

Dyddaid: 8 Mai 2002
Amser: 14.00 - 17.30
Lleoliad: Ystafell Pwyllgor 1, Cynulliad Cenedlaethol, Bae Caerdydd
Teitl: Band Llydan: Cyfleoedd a Rhwystrau

1. Cyflwyniad

Mae'r chwyldro gwybodaeth yn cymharu o ran pwysigrwydd gyda'r chwyldro amaethyddol a'r chwyldro diwydiannol. Derbynnir yn gyffredinol fod defnydd llawn o dechnoleg gwybodaeth yn anhepgor ar gyfer llwyddiant yn y diwydiannau newydd sy'n seiliedig ar wybodaeth ac mae gwahaniaethau llym rhwng llwyddiant a methiant. Caiff diwydiannau seiliedig ar wybodaeth eu denu i ardaloedd lle mae seilwaith band llydan eisoes, a byddant yn creu'r galw sy'n cyfiawnhau buddsoddiad pellach. Ni fydd ardaloedd gyda seilwaith TG annigonol yn denu'r diwydiannau hyn, bydd galw yn parhau'n isel a bydd gweithredwyr yn amharod i fuddsoddi.

Mae'r dewis hwn yn amlwg iawn ledled Cymru wledig. Oherwydd y gall diwydiannau seiliedig ar wybodaeth ymsefydlu unrhyw le yn y byd lle mae cysylltedd band llydan digonol, maent yn tueddu i grynhoi yn yr ardaloedd hynny sydd â'r ansawdd uchaf o fywyd. O gael seilwaith band llydan mae llawer o ardaloedd deniadol o Gymru a fyddai'n mwynhau mantais unigryw, ond heb y seilwaith cânt eu diystyru'n llwyr. Mae felly'n hollbwysig i'n strategaeth economaidd nad yw Cymru'n disgyn ymhell tu ôl yn y maes hwn.

Fodd bynnag, mae'r targed yn symud yn gyflym. Bu datblygiad technoleg gwybodaeth yn y 40 mlynedd diwethaf yn rhyfeddol. Mae cyfrifiaduron pen-desg cyffredin yn medru prosesu data ar amledd cylch o dros 1GHz, gyda darpariaeth cof o sawl Gigabyte ar bris sy'n parhau i ostwng yn gyflym. Mae'n awr yn bosibl i drafod cyfeintiau digyffelyb o ddata, felly mae cyflymder cyfathrebu data yn hollbwysig. Mae cyfradd data uchel angen lled band amledd uchel cyfatebol yn y sianel o gyfathrebu: felly bwysigrwydd telathrebu 'band llydan'.

2. Beth yw "band llydan"?

Mae sawl diffiniad o '*band llydan*'. Yn ddelfrydol dylai cysylltiad band llydan fod yn ddigon i drawsyrro gwybodaeth fideo o safon dderbyniol yn y ddau gyfeiriad. Byddai angen lled band o sawl Megabit bob eiliad (Mbps) ar gyfer trawsyriant analog safonol, ond yn defnyddio "cywasgiad" (gweler islaw) mae lled band o 256 cilobit yr eiliad (kbps) fwy neu lai yn ddigonol yn y rhan fwyaf o achosion.

Serch hynny mae rhai gweithredwyr yn defnyddio'r 'band llydan' pan mai dim ond y cysylltiad

ar-i-lawr i'r tanysgrifiwr sy'n 256 kbp neu uwch, er y gall y cysylltiad ar-i-fyny oddi wrth y tanysgrifiwr fod mor isel â 64 kbp. Gelwir cysylltiad o'r fath yn un anghymesur neu "asymmetric" – megis yn ADSL, ('Assymmetric Digital Subscriber Line). Wrth drafod y sefyllfa yng Nghymru mae'n gyfleus diffinio'r gyfradd gyfathrebu isaf y meddir ei disgrifio fel band llydan fel yr ADSL sydd ar gael ar gyfer gwasanaethau preswyl h.y. 512 kbp ar-i-lawr ac o leiaf 64 kbp ar-i-fyny. Yn y dyfodol, fodd bynnag, byddwn angen gwir fand llydan megis SDSL ('Symmetric DSL: ~2Mbp ar-i-lawr ac ar-i-fyny) neu VDSL ('Very-high-data-rate DSL:- ~10 Mbps ar-i-lawr ac ar-i-fyny).

3. Pam band llydan?

Caiff y rhan fwyaf o wybodaeth ei chario gan donnau – megis tonnau sain neu donnau electrofagnetaidd (e.e. radio neu olau). Caiff ton ei nodweddu gan ei *hamledd* – y nifer o gylchoedd o'r don sy'n pasio yr un pwynt bob eiliad. Caiff FM Radio 4 ar vhf (amledd uchel iawn) ei drawsyrro ar amledd o tua 94 miliwn cylch yr eiliad neu 94 MegaHertz (MHz). Un o'r amleddau arfaethedig ar gyfer trawsyrro band llydan diwifr yng Nghymru yw 28 biliwn cylch yr eiliad neu 28 GigaHertz (GHz). Mewn cymhariaeth, mae gan olau melyn amledd o 500 triliwn cylch yr eiliad neu 500 TeraHertz (THz).

