

# Dadansoddiad Hinsawdd Tai Cymru: Gwybodaeth Ychwanegol

## Data Hinsawdd

Y data hinsawdd sy'n sail i'r dadansoddiad hwn yw rhagamcanion lleol (2.2km) Rhagamcanion Hinsawdd y DU 2018 (UKCP18) ar gyfer 12 model Swyddfa Dywydd Canolfan Hadley (HadGEM3-GC3.05) o dan Lwybr Crynodiadau Cynrychioliadol (RCP) 8.5 (Canolfan Dadansoddi Data Amgylcheddol, 2021).

## Cyfnodau Amser

Mae canlyniadau gwaelodlin, 2030 a 2070 yn cynrychioli'r flwyddyn gyfartalog yn y cyfnod o 20 mlynedd o gwmpas canol pob cyfnod amser. Mae'r blynyddoedd o 1981-2000 yn cael eu defnyddio ar gyfer y gwaelodlin, a 2021-2040 a 2061-2080 i gynrychioli'r canlyniadau sy'n cael eu rhagweld ar gyfer 2030 a 2070, yn y drefn honno.

## Amodau Tymheredd Dan Do

Mae'r berthynas rhwng tymheredd yr awyr agored a thymheredd dan do yn seiliedig ar astudiaeth fonitro o 193 o anheddau sy'n rhedeg am ddim (heb wres nac oeri) wedi'u lleoli ledled Lloegr (Beizaee, 2013; CIBSE, 2006). Mae'r astudiaeth yn adrodd y tymheredd dan do uchaf a chymedrig wedi'i gyfuno ar draws yr holl anheddau sy'n cael eu monitro ar gyfer cyfnod o 41 diwrnod rhwng 22 Gorffennaf a 31 Awst. Adroddwyd ar y tymheredd awyr agored cyfartalog bob awr ar draws yr holl anheddau ac ar gyfer dau o Ranbarthau Swyddfa Llywodraeth Lloegr. Gan ddefnyddio data'r astudiaeth, datblygwyd perthynas rhwng tymheredd awyr agored dyddiol a thymheredd dan do dyddiol ar gyfer y cyfnod monitro o 41 diwrnod.

Byddai modd gwella'r berthynas rhwng tymheredd dan do a thymheredd awyr agored drwy ehangu'r cyfnod monitro yn ogystal â chynnwys parau o bwyntiau data ychwanegol ar gyfer tymheredd awyr agored a thymheredd dan do cyfartalog. Yn ogystal, nid oedd y data a oedd yn destun monitro yn cynnwys gwybodaeth am amrywiadau tymheredd dan do oherwydd ymddygiad preswylwyr, na gwybodaeth am nodweddion adeiladau y tu hwnt i'r rhai a gafodd eu cynnwys yn yr astudiaethau dan sylw (aerglosrwydd, perfformiad inswleiddio ac ati), ac felly nid yw'r wybodaeth honno wedi'i chynnwys yn y dadansoddiad. Tybir bod y tymheredd dan do bob awr yn amrywio yn dilyn patrwm llinol rhwng tymheredd dyddiol uchaf, cyfartalog ac isaf.

## Dosbarthiadau Annedd

Mae canlyniadau ar gyfer risg o orboethi mewnol ac ansawdd aer dan do yn cael eu hadrodd ar gyfer un ar ddeg o ddosbarthiadau annedd sy'n gyffredin yn stoc dai Cymru. Mae cyfrif y tymheredd dan do sy'n cael ei drafod uchod yn destun addasiadau tymheredd, sy'n seiliedig ar ddata o 193 o anheddau sy'n rhedeg am ddim mewn astudiaeth fonitro yn Lloegr (Beizaee, 2013). Roedd yr un astudiaeth fonitro hefyd yn cynhyrchu data tymheredd anheddau ar wahân ar gyfer pum math gwahanol o annedd, chwe band oedran annedd gwahanol, a phedwar math gwahanol o wal allanol. Roedd y data hwn yn sail i naw o'r un ar ddeg o gategorïau annedd yng Nghymru a ddefnyddiwyd yn ein hastudiaeth.

