



Pecyn Cymorth Ynni Dŵr Mwynglawdd

Ynni Mwynglawdd a Rhwydweithiau Gwres

Crynodeb

Mae prosiectau ynni mwynglawdd yn defnyddio dŵr mwynglawdd a oedd wedi'i gynnwys mewn hen safleoedd mwyngloddio glo i ddarparu gwresogi a/neu oeri gofod trwy rwydweithiau gwres neu gysylltiadau adeiladau unigol.

Mae'r adran hon yn rhoi cyflwyniad i'r cyfuniad unigryw o gyfleoedd a heriau a gynigir gan rwydweithiau ynni mwynglawdd a gwres.

Pwyntiau Allweddol

Cyflwyniad Ynni Mwynglawdd

1. Ar ôl i glofeydd roi'r gorau i gynhyrchu, mae dŵr sy'n digwydd yn naturiol o dan y ddaear yn llenwi'r rhwydwaith o semau, twneli a siafftau a adawyd ar ôl o'r broses gloddio.
2. Mae'r dŵr hwn yn cael ei gynhesu'n naturiol gan dymheredd y ddaear o dan lefel y ddaear. Po ddyfnaf y mae'r gweithfeydd mwynglawdd, yr uchaf yw tymheredd y dŵr.
3. Tua 200 metr o dan lefel y ddaear, mae tymheredd dŵr mwynglawdd fel arfer tua 15°C. Ar y tymheredd hwn, gellir defnyddio'r dŵr mwynglawdd ar gyfer gwresogi ac oeri fel mewn prosiectau Gwresogi ac Oeri Ardal 5ed Genhedlaeth (gweler y disgrifiad diweddarach).
4. Mae ynni yn cael ei gynaeafu ar gyfer gwresogi gofod pan fydd dŵr mwynglawdd yn cael ei bwmpio i'r arwyneb. Mae gwres y dŵr yn cael ei dynnu gan ddefnyddio cyfnewidydd gwres ac mae'r dŵr wedi'i oeri yn cael ei ail-gylchredeg yn ôl i'r glofa.
5. Mae gweithfeydd mwynglawdd yn creu gwagleoedd y gellir drilio tyllau turio ynddynt i echdynnu dŵr mwynglawdd i fwydo'r cynllun ynni mwynglawdd.
6. Mae hen glofeydd yn aml yn agos at ganolfannau poblogaeth sydd â galw mawr am ynni, gan wneud yr ynni geothermol yn uniongyrchol hygyrch i farchnad bosibl.