Ni all ton 'bur' ar amledd sengl gario gwybodaeth. Fodd bynnag, os ychwanegir dwy don o amleddau ychydig yn wahanol maent yn cyfuno i mewn neu allan o gydweidd fel bod osgled y don gyfun yn 'taro' ar amledd sy'n gyfartal â'r gwahaniaeth rhwng amleddau'r ddwy don gydran ac mae'r modur osgled hyn yn cludo gwybodaeth. Os ychwanegir mwy o amleddau dros amrediad amledd ehangach mae modur mwy cymhleth a chyflymach yn bosibl, ac mae'r wybodaeth a gludir yn gyfatebol fwy.

Meddir dangos yn fathemategol fod uchafbwynt cyfradd trawsyrro gwybodaeth ar hyd sianel yn gyfartal â dwywaith cyfanswm amrediad amleddau neu '*led band*' yn pasio drwy sianel. Felly gall lled band o 100Hz drawsyrro 200 o fesuriadau gwahanol ac annibynnol yr eiliad tra gall lled band o 2MHz drosglwyddo 4 miliwn o fesuriadau yr eiliad.

Mae signal teledu analog, yn sganio 625 llinell 25 gwaith yr eiliad, yn trosglwyddo tua 13 miliwn o fesuriadau annibynnol (1 fesul picsef fesul sgan) ac felly angen lled band o tua 7 MHz. Gall y band uhf (amledd uchel iawn) gyda chyfanswm lled band o 2700 MHz, gario nifer sylweddol o orsafoedd teledu uwch-gywir, yn ogystal â darparu lled band ar gyfer y rhwydweithiau ffôn symudol. Mae gan olau gweladwy arferol led band o tua 300 THz – tua 100,000 gwaith yn fwy na'r holl fand uhf. ***Dyna pam, mewn theori, y gall golau gario llawer mwy o wybodaeth na'r cyfan o'r bandiau radio: felly bwysigrwydd optroneg.*** Er enghraifft, drwy ddefnyddio '*Amlblecsio Rhaniad Ton Ddwys*', meddir cario cyfanswm o dros 1 GHz o ledband, wedi'i rannu yn wahanol sianeli, ar hyd un ffibr opteg.

4. Cywasgiad Lled Band

Mae lled band amledd yn adnodd naturiol cyfyngedig iawn, ac mae 'cywasgiad' lled band yn disgrifio'r gwahanol dechnegau a ddefnyddir i ostwng cynnwys gwybodaeth signal, ac felly ostwng yr amrediad o amleddau sydd eu hangen i anfon y signal. Yr achos mwyaf cyfarwydd o gywasgiad lled band yw'r ffordd y mae teledu digidol yn trosglwyddo llawer o raglenni gwahanol dros yr un lled band yr arferid bod ei angen ar gyfer un sianel analog.

Fel a ddisgrifir uchod, mae trosglwyddiad teledu analog arferol yn darparu gwybodaeth ar wahân ac annibynnol ar ddwysedd a lliw pob sbotyn (neu 'picstel') ar y sgrîn 25 gwaith yr eiliad. Gan fod dros 500,000 picstel ar y sgrîn mae hyn angen llif gwybodaeth yn disgrifio 13 miliwn picstel yr eiliad – felly'r angen am led band uhf llydan i drosglwyddo teledu lliw. Os cyflwynir teledu diffiniad-uchel, bydd y lled-band sydd ei angen yn cynyddu mwy fyth.

Fodd bynnag, mae gan bicseli cyfagos ar y sgrîn yn aml yr un dwysedd a lliw. Er enghraifft, pan gaiff ffilm ei saethu yn erbyn wal ystafell sydd â golau unffurf ac wedi'i pheintio mewn un lliw, efallai mai ychydig iawn o wybodaeth sydd ei angen i ddiffinio ffiniau'r ardal, dwysedd y golau a'r lliw a ddefnyddiwyd. Medrir wedyn drawsyrro'r wybodaeth hon yn hytrach na'r dwyseddau unigol a lliwiau, dyweder, 100,000 picstel. Ffaith bwysicach byth hyd yn oed yw efallai na fydd yr wybodaeth yn newid yn gyflym iawn felly mai dim ond y *newidiadau* mewn gwybodaeth rhwng un sgan a'r nesaf fydd angen eu trawsyrro.

Fel canlyniad i'r technegau hyn, medrir defnyddio cywasgiad lled band gan ffactorau o 25 neu fwy ar gyfer trawsyriant fideo, fel y medrir defnyddio lled band sianel o 256 kHz i drawsyrro fersiwn cywasgedig o'r wybodaeth fideo a fyddai fel arfer angen 7MHz.

