

# Trafnidiaeth Carbon Isel

## Briff Ymchwil

Mai 2019



Cynulliad Cenedlaethol Cymru yw'r corff sy'n cael ei ethol yn ddemocrataidd i gynrychioli buddiannau Cymru a'i phobl, i ddeddfu ar gyfer Cymru, i gytuno ar drethi yng Nghymru, ac i ddwyn Llywodraeth Cymru i gyfrif.

Gallwch weld copi electronig o'r ddogfen hon ar wefan y Cynulliad Cenedlaethol:  
[www.cynulliad.cymru/ymchwil](http://www.cynulliad.cymru/ymchwil)

Gellir cael rhagor o gopiâu o'r ddogfen hon mewn ffurfiau hygyrch, yn cynnwys Braille, print bras, fersiwn sain a chopïau caled gan:

**Ymchwil y Senedd**  
**Cynulliad Cenedlaethol Cymru**  
**Tŷ Hywel**  
**Bae Caerdydd**  
**CF99 1NA**

Ffôn: **0300 200 6317**

E-bost: [Chloe.Corbyn@Cynulliad.Cymru](mailto:Chloe.Corbyn@Cynulliad.Cymru)

Twitter: [@SeneddYmchwil](https://twitter.com/SeneddYmchwil)

Blog: [SeneddYmchwil.blog](http://SeneddYmchwil.blog)

LinkedIn: [Ymchwil y Senedd, Cynulliad Cenedlaethol Cymru](https://www.linkedin.com/company/cynulliad-cenedlaethol-cymru)

© **Hawlfraint Comisiwn Cynulliad Cenedlaethol Cymru 2019**

Ceir atgynhyrchu testun y ddogfen hon am ddim mewn unrhyw fformat neu gyfrwng cyn belled ag y caiff ei atgynhyrchu'n gywir ac na chaiff ei ddefnyddio mewn cyd-destun camarweiniol na difriol. Rhaid cydnabod mai Comisiwn Cynulliad Cenedlaethol Cymru sy'n berchen ar hawlfraint y deunydd a rhaid nodi teitl y ddogfen.

Cynulliad Cenedlaethol Cymru  
**Ymchwil y Senedd**

# Trafnidiaeth Carbon Isel

## Briff Ymchwil

Mai 2019

### **Awduron:**

Robert Abernethy, Chloe Corbyn a Jeni Spragg

### **Trosolwg o'r papur:**

Mae'r Papur Briffio Ymchwil hwn yn rhan o gyfres o bapurau briffio ar ynni carbon isel yng Nghymru. Mae'r papur hwn yn canolbwyntio ar rôl ynni carbon isel mewn trafndiaeth, ac yn rhoi trosolwg o danwydd carbon isel a thechnolegau trafndiaeth.

Mae Senedd Ymchwil yn cydnabod y gymrodoriaeth seneddol a roddwyd i Robert Abernethy a Jeni Spragg gan Gyngor Ymchwil Peirianeg a'r Gwyddorau Ffisegol (EPSRC), a alluogodd i'r erthygl hon gael ei chwblhau.



[www.assembly.wales/research](http://www.assembly.wales/research)

## Cynnwys

<b>Cyflwyniad .....</b>	<b>1</b>
<b>Yr angen am drafnidiaeth carbon isel.....</b>	<b>2</b>
Targedau allyriadau Cymru.....	2
Allyriadau carbon o drafnidiaeth.....	3
Ansawdd aer yng Nghymru .....	4
Camau i'w cymryd .....	4
<b>Lleihau'r defnydd o geir.....</b>	<b>6</b>
Teithio llesol.....	6
Trafnidiaeth gyhoeddus.....	7
<b>Ceir.....</b>	<b>9</b>
Cerbydau sy'n rhedeg ar fatri .....	9
Datblygu batri.....	10
Allyriadau carbon o gerbydau trydan.....	11
Gwefru cerbydau trydan .....	12
Cerbydau trydan yng Nghymru .....	13
Cerbydau hydrogen.....	14
Biodanwyddau.....	15

## **Cerbydau masnachol.....17**

Cerbydau nwyddau ysgafn.....	17
LGVs sy'n rhedeg ar fatri .....	17
LGVs hydrogen .....	17
Cerbydau nwyddau trwm .....	18
HGVs hydrogen.....	19

## **Trafnidiaeth Gyhoeddus.....20**

Bysiau .....	20
Trenau .....	21
Trenau deu-fodd, tri-modd a batri .....	22

## **Hedfan a morgludiant rhyngwladol.....23**

Hedfan .....	23
Morgludiant .....	23



## Cyflwyniad

Mae'r Papur Briffio Ymchwil hwn yn rhan o gyfres ar ynni carbon isel yng Nghymru, gan ganolbwyntio ar rôl tanwydd a thechnoleg carbon isel yn y sector trafndiaeth. Mae rhagor o wybodaeth am wahanol elfennau o ynni carbon isel ar gael mewn rhannau eraill o'r gyfres:

- **Mae Ynni Carbon Isel yng Nghymru** yn trafod y cyd-destun cenedlaethol a bydeang ar gyfer ynni carbon isel mewn perthynas â'r trilema ynni, ac yn amlinellu'r tirlun polisi yn Ewrop, y DU a Chymru;
- **Disgrifia'r papur Trydan Carbon Isel** y prif ffynonellau trydan carbon isel; a
- **Mae Gwres Carbon Isel** yn disgrifio'r prif ffynonellau gwres carbon isel.

## Yr angen am drafndiaeth carbon isel

### Targedau allyriadau Cymru

Mae **Deddf yr Amgylchedd (Cymru) 2016** yn ymrwymo Cymru i leihau allyriadau carbon o leiaf 80% erbyn 2050 (o gymharu â lefelau 1990). Bydd y llwybr tuag at y targed yn cael ei osod drwy gyfres o **gyllidebau carbon**, pob un yn cwmpasu cyfnod o bum mlynedd. Gofynnodd Llywodraeth Cymru i **Bwyllgor y DU ar Newid yn yr Hinsawdd** (CCC y DU) am **gyngor ar bennu'r cyllidebau carbon** a dylunio targedau carbon. Cyhoeddodd CCC y DU y cyngor hwn mewn dau gam. Cyhoeddwyd y cyntaf, sef **Cyngor ar ddylunio targedau carbon Cymru**, ym mis Ebrill 2017. Cyhoeddwyd yr ail, ar **Adeiladu economi carbon isel yng Nghymru**, ym mis Rhagfyr 2017, ac mae'n rhoi cyngor ar sut y dylid pennu cyllidebau carbon, yn ogystal â sut y gellir cyflawni'r targedau. Cafodd y ddwy gyllideb carbon gyntaf oedd **wedi'i osod yn y Rheoliadau** gan Lywodraeth Cymru ar ddiwedd 2018:

- Y gyllideb garbon gyntaf (2016-2020): 23% yn is nag allyriadau 1990 ar gyfartaledd; a'r
- Ail gyllideb garbon (2021-2025): 33% yn is nag allyriadau 1990 yn gyffredinol.

Mae'r Rheoliadau hefyd yn cynnwys y targedau allyriadau interim ar gyfer y degawdau hyd at 2050:

- Targed ar gyfer 2020 i sicrhau gostyngiad o 27% yng nghyfanswm yr allyriadau o'u cymharu â 1990.
- Targed ar gyfer 2030 i sicrhau gostyngiad o 45% yng nghyfanswm yr allyriadau o'u cymharu â 1990.
- Targed ar gyfer 2040 i sicrhau gostyngiad o 67% yng nghyfanswm yr allyriadau o'u cymharu â 1990.

