

Cyngor Sir Fynwy

## Deddf Rheoli Llifogydd a dŵr 2010

### Adroddiad Ymchwilio Llifogydd Adran 19

# Cil-y-coed

Chwefror 2020

# Cynnwys

---

Rheoli Fersiwn .....	2
1. Crynodeb Gweithredol.....	3
2. Cyflwyniad .....	4
2.1    Diben yr Ymchwiliad .....	4
2.2    Lleoliad y Safle .....	5
2.3    Tystiolaeth Ymchwiliad .....	9
3. Hanes Llifogydd.....	10
3.1 Digwyddiadau Llifogydd Blaenorol.....	10
3.2 Digwyddiad Llifogydd .....	12
3.3 Dadansoddiad Glawiad.....	21
4 Dulliau Llifogydd.....	24
4.1 Llifogydd Afonol .....	24
4.2    Draeniad Tir.....	26
4.3    Draeniad Dŵr Wyneb.....	27
5 Hawliau a Chyfrifoldebau Awdurdodau Rheoli Risg .....	28
5.1 Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol.....	28
5.2 Cyfoeth Naturiol Cymru .....	29
5.3 Cwmni Dŵr/Carthffosiaeth .....	29
5.4 Network Rail .....	29
5.5 Awdurdodau Priffyrrd .....	30
5.6 Perchnogion Glannau Afonydd .....	30
5.7 Preswylwyr a Pherchnogion Eiddo .....	30
6 Pwerau Caniataol Awdurdodau Rheoli Risg .....	31
7 Cynllun Lliniaru Llifogydd/Gwelliannau Draeniad.....	31
8 Casgliad.....	32
9 Argymhellion .....	33
10 Dolenni Defnyddiol a Chysylltiadau .....	34
Atodiad A – Adroddiad Swyddfa'r Met Storm Jorge.....	
Atodiad B – Ffotograffau Draeniad Tir a Dŵr Wyneb .....	
Atodiad C – Monitro Hydrolegol BGS SSSI Gwlypdir Nant Nedern Cyfnod 1 .....	

## Rheoli Fersiwn

<b>Teitl</b>	Cil-y-coed Chwefror 2020
<b>Diben</b>	Adroddiad Ymchwiliad Llifogydd Adran 19
<b>Perchen nog</b>	Priffyrrd a Rheoli Risg Llifogydd
<b>Cymeradwywyd gan</b>	M.Hand (Pennaeth Creu Lleoedd, Tai, Priffyrrd a Llifogydd)
<b>Dyddiad</b>	Mawrth 2021
<b>Rhif Fersiwn</b>	Terfynol
<b>Statws</b>	Materion
<b>Cyfnod Adolygu</b>	D/B
<b>Dyddiad adolygiad nesaf</b>	D/B
<b>Ymgynghoriad</b>	D/B

Fersiwn	Paratowyd gan	Adolygwyd gan	Cymeradwywyd gan	Dyddiad
Terfynol	D J Harris (Peiriannydd Annibynnol)	R. Price (Peiriannydd Prosiect)	M.Hand (Pennaeth Creu Lleoedd, Tai, Priffyrrd a Llifogydd)	Mawrth 2021

## 1. Crynodeb Gweithredol

Yn unol ag Adran 19 Deddf Rheoli Llifogydd a Dŵr 2010 mae'n ddyletswydd ar Gyngor Sir Fynwy fel yr Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol i ymchwilio llifogydd o fewn ei ardal, i'r graddau y mae'n ei ystyried yn angenreidiol neu briodol. Paratowyd yr adroddiad hwn yn benodol ar gyfer diben cyflawni gofynion Adran 19 ac mae'n rhoi adroddiad ffeithiol o'r digwyddiad llifogydd ar 29 Chwefror i 1 Mawrth 2020 yng Nghil-y-coed, Sir Fynwy.

Ar 15 a 16 Chwefror 2020, syrthiodd cyfnod o law trwm yn ystod Storm Dennis, gan achosi llifogydd eang ar draws y Sir. Parhaodd yn gyfnod gwlyb gan bennaf rhwng 16 a 28 Chwefror, pan syrthiodd cyfnod pellach o law trwm ar 28 – 29 Chwefror yn ystod Storm Jorge ar dir oedd eisoes yn ddirlawn gan arwain at lifogydd sylweddol yn nhref Cil-y-coed. Yn seiliedig ar ddata medryddion glaw, dechreuodd y glawiad tua 6.00am ddydd Gwener 28 Chwefror hyd at tua 6.00am ddydd Sadwrn 29 Chwefror, gyda hyd at 62mm o lawiad. O adroddiadau lleol, dechreuodd llifogydd yn ac o amgylch ardaloedd Castell Cil-y-coed, Castle Lea, Jolyons Court, Castle Lodge Crescent a Stad Ddiwydiannol Pont Hafren yn gynnar ar fore dydd Sadwrn 29 Chwefror a pharhaodd i waethyg tan yn hwyr gyda'r nos ar ddydd Sul 1 Mawrth, cyn glirio gan fwyaf erbyn dechrau bore dydd Llun 2 Mawrth.

Sefydlwyd mai prif ddull y llifogydd oedd o Nant Nedern a systemau draeniad dŵr wyneb leol a orlenwodd gan nad oeddent yn medru arllwys i'r cwrs dŵr pan oedd mewn llif. Dynododd yr ymchwiliad y cafodd y sgrin frigau mawr yn yr fewnfa i gwlfert yr M4 yn is na Stad Ddiwydiannol Pont Hafren ei blocio ac na fedrodd Highways England, perchennog yr ased, ei chlirio ar unwaith oherwydd lefel y malurion â'r pwysau dilynol ar y sgrin. Hyn, ynghyd â chyfyngiadau posibl ar lif ar hyd sianel Nant Nedern, oedd prif achosion cronni systemau dŵr wyneb cysylltiol. Digwyddodd llifogydd eang yn ac o amgylch tiroedd Castell Cil-y-coed a Stad Ddiwydiannol Pont Hafren gan effeithio ar nifer fawr o adeiladau a busnesau. Yn ychwanegol, cronnodd carthffos dŵr wyneb Dŵr Cymru a gorlifo drwy orchudd siambr o fewn Castle Lea gan arwain at lifogydd i rwydweithiau ffyrdd yn ogystal â nifer o anheddu a gerddi.

Yn dilyn y digwyddiad llifogydd ymwelodd Swyddogion o Dîm Prifyrdd a Rheoli Risg Llifogydd Cyngor Sir Fynwy â'r lleoliadau yr effeithiodd y llifogydd arnynt a chasglu gwybodaeth ar y digwyddiad gan nifer o breswylwyr a pherchnogion busnes i gael dealltwriaeth o natur y llifogydd. Yn ychwanegol ac oherwydd cyfyngiadau teithio ar y pryd, ysgrifennwyd at yr holl anheddu a busnesau yr effeithiwyd arnynt o fewn a ger cwmpas y llifogydd yn gofyn am wybodaeth ar y digwyddiad. Casglwyd manylion pellach gan gynghorwyr/aelodau etholedig lleol, adroddiadau hanesyddol o ddigwyddiadau llifogydd blaenorol yn yr un lleoliad yn ogystal â gan Cyfoeth Naturiol Cymru, Dŵr Cymru a Highways England sydd, yn ychwanegol â Chyngor Sir Fynwy, yr Awdurdodau Rheoli Risg cysylltiedig. Casglwyd gwybodaeth gefnogi ychwanegol am y patrymau tywydd a'r glawiad adeg y digwyddiad gan Swyddfa'r Met.

## 2. Cyflwyniad

---

### 2.1 Diben yr Ymchwiliad

Ar 28 a 29 Chwefror 2020 effeithiodd digwyddiad tywydd sylweddol ar Sir Fynwy a arweiniodd at lawiad trwm a maith ar draws y sir a dalgylchoedd uchaf llawer o gyrsiau dŵr cyffredin a phrif afonydd, megis Afonydd Wysg, Mynwy a Gwy, yn cynnwys Nant Nedern yng Nghil-y-coed.

Arweiniodd y digwyddiad glawiad trwm at lifogydd sylweddol mewn llawer o ardaloedd ar draws Sir Fynwy, yn arbennig ran deheuol y sir, lle effeithiwyd yn wael ar dref Cil-y-coed. Bydd yr adroddiad hwn yn canolbwytio ar y llifogydd yng Nghil-y-coed.

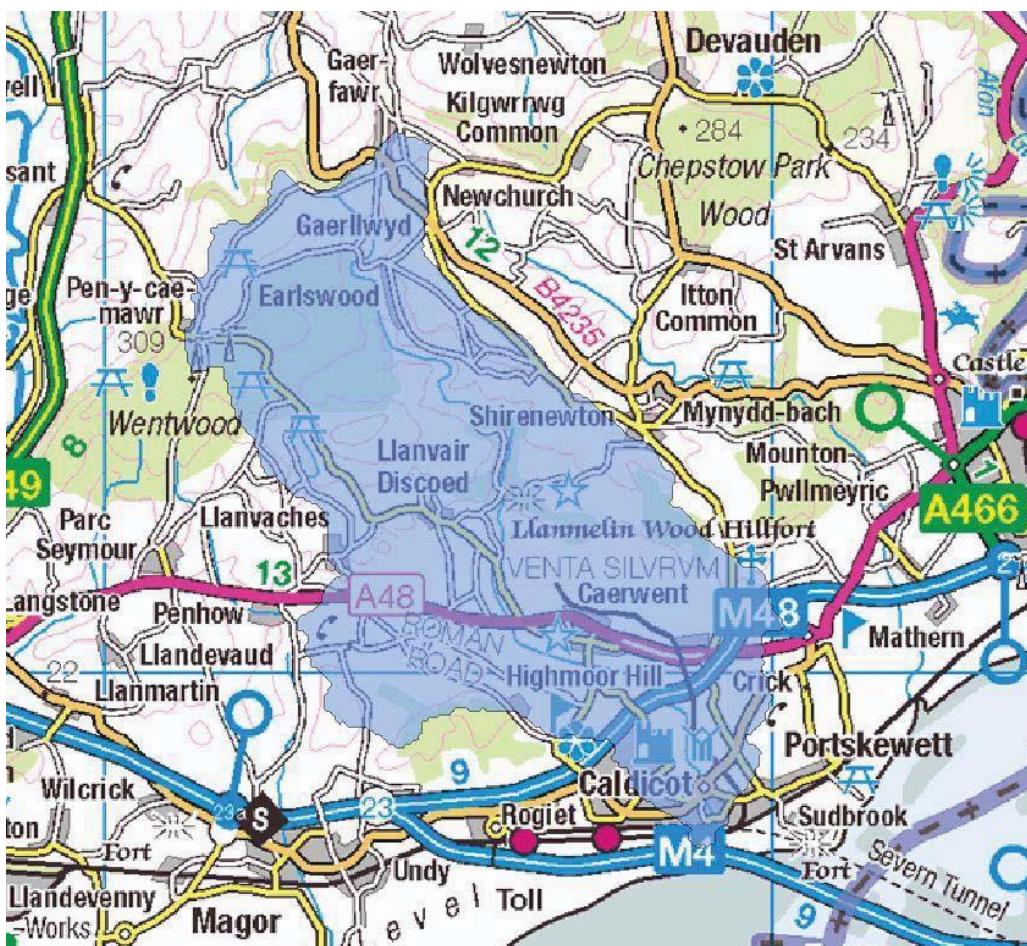
Y rheswm am ymchwiliad Cyngor Sir Fynwy yw mewn ymateb i ddyletswyddau'r awdurdod lleol yng nghyswllt Adran 19 Deddf Rheoli Dŵr a Llifogydd 2010 sy'n dweud:

- (1) Ar ddod i wybod am llifogydd yn ei ardal, mae'n rhaid i Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol, i'r graddau y mae'n ystyried yn angenrheidiol neu briodol, ymchwilio:
  - (a) Pa awdurdodau rheoli risg sydd â swyddogaethau rheoli risg llifogydd perthnasol, a
  - (b) P'un ai yw pob un o'r awdurdodau rheoli risg hynny wedi gweithredu, neu'n cynnig gweithredu, y swyddogaethau hynny yng nghyswllt y llifogydd.
- (2) Lle mae awdurdod yn cynnal ymchwiliad dan is-adran (1) mae'n rhaid iddo:
  - (a) Gyhoeddi canlyniadau ei ymchwiliad, a
  - (b) Hysbysu unrhyw awdurdodau rheoli risg perthnasol.

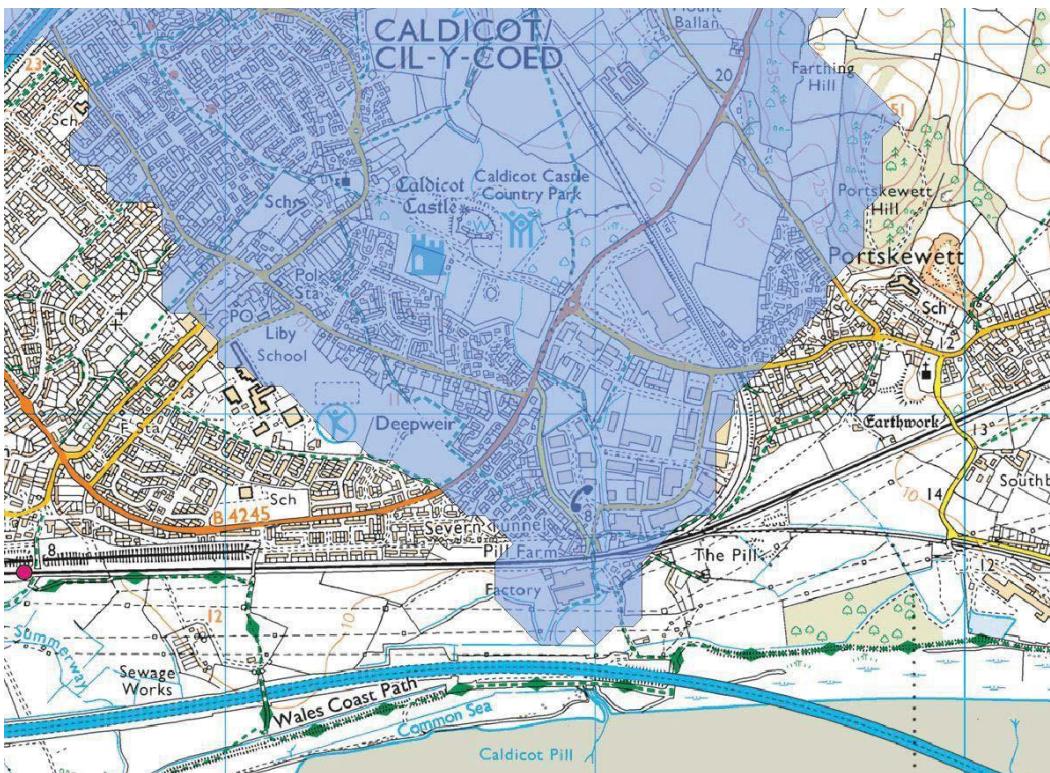
## 2.2 Lleoliad y Safle

Mae tref Cil-y-coed i dde-ddwyrain Sir Fynwy ac mae'n ffinio ar Fôr Hafren yn y de, gyda Chas-gwent tua 5 milltir i'r dwyrain. Mae'r dref yn cynnwys poblogaeth breswyl fawr gyda chanolfan siopa boblogaidd ac ardal fasnachol i'r de ddwyrain. Mae Cil-y-coed mewn lleoliad da gyda'r B4245 yn rhedeg drwy'r dref o'r dwyrain i'r gorllewin ac mae'n agos at yr A48, yr M48 a'r M4 ac mae ganddi orsaф ar reilffordd Casnewydd – Cas-gwent. Mae gorsaf Cyffordd Twnnel Hafren tua 2 filltir i'r gorllewin yn rhoi mynediad ar reilffordd i Gaerdydd, Bryste a Llundain. Y boblogaeth yng Nghymru 2011 oedd 11,200 ac amcangyfrifwyd fod y boblogaeth yn 2018 yn 11,636.

Mae Nant Nedern yn draenio i'r de i Fôr Hafren gyda'i dalgylch i'r gogledd Cil-y-coed, llawer ohono drwy'r tir uchel a elwir yn Goed Gwent. Wrth iddi lifo i'r de, aiff drwy ochr ddwyreiniol Cil-y-coed gyda phentref Porthysgewin ychydig i'r dwyrain. Mae prif ran y dref ei hunan ar ochr orllewinol Nant Nedern, a gaiff ei dosbarthu fel prif afon. Mae'r nant yn parhau i'r de i fôr Hafren lle mae Nant Nedern yn arllwys drwy gwlfert dan draffordd yr M4. Mae sgrin sbwriel ar ben uchaf y cwlfert y medrir ei godi i glirio malurion a drws môr ar ochr isaf y cwlfert (sydd yn ymarferol yn fflap llanw mawr) sy'n diogelu'r nant rhag mewnllif llanw.



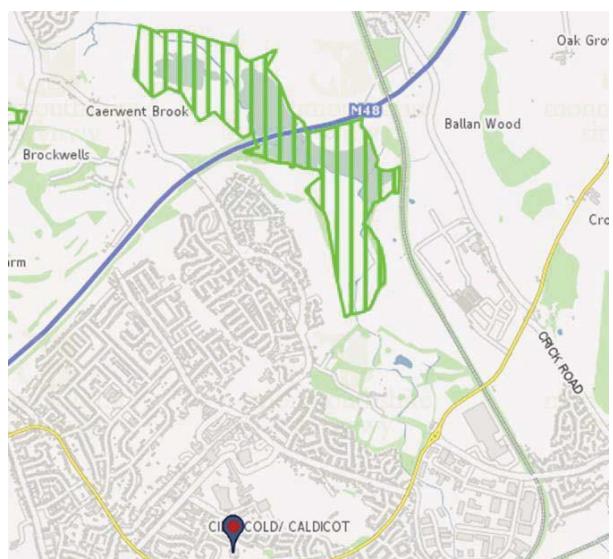
Ffurig 1: Cynllun lleoliad (dangosir dalgylch Nant Nedern mewn glas)



Ffigur 2: Cynllun Lleoliad Cil-y-coed (dangosir dalgylch Nant Nedern mewn glas)

Mae gan Nant Nedern lan o Gil-y-coed ddalgylch o tua 46km<sup>2</sup> ac mae'n bennaf yn wledig ei natur. Mae'r prif lifoedd yn tarddu yn ardal Coed Gwent i'r gogledd a'r gogledd orllewin o Gil-y-coed, lle mae tarddiad Nant Castrogi, a elwir yn Nant Caerwent lle mae'n mynd o amgylch Caerwent ac yna gydag is-nant arall o'r oglesedd orllewin yn dod yn Nant Nedern, gan gasglu is-nentydd bach eraill ar y ffordd. Mae Safle o Ddiddordeb Gwyddonol Arbennig (SSSI) i oglesedd ddwyrain Cil-y-coed a elwir yn SSSI Caerwent. Mae traphont yn cario traffordd yr M48 dros Nant Nedern bron yng nghanol yr SSSI.

Mae'r SSSI yma yn ardal o ddolydd dŵr a chaiff lefelau dŵr yma eu rheoli i gynnal ecoleg y safle. Mae nifer o llyncoyllau yn y galchfaen oddi tano, a elwir yn lleol yn 'drobyllau' lle yn llifoedd diwedd yr haf gall llif y nant ollwng i lawr i'r agennau a gall gysylltu gyda llif y ffynnon fawr a gaiff ei phwmpio allan yn Sudbrook i gadw Twnnel Rheilffordd yr Hafren yn sych. Mewn llifogydd gall yr SSSI weithredu fel cronfa fechan, fod bynnag oherwydd y cyfnod gwlyb iawn yn yr wythnosau cyn y digwyddiad llifogydd, ychydig iawn o storio fyddai wedi bod ar gael. Gall y llyncoyllau hefyd ryddhau llif ar ôl glawiad sylweddol gan ychwanegu at llif dŵr daear sy'n ffurio llawer o lifoedd arferol Nant Nedern.



Ffigur 3: SSSI Caerwent (llinellau g wyrdd)

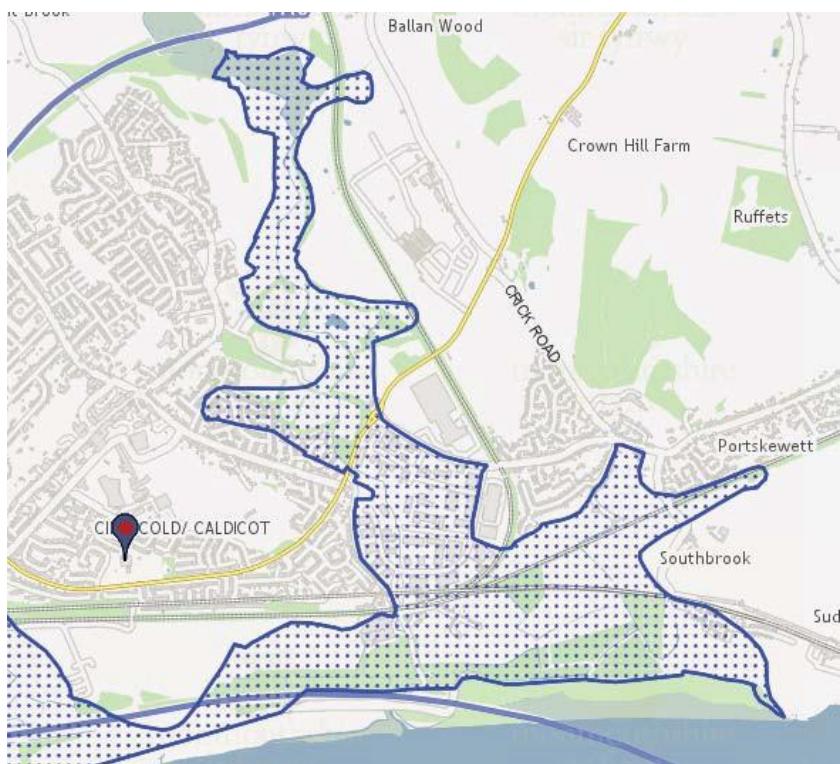
Dynodwyd dau lyncdwll, y ddu ar hyd ymyl gogleddol yr SSSI. yr OSGR ar eu cyfer yw 348163/189925 a 347354/189943. Dangosir ffotograff o un islaw, diolch i Arolwg Ddaearegol Brydeinig. Mae adroddiad eu hastudiaeth o aef 2014/15 ar gael yn Atodiad D. Mae dau ran o'r adroddiad o ddiddordeb yma:

*"Cafodd Nant Nedern ei haddasu'n helaeth yn y gorffennol. Cafodd ei sythu a'i gor-ddyfnhau ac mae'n bennaf yn gweithredu fel draen ar gyfer dŵr daear sy'n arllwys i'w gorlifdiroedd."*

*"Mae llifogydd yn Nant Nedern yn dechrau gyda rhyddhau dŵr daear i'r gorlifdiroedd yn hytrach na llifogydd afonol dros y glannau o Nant Nedern. Mae Nant Nedern wedi ei gorddyfnhau ac mae'n gweithredu'n bennaf fel draen, yn cyfeirio dŵr ymaith o'r gorlifdir. Yn ystod yr astudiaeth, nid oedd unrhyw dystiolaeth mai llifogydd afonol o'r Afon Nedern yn torri ei glannau oedd achos dechreuol y llifogydd". Mae'r llifogydd yma'n cyfeirio at ardal gwlypdir yr SSSI i'r gogledd a lan o Castell Cil-y-coed.*



Dynodwyd Nant Nedern yn brif afon a ddaw o fewn Ardal Draeniad Mewnol Cil-y-coed a Gwynllwg a gaiff ei reoli gan Cyfoeth Naturiol Cymru. Mae ffin yr Ardal yn cynnwys y rhan fwyaf o'r ardal yr effeithiwyd arni yn ystod y digwyddiad llifogydd yma fel y dangosir yn Ffigur 4 islaw. Caiff yr adran dan Draffordd yr M4 ei rheoli gan Highways England gan ei bod yn cydffinio ag Ail Groesfan Hafren, a elwir erbyn hyn yn Bont Tywysog Cymru.

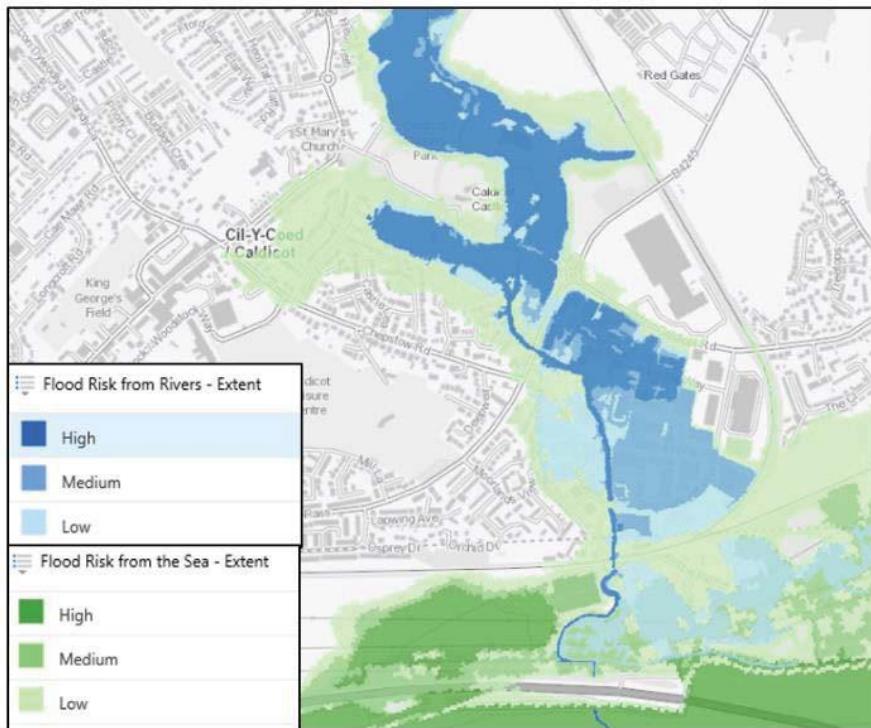


Ffigur 4: Cynllun Lleoliad (dangosir Ardal Draeniad Mewnol Cil-y-coed a Gwynllwg mewn glas)



Ffigur 5: Llun o'r awyr o'r ardaloedd yr effeithiodd y digwyddiad arnynt

Mae mapiau llifogydd Cyfoeth Naturiol Cymru yn dangos bod rhan ddwyreiniol Cil-y-coed mewn risg mawr o llifogydd o Nant Nedern a risg canolig-uchel o llifogydd dŵr wyneb fel y dangosir yn Ffigurau 5 a 6 islaw.



Ffigur 6: Darn o Fap Llifogydd Cyfoeth Naturiol Cymru  
 yn dangos risg llifogydd o afonydd a'r môr



Ffigur 7 – Rhan o Fap Llifogydd Cyfoeth Naturiol Cymru yn dangos  
risg llifogydd o ddŵr wyneb

## 2.3 Tystiolaeth Ymchwiliad

Casglwyd amrywiaeth o dystiolaeth ansodol a meintiol o nifer o ffynonellau i gefnogi'r ymchwiliad, a rhoddir crynodeb islaw:

- Preswylwyr, Perchnogion Busnes a Chyngorwyr Ileol/Aelodau Etholedig – ffotograffau, datganiadau, gohebiaeth ysgrifenedig
- Arolygon – arolygon draeniad ac archwiliadau safle
- Data Swyddfa'r Met – medryddion glaw ac adroddiadau astudiaethau blaenorol
- Cyfoeth Naturiol Cymru – medryddion glaw ac adroddiadau astudiaethau blaenorol
- Dŵr Cymru – camau gweithredu
- Highways England – cofnodion, camau gweithredu a phresenoldeb
- Cyngor Sir Fynwy – medryddion glaw yn Devauden a Penhow, cronfa ddata asedau a Chynllun Rheoli Risg Llifogydd
- Adroddiadau hanesyddol yn ymwneud â llifogydd yng Nghil-y-coed, fel y dangosir yn Adran 3.1 islaw.

## 3. Hanes Llifogydd

---

### 3.1 Digwyddiadau Llifogydd Blaenorol

Mae nifer o ddigwyddiadau llifogydd blaenorol sy'n berthnasol i'r digwyddiad y rhoddir sylw iddynt yn yr adroddiad.

#### 1. Gwahanol Ddigwyddiadau a Gofnodwyd

O'r cofnodion ceisiadau am fagiau tywod a gedwir gan Gyngor Sir Fynwy, roedd digwyddiadau llifogydd ym mis Awst 2006, mis Mehefin a mis Gorffennaf 2007 a mis Awst a mis Medi 2008. Mae'r rhain yn cyd-fynd gyda'r sylwadau gan Asiantaeth yr Amgylchedd Cymru yn eu hadroddiad i Bwyllgor Ardal Glannau Hafren Sir Fynwy ar 13 Mai 2011 y cyfeirir ato islaw.

#### 2. Cyfarfod gydag Asiantaeth yr Amgylchedd Cymru 13 Mai 2011

Roedd cynghorwyr sir lleol yn ardal Cil-y-coed wedi bod yn bryderus am broblemau llygredd yn Nant Nedern yn llifoedd isel yr haf a nifer o ddigwyddiadau llifogydd yn effeithio ar stad Castle Lea. Yn dilyn llifogydd mwy diweddar roedd Dŵr Cymru wedi cynnig rhai gweithiau newydd i wella draeniad dŵr wyneb yn yr ardal. Roedd llawer o'r system dŵr wyneb ar stad Castle Lea yn breifat ac yn annigonol i gludo llif o uwchben y stad i Nant Nedern. Byddai'r system newydd hon yn osgoi'r systemau preifat yn gwasanaethu'r stad.

Rhoddodd Asiantaeth yr Amgylchedd Cymru (bellach Cyfoeth Naturiol Cymru) adroddiad i Bwyllgor Ardal Glannau Hafren Cyngor Sir Fynwy ar 13 Mai 2011 a dynodi y bu llifogydd helaeth yn y gorffennol yn effeithio ar ben dwyreiniol Castle Lea a Jolyons Court. Ymddangosai fod hyn yn deillio o'r gyliau ffordd oedd yn eu tro yn cysylltu gyda system ddraeniad Dŵr Cymru sydd wedyn yn arllwys i Nant Nedern. Bwriedid i'r gwaith arfaethedig gan Dŵr Cymru unioni'r mater hwn. Fe wnaethant hefyd gyfeirio at gyfarfod safle a gawsant gyda phreswylwyr ym mis Awst 2010. Cadarnhaodd Asiantaeth yr Amgylchedd Cymru yn eu hadroddiad hefyd eu bod wedi cynnal cliriad blynnyddol ar Nant Nedern ac wedi cytuno'n ddiweddar i ychwanegu £160m arall am gynnal a chadw at eu rhaglen flynyddol.