Mae inswleiddio waliau mewnol (IWI) ac addasiadau tymheredd gwydr dwbl yn seiliedig ar astudiaeth gan Mavrogianni et al. (2012) a ddefnyddiodd efelychiadau thermol Energy Plus i fodelu amodau tymheredd o fewn anheddau yn Llundain. Canfu arolwg tai Cymru (Llywodraeth Cymru, 2018) fod yr holl anheddau a godwyd ar ôl 1920 eisoes wedi bod cael eu hól-ffitio â gwydr dwbl. Tybir bod yr un peth yn wir am yr anheddau yn astudiaeth monitro Beizaee et al.

(2013) gan nad oedd natur gwydr ffenestri wedi'i nodi fel rhan o'r astudiaeth. O ganlyniad, dim ond i anheddau cyn 1919 yn yr astudiaeth hon y mae'r addasiad tymheredd gwydr dwbl a'r canlyniadau cysylltiedig yn berthnasol.

### **Amodau Lleithder Dan Do**

Defnyddiwyd dull tebyg i gyfrifo lleithder dan do ar sail lleithder awyr agored. Mae'r berthynas rhwng lleithder dan do a lleithder awyr agored yn dibynnu'n helaeth ar y math o leithder. Mae lleithder cymharol, sef faint o anwedd dŵr sy'n bresennol mewn aer wedi'i fynegi fel canran o'r hyn sydd ei angen ar gyfer dirlawnder ar dymheredd penodol, yn dangos cydberthynas wael rhwng lefelau dan do ac awyr agored (Tamerius, 2013). Ar y llaw arall, yn achos lleithder penodol, sef màs dŵr fesul uned màs aer heb fod yn dibynnu ar dymheredd, mae mesuriadau dan do yn cysoni'n dda gyda mesuriadau awyr agored ar draws tymhorau, hinsoddau amrywiol, ac ystod eang o dymereddau awyr agored (Nguyen, 2015). Mae data lleithder penodol hefyd ar gael fel rhan o ddata hinsawdd UKCP18. Am y rhesymau hyn, defnyddiwyd lleithder penodol fel y metrig meteorolegol ar gyfer y berthynas rhwng amodau dan do ac yn yr awyr agored, gyda lleithder cymharol dan do wedyn yn cael ei gyfrifo gan ddefnyddio perthnasoedd seicometrig.

Defnyddiwyd perthnasau atchweliad llinol, wedi'u hadrodd mewn tair astudiaeth fonitro ar wahân, fel sail ar gyfer y berthynas rhwng lleithder penodol awyr agored a dan do cyfartalog dyddiol (Nguyen, 2015; Nguyen et al., 2014; Tamerius, 2013). Mae'r tair astudiaeth yn cynnwys data lleithder penodol wedi'i fonitro o chwe lleoliad byd-eang.

Nid yw argaeledd data cyfredol yn caniatáu gwahaniaethu rhwng gwerthoedd lleithder penodol ar sail nodweddion adeiladau. Yn ogystal, nid oedd y data a oedd yn destun monitro yn cynnwys gwybodaeth am amrywiadau lleithder oherwydd ymddygiad preswylwyr (coginio, ymarfer corff ac ati), na gwybodaeth am nodweddion adeiladau y tu hwnt i'r rhai a gafodd eu cynnwys yn yr astudiaethau dan sylw, ac felly nid yw'r wybodaeth honno wedi'i chynnwys yn y dadansoddiad. Yn hytrach, tybiwyd bod amrywiad lleithder penodol dan do yn dynwared amrywiad lleithder penodol yn yr awyr agored. Yn olaf, byddai modd sicrhau canlyniad mwy penodol pe bai data monitro blwyddyn gyfan yr awr yn bodoli ar gyfer ystod eang o anheddau yng Nghymru, gyda gwahaniaethau lleithder yn cael eu holrhain rhwng nifer o gyfuniadau o nodweddion adeiladwaith a thrigolion.

