

Cyfraddau cylchdroi corona'r Haul dros y ddegawd diwethaf, a'r goblygiadau ar gyfer modeli gwynt yr Haul



Adran Ffiseg, Prifysgol Aberystwyth, Cymru

Liam Edwards | Dr Huw Morgan

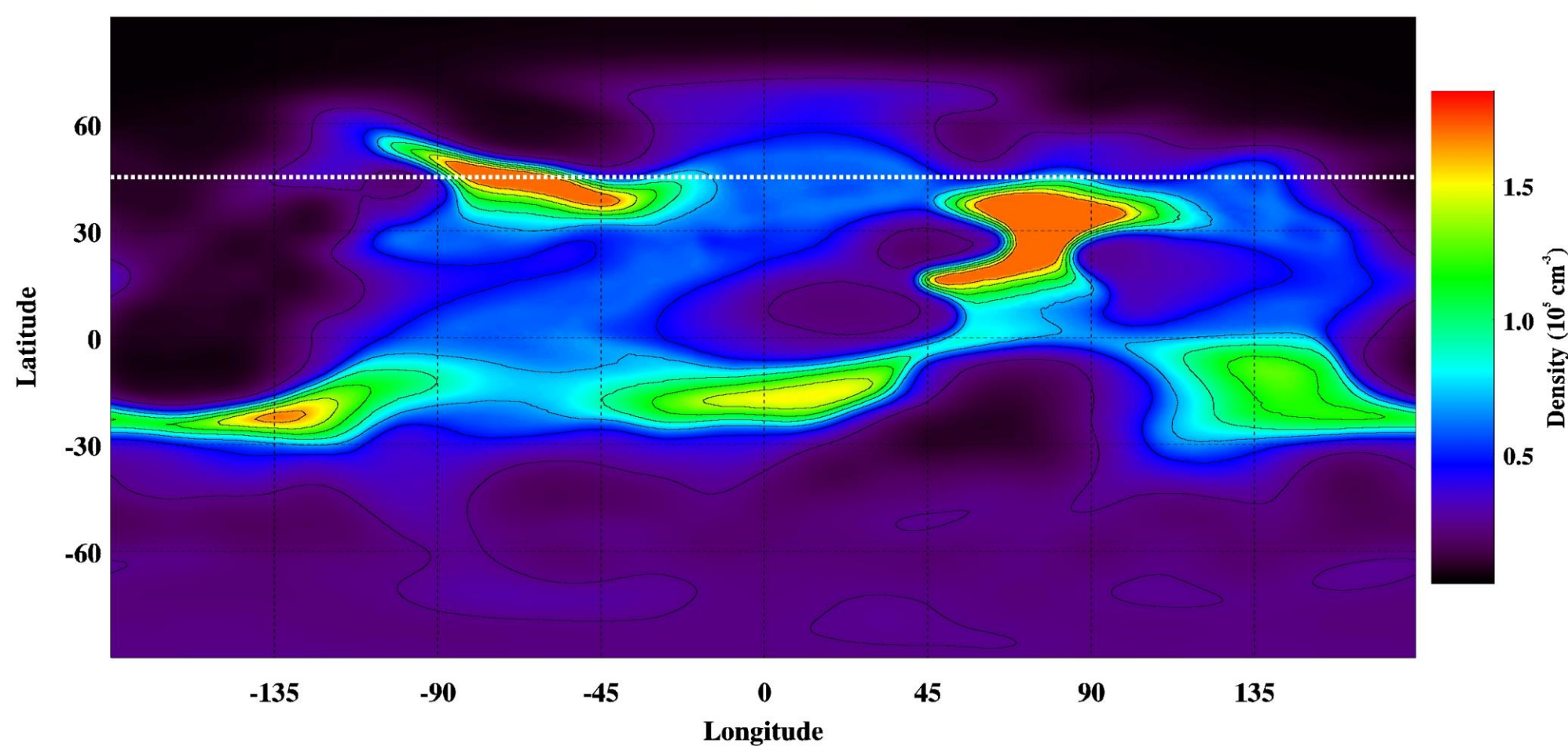
@LiamTEdwards

users.aber.ac.uk/lie6

lie6@aber.ac.uk

Cefndir

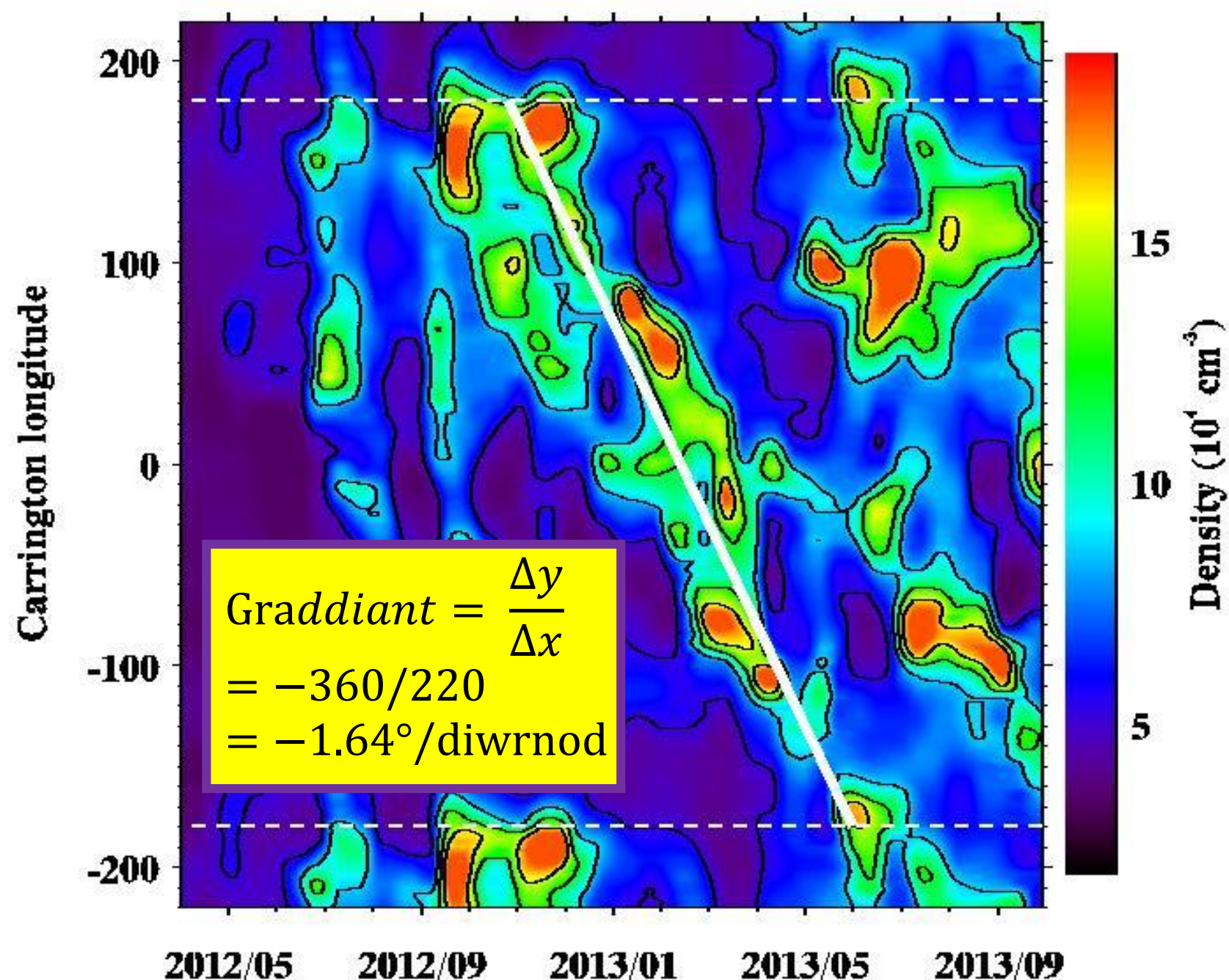
Mae arwynebedd gweledol yr haul (y ffotosffer) yn cylchdroi oddeutu unwaith pob 25 diwrnod ger y cyhydedd, gan arafu at y pegynnau, tra bod natur cylchdroi atmosffer yr haul (y corona) yn fwy ansicr. Mae rhai astudiaethau'n awgrymu proffil cylchdroi sy'n amrywio yn dibynnu ar yr uchder yn yr atmosffer (cylchdroi differol), tra bod eraill yn awgrymu cylchdroi mwy anhyblyg sydd wedi'i gysylltu'n gryf a'r ffotosffer. Mae'r astudiaeth hon yn defnyddio tomograffi cylchdroadol yr haul (TCH) i bennu natur cylchdroi'r corona trwy arsylwi esblygiad ffrydiau dwysedd uchel rhwng 2007 - 2019, dros gyfnod cylchred bywiogrwydd yr Haul.