7. Mae ynni geothermol o gyn byllau glo yn cael effaith amgylcheddol gymharol isel pan fydd y dŵr wedi'i bwmpio yn cael ei ddychwelyd i'r gweithfeydd mwynglawdd ar ôl i'r gwres gael ei dynnu.
8. Mae'n ffynhonnell ynni adnewyddadwy ac nid yw'n cynhyrchu fawr ddim nwyon tŷ gwydr yn ystod y cyfnod gweithredu, yn enwedig os caiff ei bweru gan drydan gwyrdd.
9. Mae datblygiad ynni geothermol o hen glofeydd yn cyflwyno heriau. Mae'r rhain yn cynnwys halogiad posibl o weddillion mwyngloddio, y gofyniad am fuddsoddiad sylweddol ymlaen llaw a chymhlethdodau rheoleiddio a thrwyddedu. Yn ogystal, mae effeithlonrwydd a chynaliadwyedd y cynhyrchiad ynni yn dibynnu ar reoli'r broses cylchrediad dŵr yn ofalus i atal oeri'r ffynhonnell geothermol.
10. Er gwaethaf yr heriau hyn, mae defnyddio ynni geothermol o hen glofeydd yn cynnig ffordd arloesol o adennill hen safleoedd diwydiannol ar gyfer cynhyrchu ynni adnewyddadwy, gan gyfrannu at y newid byd-eang tuag at ffynonellau ynni glanach, cynaliadwy.
11. Mae meysydd glo'r DU wedi'u rhannu'n nifer o 'flociau dŵr mwynglawdd'.
12. Mae blociau dŵr mwynglawdd yn grwpiau o lofeydd rhyng-gysylltiedig â llifogydd sy'n gorchuddio ardaloedd mawr iawn. Er enghraifft, mae meysydd glo Northumberland a Durham wedi'u rhannu'n 41 o flociau dŵr mwynglawdd.
13. Ar ôl i glofeydd gau, mae dŵr yn llenwi'r gweithfeydd (cyfeirir ato fel adfer) ac yn dal i godi nes iddo gyrraedd ei lefel dŵr naturiol (cyfeirir ato fel wedi'i adfer).
14. Mewn rhai blociau dŵr mwynglawdd, mae'n rhaid pwmpio dŵr mwynglawdd a'i drin i'w atal rhag halogi cyrsiau dŵr naill ai o dan y ddaear neu ar yr arwyneb. Gall tir hefyd gael ei halogi neu ei orlifo gan ddŵr mwynglawdd.
15. Mae lefelau dŵr mwynglawdd mewn rhai blociau dŵr mwynglawdd wedi codi ymhell dros 100 metr ers i'r glofeydd gael eu cau.
16. Yn aml mae gan ddŵr mwynglawdd gynnwys cemegol uchel a all achosi difrod amgylcheddol sylweddol.
17. Rheolir y blociau dŵr mwynglawdd gan yr Awdurdod Glo ac Asiantaeth yr Amgylchedd neu Cyfoeth Naturiol Cymru i sicrhau nad oes unrhyw ddifrod amgylcheddol o ddŵr mwynglawdd yn digwydd.
18. Mae'r Awdurdod Glo yn cadw cynlluniau o weithfeydd mwynglawdd y DU. Mae cywirdeb y rhain yn amrywio ac felly mae'n bwysig i ddatblygwyr prosiectau ynni mwynglawdd a chynghorwyr arbenigol gynnal eu hymchwiliadau eu hunain i leoliadau ynni mwynglawdd posibl.
19. Mae Rhaglen Cydweithredu Technoleg Geothermol yr International Energy Agency (IEA) wedi sefydlu grŵp arbenigol rhyngwladol ar ynni mwyngloddiau sy'n cael ei redeg gan yr British Geological Survey (BGS), gyda rhywfaint o gyllid gan Lywodraeth y DU.

20. Mae'r IEA wedi ffurfio grŵp arbenigol ar ynni dŵr mwynglawdd <https://iea-gia.org/areas-of-activity/geothermal-heating-and-cooling/mine-water-geothermal-energy-group/>
21. Mae grŵp arbenigwyr ynni dŵr mwynglawdd yr IEA yn coladu astudiaethau achos ynni dŵr mwynglawdd. Mae'r rhain ar hyn o bryd yn cynnwys:
- Lanchester Wines (Astudiaeth Achos)
 - Cyfleuster ymchwil – UK Geoenergy Observatory, Glasgow (Astudiaeth achos, Gwefan)
 - Fraunhofer IEG Bochum, yr Almaen (Astudiaeth achos, Gwefan)
 - Cynllun Ynni yn Seiliedig ar Glwstwr Dinas Heerlen (Astudiaeth achos, Gwefan)
22. Mae grŵp arbenigol ynni dŵr mwynglawdd yr IEA gyda BGS, yr Awdurdod Glo a BEIS hefyd wedi cynnal tri symposia rhyngwladol yn 2021, 2022 a 2023. Mae'r recordiadau ar gael yn <https://iea-gia.org/workshop-presentations/>
23. Mae gan grŵp arbenigwyr ynni dŵr mwynglawdd yr IEA flog sydd ar gael yn: <https://www.bgs.ac.uk/news/collaboration-progress-and-emerging-themes-in-mine-water-heating-cooling-and-storage/>

Cyfleoedd Prosiect Ynni Mwynglawdd

Mae rhwydweithiau gwres carbon isel sy'n defnyddio ynni mwynglawdd yn cynnig manteision amgylcheddol, economaidd a chymdeithasol sylweddol, gan eu gwneud yn opsiwn deniadol ar gyfer trosglwyddo i system ynni fwy cynaliadwy a gwydn.