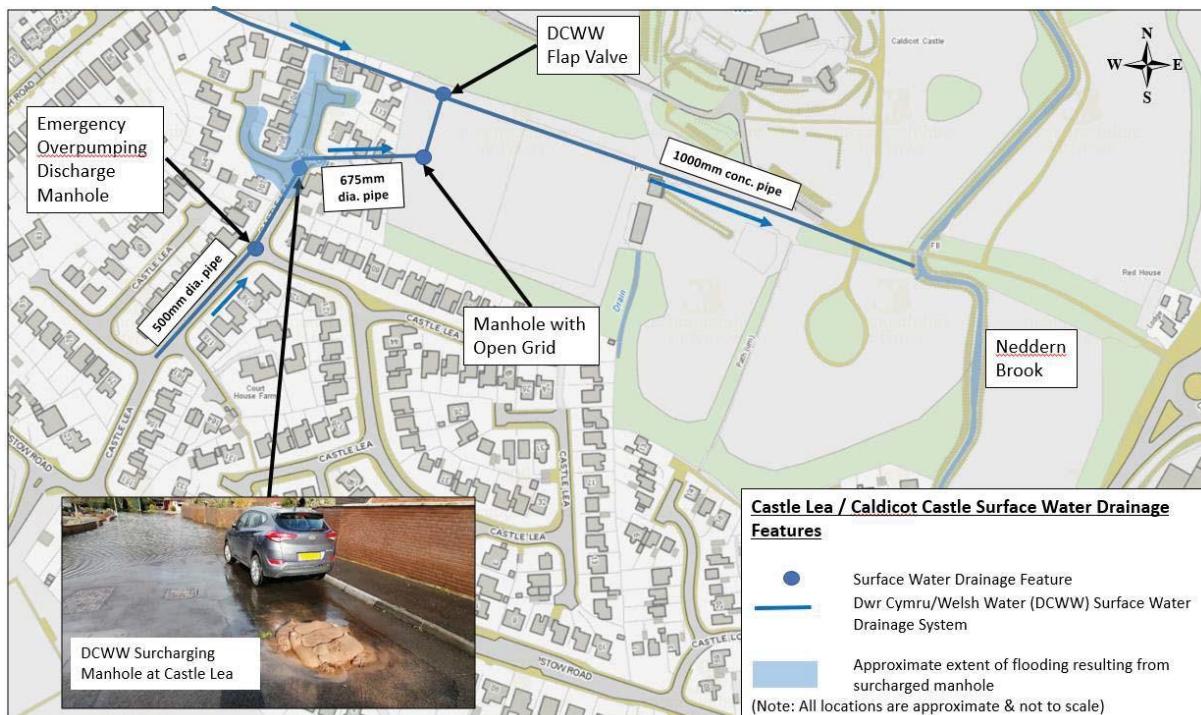
#### 3. Digwyddiad ar 22 Gorffennaf 2011

Bu digwyddiad llifogydd sylweddol ar 22 Gorffennaf 2011 pan effeithiwyd ar tua 30 o anheddu ar stad Castle Lea, Heol Cas-gwent a Castle Lodge Crescent. Digwyddodd hyn ar ôl y gwaith mawr a wnaed gan Dŵr Cymru i lacio'r sefyllfa llifogydd. Ar ôl hynny cynhaliwyd cyfarfod ar 18 Awst 2011 rhwng cynghorwyr sir, Dŵr Cymru a swyddogion y Cyngor. Esboniodd Dŵr Cymru fod nifer o ffactorau wedi achosi'r llifogydd, sef:

- a) bod rhannau o system Dŵr Cymru wedi ei blocio'n rhannol gan saim a malurion sydd wedi eu clirio ers hynny,
- b) bod rhannau o system ddraeniad Castle Lea yn breifat ac mai rhan o'r gwaith mawr fu osgoi'r system hon a mynd â llifoedd yn uniongyrchol i Nant Nedern,

c) roedd preswylwyr yr effeithiodd y llifogydd arnynt wedi galw'r Frigâd Dân oedd wedi mynd ati i bwmpio'r dŵr i ffwrdd drwy arllwys y dŵr i'r system ddraeniad ond mewn camgymeriad wedi cysylltu gyda'r system draeniad aflan. Roedd hyn wedi achosi gorlwytho yn yr orsaф bwmpio carthffosiaeth, gan arwain at gronni a gorlenwi'r system gan achosi i garthffosiaeth aflan gymysgu gyda'r dŵr llifogydd a gwaethygu'r sefyllfa.

Ar ôl hynny dynododd Dŵr Cymru dwll gwaith neilltuol y byddai'n ddiogel i'r frigâd dân ei ddefnyddio mewn unrhyw ddigwyddiadau yn y dyfodol a chytuno hefyd i lanhau'r system leol yn flynyddol i leihau unrhyw gronni pellach.



Ffigur 6: Cynllun dŵr wyneb yn dangos lleoliad twll gwaith ar gyfer pwmpio

#### 4. Digwyddiad ym mis Rhagfyr 2012

Roedd digwyddiad sylweddol arall ym mis Rhagfyr 2012 yn effeithio ar rannau o Castle Lea a'r rhan fwyaf o'r Parc Gwledig o amgylch y Castell – gweler Ffotograff 1 islaw. Deellir bod y llifogydd yn Castle Lea i'r gerddi ac adeiladau allanol ac nid yn fewnol. Yn lleol dywedwyd fod yr achos yn gysylltiedig â drws y môr – sef bod gollyngfa Nant Nedern i Fôr Hafren naill ai ddim yn agor yn iawn neu wedi tagu gan greu croniad sylweddol o lifogydd dŵr mewn ardaloedd uwchben, ond ni cafodd hyn erioed ei wirio.



Ffotograff 1: Yn dangos maint y llifogydd yn y Parc Gwledig Rhagfyr 2012

## 3.2 Digwyddiad Llifogydd

Yn ystod cyfnod gwlyb tu hwnt rhwng mis Hydref 2019 a mis Hydref 2020, tarodd Storm Dennis Sir Fynwy ar 15 a 16 Chwefror gan achosi llifogydd helaeth ar draws y Sir. Effeithiodd llifogydd ar rai anheddu ym mhen gogleddol Castle Lee y credir eu bod yr un adeiladau lle bu llifogydd yn y digwyddiad diweddarach y rhoddir sylw iddo yn yr adroddiad hwn. Ar ddydd Gwener 28 Chwefror cyhoeddwyd Rhybudd Melyn gan Swyddfa'r Met ar gyfer glaw trwm ar gyfer y rhan fwyaf o Gymru gyda rhybudd Oren ar gyfer rhannau o Dde Cymru ac ymyl orllewinol Sir Fynwy.

Dynodwyd Storm Jorge a chyrhaeddodd hyn ar 28 Chwefror gan ychwanegu cyfnod pellach o lawiad trwm ar draws Sir Fynwy. O fedryddion glaw lleol<sup>1</sup> dechreuodd y glaw tua 6.00am ddydd Gwener 28 Chwefror a dod i ben tua 6.00am ddydd Sadwrn 9 Chwefror gyda thua 62mm wedi syrthio yn y cyfnod 24 awr. Cofnododd medrydd glaw Cyfoeth Naturiol Cymru yn Collister ger Gwndy 41mm o lawiad yn ystod yr un cyfnod. Dechreuodd y dŵr ffo wyneb a'r nentydd sy'n tarddu yn ardal Coed Gwent ryddhau a chodi lefelau dŵr yn Nant Nedern, y brif lwybr dŵr ar gyfer yr ardal sy'n mynd drwy Gil-y-coed i arllwys i'r Afon Hafren. Mae gan rannau o'r dalgylch hefyd gydran dŵr daear uchel gan eu bod yn cysylltu gyda'r haenau o galchfaen islaw drwy lyncyllau, mae faint y cyfrannodd dŵr daear at y digwyddiad llifogydd yma yn ansicr. Mewn cyfnodau sych gall llif ostwng lawr i'r galchfaen ond mewn cyfnodau gwlyb iawn gall wagu i'r wyneb ac ychwanegu at lefelau llifogydd. Ddydd Gwener 28 Chwefror dosbarthwyd llwythi o fagiau tywod i Depot Cyngor Sir Fynwy yng Nghil-y-coed i baratoi ar gyfer alwadau am gymorth.

Er i'r glawiad ddod i ben yn gynnar ddydd Sadwrn 29 Chwefror fe wnaeth y llif barhau a daliodd lefelau dŵr Nant Nedern i godi. Ddydd Sadwrn 29 Chwefror dechreuodd Swyddog Dyletswydd allan o oriau Cyngor Sir Fynwy i dderbyn ceisiadau am fagiau tywod drwy gydol diwedd y bore, i ddechrau ar gyfer Castle Lodge Crescent ac yna Castle Lea. Ar

<sup>1</sup> Daeth y data a ddefnyddiwyd o fedryddion glaw agosaf Cyngor Sir Fynwy yn Penhow a Devauden

y cam hwn roedd y llifogydd yn Castle Lodge Crescent yn dod o Nant Nedern. Mae adroddiadau preswylwyr yn sôn am broblemau llifogydd o 9.30am ymlaen. Roedd llifogydd yn Castle Lea yn dod o dwll gwaith oedd yn gorlifo dŵr wyneb a soniodd preswylwyr am broblemau llifogydd o ddiwed y prynhawn ymlaen. Parhaodd galwadau i Gyngor Sir Fynwy am gymorth i'r prynhawn a gyda'r nos ar y dydd Sadwrn ac fe wnaeth y lefelau dŵr barhau i godi. Yn Castle Lea roedd y llifogydd i ddechrau ar ffyrdd y stad ond yna yn ymledu i adeiladau allanol ac yna erbyn yn hwyr gyda'r nos, i mewn i anheddu. Er presenoldeb Swyddogion Cyngor Sir Fynwy yn dosbarthu bagiau tywod a Gwasanaeth Tân ac Achub De Cymru, mae sylwadau am ddosbarthu bagiau tywod yn dweud nad oedd yn bosibl atal y lifodd parhaus o dwll gwaith dŵr wyneb ger cyffordd Jolyons Court a Castle Lea.



Ffotograff 2: Yn dangos y twll gwaith yn gorlifo dŵr wyneb yn Castle Lea, a dynnyd ar 1 Mawrth 2020

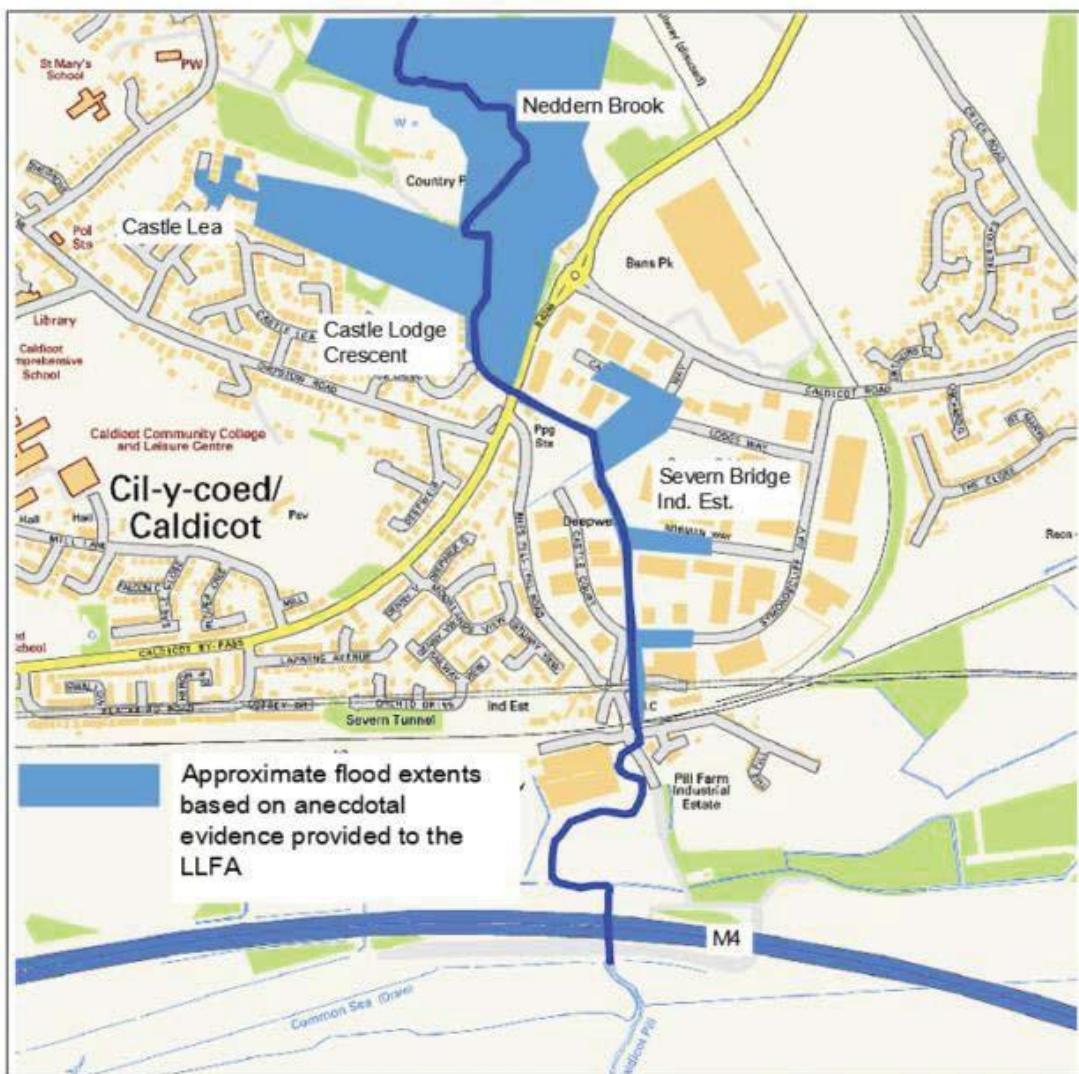
Roedd Gwasanaeth Tân ac Achub De Cymru ar y safle yn Castle Lea, yn ogystal â chyngorydd sir lleol tan yn hwyr i'r nos Sadwrn ond dywed adroddiadau nad oedd fawr y gallai'r rhai oedd yn bresennol ei wneud wrth i'r gorlifo o'r systemau dŵr wyneb barhau. Digwyddodd hyn gan na allent arllwys i Nant Nedern oherwydd ei lefelau llifogydd.



Ffotograff 3: Yn dangos maint llifogydd yn Castle Lea a Jolyons Court, a dynnyd ar 1 Mawrth 2020.



Llun 4: Yn dangos maint y llifogydd yn Castle Lea, a dynnwyd ar 1 Mawrth 2020

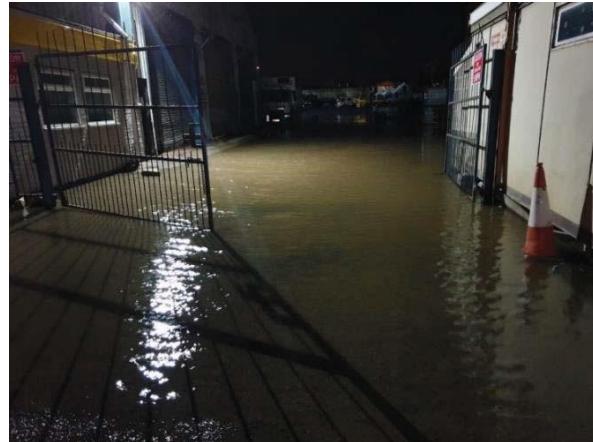


Ffigur 9: Amcan o faint y llifogydd, seiliedig ar wybodaeth a roddwyd i'r Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol

Parhaodd y galw am fagiau tywod drwy gydol nos Sadwrn ac i fewn i fore Sul 1 Mawrth gyda dosbarthu a chymorth ar gael o Depot Cyngor Sir Fynwy yng Nghil-y-coed. Cafodd mwy o fagiau tywod eu dosbarthu i Depot Cil-y-coed tua 5.00am ddydd Sul 1 Mawrth i ddiwallu anghenion lleol.

Roedd lefelau dŵr yn parhau'n uchel ddydd Sul 1 Mawrth a roedd rhannau o'r Parc Gwledig ac ardaloedd o amgylch y Castell dan ddŵr, dros fetr o ddynader mewn rhannau. Roedd swyddogion a chyngorwyr o Gyngor Sir Fynwy ar y safle i gynorthwyo preswylwyr, ynghyd â chyrff eraill yn cynnwys Cyfoeth Naturiol Cymru a Gwasanaeth Tân ac Achub De Cymru, ac yn ddiweddarach Highways England. Roedd Dŵr Cymru yn cymryd rhan ond ni fuont yn bresennol ar y safle.

Siaradodd Cyngor Sir Fynwy gyda phreswylwyr a gafodd llifogydd yn eu catrefi gan roi cyngor a chefnogaeth lle'n bosibl a chymryd manylion o faint, dyfnader y llifogydd ac yn y blaen. Galloedd Swyddogion Cyngor Sir Fynwy ganfod bod llifogydd mewnol mewn pedair annedd yn Castle Lea ac un yn Castle Lodge Crescent gyda nifer o anheddua eraill â gerddi ac adeiladau allanol ac ati dan ddŵr. Sefydlwyd hefyd fod llifogydd mewnol mewn chwech adeilad masnachol ar Stad Ddiwydiannol Pont Hafren a ddaeth o Nant Nedern yn ogystal â llifogydd yn y ffyrdd mynediad. Effeithiodd y llifogydd yn ddifrifol ar un adeilad masnachol gyda difrod i beiriannau ac offer. Roedd llifogydd ar y ffyrdd hefyd wedi effeithio ar fynediad i Castle Way, rhannau o Norman Way, Lodge Way, Symondscliffe Way ac ardal yn y Pill. roedd hefyd bryderon am ddŵr llifogydd wedi cymysgu gydag olew yn y stad ddiwydiannol.



Fotograff 5 (ar y chwith) yn dangos peth o'r llifogydd yn yr ardal fasnachol ar noswaith 29 Chwefror 2020

Fotograff 6 (ar y dde) yn dangos y llifogydd yn yr ardal fasnachol ar noswaith 29 Chwefror 2020 Diolch i Adferiad Cil-y-coed

Roedd Cyfoeth Naturiol Cymru ar y safle o tua 10.15am ddydd Sul 1 Mawrth a dynodi bod y sgrin frigau wrth y fynediad i'r cwl fert dan Draffordd yr M4 yn llawn malurion. Fe wnaethant ffonio Highways England tua 10.45am i ofyn iddynt drin y sgrin frigau orlawn. Mae'r sgrin frigau, y cwl fert a'r drws môr yn gyfrifoldeb Highways England gan eu bod yn gysylltiedig gydag Ail Groesfan yr Hafren. Dywedodd Highways England iddynt dderbyn galwad tua 11am ac i'w Huwch Reolwr Gweithrediadau gyrraedd y safle am ganol-dydd, ac iddo nodi fod y sgrin wedi ei blocio gan ysgyrion, yn bennaf gan frwyn. Ystyriodd nad oedd y dŵr yn y ffos ddraenio yn ddim byd allan o'r cyffredin ar yr adeg honno o'r flwyddyn ond trefnodd i dîm fynychu ac yna gadawodd y safle. Ni chafwyd unrhyw gofnodion y bu'r tîm hwn ar y safle.



Ffurig 10: Ffotograff o'r awyr (2010) o'r cwl fert dan draffordd yr M4

Dychwelodd Uwch Reolwr Gweithrediadau Highways England am 4pm ac esbonio wrth nifer o gynrychiolwyr safle oedd bellach ar y safle na fedrent godi'r sgrin ar gyfer clirio oherwydd y pwysau dŵr ar y sgrin. Byddai angen iddynt aros am y llanw uchel nesaf er mwyn cydbwys o pwysedd dŵr, Serch hynny, galwodd yr Uwch Reolwr Gweithrediadau am i Weithiwr mewn Gofal/Rigiwr o Highways England ymuno ag ef a gwnaethant ymgais i glirio rhai o'r malurion gyda llaw er mwyn llacio'r pwysedd dŵr. Methodd ymgais i godi'r sgrin tua 6.30pm wrth i'r pŵer i'r modur gael ei dorri. Bu Trydanwr o Highways England yn bresennol ac adfer y pŵer ond roeddent yn dal i fethu codi'r sgrin a pharhaodd clirio â llaw tan tua 10pm. Yna daeth staff Highways England oedd ar y safle gyda rhai liffiau tynnu â llaw o'u depot a tua 1am ddydd Llun 2 Mawrth gallasant yn y diwedd godi'r sgrin a bu gostyngiad sylweddol yn y dŵr. Ar ôl clirio'r malurion o'r sgrin cafodd ei rhoi yn ôl yn ei lle. Fe wnaeth y sgrin unwaith eto ddal malurion a chodwyd y sgrin eto, y tro hwn gyda modur tua 1.30am ddydd Mawrth 2 Mawrth a chliriwyd y malurion.

O gofnodion cynnal a chadw Highways England, cariwyd gwiriad llawn ar y sgrin a'r modur ym mis Ionawr 2020 fel rhan o'u hymweliadau tri misol ac roedd y cyfan yn foddaol. Gwnaed ymweliad pellach ar 3 Chwefror ac fe wnaethant nodi fod y clirio brwyn gan Cyfoeth Naturiol Cymru wedi gadael y dyfrffyrdd yn glir a bod y sgrin yn glir. Nid oes unrhyw gofnodion pellach am bresenoldeb tan ddiwrnod y llifogydd..

Dywed adroddiadau lleol fod yr ardaloedd lle bu llifogydd wedi clirio erbyn oriau bach dydd Llun 2 Mawrth, gan gadarnhau adroddiadau Highways England.

Yn ogystal â'r cyfyngiad ar y llif a achoswyd gan y blociad yn sgrin Highways England, mae adroddiadau lleol wedi awgrymu fod tyfiant gormodol a lefelau gwrthdro uwch rhwng tiroedd y Castell a chwl fert yr M4 wedi gostwng capasiti y sianel dros gyfnod ac yn cyfyngu'r llif ymhellach. Dylid ystyried cynnal asesiad manwl o gapasiti'r sianel, lefelau gwrthdro a strwythurau ar ei hyd i ddynodi unrhyw gyfyngiadau sylweddol i'r llif ar hyd y darn yma o Nant Nedern.



**Ffotograff 7: Yn dangos maint y llifogydd yn Castle Lea yn edrych o'r de o Jolyons Court a dynnyd ar 1 Mawrth 2020**



**Ffotograff 8: Yn dangos maint y llifogydd yn Castle Lea yn edrych i'r gogledd o Jolyons Court, a dynnyd ar 1 Mawrth 2020.**

Yn ddilynol bu staff Cyngor Sir Fynwy ar y safle i gynorthwyo preswylwyr a gweithredwyr masnachol i symud eiddo a ddifrodwyd ar gyfer ei daflu a rhoi cyngor ac arweiniad ar sut i symud ymlaen. Cliriodd staff Cyngor Sir Fynwy ffyrdd a draeniau a chlirio malurion a adawyd ar ôl y llifogydd. Symudodd rhai preswylwyr i lety arall nes y medrid atgyweirio eu cartrefi.



Ffotograff 9: Yn dangos maint y llifogydd yn Castle Lea yn edrych i'r gorllewin, a dynnwyd ar 1 Mawrth 2020



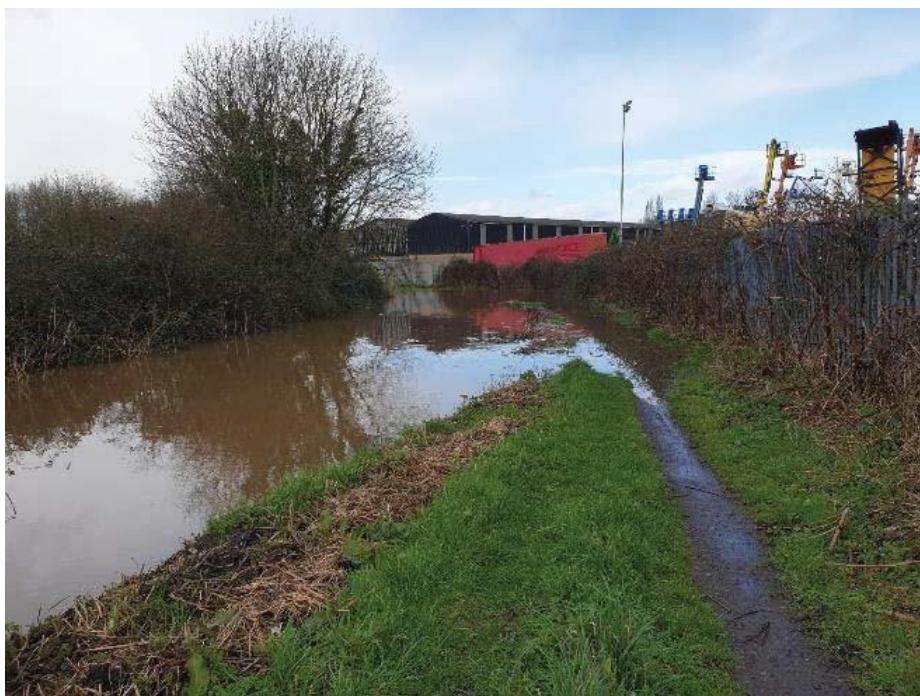
Ffotograff 10: Yn dangos lefelau llifogydd ddydd Sul 1 Mawrth 2020 yn yr ardal fasnachol



Ffotograff 11: Yn dangos lefelau llifogydd ddydd Sul 1 Mawrth 2020 yn yr ardal fasnachol



**Ffotograff 12:** Yn dangos y llifogydd yn Nant Nedern yn edrych i'r gogledd ger y cwl fert dan yr M4.



**Ffotograff 13:** Yn dangos lefel dŵr yn Nant Nedern yn edrych i'r gogledd ddydd Sul 1 Mawrth 2020 ger Symondscliff Way

## 3.3 Dadansoddiad Glawiad

Ar 15 a 16 Chwefror 2020 disgynnodd cyfnod o law trwm yn ystod Storm Dennis, gan achosi llifogydd helaeth ar draws y Sir. Parhaodd yn gyfnod gwlyb gan bennaf rhwng 16 a 28 Chwefror, a syrthiodd cyfnod pellach o law trwm ar 28-29 Chwefror yn ystod Storm Jorge ar dir oedd eisoes yn ddirlawn gan arwain at llifogydd sylweddol yn nhref Cil-y-coed. Yn seiliedig ar ddata medrydd glaw, dechreuodd y glawiad tua 6.00am ddydd Gwener 28 Chwefror hyd at tua 6.00am ddydd Sadwrn 29 Chwefror, gyda hyd at 62mm o lawiad yn seiliedig ar fedryddion Cyngor Sir Fynwy yn Penhow a Devauden, yr agosaf at Gil-y-coed. Cofnododd medrydd glaw Cyfoeth Naturiol Cymru yn Collister ger Gwnyd 41mm o lawiad yn ystod yr un cyfnod. O adroddiadau lleol, dechreuodd llifogydd yn ac o amgylch ardaloedd Castell Cil-y-coed, Castle Lea, Jolyons Court, Castle Lodge Crescent a Stad Ddiwydiannol Pont Hafren yn gynnar ar fore dydd Sadwrn 29 Chwefror a pharhau i gynyddu tan yn hwyr gyda'r nos ddydd Sul 1 Mawrth, cyn clirio'n bennaf erbyn bore cynnar dydd Llun 2 Mawrth.

### Storm Jorge

Storm Jorge oedd y bumed storm a enwyd yn nhymor 2019/2020 a digwyddodd o fewn dwy wythnos yn unig ar ôl y glawiad trwm o Storm Dennis. Enwyd Jorge gan wasanaeth meteoroleg Sbaen a daeth â gwyntoedd cryf a glaw trwm ar draws Prydain o 18 Chwefror i 1 Mawrth.

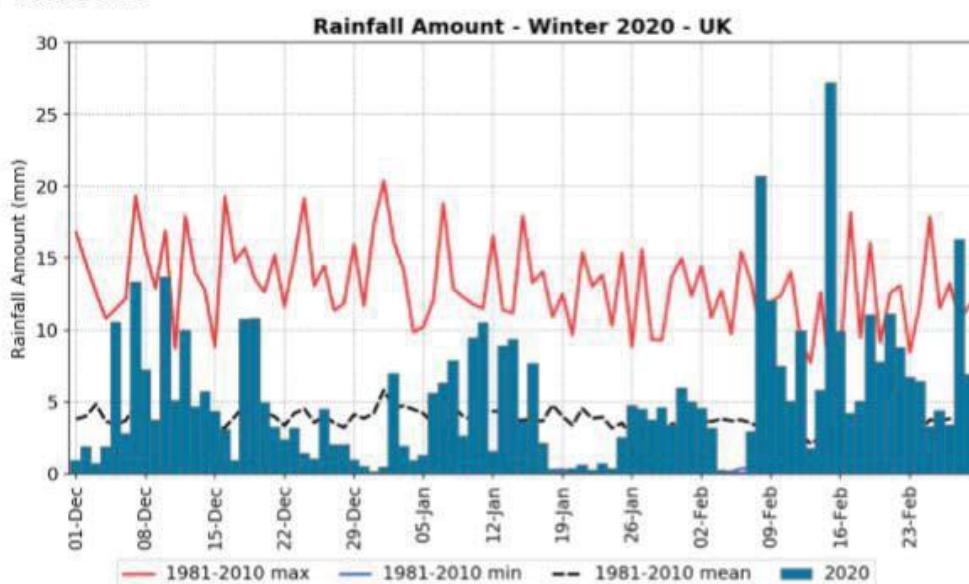
Roedd effeithiau'r tywydd o Storm Jorge yn gyffredinol llai difrifol na stormydd Ciara a Dennis ond fe wnaeth problemau llifogydd barhau yn dilyn y stormydd cynharach hyn ac fel canlyniad i fwy o law syrthio ar dir oedd eisoes yn ddirlawn. Cafodd y rheilffordd rhwng Caerdydd ac Abertawe ei chau ac roedd adroddiadau o fwy o lifogydd lleol. Cafodd yr M4 yng ngorllewin Cymru ei chau oherwydd gwyntoedd cryf. Parhaodd problemau llifogydd o'r mis Chwefror eithriadol o wlyb ar draws rhannau o Brydain.

Mae adroddiad gan Swyddfa'r Met ar Storm Jorge ar gael yn Atodiad A yr adroddiad hwn.

### Data Tywydd

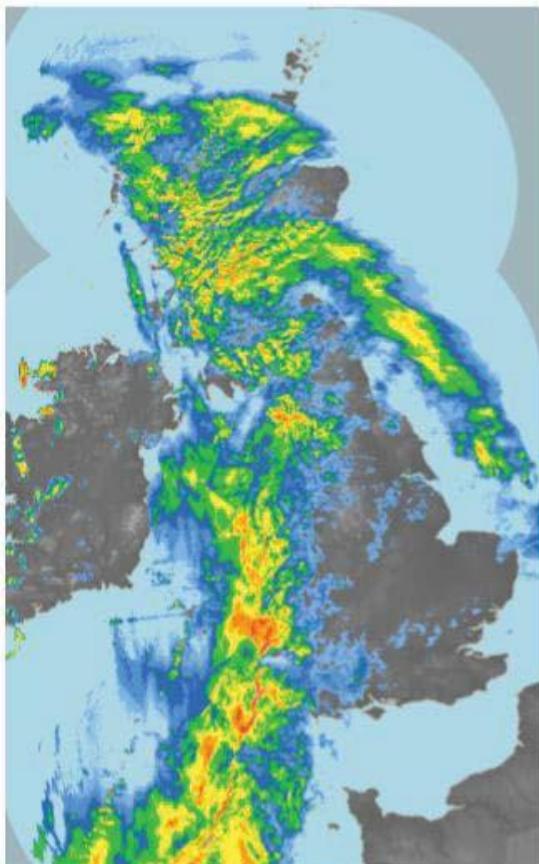
Mae'r siart dadansoddi am 18.00 UTC 29 Chwefror 2020 yn dangos bod canol storm Jorge i orllewin yr Alban.

