cynhaliwyd archwiliadau gweledol o'r tyllau tapiau ym mis Gorffennaf 2021 (tua phum mis ar ôl y tapio cyntaf), ac eto ym mis Ebrill 2022 (2 fis ar ôl tapio 2022 a 14 mis ar ôl tapio 2021). Tynnwyd lluniau o'r holl dyllau tapio a'u harchwilio i fesur dyfnder mwyaf y tyllau gan ddefnyddio stilwyr hyblyg, di-haint, yn mesur 1 mm a 2.5 mm o ran eu diamedr. Defnyddiwyd ystod o fesuriadau a dull sgorio cyflwr i gofnodi a disgrifio iachau'r clwyfau

Cofnodwyd difrod ffisegol a staenio gweladwy o glwyfau tapiau hefyd o nifer o goed trwy doriannu ar draws y tyllau tapio.

Roedd rhywfaint o amrywiant yn yr uchder y gosodwyd tyllau tapio i fyny coesynnau'r coed, a hefyd dyfnder y tyllau a ddriliwyd. Cynigiwyd dyfnder targed o 40 mm ond o'i fesur yn ddiweddarach, roedd pob twll yn ddyfnach na hynny, a chryn dipyn yn yng Nghwmffrwd (Ffigur 9), a gallai hynny fod wedi cyfrannu at gnwd sudd uwch ar y safle hwn yn 2021 (Ffigur 5). Roedd wynebwydd y tyllau tapiau hefyd yn amrywio'n sylweddol rhwng safleoedd, â llawer mwy o goed yn cael eu tapio ar yr ochr sy'n wynebu'r gogledd yn Niwbwrch, a dim un yn Nhregawntlo. Dylai ongl y tyllau tapio fod ar i lawr er mwyn helpu i ddraenio dŵr, ond nid felly oedd hynny ym mhob achos. Mae'n bosibl bod y rhain, a llawer o ffactorau eraill, wedi effeithio ar gyflymder iachau clwyfau.

Ffigur 9: Amrywiant yn nyfnder ac uchder tapiau rhwng safleoedd yn 2021



### 5.2.1 Iachau clwyfau

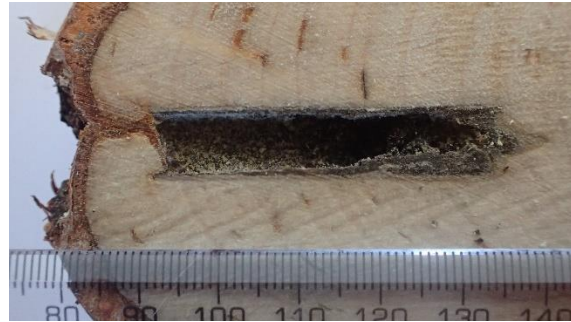
Gwnaed asesiad gweledol i ganfod i ba raddau yr oedd clwyfau wedi iachau 4-5 mis ar ôl y tapio cychwynnol ac eto ar ôl 14 mis. Disgwylir i'r twll tap gau'n gyflawn wrth yr haen cambiwm (rhwyng y rhisgl a'r pren) tuag at allan. Wrth i'r clwyf iachau, bydd golwg y twll yn newid yn raddol. I ddechrau mae'r twll yn hollol agored, yna ceir awgrym o 'Ymyl' yn datblygu o amgylch y twll. Bydd trwch yr ymyl hwn yn cynyddu'n raddol, a bydd hyn yn digwydd yn gyflymach o'r ochrau felly mae'r twll yn ymdebygu i "lygad cath" ac yn dod yn hollt fertigol. Y cam olaf yw twll wedi'i seilio'n llawn, sydd weithiau yn ymdebygu i "fotwm bol" braidd yn grychlyd. Dengys Ffigur 10 glwyf tap wedi iachau bron yn llwyr ddwy flynedd ar ôl tapio. Sylwer fod y twll yn sych ac yn ddu ac nad oes llawer o staenio.

Ffigur 10: Clwyf tap dyflwydd wedi cau i raddau helaeth





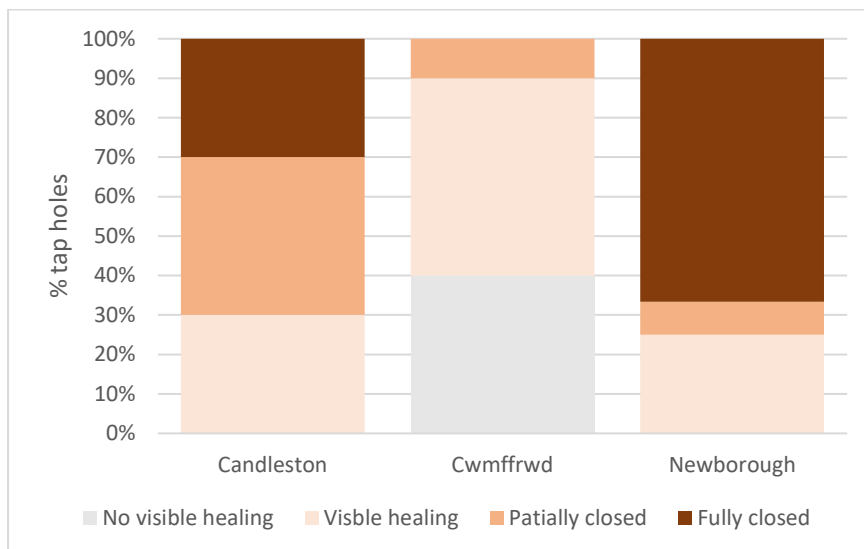
Wedi cau fel siâp “botwm bol” ar y tu allan



Trawstoriad llorweddol

Sylwer y disgwylir i iachau llawn gymryd dwy neu dair blynedd i gau'r clwyf yn llwyr – mae'r arsylwadau a adroddir yma (Ffigur 11) yn nodi ymateb y coed i glwyfo ym mis Ebrill 2022 yn dilyn tapio yn gynnar ym mis Mawrth 2021 (yn cyfateb i un tymor tyfu).

Ffigur 11: Clwyf tap gweladwy wedi cau flwyddyn ar ôl tapio



Roedd graddau'r ymateb iachau yn amrywio'n sylweddol rhwng safleoedd, â thyllau tapio ar safle Niwbwrch yn dangos yr iachau mwyaf datblygedig yn ôl pob golwg. Byddai disgwyl y byddai coed sy'n tyfu'n gyflym yn gallu cau clwyfau yn gyflym, ac yn ddiddorol iawn, roedd hi'n ymddangos mai Niwbwrch hefyd oedd â'r coed a oedd yn tyfu'n gyflymaf (gweler Tabl 5). Roedd gwahaniaethau amlwg hefyd rhwng safleoedd o ran glendid y tyllau tap. Roedd tua hanner y tyllau tap yn Nhregawntlo a Chwmffrwd yn cynnwys gwllithod, llau coed a lindys pryfed o gymharu â dim ond un yn Niwbwrch. Roedd y llystyfiant yn Nhregawntlo yn uchel, yn drwchus ac yn arwydd o statws maethol uchel (danadl poethion a ffromlys chwarennog), a oedd efallai'n fodd o gadw'r aer ar lefel y tyllau tapio yn llaith â digonedd o fwyd ar gyfer gwllithod. Byddai mwy o ymchwil i'r berthynas bosibl rhwng cyfradd twf coed, lleithder, gwllithod, gweithgarwch pryfed ac iachau clwyfau yn ddymunol

Mae clwyfau'n gwella trwy alldyfiant meinwe caleden o'r haen cambiwm rhwng y rhisgl a'r pren. Roedd yn amlwg yn sgil archwilio rhai o'r clwyfau bod rhywfaint o ddifrod cyfochrog wedi'i wneud i'r cambiwm o amgylch y twll (yn debygol o ganlyniad i dynnu'r rhisgl wrth dynnu'r dril neu'r stance) a arweiniodd at glwyf mwy na'r hyn oedd ei angen wedi'i guddio y tu ôl i'r rhisgl fel y dangosir yn (Ffigur 12). Serch hynny, roedd tystiolaeth glir bod iachau clwyfau yn mynd rhagddo ond byddai oedi o ran cau clwyfau. Roedd hyn yn neilltuol o bwysig yn Nhregawntlo (Ffigur 6) oherwydd nid oedd

gan y GG yno brofiad blaenorol o dapio ac nid oedd hyfforddiant wyneb yn wyneb yn bosibl oherwydd cyfyngiadau Covid. Mae hyn oll yn dystiolaeth ddefnyddiol i ategu canllawiau ar gyfer tapio cynaliadwy.

Ffigur 2: Coeden â difrod i'r cambiwm y tu hwnt i'r twll tap



### 5.2.2 Lledaeniad pren anddargludol mewn coed

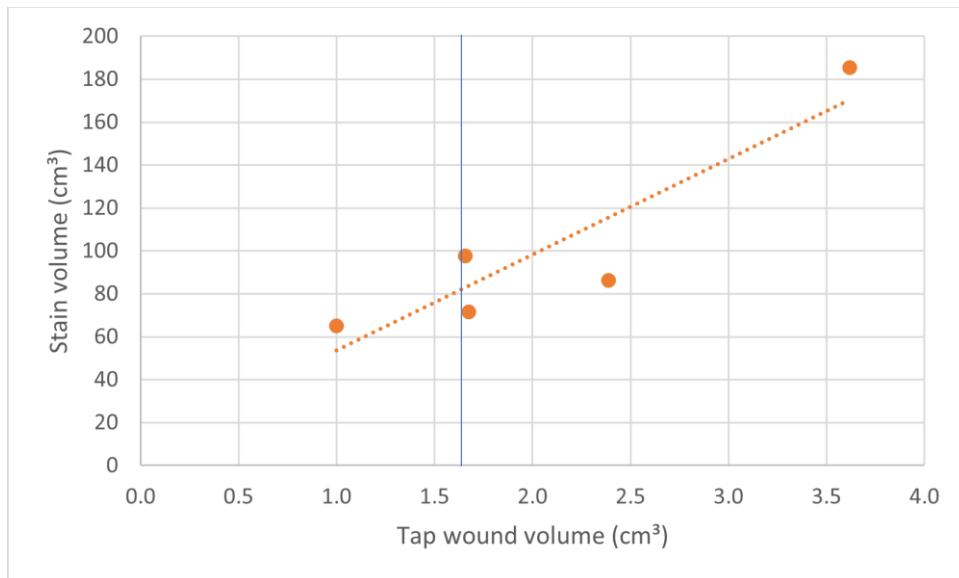
Cwmpwyd tair coeden (dwy â dau dwll tap, gan roi pum tap) a'u toriannu i i archwilio ehangder y staenio o amgylch y clwyf tap. Mae Ffigur 13 yn dangos y patrwm staenio nodweddiadol gydag estyniad hirach i fyny'r goeden nag i lawr, ac nad yw'r staen llorweddol yn ymestyn llawer y tu hwnt i ôl troed y twll tap. Amcangyfrifwyd cyfanswm cyfaint y pren wedi'i staenio ar gyfer pob twll tap trwy drawstoriad 2 cm o boptu'r twll, tynnu lluniau o'r rhan a mesur yr ardal drawstoriadol gyda meddalwedd graffeg ar y cyfrifiadur. Fel y dangosir yn Ffigur 14, mae cyfaint y pren wedi'i staenio yn cydberthyn â chyfaint y clwyf tap – mae tyllau lletach a dyfnach yn arwain at arwynebeddau mwy o staenio.

Ffigur 13: Trawstoriadau trwy glwyfau tapiau





Ffigur 3: Cyfaint y staenio pren a gychwynnwyd gan glwyf tap



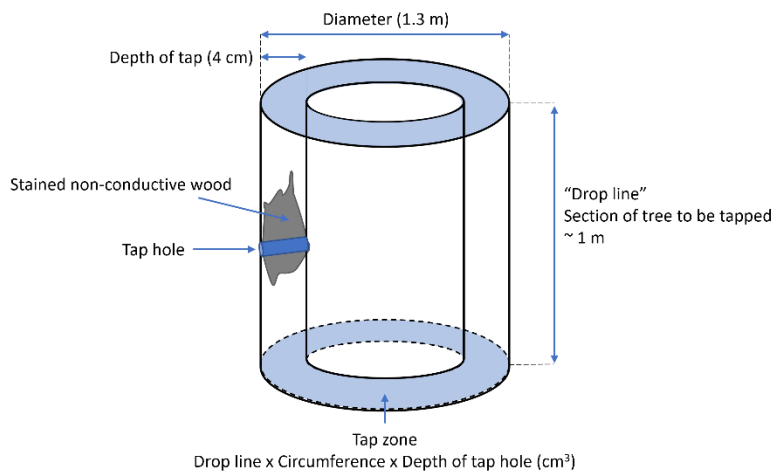
Mae'r llinell las yn dynodi twll tap safonol sy'n 8mm o ran ei ddiamedr a 4cm o ran ei ddyfnder.

### 5.3 Modelau tapio ac oedi rhwng tapio

Er mwyn i dapio fod yn sail i fusnes, mae angen tapio coed sawl gwaith fel rhan o gynllun rheoli sydd wedi'i gynllunio i optimeiddio cynhyrchu sudd a diogelu iechyd y goeden. Mae angen tapio dro ar ôl tro i mewn i bren dargludol felly mae ystyried faint o NCW sydd wedi'i gronni yn y goeden yn ystyriaeth bwysig. Er mwyn cyd-fynd â datblygiad NCW, dylai cyfradd twf pren dargludol newydd fod yn fwy o leiaf na chyfradd cronni CNC. Awgrymir mai rheol ddefnyddiol yw na ddylai cyfran y CNC fod yn fwy na 10% o gyfaint y parth tapio sydd ar gael. Y parth tapio yw cyfaint y pren y gellir ei dapio ac mae'n ymestyn o amgylch y goeden hyd at ddyfnder y tap (4 cm) y rhan y gellir cyrraedd ati'n hawdd ar gyfer tapio (e.e. rhwng 40 a 140 cm o'r llawr<sup>4</sup>). Mae Ffigur 15 yn dangos y parth tap gan dybio bod boncyff y goeden yn silindrog (côn ydyw mewn gwirionedd gan fod boncyffion coed yn lleihau'n raddol.

<sup>4</sup> Yn achos masarn siwgr, dyma ddyfnder y 'linell gwmp', sy'n cael ei gyfyngu gan ofynion cynnal pwysedd cwmpo a sugnedd ar ddeunydd sy'n llifo trwy beipiau gan ddefnyddio pypiau gwagle.