Y canlyniad yw llun sydd fel arfer yn ddigonol ond nid yn berffaith. Mae'n sicr yn ddigonol ar gyfer ffilmio siaradwr mewn sesiwn iawn o'r Cynulliad Cenedlaethol o safle camera sefydlog: yn yr achos hwn mae cefndir cyson i'r llun heb fawr o symudiadau cyflym. (Byddai'r peiriannydd fideo a'r sinig ty tafarn yn cytuno mai ychydig iawn sy'n digwydd a bod y llif gwybodaeth yn fach iawn). Mewn gwrthgyferbyniad, potensial cyfyngedig sydd ar gyfer cywasgu trawsyriant fideo digwyddiad chwaraeon sy'n symud yn gyflym iawn gyda sganiau camera chwim.

Un nodwedd o gywasgiad lled band yw fod angen i'r wybodaeth gael ei phrosesu, ac felly caiff ei chodio ar ffurf ddigidol.

5. Faint o fand llydan sydd ei angen?

Pa mor hir yw darn o llynyn? Bydd gan rai tanysgrifwyr bob amser angen dilys am led band eithriadol o lydan. Mae gan y Grid (y fersiwn diweddaraf o'r Cyd-Rwydwaith Academaidd neu JANET, sydd ar gael yng Nghaerdydd erbyn hyn) led band o dros 3 GHz. Mae cysylltiad Rhith-Realaeth llawn ar gyfer gwaith 3-dimensiwn y cyd dros bellter angen cysylltiad o 1 GHz, er y gall cywasgiad band llydan ostwng hyn i 100 MHz neu lai. Mae fy arbrofion fy hunan angen tua

30MHz.

Fodd bynnag, ar gyfer y mwyafrif helaeth o danysgrifwyr mae delwedd fideo datrysiad-uchel, yn cyfateb â datrysiad onglaid ac amser y llygad dynol, yn gosod safon naturiol ar gyfer cyfathrebu. Gall ADSL fwy neu lai ateb y targed hwn a bydd VDSL cymesur yn rhwydd yn diwallu anghenion y rhan fwyaf o gwmnïau bach a chanolig a thanysgrifwyr domestig am rai flynyddoedd i ddod.

Felly, fel nod gyntaf rhaid i ni sicrhau fod ADSL – neu ei gyfwerth – ar gael i 90% o boblogaeth Cymru erbyn 2005, gyda disgwyliad o uwchraddio i VDSL erbyn 2010.

6. Sut y medrir trawsyrru band llydan?

I gyfleu gwybodaeth o'r anfonydd i'r derbynnydd, caiff y signal un ai ei '*sianelu*' neu ei '*ddarlledu*'. Pan gaiff signal ei '*sianelu*' mae'n teithio o ffynhonnell i gyrchfan ar hyd llwybr diffiniedig heb wasgaru ym mhob cyfeiriad. Llinellau ffôn arferol yw'r enghraifft fwyaf cyfarwydd. Gall y sianel fod yn wifrau copr pâr-tirdro, cebl cyfechelin neu ffibr optig. Mae'r gair '*darlledu*' yn disgrifio trawsyriant o antena mewn amrediad eang o gyfeiriadau. Felly caiff signalau radio a theledu eu darlledu o rwydwaith o orsafoedd daearol, neu o loeren geo-lonydd a gedwir mewn orbit 24 awr sefydlog 36,000 km uwchben y cyhydedd.

i. Sianelu drwy Dirwifren

Ar hyn o bryd y brif ffordd o ddarparu gwasanaeth band llydan i danysgrifwyr yw drwy dirwifren sefydlog, fel arfer pâr copr, cebl cyfechelin neu ffibr optig.

Caiff y gwahanol ffyrdd o ddarparu cysylltedd band llydan yn y Deyrnas Gyfunol, yr Undeb Ewropeaidd a phob gwlad OECD eu crynhoi yn nhabl 1.

Tabl 1: Cysylltedd Band Llydan Mehefin 2001

	DSL	Modem Cebl	Ffibr	Band llydan/ 100 poblogaeth
DG	80,772 (49%)	83,750 (51%)	0 (0%)	0.28
UE	1,913,157 (58%)	1,152,736 (35%)	213,500 (7%)	0.82
OECD	10,643,752 (48%)	11,138,333 (51%)	214,050 (1%)	1.96

Prif fantais anfon signal ar hyd tirwifren yw y cyfyngir y signal i'r wifren ac na chaiff ei ddarlledu i awyr rydd felly nid oes problem '*ymryson amledd*' pan fo dau signal, a drawsyrir ar yr un amledd, yn ymyrryd â'i gilydd.

Caiff signalau ffôn arferol eu dosbarthu ar hyd pâr copr. Gyda modem addas mae hyn yn ddigonol ar gyfer cario signalau gyda lled band o hyd at 56 kbps. Fodd bynnag, pan ddefnyddir gwifren ffôn arferol ar gyfer cario signal digidol band llydan, megis mewn ADSL, mae'n tueddu i gael diraddiad swm sy'n cynyddu wrth i hyd y llinell gynyddu.