Mae'r siart islaw'n dangos cyfansymiau glawiad cyfartalog yn y Deyrnas Unedig ar gyfer pob diwrnod o aeaf 2020 (Rhagfyr 2019 i Chwefror 2020 cynhwysol), gan ddangos natur barhaol wlyb y tywydd o ddechrau mis Chwefror ymlaen, gyda'r tri brig yn gysylltiedig gyda'r tair storm a enwyd.



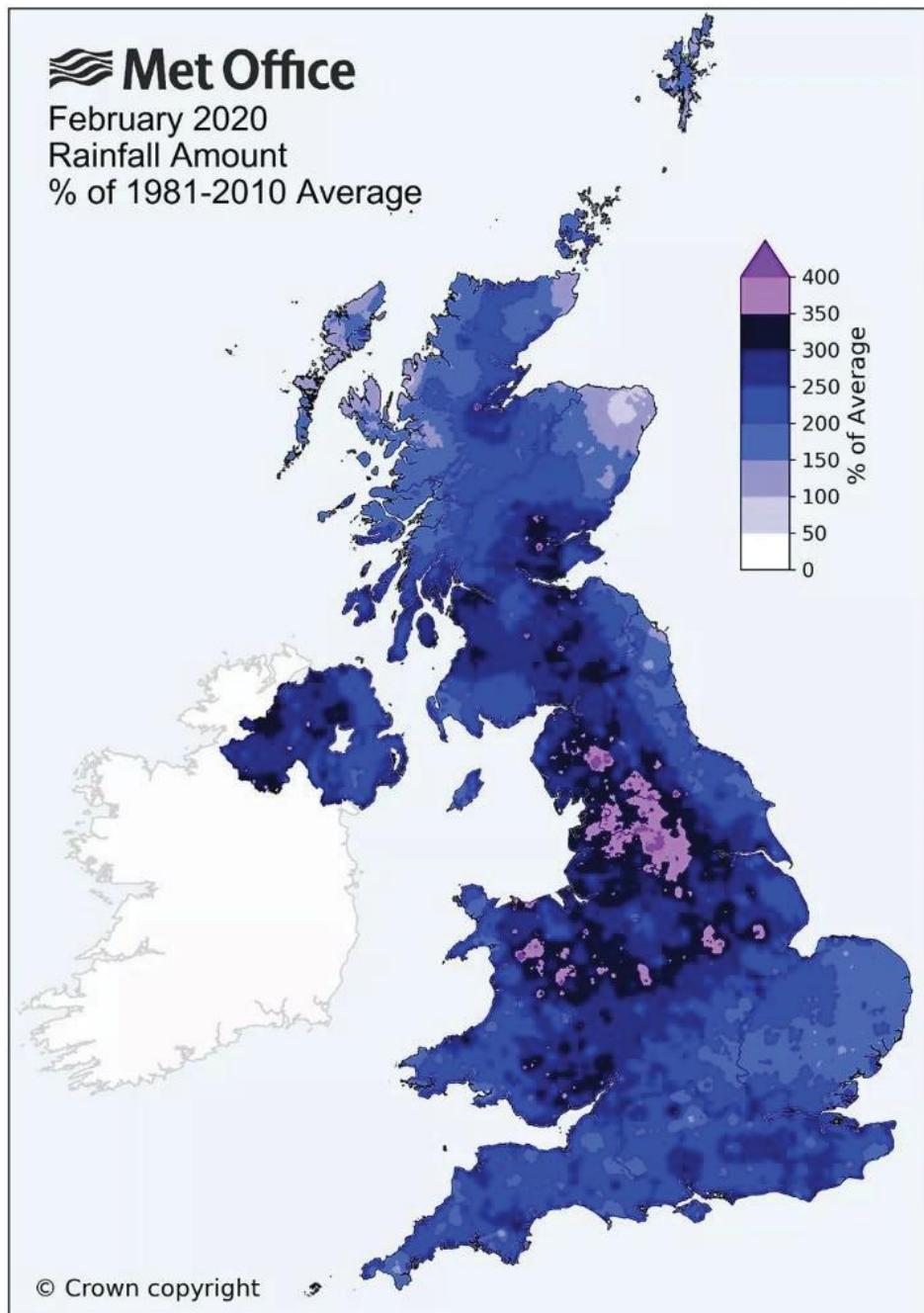
Ffigur 11: Data Glawiad Swyddfa'r Met Rhagfyr 2019 i Chwefror 2020. Mae hyn hefyd yn dangos cyfansymiau glawiad dyddiol drwy Chwefror 2020, gyda dyddiau neilltuol o wlyb o Ciara (8fed), Dennis (15fed) a Jorge (28ain)

Mae'r delweddau radar glaw am 0230 UTC 29 Chwefror 2020 yn dangos glaw trwm o ffryntiau'n gysylltiedig gyda Jorge yn ysgubo ar draws y Deyrnas Unedig cyn y gwyntoedd cryfaf, gyda'r tywydd gwlypaf ar draws ardaloedd ucheldir gorllewinol Lloegr a Chymru a dros 50 mm yn syrthio ar draws yr ardaloedd hyn.



Ffigur 12: Delwedd radar glaw o Swyddfa'r Met

Roedd cyfanswm darpariaethol glawiad y Deyrnas Unedig ar gyfer Chwefror 2020 yn 209.1mm, 237% o gyfartaledd 1981-2010. Hwn oedd mis Chwefror gwlypaf y Deyrnas Unedig a'r mis calendr pumed wlypaf ar gofnod mewn cyfres o 1862. Hwn hefyd oedd y mis Chwefror gwlypaf yng nghyfres dyddodiad faith Lloegr a Chymru a gynhaliwyd ers 1766. Mae'r map islaw'n dangos cyfansymiau glawiad y Deyrnas Unedig ar gyfer Chwefror 2020 fel canran o gyfartalog hirdymor Chwefror 1981-2010. Derbyniodd y rhan fwyaf o'r Deyrnas Unedig dros ddwywaith y glawiad cyfartalog misol, gyda thair gwaith y cyfartalog yn disgyn yn weddol eang ac yn lleol hyd at bedair gwaith y glawiad cyfartalog ar draws rhannau o dde ardal y Pennines.



Ffigur 13: Yn dangos cyfanswm glawiad Chwefror 2020

## 4. Dulliau Llifogydd

### 4.1 Llifogydd Afonol

Mae gan Nant Nedern uwchben Cil-y-coed ddalgylch o tua 46km<sup>2</sup> ac mae'n bennaf wledig. Mae tarddiad y prif lif yn ardal Coed Gwent i'r gogledd a'r gogledd orllewin o Gil-y-coed lle mae Nant Castrogi yn tarddu. Caiff ei hadnabod fel Nant Caerwent lle mae'n pasio o amgylch Caerwent ac yna'n ymuno gydag is-nant ddienw o'r gogledd orllewin yn dod yn Nant Nedern, gan gasglu mwy o is-nentydd bach ar ei ffordd i'r de.

Wrth iddi fynd i gyfeiriad y de, mae'n pasio drwy ochr ddwyreiniol y dref gyda phentref Porthysgewin ychydig i'w dwyraint. Mae prif ran y dref ei hun ar ochr orllewinol Nant Nedern. Mae'r nant yn parhau i'r de i aber Afon Hafren lle mae Nant Nedern yn arllwys drwy gwlfert dan draffordd yr M4. Mae sgrin frigau ar ochr uchaf y cwlfert y gellir ei chodi i glirio malurion a drws môr (fflap llanw mawr) sy'n atal llif llanw yn ôl i'r nant. Caiff Nant Nedern ei dosbarthu fel Prif Afon a Cyfoeth Naturiol Cymru sy'n gyfrifol amdani. Wrth i'r nant deithio i'r de mae hefyd yn mynd mewn i Ardal Ddraeniad Mewnol Cil-y-coed a Gwynllwg. Cyfoeth Naturiol Cymru sy'n awr yn gyfrifol am yr Ardal Ddraeniad ond caiff ei rheoli gyda Phwyllgor Cydlynw yn cynnwys perchnogion tir lleol, cynghorwyr a chynrychiolwyr eraill perthnasol.

Mae llwybr y nant yn rhedeg ar hyd ochr ddwyreiniol y Parc Gwledig yn agos at y Castell, sydd ar dir uwch, yna'n troi'n agos i ardal breswyl Castle Lodge Crescent, gan fynd dan nifer o bontydd bach. Mae wedyn yn teithio drwy gwlfert dan y B4245 drwy Stad Ddiwydiannol Pont Hafren gyda phont lle mae'n pasio dan Symondscliffe Way i'r Pill lle mae'n mynd mewn cwlfert dan reilffordd Llundain i Dde Cymru ac oddi yno i'r cwlfert dan draffordd yr M4. Mewn llifogydd mae'r nant yn gorlifo dros ei glannau o ogledd y Castell ac o amgylch yr adran drwy ardaloedd tir isel y parc gwledig, yn cynnwys ardal y cae chwarae ger Castle Lee. Mae dŵr wyneb o'r dref ac ardaloedd preswyl yn arllwys i nant Nedern mewn nifer o leoliadau, gyda'r brif garthffos dŵr wyneb yn gollwng i Nant Nedern tua 110 metr i'r gogledd o Castle Lodge Crescent yn OSGR 348671/18860, gan ychwanegu at lif y dalgylch a chynyddu effaith llifogydd y nant. Gan fod arllwysfa'r nant i'r Afon Hafren, aber llanw yma, gall lefelau llanw effeithio ar yr arllwysiad. Mae'r drws môr, fflap llanw mawr, yn atal llif ar yn ôl rhag dod lan y nant ac mewn lefelau llanw sylweddol bydd yn cyfyngu arllwysiadau i'r aber, er mai dim ond am gyfnodau byr fydd hyn. Ar yr achlysur hwn digwyddodd llanw uchel am 10.20pm ddydd Sadwrn 29 ac am 10.40am a 10.55 pm ddydd Sul 1 Mawrth. roedd lefelau llanw nifer o fetrau'n is na lefelau llifogydd yn y cwlfert i fyny'r llif ac ystyriwyd na fyddai hyn wedi cael effaith sylweddol ar lifoedd.

Cynhaliwyd astudiaeth flaenorol gan Atkins ar gyfer Cyfoeth Naturiol Cymru yn 2012 ond roedd yn gyfyngedig. Byddai astudiaeth bellach yn werthfawr tu hwnt wrth wella dealltwriaeth o'r dalgylch, effaith gwahanol strwythurau ar hyd ei llwybr, y rhyngweithio gyda llif llanw yn Aber Hafren, y cysylltiadau dŵr wyneb ac unrhyw botensial ar gyfer gostwng brig llif yn cynnwys unrhyw dechnegau naturiol ar gyfer rheoli llifogydd.



Ffotograff 14: Nant Nedern mewn llifogydd a dynnwyd ddydd Sadwrn 1 Mawrth 2020



Ffotograffau 15, 16, a 17: Staff Highways England wrth y Sgrin frigau ym mis Mawrth 2020 hefyd yn dangos peth o'r malurion



Ffotograff 18: Y sgrin wrth y fynedfa i'r cwlfert dan draffordd yr M4, i'r de o'r ardaloedd masnachol, a dynnwyd ddydd Sul 1 Mawrth 2020

## 4.2 Draeniad Tir

Fel y nodwyd yn flaenorol, mae llawer o'r draeniad tir o fewn Ardal Draeniad Mewnol Cil-y-coed a Gwynllwg, fel y dangosir yn Ffigur 4 uchod. Ymhellach i'r gogledd ar Nant Nedern mae Ardal Diddordeb Gwyddonol Arbennig (SSSI) Caerwent a ddangosir yn Ffigur 3 uchod.

Mae'r SSSI yma yn ardal sylweddol i'r gogledd ddwyrain o Gil-y-coed a adnabyddir fel SSSI Caerwent sydd ar Nant Nedern a hefyd yn ymestyn i'r gogledd a'r de o'r A48 a gaiff ei chludo ar draphont dros yr SSSI. Mae hon yn ardal o ddolydd dŵr a chaiff lefelau dŵr yma eu rheoli i gynnal ecoleg y safle. Mae nifer o lyncdyllau yn y galchfaen oddi tano, a elwir yn lleol yn 'drobyllau' lle yn llifoedd diwedd yr haf gall llif y nant ollwng i lawr i'r agennau a gall gysylltu gyda llif y ffynnon fawr a gaiff ei phwmpio allan yn Sudbrook i gadw Twnnel Rheilffordd yr Hafren yn sych. Mewn llifogydd gall yr SSSI weithredu fel cronfa fechan, fod bynnag oherwydd y cyfnod gwlyb iawn yn yr wythnosau cyn y digwyddiad llifogydd, ychydig iawn o storio fyddai wedi bod ar gael. Gall y lyncdyllau hefyd ryddhau llif ar ôl glawiad sylweddol gan ychwanegu at lif dŵr daear sy'n ffurfio llawer o lifoedd arferol Nant Nedern. .

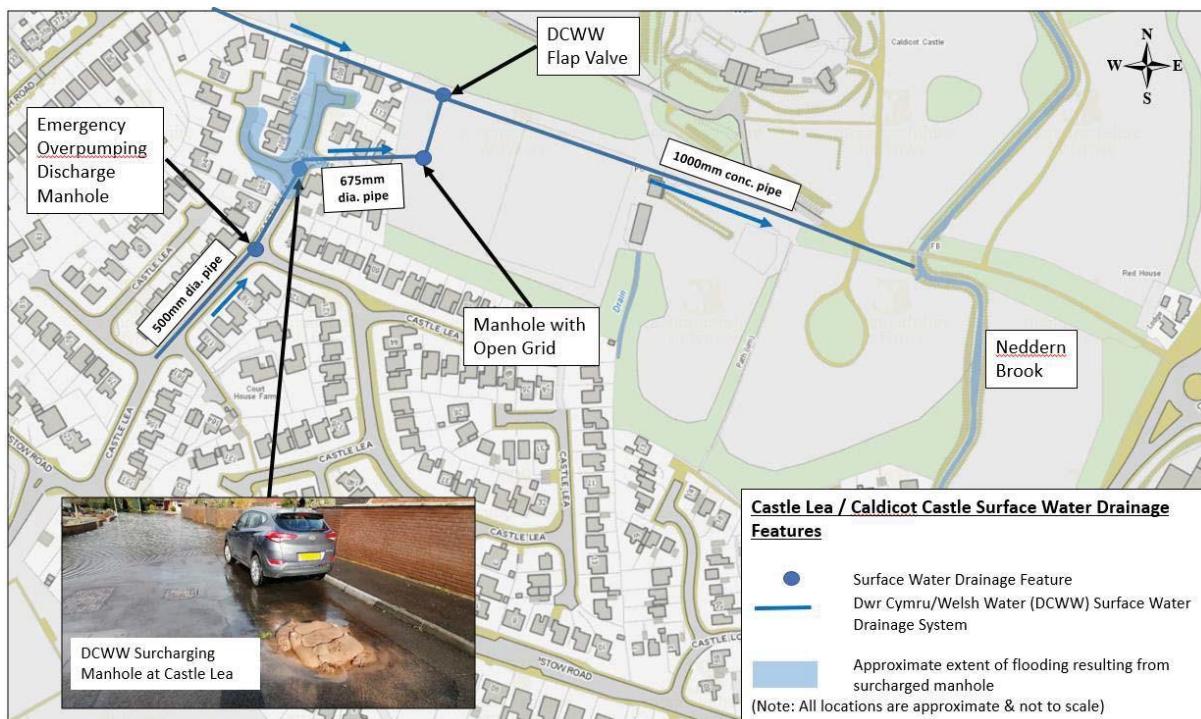
Y perchnogion tir sy'n gyfrifol am gynnal a chadw ffosydd a chyrsiau dŵr eraill a'u cadwn rhydd o falurion.

Atodir copi o astudiaeth yr SSSI gan Gymdeithas Ddaearegol Prydain yn Atodiad C.

## 4.3 Draeniad Dŵr Wyneb

Mae'r systemau draeniad dŵr wyneb yng Nghil-y-coed yn gymysgedd, yn bennaf yn gyfrifoldeb Dŵr Cymru ond gyda rhai systemau draeniad priffyrrd Cyngor Sir Fynwy sy'n cysylltu gyda system Dŵr Cymru. Mae hefyd rai systemau draeniad preifat yn Castle Lea sydd hefyd yn cysylltu gyda systemau Dŵr Cymru. Yn y pen draw mae'r holl systemau'n arllwys i Nant Nedern gyda'r brif olynyngfa i'r nant tua 110 metr i'r gogledd o Castle Lodge Crescent yn OSGR 34876/18836. Mae gan y rhan fwyaf o'r gollyngfeydd fflapiau llanw i atal llif yn ôl o'r Nant. Fodd bynnag unwaith na all y systemau arllwys maent yn cael eu cloi gan y llanw a bydd y systemau yn cronni ac yn gorlenwi. Rhoddyd twll gwaith yn rhan Cae Chwarae y Parc Gwledig gyda grid yn arbennig i ganiatáu gorlenwi ymhellach yn ôl. Yn ystod y digwyddiad hwn gwyddom fod llawer o'r Parc Gwledig dan ddŵr felly byddai arllwysiad o'r systemau dŵr wyneb i Nant Nedern wedi atal. Roedd y twll gwaith a ddynodwyd yn y cae chwarae ei hunan dan ddŵr felly byddai gorlenwi ymhellach yn ôl yn y system sy'n cyfrif am y gorlenwi o'r twll gwaith wrth gyffordd Jolyons Court a Castle Lea. Mae'n bwysig gwirio pob fflap llanw i sicrhau eu bod yn gweithio fel y maent i fod. Gall fod potensial am osod mwy o fflapiau llanw mewn rhannau o'r system ond byddai angen astudiaethau i sicrhau nad oedd hyn yn achosi problemau mewn man arall.

Mae trefniadau tebyg ar Stad Ddiwydiannol Pont Hafren gyda systemau dŵr wyneb yn arllwys i Nant Nedern. Yn seiliedig ar adroddiadau gan berchnogion ac ymweliadau gan swyddogion Cyngor Sir Fynwy fe weithiodd y systemau yn dda yn ystod y glawiad trwm heb achosi unrhyw lifogydd uniongyrchol a dechreuodd llifogydd mewn rhannau o'r stad dros nos 29 Chwefror i 1 Mawrth o Nant Nedern.



Ffigur 14: Cil-y-coed – System draeniad dŵr wyneb Dŵr Cymru yn Castle Lea

# 5 Hawliau a Chyfrifoldebau Awdurdodau Rheoli Risg

## 5.1 Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol

Dan Ddeddf Rheoli Llifogydd a Dŵr 2010, sefydlwyd Cyngor Sir Fynwy fel yr Awdurdod Llifogydd Dŵr Arweiniol (yr ‘Awdurdod Arweiniol’) ar gyfer ei ardal weinyddol.

Yn ôl y diffiniad yn Neddf Rheoli Llifogydd a Dŵr 2010, mae Cyngor Sir Fynwy yn gyfrifol am ‘reoli’ yr hyn a elwir yn ‘risg llifogydd lleol’. Mae hyn yn cynnwys risg llifogydd o gyrsiau dŵr cyffredin, dŵr ffo wyneb a dŵr daear.

Mae awdurdodau lleol bob amser wedi bod â chyfrifoldebau neilltuol am gyrsiau dŵr cyffredin ac yn ymarferol mae'r rhan fwyaf o awdurdodau lleol wedi arwain wrth ddelio gyda digwyddiadau llifogydd dŵr wyneb cyn y newidiadau a gynhwyswyd o fewn Deddf Rheoli Dŵr a Llifogydd 2010.

Mae Deddf Rheoli Llifogydd a Dŵr 2010 yn dodi nifer o ddyletswyddau statudol ar awdurdodau lleol yn eu rôl newydd fel Awdurdodau Arweiniol yn cynnwys:

- Paratoi strategaethau lleol ar gyfer rheoli risg llifogydd;
- Dyletswydd i gydymffurfio gyda'r strategaeth genedlaethol;
- Cydweithredu gydag awdurdodau eraill, yn cynnwys rhannu data;
- Dyletswydd i ymchwilio'r holl llifogydd o fewn ei ardal, i'r graddau y mae'r Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol yn ystyried fod hynny yn angenrheidiol neu'n briodol;
- Dyletswydd i gadw cofrestr o strwythurau a nodweddion sy'n debygol o effeithio ar risg llifogydd;
- Dyletswydd i gyfrannu at ddatblygu cynaliadwy; a
- Phwerau caniatâd ar gyrsiau dŵr cyffredin.

Yn ychwanegol at hyn mae gan bob Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol nifer o'r hyn a elwir yn bwerau caniataol. Mae'r rhain yn bwerau sy'n eu caniatâu i wneud pethau, ond nad ydynt yn eu gorfodi i wneud hynny a maent yn cynnwys:

- Pwerau i ofyn am wybodaeth;
- Pwerau i ddynodi strwythurau neu nodweddion neilltuol sy'n effeithio ar risg llifogydd neu erydiad arfordirol;
- Ehangu pwerau i wneud gwaith i gynnwys camau rheoli risg yn ehangach; a
- Y gallu i achosi llifogydd neu erydiad arfordirol mewn rhai amodau.

O 7 Ionawr 2019 mae'r Awdurdodau Arweiniol yng Nghymru hefyd wedi cymryd rôl Corff Mabwysiadu a Chymeradwyo Systemau Draeniad Cynaliadwy. Yn y rôl yma maent yn gyfrifol am gymeradwyo dyluniad gwreiddiol y Systemau Draeniad Cynaliadwy a mabwysiadu a chynnal a chadw y system orfenedig yn unol â Safonau Cenedlaethol Llywodraeth Cymru ar gyfer Draeniad Cynaliadwy.

Roedd swyddogaethau'r Awdurdod Arweiniol yn ystod ac ar ôl y llifogydd yng Nghil-y-coed yn

- Ymchwiliodd swyddogion y llifogydd dechreuol ac ysgrifennu at bob annedd a busnes yn agos at Nant Nedern yn gofyn am wybodaeth am y digwyddiad llifogydd. Mae ymatebion a gwylbodaeth berthnasol wedi helpu i roi gwylbodaeth ar gyfer yr ymchwiliad a'r adroddiad hwn a gynhyrchwyd yn unol â gofynion Adran 19 y Ddeddf Rheoli Llifogydd a Dŵr.
- Cysylltodd swyddogion gyda phreswylwyr yr oedd y llifogydd wedi effeithio arnynt i gynnig cymorth a chyngor i gynorthwyo'r adferiad yn dilyn y digwyddiad.
- Cydlynodd swyddogion yr ymateb i'r llifogydd gyda'r Gwasanaethau Argyfwng
- Cafodd yr wybodaeth am asedau a gasglwyd yn ystod y llifogydd ei gynnwys yng Nghofrestr Asedau yr Awdurdod Arweiniol

## 5.2 Cyfoeth Naturiol Cymru

Dan Ddeddf Rheoli Llifogydd a Dŵr 2010, Cyfoeth Naturiol Cymru sy'n gyfrifol am reoli risg llifogydd o'r prif afonydd, cronfeydd dŵr a'r môr. Cânt hefyd eu cydnabod fel yr awdurdod rheoli risg arfordirol dan Ddeddf Gwarchodaeth Arfordirol 1949.

Mae eu rôl trosolwg strategol ynglŷn â chael dealltwriaeth Cymru-gyfan o bob ffynhonnell llifogydd, erydiad arfordirol a'r risgiau'n gysylltiedig gyda hynny, ar sail gyson ar draws Cymru i helpu llywio'r RMA a'r cyhoedd.

Lle maent ar gael mae Cyfoeth Naturiol Cymru yn rheoli Ardaloedd Draeniad Mewnol ac yn gyfrifol am gynnal a chadw, gwella a gweithredu systemau draeniad a rheoleiddio cyrsiau dŵr o fewn yr ardal draeniad mewnol. Eu prif rôl yw rheolaeth agos ar lefelau dŵr mewn cyrsiau dŵr neu dan ddaear (dŵr daear) er mwyn gostwng y risg o lifogydd ac ar gyfer cynnal pob defnydd tir a'r amgylchedd. Mae cynllun o'r Ardal Ddraeniad Manwl ar gael yn Ffigur 4 uchod.

Gan y caiff Nant Nedern ei dosbarthu fel prif afon ac yn dod o fewn yr Ardal Draeniad Mewnol, Cyfoeth Naturiol Cymru yw'r Awdurdod Rheoli Risg sy'n gyfrifol am reoli risg llifogydd o'r cwrs dŵr hwn.

## 5.3 Cwmni Dŵr/Carthffosiaeth

Mae ymgymmerwyr carthffosiaeth yn gyfrifol am gynnal y system carthffosiaeth gyhoeddus, yn cynnwys carthffosydd a fabwysiadwyd sy'n cario dŵr ffo wyneb.

Mewn llifogydd, yn aml gall y systemau carthffosiaeth gael eu gorlwytho gyda chymysgedd o ddŵr llifogydd a charthffosiaeth yn arwain at orlifo a llifogydd. Lle'n berthnasol, mae ymgymmerwyr carthffosiaeth yn gyfrifol am symud dŵr wyneb o wynebu anhydraidd drwy eu system carthffosiaeth. Lle mae llifogydd carthffosiaeth cyson a difrifol, mae'n ofynnol i ymgymmerwyr carthffosiaeth drin hyn drwy eu cynlluniau buddsoddiad cyfalaf a gaiff eu rheoleiddio gan Ofwat. I atal mwy o lifogydd, mae'n gyfrifoldeb ar gwmniau dŵr a charthffosiaeth i fonitro'r lefelau, atal systemau carthffosiaeth rhag gorlwytho, gan gynnal a chadw ac atgyweirio pibelli draeniad fel sydd angen. Mae'r ymchwiliad wedi dynodi asedau a seilwaith yn eiddo i Dŵr Cymru a gyfrannodd at y digwyddiad llifogydd drwy orlenwi tyllau gwaith yn Castle Lea, o bosibl yn Castle Lodge Crescent ac ar Stad Ddiwydiannol Pont Hafren. Dangosir cynllun o'r asedau hyn yn Ffigur 14 uchod.

## 5.4 Network Rail

Mae gan Network Rail gyfrifoldeb fel perchennog glannau afon ac mae'n ofynnol iddo gynnal a chadw yn rheolaidd yr holl asedau sy'n achosi risg i lifogydd. Mae Nant Nedern yn mynd o dan y brif rheilffordd rhwng Llundain a De Cymru drwy gwlfert yn y Pill. Nid oes unrhyw dystiolaeth nac adroddiadau am unrhyw broblemau yn y strwythur hwn yn ystod y digwyddiad llifogydd y rhoddir sylw iddo yn yr adroddiad hwn.

## 5.5 Awdurdodau Priffyrd

Mae'r Awdurdod Priffyrd yn gyfrifol am sicrhau fod y briffordd yn glir o rwystrau a bod system ddraeniad sy'n rheoli'r dŵr wyneb sy'n syrthio ar y briffordd.

Cyngor Sir Fynwy yw Awdurdod Priffordd pob priffordd y Sir Fynwy ar wahân i gefnffyrdd a thraffyrdd a gaiff eu rheoli gan Lywodraeth Cymru. Mae Ail Groesiad Hafren (a elwir bellach yn Bont Twysog Cymru) yn awr yn gyfrifoldeb Highways England. Mae hyd a lled cyfrifoldeb Highways England yn cynnwys cwl fert Nant Nedern, ynghyd â'r sgrin i fyny'r llif a'r drws môr i lawr y llif. Mae'r Awdurdodau Priffyrd hefyd yn Awdurdodau Rheoli Risg ynddynt eu hunain yn ôl Deddf Rheoli Llifogydd a Dŵr 2010 ac mae'n rhaid iddynt gydymffurfio gyda holl gyfrifoldebau Awdurdodau Rheoli Risg.

Dan Ddeddf Priffyrd 1980, mae'n ddyletswydd ar yr Awdurdod Priffyrd i gynnal a chadw y briffordd. Mae hyn yn sicrhau fod systemau draeniad dŵr wyneb priffyrd yn glir ac yn rhydd o rwystrau, yn cynnwys unrhyw gyrsiau dŵr a strwythurau sy'n mynd dan y briffordd. Nid oes unrhyw dystiolaeth nac adroddiadau am unrhyw broblemau yn unrhyw un o strwythurau Cyngor Sir Fynwy yn ystod y digwyddiad llifogydd y mae'r adroddiad hwn yn cyfeirio ato.

## 5.6 Perchnogion Glannau Afonydd

Mae perchnogion glannau afonydd, deiliaid cartrefi a pherchnogion busnes yn gyfrifol am gynnal a chadw asedau draeniad preifat ac fel arfer mae'r rhain yn fân ddraeniau, ffosydd, cyrsiau dŵr, pibelli, cwl fertau a phontydd.

Mae perchnogion glannau afonydd yn gyfrifol dan gyfraith gyffredin am gynnal a chadw y tir yn gyffredinol hyd at linell ganol unrhyw gwrs dŵr yn ffinio ar eu heiddo. Mae hyn yn cynnwys cynnal a chadw y gwely, glannau ac unrhyw nodweddiol terfyn e.e. lleiniau gyda thyfiant tebyg i wrychoedd, gyda chlirio arferol ar falurion a/neu rwystrau.

Nid yw hyn yn golygu fod yn rhaid i'r perchnog dynnu pob malurion o'r cwrs dŵr, ond mae'n golygu fod angen i'r perchnog ei gynnal a chadw cyn belled nad yw'n achosi risg neu 'niwsans' i gymydog. Mae'n rhaid i unrhyw waith gan berchennog y tir i addasu'r cwrs dŵr gael ei gytuno i ddechrau gan yr Awdurdod Rheoli Risg perthnasol, Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol neu Gyfoeth Naturiol Cymru.

Mae perchnogion tir yn gyfrifol am ffosydd ac asedau draeniad tir ar eu tir yng Nghil-y-coed gyda phwerau caniataol a chyfrifoldeb ar gyfer y cyrsiau dŵr hynny o fewn yr Ardal Draeniad Mewnol sy'n syrthio ar Cyfoeth Naturiol Cymru.

## 5.7 Preswylwyr a Pherchnogion Eiddo

Mae preswylwyr a pherchnogion eiddo yn gyfrifol am gynnal a chadw a gweithrediad asedau draeniad a phibelli cysylltu a ddaw o fewn eu perchnogaeth. Maent hefyd yn gyfrifol am ddiogelu eu heiddo eu hunain rhag llifogydd. Lle mae'n ddiogel i wneud hynny, dylent gymryd mesurau i'w diogelu eu hunain a'u heiddo rhag llifogydd. Mae gan breswylwyr a pherchnogion eiddo yr hawl i amddiffyn eu heiddo cyhyd nag ydynt yn ddilynol yn cynyddu'r risg o lifogydd i eiddo arall.

## 6 Pwerau Caniataol Awdurdodau Rheoli Risg

Fel yr Awdurdod Rheoli Risg ar gyfer y brif Nant Nedern (Ardal Draeniad Mewnol Cil-y-coed a Gwynllwg), mae gan Cyfoeth Naturiol Cymru bwerau caniataol dan Ddeddf Rheoli Llifogydd a Dŵr 2010 a Deddf Draeniad Tir 1991. Mae'r pwerau hyn yn cynnwys yr hawl i ymgymryd gwaith i sicrhau y caiff cyrsiau dŵr eu cadw'n glir ac yn rhydd o rwystrau i lifo, yn ogystal â hyrwyddo a gweithredu cynlluniau lliniaru llifogydd.

