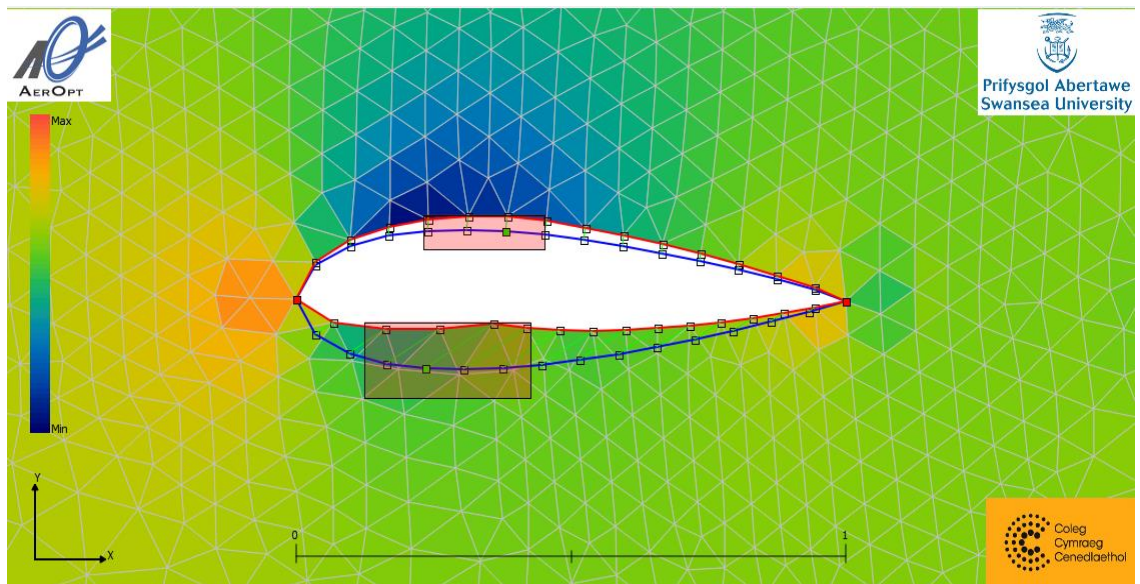


# AEROPT - CANLLAW DEFNYDDIWR



fersiwn 1.1c

AeroOpt – meddalwedd dylunio ac optimeiddio aerodynamig

Dyma canllaw defnyddiwr i'r meddalwedd dylunio ac optimeiddio aerodynameg, **AeroOpt**, sydd wedi wedi cael eu datblygu yng Ngholeg Peirianeg Prifysgol Abertawe.

# AEROPT - CANLLAW DEFNYDDIWR

## AEROPT – MEDDALWEDD DYLUNIO AC OPTIMEIDDIO AERODYNAMIG

### CYNNWYS

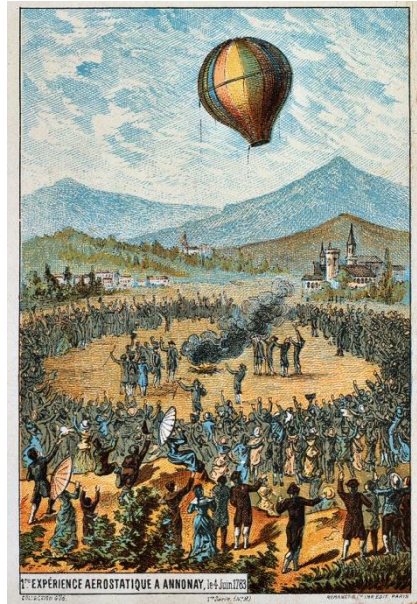
1) Beth yw Optimeiddio Aerodynamig?	tudalen 01
2) Damcaniaeth - sut mae'n gweithio?	tudalen 03
3) Sut i redeg <b>AerOpt</b>	tudalen 11
4) Problemau a Chwestiynau Cyffredin	tudalen 18
5) Enghreifftiau i'w defnyddio mewn Ysgolion	tudalen 20
6) Cyfeiriadau	tudalen 21

### 1) BETH YW OPTIMEIDDIO AERODYNAMIG?

Ers y tro cyntaf i bobl edrych i'r awyr a rhyfeddu at ryddid cain ehediad yr adar, rydym wedi pendroni ynghylch dylunio peiriannau sy'n gallu hedfan. Mae Da Vinci'n adnabyddus am ddatblygu dyluniadau ar gyfer peiriant hedfan 500 mlynedd yn ôl ac, yn y 18fed ganrif, llwyddodd pobl i hedfan 'yn ysgafnach nag aer' am y tro cyntaf gan ddefnyddio balŵn awyr poeth.

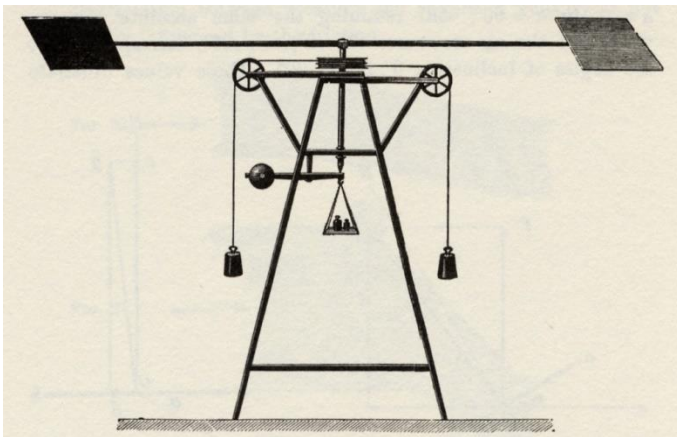


'Ornithopter', peiriant hedfan Da Vinci.