(Yma mae gwahaniaeth sylweddol rhwng signalau analog a digidol. Pan gaiff signal analog ei lygru gan lefelau cynyddol o ymyriant neu 'swm', mae ansawdd y signal yn dirywio'n gyson. O gymharu, mewn signal digidol mae pob bit o wybodaeth un ai'n 0 neu'n 1. Cyn belled â bod lefel y swm yn ddigon bach i atal camdarllen 0 fel 1, neu'r ffordd arall, caiff effaith y swm ei gywiro'n otomatig ac mae'r signal a dderbynnir yn dal yr un fath yn union â'r signal a drawsyrwyd. Os ychwanegir codau gwirio meddir hyd yn oed gywiro'r signal pan ddarllenir un bit yn anghywir. Fodd bynnag, pan fo lefel y swm yn cynyddu i'r graddau bod y mecanweithiau cywiro yn torri lawr yna caiff y signal ei lygru'n llwyr. (Mae hyn yn esbonio pam fod y darlun a dderbynnir gan setiau teledu digidol un ai o ansawdd uchel iawn neu'n chwalu'n llwyr).

Fel canlyniad i swm ar y llinell ffôn, nid yw ADSL preswyl ond ar gael hyd at bellter o 3.5 km o'r gyfnewidfa, sy'n golygu fod ychydig dros 70% o linellau ffôn y Deyrnas Gyfunol o fewn y cwmpas. Mae BT yn ddiweddar wedi cyflwyno R-ADSL ('Rate-adaptive DSL') sydd mewn theori yn cynnal y lled band ar-i-lawr ar 512 kbps ond yn gostwng y lled band ar-i-fyny, mewn camau, hyd isafbwynt o 64 kbps. Gyda'r addasiad hwn meddir dosbarthu R-ADSL ar hyd parau copr hyd at uchafswm pellter o 5.5km. Mae hyn yn cyrraedd 95% o linellau ffôn y Deyrnas Gyfunol ond mae'r ganran yng Nghymru yn sicr yn is.

Mae adroddiad diweddar gan yr OECD yn amcangyfrif fod 48% o danysgrifwyr i gyrchedd Rhynggrwyd band llydan mewn gwledydd OECD (a 49% o danysgrifwyr yn y DG) yn defnyddio DSL drwy linellau ffôn. Yn y dyfodol, fodd bynnag, pan fydd y symudiad anochel i VDSL, daw'r terfyn pellter ar linellau ffôn arferol hyd yn oed yn fwy cyfyngedig a gall fod angen dewis arall.

Hyd 2001 roedd ail gyfyngiad i fand llydan drwy linellau ffôn yn y Deyrnas Gyfunol, cyfyngiad rheoliadol yn hytrach nag un technegol. Yn y 1990au roedd rheolau cystadleuaeth yn atal BT rhag defnyddio eu llinellau ffôn i anfon signalau teledu i danysgrifwyr; pe byddent wedi cael gwneud hynny medrai cysylltedd band llydan fod wedi bod ar gael ledled Cymru sawl blwyddyn yn ôl.

Y prif gystadleuydd ar gyfer DSL llinell ffôn yw cysylltiad drwy gebl cyfechellog ac ym mis Mehefin 2001 roedd 51% o gysylltiadau rhynggrwyd mewn gwledydd OECD – ac yn y Deyrnas Gyfunol – drwy gebl. Mae gan gebl cyfechellog y fantais y caiff ei ddiogelu rhag swm allanol a gall felly gynnig lled band lletach ac nid yw'n dioddef yr un cyfyngiadau pellter. Ymhellach, yn y 1990au, caniatodd y rheoliadau i'r cyflenwr (NTL erbyn hyn) i gynnig ffôn, mynediad rhynggrwyd a theledu mewn un pecyn.

Fodd bynnag, er fod bron bob swyddfa a phreswylfa yng Nghymru eisoes wedi cysylltu gyda'r

system ffôn, roedd yn rhaid gosod y rhwydwaith cebl o'r newydd. Mae hyn yn dasg sylweddol iawn ("tyllu pob stryd"); hyd yma yng Nghymru dim ond y dinasoedd a'r trefi mwyaf yn y Deyrnas wedi eu cysylltu ac mae'n annhebyg y caiff cymunedau bach mewn ardaloedd gwledig prin eu poblogaeth eu cysylltu yn y ffordd hon byth.

Yn olaf, ffibr optig sy'n darparu'r ffordd orau yn dechnegol o ddelifro signal band llydan i gyrchfan benodol, gan ddefnyddio signalau golau sy'n cynnig, mewn theori, led band amledd sawl miliwn gwaith yn fwy na'r gystadleuaeth. Yn ymarferol fodd bynnag, fel gyda chebl cyfechelin, mae'n rhaid gosod rhwydwaith newydd yn ffisegol a gall hyn hefyd olygu tyllu strydoedd i osod cwndidau addas. (Dylid nodi, fodd bynnag, y bydd unrhyw gwndidau a ddarparwyd eisoes ar gyfer y rhwydwaith cebl hefyd ar gael ar gyfer rhwydwaith ffibr).