24. **Ynni Mwynglawdd – Astudiaeth Achos – Prosiect Dŵr Mwynglawdd Gateshead:** Prosiect Dŵr Mwynglawdd Gateshead yw'r rhwydwaith gwres dŵr mwyngloddiau mwyaf ym Mhrydain Fawr ac un o'r mwyaf yn Ewrop. Gweler Atodiad 12 am fanylion.
25. **Ynni Mwynglawdd - Ased Strategol:** Wedi'i gydnabod fel ased strategol gan yr Awdurdod Glo, gallai'r gwres sy'n cael ei storio yn yr hen weithfeydd mwynglawdd ddarparu gwresogi carbon isel cost effeithiol i rai o'r ardaloedd mwyaf poblog yn y DU
26. **Gwella Ffyniant Cyn Gymunedau Mwyngloddio yn y Dyfodol:** adeiladu cryfder economaidd newydd o etifeddiaeth mwyngloddio, a thrwy hynny ysgogi adfywiad economaidd a lleihau biliau ynni.
27. **Hybu Sicrwydd Ynni:** defnyddio'r ynni toreithiog o ddŵr mwynglawdd i gynhyrchu refeniw a galluogi arian i aros yn y cymunedau glofaol blaenorol.
28. **Meithrin Balchder Cymunedol:** dathlu cyfraniadau glowyr dros genedlaethau, gan adfer balchder i'r gymuned.

29. **Ysgogi Arallgyfeirio Carbon Isel a Thechnoleg Newydd:** meithrin cyfleoedd ar gyfer arallgyfeirio carbon isel, storio ynni, a datblygu technolegau newydd.
30. **Annog Ymchwil a Datblygiad:** gwella cyfleoedd ar gyfer ymchwil a datblygu ar draws y sector ynni adnewyddadwy.
31. **Cefnogi Twf Economaidd Rhanbarthol:** Codi Gwerth Ychwanegol Crynswth (GVA) y pen yn yr hen ardaloedd glofeydd - sydd ar hyn o bryd yn is na chyfartaledd GVA y DU.
32. **Lleihau Costau Gwresogi ac Oeri:** Gyda rheolaeth leol ar ffynonellau gwresogi ac oeri adnewyddadwy, gellir lleihau costau ynni ac allyriadau carbon yn sylweddol, tra'n gwella diogelwch ynni.
33. **Cyfleoedd a Hyfforddiant yn y Gadwyn Gyflenwi:** Mae integreiddio cyfleoedd yn y gadwyn gyflenwi a hyfforddiant ag adeiladu prosiectau seilwaith ynni mwyngloddio yn gwneud y gorau o werth economaidd lleol.
34. **Datblygu rhwydweithiau Gwresogi ac Oeri Ardal y Bumed Genhedlaeth (5GDHC):** Gall rhwydweithiau 5GDHC o bosibl ddefnyddio gwres sydd wedi'i storio yn yr hen weithfeydd mwynglawdd i wella effeithlonrwydd
35. **Storio Ynni ar Raddfa Fawr:** mae storio gwres ac oeri ar raddfa fawr mewn gweithfeydd mwynglawdd yn darparu cyfleoedd ar gyfer datblygu contractau prynu a chyflenwi ynni manteisiol.
36. Dyfyniadau gan: **Y Pwyllgor Meinciau Cefn Strategaeth Busnes, Ynni a Diwydiannol (BEIS) 1922 - YMCHWILIAD 2: Deep geothermal and Mine-water: Valuable new sources of low carbon heating. Mai 2022**
- “Mae gwresogi dŵr mwynglawdd yn adnodd posibl ym mhob rhan o'r wlad gyda threftadaeth mwyngloddio – Canolbarth Lloegr, De Swydd Efrog, Gogledd-ddwyrain Lloegr, ardal ganolog yr Alban a Chymru.”
 - “Mae cydberthynas uchel â'r meysydd blaenoriaeth 'Levelling Up', a hefyd stori gadarnhaol o ran defnyddio hen ddiwydiant carbon-ddwys etifeddol i gynhyrchu gwres carbon isel newydd.”
 - “Gallai prosiectau ddod â swyddi a thwf yn ogystal â ffynonellau gwres carbon isel.”
37. Dyfyniad gan Lee Anderson AS Ashfield - Mai 2022
- “Wrth i'r DU newid i Sero Net, rwy'n credu'n gryf bod ynni geothermol o byllau glo segur yn gyfle perffaith i gynhesu cymunedau ledled yr hen ardaloedd meysydd glo. Nid yn unig y byddai hyn yn ffordd wych o gynhyrchu swm diddiwedd o wres am brisiau cyson ond byddai hefyd yn etifeddiaeth wych i'r diwydiant mwyngloddio