Ffigwr 1: Map o ddwysedd electronau coronaidd ar bellter o 4 Rs ar gyfer 02/03/2011. Mae'r echelinau fertigol a llorweddol yn dangos y lledred a'r hydred a rhoddir dwysedd yr electronau gan y bar lliw (mewn unedau o 10^5 cm^{-3}).

Dull

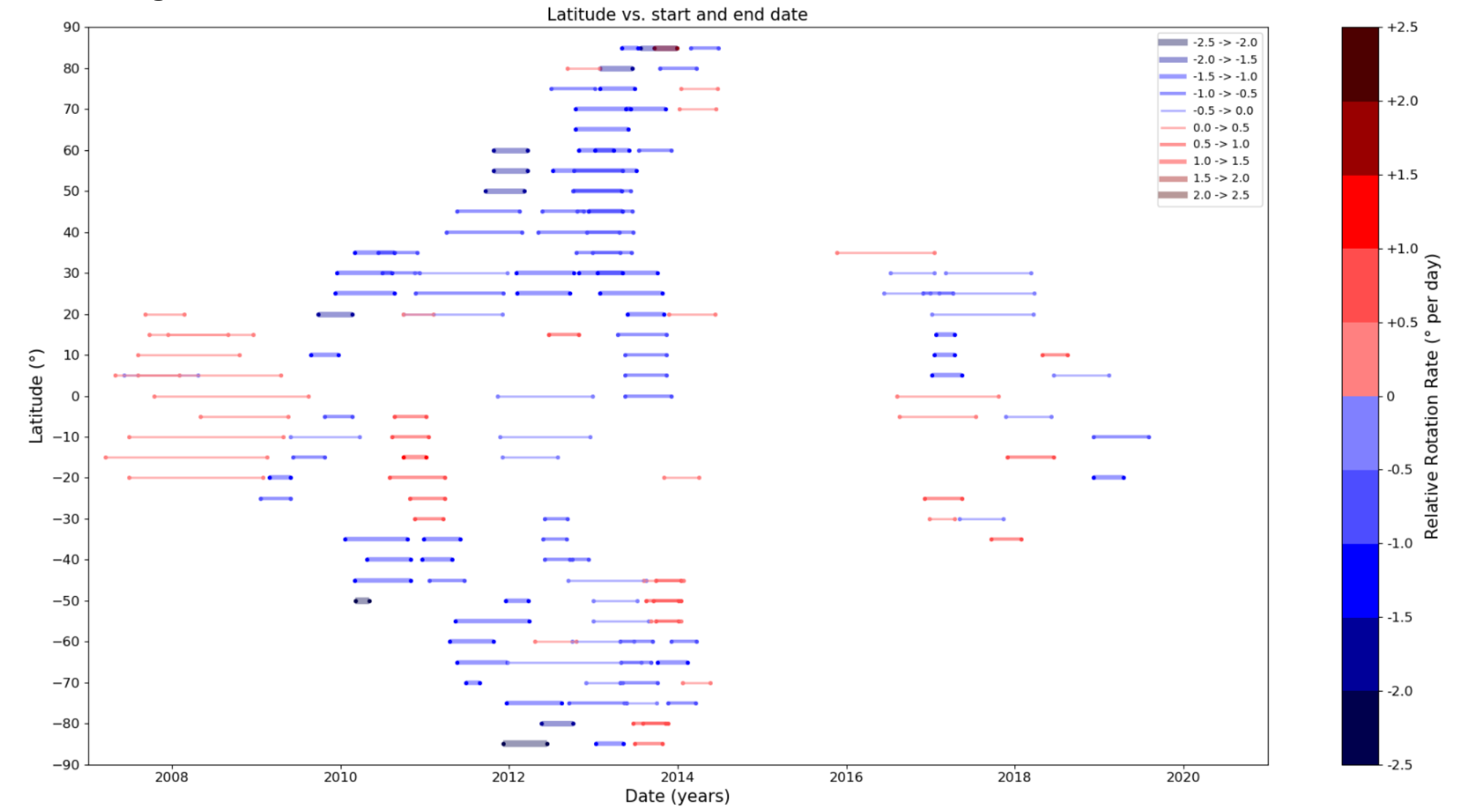
Defnyddiodd Morgan (2019)¹ ddulliau TCH i gynhyrchu tua 2,000 o fapiau o ddwysedd electronau coronaidd yn y corona o uchder o 4-8 radiws solar (Rs) o ganol yr Haul mewn cynyddrannau 0.5 Rs dros flynyddoedd 2007-2019 (Ffigwr 1). Fel y gwelir yn Ffigwr 1, mae'n bosibl cymryd sleis trwy'r mapiau dwysedd hyn ar lledred cyson (llinellau gwyn) er mwyn cynhyrchu mapiau amser-hydred (fel y gwelir yn Ffigwr 2) i astudio esblygiad strwythurau dwysedd uchel (ffrydiau) dros amser. Dadansoddwyd mapiau amser-hydred ar gyfer 35 lledred gwahanol yn ystod yr astudiaeth hon, yn amrywio o -85° i 85° mewn cynyddrannau o 5° , ar uchder o 4 Rs. O'r rhain, tracwyd oddeutu 150 o ffrydiau wrth iddynt symud mewn hydred dros amser a chyfrifwyd graddiannau'r ffrydiau hyn. Mae'r graddiannau hyn yn dangos cyfradd cylchdroi cymedrig y ffrydiau mewn perthynas â chylchdro Carrington, sy'n gyfnod safonol o amser a ddefnyddir mewn astudiaethau'r Haul (tua 27 diwrnod fel y gwelir o'r Ddaear). Mae graddiannau negatif a phositif yn cyfateb i gyfraddau cylchdroi arafach a chyflymach, yn y drefn honno, i'w gymharu â chyfradd Carrington.