Yn ychwanegol, mae'r offer sydd ei angen i dderbyn y signal optegol yn dal yn gymharol ddrud a hyd yma dim ond Sweden (50%), Gwlad yr Iâ (14%) a'r Eidal sy'n darparu cyfran sylweddol o gysylltiadau band llydan yn uniongyrchol i'r swyddfa neu gartref drwy ffibr optig. Yn y Deyrnas Gyfunol mae'n bosibl defnyddio llinell-lesu ffibr i unrhyw leoliad ond mae'r costau'n uchel iawn.

Fodd bynnag, caiff ffibr optig ei ddefnyddio'n gynyddol i ddarparu 'asgwrn cefn' rhwydwaith band llydan, hyd yn oed os yw'r cysylltiad olaf o'r gyfnewidfa i'r tanysgrifydd drwy barau copr neu gebl. Felly mae fwy neu lai yr holl gyfnewidfeydd ffôn yng Nghymru wedi cysylltu gyda ffibr, ond dim ond nifer gyfyngedig hyd yma sydd â'r offer i gynnig ADSL drwy linell ffôn arferol i danysgrifwyr o fewn 3.5km. Fodd bynnag, mae'r ychydig hyn yn cynnwys y 10 tref yng Nghymru wledig a gaiff eu gwasanaethu gan brosiect Llwybr 6.

i. Darlledu

Ffordd arall o ddarparu cysylltedd band llydan yw drwy ddarlledu'r signal. Mae hyn yn ddull delfrydol pan fo'r llif gwybodaeth mewn un cyfeiriad yn unig gyda nifer fawr o danysgrifwyr yn yr un ardal ddaearyddol i dderbyn yr un signal. Fodd bynnag os oes angen darlledu signal gwahanol i bob tanysgrifydd, a derbyn ymateb gwahanol gan bob un, mae wedyn angen dewis amledd gwahanol ym mhob achos i osgoi 'traws siarad'. Unwaith y defnyddiwyd amledd gan drosglwyddydd, ni all yr un amledd gael ei ddefnyddio eto o fewn pellter neilltuol neu bydd y ddau signal yn ymyrryd gyda'i gilydd. Yn anffodus, mae terfyn ar y lled band sydd ar gael mewn unrhyw fand amledd ac mae'r '*ymryson amledd*' dilynol yn cyfyngu'r nifer o signalau gwahanol y medrir eu trosglwyddo ar yr un pryd.

Mae ymryson amledd yn broblem ddifrifol pan fo llawer o danysgrifwyr mewn un ardal e.e. 100,000 o danysgrifwyr mewn ardal drefol. Mae'n broblem llawer llai mewn ardal wledig prin ei phoblogaeth.

Medrir lliniaru problemau ymryson amledd mewn sawl ffordd. Gan ddefnyddio system antena

fwy astrus, medrir crynhoi y signal a drawsyrir yn baladr cul yn yr union gyfeiriad sydd ei angen yn hytrach na'i ddosbarthu dros 360 gradd. Ar yr un pryd medrir gostwng cryfder y signal i'r isafbwynt sydd ei angen i gyrraedd yr union gyrchfan. Defnyddiwyd technegau cyffelyb i osgoi ymryson ar amleddau ffôn symudol sy'n gweithredu yn hanner uchaf y band uhf, ond dim ond lled band bychan iawn sydd ei angen ar un ffôn symudol o gymharu gyda signal fideo.

Ffordd symlach i ostwng ymryson amledd yw symud i fand amledd uwch lle mae mwy o led band ar gael. Awgrymwyd y medrid canoli cyfathrebu diwifr band llydan yng Nghymru ar un ai 28 GHz neu 40 GHz.

Ysywaeth, mae problemau newydd yn codi ar amleddau mor uchel. Yn gyntaf, wrth i'r amledd gynyddu caiff gostyngir gallu ton electrofagnetaidd i 'blygu o amgylch cornel' ac ar 28 GHz neu uwch mae'r signal i bob diben yn teithio mewn llinellau syth felly rhaid i'r derbynnydd fod o fewn llinell golwg y trawsyrrydd. Mae hon yn broblem ddifrifol iawn mewn gwlad fryniog lle bydd angen gosod rhwydwaith helaeth o fastiau trawsyrru.

Ar yr un pryd, mae'r bryniau yn gostwng problem ymryson amledd. Medrai mast ar ben bryn gyfeirio ei baladr i gwm cul a gwasanaethu nifer o danysgrifwyr heb effeithio ar unrhyw gymuned eraill, ond ni fyddai'r dechnoleg hon yn ddigonol unwaith fod y nifer o danysgrifwyr yn cyrraedd terfyn y lled band.

Yr ail broblem gyda band llydan ar amleddau mor uchel yw y gall glaw trwm yn y llwybr trawsyrru, neu hyd yn oed amrywiadau mawr mewn pwysedd atmosfferig, amharu'n sylweddol ar y signal. Mae felly'n amhosibl gwarantu y bydd cysylltiad diwifr yn 100% dibynadwy.

Fodd bynnag, mewn gwlad wastad a phrin iawn ei phoblogaeth (e.e. y Ffindir), gall trawsyriant diwifr ar signalau band llydan fod yn ateb cost-effeithlon ar gyfer gwasanaethu cymunedau bach ac anghysbell.