## 7 Cynllun Lliniaru Llifogydd/ Gwelliannau Draeniad

Mae Cil-y-coed yn agos at Fôr Hafren a chafodd yr amddiffynfeydd môr yma eu cynllunio i ymdopi gyda llif arfordirol 1:200 mlynedd. Mae Cynllun Rheoli Traethlin Môr Hafren yn dynodi fod yr adran hon o'r arfordir fel bod dan y polisi "Dal y Llinell" sy'n golygu cynnal sefyllfa bresennol amddiffynfeydd.

Mae gan Nant Nedern lannau a godwyd mewn rhai ardaloedd ond nid oes unrhyw amddiffynfeydd ffurfiol ar gyfer llifogydd o'r nant. Mae llawer o stad Castle Lea, Castle Lodge Crescent, y Stad Ddiwydiannol a'r Parc Gwledig o fewn ardaloedd llif Risg Isel – Uchel a ddangosir ym Mapiau Llifogydd Cyfoeth Naturiol Cymru yn Ffigurau 6 a 7 uchod. Gyda glawiad trymach ac amlder cynyddol digwyddiadau llifogydd a ddisgwylir oherwydd newid hinsawdd, argymhellir y dylid ystyried cynnal asesiad o opsiynau i ostwng risg llifogydd i adeiladau a busnesau yn yr ardal.

Fel yr amlinellir yn Adran 3.1 uchod, mae Dŵr Cymru wedi gwneud gwaith yn flaenorol i ostwng risg llifogydd yn ardal Castle Lea. Fodd bynnag, mae'r broblem yn parhau a dylid ystyried gwaith pellach i atal llifogydd i anheddu yn yr ardal hon.

## 8 Casgliad

---

Dynododd yr ymchwiliad fod y llifogydd a effeithiodd ar Gil-y-coed ddydd Sadwrn 29 Chwefror i ddydd Llun 2 Mawrth yn ganlyniad digwyddiad glawiad maith a sylweddol, gyda'r croniadau mwyaf o law yn syrthio ar dir oedd eisoes yn wlyb rhwng tua 6.00am ar 28 Chwefror i tua 6.00am ar 29 Chwefror fel rhan o Storm Jorge.

Syrthiodd y glaw trwm ar dir oedd eisoes yn ddirlawn, gyda 62mm wedi'i gofnodi yn y cyfnod o 24 awr mewn rhannau o ddalgyrch Nant Nedern. Arweiniodd hyn at gynnydd cyflym yn lefel Nant Nedern a'i his-nentydd o ddydd Gwener 28 Chwefror hyd ddydd Sul 1 Mawrth. Roedd hefyd elfen o lif o ffynonellau dŵr daear sy'n tarddu yn yr ardaloedd i ogledd y dref. Dyma ble mae'r galchfaen waelodol yn gweithredu fel dyfrhaen yn storio dŵr mewn cyfnodau llif isel ac yn arllwys llifoedd drwy lyncdyllau mewn cyfnodau o lifogydd.

Rydym yn rhesymol hyderus i ddod i'r casgliad mai blocio'r sgrin frigau ar gwlfert yr M4, ynghyd â chyfngiadau posibl i'r llif ar hyd sianel Nant Nedern, oedd prif achosion y llifogydd. Arweiniodd hyn at lifogydd mewn rhannau o Stad Ddiwydiannol Pont Hafren, y Parc Gwledig a'r caeau chwarae cyfagos. Mae'r systemau dŵr wyneb yn ardal Castle Lea, yn bennaf o fewn cyfrifoldeb Dŵr Cymru, yn arllwys i Nant Nedern, ond wrth i'r lefelau dŵr yn y nant godi roedd yr arllwysiadau'n methu llifo a chawsant eu cloi gan y llanw. Fe wnaeth hyn wedyn greu gorlenwi ar wahanol fannau yn y system dŵr wyneb yn cynnwys twll gwaith grid yn ardal meysydd chwarae y Parc Gwledig. Yn fwyaf amlwg oedd twll gwaith yn stad Castle Lea ger ei chyffordd gyda Jolyons Court a achosodd lifogydd mewnol i bedair annedd gyfagos. Yn nes lawr yr afon torodd y nant ei glannau gan achosi llifogydd mewnol i annedd yn Castle Lodge Crescent a chwech adeilad masnachol ar Stad Ddiwydiannol Pont Hafren. Roedd llifogydd hefyd mewn rhannau o'r briffyrrd yn Castle Lea, Castle Lodge Crescent, Norman Way, Castle Way, Lodge Way a Symondscliffe Way.

Er fod yr elfen dŵr daear ac arllwysiadau dŵr wyneb i Nant Nedern wedi ychwanegu at y llifogydd, mae pa mor gyflym y gostyngodd lefel y llifogydd unwaith y cafodd y sgrin frigau ei chodi a'i chlirio yn cadarnhau'r casgliad y cafodd y sgrin frigau oedd wedi ei thagu effaith sylweddol ar y lefelau i fyny'r nant. Nodwyd na adroddwyd i Highways England wneud unrhyw ymwiadau rhwng 3 Chwefror a 1 Mawrth, cyfnod pan fu tair storm fawr heb fawr o amheuaeth fod pob un wedi achosi malurion sylweddol fyddai wedi eu dal gan y sgrin frigau.

Mae'r casgliadau o'r adroddiad hwn wedi arwain at restr o gamau gweithredu a argymhellir gan y gwahanol Awdurdodau Rheoli Risg cyfrifol, fel y'u rhestrir islaw.

## 9 Argymhellion

Yn unol ag Adran 19 Deddf Rheoli Dŵr a Llifogydd 2010, fel yr Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol mae Cyngor Sir Fynwy wedi ymchwilio'r llifogydd yma ac wedi dynodi pa Awdurdodau Rheoli Risg sydd â swyddogaethau rheoli risg llifogydd perthnasol. Gwnaed yr argymhellion dilynol fel canlyniad i ganfyddiadau'r ymchwiliad a thrafodaethau gyda phreswylwyr ac Awdurdodau eraill.

Cyfeirnod	Argymhelliaid	Awdurdod(au) Rheoli Risg Cyfrifol
CA01 (Risg Llifogydd)	Dynodi a gweithredu unrhyw newidiadau y gellir eu gwneud i'r sgrin frigau ar Nant Nedern i sicrhau y gellir ei chlirio ar unwaith ar unrhyw amser a heb fod angen aros am lanw uchel neu ganfod offer codi ychwanegol o safle arall. Dylid rhoi ystyriaeth i sgrin awtomatig neu fonitro o bell drwy gamera CCTV. Gall newidiadau o'r fath fod angen cymeradwyaeth gan Cyfoeth Naturiol Cymru (Trwydded Gweithgaredd Risg Llifogydd) a dylid eu trafod gyda Cyngor Sir Fynwy fel Awdurdod Llifogydd Lleol Arweiniol.	Highways England
CA02 (Risg Llifogydd)	Bod Highways England yn adolygu eu cynllun cynnal a chadw i sicrhau y cynhelir ymwelliadau i wirio fod y sgrin frigau yn glir yn ystod ac yn dilyn unrhyw rybuddion am lifogydd mawr ac yn ystod ac ar ôl unrhyw stormydd sylweddol.	Highways England
CA03 (Risg Llifogydd)	Ystyried hyfwedd ychwanegu medrydd neu orsaf medrydd ar Nant Nedern i gynorthwyo gyda rhagolygon a monitro lefelau dŵr gyda system rybuddion llifogydd.	Cyfoeth Naturiol Cymru
CA04 (Diogelu Lleol)	Ystyried yr angen am a lleoliad storfa bagiau tywod o fewn Cil-y-coed y gellir gael mynediad iddi yn ystod llifogydd yn y dyfodol.	Cyngor Sir Fynwy
CA05 (Risg Llifogydd)	Gwirio fod falfiau fflap yn y systemau dŵr wyneb yn gweithio fel y bwriadwyd ac ystyried os gallai fflapiau llanw ychwanegol neu waith arall gynorthwyo i osgoi neu ostwng gorlenwi yn Castle Lea.	Dŵr Cymru
CA06 (Cynllun Llifogydd Cymunedol)	Ystyried y gofyniad am Gynllun Llifogydd Cymunedol aml-asiantaeth i lywio a chynorthwyo'r ymateb argyfwng i ddigwyddiadau llifogydd yn y dyfodol.	Cyfoeth Naturiol Cymru/ Cyngor Sir Fynwy
CA07 (Risg Llifogydd)	Bod Cyfoeth Naturiol Cymru yn adolygu eu Rhaglen Cynnal a Chadw Risg Llifogydd ar y Nedern i ystyried gwaith ychwanegol i glirio tyfiant gan y gall twf brwyn a chrynhoi malurion fod yn sylweddol yn ystod y gwanwyn a'r haf a bod yr holl falurion a brwyn a dorrwyd yn cael eu symud o ardal y nant.	Cyfoeth Naturiol Cymru
CA08 (Risg Llifogydd)	Ystyried cynnal asesiad dechreuel o opsiynau i ostwng risg llifogydd o Nant Nedern gan ddefnyddio Canllawiau Achos Busnes FCERM presennol Llywodraeth Cymru a modelu hydroleg wedi ei ddiweddar. Dylai'r asesiad ystyried yr holl ddalgyrch ac astudiaethau blaenorol, yn ogystal â sut mae Nant Nedern (y brif afon) yn effeithio ar systemau dŵr wyneb lleol yn ystod llifogydd. Dylid ystyried opsiynau naturiol rheoli llifogydd fel rhan o unrhyw asesiad yn y dyfodol.	Cyfoeth Naturiol Cymru/ Cyngor Sir Fynwy/ Dŵr Cymru
CA09 (Draeniad Tir a Dŵr Wyneb)	Cofnodi manylion, perchnogaeth a chyfrifoldeb cynnal a chadw pob nodwedd draeniad tir a sicrhau y caiff nodweddion o'r fath eu cynnal i'r safonau gofynnol	Cyfoeth Naturiol Cymru/ Cyngor Sir Fynwy Highways England

CA10 (Cynnal a Chadw)	Adolygu arferion cynnal a chadw presennol o fewn tiroedd Castell a Pharc Gwledig Cil-y-coed a chytuno ar raglen addas o waith i sicrhau fod Nant Nedern yn rhydd o unrhyw rwystrau i lifo ac i hyrwyddo buddion lluosog.	Cyngor Sir Fynwy/Cyfoeth Naturiol Cymru
-----------------------------	--	---

## 10 Dolenni a Chysylltiadau Defnyddiol

- Tudalennau Llifogydd Cyngor Sir Fynwy:  
[www.monmouthshire.gov.uk/flood-risk-management](http://www.monmouthshire.gov.uk/flood-risk-management)
- Cyfoeth Naturiol Cymru:  
[www.naturalresources.wales/flooding](http://www.naturalresources.wales/flooding)
- Llywodraeth Cymru:  
[www.gov.wales/flooding-coastal-erosion](http://www.gov.wales/flooding-coastal-erosion)
- Blue Pages  
[www.bluepages.org.uk](http://www.bluepages.org.uk)
- Flood Re (Yswiriant):  
[www.floodre.co.uk](http://www.floodre.co.uk)

## Atodiad A – Adroddiad Swyddfa'r Met: Storm Jorge

Nid oes fersiwn Gymraeg o'r adroddiad hwn wedi'i ddarparu gan y Swyddfa Met. Oherwydd hyn mae'r dogfen wreiddiol wedi'i chynnwys isod.

## Storm Jorge

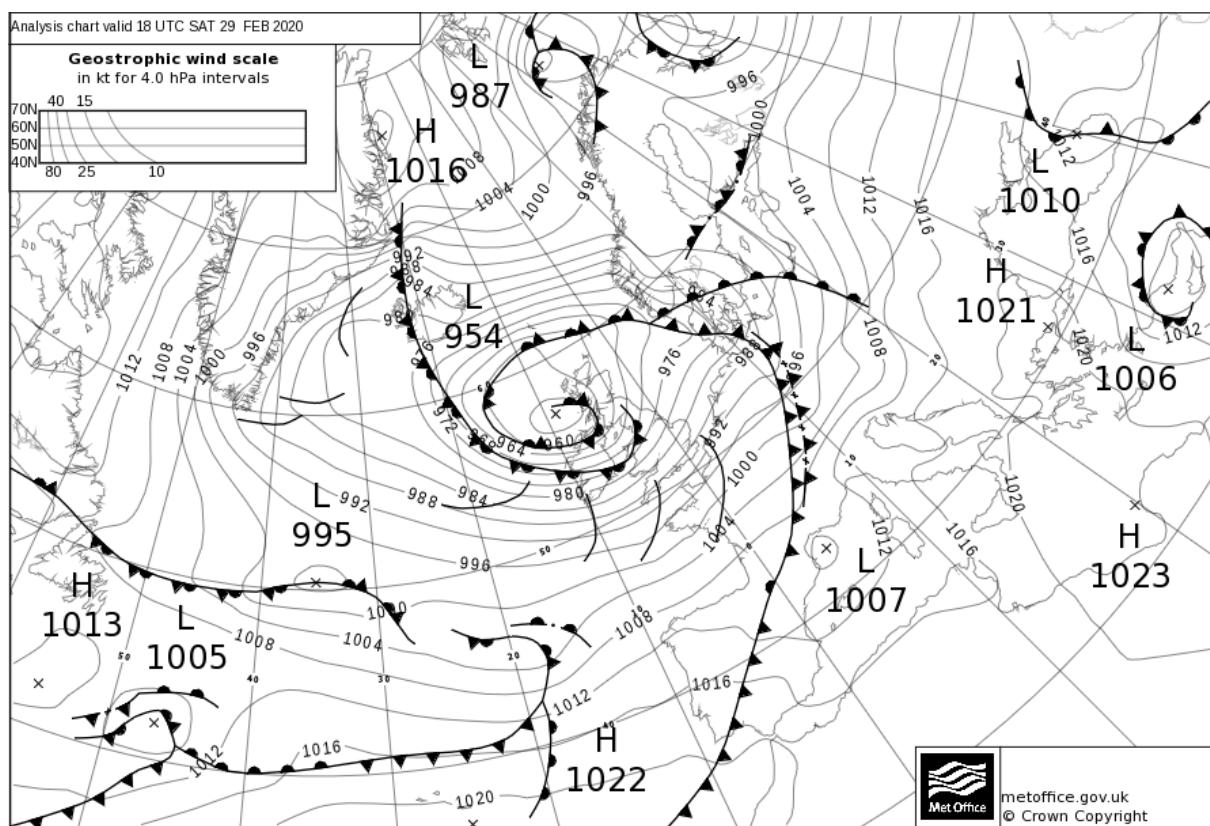
Storm Jorge was the fifth named storm of the 2019/2020 season. Jorge was named by the Spanish meteorological service and brought strong winds and heavy rain across the UK from 28 February to 1 March.

### Impacts

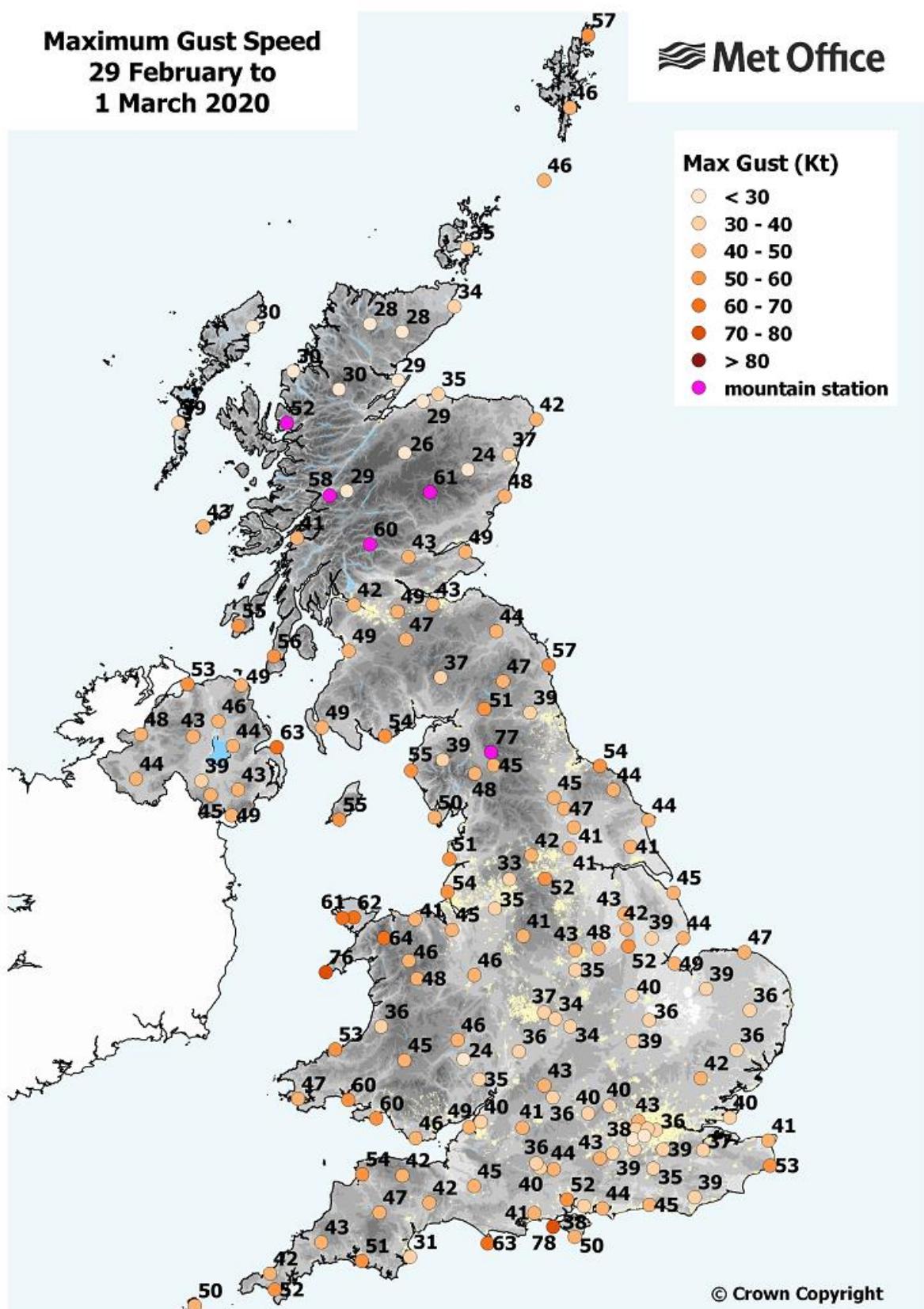
Weather impacts from storm Jorge were in general less severe than from storms Ciara and Dennis, but flooding problems continued in the aftermath of these earlier storms and as a result of further rain falling on already saturated ground. The railway line between Cardiff and Swansea was closed and there were reports of further localised flooding. The M4 in west Wales was closed due to strong winds. Flooding problems from the exceptionally wet February continued across parts of Yorkshire.

### Weather data

The analysis chart at 18 UTC 29 February 2020 shows storm Jorge centred to the west of Scotland.

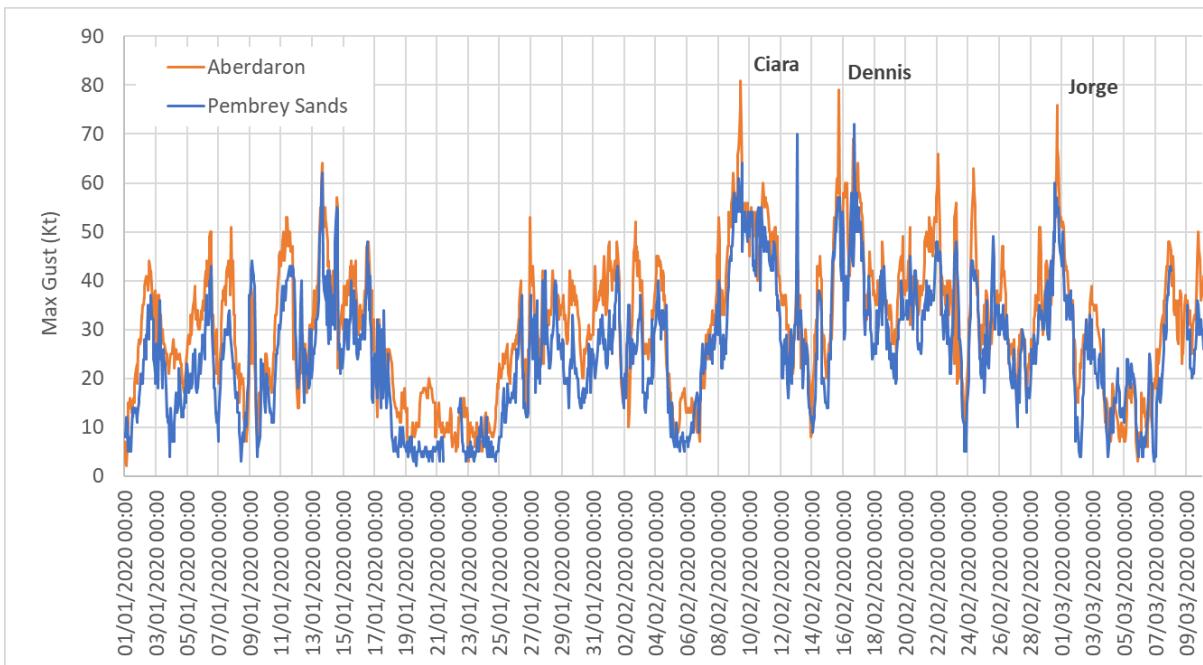


The map below shows maximum gust speeds from storm Jorge. Winds gusted at over 60 Kt (69 mph) around some exposed coastlines. The highest gusts were 78 Kt (90 mph) at Needles Old Battery, Isle of Wight, 76 Kt (87 mph) at Aberdaron, Lleyn Peninsula, 64 Kt (74 mph) at Capel Curig, Conwy and 63 Kt (72 mph) at Orlock Head, County Down and Isle of Portland, Dorset.

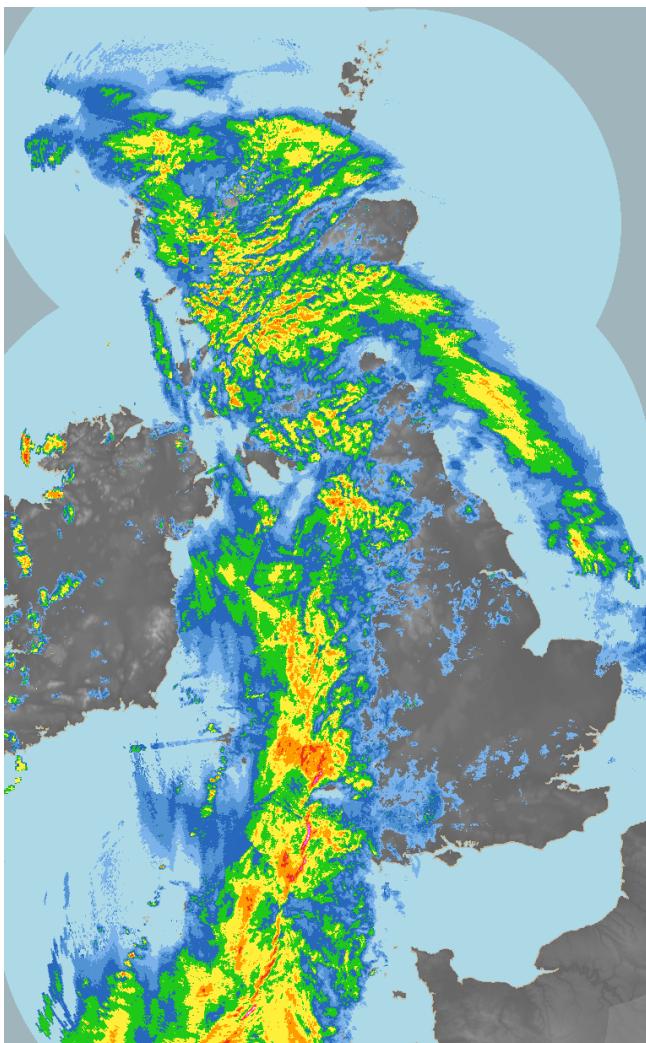


The chart below shows hourly maximum gust speeds for January, February and early March 2020 at Aberdaron, Lleyn Peninsula and Pembrey Sands, Dyfed, with the spikes in gust speeds at Aberdaron associated with storms Ciara, Dennis and Jorge. The chart also illustrates the

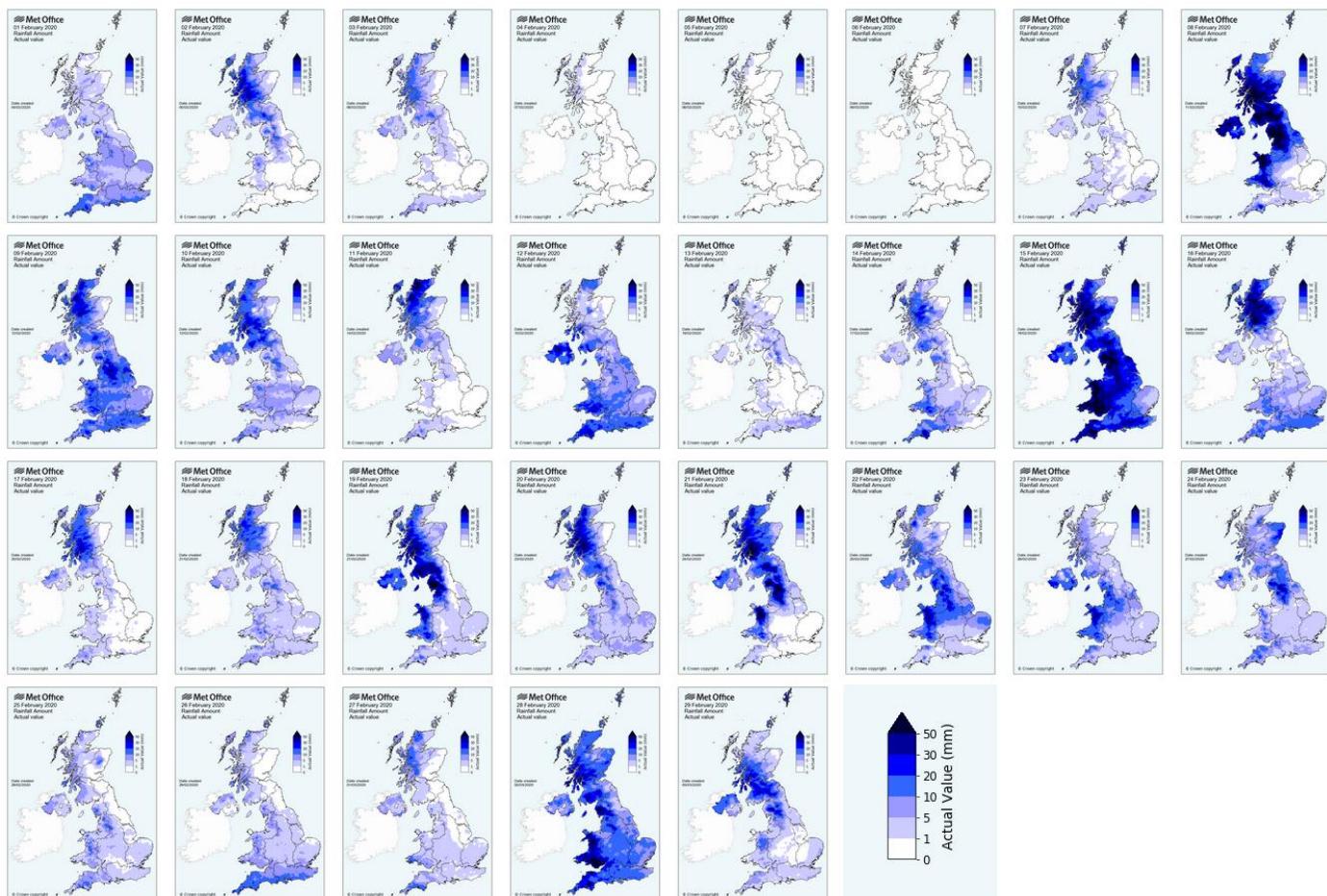
persistently windy nature of the weather throughout much of February, associated with a powerful Atlantic jet stream and winds at these locations often gusting at 40 to 50 Kt or higher.



The rain-radar images at 0230 UTC 29 February 2020 shows heavy rain from fronts associated with Jorge sweeping across the UK ahead of the strongest winds, with the wettest weather across western upland areas of England and Wales and over 50 mm falling across these areas.



The panel of maps below shows daily rainfall totals through February 2020, with particularly wet days from Ciara (8th), Dennis (15th) and Jorge (28th).



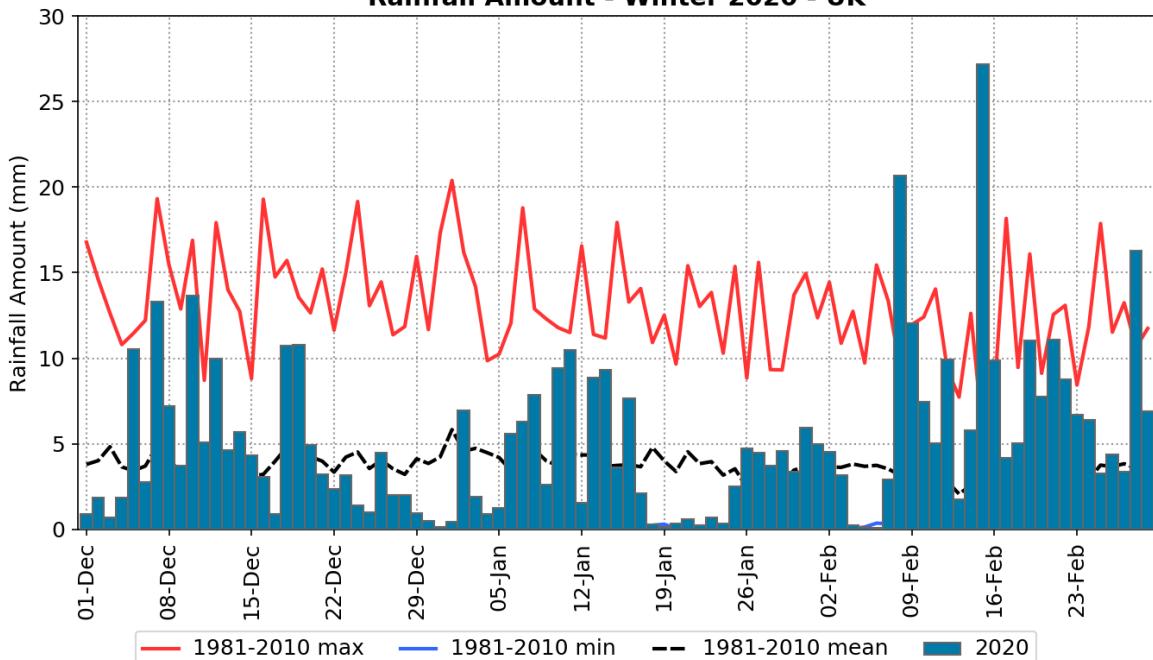
The chart below shows UK area-average rainfall totals for each day of winter 2020 (December 2019 to February 2020 inclusive), illustrating the persistently wet nature of the weather from early February onwards, with the three peaks associated with these three named storms.