Risgiau a Lliniaru Prosiectau Ynni Mwynglawdd

38. Mae risgiau sy'n deillio o waith adeiladu a gweithredu mwyngloddio blaenorol yn cynnwys:
- Ymsuddiant – o weithfeydd a siafftau
 - Nwy mwynglawdd yn gollwng
 - Halogiad o wastraff gwenwynig
 - Dŵr daear wedi'i halogi
 - Tomen sbwriel ansefydlog
39. Mae strategaethau adfer tir halogedig yn wahanol ar gyfer pob lleoliad ac felly mae angen cyngor a gwasanaethau arbenigol.
40. Mae lefelau dŵr daear halogedig mewn hen weithfeydd mwynglawdd yn amrywio ac weithiau gallant ddod i'r amlwg ar yr arwyneb oherwydd gwasgedd artesian pan na chaiff ei reoli.
41. Mae halogiad Cyfansoddion Organig Anweddol (VOC) yn gyffredin ar hen safleoedd glo a safleoedd tir llwyd eraill.
42. Gall siafft neu unrhyw dyllau sy'n cael eu drilio i mewn i weithfeydd greu llwybrau ar gyfer halogiad i lawr a hefyd i fyny.
43. Weithiau mae angen creu coridorau o dir heb ei halogi pan fo lefelau sylffad a halogion eraill yn peryglu gwaith adeiladu megis trwy gyrydu deunyddiau.
44. Mae hen siafftau mwynglawdd yn aml yn anodd eu lleoli ac efallai nad ydynt wedi cael eu 'capio'. Mae hyn yn creu risgiau ymsuddiant.
45. Mae llawer o hen siafftau wedi'u llenwi ond nid o reidrwydd i safon ddiogel sy'n arwain at risg iddynt gwympo.
46. Ar gyfer unrhyw waith adeiladu preswyl ar hen safleoedd glofeydd, rhaid atal tir halogedig rhag halogi ardaloedd domestig o bosibl – h.y. drwy gael ei symud neu ei selio.
47. Mae angen osgoi siafftau a 'siafftau anadlu' wrth osod pibellau ar gyfer rhwydweithiau gwres. Ymhlith y risgiau mae ymsuddiant a phwysedd negyddol.
48. Dylid osgoi gweithfeydd poeth yn agos at siafftau oherwydd y posibilrwydd o danio unrhyw nwyon sy'n dianc. Rhaid cyflwyno 'Asesiad Risg Nwy Mwynglawdd' i'r Awdurdod Glo ochr yn ochr â'r cais Cytundeb Mynediad Gwres Dŵr Mwynglawdd – gweler adran Trwyddedau a Chaniatadau'r Pecyn Cymorth am ragor o fanylion.
49. Ymddygiad hydrologig anrhagweladwy - gall ffactorau megis cwympiadau, siafftau, argaeau a hollti effeithio'n sylweddol ar yr ymddygiad hydroddaearegol, gan ei gwneud yn anodd ei ragweld. Dylid bod yn ofalus wrth ddefnyddio dulliau modelu rhifiadol confensiynol, er bod dulliau modelu rhwydwaith wedi dangos potensial.