Un ffordd o oresgyn problem cyfathrebu llinell-golwg, a gostwng effaith gwasgaru gan law, yw defnyddio darllediadau lloeren. Mae lloeren geo-lonydd wedi ei lleoli'n addas o fewn llinell-golwg y rhan fwyaf o Gymru ac wrth i'r signal basio drwy'r atmosffer ar uchder o tua 30 gradd mae hyd y llwybr drwy law trwm yn fyrrach nag ar gyfer trawsyriad daearol yn agos i'r lloerwedd. Fodd bynnag, mae ymryson amledd yn gyfyngiad mwy difrifol ar gyfer darllediadau o loerennau. Ymhellach, mae'r costau yn uwch. Mae band llydan lloeren felly'n debygol o fod yn ateb ar gyfer nifer fechan o gwsmeriaid gyda galw trwm am gysylltiadau band llydan lle nad yw'r gost ychwanegol yn ffactor difrifol e.e. cwmni canolig neu fawr mewn ardal wledig lle nad oes DSL band llydan ar gael.

Technoleg arall sydd yn ei dyddiau cynnar yw defnyddio pelydriad is-goch i gario'r signal band llydan. Yn yr achos hwn gall dyfais fechan ffurfio paladr cul. Fodd bynnag, mae hyn hefyd yn

drawsyriant llinell-golwg llwyr ac mae angen dyfeisiau ailadrodd bob tua 3km. Rwy'n deall fod cynllun peilot ar y gweill yn Henffordd ac os yw'n llwyddiannus bydd yn werth ei astudio.

I grynhoi: nid oes unrhyw amheuaeth y medrai cyfathrebu diwifr neu loeren fod yn ffyrdd cost-ffeithlon yn y tymor byr i ddarparu band llydan i nifer fechan o danysgrifwyr. Mae'r technolegau hyn yn annhebyg o ateb y nod tymor-canol o ddarparu band llydan i gyfran sylweddol o'r boblogaeth mewn gwlad fryniog fel Cymru lle mae mwyafrif y bobl yn byw mewn ardaloedd trefol.

7. Y Sefyllfa Bresennol yn y Deyrnas Gyfunol a Chymru

Ysywaeth, ni all fod unrhyw amheuaeth fod y Deyrnas Gyfunol yn disgyn yn gyflym ar ôl gweddill y byd mewn cysylltedd band llydan ar hyn o bryd, a bod Cymru yn disgyn yn gyflym tu ôl i weddill y Deyrnas Gyfunol.

Mae adroddiad diweddar gan Weithgor yr OECD ar Bolisiau Telegyfathrebu a Gwasanaethau Gwybodaeth, "The Development of Broadband Access in OECD Countries", yn rhestru cyfanswm treiddiad fesul 100 o'r boblogaeth ym Mehefin 2001 (Tabl 2).

De Korea sydd â'r rhwydwaith band llydan mwyaf datblygedig, gyda 13.91 cysylltiad fesul 100 o boblogaeth, a Chanada yn ail gyda 6.22.

Yn Ewrop, Sweden sydd â'r rhwydwaith band llydan mwyaf datblygedig - a'r cynlluniau mwyaf uchelgeisiol. Eisoes ym Mehefin 2001 roedd 4.52 o danysgrifwyr band llydan fesul 100 o boblogaeth ac erbyn 2004 mae gan llywodraeth Sweden yn bwriadu darparu cysylltedd band llydan i tua 98% o'r holl drefi a phentrefi.

Tabl 2: Cyfanswm Treiddiad Band Llydan ym Mehefin 2001

Gwlad	Cyfanswm Treiddiad Band Llydan/100 pobl.	Gwlad	Cyfanswm Treiddiad Band Llydan/100 pobl.
Korea	13.91	Ffrainc	0.59
Canada	6.22	Awstralia	0.59
Sweden	4.52	Portiwgal	0.57
Unol Daleithiau	3.24	Norwy	0.52
Iseldiroedd	2.74	Sbaen	0.47
Awstria	2.36	Seland Newydd	0.45
Denmarc	2.33	Yr Eidal	0.44
Gwlad Belg	2.27	Y Deyrnas Gyfunol	0.28
Gwlad yr Iâ	1.99	Gweriniaeth Siec	0.11
Lwcsembwrg	1.60	Hwngari	0.09
Yr Almaen	1.03	Gwlad Pwyl	0.07

Siapan	0.94	Mecsico	0.02
Swistir	0.90	Iwerddon	0.01
Ffindir	0.73	Gwlad Groeg	0.00

Ar fin arweiniol y rhaglen hon, Sweden sydd â'r rhwydwaith ffibr optig cyflymaf ei dwf yn y byd. Mae'r rhwydwaith hwn, a ddarperir gan Bredbandsbolaget, yn cynnig darpariaeth gymesurool ar gyfradd o 10 Mbps, ac o fewn 3 blynedd o'i sefydlu mae ganddi 199,000 o danysgrifwyr - 50% o holl nifer tanysgrifwyr band llydan neu 2.25 cysylltiad fesul 100 o boblogaeth.