Ffigur 4: Y berthynas rhwng y twll tap, NCW, a chyfaint y parth tapio



Mae argaeledd pren dargludol yn dibynnu ar (a) cyfaint y CNC sy'n gysylltiedig â phob twll tap, (b) maint y goeden, ac ar gyfer tapio dro ar ôl tro, (c) cyfradd twf y goeden. Cafodd model taenlen syml (van den Berg & Perkins 2014) ar gyfer tapio masarn siwgr yn flynyddol ei barametreiddio ar gyfer *B. papyrifera* yn Vermont gan van den Berg et al (2018). Gan dybio gorlif 8 mm, dyfnder tapio o 3.75 cm, a chydag arwynebedd cyfartalog CNC yn 75 gwaith cyfaint y twll tap, awgrymodd y model hwn y byddai angen cynyddiad rheiddiol o 0.31 cm y flwyddyn ar goed 20 cm er mwyn i NCW beidio bod yn fwy na 10% o'r parth tapio dros 60 mlynedd.

*Y man cychwyn ar gyfer model ar gyfer bedw yng Nghymru yw sefydlu'r gwerthoedd ar gyfer paramedrau yn seiliedig ar y data sy'n deillio o'r treialon EIP. O Dabl 7, mae'r lluosydd ar gyfer NCW rhwng 36 a 65 â chyfartaledd o 50. Mae hyn yn debyg i fasarn siwgr ond yn llawer llai na'r cyfartaledd o 222 a adroddwyd gan van den Berg ac eraill (2018). Mae CNC yn parhau i ddatblygu dros amser a dim ond am un i ddwy flynedd oedd y data EIP, ac yn achos van den Berg ac eraill, mesurwyd hyn ar ôl 10 mlynedd.. Serch hynny, o leiaf yn achos y clwyfau a wnaeth iachau'n gyflym, mae'n ymddangos yn annhebygol y bydd y NCW yn datblygu'r colofnau staenio 2m o uchder a adroddwyd gan van den Berg et al. I fod yn geidwadol, mabwysiadwyd lluosydd NCW o 75 fel y'i defnyddiwyd gan van den Berg et al (2018). Roedd cyfraddau twf yn deillio o fesuriadau cylch ar drawstoriadau o bedair coeden (*

).

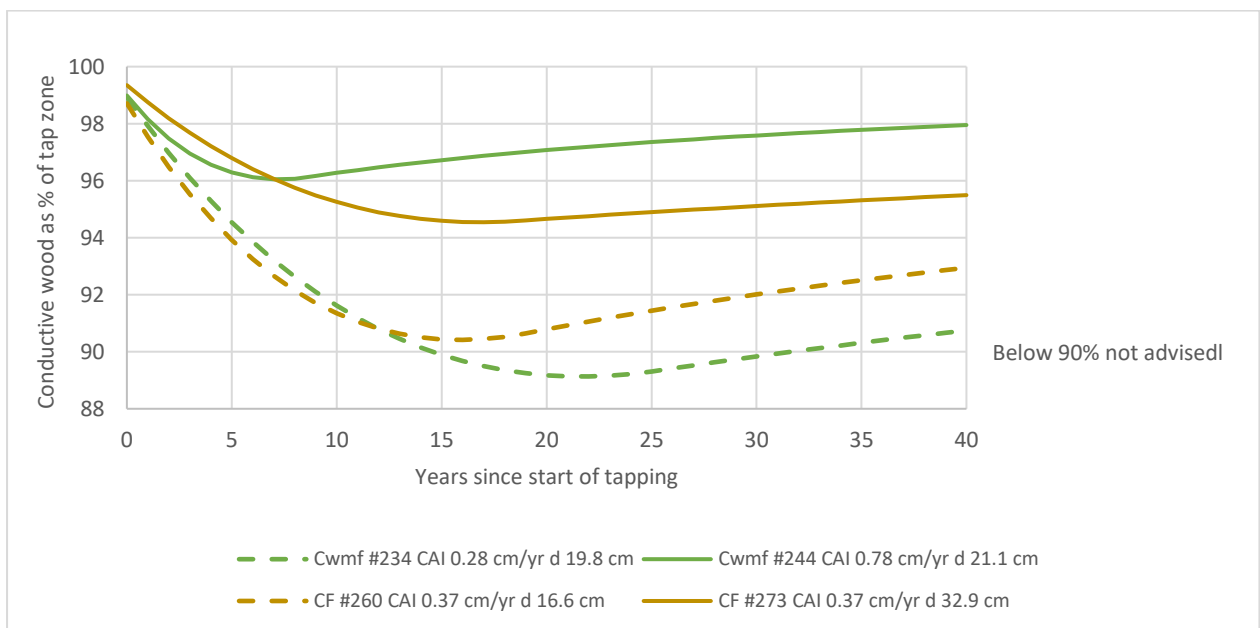
Tabl 7: NCW a lled cylchoedd pedair coeden a doriannwyd

Safle	Coed	Tap	Cyfaint y twll tap (cm <sup>3</sup> )	Cyfaint NCW (cm <sup>3</sup> )	Lluosydd NCW	Cyfaint y parth tap (cm <sup>3</sup> )	NCW fel % o'r	Diamedr (cm)	Lled gyfartalog y pum
-------	------	-----	---------------------------------------	--------------------------------	--------------	--	---------------	--------------	-----------------------

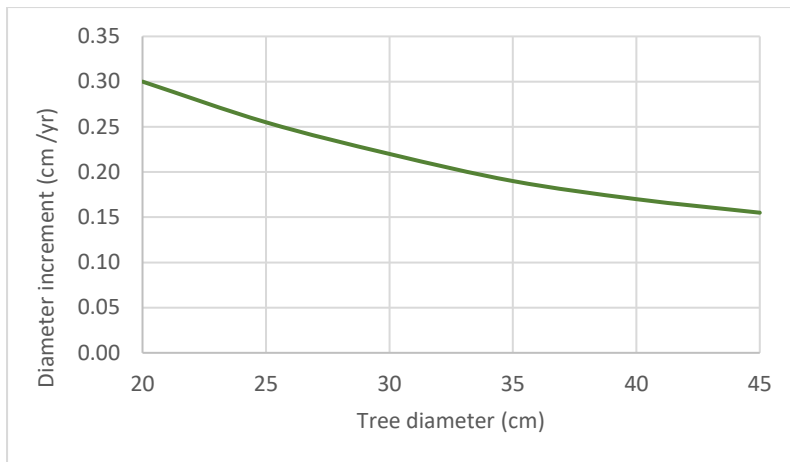
							parth tap		cylch olaf (cm)
Cwmffrwd	234	2021	2.4	86.3	36	7186.8	1.2	19.83	0.139
		2022	1.0	65.1	65	6725.2	0.9		
	244	2022	3.6	185.4	51	6929.2	2.7	21.11	0.389
Tregawntlo	260	2021	1.7	71.5	43	5970.2	1.2	16.58	0.183
		2022	1.7	97.7	59	5947.0	1.6		
	273	Dim tap						32.89	0.187
Cyfartaledd			2.1	101.2	51	6551.7	1.5	22.60	0.224

Rhoddir canlyniadau model yn Ffigur 16 ar gyfer y coed hyn ac maent yn dangos y bydd % NCW yn aros o dan 10% ac eithrio coeden 234. Nid yw hyn yn syndod, gan mai coeden 234 sydd â'r tyfiant diamedr arafaf ac mae'n gymharol fach. Mae maint y goeden cyn ei thapio yn cael effaith fel y dangosir gan goed 260 a 273, sydd â chyfraddau twf tebyg ond adweithiau tra gwahanol i dapio. Mae coed bach yn dechrau â'r anfantais o fod â pharth tap llai, er y bydd y twll tap a'r NCW yr un fath ag yn achos coed mwy. Mae hyn yn golygu y gall cyfraddau twf i gadw NCW o dan 10% fod yn is na'r rhai ar gyfer coed llai fel y dangosir yn Ffigur 17. Mae cymhwysu'r cyfraddau hyn i ddata'r gynyddran flynyddol, sy'n deillio o fesuriadau diamedr ailadroddus, yn caniatáu gwerthusiad o nifer y coed ym mhob safle sydd â chyfraddau twf digonol i gynnal tapio blynyddol fel y dangosir yn Ffigur 18

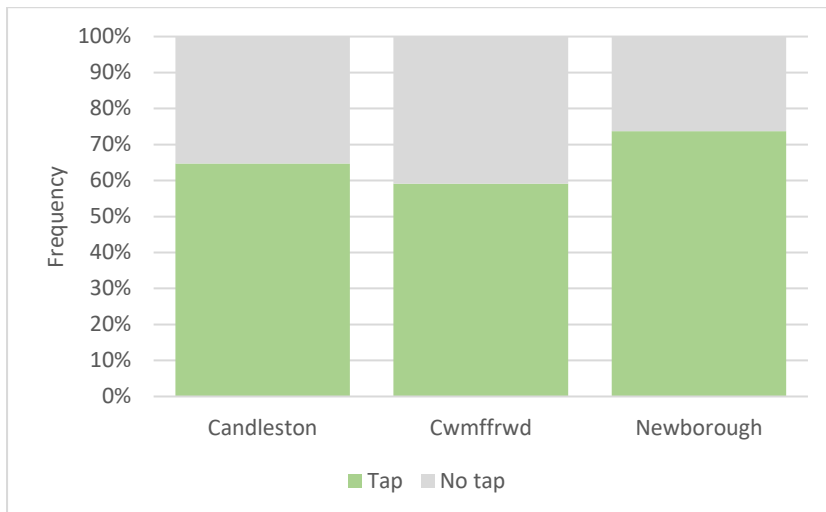
Ffigur 16: Model tapio blynyddol



Ffigur 17: Cynyddiad diamedr trothwy i gynnal tapio blynyddol cynaliadwy



Ffigur 18: Cyfradd y coed â chynyddiad diamedr digonol i allu cynnal tapio blynyddol



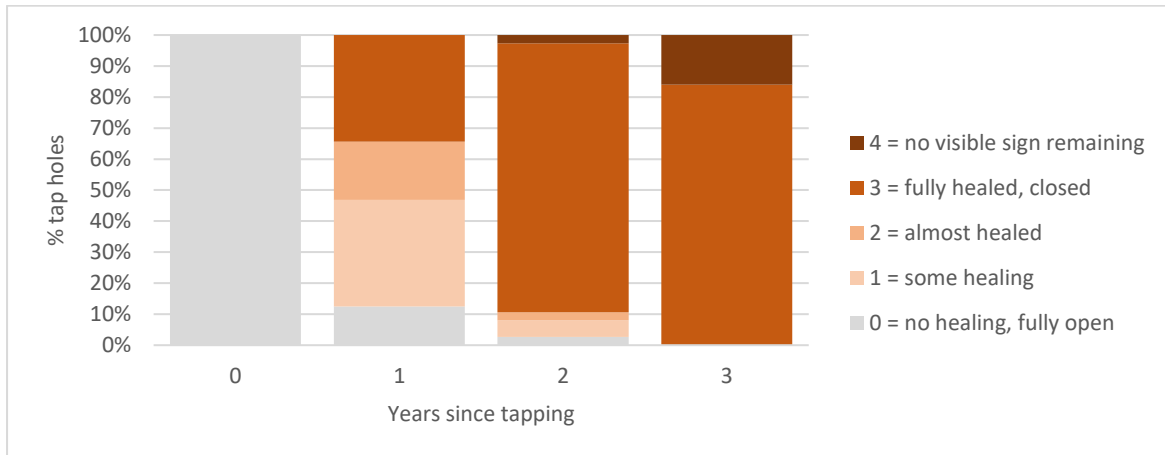
Mae'r model yn gymharol ansoffistigedig, gan symleiddio twf i gyfradd gyson yn hytrach nag amrywio'r cyfraddau twf wrth i'r goeden aeddfedu a heb gyfrif am wahaniaethau yn y math o safle neu rywogaethau. Fodd bynnag, mae diffyg astudiaethau rhywogaeth-benodol ynghylch cnwd ar gyfer bedw yng Nghymru ac yn gyffredinol yn y DU yn golygu mai'r unig ffordd o wella modelau fyddai monitro twf dros nifer o flynyddoedd. Yna gellid defnyddio data o'r fath i greu modelau safle-benodol i amcangyfrif cynnyrch a pharametreiddio cyfundrefnau tapio cynaliadwy fel sail briodol i ddiwydiant sudd bedw yng Nghymru

Am y tro - mae'r model yn awgrymu nad yw amcangyfrifon y dosbarth cnwd o botensial twf yn ganllaw cwbl ddibynadwy i gynaliadwyedd cynhyrchu sudd; Niwbwrch, os ystyried fod gan YC8 gyfran uwch o goed sy'n tyfu'n gyflym nag yn Nhregawntlo a Chwmffrwd o ystyried YC 10. Felly, er mwyn gallu asesu cynaliadwyedd ail-dapio, mae angen cyfraddau twf coed unigol arnom, ac nid yw hynny'n ymarferol iawn. Efallai y gallwn ni hefyd sicrhau y gellir tapio coed sy'n tyfu'n arafach yn gynaliadwy trwy dapio'n llai aml na phob blwyddyn.0}

Mae monitro clwyfau tap yn dangos bod coed yn amrywio o ran cynnydd cau clwyfau (Ffigur 11) ac yn reddfal dylai'r coed sy'n tyfu'n gyflymaf gau yn gyntaf. Gallwn felly ddefnyddio hynt cau'r twll tap olaf fel arwydd bod y goeden wedi tyfu digon i gael ei thapio eto. Tapiwyd coed yn 2019 a 2020 gan

y prosiect Dewis Gwyllt blaenorol ac ymwelwyd â'r coed hyn eto ac archwiliwyd y tyllau tap. Rhoddir y cynnydd o ran cau clwyfau sy'n deillio o goed Dewis Gwyllt ac EIP yn Ffigur 19, ac mae'n dangos y bydd mwyafrif y tapiâu'n wedi cau'n llawn erbyn yr ail flwyddyn ar ôl tapio. Bydd unrhyw goeden â thap sy'n dal yr agored ymhen mwy na dwy flynedd yn debygol o fod yn farwaidd ac ni ddylid ei thapio.