Yn dilyn cyngor CCC y DU, penderfynodd Llywodraeth Cymru **gynnwys hedfan a morgludiant rhyngwladol** yng nghyllidebau carbon Cymru. **Nid yw'r meysydd hyn wedi'u cynnwys** yng nghyllidebau carbon y DU. Mae hyn yn cynyddu'r allyriadau o drafndiaeth a gwmpesir gan y cyllidebau carbon. Ym mis Mawrth 2019, cyhoeddodd Llywodraeth Cymru ei chynllun ar gyfer sut y byddai'r gyllideb garbon gyntaf yn cael ei chyflawni. **Mae Ffyniant i Bawb: Cymru Carbon Isel** yn nodi 76 o bolisiau presennol a 24 o gynigion newydd sy'n ceisio helpu Cymru i gyrraedd ei tharged lleihau allyriadau ar gyfer y cyfnod cyllideb carbon cyntaf. Mae'r cynllun trawslywodraethol yn cynnwys nifer o bolisiau a chynigion sy'n ymwneud

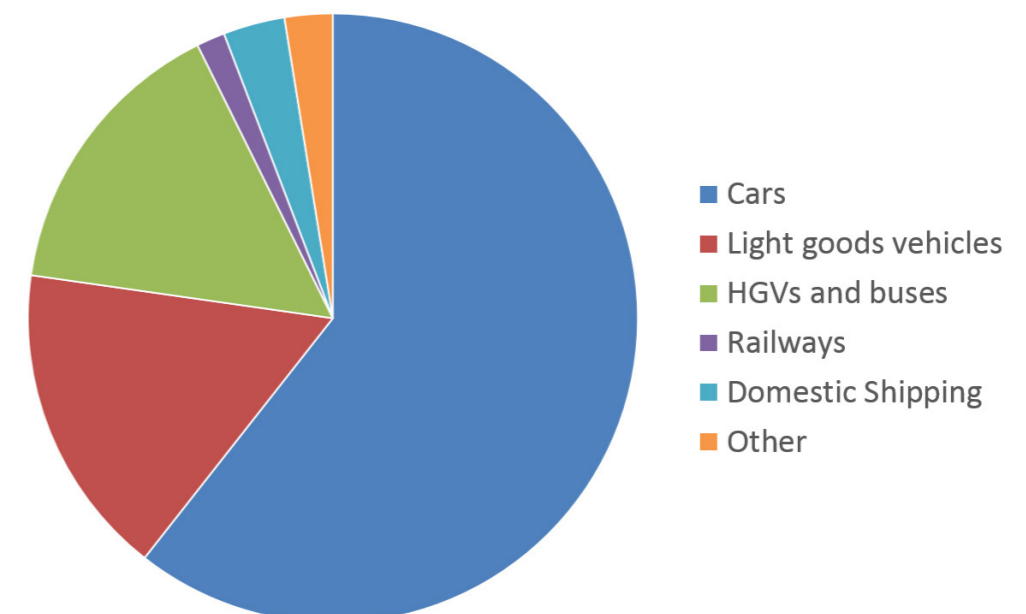
â thrafnidiaeth, gan gynnwys seilwaith ar gyfer cerbydau trydan, hyrwyddo teithio llesol a datgarboneiddio trafndiaeth gyhoeddus.

### Allyriadau carbon o drafndiaeth

Yn ôl **ffigurau diweddaraf CCC y DU**, mae trafndiaeth yn cyfrannu 13% o gyfanswm allyriadau carbon Cymru, o gymharu â 28% ar draws y DU. Cynyddodd allyriadau o drafndiaeth yng Nghymru yn 2016 2.0%, sef y trydydd cynnydd blynyddol yn olynol, gydag allyriadau trafndiaeth Cymru 1.2% yn is nag yn 1990. Mae'r gyfran is o gyfanswm yr allyriadau o drafndiaeth yng Nghymru o ganlyniad i fwy o allyriadau y pen o ffynonellau eraill yng Nghymru, yn enwedig gorsaf bŵer glo Aberddawan B (sydd ei hun yn cyfrif am **14% o allyriadau CO<sub>2</sub>e yng Nghymru**) a diwydiant ar raddfa fawr. **Y pen, mae allyriadau CO<sub>2</sub>e yng Nghymru** (1.9t y person y flwyddyn) ychydig yn uwch na'r rhai ar draws y DU (1.8t y pen y flwyddyn). Yn ogystal, mae'r gyfran uchel o allyriadau Cymru o ffynonellau anodd eu datgarboneiddio, fel diwydiant, yn golygu y bydd angen mwy o doriadau mewn sectorau eraill er mwyn cyrraedd y targed o 80%.

Dangosir cyfansoddiad allyriadau **CO<sub>2</sub>e (cyfwerth â charbon deuocsid)** o drafndiaeth yng Nghymru yn Ffigur 2. Mae hyn yn dangos bod y mwyafrif helaeth o allyriadau yn dod o drafndiaeth ffordd, ceir yn bennaf. Nid yw'r data hwn yn cynnwys hedfan a morgludiant rhyngwladol, sy'n cyfrif am tua 7% o allyriadau CO<sub>2</sub> yn y DU (nid yw data Cymru yn unig ar gyfer hedfan a morgludiant rhyngwladol ar gael ar hyn o bryd).

**Ffigur 2 Dadansoddiad o allyriadau CO<sub>2</sub>e o drafndiaeth yng Nghymru (nid yw'r data'n cynnwys hedfan a morgludiant rhyngwladol) (Ffynhonnell: NAEI)**



## Ansawdd aer yng Nghymru

Er ei bod yn broblem ar draws y DU, gan Gymru y mae peth o'r ansawdd aer gwaethaf yn genedlaethol. Yng Nghaerdydd a Phort Talbot mae **lefelau gronynnol uwch** nag a geir ym Birmingham a Manceinion, a **ffordd yng Nghaerffili** yw'r mwyaf llygredig y tu allan i Lundain. Mae ffigurau lechyd Cyhoeddus Cymru yn dangos bod llygredd aer yn cyfrannu at **oddeutu 2,000 o farwolaethau y flwyddyn yng Nghymru**.

**Mae Adran 83 o Ddeddf yr Amgylchedd 1995** yn ei gwneud yn ofynnol i awdurdodau lleol ddynodi ardal rheoli ansawdd aer pan nad yw amcan ansawdd aer cenedlaethol yn cael ei gyflawni, neu nad yw'n debygol o gael ei gyflawni. **Mae pob ardal rheoli ansawdd aer bresennol** yng Nghymru, ac eithrio Castell-nedd Port Talbot, wedi'u datgan am fynd y tu hwnt i derfynau nitrogen deuocsid (NO<sub>2</sub>). **Mae trafndiaeth ar y ffyrdd yn cael ei hamlygu fel prif ffynhonnell NO2 (PDF 5.16MB)** yn 96% o ardaloedd rheoli ansawdd aer y DU sydd wedi'u datgan am fynd y tu hwnt i derfynau NO<sub>2</sub>. Mae **gwefan lechyd Cyhoeddus Cymru** hefyd yn dweud bod y mwyafrif o broblemau llygredd aer lleol yn cael eu hachosi gan allyriadau o gerbydau ar y ffyrdd. Er nad yw Llywodraeth Cymru yn gyfrifol am safonau allyriadau cerbydau, hyhi sy'n gyfrifol am gynlluniau cefnffyrdd/traffyrdd Cymru ac am ddatblygu polisi trafndiaeth gyhoeddus / trafndiaeth integredig. Ym mis Tachwedd 2018, cyhoeddodd Llywodraeth Cymru ei **chynllun atodol ar gyfer mynd i'r afael â chrynodiadau nitrogen deuocsid ar ymylon ffyrdd yng Nghymru**.