O gymharu mae'r Deyrnas Gyfunol yn y 22fed lle yn rhestr yr OECD gyda dim ond 0.28 cysylltiad band llydan fesul 100 o boblogaeth - llawer is na Phortiwgal, Sbaen a'r Eidal. Dylid cymharu'r ffigur hwn gyda'r cyfartaledd o 0.82 ar gyfer yr Undeb Ewropeaidd a 1.96 ar gyfer yr OECD yn ei gyfanrwydd.

Ysywaeth, mae Cymru yn y lle gwaelod ymysg 12 rhanbarth y Deyrnas Gyfunol. Felly yn 2000 cyhoeddodd yr Adran Masnach a Diwydiant fynegai o gysylltedd ar gyfer pob un o ranbarthau'r Deyrnas Gyfunol, yn seiliedig ar 11 paramedr yn cynnwys defnydd e-bost, cyrchedd Rhynggrwyd, gwefannau, LAN a WAN. Roedd Cymru yn olaf mewn saith o'r mesurau hyn, ac yn y tri gwaelod ar gyfer pob un o'r 11. Rhoddir y canlyniadau cyffredinol yn Nhabl 3.

Tabl 3: Mynegai Cysylltedd 2000

Cenedl/Rhanbarth	Mynegai Cysylltedd (DG=100)
Llundain a'r Cylch	110
De Ddwyrain Lloegr	105
Gorllewin Midlands	104
Dwyrain Lloegr	98
Gogledd Orllewin Lloegr	95
Swydd Efrog a Glannau Humber	95
Dwyrain Midlands	95
Yr Alban	95
Gogledd Iwerddon	94
Gogledd Ddwyrain Lloegr	93
Cymru	86

Nid yw'r rhagolygon ar gyfer y dyfodol agos yn galonogol. Yn ôl y gyfran o'r boblogaeth yr amcangyfrifir fydd o fewn cyrraedd technoleg band llydan yn 2003 (Tabl 4), bydd Cymru yn aros ar waelod y rhestr os nad yw'r llywodraeth yn ymyrryd mewn modd mawr.

Tabl 4: Cyfran o boblogaeth gyda chyrchedd Band Llydan yn 2003

	ADSL & Cebi	ADSL (nid cebi)	Cyrchedd Band Llydan Diwifr	Dim
Llundain	95%	5%	0%	0%
Gogledd Iwerddon	45%	40%	10%	5%
Gogledd Ddwyrain Lloegr	60%	20%	10%	10%
Gogledd Orllewin Lloegr	50%	15%	20%	15%
Swydd Efrog & Humber	40%	25%	20%	15%
Gorllewin Midlands	55%	10%	20%	15%
Yr Alban	20%	35%	25%	20%
De Ddwyrain Lloegr	45%	30%	0%	25%
Dwyrain Midlands	30%	35%	0%	35%
Dwyrain Lloegr	30%	35%	0%	35%
De Orllewin	25%	30%	0%	45%
Cymru	20%	35%	0%	45%

8. Strategaeth i Gymru

Pwrpas y papur hwn yw adolygu'r sefyllfa bresennol yng Nghymru, cytuno ar darged tymor-hir ac ystyried sut y gall cynlluniau a gyhoeddoedd y llywodraeth eisoes ein helpu i gyflawni'r targed hwnnw.

Nid oes unrhyw amheuaeth nad yw'r sefyllfa bresennol yn y rhan fwyaf o Gymru yn foddhaol ac bydd y bwlch digidol yn ehangu os y'i gadewir i rymoedd y farchnad yn unig. Mae felly gytundeb eang fod yn rhaid i'r sector cyhoeddus, gyda chefnogaeth cronfeydd strwythurol Ewropeaidd, chwarae rôl bwysig wrth ysgogi'r galw am gysylltedd band llydan mewn ardaloedd difreintiedig a phrin eu poblogaeth.

Mae hefyd gytundeb cyffredinol mai'r cam cyntaf ddylai fod i ddarparu rhwydwaith sector-cyhoeddus cynhwysfawr yn gwasanaethu llywodraeth leol, colegau ac ysgolion, llyfrgelloedd, ysbytai, meddygfeydd a stadau diwydiannol.

Yr hyn sy'n bwysig yn y tymor hwy yw y dylai'r cam cyntaf hwn gael ei weithredu mewn ffordd ym mhob man sy'n hwyluso ymestyn y rhwydwaith yn y dyfodol i wasanaethu pob cwmni bach a chanolig a chartrefi preifat yn yr ardal. I sicrhau fod hyn yn digwydd rhaid i ni gael amlinelliad clir o'r system gynhwysfawr a ragwelwn yn 2005 - ac yn 2010.

Yn y lle cyntaf mae angen trafodaeth ar y dechnoleg sy'n gweddu orau i Gymru. Nid yw hyn i ddweud nad oes angen amrediad o dechnolegau i ateb gofynion neilltuol, ond mae perygl mewn mabwysiadu dynesiad 'technologaid niwtral'.