Ffigur 19: Hynt cau tyllau tapiâu fesul blwyddyn ers tapio

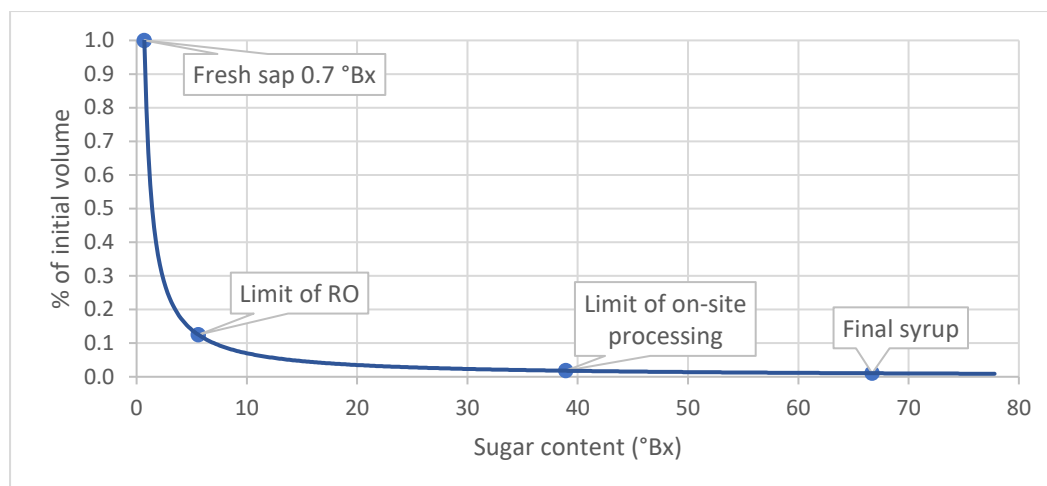


Gan gymryd Ffigur 11 fel canllaw, mae'n ymddangos yn debygol y bydd cyfran y coed y gellir eu tapio'n flynyddol yn amrywio o'r naill safle i'r llall. Bydd dod i adnabod y safle a'r coed yn gymorth mawr i ddatblygu strategaethau rheoli a rhagfynegi cynydu cynaliadwy.

## 6 Prosesu sudd i'w droi'n surop

Bydd prosesu sudd ffres i'w droi yn surop fel arfer yn broses aml-gam oherwydd bydd angen tynnu llawer iawn o ddŵr i ddechrau ac yn y camau diweddarach bydd angen gofalu cadw'r tymheredd yn isel i atal llosgi'r siwgrau a difetha'r surop. Ceir nifer o lawlyfrau ar gynhyrchu surop o ogledd America (e.e. Beaumont 2010 a Farrell 2013). Mae llawer o'r rhain yn disgrifio cynhyrchu masnachol parhaus ar raddfa fwy sy'n cymryd sudd yn uniongyrchol o'r goeden i lawr rhwydwaith o linellau trwy osmosis gwrthdro (RO) ac yna i sosbenni anweddu. Mae hwn yn drefniant costus ac mae angen tapio miloedd o goed. Mae hyn yn amhriodol ar gyfer y math o gynhyrchiant ar raddfa fechan ar y fferm a ystyrir yn fwy priodol i Gymru. Fodd bynnag, mae yna hefyd systemau prosesu crefftus y gellid eu haddasu i'w defnyddio yng Nghymru a ddisgrifir mewn nifer o lawlyfrau e.e. Casio (2020), Skinner (2018) a Dixon-Warren (2010). Felly ymgymrodd y prosiect EIP â threalu systemau prosesu ar gyfer sudd ffres a allai helpu i sefydlogi'r sudd ffres hynod ddarfodus a lleihau'r cyfaint i'w storio ar y fferm. Yna gellid gwerthu'r crynodiad neu ei gludo i gegin fasnachol i'w brosesu a'i orffen ymhellach. Mae Ffigur 20 yn dangos y broses o wneud surop o sudd. Mae'r treialon prosesu a gynhaliwyd gan y prosiect yn ymwneud â'r cam cyntaf o brosesu o sudd ffres i uchafswm o 38°Brix.

Ffigur 20: Toi sudd yn surop



## 6.1 Dulliau

Roedd y prosiect EIP yn bwriadu treialu dau fath o system brosesu gan bob grŵp, ond oherwydd cyfyngiadau Covid ac oherwydd y gwnaeth Pen y Graig Isaf ymuno â'r prosiect yn hwyr, nid oedd hyn yn bosibl. Fodd bynnag, llwyddodd Tregawntlo a WRL i gynnal treialon ychwanegol ym mlwyddyn un a chynhaliwyd digon o dreialon erbyn diwedd blwyddyn dau. Mae Tabl 8 yn cynnig crynodeb o'r holl dreialon prosesu a gynhaliwyd.

Tabl 8: Crynodeb o dreialon â'r systemau prosesu

Offer prosesu	Nifer y profion a chyfanswm y cyfaint o broseswyd								
	Niwbwrch		Tregawntlo		Cwmffrwd		Pen y Graig Isaf	Profion ychwanegol gan WRL	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2022	2021	2022
<b>Wrn Arlwygo</b>			Adexa	Adexa	Buffalo		Adexa	Buffalo	Buffalo
Profion N			6	2	7		2	11	1
Cyfaint (litrau)			1281	191	250		721	2621	12
<b>Osmosis gwrthdro</b>	RB5	RB5	Pentair	Pentair		RB5		RB5	
Profion N	28	14	11	13		14		5	
Cyfaint (litrau)	369	1981	222	306		2471		831	
<b>Stôf llosgi coed</b>									
Profion N		1	3	1		14		3	2
Cyfaint (litrau)		53	80	171		247		1461	1981

Profwyd tri gwahanol fath o offer prosesu

- 1) Yrnau arlwygo mawr (40 litr) gan frandiau Adexa a Buffalo
- 2) Hidlo trwy ddull Osmosis Gwrthdro (pecyn pwrpasol, yn defnyddio system hidlydd dŵr 'Pentair' a system 'RB5' heb ei addasu a wnaed gan gwmni ROBucket ac a fewnforiwyd o'r UDA).
- 3) Stôf llosgi coed yn yr awyr agored (pecyn pwrpasol, yn cynhesu sudd mewn dwy sosban dur gwrthstaen 2/1 45 litr o wneuthuriad 'Gastronorm')

Profwyd y prosesu ag ystod o gyfeintiau cychwynol o sudd, crynodiadau siwgr, sudd amrwd ac wedi'i brosesu'n rhannol, a sudd ffres ac wedi'i storio (wedi'i rewi).

Ar gyfer pob arbrawf, ysgrifennwyd nodiadau manwl, gan gynnwys:

- Math o sudd (ffres/wedi rhewi)



- Cyfaint gwreiddiol o'r sudd a'r cyfanswm a gynhyrchwyd
- Cynnwys siwgr ar y dechrau'r a'r diwedd (mesurwyd gan ddefnyddio mesurydd % Brix )
- Cyfansymiau cychwynnol a therfynol o'r sudd a broseswyd (nodiadau ynghylch lliw, arogl ac ati)
- Faint o amser a gymerwyd
- Costau amcangyfrifedig y tanwydd a ddefnyddiwyd (trydan/coed tân)
- Nodiadau ynghylch pa mor ymarferol oedd defnyddio'r gwahanol fathau o offer

## 6.2 Wrn Arlwyo

Profwyd dau fath o wrn arlwyo mawr (**Error! Reference source not found.**):

- 1) Wrn arlwyo mawr (40 litr) gwneuthuriad 'Buffalo'. Mae'n wrn dur trydanol sy'n cael ei lenwi â llaw ac yn cynnwys elfen fewnol, â chyfradd 2.6 kW, ac mae'r tymheredd y gellir ei reoli â thermostat yn amrywio o 39°C i 100°C. Prynwyd dau ohonynt ar ddechrau 2021, am £136 a £161.
- 2) Wrn arlwyo (40 litr) gwneuthuriad 'Adexa'. Mae hefyd yn wrn dur trydanol sy'n cael ei lenwi â llaw ac yn cynnwys elfen fewnol, â chyfradd 3 kW, ac mae'r tymheredd y gellir ei reoli â thermostat yn amrywio o 39°C i 110°C. Mae gan y model yma fedrydd lefel i ddangos faint o hylif sydd yn yr wrn. Prynwyd un am £119 yn 2021.

Gellid rhedeg y ddau fath o wrn ar y safle (h.y. yn y coetir bedw) gan ddefnyddio trydan AC a gynhyrchir gan gynhyrchydd cludadwy, ond canfuwyd nad oedd angen hyn, gan fod prosesu'n cael ei wneud fel arfer ar y fferm/cartref lle'r oedd y prif gyflenwad trydan ar gael. Profwyd yr wrn 'Buffalo' yn Niwbwrch a Chwmffrwd, a hefyd gan WRL yn eu swyddfeydd ym Mynydd Llandygai. Profwyd yr wrn 'Adexa' yn Nhregawntlo a Phen y Graig Isaf. Fe wnaeth LlyG brofi'r ddau wrn ochr yn ochr yn eu swyddfeydd ym Machynlleth.

*Ffigur 21: Y mathau o wrn arlwyo a ddefnyddiwyd yn y treialon prosesu sudd*



Yn ôl y disgwyl, cynhyrchwyd cyfansymiau mawr o ager gludiog wrth brosesu'r sudd. Mewn un achos gosodwyd yr wrn yng nghyntedd y ffermdy ac ystyrid bod y lliw o ager i mewn i'r tŷ yn ystod oriau berwi am oriau maith yn annerbyniol. Er mwyn gwasgaru'r stêm, argymhellwyd bod yr wrn yn cael ei weithredu yn yr awyr agored (Ffigur 22) neu o dan orchudd. Gan fod y treialon ym mis Mawrth roedd y tymheredd amgylchynol yn yr awyr agored yn eithaf isel ac weithiau'n wyntog neu'n oer â

lleithder uchel. I wrthsefyll hyn, ar gyfer rhai treialon, cafodd siaced wedi'i hinswleiddio o ewyn sy'n gwrthsefyll tymheredd ei haddasu'n fyrfyr i leihau'r gwres a gollir o du allan yr wrn. Bu WRL hefyd yn treialu tröwr pot awtomatig sy'n rhedeg ar fatri (Ffigur 22), i gorddi'r sudd yn yr wrn gan ddisgwyl y byddai hyn yn gwella cyfradd anweddu ac yn lleihau amser prosesu.

Cofnodwyd y cyfaint, cynnwys siwgr a'r amser cychwynol a'r cyfaint a'r cynnwys siwgr ar gyfer 29 o ymarferion. Deilliai'r defnydd o ynni o fesurydd defnydd o ynni a gosodwyd rhwng plwg yr wrn a soced y cyflenwad trydan.

Ffigur 22: Yrnau arlwyyo yn cael eu defnyddio

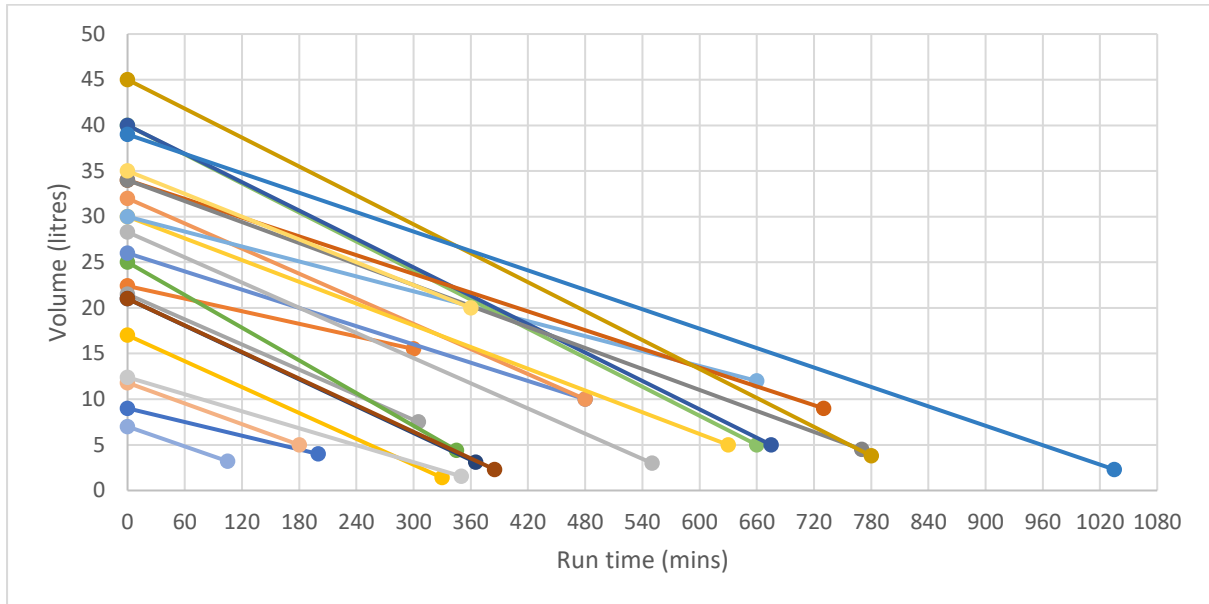


### 6.2.1 Cyfraddau anweddu

O ystyried nad oedd hyfforddiant ar y safle i ddefnyddio'r wrn yn bosibl oherwydd cyfyngiadau Covid a'r broses naturiol o addasu i gyd-fynd ag amgylchiadau pob GG, roedd cryn amrywiant yn y dull o ddefnyddio'r wrn. Er enghraifft, ar rai adegau, cychwynnodd y treial trwy ddadrewi sudd, a chafodd sudd ffres o'r goeden ei roi yn yr wrn ar rai adegau. Byddai'r crynodiad siwgr cychwynol yn amrywio o sudd ffres i dewydd o RO neu allbwn o dreialon blaenorol. Gellid hefyd gosod yr wrn i ferwi'r sudd am gyfnod penodedig neu gellid ei adael i redeg nes cyflawni crynodiad siwgr targed. Gallai amodau amgylchynol fod yn gynhesach neu'n oerach hefyd ac mae gwahaniaethau yn nymheredd uchaf ac allbwn pŵer y ddau wneuthuriad wrn. Ar ben hyn, roedd cadw cofnodion ar brydiau yn anfanwl. Ar ôl sgrinio'r saith treial a roddodd ganlyniadau anghyson, cawsom 22 o dreialon defnyddiol fel y dangosir yn Ffigur 23. Yn amlwg, nid yw'r rhain yn dreialon gwyddonol perffaith ond maent yn dynwared senarios 'bywyd go iawn' ac mae'r canlyniadau cyffredinol yn arwydd defnyddiol o sut y gellir disgwyl i yrnau berfformio.

Ar gyfartaledd, fe wnaeth y GG brosesu cyfaint cychwynol o 27 litr o sudd ar y tro a bu angen oddeutu 8 awr i ferwi nes oedd cyfaint y sudd yn 6 litr (gostyngiad o fwy na 75%).