### **Adeiladwaith**

Nod y dadansoddiad yw meintioli'r effaith y gallai newidiadau posibl mewn amlygiad i olau'r haul, dyodiad a lleithder cymharol eu cael ar gyfraddau diraddio chwe elfen gyffredin o adeiladwaith anheddau yng Nghymru: teils to (clai/llechi/concrit), walïau (brics/carreg), rendrad a mortar (calch/sment), paent gwaith maen, selydd a fframiau ffenestri a drysau (Jardim, 2019; Serralheiro, 2016; Silva, 2011; Menzies, 2013; Silva, 2016; Galbusera, 2014; Berdahl, 2006). Mae'r elfennau adeiladwaith a astudiwyd yn cael eu heffeithio gan amrywiadau yn yr hinsawdd fel a ganlyn:

- Mae golau'r haul, lleithder cymharol a dyodiad yn gallu effeithio ar deils to.
- Mae lleithder cymharol a dyodiad yn gallu effeithio ar walïau.
- Mae golau'r haul, lleithder cymharol a dyodiad yn gallu effeithio ar rendrad a mortar.
- Mae golau'r haul, lleithder cymharol a dyodiad yn gallu effeithio ar baent gwaith maen.
- Mae golau'r haul a dyodiad yn gallu effeithio ar selydd.

– Mae golau'r haul a dyodiad yn gallu effeithio ar fframiau ffenestri a drysau.

Mae'n bwysig nodi bod diffyg data ar gyfer unrhyw drothwyon hinsoddol diffiniol sy'n gysylltiedig â ffactorau diraddio rhychwant oes ar gyfer unrhyw un o'r elfennau adeiladwaith. Mae ffactorau gwytnwch a gyhoeddwyd wedi cael eu diffinio ar gyfer trothwyon ansoddol fel amlygiad "cymedrol" neu "ddifrifol" neu, yn achos amlygiad i olau'r hau, yn ôl gogwydd cwmpawd. O'r herwydd, neilltuwyd ffactor bywyd gwasanaeth wedi'i addasu o 0.9 bob dydd ar gyfer newidyn hinsawdd penodol os rhagwelwyd y byddai'n cynyddu o gyfartaledd y gwaelodlin, ac o 1.0 os rhagwelwyd y byddai'n lleihau o'r cyfartaledd gwaelodlin.

### **Gwybodaeth Bellach**

Cyhoeddwyd nifer o erthyglau a adolygwyd gan gymheiriaid ar y gwaith hwn. Mae *Quantifying the Effects of Projected Climate Change on the Durability and Service Life of Housing in Wales, UK* yn ymwneud â dadansoddi adeiladwaith tra bod *Summertime Impacts of Climate Change on Dwellings in Wales, UK* yn ymwneud â dadansoddi ansawdd aer dan do a gorboethi. Mae manylion ychwanegol yn adroddiad Llywodraeth Cymru *How resilient are buildings in the UK and Wales to the challenges associated with a changing climate? Practical recommendations for risk-based adaptation*.

### **Defnyddio'r Canlyniadau**

Sylwch fod canlyniadau'r astudiaeth hon yn cynnwys ansicrwydd cynhenid oherwydd natur y rhagamcanion hinsawdd a hefyd oherwydd y cyffredinoli a'r cyfyngiadau ynghlwm wrth y modelu a drafodwyd ar y dudalen hon ac yn yr erthyglau a adolygwyd gan gymheiriaid sy'n gysylltiedig â'r astudiaeth hon. Bwriad defnyddio'r data hwn yw llywio'r broses ehangach o gynllunio gwytnwch hinsawdd ac mae dadansoddiadau manwl yn angenrheidiol cyn gweithredu ar raddfa portffolio neu adeilad. Bydd bod yn agored i'r hinsawdd, a blaenoriaethau cynnal a chadw, atgyweirio ac addasu yn sgil hynny, yn amodol ar leoliad, gogwydd, oedran a'r math o adeiladwaith, ac yn cael eu dylanwadu gan ymyriadau blaenorol gan gynnwys mesurau effeithlonrwydd ynni, megis inswleiddio waliau allanol, waliau mewnol a waliau ceudod.