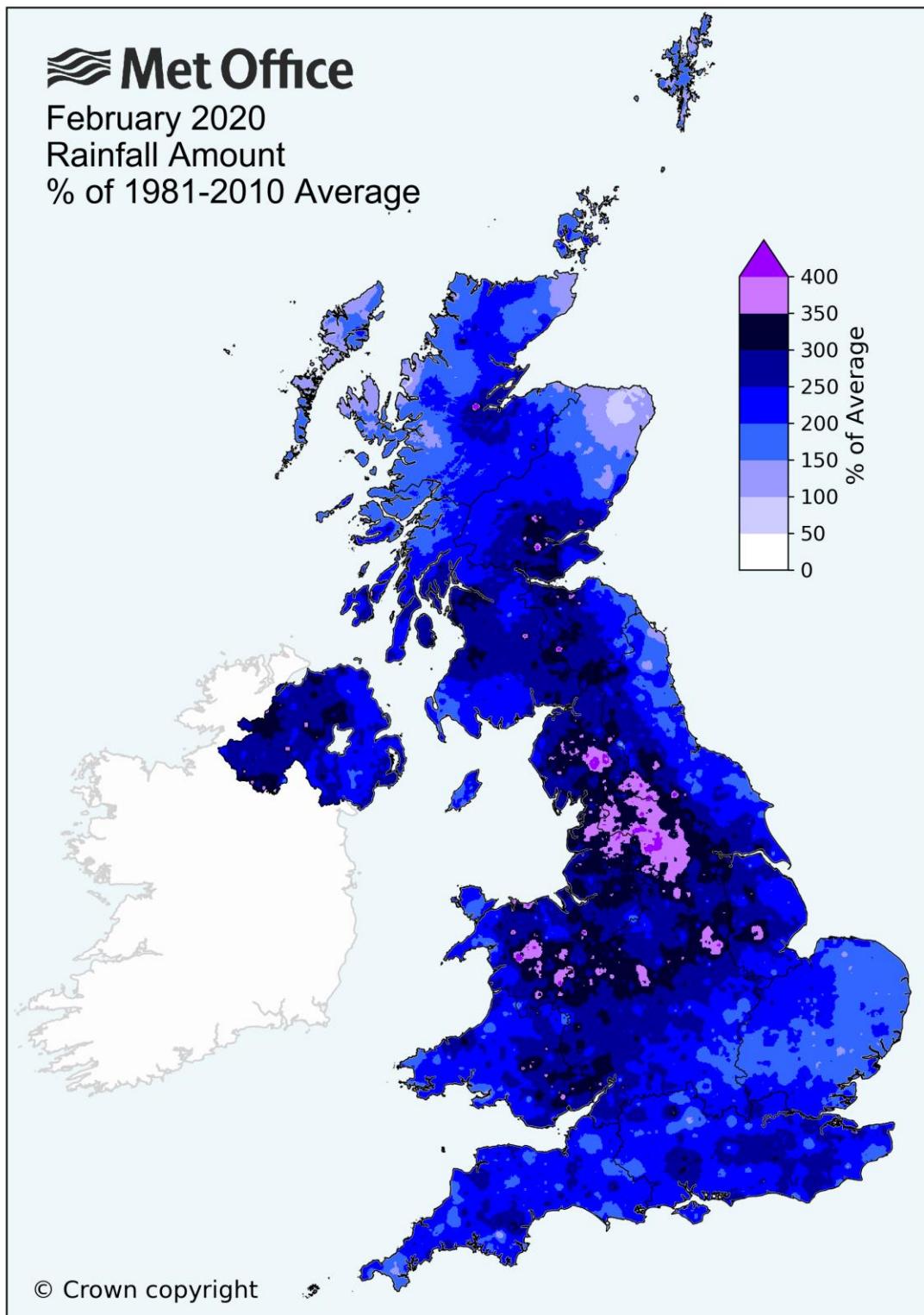
Source: HadUK-Grid 01/03/2020 14:19

© Crown copyright

**Rainfall Amount - Winter 2020 - UK**



The provisional UK rainfall total was 209.1mm, 237% of the 1981-2010 average. This was the UK's wettest February and the fifth-wettest calendar month on record in a series from 1862. It was also the wettest February in the long-running England and Wales precipitation series from 1766. The map below shows UK rainfall totals for February 2020 as a percentage of the 1981-2010 February long-term average. Most of the UK received over twice the monthly average rainfall, with three times the average falling fairly widely and locally up to four times the average rainfall across parts of the south Pennines.



Author: Mike Kendon, Met Office National Climate Information Centre

Last updated 10/03/2020

## Atodiad B – Ffotograffau Draeniad Tir a Dŵr Wyneb

## Atodiad B – Ffotograffau Draeniad Tir a Dŵr Wyneb

---



Ffotograff 19: Y drws môr lle mae Nant Nedern yn arllwys i Afon Hafren, tynnwyd  
Mehefin 2020



Ffotograff 20: Y drws môr lle mae Nant Nedern yn arllwys ac yn dangos gwaddod  
llaid o flaen y drws, tynnwyd ym Mehefin 2020



Ffotograff 21: Yn dangos y sgrin ar gwlfert Nant Nedern dan draffordd yr M4, tynnwyd Mehefin 2020



Ffotograff 22: Yn dangos lefelau llifogydd yn Nant Nedern, a dynnwd ar 1 Mawrth 2020 yn y Parc Gwledig



**Ffotograff 23: Yn dangos lefel y llifogydd yn y Parc Gwledig, tynnwyd ar 1 Mawrth 2020**



**Ffotograff 245: yn dangos y llifogydd yn Castle Lea yn edrych i'r gogledd o Jolyons Court ddydd Sul 1 Mawrth 2020**



Ffotograff 24: Yn dangos llifogydd yn Normans Way yn edrych i'r gorllewin tuag at Nant Nedern, dydd Sul 1 Mawrth, diolch i SD Sealants

# Atodiad C – BGS Nedern Brook Gwlyptir SoDdGA Cam 1

## Monitro Hydrolegol

---

Nid oes fersiwn Gymraeg o'r adroddiad hwn wedi'i ddarparu gan Britsh Geological Survey.  
Oherwydd hyn mae'r dogfen wreiddiol wedi'i chynnwys isod.



**British  
Geological Survey**  
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL  
**Arolwg  
Daearegol Prydain**  
CYNGOR YMCHWILYR AMGYLCHEDD NATURIOL

# Nedern Brook Wetland SSSI Phase 1 hydrological monitoring

Geology and Landscape Wales  
Open Report OR/15/038





Geology and Landscape Wales  
Open Report OR/15/038

# Nedern Brook Wetland SSSI Phase 1 hydrological monitoring

Gareth Farr

*with contributions from Luz Ramos Cabrera*

The National Grid and other  
Ordnance Survey data ©  
Crown Copyright and database  
rights 2016. Ordnance Survey  
Licence No. 100021290 EUL.

*Keywords*

Groundwater Dependant  
Wetland, Wales, Carboniferous  
Limestone.

*Front cover*

Nedern Brook Wetland SSSI in  
flood P83234

*Bibliographical reference*

FARR, G. 2016. Nedern Brook  
Wetland SSSI Phase 1  
hydrological monitoring.  
*British Geological Survey  
Internal Report, OR/15/038.*  
41pp.

Copyright in materials derived

from the British Geological  
Survey's work is owned by the  
Natural Environment Research  
Council (NERC) and/or the  
authority that commissioned  
the work. You may not copy or  
adapt this publication without  
first obtaining permission.

Contact the BGS Intellectual  
Property Rights Section,  
British Geological Survey,  
Keyworth,

e-mail [ipr@bgs.ac.uk](mailto:ipr@bgs.ac.uk). You  
may quote extracts of a  
reasonable length without prior  
permission, provided a full  
acknowledgement is given of  
the source of the extract.

Maps and diagrams in this  
book use topography based on  
Ordnance Survey mapping.

## **BRITISH GEOLOGICAL SURVEY**

The full range of our publications is available from BGS shops at Nottingham, Edinburgh, London and Cardiff (Welsh publications only) see contact details below or shop online at [www.geologyshop.com](http://www.geologyshop.com)

The London Information Office also maintains a reference collection of BGS publications, including maps, for consultation.

We publish an annual catalogue of our maps and other publications; this catalogue is available online or from any of the BGS shops.

*The British Geological Survey carries out the geological survey of Great Britain and Northern Ireland (the latter as an agency service for the government of Northern Ireland), and of the surrounding continental shelf, as well as basic research projects. It also undertakes programmes of technical aid in geology in developing countries.*

*The British Geological Survey is a component body of the Natural Environment Research Council.*

*British Geological Survey offices*

### **BGS Central Enquiries Desk**

Tel 0115 936 3143 Fax 0115 936 3276  
email [enquiries@bgs.ac.uk](mailto:enquiries@bgs.ac.uk)

### **Environmental Science Centre, Keyworth, Nottingham NG12 5GG**

Tel 0115 936 3241 Fax 0115 936 3488  
email [sales@bgs.ac.uk](mailto:sales@bgs.ac.uk)

### **Murchison House, West Mains Road, Edinburgh EH9 3LA**

Tel 0131 667 1000 Fax 0131 668 2683  
email [scotsales@bgs.ac.uk](mailto:scotsales@bgs.ac.uk)

### **Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD**

Tel 020 7589 4090 Fax 020 7584 8270  
Tel 020 7942 5344/45 email [bgslondon@bgs.ac.uk](mailto:bgslondon@bgs.ac.uk)

### **Columbus House, Greenmeadow Springs, Tongwynlais, Cardiff CF15 7NE**

Tel 029 2052 1962 Fax 029 2052 1963

### **Maclean Building, Crowmarsh Gifford, Wallingford OX10 8BB**

Tel 01491 838800 Fax 01491 692345

### **Geological Survey of Northern Ireland, Colby House, Stranmillis Court, Belfast BT9 5BF**

Tel 028 9038 8462 Fax 028 9038 8461  
[www.bgs.ac.uk/gsni/](http://www.bgs.ac.uk/gsni/)

### *Parent Body*

### **Natural Environment Research Council, Polaris House, North Star Avenue, Swindon SN2 1EU**

Tel 01793 411500 Fax 01793 411501  
[www.nerc.ac.uk](http://www.nerc.ac.uk)

Website [www.bgs.ac.uk](http://www.bgs.ac.uk)

Shop online at [www.geologyshop.com](http://www.geologyshop.com)

# Foreword

This report contains a description of a hydrological study undertaken by the British Geological Survey (BGS) for Natural Resources Wales at the Nedern Brook Wetland SSSI, South Wales. The primary objective was to characterise one flood cycle at the Nedern Brook Wetland SSSI and answer selected recommendations made by Haskoning UK Ltd (2013).

# Acknowledgements

We would like to thank the following landowners for access during the study: Mr Broome (Broome & Co), Mr DJ & R Bennett, Mr Stone, Mr TJ & GE Price, the estate of Mr Heaven and Monmouthshire County Council who part own the SSSI. David Samuel, Network Rail is thanked for provision of pumping data from the Great Spring. Dr Rob Low Rigare Ltd is thanked for provision of data and Michael Booth, Caldicot Castle for access and parking during the survey. Numerous staff at Natural Resources Wales are thanked including; Catrin Grimstead (project manager), Robert Bacon, Paul Griffiths, John Evans, Ross Adamson, Kris Tomsett, Rachel Breen, David A Jones and Richard Facey.

# Contents

<b>Foreword.....</b>	<b>i</b>
<b>Acknowledgements.....</b>	<b>i</b>
<b>Contents.....</b>	<b>ii</b>
<b>Summary.....</b>	<b>iv</b>
<b>1   Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2   Scope of project .....</b>	<b>2</b>
<b>3   Monitoring .....</b>	<b>3</b>
3.1   Surface water .....	3
3.2   Groundwater .....	3
3.3   Precipitation.....	4
3.4   Elevation survey and Flood Map.....	4
3.5   Water chemsity.....	4
3.6   General Observations .....	4
<b>4   Results and discussion.....</b>	<b>8</b>
4.1   Surface water and Groundwater .....	8
4.1.1   Surface water spot gauging	8
4.1.2   Base flow index	8
4.1.3   Precipitation	9
4.1.4   Observations on the influence of the Nedern Brook during flood events	9
4.1.5   Observations on groundwater discharge	10
4.1.6   Groundwater and flood levels in the Nedern Brook Wetland	10
4.1.7   Flood depth maps	14
4.1.8   Groundwater chemistry	16
4.2   Site Walkover of the Nedern brook concrete lined channel .....	18
4.3   Classifiacation .....	20
<b>5   Recommendations .....</b>	<b>21</b>
<b>6   Conclusions .....</b>	<b>23</b>
<b>Glossary.....</b>	<b>24</b>
<b>References .....</b>	<b>25</b>

## **FIGURES**

Figure 1 Flow gauging at 'Nedern DS' using a Sontek M9 ADCP view south.....	4
Figure 2 Hydrometric Monitoring Locations within the Nedern Brook catchment.....	5
Figure 3 Hydrometric Monitoring Locations within the Nedern Brook Wetland SSSI catchment	6
Figure 4 Flooding initiated on the banks and floodplains drains into the Nedern Brook. ....	9
Figure 5 Key groundwater and surface water discharges in the Nedern SSSI.....	11
Figure 6 Groundwater levels in the Carboniferous Limestone aquifer compared to pumping rates at the Great Spring .....	12
Figure 7 Groundwater and surface water levels in the wetland. ....	12
Figure 8 Rainfall compared to flood depth in the wetland.....	13
Figure 9 Maximum Flood levels based on 5.92maOD elevation of maximum flood depth.....	14
Figure 10 Mean flood depth, based on 5.15maOD elevation of average flood during between...	15
Figure 11 Major ions of water samples .....	16
Figure 12 Nedern Brook sinking to the base of the river, at the Cwm.....	18
Figure 13 Nedern Brook (dry) looking south towards the M48 road bridge .....	19
Figure 14 Nedern Brook DS Monitoring Point under variable flow conditions .....	27
Figure 15 Nedern Brook US Monitoring Point under variable flow conditions.....	28
Figure 16 Dipwells and Piezometers (P3) in dry and flood conditions .....	29
Figure 17 Lower Whirly Hole in variable flood conditions.....	30
Figure 18 Nedern Brook at Tyne Cottages in variable flow conditions.....	31

## **TABLES**

Table 1 Monitoring points and monitoring frequency .....	7
Table 2 Flow gauging in the Nedern Brook .....	8
Table 3 Water chemistry analysis .....	17

## **APPENDICES**

- 1 Photographs of monitoring points
- 2 Elevation survey data
- 3 Field water chemistry
- 4 Borehole logs
- 5 Field maps showing extent of flooding

## **CD APPENDICES**

- 1 Hydrometric data (surface water and groundwater)
- 2 Elevation survey data
- 3 Geovisionary Landscape Visualization Video
- 4 Digital photographs and videos

# Summary

This report provides a description of the first targeted hydrological and hydrogeological investigation at the Nedern Brook Wetland SSSI (described as ‘the wetland’) South Wales. The wetland is designated for its importance for overwintering and wading birds. The Nedern Brook – the water course that flows through the wetland from north to south is classified as a main river, however it has been heavily modified in its lower reaches. Historical alterations to the Nedern Brook, such as straightening and over deepening, have resulted in a ‘Poor’ ecological and hydrological status classification for the Water Framework Directive (WFD). This investigation collects data that has previously been absent from other studies and will support decision making in terms of management and potential restoration of the Nedern Brook to meet WFD targets.

The hydrology of the wetland and the brook are interlinked and both are heavily influenced by changing groundwater levels within the underlying aquifers. In the summer, water is only visible in the over-deepened Nedern Brook channel that flows through the wetland. In the winter, flooding from groundwater discharge along the floodplains and discrete springs and seepages contributes to the formation of a freshwater lake approximately 1.5 km in length, 1.5 m in depth, covering an area of over 30 ha.

Flooding in the Nedern Brook starts with groundwater discharge onto the floodplains rather than over-bank fluvial flooding from the Nedern Brook. The Nedern Brook is over-deepened and acts primarily as a drain, directing water away from the floodplains. During the study there was no evidence that fluvial flooding, from overtopping of the Nedern Brook, was the initial cause of flooding.

During the study there was no evidence that flow within the Nedern Brook, especially downstream of the wetland, was inhibited and on all site visits visible flow was reported from Caldicot Castle to the mouth of the brook in the estuary.

Water levels were recorded during one ‘fill and empty’ cycle between September 2014 and May 2015. Monthly field observations and detailed elevation surveys were undertaken to improve the understanding of the flooding mechanisms in the wetland and to identify areas where groundwater discharge enters the wetland, contributing to flooding.

Spot gauging to calculate flow within the Nedern brook was undertaken both above and below the SSSI. The flow measurements show that there is a greater volume of water in the Nedern Brook downstream of the wetland (outflow) than there is upstream of the wetland (inflow). This difference, which can be as much as 225 l/s in January 2015, can be attributed mainly to groundwater discharge into the wetland area, although direct rainfall and other surface water inputs are likely to contribute to the flood waters. Further work is needed to translate existing river stage data and spot gauging data into stage discharge curves.

Further north of the wetland the Nedern Brook loses its water both to a discrete sink at a location called the ‘Cwm’ and it continues to do so along its course towards the M48 road bridge. The concrete lined channel installed by Victorian engineers, in an attempt to reduce water inflow into the Severn Tunnel, is reported to be in poor condition and ineffective in retaining water in the brook.

# 1 Introduction

The Nedern Brook Wetlands Site of Special Scientific Interest (SSSI), referred to from here on as ‘the wetland’ to avoid confusion with the Nedern Brook water course, was first notified in 1988 and covers 44.5 ha of the lower Nedern Brook and its adjacent floodplain. It is owned by both private land owners and Monmouthshire County Council. The wetland was designated as a SSSI for its importance to wading and overwintering birds including redshank, wigeon, and Bewicks swan. There are also populations of breeding birds including lapwing, shelduck and yellow wagtail (Countryside Council for Wales, 1988).

Although the site is designated for its bird interest, the hydrology is just as important as the wetland is subject to seasonally controlled groundwater flooding, creating a temporary freshwater lake about 1.5 km long. The bird populations are only supported when there are flood waters in the wetland, thus understanding of the mechanisms of flooding will enable better management of overwintering wading bird populations.

The Nedern Brook is a complex and heavily modified channel, which has been straightened and over-deepened along its course, however some remnant meanders can still be seen in the floodplain (River Restoration Centre, 2012). Natural Resources Wales (NRW) has identified the lower Nedern Brook as a main river that has poor water quality, ecology and hydrology in terms of its Water Framework Directive (WFD) classification. When a main river is considered at poor status, NRW are required to investigate options to improve the water course.

The Nedern Brook is classified as a main river however it has no permanent gauging stations or historic spot gauging data from which to characterize its flow. The lack of hydrological data coupled with the extensive and complex flooding regime have historically led to uncertainties in terms of flood prediction and modelling (Atkins, 2012) and options for river restoration (River Restoration Centre (2012) and Haskoning UK Ltd (2013)).

The wetland is not always in a state of flood and thus understanding the mechanisms and duration of flooding and influence of groundwater are vital to support future management decisions. This may include a better understanding of the duration that the wetland can support wading bird populations based on the known flood duration of the wetland.

The wetland also lies within the Source Protection Zone (SPZ) for the ‘Great Spring’ (Lawrence et al 2013). The Great Spring is the name given to the large dewatering operation for the Severn Railway Tunnel (see Walker, 1888). Since 1887 groundwater has been continually pumped out of the underlying Carboniferous Limestone aquifer to reduce the risk of flooding within the Severn Tunnel. The wider impact of the dewatering and resultant lowering of the groundwater table is unknown as is its effect on the flow regime within the Nedern Brook. Connections with water loss from the Nedern Brook and the Great Spring have been known since the 1880’s and in a desperate bid to reduce the amount of water entering the tunnel during construction Walker ordered his men to concrete 4 km of the Nedern Brook, large sections of which are still visible today. Drew et al (1970) proved this connection using tracers injected at a known sink located on the Castrogi Brook called the ‘Cwm’ and detecting them again at the Great Spring.

This report represents the first attempt to characterise the hydrology of this wetland using new surface water and groundwater data.

## 2 Scope of project

This project aims to provide hydrological and hydrogeological monitoring data to address some key recommendations from Haskoning UK Ltd (2013). In black are the proposed actions and in red the work undertaken.

- Set up two monitoring locations on the Nedern Brook for collection of stream stage (level) and flow data; one in the vicinity of the Tyne Cottage observation borehole and another downstream of Caldicot Castle, potentially within the country park. This would enable surface water flows through the study area to be recorded, providing a key data input for the scheme design. Positioning of the gauges in proximity to existing groundwater observation boreholes will enable interactions between groundwater and surface water to be quantified.

New water level data has been collected from three stilling wells in the Nedern Brook. Groundwater level data collected from one piezometer and collated from NRW boreholes and the Great Spring. Gauging has been undertaken in the Nedern Brook to allow stage-discharge calculations to be calculated in the future.

- Undertake site visits to survey water levels and undertake groundwater and surface water monitoring.

Monthly monitoring visits between November 2014 and May 2015 were used to observe the flooding regime, check monitoring equipment, undertake repeat photography of key areas, field water chemistry readings and survey of water levels to maOD (or manual reading of groundwater levels using a 'dip' tape). A sketch map of the extent of flooding was made during each field visit.

- Flow within the Nedern Brook to be visually checked from the Castrogi Brook at the Cwm (north of Caerwent ST 45875 92739) to the mouth of the Nedern (ST 48985 87258).

Flow within the Nedern Brook was observed during each site visit.

- Undertake a site walkover along the reach of the Nedern Brook that was lined with concrete, noting the condition of the concrete and areas where cracks are visible or the concrete is missing.

Details are provided from a recent survey undertaken in 2012 for Environment Agency Wales.

- Creation of a 3D Visualization of the Nedern Brook to be used as a tool to engage landowners and members of the public with the monitoring work and flood pattern of the Nedern SSSI. Create 2D flood depth maps to illustrate the maximum and mean flood conditions.
- Provision of scanned field notes and Survey data in Appendix
- Provision of all hydrological data in excel format
- Provision of all digital photographs and videos

Provided in the CD appendix

## 3 Monitoring

Monthly monitoring visits were undertaken between October 2014 and May 2015. Observations on the brook and the wetlands were made from the ‘Cwm’ in the north to its mouth in the Bristol Channel (Figure 2). Information on the location of key groundwater discharge areas was also collected. Detailed survey elevations were collected from repeatable locations near all water level data loggers in both the dipwells and the stilling wells in the brook (Appendix 2).

### 3.1 SURFACE WATER

Spot flow gauging was undertaken by Paul Griffiths, John Evans, Ross Adamson and Kris Tomsett staff from Natural Resources Wales’ Hydrometry & Telemetry Team, South East Wales. Spot flow gauging was undertaken at three sites on the Nedern Brook (Table 1, Figure 2, Figure 3) during low, medium and high flow conditions using a Sontek M9 ADCP (Figure 1). The sites represent inflow to the top of the SSSI (‘Nedern Brook at Tyne Cottages’) and outflow (Nedern DS and Nedern Castle Car Park).

Stilling wells were installed at the start of the project at two locations called Nedern Brook US and DS (Figure 2). Later on, in January 2015, an additional stilling well was installed further up the Nedern Brook underneath the bridge near Tyne Cottages to complement the spot gauging and to allow for stage-discharge relationships to be calculated in the future. Due to this stilling well being installed part way through the project the data from this site only covers part of the study period.

Surface water gauging was also attempted within the SSSI boundary at the small tributary (ST 48654 89452) and at the ‘Nedern US’ monitoring point (ST 48427 89489). However both were ruled out for further monitoring due to access. Both sites can be entirely flooded and conversely experience extremely low flow velocities during dry periods.

Visual observations of surface water flow were undertaken during the monthly monitoring visits, starting upstream on the Castrogi Brook ‘Cwm’ where the surface water is known to sink and has been traced to the Great Spring (Drew et al 1970, Clarke & Aldous, 1987 and Lawrence et al, 2013). The Nedern Brook was observed throughout the SSSI section and then south through the industrial estate to the outflow.

### 3.2 GROUNDWATER

Groundwater levels in the bedrock Carboniferous Limestone aquifer are monitored at boreholes installed by Natural Resources Wales at Caldicot Castle Car Park, Tyne Cottages, Five Lanes and Dewstone Road (Figure 2, Table 1, Appendix 4). Each borehole is instrumented with a vented pressure transducer recording changes in groundwater levels every 30 minutes with the data corrected to maOD. To complement the groundwater level data within the Carboniferous Limestone aquifer a non-vented Solinst Level logger™ with a 10 m range was installed in Piezometer P3 monitoring the shallow clays and peats within the wetland (Figure 2, Figure 3). It was not possible to dip P3 during the majority of the study as it was fully submerged by flood waters.

### **3.3 PRECIPITATION**

Precipitation data on a 15 minute basis was provided by Natural Resources Wales from weather stations at Collister Pill and Llanvaches, the data was then converted to daily total (mm).

### **3.4 ELEVATION SURVEY AND FLOOD MAP**

Dipwells, piezometers and stilling wells were surveyed to maOD using a Leica Smart Rover CS10/CS15 & GS 14 Sensors, capable of surveying elevation to an accuracy of <5 cm. Flood levels of the Nedern Brook were also surveyed on a monthly basis to allow for corrections of the water level data loggers installed within the flooded area (Nedern US, Nedern P3 and to a lesser extent Nedern DS). The survey data is included in Appendix 2. The water level data and survey data were combined, and the maximum and mean flood values were input into ArcView, with the 1m LIDAR data for the area. The LIDAR was ‘flooded’ in order to create two flood maps.

### **3.5 WATER CHEMISTRY**

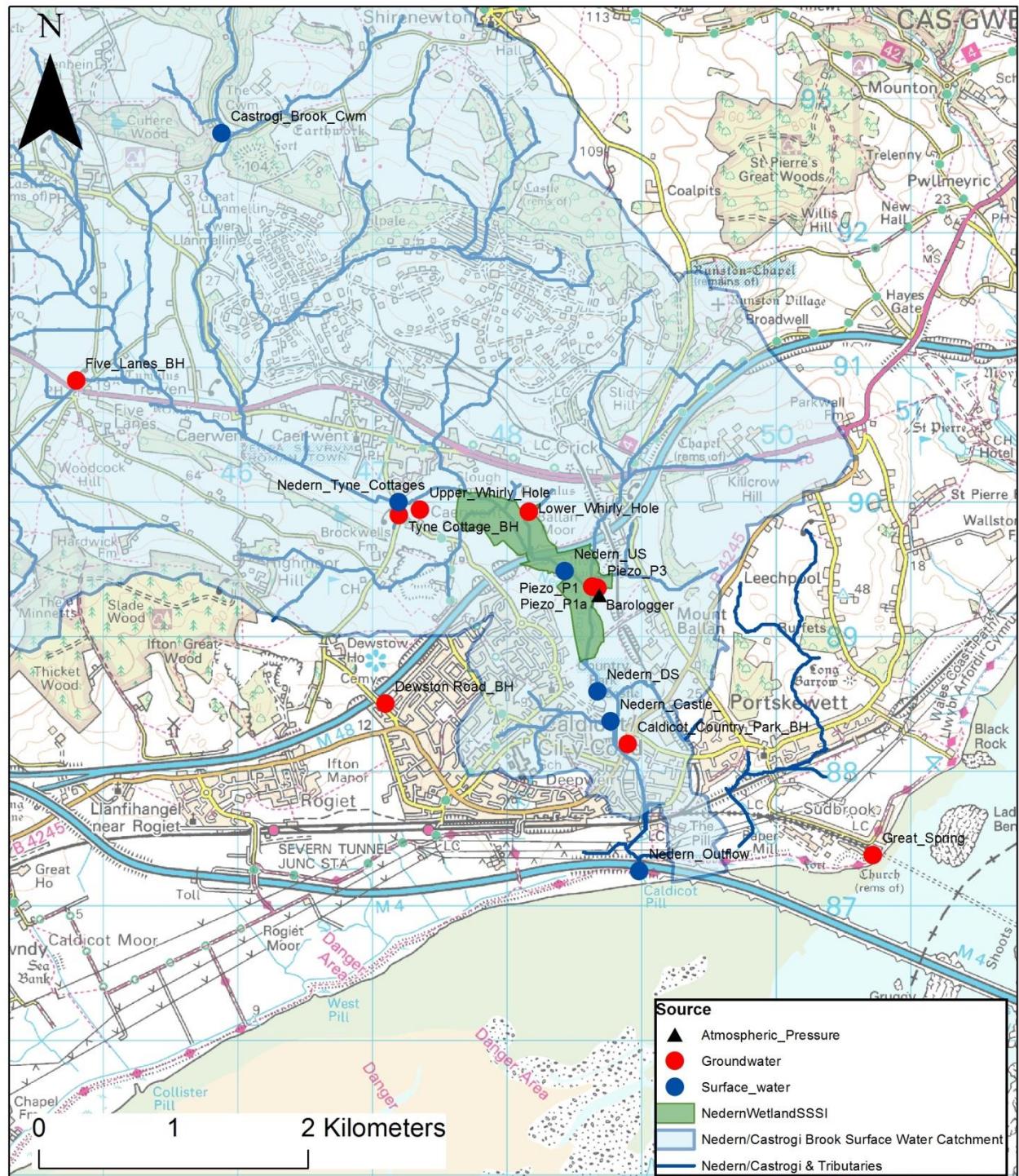
Water chemistry sampling was undertaken in Dec 2015, with samples collected from the Nedern Brook and flood waters. The samples were analysed at the Environment Agency National Labs. Due to the flood levels it was not possible to sample groundwater directly from the Piezometers, or from discharge from the Whirly Holes, both of which were under water. Field observations of temperature, pH and electrical conductivity were collected during site visits on the 18<sup>th</sup> December 2014 and 16<sup>th</sup> January 2015 using a Hannah HI98312 hand held temperature and electrical conductivity meter with an accuracy of ±2% for electrical conductivity and ±.5°C for temperature. Results for the field parameters are presented in Appendix 3, and the ion analysis in Table 3.