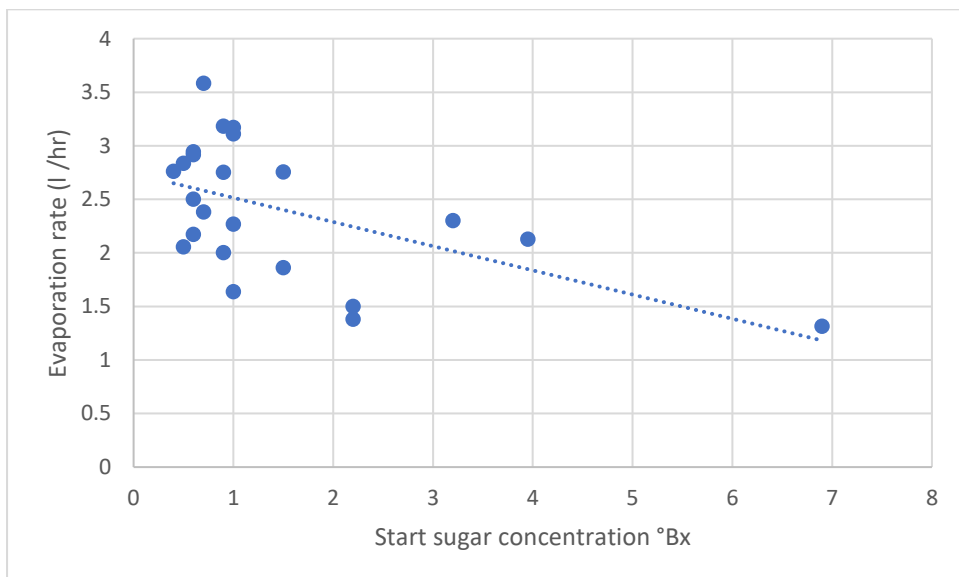
Ffigur 23: Perfformiad yrnau wrth ostwng cyfaint y sudd mewn 22 o dreialon



Mae'r gyfradd anweddu yn gysylltiedig â chynnwys siwgr (gostyngiad ar grynodiadau uwch fel y dangosir yn Ffigur 24) a hefyd yn fwy cyffredinol yn dibynnu ar y gosodiadau thermostat a ddefnyddir a'r tymheredd amgylchynol - pe bai'r wrn yn cael ei ddefnyddio yn yr awyr agored, yn enwedig mewn amodau oer / gwyntog. Caiff y gyfradd anweddu hefyd ei gyfyngu wrth i lefel y sudd ostwng yn sgil yr wrn dwfn yn atal yr ager rhag dianc ohono.

2.6 litr yr awr oedd cyfradd anweddu gyfartalog yr holl dreialon, ac mae hyn yn cynnig awgrym defnyddio at ddibenion bras-gynllunio ymarferol.

Ffigur 24: Y berthynas rhwng crynodiad siwgr a chyfradd anweddu ar gyfer y ddau wrn arllwyo



Roedd y gymhariaeth ochr yn ochr â'r ddau wrn yn rhoi mantais amlwg i'r wrn Adexa â chyfradd anweddu gyfartalog dros dreial pum awr a oedd o leiaf 50% yn gyflymach na'r un ar gyfer y Buffalo. Mae hyn oherwydd bod gan yr Adexa gyfradd pŵer uwch (3 kW) a thymheredd uchaf uwch (110°C) na'r Byfflo (2.6 kW ac uchafswm o 100°C) felly roedd berwi'n gyflym â'r wrn nawn.

Ystyrid bod y tröwr awtomatig yn fuddiol, oherwydd fe wnaeth leihau amseroedd prosesu (gostyngiad o 10% o bosibl). Yn anffodus, model yn rhedeg ar fatri oedd yr unig un a oedd ar gael ac roedd yn rhaid ailwefru'r batris ar ôl rhedeg dim ond 150 munud. Pe bai fersiwn yn defnyddio'r prif gyflenwad trydan ar gael, byddai'n fwy defnyddio.

Gellid gosod yr yrnau yn gyflym a rhwydd iawn, ac ar ddiwedd y prosesu bob diwrnod, roedd rinsio'r wrn â dŵr glân i'w lanhau yn ddigon. Ar ddiwedd y tymor casglu sudd, roedd angen glanhau'r wrn yn fwy trylwyr i gael gwared ar unrhyw siwgr wedi llosgi oddi mewn iddo, yn enwedig ger yr elfen cynhesu.

Prif anhawster yr wrn oedd y cynhwysydd dwfn oedd yn golygu bod y treialon yn para'n hir iawn, ond roedd y thermostat yn golygu nad oedd angen llawer o oruchwylio yn ystod y treialon, ac os caiff ei osod mewn lle diogel, gellir gadael yr wrn i ferwi'r sudd trwy'r dydd.

### 6.2.2 Costau ynni

Roedd gan y ddau wrn a brofwyd gyfraddau pŵer nominal o 3.0 kW (Adexa) a 2.6 kW (Buffalo) wrth redeg ar y gosodiad tymheredd uchaf, ond mewn treialon, 1.8 kWh fwy neu lai oedd y defnydd cyfartalog. I ddechrau, er mwyn sicrhau nad oedd y sudd yn llosgi, defnyddiwyd gosodiadau thermostat is, ond wrth i'r GG gael profiad o ddefnyddio'r yrnau, cawsant eu rhedeg yn ddiogel ar y gosodiad tymheredd uchaf am fwy o'r amser prosesu heb losgi'r sudd.

Roedd cysylltiad uniongyrchol rhwng y defnydd o ynni a'r amser y defnyddiwyd yr wrn.0} Roedd rhywfaint o amrywiad yn y defnydd o ynni yn dibynnu ar y gosodiad thermostat a ddefnyddiwyd a'r tymheredd amgylchynol (cynhaliwyd rhai treialon yn yr awyr agored lle gallai tymheredd aer isel a gwynt fod wedi cael effaith oeri).

Roedd yr uned Adexa mwy grymus yn gallu cynnal cyfraddau anweddu uwch na'r Buffalo. Fodd bynnag, nid oedd hi'n amlwg fod manteision o ran costau. Costiodd yr uned Adexa 20% yn llai i'w phrynu ond roedd costau ynni 16% yn uwch, yr y disgwylir i'r amser defnyddio fod yn fyrrach yn sgil y cyfraddau anweddu uwch. Yn y pe draw, roedd hi'n costio 15c i brosesu 1 litr o sudd ffres yn y Buffalo ac 16c yn yr Adexa. Mae'r gwahaniaethau o ran costau yn gymharol fach, ac mae'n debyg mai'r amser a arbedir wrth ddefnyddio'r Adexa yw elfen bwysicaf o ran ffafrio wrn â chyfradd uwch.

Yn y treialon, ar £0.17 yr uned (cost uned ar adeg y treialon) roedd treial cyfartalog (tua 8 awr) yn costio tua £2.72 mewn trydan. Er mwyn lleihau cynnwys wrn llawn (36 litr o sudd) i 8.5 litr (gostyngiad o 70%) byddai disgwyl cymryd 650 munud (ychydig llai nag 11 awr), sef terfyn yr hyn sy'n ymarferol yn ôl pob tebyg. Oddeutu £3.33 (prisiau 2021) fyddai cost prosesu'r cyfaint hwn.

### 6.2.3 Sylwadau

Cymerodd amser hir (~10 awr) i brosesu cyfaint cymedrol (~30 litr) o sudd ac mae costau ynni yn uchel. Gallai defnyddio yrnau ar gyfer prosesu mwy o sudd ffres gyda chynnwys siwgr isel fod yn anymarferol oherwydd cost trydan, ond nid oes angen llawer o oruchwyliaeth, felly mae hynny'n un o fanteision yrnau. Efallai bydd y math hwn o wrn yn fwy defnyddiol i brosesu sudd â chynnwys siwgr uchel, e.e. sudd sydd wedi'i leihau yn sgil osmosis gwrthdro.

Yn y treial hwn, fe wnaeth y GG dapio 10 – 13 o goed yn unig, felly nid oedd angen prosesu mwy na 15 – 21 litr o sudd ffres bob dydd ar y cyfan. Gallai fod yn ymarferol prosesu'r cyfanswm hwn yn ddyddiol gan ddefnyddio wrn arlwyyo, neu gellid rhewi'r sudd a chyfuno sypiau at ddibenion prosesu. Fodd bynnag, pe bai'r tapio yn cael ei gynyddu i fwy na 25 o goed y dydd, ni fuasai un system yn defnyddio wrn arlwyyo i wneud y crynodi cychwynnol yn ymarferol yn ôl pob golwg.

### 6.3 Osmosis gwrthdro (RO)

Mae RO yn ddull crynodi sudd bedw ffres sydd wedi ennill ei blwyf, a cheir nifer o astudiaethau penodol ynghylch hynny. Mae Kallio ac eraill (1985) yn disgrifio treialon cynnar o RO yn y Ffindir gan ganolbwyntio ar effaith tymheredd a phwysau ar y crynodiad o siwgrau a mwynau yn y treiddiad. Mae papurau diweddarach gan Kallio (2013) a Bilek ac eraill (2018) hefyd yn adrodd ar grynodiad a chyfansoddiad sudd gan ddefnyddio RO. Roedd Wawer ac eraill (2018) yn poeni mwy am gostau ynni ar gyfer RO gan ddangos ei fod yn ffordd gost-effeithiol o gynyddu crynodiad siwgr i tua 4% o siwgr. Yn wahanol i'r prosesau eraill, mae RO yn broses oer sy'n cadw'r crynodiad yn glir ac felly'n gynnrych ychydig yn wahanol. Bellach, mae RO wedi'i fabwysiadu'n helaeth gan broseswyr surop masarn a bedw, ac mae'n elfen safonol o waith prosesu masnachol.

Ceir nifer o becynnau (e.e. Skinner 2018, Childs 2021) a fideos hunangymorth i greu pecynnau RO cartref i'w defnyddio â sudd masarn. Y bwriad oedd comisiynu creu pecyn o'r fath gan ddefnyddio hidlyddion a phympiau masnachol. Gan ddefnyddio'r adnoddau hyn, crëwyd system RO bwrpasol o rannau a ddefnyddiwyd ymlaen llaw o burydd dŵr domestig 'Pentair' (Ffigur 25). Defnyddir y rhain yn gyffredin ar gyfer puro dŵr acwaria a chan lanhawyr ffenestri i gael gwared ar amhureddau mewn dŵr glanhau. Mae gan y system hon 3 siambr 2.6 litr sy'n cynnwys pilenni hidlo. Tynnwyd y rhag-hidlydd Carbon cyntaf yn unol â chynllun Prifysgol Cornell, gan adael 2 hidlen TLC-350 o bilen RO. Mae'r hidlwyr hyn yn fwy na'r system RB5 ac yn gallu prosesu 150 litr yr awr. Roedd y pwmp hefyd yn fwy na'r model RB5 (125 psi, llif agored 1.2 litr y funud)) ac nid oedd yn hunan-gychwynnol. Roedd mesurydd pwysau hefyd wedi'i gynnwys i fonitro'r system. Cyflenwyd y system hon i GG Tregawntlo.

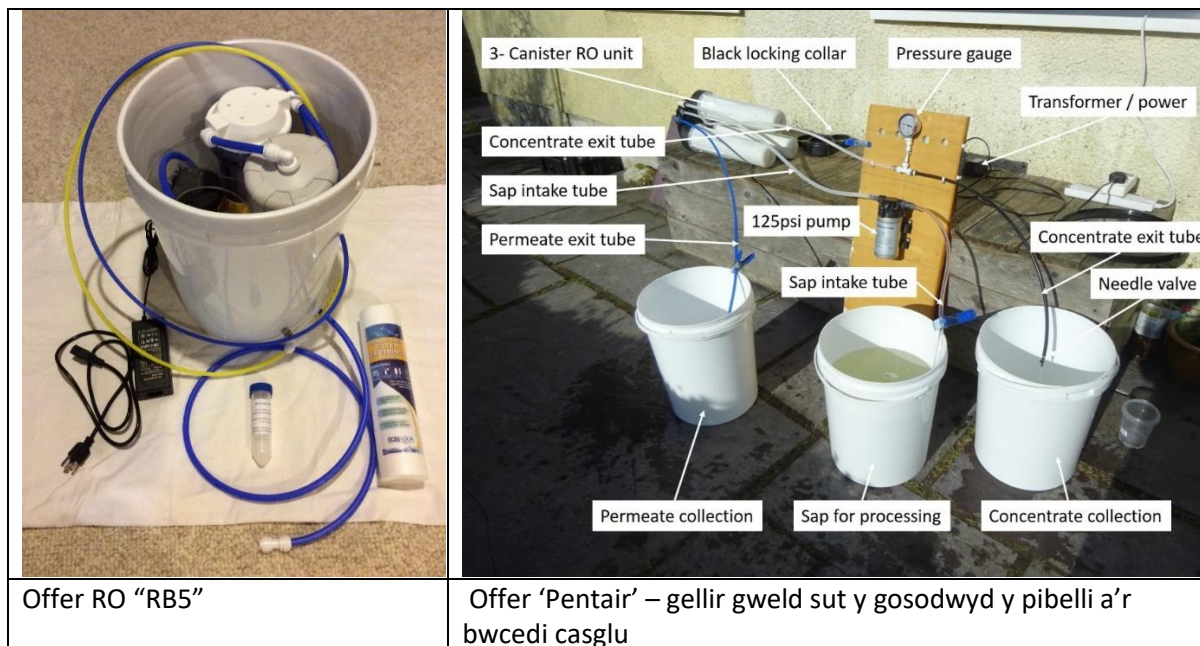
Yn ystod rhan gyntaf y prosiect darganfuwyd bod cwmni ROBucket LLC yn America yn adeiladu citiau RO parod mewn bwced yn benodol i'w defnyddio gyda sudd masarn. Mewnforiwyd model "RB5" o UDA (Ffigur 25). Dyma'r model lleiaf y maent yn ei gynhyrchu ac mae wedi'i gynllunio ar gyfer cynhyrchwyr surop masarn yn tapio 5-35 o goed, ac i brosesu 5-8 galwyn (23-36 Litr) o sudd yr awr. Mae ganddo ddau hidlydd: rhag-hidlydd gwaddod 10" 5µm sylfaenol a philen RO "8 galwyn/awr". Mae'r pwmp yn un DC 24v hunan-gychwynnol sy'n rhedeg oddi ar y prif gyflenwad trydan trwy drawsnewidydd. Yr unig addasiad oedd ei angen oedd newid y plwg am un a ddefnyddir yn y DU.

Profwyd y broses RO yn bennaf â sudd ffres a gasglwyd o goed 1 - 2 awr ynghynt. Cafodd y sudd ffres ei wagio i fwced mawr trwy bibell dderbyn a oedd yn echdynnu sudd trwy bwmp trydan. Roedd y sudd yn cael ei orfodi drwy bilen(ni) yr RO â dŵr pur yn mynd drwy'r bilen i fwced 'hylif athreiddiedig'. Roedd y sudd (a oedd â chrynodiad uwch o siwgr erbyn hyn) nad oedd wedi mynd drwy'r bilen wedi'i gasglu mewn trydydd bwced ar gyfer y 'Crynodiad'. Roedd hefyd yn bosibl dychwelyd y crynodiad yn ôl i'r bwced cyntaf a'i basio'n ôl drwy'r ffilterau, gan ganolbwyntio'r sudd ymhellach fyth. Profwyd y system RO hefyd â nifer fechan o samplau o sudd wedi'i grynodi ymlaen llaw. Profwyd y system RO hefyd â nifer fechan o samplau o sudd a grynodwyd ymlaen llaw.