### **Cyfeiriadau:**

Arundel, A V (1986). Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. *Environmental Health Perspectives*, 351–361.

ASHRAE. (2013). *ASHRAE Handbook: Fundamentals*. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers.

Beizaee, A. (2013). National survey of summertime temperatures and overheating risk in English homes. *Building and Environment*, 1-17.

Berdahl, P. (2006). Weathering of Roofing Materials-An Overview. *Construction and Building Materials*.

BSI. (2015). *BS 7543: 2015 Guide to durability of buildings and building elements, products and components*. The British Standards Institution.

Centre for Environmental Data Analysis. (2021). *Met Office Hadley Centre (2019): UKCP Local Projections at 2.2km Resolution for 1980-2080*. Retrieved from <https://catalogue.ceda.ac.uk/uuid/d5822183143c4011a2bb304ee7c0baf7>

- CIBSE. (2006). *Guide A, environmental design. 7th ed.* London: Chartered Institution of Building Services Engineers.
- CIBSE. (2013). *CIBSE TM52: The limits of thermal comfort: avoiding overheating in European buildings.* London: The Chartered Institution of Building Services Engineers.
- CIBSE. (2017). *CIBSE TM59: Design methodology for the assessment of overheating risk in homes.* London: The Chartered Institution of Building Services Engineers.
- Galbusera, M.M. (2014). Application of the Factor Method to the Prediction of the Service Life of Ceramic External Wall Cladding. *Journal of Performance of Constructed Facilities.*
- Hayles, C. (2022). *How resilient are buildings in the UK and Wales to the challenges associated with a changing climate? Practical recommendations for risk-based adaptation.*
- Hayles, C., Huddleston, M., Chinowsky, P., & Helman, J. (2022). Quantifying the Effects of Projected Climate Change on the Durability and Service Life of Housing in Wales, UK. *Buildings.*
- Hayles, C., Huddleston, M., Chinowsky, P., & Helman, J. (2022). Summertime impacts of climate change on dwellings in Wales, UK. *Building and Environment.*
- ISO. (2011). *Buildings and constructed assets — Service life planning.* International Organization for Standardization.
- Jardim, A. (2019). Application of the factor method to the service life prediction of architectural concrete. *Canadian Journal of Civil Engineering.*
- Lankester, P. (2013). *The Impact of Climate Change on Historic Interiors.* University of East Anglia, in collaboration with English Heritage, School of Environmental Sciences.
- Mavrogianni, A. (2012). Building characteristics as determinants of propensity to high indoor summer temperatures in London dwellings. *Building and Environment*, 117-130.
- Menzies, D. G. (2013). *Service Life Planning Analysis of Accoya timber used in windows.* Royal Academy of Engineering Centre of Excellence in Sustainable Building Design.
- Nguyen, J. L., and D. W. Dockery (2016). Daily indoor-to-outdoor temperature and humidity relationships: a sample across seasons and diverse climatic regions. *International Journal of Biometeorology*, 221–229.
- Nguyen, J. L. J Schwartz, and D W Dockery (2014). The relationship between indoor and outdoor temperature, apparent temperature, relative humidity, and absolute humidity. *Indoor Air*, 103-112.
- Serralheiro, JM. I. (2016). Methodology for service life prediction of architectural concrete facades. *Construction and Building Materials*, 261-274.
- Silva, A. (2011). Application of the factor method to maintenance decision support for stone cladding. *Automation in Construction*, 165-174.
- Silva, A. (2016). *Methodologies for Service Life Prediction of Buildings With a Focus on Facade Claddings.* Springer International Publishing.
- Tamerius, JD (2013). Socioeconomic and Outdoor Meteorological Determinants of Indoor Temperature and Humidity in New York City Dwellings. *Weather Clim Soc.*, 168-179.

Welsh Government. (2018). *Welsh Housing Conditions Survey*. Retrieved from <https://gov.wales/welsh-housing-conditions-survey>

WHO. (2009). *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould*. Copenhagen: World Health Organization.