50. Mater arall yw cynnyrch a chwistrelldeb annigonol, a all gyfyngu ar allbwn thermol y system. Gall hyn fod yn gysylltiedig â dod ar draws gwagleoedd mwynglawdd agored, ymddygiad hydrolog annisgwyl, neu flocio tyllau turio ail-lenwi oherwydd ffactorau cemegol neu fiolegol.
51. Mae rheoli nwyon toddedig mewn dŵr mwynglawdd a ddefnyddir mewn systemau MWG yn hanfodol i atal clogio, graddio, arogleuon, mygu a chorydiad. Gall cyswllt rhwng ocsigen a dŵr mwynglawdd anocsig sy'n cynnwys haearn fferrus toddedig neu fanganîs arwain at ocsidiad a dyddodiad y sylweddau hyn. Gall dadnwyo gormodedd o CO₂ gynyddu pH a hybu dyddodiad carbonadau a hydrocsidau. Gall methan hydoddedig a hydrogen sylffid fod yn bresennol hefyd a gallant achosi risgiau os na chânt eu rheoli'n iawn.
52. Gall pibellau, ffynhonnau a chyfnewidwyr gwres gael eu blocio a'u graddio oherwydd cynnydd yn y cyflymder dŵr a'r cynnwrf a achosir gan bwmpio. Gall dyddodiad mater gronynnol ac ocr (haearn ocsid) gyfyngu ar gyfraddau llif a lleihau effeithlonrwydd system. Mae cyrydiad cydrannau metelaidd yn bryder arall, yn enwedig mewn dyfroedd mwynglawdd hynod hallt, rhydwytho, neu sylffid. Gall gwahanol fecanweithiau cyrydiad ddigwydd yn dibynnu ar gemeg dŵr a mathau o fetel.
53. Yn aml mae angen trin dŵr mwynglawdd cyn ei ollwng mewn systemau agored i atal halogi dŵr wyneb. Mae dulliau triniaeth yn cynnwys technegau goddefol a gweithredol i gael gwared ar haearn, manganîs, halwynau, a pharmedrau problemus eraill. Mae angen ystyried effaith newidiadau tymheredd ar y broses driniaeth.
54. Gall yr heriau penodol a'r gofynion triniaeth amrywio yn dibynnu ar y safonau rheoleiddio a nodweddion y dŵr mwynglawdd mewn gwahanol ranbarthau.
55. Mae crynodeb o'r risgiau sy'n gysylltiedig â phrosiectau ynni mwyngloddio wedi'i gynnwys yn:

“A Review of the Performance of Mine-water Heating and Cooling Systems

PLANNING

- Excessive up-front uncertainty and risk
- Permitting / regulatory issues (inertia, numbers of authorities, issues with deviated drilling and land ownership)
- Lack of appropriate thermal demand in mining areas
- Inadequate specialist input (e.g. chemistry, hydrogeology)
- Uncertainty in long-term availability of resource (especially pumped mine waters)
- Difficulty in identifying workable management and ownership models
- Lack of consumer confidence

CONSTRUCTION

- Unpredictable and excessive drilling costs (e.g. excessive casing to penetrate non-targetted mine voids; verticality; directional or deviated drilling)
- Not encountering mine voids as expected
- Unpredictable hydraulic behaviour of mine workings