Ar gyfer pob treial, mesurwyd cyfaint cychwynnol y sudd a gwnaed rhagor o fesuriadau o'r hylif athreiddiedig a'r crynodiad yn ystod y treial. Pan ostyngodd lefel y bwced fewnbwn i oddeutu 5cm o waelod y bwced, roedd perygl y gallai aer ddod i mewn i'r system, a gallai hyn fod wedi difrodi'r pwmp, felly ataliwyd y prosesu ar yr adeg hon.



Ffigur 25: Offer osmosis gwrthdro a ddefnyddiwyd yn 2021



Ar gyfer pob treial, mesurwyd cyfaint cychwynol y sudd a gwnaed rhagor o fesuriadau o'r hylif athreiddiedig a'r crynodiad yn ystod y treial. Pan ostyngodd lefel y bwced fewnbwn i oddeutu 5cm o waelod y bwced, roedd perygl y gallai aer ddod i mewn i'r system, a gallai hyn fod wedi difrodi'r pwmp, felly ataliwyd y prosesu ar yr adeg hon.

Ar ôl cwblhau'r prosesu, trosglwyddwyd y tewsudd i fwcedi storio addas i'w defnyddio â bwyd cyn ei rewi. Cafodd yr hylif athreiddiedig (dŵr wedi'i buro) ei storio a'i ddefnyddio i lifolchi'r offer cyn ac ar ôl pob sesiwn brosesu, ac yn achos Niwbwrch, cafodd ei ddefnyddio i lifolchi poteli casglu a thyllau tapiau ar ôl tynnu'r tapiau.

Roedd y defnydd o ynni yn deillio o gyfradd ynni'r teclynnau a/neu fesurydd defnydd ynni ar y cyflenwad.

### 6.3.1 Cyfraddau crynodi sudd

Ar ôl rhywfaint o hyfforddiant sylfaenol i ddysgu sut i ddefnyddio'r offer, roedd hawdd gosod y systemau a'u rhedeg heb fawr o oruchwyliaeth. Y prif ystyriaethau oedd sicrhau bod y system yn lân cyn i unrhyw sudd lifo drwyddi, bod yr holl bibellau derbyn/allbwn yn aros yn y bwcedi, ac nad oedd y pwmp yn rhedeg heb sudd yn llifo trwy'r system.

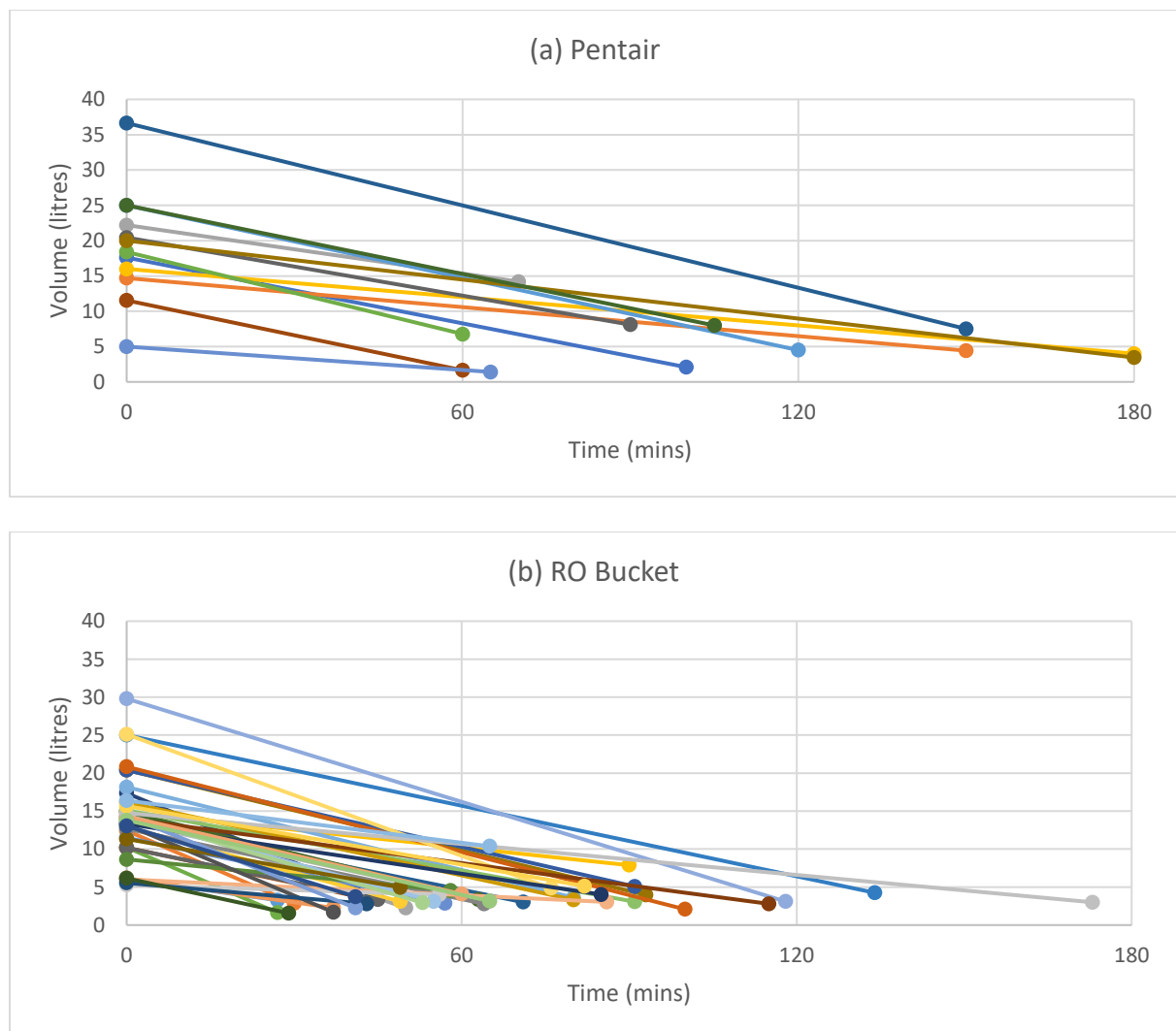
Yn ystod y prosiect, fe wnaeth y GG gofnodi 56 o dreialon - 43 trwy'r RB5 a 13 trwy'r Pentair. Prosesodd y GG amrywiaeth o gyfaintiau o sudd ffres (5.0 i 36.7 liter) yn dibynnu ar yr hyn oedd ar gael iddynt ac am wahanol gyfnodau (65 i- 180 munud), yn dibynnu ar sut oedd yn well ganddynt ddefnyddio'r offer. Mae Ffigur 26 yn nodi'r cyfaint cychwynol a therfynol o gymharu â hyd pob treial. Mae'r Bwced RO wedi'i gynllunio'n arbennig ar gyfer cyfaintiau bach o sudd ac roedd ganddo gyfraddau llifo cyflymach ar gyfer y Pentair. Ar gyfer un llif (sudd amrwd yn yn llifo trwy system RO unwaith), y gyfradd lifo gyfartalog ar gyfer y bwced RO oedd 10.4 liter yr awr ac yn achos y system Pentair, y cyfartaledd oedd 9 liter yr awr. Mae ailgylchu'r crynodiad cyntaf yn ôl drwy'r RO yn ffordd syml o gynyddu'r crynodiad ond wrth i'r cynnwys siwgr gynyddu, daw'n anoddach gorfodi'r dŵr drwy'r bilen. Mae hyn yn amlwg yn Ffigur 26 â chyfraddau lleihau cyfaint y llifoedd hirach wrth i'r



crynodiad gael ei ailgylchu. Ar gyfer y Bwced RO, fe wnaeth ailgylchu ostwng y cyfaint i 8.3 litr yr awr ac ar gyfer un llif hir yn defnyddio'r system Pentair, gostyngodd i 3.3 litr yr awr.

Ar ôl i'r sudd lifo unwaith trwy'r ddau beiriant, cododd y cynnwys siwgr o 0.6°Bx ar gyfartaledd (sylwch fod hyn yn cynnwys nifer o samplau â chynnwys siwgr isel iawn na fyddai'n cael eu hystyried yn werth eu prosesu fel arfer - yn gyffredinol byddai 0.4 °Brix yn drothwy isaf synhwyrol ar gyfer prosesu) i 2.3°Bx. Gellir ailgylchu'n barhaus trwy roi'r crynodiad yn ôl yn y bwced sudd neu gellir gwneud hynny trwy neilltuo cynnyrch y llif cyntaf a'i lifo eto drwy'r system fel swp. Yn achos y ddwy system, roedd y crynodiad terfynol yn 4.9°Bx ar gyfartaledd, sy'n golygu gostyngiad o 87% yn y cyfaint.

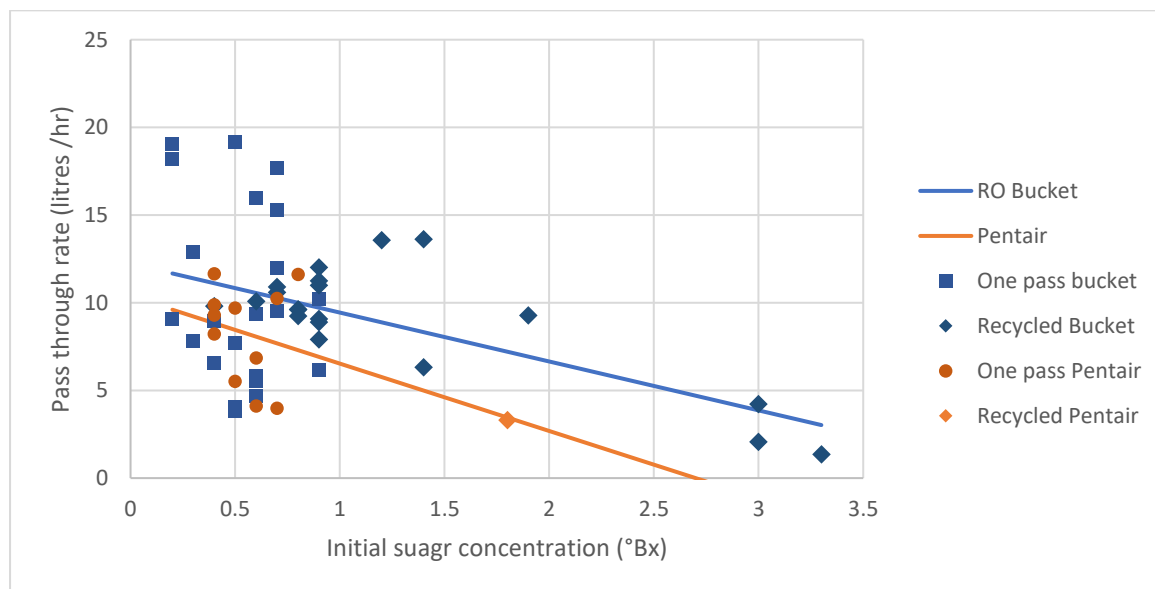
Ffigur 26: Lleihad yng nghyfaint y sudd o gymharu ag amser ar gyfer y broses osmosis gwrthdro



Mae Ffigur 27 yn defnyddio'r lefelau siwgr cychwynnol amrywiol yn y treialon i ddangos sut mae'r cynnwys siwgr cychwynnol yn dylanwadu ar y gyfradd lleihau cyfaint. Gellir defnyddio hyn wrth gynllunio i roi amcangyfrif o ba mor hir y bydd yn ei gymryd i lifo cyfaint penodol drwy'r offer neu faint o amser y dylid ei dreulio yn ailgylchu er mwyn cyflawni'r cynnwys siwgr targed.

Ar gyfartaledd, prosesodd y GG gyfaint cychwynnol o 16 litr o sudd hylif ar y tro a rhedeg y RO am 77 munud (1 awr 17 munud) i leihau cyfaint cychwynnol y sudd i 4.6 litr (gostyngiad o 69% h.y. i 31% o'r cyfaint y cychwynnol) (Ffigur 27). Roedd cynnwys siwgr cyfartalog y sudd ar ôl ei brosesu yn 2.3°Bx ond trwy ailgylchu crynodiadau, cyflawnodd sawl OG gynnwys siwgr terfynol o 4.9°Brix.

Ffigur 27: cyfradd llifo trwy'r system RO o gymharu â'r cynnwys siwgr



Yn y treialon hyn, fe wnaeth y rhan fwyaf o'r grwpiau gasglu cyfansymiau gweddol fach o'r sudd bob dydd, ac yn fuan iawn, daeth y lefelau a oedd yn weddill ym mwced y crynodiad yn rhy isel i'w hailgylchu a sicrhau bod y pwmp yn llawn. Pan oedd mwy o sudd ar gael, roedd yn bosibl parhau i ailgylchu'r sudd nes cafwyd crynodiad siwgr terfynol o 5°Bx. Roedd yn ymddangos bod prosesu sudd crynodedig (hyd at 3.3°Bx siwgr) yn cymryd mwy o amser i sicrhau gostyngiad tebyg o ran cyfaint. Serch hynny, roedd nifer y profion yn isel.

Roedd arwyddion bod system Pentair yn arafach yn prosesu'r sudd na'r system RB5 (Ffigur 27). Roedd system Pentair hefyd yn llai effeithlon wrth brosesu cyfansymiau bychan o sudd oherwydd roedd y cynllun tair siambr yn golygu bod rhywfaint o sudd yn cael ei adael ar ôl bob amser yn yr offer. Mae'r cyfaint hwn yn fwy arwyddocaol wrth brosesu cyfansymiau bychan o sudd.

Os sicreir bod yr holl gynnwysyddion yn ddigon mawr i ddal y cyfansymiau a gynhyrchir, a bod y pibellau yn dal yn eu lle yn dda, yna ychydig iawn o oruchwyliaeth, os o gwbl, sydd ei angen ar yr offer wrth iddo redeg. Fodd bynnag, bydd glanhau'r offer ar ôl ei ddefnyddio bob tro yn hanfodol i atal croniad microbau a allai halogi'r sudd. Fel arfer, roedd angen oddeutu 10-15 munud ychwanegol bob dydd i lifolchi â'r hylif athreiddiedig a rinsio'r bwcedi.

Ar ddiwedd y tymor casglu sudd, roedd angen glanhau'r offer yn fwy trylwyr gan ddefnyddio cymysgedd glanhau penodol cyn storio'r offer. Bu angen rhwng 1 awr a 2 i lanhau'r offer cyn ei storio.