### **3.6 GENERAL OBSERVATIONS**

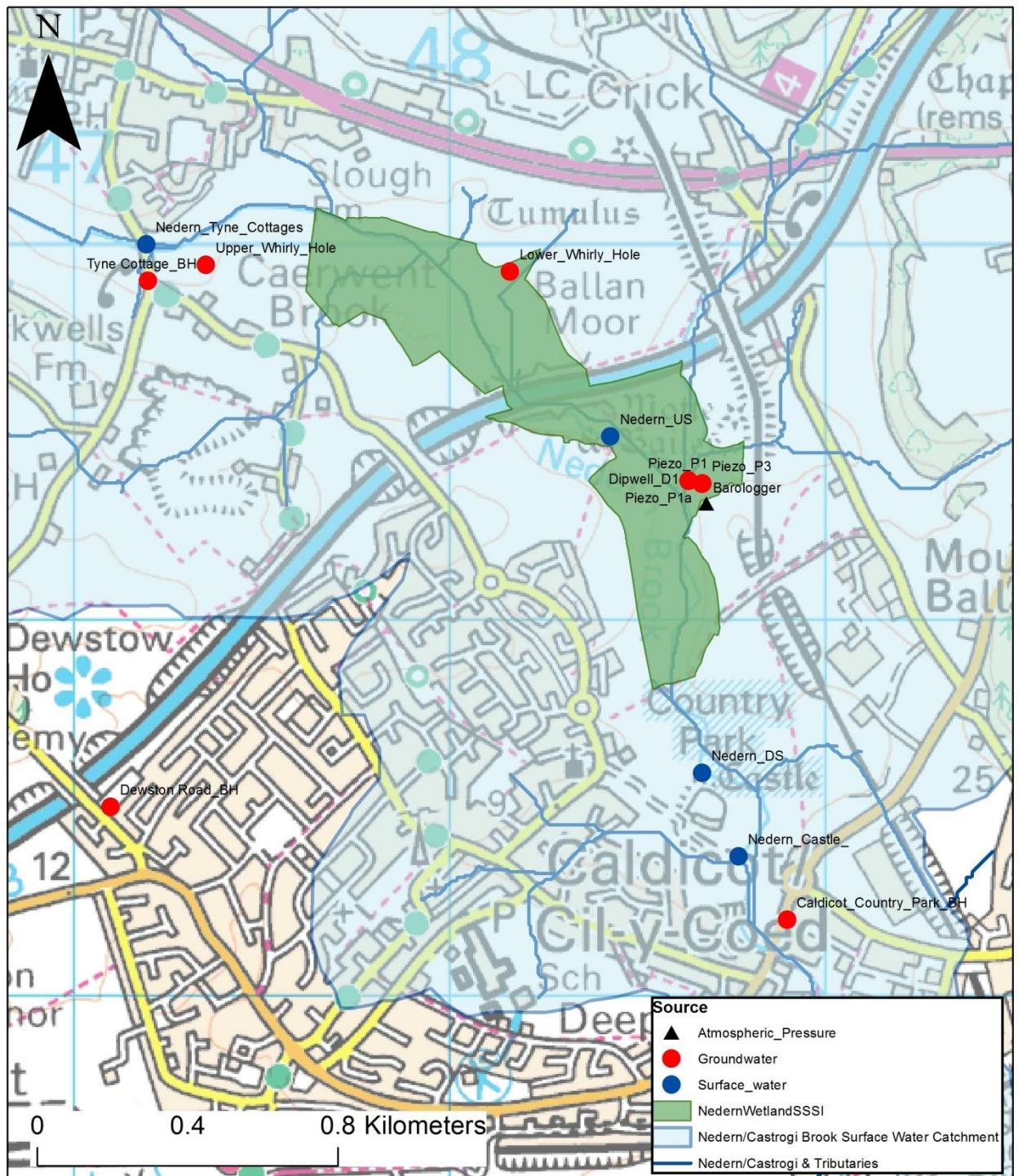
During each site visit a sketch map was made of the extent of flooding (Appendix 5). Observations on the flow of water in the Nedern Brook were made from the Castrogi Brook ‘Cwm’ monitoring point upstream to the outflow into the Bristol Channel.



**Figure 1 Flow gauging at ‘Nedern DS’ using a Sontek M9 ADCP view south (Photograph with permission of Hydrometry & Telemetry Team South East Wales, Natural Resources Wales)**



**Figure 2 Hydrometric Monitoring Locations within the Nedern Brook catchment. Contains Ordnance Survey data © Crown Copyright and database rights 2015.**



**Figure 3 Hydrometric Monitoring Locations within the Nedern Brook Wetland SSSI catchment. Contains Ordnance Survey data © Crown Copyright and database rights 2015.**

Monitoring Point	Source	Type	Method	Depth (mbgl)	Response Zone (mbgl)	Frequency	Easting	Northing
Dipwell DW2	Groundwater	Dipwell	Manual Dip	0.86	0-0.86	60 minutes	348674	189360
Piezo P3	Groundwater	Piezometer	Data logger	1.78	1.815-2.115	Monthly	348675	189361
Dipwell D1	Groundwater	Dipwell	Manual Dip	0.76	0-0.76	Monthly	348638	189368
Piezo P1a	Groundwater	Piezometer	Manual Dip	2.265	1.965-2.265	Monthly	348638	189368
Piezo P1	Groundwater	Piezometer	Manual Dip	3.07	2.77-3.07	Monthly	348638	189369
Barologger	Atmospheric Pressure	Barologger	Data logger	n/a	n/a	30 Minutes	348685	189307
Nedern US	Surface water	Surface water	Data logger	n/a	n/a	30 Minutes	348430	189486
Lower Whirly Hole	Groundwater	Spring / rising	Visual	n/a	n/a	Monthly	348163	189925
Upper Whirly Hole	Groundwater	Spring / rising	Visual	n/a	n/a	Monthly	347354	189943
Caldicot Country Park BH	Groundwater	NRW Observation Borehole	Data logger	70	56-70	30 Minutes	348900	188200
Five Lanes BH	Groundwater	NRW Observation Borehole	Data logger	55	22-55	30 Minutes	344800	190900
Tyne Cottage BH	Groundwater	NRW Observation Borehole	Data logger	65	17-65	30 Minutes	347200	189900
Dewston Road BH	Groundwater	NRW Observation Borehole	Data logger	60	5.1-60	30 Minutes	347100	188500
Great Spring	Groundwater	Abstraction Monitored by Network Rail	Abstraction Monitored by Network Rail		n/a	Daily	350721	187374
Nedern at Tyne Cottages	Surface water	Nedern Brook	NRW Spot Gauging and Data logger	n/a	n/a	30 Minutes	347195	189997
Nedern DS	Surface water	Nedern Brook	NRW Spot Gauging and Data logger	n/a	n/a	30 Minutes	348674	188591
Nedern Castle Car Park	Surface water	Nedern Brook	NRW Spot Gauging and Data logger	n/a	n/a	30 Minutes	348771	188369
Nedern Outflow	Surface water	Nedern Brook	Visual	n/a	n/a	Monthly	348985	187258
Castrogi Brook Sink at the 'Cwm'	Surface water	Castrogi Brook	Visual	n/a	n/a	Monthly	345879	192739

**Table 1 Monitoring points and monitoring frequency**

## 4 Results and discussion

### 4.1 SURFACE WATER AND GROUNDWATER

Prior to this study the absence of hydrometric data, including flow and flood levels, for the Nedern Brook had resulted in uncertainties for, flood prediction and modelling (Atkins, 2012) and potential options for river restoration Haskoning UK Ltd (2013). The paucity of hydrometric data was highlighted as the ‘**most significant data gap**’ by Haskoning UK Ltd (2013). It is this lack of data on the Nedern Brook that data within this survey is hoping to address.

#### 4.1.1 Surface water spot gauging

Spot gauging results (Table 1 Table 2Table 2 Flow gauging in the Nedern Brook) show that temporal variations in flow can range from 0.086 to 0.256 m<sup>3</sup>/s (Nedern at Tyne Cottages Bridge upstream of the wetland) to 0.151to 0.481 m<sup>3</sup>/s downstream of the wetland (Nedern DS). The difference between the upstream (Nedern at Tyne Cottages) and downstream monitoring points (Nedern DS) can reach 0.255m<sup>3</sup>/s (31<sup>st</sup> Jan 2015). The difference in flow is related to additional discharge into the wetland from either groundwater discharge onto the floodplain, baseflow to the brook, surface water from small tributaries, field/surface drains and direct precipitation. It is proposed that the majority of this additional flow originates from groundwater that discharges into the wetland from discrete inflows such as the Upper and Lower Whirly Hole or across more diffuse areas where groundwater upwells onto the floodplain or where it can be seen discharging from bedrock outcrop. To better understand the additional contribution into the wetland area future work should focus on forming a stage discharge relationship between the stage at the DS gauging station spot gauging in the brook.

SITE	NGR	Date	Time	Flow m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> (cumecs)	Date	Time	Flow m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> (cumecs)	Date	Time	Flow m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> (cumecs)
Nedern at Tyne Cottages Bridge	ST 47199 89998	30/11/2014	10:10	0.193	06/12/2014	10:10	0.086	31/01/2015	10:34	0.256
Nedern US	ST 48427 89489	30/11/2014	11:15	not possible	06/12/2014	11:15	0.083	not possible	n/a	n/a
Small trib	ST 48654 89452	30/11/2014	11:55	not possible	06/12/2014	11:55	0.042	not possible	n/a	n/a
Nedern DS	ST 48676 88593	30/11/2014	12:30	0.289	06/12/2014	12:30	0.151	31/01/2015	12:30	0.481
Nedern Castle Car Park	ST 48771 88369	30/11/2014	13:40	0.319	06/12/2014	13:40	0.138	31/01/2015	12:50	0.473

**Table 2 Flow gauging in the Nedern Brook**

#### 4.1.2 Base flow index

Base flow is the percentage of water in a stream or river that is not derived from surface runoff, and high base flow values indicate a strong groundwater control. A modelling exercise (Atkins, 2012) estimated BFI-HOST (base flow index values using the HOST soil classification) values of between 0.677 and 0.739% suggesting that flow within the Nedern comprises of 68 – 74% baseflow from discharging groundwater. Although there was no hydrometric data to base this upon the assumption that BFI is high is not disputed and could provide an explanation for the observed increase in flow upstream and downstream of the Nedern SSSI.

#### **4.1.3 Precipitation**

Rainfall data was supplied from NRWs monitoring points at Collister Pill and Llanvaches as 15 minute data converted into daily totals. No on site data was collected as part of this project.

#### **4.1.4 Observations on the influence of the Nedern Brook during flood events**

During each site visit observations were made on both water levels in the wetland and in the Nedern Brook. The key observation is that the over deepened Nedern Brook acts as a drain, taking flood waters away from the adjacent floodplain. Flooding does not appear to be of ‘fluvial flooding’ type and does not initiate from over topping of the Nedern Brook. Evidence for this can be seen in numerous locations, throughout the wetland, both above and below the M48 road bridge. Drains installed into the river banks (Figure 4) to take water from the floodplains into the brook, were further evidence that flooding initially occurs on the floodplain and then drains into the Nedern Brook.

The second key observation was that, during the flood period, flow was observed in the Nedern Brook below the wetland area all the way to its mouth in the Bristol Channel. This flow observed in the brook is evidence that during this study, water was actively draining from the wetland area, and was not impeded. The monitoring period could be considered relatively dry and 2014-2015 was certainly not a winter of excessive rainfall when compared the stormy weather of the previous winter (MetOffice Winter 2014/15 summary). Flow conditions and the likelihood of impeded flow within the Nedern Brook have not been observed during more prolonged wet periods.



**Figure 4 Flooding initiated on the banks and floodplains drains into the Nedern Brook (P915242) © BGS NERC.**

#### **4.1.5 Observations on groundwater discharge**

During the walk over surveys it was possible to observe areas where groundwater was discharging into the wetland, the key areas are illustrated on Figure 5. The Lower Whirly Hole was actively discharging groundwater for most of the monitoring period and during recession other small seepages and springs appeared nearby. The electrical conductivity of the spring water was 580 - 670  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , indicative of groundwater. A large spring head/seepage area can be found in a woodland area just to the north of the Lower Whirly Hole however it was only actively discharging water during very high flood levels, remaining dry for the majority of the monitoring period.

The Upper Whirly Hole remained dry for the majority of the monitoring period only becoming flooded during January-February 2015. It is associated with a spring head, near the large Oak Tree and is also in very close proximity to the Tyne Cottages NRW monitoring borehole. On a previous visit in 2012 groundwater could be seen seeping upwards through the very sandy soil near the Upper Whirly Hole.

To the south of the M48 road bridge an outcrop of Carboniferous Limestone occurs between ST 48365 89487 and ST 48211 89555. This appears to be an important area for groundwater discharge into the wetland (see video in Appendix). The electrical conductivity of the water was measured at 740  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , indicative of groundwater from the Carboniferous Limestone. Flow across this area was estimated in a small channel draining into the Nedern Brook at 10 l/s (18.3.2015) however the true volume of groundwater seepage across this area is likely to be much greater. Eventually the water is intercepted by the channelised Nedern Brook to the east flowing through the remainder of the wetland.

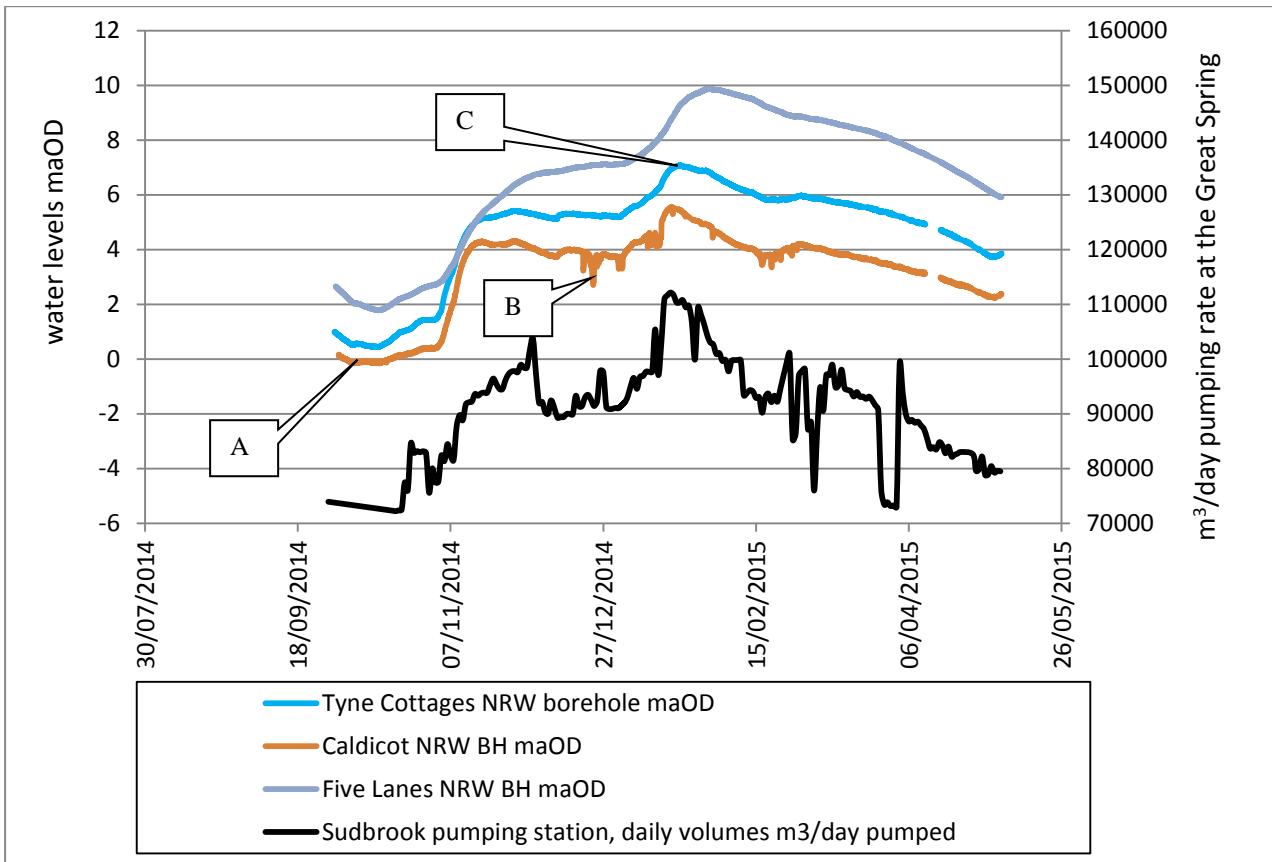
Diffuse areas of groundwater discharge occur across the floodplains of the wetland and are most notable to the north of the M48 road bridge near ST 4787 8989 but also occur south of the bridge in areas centred at ST 4844 8952, ST 4872 8940 and ST 4829 8953.

#### **4.1.6 Groundwater and flood levels in the Nedern Brook Wetland**

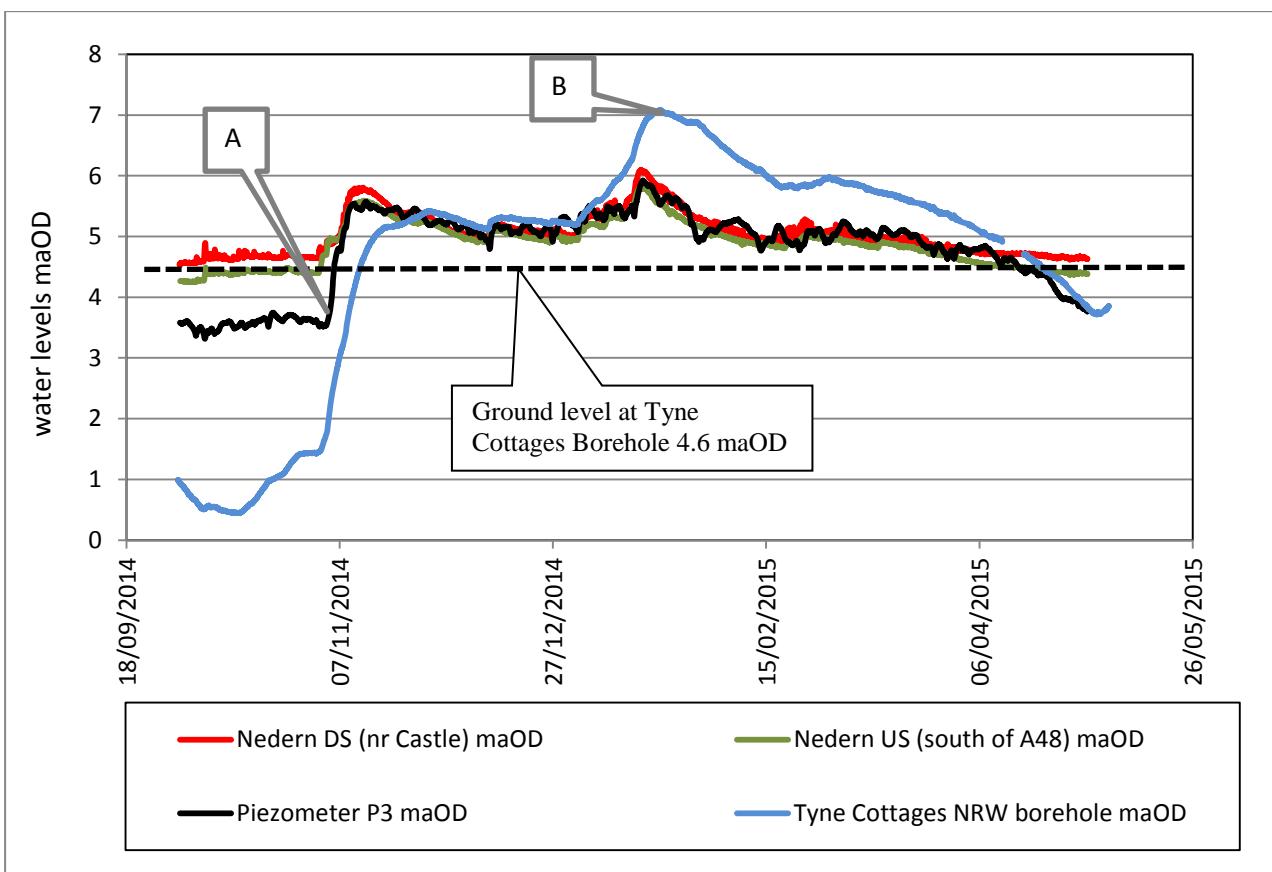
Groundwater in the underlying Carboniferous Limestone aquifer is monitored by NRW as part of routine monitoring within the Great Spring Source Protection Zone (SPZ). The general overall trend of groundwater levels (Figure 6) within the limestone aquifer is very similar. There is a significant groundwater abstraction at the ‘Great Spring’, located about 2 km to the south east. The Great Spring is a dewatering operation to keep the Severn Tunnel from flooding. It is monitored by Network Rail (Figure 6). Pumping at the Great Spring has to respond to increasing groundwater levels in order to maintain groundwater at a set level within the tunnel and thus also shows a similar trend to the groundwater hydrographs. Figure 6-A illustrates groundwater levels in the Caldicot Country Park borehole, during September when groundwater levels are <0 maOD. Groundwater levels would not normally be <0 maOD under natural conditions and it is prosed this is a dewatering effect of the Great Spring. Small changes in the same hydrograph (Figure 6-B) are also possible responses to pumping at the Great Spring. The Tyne Cottages borehole, Figure 6 C, is geographically closest to the wetland and has a range of nearly 6 m.



**Figure 5 Key groundwater and surface water discharges in the Nedern SSSI (P502171, P915237, P915234, P915243). © BGS NERC.**



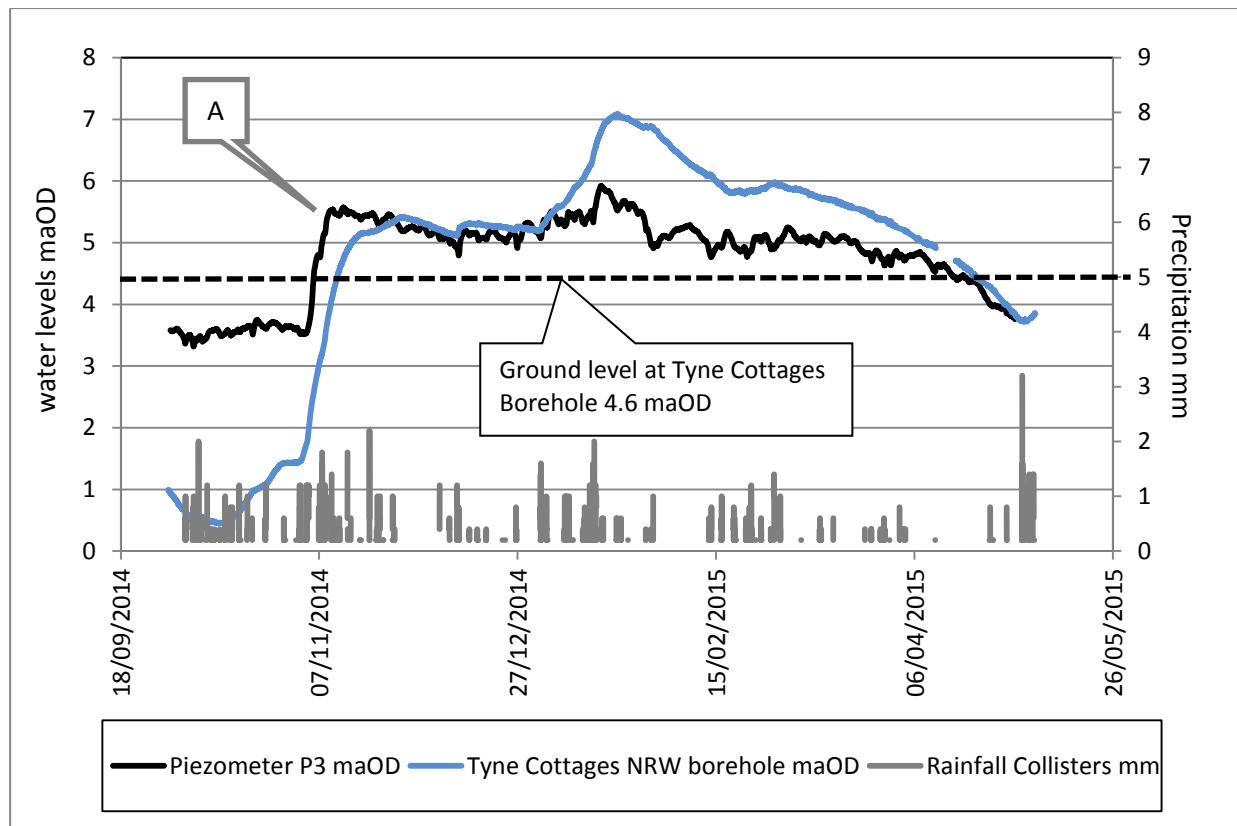
**Figure 6 Groundwater levels in the Carboniferous Limestone aquifer compared to pumping rates at the Great Spring**



**Figure 7 Groundwater and surface water levels in the wetland.**

Groundwater levels recorded from a piezometer ‘P3’ located within the wetland are plotted against surface water levels collected from the stilling wells on the Nedern Brook and groundwater levels from the NRW Tyne Cottages borehole(Figure 7). Tyne Cottages is the closet bedrock borehole to the wetland that monitors the underlying Carboniferous Limestone aquifer (Figure 7). The ground level near the dipwells and piezometers, approximately 4.6 maOD, is marked by the black dashed line (Figure 7 and Figure 8). The rapid rise in groundwater levels within the limestone aquifer, in response to precipitation, is reflected by a rise in Piezometer P3 (Figure 7 A) and also the stage readings within the Nedern Brook US and DS monitoring points. During the flooding period the piezometric head in the limestone aquifer (Tyne Cottages borehole) is lower than that of the flood water in the wetland suggesting that there is a limited vertical movement of groundwater from the limestone during the initial flooding period. This could highlight that springs and seepage from shallower sources such as the River Terrace Gravels (which are not instrumented) are in part responsible for initial flooding within the wetland. However in late November the piezometric head in the limestone aquifer reaches 7 maOD (Figure 7 B), higher than the ground level within the wetland and greater than the flood waters within the wetland, suggesting that vertical flow of water upwards into the wetland might be possible if a low permeability pathway (such as a sand or gravel horizon) exists. The flood depth reaches about 1.5 m in the vicinity of the dipwell and piezometer nests and covers an area of over 30 ha (see Appendix 5 field maps for the 1<sup>st</sup> January 2015).

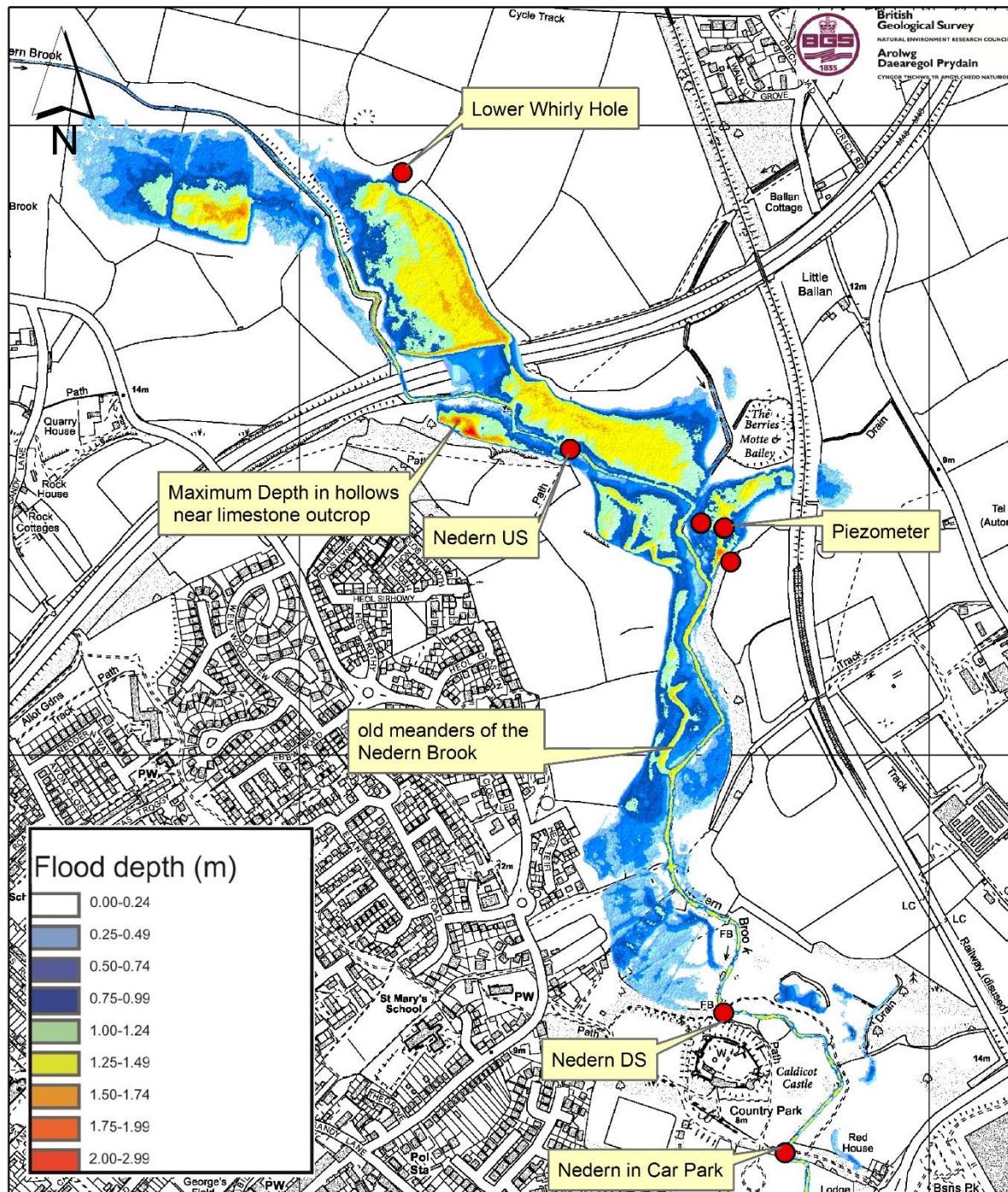
Precipitation at Collister Pill gauging station is compared to groundwater levels in the Carboniferous Limestone (Tyne Cottages Borehole) and flood levels in the Nedern wetland, Piezometer P3 (Figure 8). The black dashed line represents ground level within the wetland next to the peizometer, and not at the Tyne Cottage borehole. It is clear that flooding in the Nedern Wetland occurs before the piezometric head in the limestone aquifer is great enough to cause surface flooding (Figure 8 A), suggesting either an input from another source such as the overlying river terrace gravels or impediment of downwards flow by low permeability infill within the Nedern Brook Wetland.