OPERATIONAL

- Dissolved gas management (methane, hydrogen sulphide, carbon dioxide, oxygen, radon)
- Scaling and clogging of pipes, wells, heat exchangers (often ferric oxyhydroxide or ochre). Particulates.
- Decline in yield or injection capacity
- Corrosion of instruments, heat exchangers, pumps, pipes (salinity, sour gases, reducing conditions)
- Treatment of water prior to discharge (in some cases)
- Changing minewater chemistry, risk of pollution
- Thermal feedback within well doublet. Depletion of thermal resource. Thermal interference with/from adjacent minewater geothermal system.
- Vandalism

ECONOMIC

- High upfront risk translates into high capital cost
- Excessive pumping costs, if mine water deep
- Spiralling maintenance costs, especially if lack of functioning market for maintenance contractors
- Competition from cheaper alternative energy sources
- Increasing electricity costs (water and heat pumps)
- Ongoing water treatment costs (some systems)

Rhwydweithiau Gwres

Mae rhwydweithiau gwres carbon isel, a elwir hefyd yn gwresogi ardal, yn cynnig amrywiaeth o fanteision sy'n cynnwys:

56. Buddion Amgylcheddol:

- *Llai o Allyriadau Carbon:* gall rhwydweithiau gwres carbon isel sy'n defnyddio ynni mwynglawdd leihau allyriadau CO₂ yn sylweddol o gymharu â systemau gwresogi confensiynol.
- *Hyrwyddo Ynni Adnewyddadwy:* Mae'r achos masnachol dros brosiectau ynni mwynglawdd yn cael ei wella'n sylweddol pan gaiff ei bweru gan drydan lleol o ffynonellau adnewyddadwy, gan annog datblygu seilwaith ynni adnewyddadwy integredig.

57. Buddion Economaidd:

- *Effeithlonrwydd Cost:* Gall rhwydweithiau gwres fod yn fwy cost effeithiol na datrysiadau gwresogi unigol gan y gallant gyflawni arbedion maint, gan leihau cost yr uned o wres a ddarperir.
- *Diogelwch Ynni:* Trwy ddefnyddio ffynonellau ynni lleol fel ynni mwynglawdd, gall rhwydweithiau gwres carbon isel gynyddu diogelwch ynni a gwydnwch yn erbyn amrywiadau mewn prisiau ynni.
- *Creu Swyddi:* Gall datblygu, gosod a chynnal rhwydweithiau gwres ysgogi economïau lleol drwy greu swyddi.

58. Buddion Cymdeithasol:

- *Lleihau Tlodi Tanwydd:* Trwy ostwng cost gwresogi, gall rhwydweithiau gwres carbon isel sy'n defnyddio ynni mwynglawdd helpu i liniaru tlodi tanwydd.
- *Gwell Ansawdd Aer:* Trwy leihau'r defnydd o danwydd ffosil ar gyfer gwresogi, gall rhwydweithiau gwres carbon isel wella ansawdd aer lleol, gan fod o fudd i iechyd y cyhoedd.

59. Buddion Gweithredol a Seilwaith:

- *Hyblygrwydd a Graddadwyedd:* Gellir ehangu neu gcontractio rhwydweithiau gwres i fodloni gofynion newidiol am wresogi a gallant ddefnyddio amrywiaeth eang o ffynonellau gwres gan gynnwys ynni mwynglawdd.
- *Integreiddio gyda Gridiau Clyfar:* gellir integreiddio rhwydweithiau gwres carbon isel sy'n defnyddio ynni mwynglawdd â gridiau clyfar, gan ganiatáu ar gyfer rheoli'r galw a'r cyflenwad gwres yn soffistigedig, gan gynyddu eu heffeithlonrwydd ymhellach.
- *Gwresogi ac Oeri Ardal y Bumed Genhedlaeth:* Mae 5GDHC yn rhwydweithiau gwresogi ac oeri arloesol sy'n cyd-fynd yn dda â ffynonellau ynni mwynglawdd oherwydd bod tymereddau dŵr mwynglawdd arferol yn gydnaws â darparu gwresogi ac oeri - gweler manylion y prosiect ynni mwynglawdd yn Heerlen, yr Iseldiroedd.