### 6.3.2 Costau ynni

Roedd cysylltiad uniongyrchol rhwng costau ynni ac am faint o amser y defnyddid yr unedau RO. Fodd bynnag, mae'r unig ddefnydd o ynni yn deillio o redeg y pypiau trydan bach, ac roedd y mwyaf ohonynt yn bwmp 13.1W yn unig. Yn sgil hynny, roedd y defnydd o drydan yn ddibwys, sef <£0.01 ar gyfer pob treial fel arfer.

### 6.3.3 Sylwadau

Fe wnaeth y ddwy set o offer Osmosis Gwrthdro weithio'n dda ac nid oedd angen i'r gweithredwyr gael llawer iawn o hyfforddiant cyn y gellid rhedeg y systemau heb fawr o oruchwyliaeth. Roedd y systemau hyn yn lân a gellid eu defnyddio dan do pe bai hynny'n ofynnol. Fodd bynnag, mae'n debygol y caiff symiau bychan o sudd neu hylif athreiddiedig eu gollwng, felly efallai byddai'n well eu defnyddio y tu allan.

Dylid gallu prosesu cyfeintiau cymedrol (~40 litr) o sudd ymhen llai na 4 awr, ond mae'r defnydd o ynni yn isel, ac ychydig iawn o oruchwyliaeth sydd ei angen ar yr amod y cymerir gofal wrth osod a bod bwcedi digon mawr yn cael eu defnyddio i dderbyn cyfaint yr hylif athreiddiedig a gynhrychir.

Yn y treial hwn, fe wnaeth grwpiau dapio 10 – 14 o goed yn unig, felly nid oedd angen prosesu mwy na 15 – 21 litr o sudd bob dydd ar y cyfan. Mae prosesu cyfansymiau mor fychan gan ddefnyddio RO yn aneffeithlon, oherwydd bydd cyfran sylweddol o'r sudd ar ôl yn yr offer bob dydd, a bydd yn rhaid ei waredu. Gan mai dim ond cyfansymiau bychan o sudd a broseswyd, ychydig o brofion ailgylchu'r crynodiad y gellid eu cynnal. Fodd bynnag, mae arwyddion y gellid sicrhau crynodiadau siwgr terfynol o >5% yn gymharol hawdd pe gellid parhau â'r prosesu. Fodd bynnag, gallai hyn effeithio ar faint fyddai'r pilenni yn bara cyn gorfod gosod rhai newydd. Gall pilenni newydd fod yn ddrud (£45 yn achos RB5, £114 yn achos Pentair) ac mae angen eu trin â gofal i sicrhau y gellir parhau i'w defnyddio.

Er mwyn cymharu â systemau prosesu eraill, yn achos y system osmosis gwrthdro, byddai gostyngiad o 50% yng nghyffaint cychwynnol y sudd, ar gyfartaledd, yn cael ei gyflawni ymhen 50 munud gan ddefnyddio'r 'RB5' ac ymhen 70 munud â'r system 'Pentair'. Gellid sicrhau gostyngiad o 70% yng nghyffaint 30 litr o sudd cyn pen cyfnod sy'n amrywio o 90 munud (RB5) i 100 munud (Pentair). 9.5 munud y litr oedd y gyfradd gostwng cyffaint cyfartalog.

## 6.4 Stôf sy'n llosgi coed

Caiff stofiau llosgi coed yn cael eu defnyddio'n aml gan dapwyr surop masarn yn UDA a Chanada, yn aml mewn cabanau y mae llawer o bobl yn eu galw'n 'Sugar Shacks'. Y gobaith oedd y gellid sefydlu system debyg ac y gallai gwirfoddolwyr brosesu sudd yn y coetir. Yn anffodus, oherwydd cyfyngiadau Covid, ni ellid bwrw ymlaen â gweithgareddau cymudol i ferwi sudd, felly cyfyngwyd ar gyfleoedd i brofi tân coed yn yr awyr agored i ferwi sudd i leihau ei gyffaint. Cynhaliwyd rhagor o brofiad (yr oedd croeso i'r cyhoedd eu mynychu) yn ystod tymor tapio 2022.

Addaswyd cynllun ar gyfer stôf awyr agored a ddatblygwyd ar sail y rhai a ddefnyddir yng ngogledd America (e.e. Garbers 2000) ar gyfer treialon yn Nhregawntlo a Niwbwrch (Ffigur 28). Adeiladwyd y stôf mewn lleoliad diogel yn y coetir heb fod ymhell o'r coed wedi'u tapio, ac roedd yn cynnwys blwch tân wedi'i wneud o 30 o frisblociau solet o faint safonol, gril metel i ddarparu gofod awyr o dan y tanwydd, ac un arall i gynnal y sosbenni anweddu. Fel rhagofal diogelwch, cynhaliwyd y blociau â stanciau metel 1.2m wedi'u gyrru i'r ddaear. Cafodd y mwg o'r tân ei gyfeirio o'r safle gan ddefnyddio darn o leinin ffliw 125 mm hyblyg yn mesur 2.5mo hyd oedd yn cael ei gynnal gan y stanciau metel. Rheolwyd y tân gan ddefnyddio brisblociau symudol wrth y fynedfa i reoli lliw yr aer, a bod yn ofalus iawn o ran faint o goed tân oedd yn cael eu defnyddio.

*Ffigur 28: Stôf llosgi coed yn yr awyr agored yn cael ei defnyddio yn Nhregawntlo*



System y stôf llosgi coed – gellir gweld y blwch tân

+ dwy sosban Gastronorm 45l

Cafodd y tân ei gynnu tua 30 munud cyn dechrau prosesu sudd er mwyn i'r tân afael ar hyd y blwch tân. Yna gosodwyd yr hambyrddau yn eu lle a gosodwyd sudd ffres neu sudd wedi'i ddadmer yn rhannol ynddynt. Hyd ag y gellid, cynheswyd yr hambyrddau sudd yn wastad i atal gwaelod yr hambyrddau rhag llosgi. Ychwanegwyd ychydig o danwydd yn rheolaidd a phe bai'r tân yn mynd yn rhy gryf, byddai'r fynedfa'n cael ei rhwystro'n rhannol i gyfyngu ar y llif aer gan ddefnyddio blociau ychwanegol. Pan fyddai'r sossbenni'n berwi'n wastad, gellid bywhau'r tân a gadael y system am hyd at 60 i 90 munud ar y tro. Er mwyn atal lefel y sudd rhag mynd yn rhy isel yn yr hambyrddau a llosgi ar yr ymylon, ychwanegwyd sudd ychwanegol pan aeth y lefelau'n isel. Pan nad oedd digon o sudd i redeg dau hambwrdd, gwthiwyd y tân i'r cefn, a chyfunwyd y sudd a oedd yn weddill a'i gynhesu mewn un sosban anweddu.

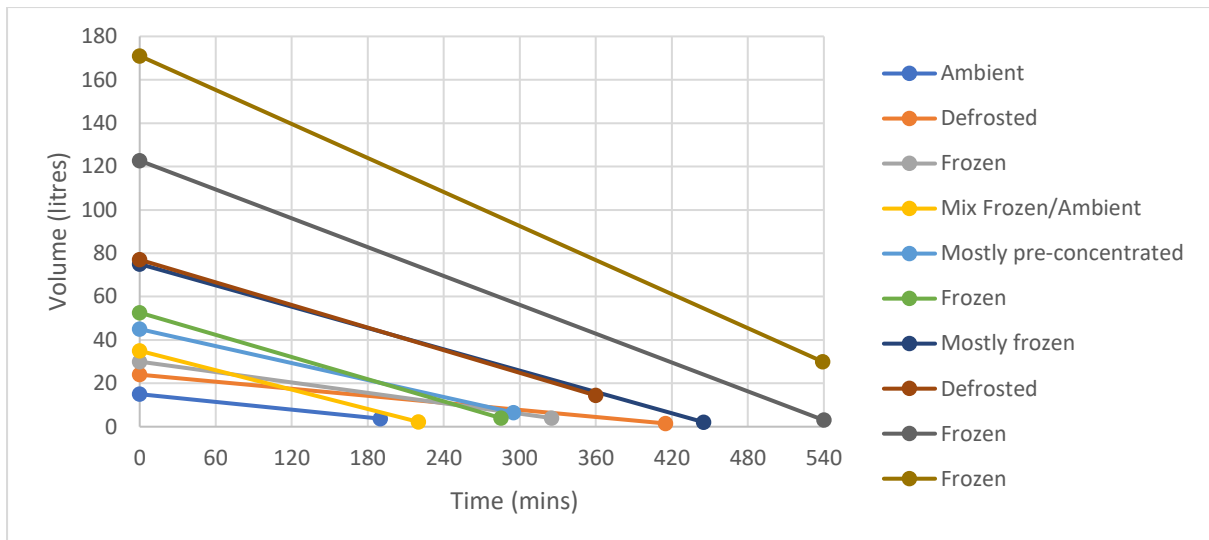
Mesurwyd y defnydd o ynni drwy amcangyfrif pwysau'r pren a ddefnyddiwyd drwy gyfrif nifer y bagiau wedi'u pwysu ymlaen llaw neu lwythi o goed tân wedi'u sychu mewn odyn wedi'u pwysu.

#### 6.4.1 Cyfraddau anweddu

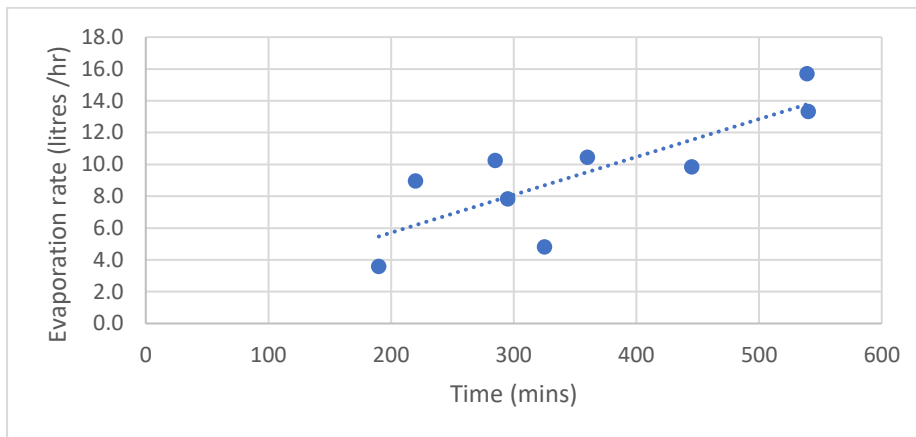
Roedd angen rhywfaint o amser ar y dechrau i sicrhau bod y tân yn llosgi'n dda, ond ar ôl sicrhau hynny, gellid rhedeg y stôf â dim ond goruchwyliaeth achlysurol. Y prif faterion oedd sicrhau bod y tân yn parhau i losgi'n gyfartal ac ar hyd yr hambyrddau ac nad oedd lefelau'r sudd yn gostwng yn rhy isel. Câi unrhyw fwg o'r tân ei dynnu oddi wrth y sudd trwy'r fflw ac nid oedd yn ymddangos bod y broses yn ychwanegu unrhyw 'flas mwg' at y surop terfynol.

Cynhaliwyd deg treial, gan brosesu ystod o gyfeintiau cychwynnol o sudd o 15 i 171 litr fel y dangosir yn Ffigur 29. Roedd amodau cychwynnol y sudd ar gyfer pob treial ychydig yn wahanol oherwydd roedd rhai wedi dechrau â sudd rhewedig a oedd yn dadmer a rhai yn cychwyn â thewsudd â chrynodiad siwgr gwahanol a oedd eisoes wedi cael ei broses trwy gyfrwng RO. Yn yr un modd â systemau eraill, roedd cyfraddau anweddu yn is yn achos crynodiadau uwch o siwgr er bod hyn yn llai defnyddiol fel dangosydd o amseroedd rhedeg oherwydd canfuwyd ei fod yn fwyaf effeithlon sicrhau bod y stôf yn rhedeg am gyfnodau a llenwi'r sossbenni i'r brig a sudd ffres, sudd wedi'i ddadmer a hyd yn oed sudd rhewedig hyd at ychydig oriau olaf y rhediad, felly roedd crynodiad y siwgr yn amrywio trwy gydol y rhediad. Fel y dangosir yn Ffigur 30, gorau po hiraf yr oedd stôf wedi'i chynnu oherwydd deuai'n fwy effeithlon yn sgil hynny. Ceir cyfraddau anweddu cyfartalog uchel pan fydd y stôf yn boeth a'r sossbenni'n berwi'n fyrlymus i wneud iawn am yr amser a gymerir i gynnu'r tanau a dadmer y sudd.

Ffigur 29: Amseroedd prosesu stôf sy'n llosgi coed



Ffigur 30: Cyfradd anweddu o gymharu ag amser ar gyfer stôf llosgi coed



Ar gyfartaledd, fe wnaeth bob treial brosesu cyfaint cychwynnol o'r sudd hylifol yn mesur 65 litr. Treuliyd oddeutu 360 munud (6 awr) yn prosesu er mwyn lleihau cyfaint gwreiddiol y sudd i 7.1 litr (gostyngiad o 89%). Y gyfradd anweddu gyfartalog o'r sosbenni oedd 8 litr yr awr.

At ddibenion cymharu â systemau prosesu eraill, mewn un treial, cafodd 35 litr o sudd ffres ei leihau i 2.2 litr (h.y. gostyngiad o 94% yn y cyfaint) ymhen oddeutu 220 munud (3 awr a 40 munud). 9 munud y litr oedd y gyfradd anweddu gyfartalog.

Sicrhawyd crynodiad siwgr terfynol o 31% â goruchwyliaeth ofalus, a bu angen oddeutu 285 munud (4 awr a 45 munud) i wneud hyn, gan brosesu sudd oedd eisoes wedi'i brosesu â dull RO. Y cyfaint mwyaf o broseswyd yn ystod y treialon hyn mewn un diwrnod, gan ddefnyddio dwy sosban anweddu, oedd 171 litr, ac roedd angen bron i 9 awr i wneud hyn.

Weithiau, roedd angen amser ychwanegol (tua 20-30 munud) ar ddechrau'r broses i sicrhau bod y tân yn llosgi'n briodol, yn dibynnu ar y tywydd (pa mor gryf oedd y gwynt). Bydd angen rhywfaint o amser hefyd ar y diwedd i lanhau unrhyw weddillion yn yr hambyrddau Gastronorm. Mae hyn yn bwysig, oherwydd gall siwgrau llosg o'r sudd ar yr hambyrddau ysgogi cynhyrchu 'tywod siwgr' dieisiau a bydd yn ysgogi rhagor o losgi y tro nesaf y defnyddir yr hambyrddau.