**Figure 8 Rainfall compared to flood depth in the wetland (P3) and groundwater levels in the Carboniferous Limestone (Tyne Cottages).**

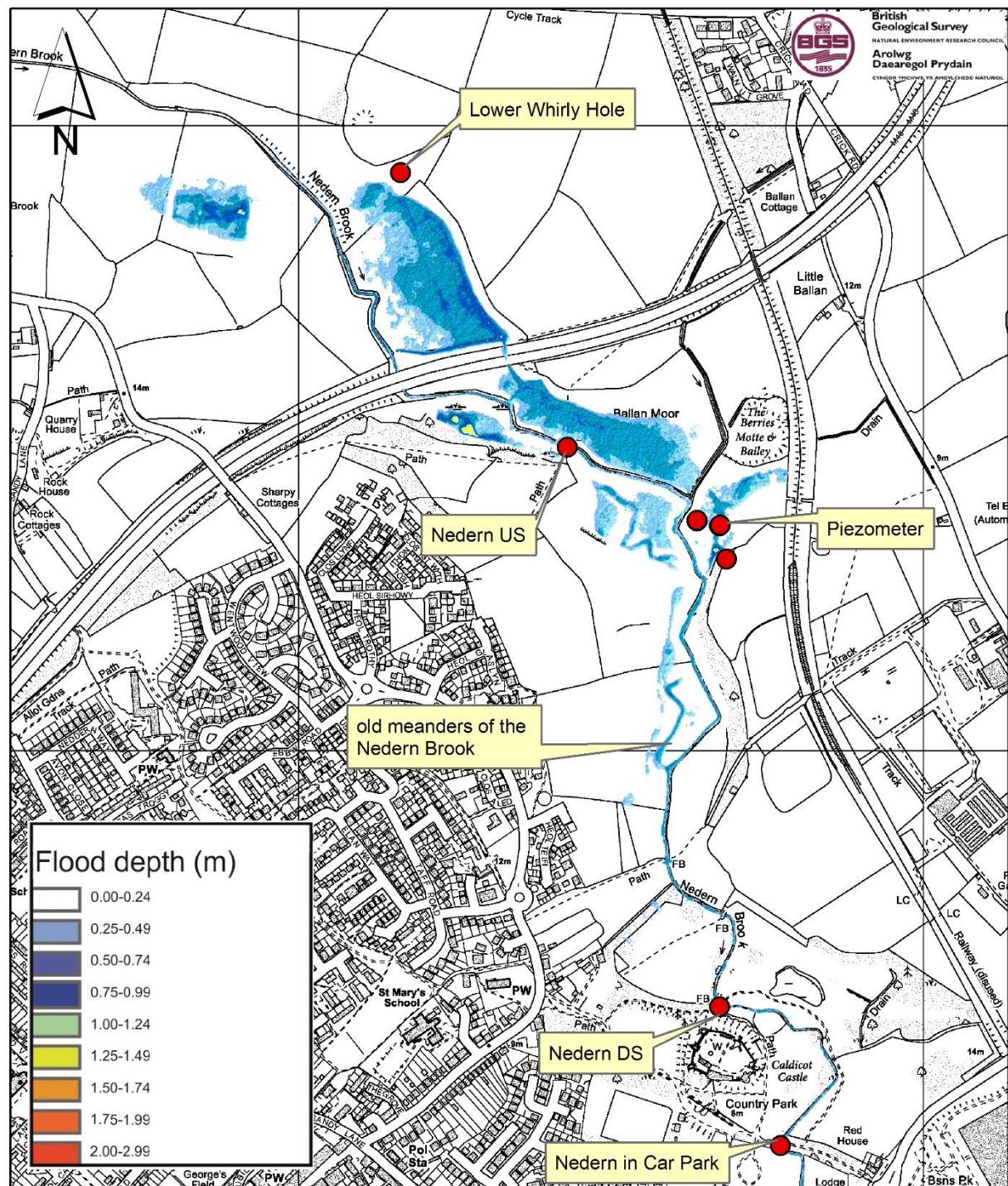
#### 4.1.7 Flood depth maps

The following flood depth maps were produced to illustrate the maximum and mean flood depths during the monitoring period (Figure 9; Figure 10). The existing and historic meanders of the Nedern Brook are clearly visible, the deeper areas tend to be those that flood first and retain water longest.



Ordnance Survey data © Crown copyright and database rights 2016

**Figure 9 Maximum Flood levels based on 5.92maOD elevation of maximum flood depth between 30/09/2014 and 1/05/2015**



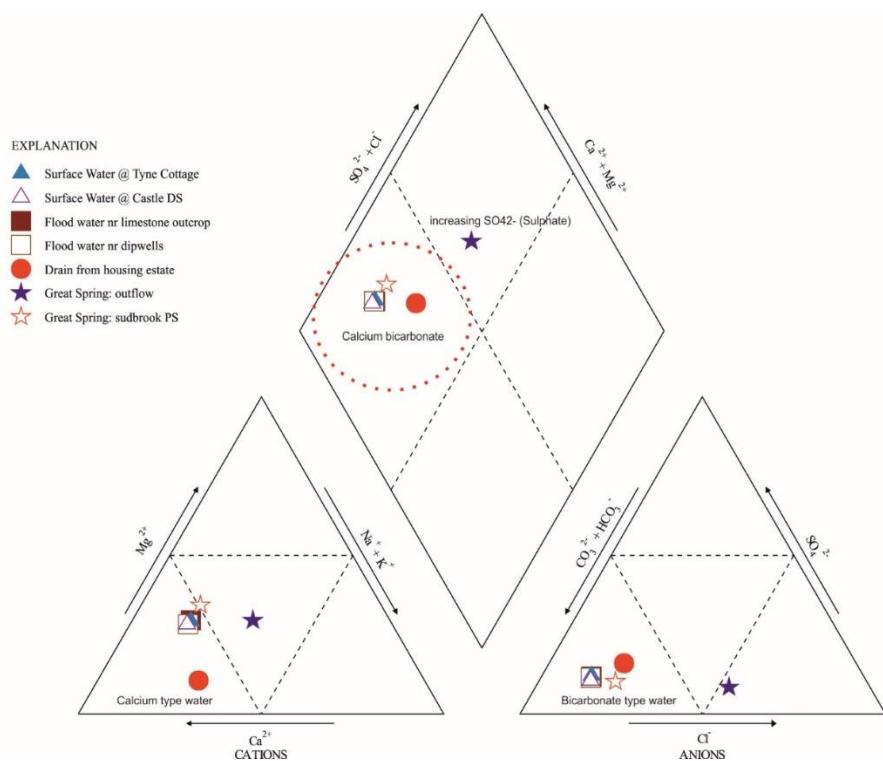
Ordnance Survey data © Crown copyright and database rights 2016

**Figure 10 Mean flood depth, based on 5.15maOD elevation of average flood during between 30/09/2014 and 1/05/2015**

#### 4.1.8 Groundwater chemistry

The groundwater chemistry provides only a snapshot of the ionic composition of the water in the brook and in the flood waters during December 2015. Due to the flood waters it was not possible to sample directly from the piezometers or dipwells, nor from the discharge from the Whirly Holes. Samples from the Great Spring abstraction are provided, to illustrate the composition of groundwater from the Carboniferous Limestone aquifer (Table 3 Figure 11).

Calcium bicarbonate dominates the water types, however the Great Spring outflow, that represent groundwater from the Carboniferous Limestone aquifer, has higher levels of sulphate especially when sampled at the outflow to the River Severn. The groundwater from the Great Spring is more mineralised than the waters in the Nedern Brook and the wetland, however this could be representative of a longer residence time of groundwater within the Carboniferous Limestone aquifer before it reaches the Great Spring. In the upper part of the Nedern Brook (nr Caldicot Castle) nitrate (5.45mg/l) concentrations reflect that of local groundwater in the Great Spring (5.61mg/l), which may reflect the high amount of baseflow that the upper course of the brook receives from the underlying limestone aquifer. The effects of dilution, from direct precipitation or from groundwater from the river terrace gravels are not understood.



**Figure 11 Major ions of water samples taken from Table 1, shown in a ‘Piper Trilinear Diagram’. Most samples are of  $\text{CaHCO}_3$  type as highlighted by the red dashed circle in the upper triangle.**

Location	Nedern Brook at Tyne Cottage	Nedern Brook nr Castle	Flood water nr limestone outcrop	Flood water near dipwells	Surface drain from housing estate	Great Spring: Outflow	Great Spring: Sudbrook Pumping Station
Date	10-Dec-2015	10-Dec-2015	10-Dec-2015	10-Dec-2015	10-Dec-2015	30-Sep-2014	22-Oct -2014
Time	12:42	10:48	12:03	10:24	11:47	12:12	15:45:00
Type	Surface water	Surface water	Flood water	Flood water	Drain	Groundwater	Groundwater
NRW 'WIMS' Code	660078	660078	660078	660078	660078	51260	48420
E	347190	348674	348293	348658	348415	350838	350701
N	190000	188592	189500	189270	189460	187472	187431
Temp	oC	9.9	8.6	9.3	8.6	11.2	13.4
EC @25oC	µS/cm	236.2	255.3	236.8	273.8	178.9	1177
Ammoniacal Nitrogen as N	mg/l	<0.03	0.04	0.07	0.039	<0.03	<0.03
Nitrogen Total Oxidised as N	mg/l	2.42	5.47	1.70	2.04	0.80	5.61
Nitrate as N	mg/l	2.42	5.45	1.69	2.02	0.78	5.61
Nitrite as N	mg/l	<0.004	0.017	0.009	0.016	0.027	0.004
Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/l	103	114	103	124	52.8	403
Alkalinity as CaCO <sub>3</sub>	mg/l	89.8	97.7	89.1	106	46.5	290
Chloride	mg/l	11.8	12.6	11.8	13.8	10.6	283
Orthophosphate reactive as P	mg/l	0.021	0.07	0.029	0.104	0.12	0.039
Sulphate as SO <sub>4</sub>	mg/l	13.7	14.3	13.8	14.2	11.2	60.1
Phosphate TIP	mg/l	0.0339	0.0807	0.0418	0.123	NR	NR
Sodium	mg/l	7.76	8.23	7.72	8.72	7.73	90.5
Potassium	mg/l	2.02	2.61	2.19	3.08	2.5	4.88
Magnesium	mg/l	8.77	9.36	8.75	10.1	1.85	44.1
Calcium	mg/l	26.7	30.3	26.9	32.9	18.1	92.2
pH In Situ	pH	7.93	7.31	7.54		7.67	7.58
Manganese	ug/l	22.2	11.6	<10	14.5	33.2	<10
Iron	ug/l	117	116	72	189	66.4	34.6
Manganese Dissolved	ug/l	<10	<10	<10	<10	24.8	<10
Iron Dissolved	ug/l	<30	51.6	<30	75.1	<30	<30
Ionic balance	%	-2.85	-5.04	-1.38	-0.324	-2.13	-11.3
Bicarbonate as HCO <sub>3</sub>	mg/l	110	119	109	129	56.7	354
Oxygen Dissolved %	%	106	89.9	72.8	84.7	92.8	104.5
Oxygen Dissolved as O <sub>2</sub> mg/l	mg/l	12	10.5	8.34	9.87	10.2	10.9
							<0.02

**Table 3 Water chemistry analysis from the Nedern Brook SSSI (wetland), Nedern Brook (surface water) and the Great Spring (groundwater). All data stored and accessible on the Natural Resources Wales 'WIMS' database.**

## **4.2 SITE WALKOVER OF THE NEDERN BROOK CONCRETE LINED CHANNEL**

The concrete river channel was installed to minimise water loss to ground and to reduce flow to the Great Spring. It was constructed in just a few months between August and October 1883, (Walker, 1888). The channel was constructed on the upper part of the Nedern Brook from the Cwm (ST4591093175) and Ridge Farm (ST4609509461) for a distance of 3 km. There are no concrete sections within the wetland SSSI boundary. Haskoning UK Ltd (2013) recommended that a survey was undertaken to assess the state of the concrete channel. Although this was not done during this project a similar survey had been undertaken for Environment Agency Wales as part of the Great Spring work (Lawrence et al 2013). The survey showed that the concrete channel was still visible over much of the original 3 km reach however the concrete bed ‘is now in a poor state of repair and it is considered unlikely to prevent recharge to the aquifer from the Castrogi or Nedern Brooks’(Lawrence et al 2013). The Nedern Brook is known to have a discrete sink at the ‘Cwm’ (Figure 12) and will also dry up along much of its lower reach (Figure 13).



**Figure 12 Nedern Brook sinking to the base of the river, at the Cwm (1.5.2015). The concrete river channel is still visible however it does not restrict the water from sinking to ground. (P915235) © BGS NERC.**



**Figure 13 Nedern Brook (dry) looking south towards the M48 road bridge 1<sup>st</sup> May 2015. © BGS NERC. P917085.**

#### 4.3 CLASSIFICATION

The classification of the Nedern Brook Wetlands SSSI is not the main purpose of this study however it is worth some consideration in light of the information collected. This study has shown that the wetland is ephemeral, fed by springs and groundwater seepages and that it responds to changes in groundwater levels in the underlying aquifers. The wetland should be considered to be a ‘Groundwater Dependent Terrestrial Ecosystem’ (GWDTE). The current SSSI Citation (CCW, 1998) does correctly note that groundwater levels control the flooding regime, however the site is only classed as ‘productive meadows’.

One possibility is that the Nedern Brook SSSI could fit the description of the Priority Habitat ‘**aquifer fed naturally fluctuating water body**’ (UKBAP, 2008), however additional data would be needed to confirm that the vegetation displayed the characteristic zonation of these habitats. Aquifer fed naturally fluctuating water bodies are rare in the UK with only 10 ha in Northern Ireland, 1 ha in Wales and 20 ha in England (UKBAP, 2008). In comparison the Nedern Brook Wetland when flooded covers an area over 30 ha. Currently the wetland fits some, but not all, of the classification criteria leaving several grey areas in terms of any potential future reclassification.

The Nedern Brook SSSI fits the UKBAP priority habitat criteria including:

- Natural water body that has an intrinsic regime of extreme fluctuations
- Periods of complete or almost complete drying out occur
- Water flooding exceeds 0.5m depth

However it does not fit the following criteria:

- The wetland should not have an inflow and outflow stream
- Aquatic vegetation should not be present

The following criteria need further data collection to allow reassessment:

- It is unknown if specialist semi-aquatic bryophytes capable of withstanding fluctuating water levels are present (survey required)
- There is no NVC map and concentric zonation of vegetation (if any) has not yet been identified
- The aquatic fauna is currently unknown and the wetland may not include any key species often associated with the priority habitat
- Nutrient status reflects that of local groundwater (requires more detailed sampling and analysis)

In conclusion the Nedern Brook Wetlands SSSI has several key features that are similar to the UKBAP Priority habitat ‘aquifer fed naturally fluctuating water body’ and also several features that remain unassessed due to the lack of information, thus is it not currently clear if the wetland fits the UKBAP description for this habitat. Consideration of these features could be beneficial should the classification of the wetland be updated in the future as and when information become available.

## 5 Recommendations

The current study has helped to answer some recommendations from Haskoning UK Ltd (2013) regarding the hydrology of the Nedern SSSI / Nedern Brook, however it is acknowledged that the scope was limited and did not cover water balance, geological investigations or water chemistry.

### 1. Hydrological monitoring

There is still a lack of long term water level data in the Nedern Brook and extreme events such as drought or flood have not been characterized, thus the limits of flooding and flood duration are poorly understood. The lack of spot gauging within the Nedern Brook also limits the calculation of a stage discharge relationship for flow within the brook. This data is very important to underpin future river restoration plans. There is no groundwater monitoring within the River Terrace Gravel deposits, and thus the role of gravels in groundwater supply to the wetland is not known.

It is proposed that monitoring of groundwater and surface water levels should continue in the Nedern Brook to better characterise the hydrology of the area. Surface water spot gauging during high flow and low flow should be repeated upstream at Tyne Cottages and downstream (Nedern DS) to allow a stage discharge relationship to be formed. This data, which can be back calculated for the monitoring period, will address the key knowledge gap of understanding flow within the Nedern Brook.

Should funding become available then borehole/s drilled into the River Terrace Deposits should be instrumented with data loggers to help better understand the role of the river terrace deposits on groundwater supply to the wetland. On site precipitation data is preferable but not necessary as existing NRW stations at Llanvaches and Collister Pill can be used.

### 2. Water balance

Currently there is no water balance for the Nedern brook wetland. Without this we cannot quantify inflows and outflows of water into the wetland, or design appropriate river restoration plans. An initial water balance should be possible once stage discharge relationships for flow are calculated as described in recommendation 1. This would require flow volumes in the Nedern Brook both upstream and downstream of the wetland (as detailed in recommendation 1), rainfall and evapotranspiration (from existing stations), ground and surface water abstraction returns (NRW database) and flow from direct inputs such as drains. An initial water balance would directly benefit the understanding of how the site works, underpinning future management or restoration options.

### **3. Geological properties**

There is a lack of information on the superficial deposits within the wetland area. It is likely that the superficial deposits will be heterogeneous, some areas being highly permeable – allowing the movement of groundwater and others less so resulting in the impeded or retention of water. The implication is that different areas within the wetland will function differently dependent upon their geology.

The recommendation from Haskoning UK Ltd (2013) to ‘Undertake an investigation to determine the thickness, spatial extent and permeability of the alluvium and river terrace gravels within the study area’ remains however should only be undertaken if river restoration plans are to go ahead. Geological mapping by the BGS see Lawrence et al (2013) could be built upon with a series of small boreholes across the site and lab testing required.

## 6 Conclusions

For the first time a complete flood cycle has been characterised at the Nedern Brook Wetland SSSI. A hydrological monitoring network of stilling wells, piezometers, boreholes were instrumented with data collected every 30 minutes.

- The Nedern Brook has been heavily modified in the past. It has been straightened and over depend and acts primarily as a drain for groundwater that discharges onto its floodplains.
- The Nedern Brook was not seen to be ‘overtopping’ or causing fluvial flooding during the study, but only acting as a drain taking water away from the wetland.
- Surface water gauging both upstream and downstream of the wetland proved that flow within the Nedern Brook can be highly variable. Flow downstream of the wetland is often much greater than the flow recorded upstream of the wetland. This difference (up to 225 l/s in January 2015) is attributed principally to groundwater discharge into the wetland.
- A walkover of the Nedern and Castrogi Brook showed that the Victorian concrete lined channel was in a poor state of repair and is very unlikely to prevent surface water loss into the aquifer.
- The wetland can flood to a depth of 1.5 m (based on depth near piezometer P3) and flooding can cover an area nearly 1.5 km in length and cover an area greater than 30 ha.
- Groundwater plays a principal role in the flood regime of the Nedern Brook Wetland and it should be classified as a Groundwater Dependent Terrestrial Ecosystem (GWDTE).
- Key discrete groundwater discharges were identified namely the Upper and Lower Whirly Holes an area of discharge from the limestone outcrop south of the M48 and an unnamed spring that only flows when groundwater levels are high.
- Larger diffuse areas of groundwater discharge on the floodplains were identified within the wetland.
- It is possible that the Nedern Brook Wetland should be reclassified as the UKBAP Priority Habitat ‘aquifer fed naturally fluctuating wetland’ however further information, especially about vegetation zonation, is required.

## Glossary

BFI	Baseflow Index
BGS	British Geological Survey
GWDTE	Groundwater Dependant Terrestrial Ecosystem
maOD	meters above Ordnance datum (sea level)
NRW	Natural Resources Wales
SPZ	Source Protection Zone
SSSI	Site of Special Scientific Interest
UKBAP	UK Biodiversity Action Plan
WFD	Water Framework Directive

## References

British Geological Survey holds most of the references listed below, and copies may be obtained via the library service subject to copyright legislation (contact libuser@bgs.ac.uk for details). The library catalogue is available at: <http://geolib.bgs.ac.uk>.

ATKINS, 2012. Nedern Brook, Caldicot Catchment Study Summary Report. March 2012. For Environment Agency Wales.

CLARKE, L & ALDOUS, P.J. 1987. Hydrogeological investigations in the Chepstow Block, Gwent: Summary report. WRc Environment for the Welsh Office: restricted report CO1469-M/EV 8390.

COUNTRYSIDE COUNCIL FOR WALES, 1988. Nedern Brook Wetlands SSSI Citation  
<http://www.ccgw.gov.uk/landscape--wildlife/protecting-our-landscape/special-landscapes--sites/protected-landscape/sssis/sssi-sites/nedern-brook-wetlands.aspx>

DREW D P, NEWSON, M D AND SMITH D I. 1970. Water-tracing of the Severn Tunnel Great Spring. Proc Univ. Bristol Spelaeol Soc. **12**, 203-212.

HASKONING UK LTD, 2013. Nedern Brook River Restoration Option Summary Report. Final Draft Report for Environment Agency Wales. Reference 9Y0437/R/303693/Soli.

LAWRENCE, D.J.D, FARR G.J, WHITBREAD, K AND KENDALL, R. 2013. The geology, hydrogeology and vulnerability of the Great Spring Source Protection Zone. Commissioned Report CF/12/024 for Environment Agency Wales. Confidential Report.

RIGARE, 2014. Report on a pumping test to inform determination of an application to increase the licensed groundwater abstraction rate at Mount Ballan Manor, Caldicot. 1496\_r1, November 2014.

RIVER RESTORATION CENTRE, 2012. Nedern Brook, Monmouthshire, options for river restoration. The River Restoration Centre for Environment Agency Wales.

UKBAP, 2008. Aquifer fed naturally fluctuating water bodies. From UK Biodiversity Action Plan; Priority Habitat Descriptions. [http://jncc.defra.gov.uk/Docs/UKBAP\\_BAPHabitats-01-AqFedWaterBodies.doc](http://jncc.defra.gov.uk/Docs/UKBAP_BAPHabitats-01-AqFedWaterBodies.doc)

WALKER, T.A. 1888. The Severn Tunnel - Its construction and difficulties (1872 - 1887). London, Richard Bentley and Son. <http://archive.org/stream/severntunnelits01walkgoog#page/n12/mode/2up>

## **APPENDIX 1**

### Photographs of monitoring sites



**Figure 14 Nedern Brook DS Monitoring Point under variable flow conditions © BGS NERC.**

27.11.2014 (top), 16.1.2015(middle) & 18.3.2015 (bottom)

BGS Photograph Numbers top to bottom; P917083, P917084, P917082.



**Figure 15 Nedern Brook US Monitoring Point under variable flow conditions © BGS NERC.**

30.09.2014 (top: dry), 27.11.14 (middle: dry view north towards the road bridge), 16.1.15 (bottom: wet view east).

BGS Photograph Numbers top to bottom; P917088, P917089, P917087



**Figure 16 Dipwells and Piezometers (P3) in dry and flood conditions © BGS NERC.**

30.09.2014 (top: dry install and survey view north towards M48) and 16.01.2015 (bottom: wet similar view)

BGS Photograph Numbers top to bottom; P915233, P915230.



**Figure 17 Lower Whirly Hole in variable flood conditions © BGS NERC.**

30.09.2014 (top), 18.12.2014 (middle), 27.11.2014 (bottom)

(BGS Photograph Numbers top to bottom; P915232, P502178 and P915228)



**Figure 18 Nedern Brook at Tyne Cottages in variable flow conditions © BGS NERC.**

27.11.2014 (top) and 1.05.2015 (below)

BGS Photograph Numbers top to bottom; P917086, P915238.

## **APPENDIX 2**

### **Elevation Survey Data**

Survey	Easting	Northing	Z	Z accuracy (m)	Comments	Date
3	348674	189360	4.547	0.016	Dipwell DW2 toc . Water level 0.9mbtoc = 3.647maOD - toc height above groundlevel 0.179m = 3.468maOD water level)	30.09.2014
4	348675	189361	4.626	0.017	Piezometer P3 toc. Water level 0.96mbtoc = 3.66maod - toc height above GL 0.22m = 3.446maOD water level. Water level logger installed at 1.5mbtoc = 3.126 datum for logger in P3	30.09.2014
7	348638	189368	5.033	0.14	Dipwell D1 toc .Water level 0.95mbtoc = 4.083 - toc height above GL 0.321 = 3.762moAD water level.	30.09.2014
8	348638	189368	4.968	0.015	Piezometer P1a. Water level 0.97mbtoc = 3.998mbtoc - toc height above GL 0.256 = 3.742maOD water level.	30.09.2014
9	348638	189369	4.832	0.014	Piezometer P1 toc (water level 0.82mbtoc = 4.012 -toc height above GL 0.12m = 3.892maOD water level.	30.09.2014
10	348638	189369	4.712	0.017	Ground level near P1, D1 and P1a0	30.09.2014
11	348612	189364	5.563	0.016	Bank Near the Nedern and dipwells and piezometers (groundlevel)	30.09.2014
12	348607	189364	4.499	0.016	Nedern Brook near survey 11 (no flow in Nedern at this point)	30.09.2014
13	348685	189307	na	na	Barologger Location (on fence post)	30.09.2014
14	348430	189486	5.66	0.018	US Monitoring Point (logger suspended 1.63m of wire thus datum 4.03maOD. Dip at time of installation was 1.17m or 4.49maOD rest water level in Brook. (water level)	30.09.2014
15	348163	189925	4.771	0.014	Lower Whirly Hole (near centre and base of depression whilst dry)	30.09.2014
20	348846	188400	5.621	0.02	Palaeochannel south of SSSI near castle car park (water level)	27.11.2014
20	348846	188400	6.52	0.029	DS Monitoring Point (datum on bridge). At time logger suspended 2.08m below datum thus logger datum is 4.43maOD. Rest water level at the time of installation was 2.01mb or 4.51maOD rest water level. No flow in Nedern at this point. (water level)	30.09.2014
21	348674	188591	5.08	0.048	DS Nedern Monitoring Point (water level)	27.11.2014
22	348685	188740	5.507	0.397	Nedern Brook level by bridge (water level)	27.11.2014
23	348601	188825	5.287	0.213	Nedern Brook level by bridge on Mr Brooms Land (water level)	27.11.2014
24	348655	189272	6.187	0.052	Dipwell /Piezometer water level correction point (about 50m south of dipwells) (water level)	27.11.2014
25	347387	190052	6.158	0.018	Nedern Brook on Slough Farm Mr Bennett (water level)	27.11.2014
26	347944	189919	5.307	0.008	Nedrn Brook on Slough Farm Mr Bennett - recorded to compare to flooded area adjacent but not connected to Nedern see survey 27	27.11.2014
27	348032	189922	5.221	0.03	Flood to east of Nedern Brook (Survey 26) taken just to compare elevation. Nedern Brook is slightly higher in this area. (water level)	27.11.2014
28	348166	189918	5.253	0.012	Lower Whirly Hole (water level)	27.11.2014
29	348431	189487	5.473	0.021	US Nedern Monitoring Point (water level)	27.11.2014
32	348844	188396	5.5.8	0.018	Palaeochannel south of SSSI near castle car park (water level)	18.12.2014
33	348674	188592	5.071	0.028	DS Nedern Monitoring Point (water level)	18.12.2014
35	348686	188740	5.102	0.052	Stone Bridge (water level)	18.12.2014
36	348597	188825	5.057	0.022	Small wooden footbridge (water level)	18.12.2014
37	348654	189275	5.249	0.013	Dipwell /Piezometer water level correction point (about 50m south of dipwells) (water level)	18.12.2014
38	348431	189487	5.25	0.04	US Nedern Monitoring Point (water level)	18.12.2014
39	348012	189901	5.33	0.196	Nedern by small culvert (water level)	18.12.2014
40	348166	189918	5.162	0.178	Lower Whirly Hole (water level)	18.12.2014
42	348985	187260	7.182	0.013	Nedern outflow (survey point is the concrete structure below the yellow winch box) (water level)	18.12.2014
42	348985	187260	3.623		Outflow of Nedern : water level (measured down from the datum point) (water level)	18.12.2014
43	348854	188509	5.96	0.021	Gate on Mr Brooms land East side of Nedern (water level)	16.1.2015
44	348674	188591	5.983	0.033	DS Nedern Monitoring Point (water level)	16.1.2015
45	348720	188704	5.927	0.025	Small section poss part of palaeochannel ? (water level)	16.1.2015

Survey	Easting	Northing	Z	Z accuracy (m)	Comments	Date
46	348686	188740	6.09	0.067	Stone Bridge _ levels very high and water blocking up against it and flowing overland (water level)	16.1.2015
47	348622	188821	6.055	0.023	Small wooden footbridge (water level)	16.1.2015
48	348644	188908	6.029	0.027	Flood level next to footpath leading up to Mr Brooms main fields	16.1.2015
49	348684	189062		bad	Gate on Mr Brooms land East side of Nedern (water level)	16.1.2015
51	348655	189272	6.116	0.018	Dipwell /Piezometer water level correction point (about 50m south of dipwells) (water level)	16.1.2015
52	348846	188400	5.883	0.016	Palaeochannel south of SSSI near castle car park (water level)	16.1.2015
53	348780	188391	5.901	0.02	Nedern at Bridge by carpark - good flow (water level)	16.1.2015
54	348431	189487	6.062	0.028	US Nedern Monitoring Point (water level)	16.1.2015
55	348417	189460	6.996	0.018	Storm Drain flow about 1.5-2 l / s (location)	16.1.2015
56	347711	190079	6.359	0.018	Flooded land on Slade Farm (water level)	16.1.2015
57	347708	190069	6.289	0.019	Adjacent to Point 56 River Nedern (water level)	16.1.2015
58	347339	190038	6.774	0.027	Nedern Adjacent to upper whirly hole (water level)	16.1.2015
59	347808	189993	6.045	0.019	Flood on land adjacent to point 58 (water level)	16.1.2015
60	347949	189965	6.082	0.017	Nedern on slough Farm where it joins flooding (water level)	16.1.2015
61	347961	189984	6.033	0.018	Flood opposite point 60 (water level)	16.1.2015
62	348058	190002	6.317	0.015	SPRING. Not recorded before - seepage across about 5m of fence line into Nedern (location)	16.1.2015
63	348166	189918	6.042	0.015	Lower Whirly Hole (water level)	16.1.2015
64	348834	188127	5.888	0.036	Nedern at main road flowing out of Country park - good flow no obstructions no ponding of water (water level)	16.1.2015
65	347192	189995	7.65	0.041	Nedern at Tyne Cottages (concrete lip in channel)	27.1.2015
66	347192	189995	7.511	0.041	Nedern at Tyne Cottages WATER LEVEL use this to correct stilling well data (INSTALL date)	27.1.2015
67	34192	18995	7.37	0.041	Nedern at Tyne Cottages (river bed profile left to right)	27.1.2015
68	347192	18995	7.261	0.046	Nedern at Tyne Cottages (river bed profile left to right)	27.1.2015
69	347192	189996	7.16	0.038	Nedern at Tyne Cottages (river bed profile left to right)	27.1.2015
70	347192	189996	7.194	0.056	Nedern at Tyne Cottages (river bed profile left to right)	27.1.2015
71	347192	189997	7.064	0.029	Nedern at Tyne Cottages (river bed profile left to right)	27.1.2015
72	347192	189997	7.347	0.083	Nedern at Tyne Cottages (river bed profile left to right)	27.1.2015
73	347192	189998	7.255	0.027	Nedern at Tyne Cottages (river bed profile left to right)	27.1.2015
84	348781	188390	5.276	0.023	Nedern at Bridge by carpark - good flow (water level)	27.1.2015
85	349030	187690	5.217	0.024	Nedern in Industrial Estate good flow (water level)	27.1.2015
86	348983	187257	5.143	0.017	Nedern outflow - measure of water level - however tide was in so level is reflection of sea level.	27.1.2015
89	348781	188390	5.023	0.076	Nedern at Bridge by carpark - good flow (water level)	12.2.2015
90	348846	188400	5.619	0.051	Palaeochannel south of SSSI near castle car park (water level)	12.2.2015
91	348674	188591	4.916	0.041	DS Nedern Monitoring Point (water level)	12.2.2015
92	348622	188821	4.94	0.019	Small wooden footbridge (water level)	12.2.2015
93	348684	189062	5.16	0.041	Gate on Mr Brooms land East side of Nedern (water level)	12.2.2015
94	348655	189272	5.207	0.037	Dipwell /Piezometer water level correction point (about 50m south of dipwells)	12.2.2015
95	348431	189487	5.095	0.016	US Nedern Monitoring Point (water level)	12.2.2015
98	347799	189979	5.04	0.024	Slough Farm Upper Flood Limit of Nedern (water level)	12.2.2015
99	348166	189918	5.246	0.022	Lower Whirly Hole (water level)	12.2.2015
100	348135	189913	5.267	0.027	small seepage (observed only as Nedern recedes)	12.2.2015
101	348127	189913	5.186	0.051	small seepage (observed only as Nedern recedes)	12.2.2015
102	348781	188390	4.853	0.02	Nedern at Castle Car Park (flow visible) (water level)	18.3.2015