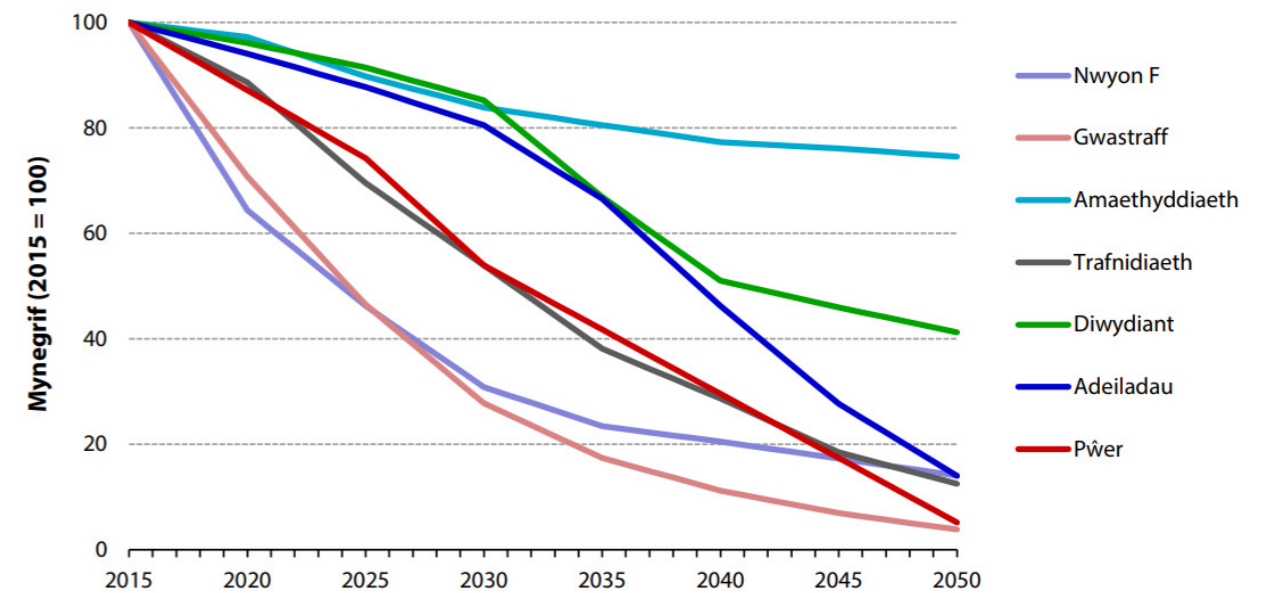
## Camau i'w cymryd

Gwnaeth CCC y DU, wrth gynghori ar gyllidebau carbon Cymru, **osod senario** ar gyfer cyflawni targed 2050 (Ffigur 3). Roedd y senario hwn yn cynnwys gostyngiad sylweddol mewn allyriadau carbon o drafnidiaeth i tua 85% o lefelau 2015 erbyn 2050. Awgrymodd fod angen cyflawni hyn yn bennaf drwy welliannau effeithlonrwydd a chynnydd sylweddol yn y nifer sy'n defnyddio cerbydau allyriadau isel (ULEVs), fel ceir trydan, gyda 60% o gerbydau newydd sy'n cael eu gwerthu yn 2030 yn rhai ULEVs.

Mae pwerau Llywodraeth Cymru yn y meysydd hyn braidd yn gyfyngedig gan fod llawer o agweddau perthnasol ar drafnidiaeth ffyrdd – yn benodol adeiladu, offer a rheoleiddio cerbydau modur a threlars – yn bwerau sydd wedi'u cadw o dan **Ddeddf Cymru 2017**. O ganlyniad, argymhellion CCC y DU yw y dylai camau gweithredu gan Lywodraeth Cymru ganolbwyntio ar leihau nifer y teithiau ceir drwy ddefnyddio mwy ar drafnidiaeth gyhoeddus a hyrwyddo teithio llesol.

Mae CCC y DU wedi mapio'r gostyngiadau mewn allyriadau sectoraidd sydd eu hangen er mwyn i Gymru gyflawni ei tharged o 80% erbyn 2050. Dangosir hyn yn Ffigur 3 isod.

**figur 3 Gostyngiadau allyriadau sectorol ar gyfer cyrraedd targed 2050 Cymru (Dadansoddiad CCC y DU)**



## Lleihau'r defnydd o geir

Un maes allweddol ar gyfer lleihau allyriadau o drafnidiaeth yw lleihau'r defnydd o geir. Gall hyrwyddo teithio llesol, sydd heb unrhyw allyriadau ar adeg eu defnyddio, helpu i gyflawni hyn, ynghyd â mwy o ddefnydd o drafnidiaeth gyhoeddus, gan fod trafndiaeth ar fysiau a threnau ag allyriadau llawer is na cheir fesul teithiwr fesul milltir (gweler Tabl 1 isod). Mae **senario CCC y DU** yn rhagweld y bydd 6% o deithiau ceir yng Nghymru yn 2030 yn cael eu hosgoi drwy ddefnyddio mwy ar drafnidiaeth gyhoeddus a theithio llesol.

**Tabl 1 Allyriadau CO<sub>2</sub>e o wahanol fathau o drafnidiaeth yn y DU (Ffynhonnell: BEIS)**

	Allyriadau CO <sub>2</sub> e fesul teithiwr - km / kg
Car cyfartalog	0.18
Bws lleol	0.10
Rheilffordd Genedlaethol	0.05
Taith ddomestig mewn awyren	0.27

## Teithio llesol

Nod **Deddf Teithio Llesol (Cymru) 2013** yw cynyddu'r rhai sy'n cerdded a beicio wrth deithio, a fyddai'n lleihau'r defnydd o drafnidiaeth sy'n allyrru carbon deuocsid. Mae'r Ddeddf yn gosod cyfrifoldeb ar awdurdodau lleol Cymru i fapio llwybrau teithio llesol presennol ac yn y dyfodol, ac i wella seilwaith yn barhaus drwy wella llwybrau a chyfleusterau presennol, ac adeiladu seilwaith newydd. Rhaid i Weinidogion Cymru ac awdurdodau lleol gymryd camau rhesymol i wella'r ddarpariaeth ar gyfer teithio llesol wrth greu a chynnal priffyrdd, a rhaid iddynt hefyd hyrwyddo teithio llesol. Mae cyfranogiad cyfyngedig mewn teithio llesol ers pasio'r Ddeddf (gweler Tabl 2).

**Tabl 2 Cyfranogiad mewn teithio llesol rhwng 2013 a 2018 (Ffynhonnell: Arolwg Cenedlaethol Cymru)**

Cyfran o / %	2013-14	2014-15	2015-16	2017-18
Oedolion sy'n cerdded yn rheolaidd ar gyfer teithio llesol	46	43	47	58
Oedolion sy'n beicio yn rheolaidd ar gyfer teithio llesol	6	6	5	6
Plant ysgol gynradd sydd fel arfer yn cerdded i'r ysgol	49	49	42	-
Plant ysgol uwchradd sydd fel arfer yn cerdded i'r ysgol	32	35	34	-
Plant ysgol gynradd sydd fel arfer yn beicio i'r ysgol	3	2	1	-

Cyflwynodd Llywodraeth Cymru **gynllun teithio llesol ar gyfer Cymru** yn 2016 i ategu'r Ddeddf. Nod y cynllun yw cynyddu'r gyfran o oedolion sy'n beicio o leiaf unwaith yr wythnos o 6% yn 2014 i 10% yn 2026, a'r gyfran sy'n cerdded o leiaf unwaith yr wythnos o 64% yn 2014 i 80% yn 2026. Mae'r cynllun yn cynnwys ystod eang o gamau gweithredu o dan y penawdau: arweinyddiaeth; deddfwriaeth, safonau ac offer; seilwaith; hybu a newid ymddygiad; sgiliau a hyfforddiant; a monitro a gwerthuso.

Er gall teithio llesol leihau allyriadau carbon, fel arfer mae ond yn addas i gymryd lle teithiau byr mewn car. Er y gallai hyn awgrymu y gallai'r effaith ar gyfanswm allyriadau carbon fod yn gyfyngedig, dangosodd **data ar gyfer Lloegr yn 2014** fod 56% o'r holl deithiau mewn ceir o dan 5 milltir. Mae buddion ehangach yn dod i'r amlwg drwy **wella iechyd** yn sgil ymarfer corff a gwelliannau yn ansawdd yr aer (o ganlyniad i lai o allyriadau cerbydau) mewn amgylcheddau trefol.