#### 6.4.2 Costau tanwydd

Gall costau tanwydd ar gyfer rhedeg y stôf fod yn amrywiol iawn yn dibynnu ar ba un ai a brynir coed tân wedi'u sychu mewn olyn, neu dameidiau o goed wedi'u teneuo / coed sgrap a allai fod yn llawer rhatach neu hyd yn oed am ddim. Ar gyfer y treialon, defnyddiwyd pren bedw o ansawdd uchel wedi'i sychu mewn olyn (£140 fesul 525kg) a rhagwelir y bydd coed tân sych llawer rhatach na hyn ar gael i'r rhan fwyaf o dapwyr bedw.

Yn y deg treial a gynhaliwyd, mae'n ymddangos fod y costau (defnyddio coed tân a sychwyd mewn olyn wedi'i brynu) wedi amrywio o £25 i £35 (prisiau tanwydd 2021) i brosesu llond dau hambwrdd o sudd (80l). Defnyddiwyd oddeutu 12kg o goed tân yr awr, sy'n cyfateb i £3 yr awr.

### 6.4.3 Sylwadau

Roedd cynllun y stôf 'fersiwn 2' â blwch tân is fel pe bai'n gweithio'n dda ac roedd yn hawdd iawn i'w hadeiladu (a'i datgymalu). Roedd yn ymddangos fod y brisblocciau yn gwrthsefyll y gwres yn weddol dda. Fe wnaiff brics tân bara'n llawer hirach fwy na thebyg, ond maent yn llawer iawn drutach.

Rhagwelir y gallai prosesu'r sudd gan ddefnyddio stôf awyr agored gael ei redeg fel digwyddiad cymdeithasol drwy'r dydd, o bosibl dan ofal wirfoddolwyr tra byddant yn gwneud gwaith arall yn y coetir. Ni ellid gwneud hyn yn ystod y treialon, ond mae'n ymddangos yn ymarferol. Cynhaliwyd dau ddigwyddiad berwi fel digwyddiadau cyhoeddus a cheir potensial ychwanegol wrth ddefnyddio'r dull hwn o ran ennyn diddordeb yn y broses o gynhyrchu surop bedw.

Mae anweddu'r sudd gan ddefnyddio'r hambyrddau Gastronorm mawr yn ymddangos yn eithaf effeithlon oherwydd eu harwynebedd mawr, ac nid oes angen llawer o oruchwyliaeth nes bydd lefelau hylif yn dechrau mynd yn isel a'r risg o losgi'r sudd yn cynyddu. Mae'n ymddangos y byddai'r system hon yn gweithio orau pan fydd angen prosesu cyfansymiau mawr o sudd oherwydd gellir ychwanegu mwy o sudd drwy gydol y dydd i sicrhau bod lefelau'r hylif yn cael eu cadw'n uchel. Gan oruchwyllo'n ofalus, mae'n bosibl cyflawni crynodiadau siwgr terfynol uchel er bod yn rhaid cymryd gofal i sicrhau nad yw sudd yn cael ei losgi, oherwydd gallai hynny effeithio ar flas y surop.

## 6.5 Dadansoddiad costau a buddion

Heb os, y system osmosis gwrthdro oedd y gyflymaf a'r rataf. Fodd bynnag, mae'r dull hwn wedi'i brofi â chyfansymiau cymharol fychan o sudd ac mae'r crynodiadau siwgr terfynol wedi bod yn isel. Serch hynny, yn sgil y niferoedd bychan o goed a dapiwyd gan bob un o'r grwpiau, ystyrid fod prosesu gan ddefnyddio RO yn hynod o ddefnyddiol o ran lleihau cyfaint y sudd yr oedd angen ei rewi bob dydd

Er mai dim ond nifer cyfyngedig o brofion y gellid eu cynnal yn defnyddio'r stôf llosgi coed, mae'n debyg fod gan y dull hwn botensial sylweddol hefyd o ran prosesu sudd amrwd i sicrhau crynodiadau siwgr uchel cyn gadael giât y fferm. Mae'n ymddangos mai'r system yrnau arlwygo sydd â'r potensial lleiaf i brosesu cyfansymiau mawr o sudd gwanedig oherwydd arafwch y broses a'i defnydd sylweddol o ynni. Fodd bynnag, mae'r costau prynu cychwyn a'r costau cynnal a chadw rheolaidd yn gymharol isel, a gallai'r system fod yn addas i grwpiau sy'n tapio nifer fechan o goed. Ceir manteision ac anfanteision eglur rhwng y systemau prosesu, fel y dangosir yn Nhabl 9:

Tabl 9: Cymhariaeth o ganlyniadau'r systemau prosesu sudd gwahanol

Agwedd ar y prosesu	Wrn Arlwygo	Osmosis gwrthdro	Stôf sy'n llosgi coed
Cost gychwynnol prynu'r offer	£119 - £161	£388 - £500	£380 yn cynnwys brics newydd, ffliw a sosbenni anweddu



Costau rhedeg parhaus	I sel? Dim costau cynnal ailadroddus, a dylai bara 5-10 mlynedd?	Pilenni newydd:114 am 2 (Pentair) £45 yr 1 (RB5) + £1.20 yr un am y rhag-hidlyddion (3 bob tymor)	Prynu rhannau newydd (blociau a griliau) o bryd i'w gilydd yn lle rhai wedi'u difrodi gan y gwres
Lleihad yn y cyfaint dros dreial cyfartalog	Hyd at 75% o'r cyfaint cychwynnol	Hyd at 29% o'r cyfaint cychwynnol (ar gyfartaledd)	Hyd at 89% o'r cyfaint cychwynnol
Amser bras i sicrhau lleihad o 1 litr yn y cyfaint	23 munud	7 munud	6.5 munud
Amser bras i sicrhau lleihad o 50% mewn cyfaint 30 litr	~600 munud yn dibynnu ar y tymheredd a osodir. 15-30 munud ychwanegol os prosesir sudd wedi'i rewi.	95 – 100 munud yn dibynnu ar y system RO	~180 munud ar ôl sicrhau tân da
Costau cyfartalog ynni fesul awr	Rhwng £0.45 (£0.17 fesul uned) a £1.02 (£0.34 fesul uned)	£0.01 - £0.03 Dibwys	0 (os bydd coed tân ar gael yn rhad ac am ddim) - £3.08 (mae prisiau 2022 yn ~ ddwywaith y swm uchod)
Y crynodiad siwgr mwyaf a gafwyd	28%	5%	30%
Goruchwyliaeth sy'n ofynnol yn ystod y prosesu	Rhywfaint ar y dechrau a thuag at y diwedd	Rhywfaint, tuag at y diwedd yn bennaf	Gwiriadau rheolaidd bob 30 munud trwy gydol y broses
Cyfeintiau mwyaf effeithlon o sudd i'w prosesu	~30 litr fesul wrn	50 – 100 litr	150 – 200 litr

## 7 Rhagolygon ar gyfer tapio bedw yng Nghymru

Rhyngddynt, mae prosiect EIP yng Nghymru a phrosiect Dewis Gwyllt wedi dangos yn helaeth fod cnydau sudd o goed bedw yng Nghymru yn cymharu'n ffaithiol â rhai rhywogaethau bedw eraill yng Ngogledd America a bedw yng Ngogledd Cymru. Ceir adnodd bedw digon toreithiog yng Nghymru, ac mae llawer o'r adnodd hwnnw mewn coetiroedd bychan, sy'n rhwystro tapio sudd ar raddfa fawr, ac eithrio mewn ychydig o leoliadau efallai. Mae treialon prosesu ar raddfa fechan wedi dangos ei bod hi'n ymarferol cynhyrchu cynnydd y gellir ei werthu yn defnyddio dulliau prosesu crefftus rhad ar raddfeydd sy'n briodol i'w defnyddio mewn coetiroedd ar ffermydd. Mae'r surop bedw a gynhyrchwyd gan brosiect Dewis Gwyllt gan ddefnyddio'r tewsudd cyfunedig yn deillio o'r prosiect EIP yn dderbyniol i'r farchnad am bris sy'n cynnig elw bychan yn sgil tapio 30 o goed. Fodd bynnag, mae cynhyrchu a marchnata cyfansymiau bychan o surop yn gostus, ac mae'n annhebygol y bydd yr ymdrech sy'n ofynnol i wneud hyn yn apelio at ffermwyr. Byddai busnesau mwy yn fwy tebygol o lwyddo, ac efallai y daw entrepreneur sydd â mynediad at goedwig â llawer o fedw ac sy'n fodlon buddsoddi mewn offer prosesu masnachol i'r amlwg. Fodd bynnag, os bydd diddordeb mewn datblygu bedw fel cyfle gweddol syml i arallgyfeirio incwm y fferm, bydd angen rhywfaint o fuddsoddi i ddatblygu cadwyn gyflenwi â llawer o ffynonellau tebyg i'r hyn a ragwelid gan brosiect Dewis Gwyllt. Gallai'r buddsoddiad hwn gael ei gynnig gan entrepreneur preifat neu fenter nid-er-elw, â rhywfaint o gymorth o gronfeydd grantiau efallai. Doed a ddelo, cafwyd diddordeb digonol mewn tapio bedw i olygu y daw tapio bedw yn weithgaredd mwy cyfarwydd yng Nghymru fwy na thebyg, trwy gynhyrchu ar raddfa fechan at ddefnydd lleol.

## 8 Cyfeiriadau

- Abernethy R., Garforth J., Hemming D., Kendon M., McCarthy M. & Sparks T. (2017) State of the UK climate 2016: Phenology supplement. Met Office: Wallingford, y DU.
- ABSA (2008) Best practices for producing quality birch syrup. Alaska Birch Syrupmakers' Association. Online: <https://www.ntfpinfo.us/docs/other/ABSA2008-BestPracticesforProducingQualityBirchSyrup.pdf>
- Amphlett A. (2021) Identification and taxonomy of *Betula* (Betulaceae) in Great Britain and Ireland. *British & Irish Botany* 3(2): 99-135
- Atkinson M.D. (1992) *Betula pendula* Roth (*B. verrocosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. *Journal of Ecology* 80(4): 837-870
- Ball B., Guimaraes R., Batey T. & Munkholm L. (2012) Visual evaluation of soil structure. Cyflwyniad sleidiau ar-lein. [https://bbro.co.uk/media/50172/vess\\_score\\_chart-1.pdf](https://bbro.co.uk/media/50172/vess_score_chart-1.pdf)
- Beaumont R. (2010) La transformation de la sève du bouleau blanc en sirop, Forêt modèle du Lac-Saint-Jean. Forêt modèle du Lac-Saint-Jean / Natural Resources Canada, Saint-Félicien, Quebec, Canada. [yn Ffrangeg]
- Bilek M., Olszewski M., Gostowski M., Cieślik E. (2016) The usefulness of birch saps from the area of Podkarpacie to produce birch syrup. *Biotechnology and Food Sciences* 80(1): 11-18
- Bilek, M., Szwerc, W., Kuźniar, P., Stawarczyk, K., & Kocjan, R. (2017). Time-related variability of the mineral content in birch tree sap. *Journal of Elementology* 22(2): 497-515
- Bilek M., Wawer J., Szwerc W., Slowik K., Sosnowski S. (2018) Birch sap concentrate as a potential modern food product. *Econtechmod* 7(1): 5-9
- Caffarra A., Donnelly A., Chuine I., Jones M.B. (2011) Modelling the timing of *Betula pubescens* budburst. I. Temperature and photoperiod: a conceptual model. *Climate Research* 64: 147-157
- Cascio J. (2020) Backyard birch tapping & syrup basics. FNH-00150, University of Alaska Fairbanks Cooperative Extension Service. Prifysgol Alaska: Fairbanks, USA.
- Childs S. (2021) Homemade small reverse osmosis machines. *Maple syrup digest* March 2021. Tudalennau 33-38.
- Dixon-Warren H. (2010) The birch syrup production manual: A guide to the tapping, processing and production of birch syrup in Canada. Moose Meadows Farm: British Columbia, Canada.
- Enescu C.M. (2017) Collection and use of Birch sap, a less well known non-wood forest product in Romania. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 17(1): 191-194
- Essiamah S.K. (1980) Spring sap of trees. *Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft* 93(1): 257-267 [yn Almaeneg]
- Evelyn J. (1662) *Sylva: Or a discourse of forest trees & the propagation of timber*. Royal Society, London.
- Farrell M. (2013) *The sugarmaker's companion: An integrated approach to producing syrup from maple, birch and walnut trees*. Chelsea Green Publishing: Vermont, USA.

- Farrell M. (2017) Research update on birch sap and syrup trials. Maple Syrup Digest, February 2017: 30-31
- Fay N., de Berker N. (2018) A review of the theory and practice of tree coring on live ancient and veteran trees. Scottish Natural Heritage Research Report No.789: Inverness, y DU.
- Garbers (2000) Do-it-yourself evaporator. Mother Earth News Feb/Mar 2000.  
<https://www.motherearthnews.com/DIY/homemade-maple-syrup-evaporator-zmaz00fmzgoe/>
- Grabek-Lejko D., Kasprzyk I., Zagula G., Puchalski C. (2017) The bioactive and mineral compounds in Birch sap collected in different types of habitats. Baltic Forestry 23(2): 394-401
- Hamilton G.J., Christie J.M. (1971) Forest management tables (metric). Forestry Commission booklet No.34. Llyfrfa ei Mawrhydi: Llundain, y DU.
- Helfferich D. (2003) Birch: white gold in the boreal forest. Agroborealis 35(2): 4-12
- Hölttä T., M. D. R. Dominguez Carrasco, Y. Salmon, J. Aalto, A. Vanhatalo, J. Bäck & A. Lintunen (2018) Water relations in silver birch during springtime: How is sap pressurised? Plant Biology 20: 834–847
- Hörnfeldt R., Drouin M., Woxblom L. (2010) False heartwood in beech *Fagus sylvatica*, birch *Betula pendula*, *B. papyrifera* and ash *Fraxinus excelsior* – an overview. Ecological Bulletins 53 (Broadleaved Forests in southern Sweden: management for multiple goals): 63-67
- Johannes A. & Boivin P. (2016) Visual evaluation of soil structure (VESS) at clod scale > Core VESS. Online slide presentation. ETU Zurich. <https://slideplayer.com/slide/12556514/>
- Kallio H. & Ahtonen S. (1987a) Seasonal variations of the sugars in birch sap. Food Chemistry 25: 293-304
- Kallio H. & Ahtonen S. (1987b) Seasonal variations of the acids in birch sap. Food Chemistry 25: 285-292
- Kallio H. (2013) Composition and properties of birch sap and syrup. Presentation to Non-wood forest products health and wellbeing. 12-13 Nov 2013. Prifysgol Turku: Turku, y Ffindir.
- Kallio, H., Ahtonen, S., Raulo, J., & Linko, R. R. (1985). Identification of the sugars and acids in birch sap. Journal of Food Science, 50(1): 266-269
- Kok R., Norris E.R. & Beveridge T. (1978) Production and properties of birch syrup (*Betula populifolia*) Canadian Agricultural Engineering 20: 5-9
- Kūka M., Cakste I., Gersebeka E. (2013) Determination of bioactive compounds and mineral substances in Latvian birch and maple saps. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B, 67(4-5): 437-441
- Kurttila M., Pukkala T., Miina J. (2018) Synergies and trade-offs in the production of NWFPs predicted in Boreal forests. Forests 9: 417
- Lewington A. (2018) Birch. R Reaktion Books Ltd.: Llundain, y DU.
- Łuczaj L., Bilek M., Stawarczyk K. (2014) Sugar content in the sap of birches, hornbeams and maples in southeastern Poland. Central European Journal of Botany 9: 410-416
- Maher K.A.C. (2005) Production and quality of spring sap from Alaskan birch (*Betula neoalaskana* Sargent) in interior Alaska [traethawd ymchwil gradd MSc] Prifysgol Alaska: Fairbanks, UDA.
- Maxwell S. (2022) Forestry Statistics 2022. Chapter 1: Woodland area and planting. Forest Research. Northern Research Station: Roslin, y DU.