Survey	Easting	Northing	Z	Z accuracy (m)	Comments	Date
103	348846	188400	5.5	0.016	Palaeochannel south of SSSI near castle car park (water level)	18.3.2015
104	348674	188591	5.036	0.035	DS Nedern Monitoring Point (water level)	18.3.2015
105	348686	188740	4.93	0.014	Stone Bridge (water level)	18.3.2015
106	348622	188821	4.954	0.01	Wood bridge (water level)	18.3.2015
107	348684	189062	5.043	0.014	Gate on Mr Brooms land East side of Nedern (water level)	18.3.2015
108	348655	189272	5.043	0.014	Dipwell /Piezometer water level correction point (about 50m south of dipwells)	18.3.2015
110	348431	189487	5.001	0.046	US Nedern Monitoring Point (water level)	18.3.2015
112	347192	189995	8.329	0.056	Nedern at Tyne Cottages (flow) (water level)	18.3.2015
113	347795	189937	5.359	0.033	Slough Farm top of flooded extent (water level)	18.3.2015
114	348166	189918	5.207	0.019	Lower Whirly Hole (wet with discharge visible) (water level)	18.3.2015
115	348007	189905	5.163	0.023	Nedern adjacent to drain on Slough Farm (water level)	18.3.2015
116	348781	188390	4.643	0.039	Nedern at Castle Car Park (flow visible) (water level)	01.5.2015
117	348674	188591	4.575	0.021	DS Nedern Monitoring Point (water level)	01.5.2015
118	348686	188740	4.763	0.073	Stone Bridge (water level)	01.5.2015
119	348622	188821	4.614	0.014	Wood bridge (water level)	01.5.2015
121	348431	189487	4.632	0.014	US Nedern Monitoring Point	01.5.2015
123	348254	189529	3.856	0.02	residual pool in small hollow (water level)	01.5.2015
124	348275	189509	3.902	0.03	residual pool in small hollow (water level)	01.5.2015

## **APPENDIX 3**

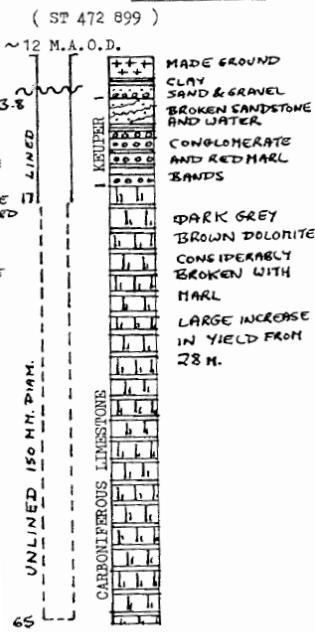
Field water chemistry

Survey	E	N	Comments	Type	Date	EC us/cm	Temp °C
51	348655	189272	Dipwell /Piezometer water level correction point (about 50m south of dipwells)	Flood water	16.1.2015	290	5.8
37	348654	189275	Dipwell /Piezometer water level correction point (about 50m south of dipwells)	Flood water	18.12.2014	330	10
104	348674	188591	DS Nedern Monitoring Point	Nedern Brook	18.3.2015	453	6.8
44	348674	188591	DS Nedern Monitoring Point	Nedern Brook	16.1.2015	290	4
33	348674	188592	DS Nedern Monitoring Point about 9am	Nedern Brook	18.12.2014	300	10.3
48	348644	188908	Flood level next to footpath leading up to Mr Brooms main fields	Flood water	16.1.2015	280	4
61	347961	189984	Flood opposite point 60	Flood water	16.1.2015	240	7.7
43	348854	188509	Gate on Mr Brooms land East side of Nedern	Flood water	16.1.2015	300	4
49	348684	189062	Gate on Mr Brooms land East side of Nedern	Flood water	16.1.2015	310	4.1
107	348684	189062	Gate on Mr Brooms land East side of Nedern	Flood water	18.3.2015	452	6.2
63	348166	189918	Lower Whirly Hole	Groundwater	16.1.2015	290	9
40	348166	189918	Lower Whirly Hole	Groundwater	18.12.2014	580	n/a
114	348166	189918	Lower Whirly Hole (wet with discharge visible)	Groundwater	18.3.2015	670	12.9
102	348781	188390	Nedern at Castle Car Park (flow visible)	Nedern Brook	18.3.2015	448	7.1
112	347192	189995	Nedern at Tyne Cottages (flow)	Nedern Brook	18.3.2015	350	8.2
39	348012	189901	Nedern by small culvert	Nedern Brook	18.12.2014	230	10
60	347949	189965	Nedern on slough Farm where it joins flooding	Nedern Brook	16.1.2015	180	9
52	348846	188400	Palaeochannel south of SSSI near castle car park	Flood water	16.1.2015	370	3.2
32	348844	188396	Palaeochannel south of SSSI near castle car park	Flood water	18.12.2014	640	9.5
103	348846	188400	Palaeochannel south of SSSI near castle car park	Flood water	18.3.2015	661	3.6
113	347795	189937	Slough Farm top of flooded extent	Flood water	18.3.2015	440	14.3
36	348597	188825	Small wooden footbridge	Nedern Brook	18.12.2014	290	10.1
47	348622	188821	Small wooden footbridge	Nedern Brook	16.1.2015	300	3.9
62	348058	190002	SPRING seepage across about 5m of fence line into Nedern Brook	Groundwater	16.1.2015	340	6
105	348686	188740	Stone Bridge	Nedern Brook	18.3.2015	450	6.9
46	348686	188740	Stone Bridge _ levels very high and water blocking up against it and flowing overland	Nedern Brook	16.1.2015	310	3.1
55	348417	189460	Storm Drain flow about 1.5-2 l/s	Storm Drain	16.1.2015	140	7.5
38	348431	189487	US Nedern Monitoring Point	Nedern Brook	18.12.2014	240	n/a
54	348431	189487	US Nedern Monitoring Point	Nedern Brook	16.1.2015	270	7.7
110	348431	189487	US Nedern Monitoring Point	Nedern Brook	18.3.2015	404	7.1
106	348622	188821	Wood bridge	Nedern Brook	18.3.2015	451	6.7
n/a	348405	189488	Groundwater discharge from limestone outcrop	Groundwater	18.3.2015	740	9.4
n/a	348339	189512	Groundwater discharge from limestone outcrop (est 10 l/s)	Groundwater	18.3.2015	710	9.7

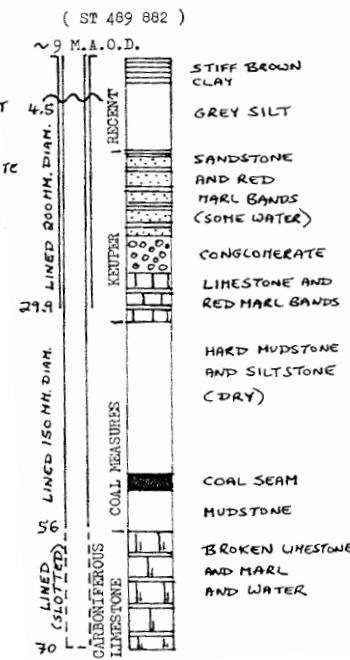
## **APPENDIX 4**

### Borehole Logs

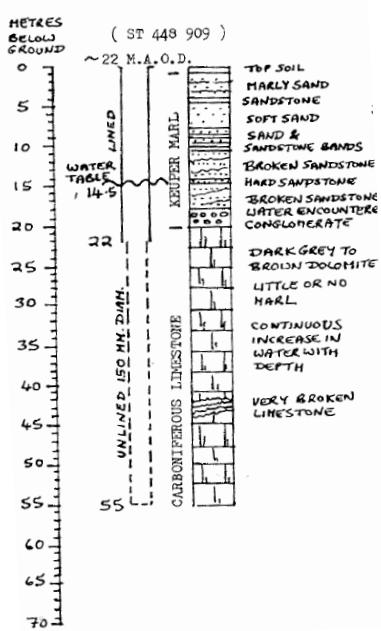
Borehole 2 : TYNE COTTAGE,  
CAERWENT BROOK



Borehole 4 : CALDICOT COUNTRY PARK



Borehole 1 : FIVE LANES

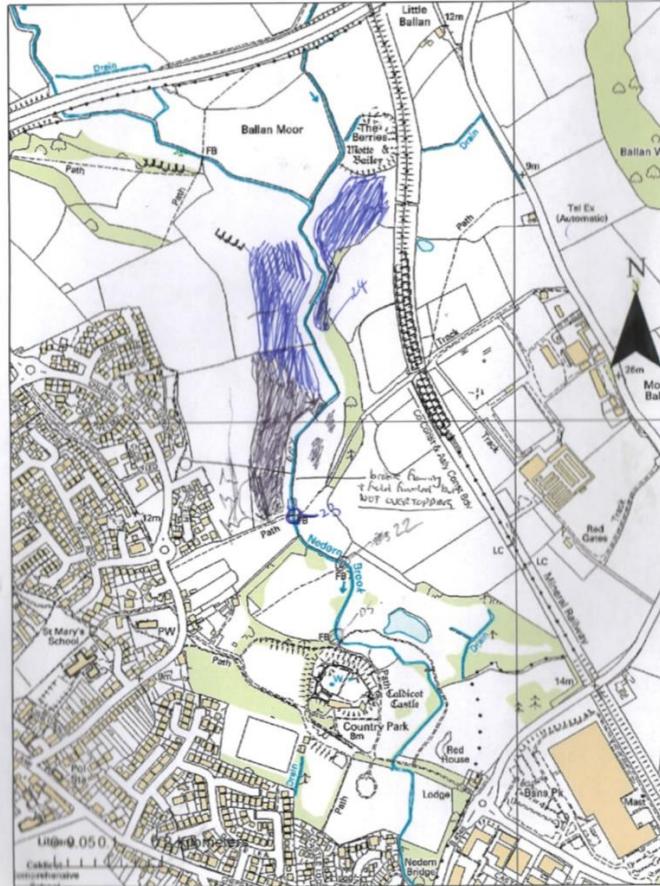


6

## **APPENDIX 5**

Field maps with sketches of flood extent

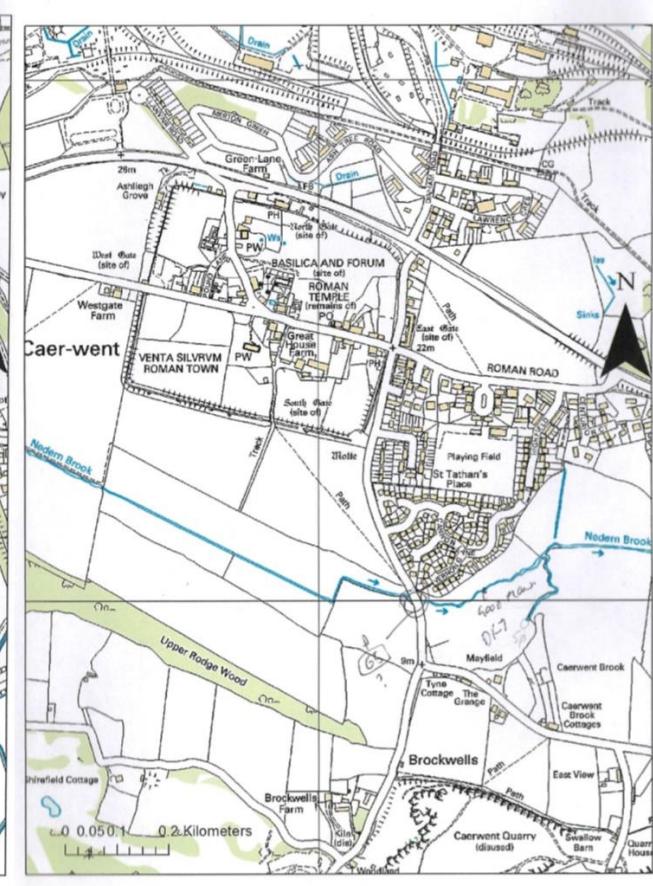
Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc



Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc



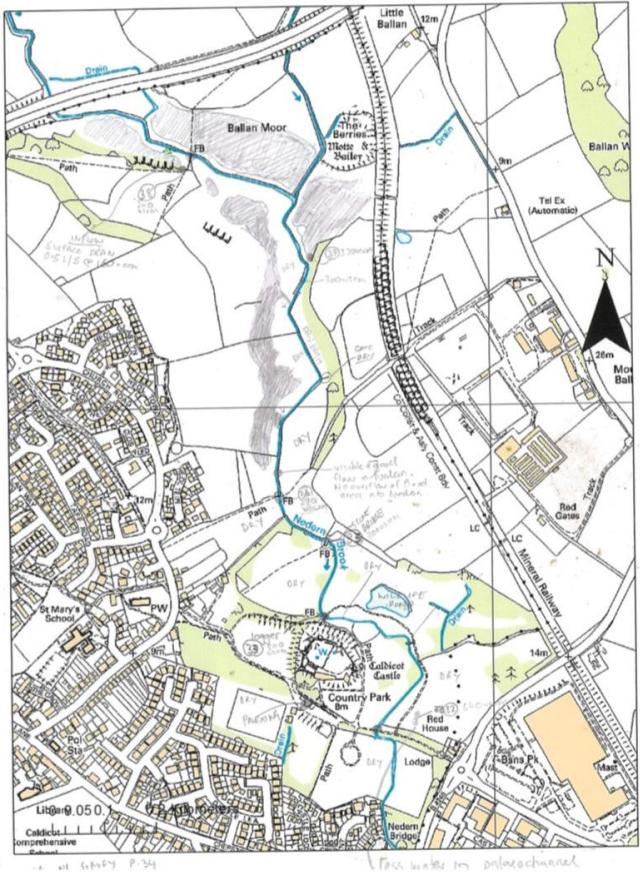
Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc



Contains OS data © Crown Copyright and database right [2015]

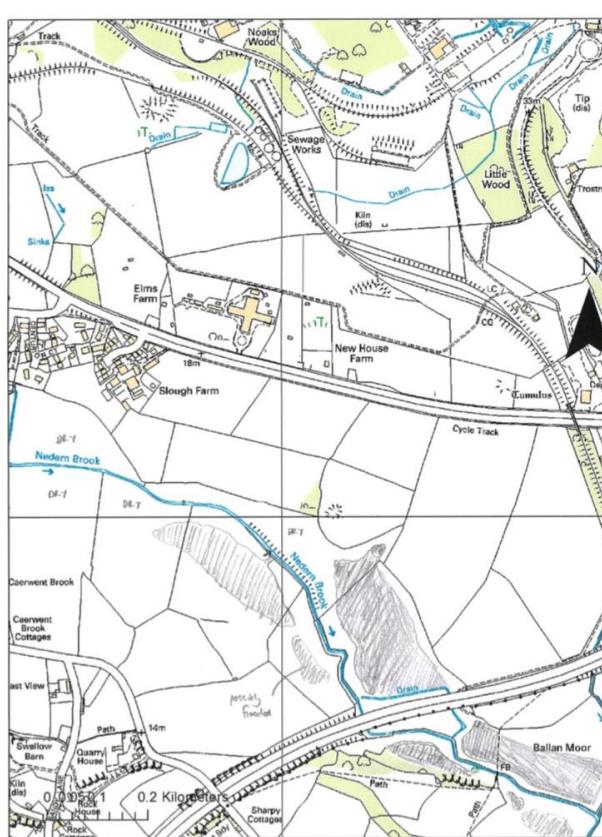
Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc

DATE 16.12.2014



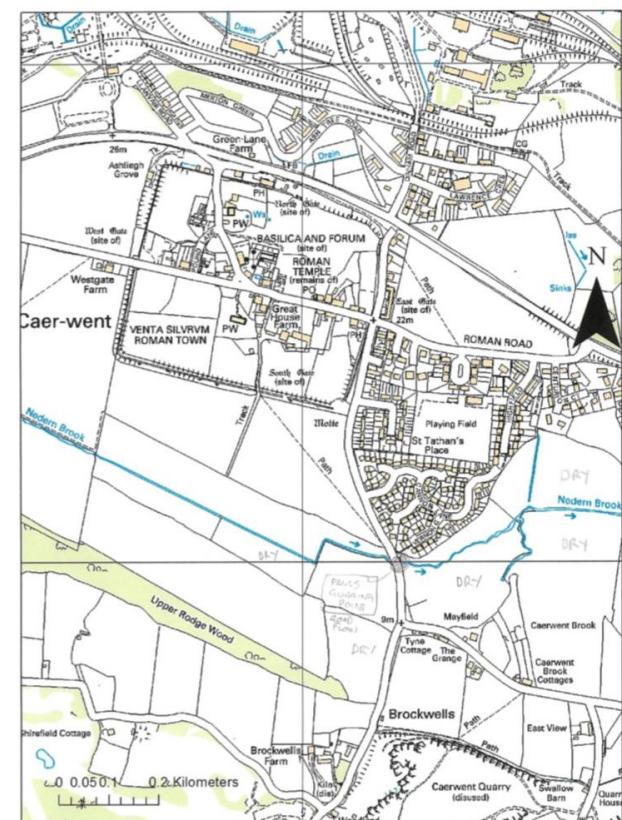
Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc

DATE 18.12.14

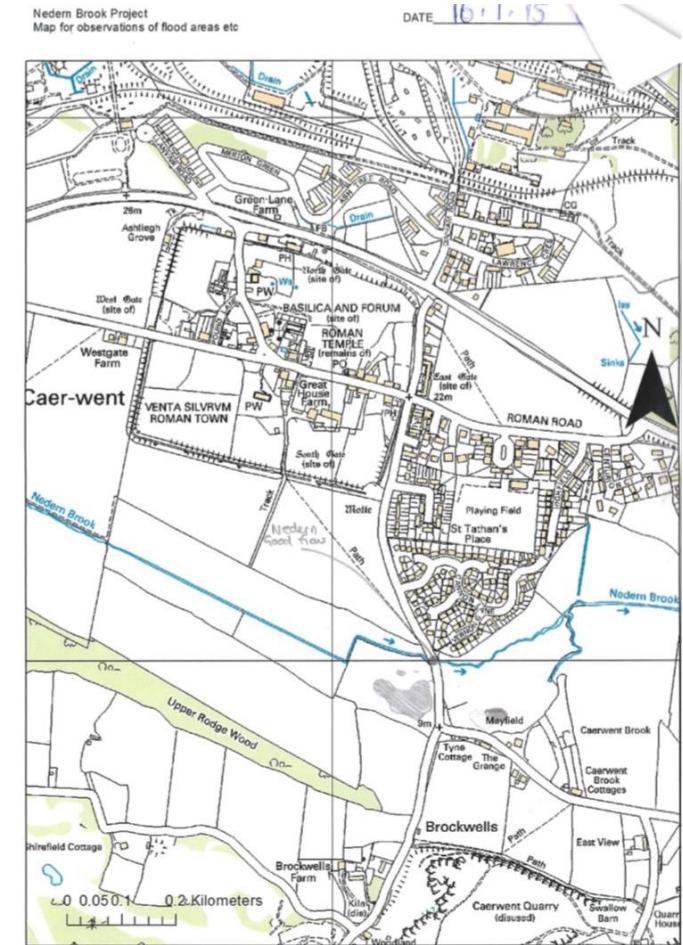
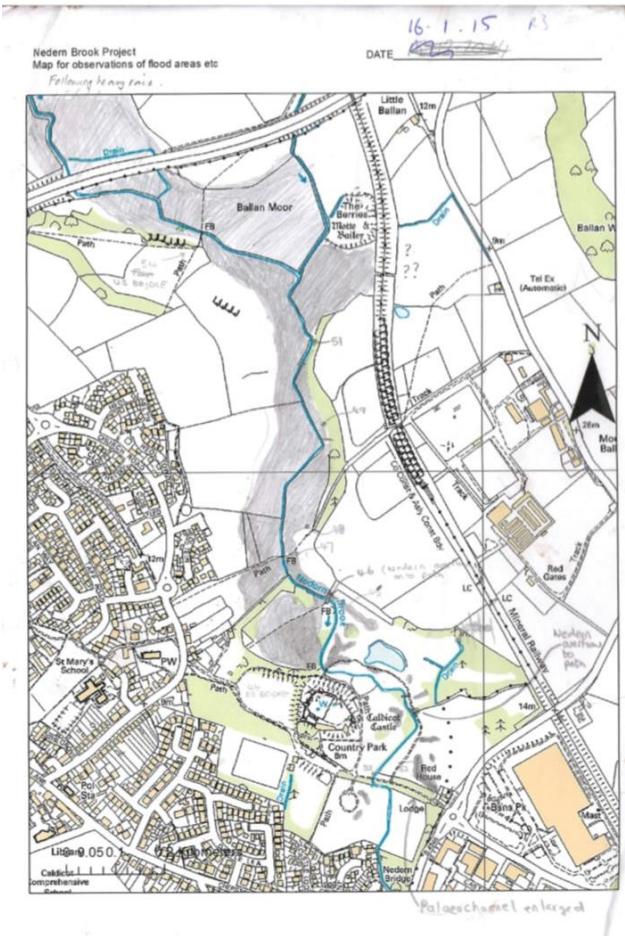


Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc

DATE 18.12.2014



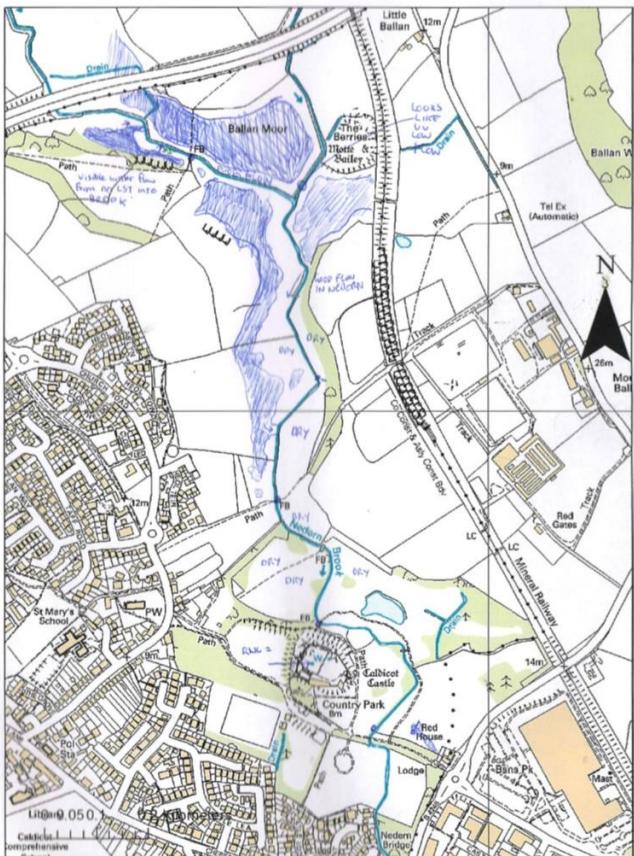
Contains OS data © Crown Copyright and database right [2015]



Contains OS data © Crown Copyright and database right [2015]

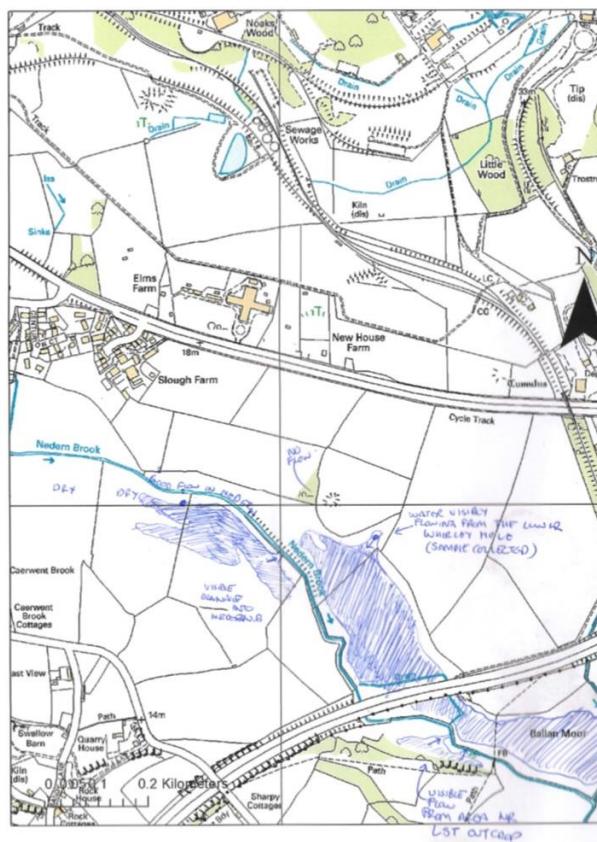
Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc

DATE 12 2 15



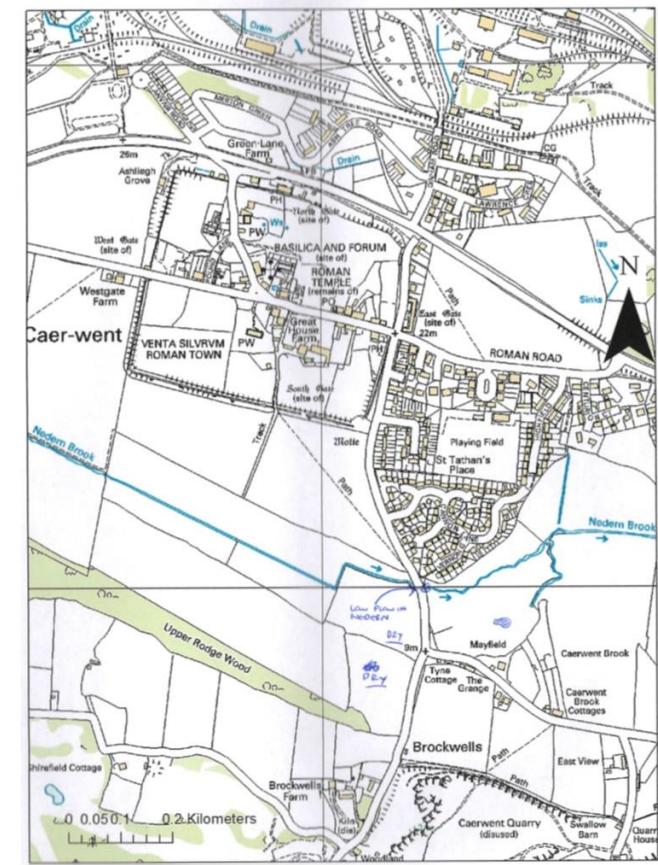
Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc

DATE 12-2-15



Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc

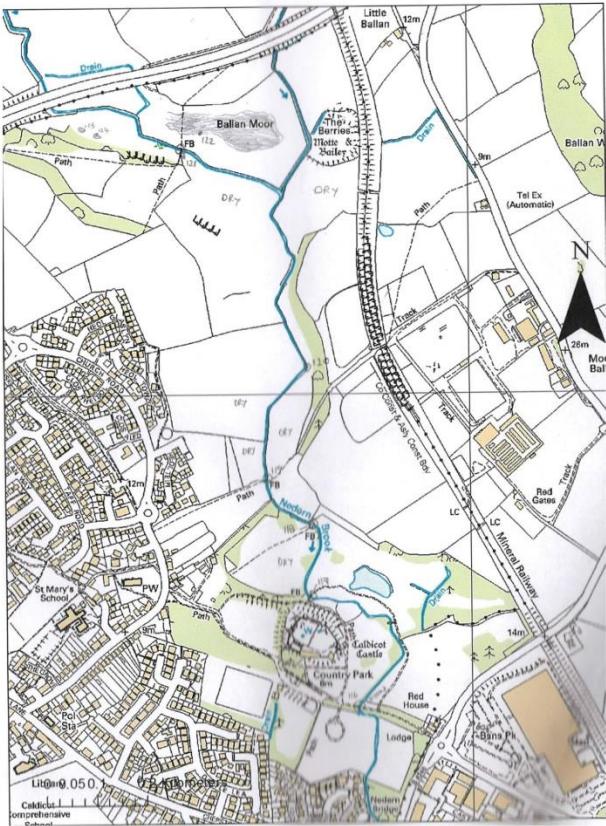
DATE 12 2 15



Contains OS data © Crown Copyright and database right [2015]

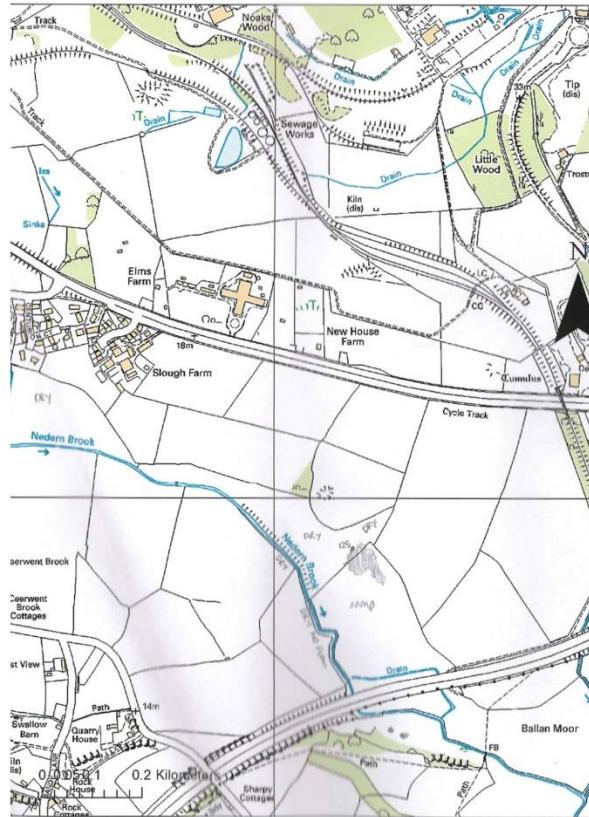
Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc

DATE 11/05/2015



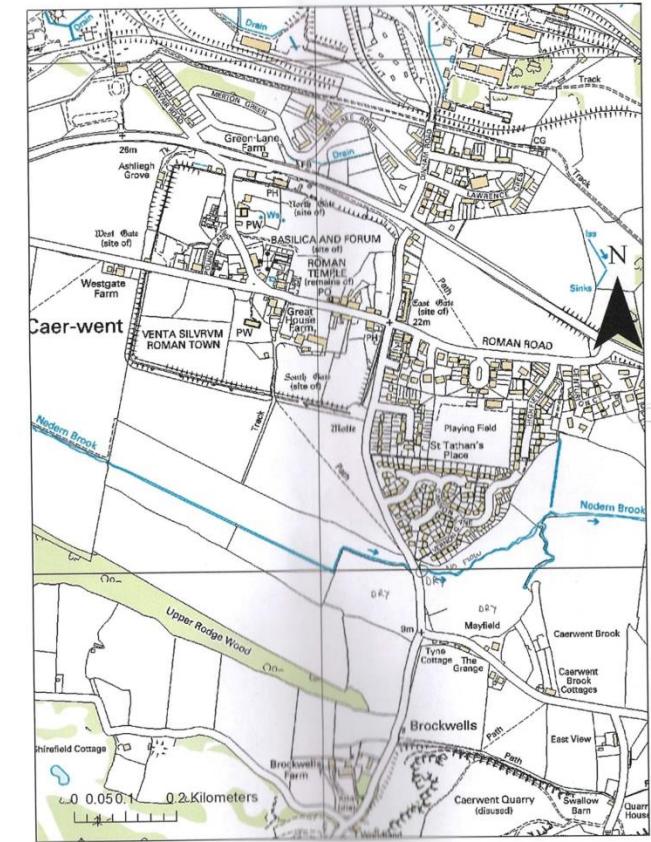
Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc

DATE 1<sup>st</sup> May 2015



Nedern Brook Project  
Map for observations of flood areas etc

DATE 1<sup>st</sup> MAY 2015



Contains OS data © Crown Copyright and database right [2015]