## Trafnidiaeth gyhoeddus

Gall amnewid teithiau hir mewn car gyda theithio ar fysiau neu drên leihau allyriadau carbon **80% ar gyfartaledd**. Mae polisi diweddar Llywodraeth Cymru wedi canolbwyntio ar y systemau metro arfaethedig ar gyfer **gogledd-ddwyrain a de Cymru**, gyda chynigion hefyd yn cael eu datblygu **ar gyfer prif linellau Great**



**Western a gogledd Cymru.** Mae Llywodraeth Cymru hefyd wedi **cyhoeddi achos dros fuddsoddi yn seilwaith rheilffyrdd Cymru.** Mae **wrthi yn ymgynghori** ar gynigion i wella gwasanaethau bysiau lleol yng Nghymru ac ar drefniadau **trwyddedu tacsis a cherbydau hurio preifat.** Mae Llywodraeth Cymru hefyd **dyfarnu'r contract** i weithredu gwasanaethau rheilffyrdd yng Nghymru ac i ddatblygu a gweithredu **Metro De Cymru i KeolisAmey.**

Er bod **cyfanswm teithiau rheilffordd yng Nghymru** wedi cynyddu o tua 20 miliwn yn 2005-06 i ychydig dros 30 miliwn yn 2016-17, mae **teithiau ar fysiau yng Nghymru (Excel 20 KB)** wedi gostwng o tua 123 miliwn yn 2004-05 i tua 100 miliwn yn 2016-17.

Nid oes gan Lywodraeth Cymru unrhyw dargedau wedi'u cyhoeddi ar gyfer defnydd cynyddol o drafnidiaeth gyhoeddus.

## Ceir

Mae ceir yn cyfrannu dros hanner yr allyriadau carbon o drafnidiaeth yng Nghymru (Ffigur 2). Y tu hwnt i leihau eu defnydd drwy gynyddu teithio llesol a defnyddio trafnidiaeth gyhoeddus, mae nifer o bosibiliadau ar gyfer dad-garboneiddio. Mae'r rhain yn ymwneud yn bennaf â symud i ffwrdd o geir petrol a diesel confensiynol i ULEVs, gyda CCC y DU yn rhagweld y bydd angen i **60% o geir sy'n cael eu gwerthu yn 2030** fod yn rhai ULEV i gyrraedd targedau carbon yng Nghymru.

Mae effeithlonrwydd tanwydd ceir wedi cynyddu'n sylweddol yn y blynyddoedd diwethaf, ond caiff hyn ei wrthweithio gan gynydd yn y milltiroedd cerbydau a yrrir. **Mae cyfanswm y pellter sy'n cael ei yrru** yng Nghymru wedi cynyddu tua 17% rhwng 2000 a 2017, gan osod gwelliant o 40% yn **effeithlonrwydd ceir newydd.** Anogwyd gwelliannau blaenorol o ran effeithlonrwydd tanwydd drwy **safonau'r UE.** Ar ôl i'r DU adael yr UE, cyfrifoldeb Llywodraeth y DU fydd sefydlu safonau newydd.

### Cerbydau sy'n rhedeg ar fatri

Cerbydau sy'n rhedeg ar fatri (y cyfeirir atynt hefyd fel cerbydau trydan) yw'r math mwyaf cyffredin o ULEV. Maent yn cynnwys **amrywiaeth o gerbydau,** o hybridiau na ellir eu gwefru o'r grid i gerbydau sy'n defnyddio pŵer batri yn unig (Ffigur 4).

**Ffigur 4 Nissan Leaf, y cerbyd trydan mwyaf poblogaidd yn y DU yn 2017 (Llun gan Richard Kelly, trwyddedig o dan Creative Commons)**





**Mae cerbydau trydan hybrid** (HEV) yn cael eu rhedeg yn bennaf ar beiriant hylogsi mewanol (ICE) petrol neu diesel. Mae ganddynt hefyd fodur batri trydan fel rhan o yriant trydan. Mae'r batri'n gwefru o frecio neu'r ICE o dan amodau penodol. Yna defnyddir y trên gyrru trydan i bweru'r cerbyd ar gyflymder isel neu i roi hwb pan fo angen, e.e. gyrru ar i fyny. Mae'r cerbydau hyn yn darparu gostyngiad bach mewn allyriadau carbon ond nid ydynt yn cael eu hystyried yn gerbydau allyriadau isel iawn.

Mae gan gerbydau trydan hybrid y gellir eu plygio i mewn (PHEV) gapasiti batri sy'n darparu ystod o 15-30 milltir fel arfer. Ar ôl hyn mae ICE yn cymryd drosodd. Pan fyddant yn cael eu defnyddio am bellteroedd byr yn unig (hyd at tua 20 milltir) rhwng eu gwefru, gallant gynhyrchu dim allyriadau carbon ar adeg eu defnyddio (allyriadau "pibell fwg"). Y tu hwnt i'r ystod hon maent yn cynhyrchu allyriadau tebyg i HEVs.

Nid oes gan gerbydau trydan batri yn unig (BEV) ICE. Yn hytrach, mae ganddynt fatris mwy sy'n darparu ystod sy'n sylweddol uwch. Nid ydynt yn cynhyrchu unrhyw allyriadau pibell fwg ac mae eu hallyriadau carbon cyffredinol yn dibynnu ar y dull o gynhyrchu trydan grid.

Mae gan rai BEVs estynyddion ystod (BEVx). ICEs yw'r rhain a ddefnyddir i ail-wefru'r batris ar deithiau hir. Mae hyn yn gwneud y cerbyd yn debyg i PHEV ond gyda mwy o bwyslais ar y gyriant trydan (batris mwy ac ICE llai). O ganlyniad, maent fel arfer yn cynhyrchu llai o allyriadau pibell fwg.

Mae cerbydau y gellir eu plygio i mewn yn derm ymbarél ar gyfer PHEV, BEV a BEVx. Nid yw'n cynnwys HEV.

### Datblygu batri

Y prif sbardun ar gyfer cerbydau trydan yn y blynyddoedd diwethaf fu'r gwelliant dramatig mewn capasiti storio ynghyd â chostau is. **Mae prisiau batris modurol lithiwm-ion (Li-ion) wedi gostwng** o \$1000 y kWh yn 2010 i \$273 y kWh, a rhagwelir y byddant yn llai na \$100 y kWh erbyn 2025. O gofio bod pecynnau batris modurol yn costio **rhwng £5,000 a £25,000** ar gyfer EVs llawn, mae gostyngiad parhaus mewn costau yn bwysig er mwyn i gerbydau trydan ddod yn gystadleuol o ran cost heb gymhorthdal.

Ar yr un pryd mae dwysedd ynni (kWh/kg) batris modurol wedi cynyddu wrth i dechnolegau newydd ddod yn hyfyw fel batris modurol (Tabl 3). Er enghraifft, mae'r gostyngiad yng nghost batris Li-ion sydd wedi caniatáu i'r rhain gael eu defnyddio

**yn lle technolegau hŷn** oedd â dwysedd ynni is. Mae batris dwysedd ynni uwch yn caniatáu i geir trydan gael eu dylunio gydag ystod mwy amrywiol heb gael eu beichio gan fatris trwm.

**Tabl 3 Gwelliant mewn dwysedd ynni batris modurol dros amser (ffynonellau wedi'u mewnosod yn y tabl)**

Technoleg	Dwysedd ynni (kWh/kg)	Enghraifft car/blwyddyn
NiMH	0.05-0.07	Toyota Prius (2001-2015)
Li-ion	0.1-0.3	Nissan Leaf (2010-)
Li-ion / Li-S cyflwr solet	0.3-0.4	Car trydan Dyson (2020 ymlaen)
Lithiwm-aer	1.0-1.4	O 2026 ymlaen

Mae'n debygol mai'r genhedlaeth nesaf o dechnoleg batri yw batris Li-ion cyflwr solet neu fatris sylffwr lithiwm (Li-S). Yn ogystal â dwysedd ynni uwch, mae'r technolegau hyn yn cynnig gwell diogelwch (mater sydd wedi **rhwystru batris Li-ion**). Mae batris aer lithiwm, a allai gynyddu dwysedd ynni hyd at 10 gwaith o gymharu â Li-ion, wedi tynnu **sylw gweithgynhyrchwyr ceir mawr** ac yn cynnig ystod bosibl o 500 milltir ar gyfer ceir â batri.

Mae manteision posibl technoleg batri yn y dyfodol yn dangos nad yw ceir trydan wedi cyrraedd eu potensial mwyaf eto. Disgwylir i fodolau yn y dyfodol gael **ystod cynyddol ar gost is**.