- McLeod B.R. (2017) make syrup from birch, walnut and sycamore trees. Mother Earth News Feb/Mar 2017: tudalennau 60-64.
- Miina J., Kurttila M. (2022) A model for the sap yield of birches tapped by citizen scientists. *Silva Fennica* 56(2): 10679
- Mingaila J., Čiuldiene D., Viškelis P., Bartkevičius E., Vilimas V. & Armolaitis K. (2020) The quantity and biochemical composition of sap collected from Silver Birch (*Betula pendula* Roth) trees growing in different soils. *Forests* 11: 365
- Mitchell M. (2007) Birch Sap/Syrup Activity and Lesson Plan.  
[https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/documents/birch\\_syrup\\_lesson.pdf](https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/documents/birch_syrup_lesson.pdf)
- Nevalainen S. (2005) Discolouration of birch after sapping. Akteult fra Skogforskningen, Norsk Institutt for Skogforskning: Joensuu, y Ffindir.
- Nieuwenhuis M., Barrett F. (2002) The growth potential of downy birch (*Betula pubescens* (Ehrh.)) in Ireland. *Forestry* 75(1): 75-87
- O'Geen, A. T. (2013) Soil Water Dynamics. *Nature Education Knowledge* 4(5):9.  
<https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/soil-water-dynamics-103089121/>
- Ozolinčius R., Bareika V., Rubinskienė M., Viškelis P., Mažeika R., Staugaitis G. (2016) Chemical Composition of Silver Birch (*Betula pendula* Roth.) and Downy Birch (*Betula pubescens* Ehrh.) Sap. *Baltic Forestry* 22(2): 222-229
- Patch D. (2004) Trees Bleeding. *Arboricultural Practice Notes (APN)* 8. The Tree Advice Trust Arboricultural Advisory and Information Service: Lloegr, y DU.
- Salo K. (2000) Kaskikoivun mahla virtaa. In: Kolin perintö. Kaskisavusta kansallismaisemaan; Lovén, L., Rainio, H., [Eds.]; Finnish Forest Research Institute & Geological Survey of Finland: Helsinki, Finland; pp. 78–83 [yn Ffineg]
- SEMCOG (2008) Low impact development manual for Michigan: a design guide for implementors and reviewers. Southeast Michigan Council of Governments.
- Shigo A.L. (1984) Tree decay and pruning. *Arboricultural Journal* 8:1-8.
- Skinner, S. (2018) The How to Guide 2018: Birch syrup sugar shack operation non-timber forest product project. Wahkohtowin Development GP Inc.: Ontario, Canada.
- Staniszewski P., Bilek M., Szwerc W., Tomusiak R., Osiak P., Kocjan R., Moskalik T. (2020) The effect of tree age, daily sap volume and date of sap collection on the content of minerals and heavy metals in silver birch (*Betula pendula* Roth) tree sap. *PLoS ONE* 15(12): e0244435
- Stiles W. (undated) EIP scoping: Using birch tree sap to produce syrup. Confidential report for Farming Connect / Menter a Busnes. Sefydliad Gwyddorau Biolegol, Amgylcheddol a Gwledig. Prifysgol Aberystwyth: Aberystwyth, y DU.
- Svanberg I., Šoukand R., Łucjaj Ł., Kalle R., Zyryanova O., Dénes A., Papp N., Nedelcheva A., Šeškauskaitė D., Kołodziejaska-Degórska I., Kolosova V. (2012) Uses of tree saps in northern and eastern parts of Europe. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 81(4): 343-357
- Trummer, L., Malone, T. (2008). Assessment of paper birch trees tapped for sap harvesting near Fairbanks, Alaska. (R10-S&PF-FHP-2008-1) Forest Health Protection Report – Alaska Region. Forest Service USDA: Anchorage, UDA.
- Trummer, L., Malone, T. (2009). Some impacts to paper birch trees tapped for sap harvesting in Alaska (R10-S&PF-FHP-2009-3). Forest Health Protection Report – Alaska Region. Forest Service USDA: Anchorage, UDA.

- Tsen E.W.J., Sitzia T., Webber B.L. (2015) To core, or not to core: the impact of coring on tree health and a best-practice framework for information from living trees. *Biological Reviews* 91: 899-924
- Tschirpke S. (2006) The production of birch sap in Finland. *Wald Holz* 87(4): 43-44
- van den Berg A.K., Iseelhardt M.L., Perkins T.D. (2018) Identifying sustainable practices for tapping and sap collection from birch trees: Optimum timing of tapping initiation and the volume of nonconductive wood associated with taphole wounds. *Agricultural Sciences* 9: 237-246
- van den Berg A.K., Perkins T.D. (2014) A model of the tapping zone. University of Vermont Proctor Maple Research Centre (Accompaniment to UVM:PMRC Tapping Zone Model): Vermont, UDA.
- van Mantgem P.J., Stephenson N.L. (2005) Does coring contribute to tree mortality? *Canadian Journal of Forest Research* 34: 2394-2398
- Walters R.S., Shigo A.L. (1978) Tapholes in sugar maples: what happens in the tree. Forest Service General Technical Report NE-47. Northeastern Forest Experimental Station. Forest Service, USDA: Broomhall, UDA.
- Wawer J., Bilek M. (2017) Simple reverse osmosis apparatus for the concentration of the local birch tree sap. *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* 72(4): 51-67 [ym Mhwyleg]
- Wawer, J., Bilek, M., & Sosnowski, S. (2018) The energy consumption during the birch sap concentration process using reverse osmosis system. *ECONTECHMOD*. 7(1): 151–155
- Weber R.W.S. (2006) On the ecology of fungal consortia of spring sap-flows. *Mycologist* 20: 140-143
- Zajączkowska U., Kaczmarczyk K., Liana J. (2019) Birch sap exudation: influence of tree position in a forest stand on birch sap production, trunk wood anatomy and radial bending strength. *Silva Fennica* 53(2): 10048

## Atodiad 1 Dulliau i ddisgrifio safleoedd a choed

Data coed	EIP 2021-22
-----------	-------------

Rhif y tag	Tag coed alwminiwm â rhifau dilyniannol
Lleoliad GPS	'Waypoint' ar Garmin 78s
Rhywogaethau <i>Betula</i>	Sgorio nodweddion yn y maes ac archwilio samplau o ddail a brigau yn ystod yr haf wedi'r tapio
Nifer y coesynnau fesul coeden	Cyfyngwyd i goed ag un coesyn
Diamedr	Tâp diamedr i'r mm agosaf ar uchder o 1.3m
Uchder coed	Mesurwyd gan ddefnyddio relasgop prism lletem, 15-20m oddi wrth y goeden
Uchder corun byw (m)	Uchder coed – uchder y dail gwyrdd isaf
Uchder y dail gwyrdd isaf (m)	Mesurwyd gan ddefnyddio polyn telesgopig neu â relasgop
Ehangder y canopi (m <sup>2</sup> )	Pellter (m) at y dail gwyrdd pellaf i'r Gogledd, De, Dwyrain a'r Gorllewin o'r boncyff
Cyfaint y canopi (m <sup>3</sup> )	Cyfrifir fel cyfaint elipsoid
Dwysedd y clwstwr yn uniongyrchol o amgylch coeden (m <sup>2</sup> ha)	Ysgubo'r mesurydd onglau o amgylch y goeden
Isdyfiant	Nodiadau
Fflora ar lawr y goedwig	Nodiadau



## Atodiad 2 Protocolau ar gyfer casglu sudd

Bwriedir i'r prosiect a) dreialu gwahanol systemau i brosesu sudd ar y safle i leihau cyfaint y sudd pur a gesglir cyn ei storio mewn oergell i'w ferwi i'w droi yn surop yn ddiweddarach, a. b) ystyried yr effeithiau andwyol posibl ar goed a dapiwyd trwy arsylwi paramedrau iechyd gan gynnwys iechyd coed, adeg y blaguro, twf dail a difrod yn deillio o dyllau tapiau.

Profir tair gwahanol broses

- a) Micro hidlo Osmosis Gwrthdro (RO)
- b) Wrn arlwygo trydanol mawr
- c) Tân yn llosgi coed yn yr awyr agored

Ar gyfer pob system a brofir, dylid prosesu o leiaf 2 swp yn cynnwys 40-50 litr o sudd pur i leihau cynnwys dŵr y sudd a chynyddu ei grynodiad siwgr. Yn dibynnu ar y prosesau a brofir, bydd angen casglu oddeutu 100-280 litr o sudd i wneud hyn. Mae tapio bedw yn flaenorol wedi dangos y gellid sicrhau 200 litr trwy dapio 10-15 o goed. Yn ddelfrydol, ar gyfer mesuriadau iechyd coed, dylai o leiaf 10 o'r rhain fod yn goed sydd heb eu tapio'n flaenorol. Ym mlwyddyn 2, caiff pum coeden newydd eu tapio am y tro cyntaf (yn lle 5 coeden a dapiwyd yn flaenorol ym mlwyddyn un). Felly, yn ddelfrydol, mae angen o leiaf 15 o goed iach >20cm o ran diamedr sydd heb eu tapio'n flaenorol. Yn ychwanegol, dylid dewis 15 o goed iach tebyg eu maint at ddibenion cymharu. Ni chaiff y rhain eu tapio yn ystod cyfnod y prosiect a dylent fod fwy neu lai yn yr un lleoliad â'r coed a gaiff eu tapio.

Os yn bosibl, i ystyried difrod yn sgil staenio posibl / pydredd a achosir gan glwyfau tyllau tapiau, caiff nifer fechan (2- 5) o'r coed a gaiff eu tapio eu cwmpo a'u toriannu yn Hydref 2021.

### Casglu Data

- 1) **GWYBODAETH AM Y COED:** Mae angen i'r holl goed (yn cynnwys y rhai a gaiff eu tapio a'r rhai at ddibenion cymharu) gael eu tagio â rhif unigryw a'u mapio gan ddefnyddio GPS. Bydd mesuriadau megis sgôr coronau, dbh ac ati yn cael eu gan yr ymgynghorwyr technegol (Bryan/Jenny) i sicrhau cysondeb rhwng y safleoedd.
- 2) **COFNODION TAPIO:** Ar ôl dewis a thagio'r coed, dylid cofnodi dyddiad, union leoliad a disgrifiad o'r tapio (gweler y ddalen atodedig)
- 3) **CYNHYRCHU SUDD:** Pan fydd y sudd wedi cychwyn llifon, dylid cofnodi cyfanswm y sudd (cyfaint neu bwysau) o bob coeden ar y dalenni cofnodi a ddarperir. Dylid cofnodi'r % siwgr o bob coeden os yn bosibl hefyd. Hefyd, mae angen cofnodi unrhyw newidiadau o ran lliw'r sudd a hyd y tymor llifo.
- 4) **SYSTEMAU PROSESU:** mae'r hyn sy'n ofynnol ar gyfer pob system yn gofnod o'r canlynol:
  - Yr amser sydd ei angen i gynhyrchu tewsudd o'r sudd
  - Logisteg
  - Costau cynhyrchu – yn enwedig costau tanwydd
  - Ansawdd y cynnyrch, e.e. cyfanswm y cynnwys siwgr, y lliw a'r blas

Dylai'r dalenni cofnodi atodedig gynorthwyo â hyn. Bydd unrhyw brofiadau a geir wrth ddefnyddio'r systemau gwahanol y gellid eu defnyddio i wella eu heffeithlonrwydd yn ddefnyddiol dros ben.

Ar ôl prosesu, dylid oeri'r tewsudd neu'r "lled-surop" a'i storio mewn rhewgell hyd nes y gellir trefnu i gwblhau'r prosesu i gynhyrchu surop bedw.

<b>GWYBODAETH AM GOEDEN</b>			
Safle			# TAG y goden
Rhywogaeth y goeden ( <i>Betula pubescens</i> / <i>B. pendula</i> ):		Cyfeirnod Grid OS) (Waypoint GPS)	
Nodiadau am leoliad y goeden			
Nodiadau ynghylch Ffurf, Canopi ac Iechyd			
DBH (cm)	m oddi wrth y goeden agosaf >10cm dbh		
Llystyfiant yn yr isdyfiant (hyd at 1.5m o ran uchder)		Llystyfiant llawr y goedwig (<30cm o ran uchder)	
Nodiadau eraill			
<b>GWYBODAETH AM Y TAPIAU</b>			
Dyddiad y tap cyntaf		Amser y tap cyntaf	
Wyneb wedd y tap		Dyfnder y tap (cm)	
Uchder y tap (cm)		Ffotograffau?	
Lleoliad y tap (Gogledd, De, Dwyrain, Gorllewin, o dan goeden ayyb)			
System tapiâu			

Nodiadau





NODIADAU:



## Nodiadau ynghylch Systemau Prosesu Tân Llosgi Coed

Enw a # cyfeirio'r system			
Enw'r safle			
Dyddiad defnyddio			
Amser cychwyn		Amser gorffen	
Cyfaint cychwynnol y sudd		Cyfaint terfynol y sudd	
% Siwgr cychwynnol y sudd		% Siwgr derfynol y sudd	
Tymheredd cychwynnol y sudd mewn °C:		Ffotograffau?	
Disgrifiad o'r tanwydd			
Amser	Tanwydd a ddefnyddiwyd (cyfaint neu bwysau safonedig e.e. sawl llond berfa wedi'i phwyso		
CYFANSWM y tanwydd a ddefnyddiwyd			
Amser	Gweithgaredd / Nodiadau		