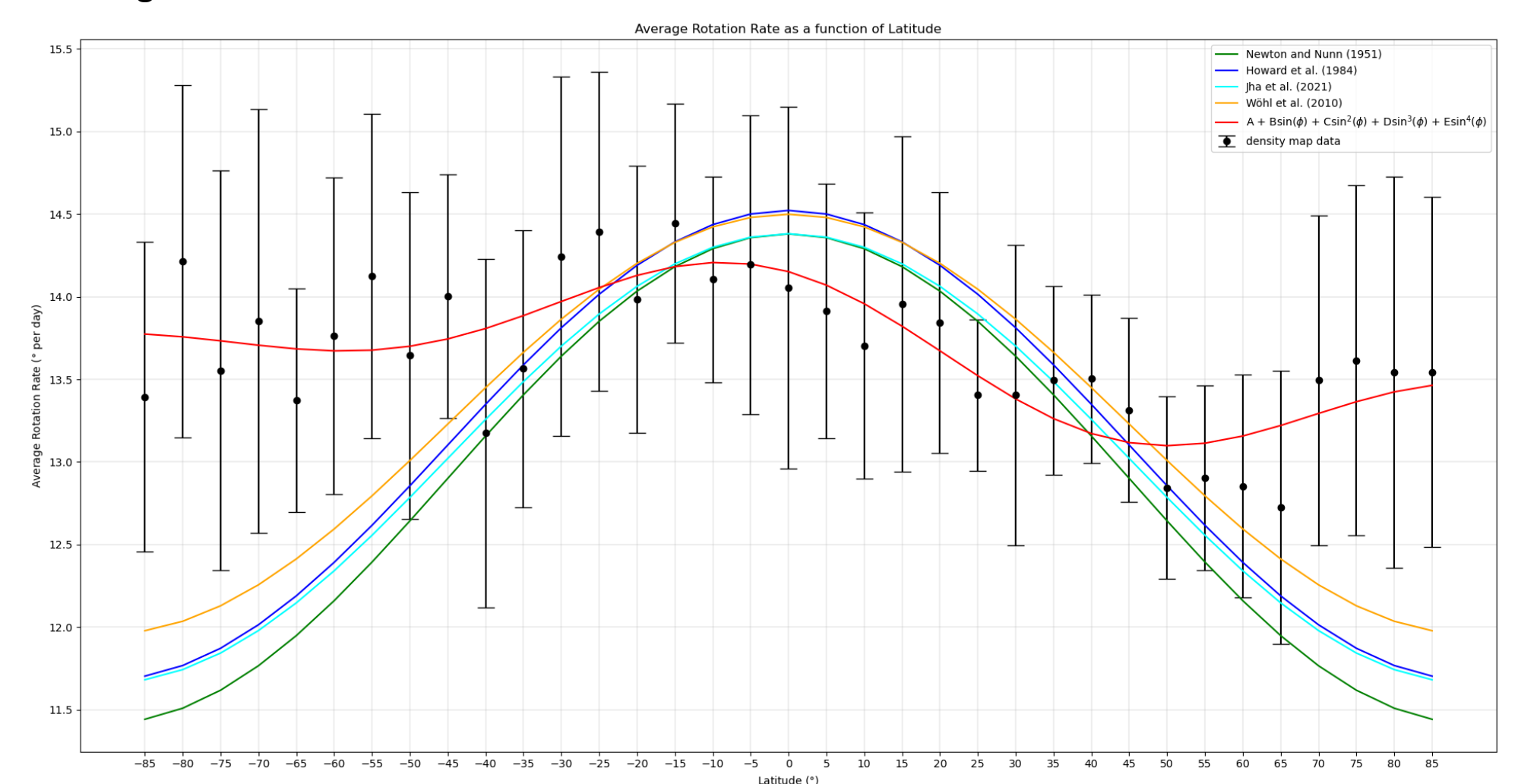
Ffigwr 2: Enghraifft o gyfrifo graddiant ffrwd (llinell wen solet) gyda'r cyfrifiad cyfatebol i bennu ei gyfradd cylchdroi mewn perthynas â chylchdro Carrington.