### Allyriadau carbon o gerbydau trydan

**Mynegwyd pryderon** dros yr allyriadau carbon o gerbydau trydan pan wneir dadansoddiad cylch bywyd cyflawn. Cynhyrchir mwy o allyriadau carbon yn ystod gweithgynhyrchu cerbydau trydan na cherbydau confensiynol ac os caiff y trydan a ddefnyddir i wefru'r car ei gynhyrchu o danwyddau ffosil yna bydd yn cyfrannu allyriadau ychwanegol wrth eu defnyddio (er ei fod yn dal yn llai na cherbyd confensiynol).

Fodd bynnag, canfu **astudiaeth a gynhaliwyd ar gyfer CCC y DU** fod yr allyriadau o gynhyrchu a defnyddio cerbydau trydan yn is na cherbydau confensiynol ac yn lleihau'n gyflym, oherwydd datgarboneiddio cynhyrchu trydan. Disgwylir i newid o gerbyd confensiynol i gerbyd trydan leihau allyriadau carbon bywyd cyfan 70% yn 2020.

### Gwefru cerbydau trydan

Un her allweddol i gerbydau trydan yw'r gallu gwefru. Mae hyn yn her i'r grid cyflenwi trydan ac yn rhwystr i ddarpar yrwyr.

Mae adroddiad **senarios ynni yn y dyfodol** y Grid Cenedlaethol yn rhagweld y gallai cerbydau trydan gyfrannu at gynnydd yn y galw am drydan brig hyd at 30% erbyn 2050. Fodd bynnag, mae posibilrwydd hefyd y bydd cerbydau trydan yn cael eu defnyddio i storio drwy **wefru o'r cerbyd i'r grid**, gan alluogi gwell defnydd o ynni adnewyddadwy. Mae **Deddf Cerbydau Awtomataidd a Thrydan 2018** yn cynnwys gofyniad bod yn rhaid i bob man gwefru cerbydau trydan fod yn "glyfar". Bydd manau gwefru clyfar yn galluogi rheolwyr allanol, fel y grid cenedlaethol, i **leihau'r galw brig**.

Mae sicrhau bod gwefrwyr ar gael yn bwysig iawn i ddarpar berchnogion cerbydau trydan. Mae angen i berchnogion cerbydau trydan allu gwefru yn y cartref, yn y gwaith neu mewn manau cyhoeddus eraill. Yn y lleoliadau hyn, gall gwefrydd araf (3kW) sy'n cymryd sawl awr i wefru cerbyd yn llawn fod yn ddigonol. Fodd bynnag, er mwyn lleihau pryderon ynghylch yr ystod fer o gerbydau trydan, mae angen **rhwydwaith o wefrwyr cyflym** (22kW neu fwy) sy'n gallu gwefru cerbyd 80% mewn 30 munud ar hyd y rhwydwaith cefnffyrdd.

**Ffigur 5: Man gwefru EV yng ngwasanaethau Gorllewin Caerdydd. (Llun gan Jeff Gogarty, o dan Drwydded Creative Commons).**



**Mae gwefru di-wifr** wedi'i nodi fel technoleg a allai helpu i oresgyn y cyfyngiadau ystod o gerbydau trydan. Gellir gosod system o geblau o dan brif ffyrdd a all ddarparu pŵer i gerbydau trydan wrth iddynt yrru ar raddfa o 20kW. Byddai hynny'n osgoi'r angen am arosiadau er mwyn ychwanegu gwefr mewn gorsafoedd gwasanaeth ar deithiau hir. Fodd bynnag, byddai angen buddsoddiad seilwaith helaeth i osod y ceblau o dan gyfran sylweddol o'r rhwydwaith traffyrdd.

### Cerbydau trydan yng Nghymru

Yn 2017, cofrestrwyd **760 o gerbydau plygio i mewn newydd** (PHEVs a BEV) yng Nghymru (dim ond 1.6% o'r cyfanswm ar draws y DU). Mae hyn yn cynrychioli 0.8% o geir newydd a gofrestrwyd yng Nghymru. Dau ffactor sy'n dal cerbydau trydan yn ôl yng Nghymru yw'r gost ymlaen llaw uchel (er y gall y costau rhedeg is wrthbwysu hyn yn y tymor hir) a'r diffyg **manau gwefru cyhoeddus** sydd ar gael. Yn ôl y map pwyntiau gwefru trydan **Zap Map**, mae gan Gymru 617 o bwyntiau gwefru ar hyn o bryd, sy'n 3.32% o gyfanswm y DU. Mae gan Gymru tua 30 o wefrwyr cyflym, o gymharu â thua **3,000 ar draws Ynysoedd Prydain**.

Ar hyn o bryd mae gan Lywodraeth y DU **gynllun grant ceir trydan** er mwyn helpu pobl ledled y DU gyda'r gost o brynu cerbyd trydan. Mae'r grant yn berthnasol i restr o gerbydau a gymeradwyir gan y llywodraeth - ac fe'i gweinyddir yn uniongyrchol drwy ddelwriaethau a gwneuthurwyr. Bu newidiadau i'r cynllun yn ystod y flwyddyn ddiwethaf - daeth y grantiau ar gyfer ceir hybrid newydd i ben, tra cafodd gostyngiadau ar yr holl geir trydan eu gostwng o £4,500 i £3,500. Mae'r **Adran Drafnidiaeth** yn dweud y cafodd y grant ei gyflwyno saith mlynedd yn ôl er mwyn helpu i sefydlu'r farchnad a bod y ffocws yn newid i gefnogi modelau dim allyriadau fel ceir trydan pur a cheir celloedd tanwydd hydrogen.

Mae grantiau ar gael hefyd ar gyfer gosod manau gwefru cerbydau trydan mewn **cartrefi, gweithleoedd ac ar y stryd**.

Mae Llywodraeth Cymru yn bwriadu gosod manau gwefru cerbydau trydan i annog pobl i ddefnyddio cerbydau trydan, gyda £2 miliwn o gyllid wedi'i gyhoeddi yn y ddwy flynedd nesaf yng nghyllid **2018-19 Llywodraeth Cymru**. Dywedwyd y bydd yr arian yn cael eu buddsoddi i ddatblygu rhwydwaith o fannau gwefru cyflym ar gyfer cerbydau trydan - gan sicrhau bod y defnydd o arian cyhoeddus yn ystyried gweithgarwch yn y sector preifat.



## Cerbydau hydrogen

Mae cerbydau hydrogen yn defnyddio cell danwydd i drosi nwy hydrogen i ddŵr tra'n cynhyrchu trydan, sy'n cael ei ddefnyddio i bweru gyriant sy'n debyg i'r rhai mewn cerbydau a redir ar fatri. Gan mai dŵr yw unig sgil-gynnyrch y broses hon, nid oes unrhyw allyriadau pibell fwg. Mae cerbydau hydrogen wedi cael eu hystyried fel **dewis arall potensial yn lle ceir petrol** ers peth amser gan fod ganddynt ystodau tebyg ac amseroedd ail-lenwi tebyg i geir confensiynol. Fodd bynnag, disgwylir i'r dechnoleg a'r farchnad gyrraedd **sawl blwyddyn ar ôl** cerbydau sy'n cael eu rhedeg ar fatri.

Ar hyn o bryd, mae cerbydau hydrogen **ond ar gael ar brydles yn unig** yn y DU (sy'n cynrychioli cyfnod marchnad cynnar iawn) a dim ond **12 gorsaf ail-lenwi hydrogen sydd ar gael**, a dwy ohonynt yng Nghymru. Er gwaethaf hyn, mae prosiect **UKH<sub>2</sub> Mobility**, y mae Llywodraeth Cymru yn aelod ohono, yn rhagweld y gallai gwerthiannau cerbydau hydrogen gyrraedd 300,000 yn y DU erbyn 2030.

**Gwerthodd Toyota 2,700 o geir hydrogen ar draws y byd yn 2017.** O hyn, mae'n amlwg bod yr heriau technolegol sy'n gysylltiedig â storio celloedd hydrogen a thanwydd wedi'u goresgyn ar y cyfan. Mae'r cerbydau hydrogen sydd ar gael yn fasnachol hefyd **â safonau diogelwch uchel iawn** mewn ymgais i fynd i'r afael â phryderon defnyddwyr ynghylch peryglon tanwydd hydrogen.