Medrai cysylltiadau microdon ddarparu'r gwasanaeth mwyaf cost-effeithiol i ychydig o

gymunedau anghysbell. Medrai lloeren ateb anghenion uniongyrchol cwmni maint canolig nad yw'n agos at wasanaeth cebl ac nad yw'n hygyrch i gyfnewida gyda ADSL. Fodd bynnag, yn ddi-os y cyfrwng sy'n caniatáu argaeledd cyflymaf ADSL ym mhob cymuned yng Nghymru, a'r trosiant dilynol rhwyddaf i VDSL cymesurol, yw ffibr optig i fod o fewn cyrraedd rhwydd i'r gyrchfan derfynol.

Er enghraifft pe bai Cymru Ar Lein yn darparu cysylltiad ffibr optig ar wahân i bob ysgol yng Nghymru yna mewn egwyddor daw ADSL ar gael i danysgrifwyr sy'n byw o fewn 3-5 km o'r ysgol drwy wifrau ffôn arferol. Medrir ymelwa'n gyflym ar y potensial hwn drwy osod yr offer priodol mewn '*cabinet*' yn iard yr ysgol, a chysylltu hyn gyda'r system ffôn.

Yn nes ymlaen, pan fo angen VDSL cymesurol, bydd yr uchafbwynt pellter lle bydd hyn yn bosibl mewn parau copr yn llai nag ar gyfer ADSL, ond medrir goresgyn y broblem hon drwy dechnoleg trosrwr neu drwy osod ffibr-i'r-cartref yn lle'r pâr copr, megis yn Sweden. Bydd yn dal i ddilyn llwybr esblygol fel bod y buddsoddiad a wneir ar bob cam yn arwain yn naturiol at y cam nesaf yn y cynllun.

Mae felly yn hollbwysig cadw hyn mewn cof wrth osod y cysylltiadau i'r ysgol i wneud yn sicr nad oes unrhyw rwystrau technegol neu reoliadol dilynol yn rhwystro'r esblygiad llawn. Er enghraifft, rhaid gofalu nad yw contractio cwmni sector-cyhoeddus i reoli'r prosiect yn torri'r rheolau 'cymorth gwlad'. Hefyd rhaid ystyried y cyfyngiadau ar ddefnyddio unrhyw rwydwaith yn gysylltiedig gyda JANET ar gyfer tanysgrifwyr masnachol arferol.

Fel bob amser, diwedd y gân yw'r geiniog. Gwnaed sawl amcangyfrif o gyfanswm cost darparu ADSL neu gyfwerth i bob tref a phentref yng Nghymru - cynllun cymedrol iawn o gymharu gyda'r strategaeth a fabwysiadwyd yn Sweden. Mae'r amcangyfrifon hyn yn amrywio o £100 miliwn i £160 miliwn - symiau sylweddol os na dderbyniwn fod cysylltedd band llydan yn wir yn sine-qua-non ar gyfer ffyniant economaidd yn y dyfodol. Rhaid hefyd gofio fod cyfanswm o £66 miliwn, yn cynnwys 'arian cyfatebol', ar gael yn Amcan Un, Blaenoriaeth Dau, Mesur Un - y mesur yn cefnogi seilwaith TG. O'i ddefnyddio'n gywir mewn partneriaeth gyda darparwyr telathrebu a'i ategu gan y gyllideb bresennol ar gyfer TG, mae rhan fawr o'r cynllun hwn yn fforddiadwy.

9. Casgliad

Mae Technoleg Gwybodaeth yn bwnc cymhleth ac un sy'n newid yn gyflym. Eto mae'n ganolog i ddatblygiad economaidd mewn llawer o wledydd. Felly dylai potensial y dechnoleg gael ei drafod yn agored ac yn llawn yn y Pwyllgor Datblygu Economaidd. Mae hyn yn fater o frys arbennig oherwydd y ffordd y mae Cymru'n disgyn tu ôl i weddill Ewrop a rhaid cael gwared â'r bwlch hwn.

Dechreuwn gyda'r fantais fod y rhan fwyaf o'r 550 cyfnewidfa ffôn yng Nghymru eisoes yn cael

eu gwasanaethu gan asgwrn cefn ffibr optig. Ail fantais sydd gennym yw fod llawer o ardaloedd o Gymru yn gynhenid ddeniadol a phe bai cysylltedd band llydan ar gael byddent yn profi'n fagnet i entrepreneuriaid ifanc yn yr economi gwybodaeth.

Yn olaf, mae Cymru eisoes yn gryf yn y sector opto-electroneg a medrai'r datblygiad arfaethedig o rwydwaith band llydan yng Nghymru helpu i ysgogi galw yn y sector hwn.

Mae'r holl faterion hyn yn hollbwysig i ddatblygiad economaidd ac mae'n dda fod y Gweinidog sy'n gyfrifol am Dechnoleg Gwybodaeth bellach yn aelod o'r Pwyllgor fel y medrir cynnal trafodaeth lawn o fewn cyd-destun ein strategaeth economaidd.

Phil Williams

Mai 2002