Canlyniadau

Ffigwr 3:



Ffigwr 4:



Mae Ffigwr 3 yn dangos bod mwyaftryf y cyfraddau cylchdroi a gofnodwyd yn arafach i'w gymharu a chyfradd Carrington, ond gwelir cyfraddau cylchdroi cyflymach ger y cyhydedd yn ystod isafswm bywiogrwydd yr Haul yn 2008, o'r rhanbarthau cyhydeddol i ganol-lledred yn y de yn ystod y cyfnod esgynnol i uchafswm bywiogrwydd yr Haul yn 2010-2012, ac yn y rhanbarthau pegynol yn ystod uchafswm bywiogrwydd yr Haul. Yn gyffredinol, dros cylchred bywiogrwydd yr Haul, mae cyfraddau cylchdroi cymharol cyflymach yn digwydd yn amlach yn hemisffer y de. Mae'r ffigwr hefyd yn dangos bod y cyfraddau cylchdroi yn amrywio rhwng $\pm 1-2^\circ$ y dydd o'i gymharu â chyfradd cylchdroi Carrington.

Mae Ffigwr 4 yn dangos bod yr amrywiad sylweddol yn y cyfraddau cylchdroi a gyfrifir bron wedi'i guddio pan fydd y cyfraddau ar gyfartaledd dros y cyfnod a astudiwyd. Mae hefyd yn awgrymu anghymesuredd posibl rhwng hemisfferau'r gogledd a'r de, a welwyd mewn astudiaethau eraill. Yn ogystal, mae'n amlwg fod y corona yn cylchdroi yn fwy anhyblyg na'r ffotosffer, a welwyd hefyd mewn astudiaethau eraill.

Goblygiadau ar gyfer modeli gwynt yr Haul

Os yw'r corona yn cylchdroi ar gyfradd wahanol i'r ffotosffer, yna mae'n rhaid i ailgysylltiad cyson o linellau maes magnetig fod yn digwydd yn rhywle. Mae'n werth nodi hefyd bod ychydig raddau o wall dros gyfnodau byr yn weddol ddibwys, ond dros gyfnodau hir (e.e. un cylchdro o'r haul, oddeutu 25 diwrnod) gall y gwallau hyn arwain i fodolau gwynt yr Haul camddarogan priodweddau'r gwynt ger y Ddaear o ongl o ddegawu o raddau, yn cyfateb i amser o sawl diwrnod. O ganlyniad, gall hyn achosi ansicrwydd sylweddol wrth geisio rhagweld amseriadau gwynt yr Haul pan mae'n cyrraedd y Ddaear. Mae'r astudiaeth hwn yn arwain at fesuriad mwy cywir o'r graddfa cylchdroi, a'r posibilrwydd o wella darogan gwynt yr haul yn y dyfodol agos.

Cyfeiriadau

1. H. Morgan, *An Atlas of Coronal Electron Density at 5Rs. II. A Spherical Harmonic Method for Density Reconstruction*, (The Astrophysical Journal: 2019)

Cydnabyddiaethau

Rydym yn cydnabod cyllid gan y Coleg Cymraeg Cenedlaethol ac STFC a wnaeth y gwaith hwn yn bosibl.