Y prif heriau nawr yw cost, cynhyrchu hydrogen a seilwaith.

Ar hyn o bryd mae cerbydau hydrogen yn costio **mwya i'w prynu a mwya i'w redeg** na cherbydau confensiynol neu drydanol. Bydd maint cynyddol y farchnad yn arwain at lai o gost drwy arbedion maint. **Mae UKH<sub>2</sub> Mobility yn rhagweld** y bydd cost cerbydau hydrogen yn dal i fod yn fwy na cherbydau confensiynol erbyn 2030 (er y bydd gan gerbydau hydrogen gostau rhedeg is) ond mae **Toyota yn honni** y bydd ei gost yn gystadleuol â cherbydau hybrid erbyn 2025.

Canfu **prosiect H21 Leeds City Gate** nad oedd cynhyrchu hydrogen drwy electrolysis dŵr (y broses wrthdroi'r gell danwydd sy'n rhoi pŵer i geir hydrogen) yn debygol o fod yn ymarferol ar raddfa fawr yn y dyfodol agos. Y prif lwybr cynhyrchu amgen yw ailffurfio methan ager mewn nwy naturiol. Mae hyn yn cynnwys tymreddau uchel ac yn cynhyrchu CO<sub>2</sub>. O ganlyniad, mae angen dal a storio carbon (CCS) i wneud y llwybr hwn yn niwtral o ran carbon. Mae'r dogfennau briffio ychwanegol gan Senedd Ymchwil yn y gyfres hon ar **drydan carbon isel a gwres carbon isel** yn darparu rhagor o wybodaeth am CSS a chynhyrchu hydrogen.

Mae diffyg gorsafoedd ail-lenwi sydd ar gael yn gweithredu fel rhwystr i berchnogion cerbydau hydrogen posibl. Mae gan Japan tua 100 o orsafoedd ail-lenwi hydrogen, o gymharu â 12 yn y DU, ac mae **dros 2,000 o geir hydrogen**, wedi cael eu gwerthu yn y wlad. Mae Llywodraeth y DU wedi lansio a **chronfa gwerth £23 miliwn**, i gefnogi hydrogen ar gyfer cerbydau tan 2020. Bydd hyn yn darparu arian cyfatebol ar gyfer 17 yn fwy o orsafoedd ail-lenwi tanwydd.

Mae'r cwmni ceir o Gymru **Riversimple Movement** wedi creu car hydrogen o'r enw Rasa (Ffigur 6). Mae datblygiad y car wedi cael budd o **£ 2 miliwn o gymorth gan Lywodraeth Cymru** a grant gwerth €2 miliwn gan yr UE. Nod Riversimple yw dod â'r car cyntaf i'r farchnad ddiwedd 2018.

**Ffigur 6 Riverside Rasa (llun gan Matthew Lamb, dan drwydded Creative Commons)**



## Biodanwyddau

Gellir trosi cynydau i **bioethanol (o gansen siwgr neu yd) neu fiodiesel (o olew had rēp ac olew llysiâu)**. Gall y tanwyddau hyn ategu tanwydd confensiynol mewn ICEs hyd at **5% heb addasu'r injan** (a gall ceir modern gymryd cyfrannau uwch ar y cyfan).

Yn gyffredinol, ystyrir bod biodanwyddau yn rhai carbon isel. Cesglir yr allyriadau a grēir drwy losgi'r tanwydd yn ddiweddar, ers twf y ffynhonnell danwydd. Fodd bynnag, mae'r allyriadau carbon o fiodanwyddau yn dibynnu ar y ffynhonnell a'r dulliau cynhyrchu sydd eu hangen i'w trosi'n danwydd.

Cyrhaeddodd y defnydd o fiodanwydd yn y DU uchafbwynt yn **2015 o 3% o'r holl danwydd**, ac mae wedi gostwng ychydig ers hynny. Mae CCC y DU **yn rhagweld defnydd cyfyngedig o fiodanwyddau** ar gyfer trafnidiaeth arwyneb yn y dyfodol



oherwydd cyflenwad cyfyngedig a dewisiadau carbon isel eraill sydd ar gael yn rhwydd fel pŵer batri a hydrogen.

Y cyfyngiad mwyaf ar gyfer biodanwydd yw'r gystadleuaeth am dir i gynhyrchu cynydu bwyd. Roedd cynhyrchu biodanwydd yn **gysylltiedig â chynnydd mewn prisiau bwyd yn 2008**, yn ogystal, mae sawl defnydd arall o fiodanwydd a allai fod angen ei flaenoriaethu dros drafnidiaeth arwyneb. Er enghraifft, mae **UK CCC yn amlygu** y bydd sectorau ble y mae datgarboneiddio yn anodd, er enghraifft, y maes diwydiant ac awyrennau, angen y rhan fwyaf o'r cyflenwad cyfyngedig o fiodanwyddau sydd ar gael.

Roedd Pwyllgor CCC y DU yn amcangyfrif y gallai tua **10% o'n prif gyflenwad ynni ddod o fiodanwydd yn 2050**. Mae hyn yn debyg i **ffigur Llywodraeth y DU sef 12%**. Er mwyn sicrhau y gwelir gostyngiadau o ran allyriadau mae'n hanfodol bod biodanwydd yn cael ei gynhyrchu'n gynaliadwy ac y caiff ei gynhyrchu gan ddefnyddio ychydig iawn o garbon. Gall technolegau yn y dyfodol, fel biodanwyddau o algâu, ganiatáu rhywfaint o ehangu ar eu rôl ond mae trafnidiaeth arwyneb yn debygol o barhau i fod yn faes blaenoriaeth isel gan y bydd awyrennau, llongau a diwydiant yn cystadlu am gyflenwadau.

## Cerbydau masnachol

### Cerbydau nwyddau ysgafn

#### LGVs sy'n rhedeg ar fatri

Cerbydau nwyddau ysgafn (LGVs) yw'r ail gyfraniad mwyaf at allyriadau o drafnidiaeth, ar ôl ceir, ac mae'r nifer ar y **ffordd yn tyfu'n gyflym**. Mae'r farchnad LGV sy'n rhedeg ar fatri yn tyfu ac mae gan nifer o wneuthurwyr mawr **fodelau batri yn unig** erbyn hyn. Mae yna **5,200 o LGVs batris yn unig yn y DU**, sef 0.1% o'r holl LGVs yn y DU. Mae'r dechnoleg ar gyfer LGVs sy'n rhedeg ar fatri yn debyg iawn i dechnoleg ceir trydan.

Mae ystodau nodweddiadol yn amrywio rhwng 100-200 milltir, felly mae faniau sy'n cael eu pweru gan fatri ond yn **addas i rai defnyddwyr**. Fodd bynnag, mae LGVs fel arfer yn cael eu gyrru yn bellach na cheir (faniau yw 10% o'r cerbydau ar ffyrdd y DU ond maent yn cyfrif am **17% o'r pellter sy'n cael ei deithio** ac maent yn llai effeithlon o ran tanwydd, felly bydd perchnogion faniau fel arfer yn elwa mwy o arian **costau rhedeg isel** o gerbydau trydan.

Un pryder am faniau trydan mawr yw pwysau ychwanegol y batris. Ni all gyrwyr heb drwydded HGV yrru cerbydau sy'n pwysu dros 3.5 tonn. Arweiniodd hyn at **ymgyngoriad gan Lywodraeth y DU** ar godi'r terfyn pwysau ar gyfer LGVs allyriadau isel iawn.

#### LGVs hydrogen

Mae faniau hydrogen yn dod yn **ar gael** yn y DU. Mae gan Gyngor Dinas Sheffield bump **fan hybrid batri hydrogen** y mae'n honni ei fod yn rhatach na faniau diesel ar ôl cynnwys costau rhedeg. Mae'r gallu hydrogen yn dyblu ystod y fan, o gymharu â cherbydau batri yn unig.

Ar hyn o bryd mae'r rhan fwyaf o faniau hydrogen yn cael eu cynhyrchu gan addasiadau **trydydd parti** i gerbydau trydan. Nid oes gan unrhyw wneuthurwyr cerbydau mawr gynlluniau ar hyn o bryd ar gyfer cynhyrchu faniau hydrogen ar raddfa fawr. Mae graddfa fach dosbarthiad hydrogen yn y DU yn golygu bod prisiau hydrogen ar hyn o bryd yn **gymharol uchel** ac, o ganlyniad, mae gan faniau hydrogen **gostau tanwydd uwch** na faniau diesel.

Mae LGVs trydan a **hydrogen** yn dod o dan y **cynllun grant plygio i mewn**. Bydd hyn yn cynnwys 20% o gost y cerbyd hyd at £8,000. Gyda **phryderon ansawdd aer** parhaus yn y DU, mae'r posibilrwydd o gyflwyno **parthau dim allyriadau** mewn rhai dinasoedd wedi cael ei nodi. Byddai parthau dim allyriadau yn gwahardd cerbydau confensiynol o ardaloedd o'r fath o 2020 ymlaen, felly byddai angen faniau trydan neu hydrogen.

### Cerbydau nwyddau trwm

Mae datblygiadau parhaus sylweddol yn y farchnad HGV allyriadau isel iawn, yn enwedig yn yr UDA. Dau gystadleuydd sy'n ceisio siapio'r farchnad teithio pell yw **Telsa Semi** sy'n cael ei yrru ar fatri ar **lori hydrogen Nikola One**. Mae'n ymddangos bod gweithgynhyrchwyr o Ewrop a Siapan yn canolbwyntio fwy ar y farchnad teithiau byr a milltir olaf ar gyfer HGVs allyriadau isel iawn.

#### HGVs sy'n rhedeg ar fatri

Mae HGVs sy'n rhedeg ar fatri yn fwyaf addas ar gyfer teithiau byr a theithiau "milltir olaf". Mae cyfyngiadau ystod cerbydau sy'n rhedeg ar fatri yn llai pwysig yn yr achosion hyn. Gallai symud tuag at HGVs teithiau byr sy'n cael eu rhedeg ar fatri eu rheoli gan reoliadau ansawdd aer a allai arwain at HGVs llygredig **gael eu gwahardd o rai dinasoedd yn y dyfodol**.

Tesla yw'r unig gwmni sydd wedi cyhoeddi HGV teithiau hir sy'n rhedeg ar fatri, sef y **Tesla Semi**. Mae'n anelu at ei gynhyrchu o ddiwedd 2019, gydag ystod o dros 500 milltir. Gallai hyn, ynghyd ag amser gwefru o 30 munud ar gyfer 80% hwyluso cludiant pellter hir. Fodd bynnag, ar hyn o bryd nid yw'n glir sut y bydd Tesla yn darparu capasiti batri a chyfleusterau gwefru ar gyfer y cerbydau hyn. Gall hyn ddibynnu ar welliannau mewn technoleg a fydd yn datblygu yn y ddwy flynedd nesaf.

**Mae amcangyfrifon yn awgrymu** y byddai angen i'r gwefrydd Tesla fod tua 1.2MW (deirgwaith cyflymdra uwch-wefrydd presennol Tesla). Mae hon yn her nid yn unig ar gyfer y cysylltiad â'r cerbyd ond byddai hefyd angen seilwaith cynhyrchu a throsglwyddo sylweddol, gan y byddai angen cyflenwad pŵer ar bob gwefrydd sydd **yn gyfwerth â miloedd o gartrefi**.



### HGVs hydrogen

Gallai HGVs hydrogen fod ag ystod mwy a gallu cyflymach i ail-lenwi tanwydd na HGVs sy'n rhedeg ar fatri. Mae gyrwyr HGV pellter hir yn debygol o fod yn barod i deithio ymhellach na gyrwyr ceir i gyrraedd gorsafoedd ail-lenwi hydrogen. Mae hyn wedi ysgogi Nikola i gyhoeddi cyflwyno **HGVs hydrogen** gydag ystod 1,200 o filltiroedd a fydd yn cael eu cynhyrchu o 2021. Mae Toyota hefyd wedi lansio **HGV hydrogen pellter byr** gydag ystod o 200 milltir.

## Trafnidiaeth Gyhoeddus

Mae gan drafnidiaeth gyhoeddus allyriadau is fesul milltir teithiwr na cherbydau preifat ar gyfartaledd (gweler Tabl 1) gyda gwasanaethau bws lleol yn lleihau allyriadau 40% a gwasanaethau rheilffyrdd cenedlaethol 70%. Gellid cynyddu'r arbedion hyn ymhellach drwy fabwysiadu cerbydau allyriadau isel iawn yn y sector trafnidiaeth gyhoeddus.

### Bysiau

Mae bysiau trydan wedi cael eu cyflwyno mewn llawer o lefydd ledled y DU. Cyhoeddodd Llywodraeth y DU **gyllid o £30.4 miliwn yn 2015** i gynyddu nifer y bobl sy'n defnyddio cerbydau allyriadau isel iawn a helpu i wella ansawdd aer. **Cyhoeddwyd £100 miliwn arall yn 2016** ar gyfer y cyfnod 2017-21. Sir Ddinbych oedd un o'r awdurdodau lleol y dyfarnwyd arian iddynt, a gafodd **£500,000 ar gyfer pedwar bws trydan**. Mae Bws Caerdydd wedi **cyhoeddi'n ddiweddar** y byddai'n defnyddio 36 o fysiau trydan, mewn ymdrech i wella ansawdd aer yn y ddinas. Mae Cyngor Caerffili hefyd **wedi ymrwymo i gynyddu defnydd cerbydau trydan** ymysg cynlluniau i greu rhwydwaith trafnidiaeth gyhoeddus trydanol gwerth £8 miliwn yn y fwrdeistref. Mae Stagecoach wedi lansio cais am gyllid gan Lywodraeth y DU i drosi bysiau sy'n gwasanaethu tref Caerffili ar hyn o bryd o diesel i drydan. Byddai'r £3.45 miliwn y gofynnwyd amdano gan Gynllun Bysiau Allyriadau Isel iawn yr Adran Drafnidiaeth yn talu am 21 o fysiau trydan, gyda manau gwefru ar gael am wefru cyflym drwy gydol y dydd.

Mae'r cyflymder cyfartalog isel ar hyd llwybrau bysiau trefol, ynghyd â chyfaint uchel o **le ar gyfer batris** mewn bysiau, wedi arwain rhai i ragweld y gallai hanner y bysiau ar y ffordd fod yn rhai **trydan erbyn 2025**. Caiff hyn ei yrru'n bennaf gan dwf yn Tsieina, ond **mae'r DU yn arwain y ffordd yn Ewrop**. Fodd bynnag, mae cost bysiau trydan ar hyn o bryd yn sylweddol uwch na'r confensiynol, sy'n rhwystr i'r nifer sy'n ei ddefnyddio.

**Aberdeen yw'r ddinas gyntaf yn y DU i** ddatblygu fflyd o 10 bws hydrogen a deithiodd gyfanswm o 250,000 o filltiroedd yn eu blwyddyn gyntaf. Mae cynlluniau i gynyddu'r nifer i 20 gyda mwy o arian gan Lywodraeth yr Alban. Mae bysiau hydrogen yn haws eu hwyluso na cherbydau eraill gan fod eu llwybrau rheolaidd yn golygu mai dim ond un orsaf ail-lenwi sydd ei hangen.

Mae'r **Bartneriaeth Cerbydau Carbon Isel** wedi cyhoeddi **Canllaw Bysiau Allyriadau Isel** sy'n anelu at roi trosolwg i weithredwyr bysiau ac awdurdodau lleol o fanteision ystod o danwyddau a thechnolegau allyriadau isel sy'n lleihau llygredd aer ac allyriadau nwyon tŷ gwydr. Mae hefyd wedi cyhoeddi **astudiaethau achos** ar yr ystod o dechnolegau bws allyriadau isel sy'n cael eu defnyddio ledled y DU.

### Trenau

Yn 2016 roedd teithio mewn trê'n yn cyfrif am **8% o filltiroedd teithwyr** yn Lloegr a llai na **1% o allyriadau yn y DU**. Mae allyriadau carbon yn isel fesul milltir teithiwr hyd yn oed ar gyfer trenau diesel ond **mae trydaneiddio yn lleihau costau rhedeg, yn gwella ansawdd aer lleol ac yn lleihau allyriadau CO2 20-35%**.

Mae cynlluniau trydaneiddio Cymru yn cynnwys **prif linell De Cymru** o dwannel Hafren i Gaerdydd a Metro De Cymru. Fodd bynnag, mae cynlluniau i drydaneiddio'r brif linell rhwng Caerdydd ac Abertawe **wedi cael eu gollwng**.

Mae natur dechrau a gorffen trydaneiddio rheilffyrdd yn y DU, **yn bennaf oherwydd cynnydd yng nghostau Network Rail**, wedi arwain at newidiadau yn y ffordd **mae gwelliannau seilwaith rheilffyrdd yn cael eu cynllunio** yng Nghymru a Lloegr. Mae'r dull newydd yn canolbwyntio ar ddatblygu llif prosiectau, gan ddarparu rhaglen dreigl o welliannau.

Mae trenau batri neu hydrogen yn bosibl yn lle injan diesel ar hyd rheilffyrdd nad ydynt wedi'u trydaneiddio.

Mae gan drenau batri ystod gyfyngedig ac felly maent yn cael eu defnyddio orau ar lwybrau byr, rheilffyrdd trefol, neu reilffyrdd wedi'u trydaneiddio'n rhannol. Fel arall gan **injans hybrid diesel batri** ddisodli trenau diesel i leihau allyriadau carbon a gwella ansawdd aer mewn ardaloedd trefol. Mae pump eisoes wedi'u lleoli yn yr Almaen.

Cafodd y trê'n hydrogen cyntaf ei dreialu **yn yr Almaen yn 2017**, a gellir ei brofi ar **reilffyrdd Prydain erbyn 2020**. Byddai effeithlonrwydd tanwydd uchel trenau yn gwneud cynhyrchu hydrogen ac isadeiledd ail-lenwi tanwydd yn fwy cyraeddadwy nag ydyw ar gyfer cerbydau ffyrdd. **Mae trê'n arddangos tanwydd cell hydrogen yn cael ei ddatblygu** gan Brifysgol Birmingham a'r cwmni prydlesu cerbydau Porterbrook Ltd.



## Trenau deu-fodd, tri-modd a batri

**Bydd trenau deu-fodd** yn cael eu defnyddio ar Brif Linell y Great Western fel dewis amgen i drydaneiddio rhwng Caerdydd ac Abertawe. Mae trenau deu-fodd yn rhedeg ar bŵer trydan uwchben 25kv lle bo'n bosibl ond mae ganddynt injan diesel ar gyfer trac heb drydan. Mae'r rhain yn rhan o uchelgais Llywodraeth y DU i **ddileu trenau diesel yn unig** erbyn 2040.

Yn y dyfodol, gellid defnyddio trenau sy'n cael rhedeg ar fatri ar hyd rheilffyrdd wedi'u trydaneiddio'n rhannol. Cafodd y rhain eu **treialu yn y DU yn 2015**. Gall y trenau hyn wefru eu batris ar hyd rhan drydanol y rheilffordd, yna defnyddio'r batris fel ffynhonnell bŵer ar hyd rhannau heb eu trydaneiddio.

Yn dilyn dyfarniad y contract newydd ar gyfer Masnachfaint Rheilffyrdd Cymru a'r Gororau ym mis Mehefin 2018 **cyhoeddodd Llywodraeth Cymru** gynlluniau i gaffael trenau newydd. Ochr yn ochr â diesel confensiynol, mae'r rhain yn cynnwys "Cerbydau Metro" deu-fodd gan gwmni Stadler o'r Swistir i'w defnyddio ar y Metro, ond hefyd trenau "tri-modd" arloesol. Mae'r dulliau tri-modd hyn, sydd hefyd o Stadler, yn cyfuno diesel, tyniant trydan uwchben 25KV a batri er mwyn bod mor hyblyg â phosibl.

Bydd dulliau tri-modd a batri / diesel deu-fodd yn hwyluso "trydaneiddio deallus" – gan leihau costau trwy osgoi'r angen i drydaneiddio trwy dwneli, er enghraifft, gan y bydd trenau'n newid i fatri. Maent hefyd yn caniatáu teithiau trydan batri ar rannau o'r rhwydwaith sydd heb eu trydaneiddio.

Fodd bynnag, mae trenau tri-modd yn eithriadol o arloesol, ac **mae rhanddeiliaid wedi mynegi pryderon (PDF 1MB)** ynghylch risg mabwysiadu cynnar ar gyfer technoleg newydd, gan dynnu sylw at gymhlethdod y fflyd gyda goblygiadau ar gyfer hyfforddiant gyrwyr a chynnal a chadw ac ati.

## Hedfan a morgludiant rhyngwladol

Mae cyllidebau carbon Cymru **yn hedfan a morgludiant rhyngwladol**, yn wahanol i gymheiriaid yn y DU. Er mai cyfran fach yn unig o'r allyriadau o drafnidiaeth yw'r rhain ar hyn o bryd, mae'r sectorau hyn yn anodd eu datgarboneiddio. Bydd hedfan a morgludiant yn tyfu'n sylweddol fel cyfran o gyfanswm yr allyriadau erbyn 2050 gan eu bod yn debygol o aros yn wastad ar y gorau, tra bod allyriadau ar draws pob sector yn gostwng 80%.

### Hedfan

Mae'r Sefydliad Hedfan Sifil Rhyngwladol (ICAO) wedi cytuno ar darged o **wrthbwyso unrhyw dwf mewn allyriadau ar ôl 2020**. Dylai allyriadau o'r sector hedfan aros yn wastad ar ôl 2020.

Mae allyriadau o hedfan yng Nghymru yn isel. Mae hedfan yn cyfrannu **5% o allyriadau CO<sub>2</sub>e yn y DU** ond yn ôl **ffigurau mis Rhagfyr 2018 gan yr Awdurdod Hedfan Sifil** (PDF 77KB) mae Maes Awyr Caerdydd ond yn cyfrif am 0.4% o deithwyr yn y DU. Fodd bynnag, mae'r maes awyr yn anelu at **ddyblu nifer y teithwyr erbyn 2025** ac mae Llywodraeth Cymru yn **buddsoddi'n sylweddol** yn ei dwf.

Mae diffyg technolegau allyriadau isel yn atal datgarboneiddio'r sector hedfan yn y tymor byr. Yn y tymor canolig, gellid defnyddio **gwell effeithlonrwydd tanwydd ar awyrennau newydd** a **defnydd cynyddol o fiodanwyddau** er mwyn gwrthbwyso'r twf yn nifer y teithwyr, er mwyn cyflawni targed ICAO. Efallai y bydd awyrennau masnachol sy'n cael eu rhedeg ar fatri neu hydrogen yn dechrau hedfan llwybrau byrrach o **2027 ymlaen**.

### Morgludiant

Mae morgludiant rhyngwladol yn cyfrannu 1.6% o allyriadau carbon yn y DU. Mae CCC y DU yn rhagweld y bydd hyn yn gostwng tua thraean erbyn 2050, ond mae'n cynnwys ystod fawr bosibl yn **ei fodelau**. Mae dros **10% o forgludiant rhyngwladol** yn y DU yn mynd i neu o Gymru.

Mae'r **Sefydliad Morwrol Rhyngwladol** yn ceisio dod i gytundeb ar allyriadau o forgludiant, ond ar hyn o bryd mae'n parhau i fod yr unig un **sector sydd heb unrhyw dargedau carbon**. Gwnaeth **adroddiad Cofrestr Lloyd** nodi biodanwyddau neu bŵer hydrogen datblygedig fel y tanwyddau allyriadau isel

iawn mwyaf tebygol ar gyfer morgludiant erbyn 2050, ond ar hyn o bryd yr unig gamau sy'n cael eu cymryd yn y diwydiant morgludiant yw gwell effeithlonrwydd tanwydd i longau newydd.