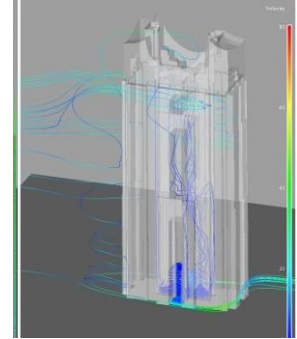
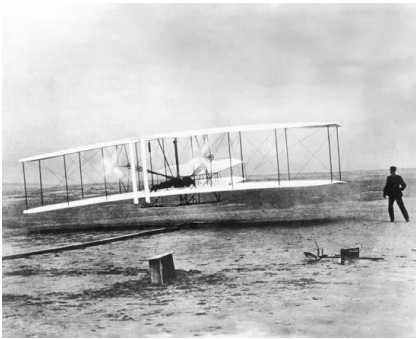
Yr arddangosiad cyhoeddus cyntaf o falŵn awyr poeth gan y brodyr Montgolfier, 4 Mehefin 1783

Dim ond pan ddechreuodd Syr George Cayley, 'Tad-cu Awyrennaeth', arbrofi â 'braich chwyrlio' ym mlynnyddedd olaf y 18fed ganrif y dechreuon ni ddatblygu dealltwriaeth o'r hyn sy'n digwydd wrth i aer lifo ar draws cyrff megis adar, awyrennau, ceir neu unrhyw beth arall mewn gwirionedd! Daethom i adnabod y maes hwn o wyddoniaeth fel aerodynameg.



LLUN: Braich Chwyrlio Cayley

Mae'r Brodyr Wright yn enwog am yr ehediad wedi'i bweru cyntaf ym 1903 ac, ers hynny, mae aerodynamegwyr wedi ymdrechu'n gyson i wella dyluniad awyrennau ac, yn benodol, eu hadenydd. Y dyddiau hyn, mae aerodynamegwyr yn gweithio ym mhob maes, o gwmnïau sy'n cynhyrchu awyrennau fel Airbus a Boeing a thimau Fformiwla 1 (sy'n defnyddio aerodynameg i greu grym i lawr), i'r cwmnïau sy'n dylunio adeileddau mawr megis nendyrâu a phontydd.



Dylunydd aerodynameg yw rhywun sy'n dylunio rhywbeth (boed yn gar, yn awyren, yn bont neu'n adeilad) i fanteisio ar yr aerodynameg. Mae'r broses ddylunio'n gallu cynnwys llawer o brofi a methu ('ailadroddiadau dylunio') a chyfeirir at y broses ddylunio hon, yn enwedig os yw wedi'i hawtomeiddio, fel 'optimeiddio'.

**AerOpt** yw enw pecyn meddalwedd sy'n cael ei ddatblygu gan beirianwyr ymchwil ym Mhrifysgol Abertawe. Mae'r ddogfen hon yn ganllaw defnyddiwr i gyd-fynd â'r fersiwn o'r meddalwedd ar gyfer ysgolion.

## 2) DAMCANIAETH - SUT MAE'N GWEITHIO?

### Dynameg Hylifau Gyfrifiannol (CFD)

Mae'r rhan fwyaf o broblemau llif hylifau ym maes peirianeg bellach yn cael eu datrys drwy Ddynameg Hylifau Gyfrifiannol neu 'CFD' (Computational Fluid Dynamics). Mae hyn yn golygu defnyddio cyfrifiaduron i ddatrys hafaliadau cymhleth dynameg hylifau. Yr hafaliadau mathemategol a ddefnyddir ar gyfer y rhan fwyaf o broblemau ymarferol ym maes llif hylifau yw Hafaliadau Differol Rhannol fel sy'n wir ar gyfer nifer mawr o ffenomenau naturiol. Y set o hafaliadau mwyaf perthnasol ar gyfer disgrifio llifoedd aerodynamig yw hafaliadau 'Navier-Stokes'. Dyma set o 5 hafaliad differol rhannol sy'n rhoi gwerth rhifol ar rinweddau megis dwysedd, cyflymder a gwasgedd y llif aer. Mae'r llun isod yn rhoi syniad o ba mor gymhleth yw'r set hon o hafaliadau:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho w)}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial (\rho u)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u^2)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho uv)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho uw)}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial (\rho v)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho vu)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho v^2)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho vw)}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\partial (\rho w)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho wu)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho wv)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho w^2)}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \quad (4)$$

$$\frac{\partial (\rho \epsilon)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho \epsilon u)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho \epsilon v)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho \epsilon w)}{\partial z} = -\frac{\partial (p u)}{\partial x} - \frac{\partial (p v)}{\partial y} - \frac{\partial (p w)}{\partial z} + S \quad (5)$$

Hafaliadau Navier-Stokes (yr hafaliadau llywodraethol sy'n cael eu datrys gan AerOpt)

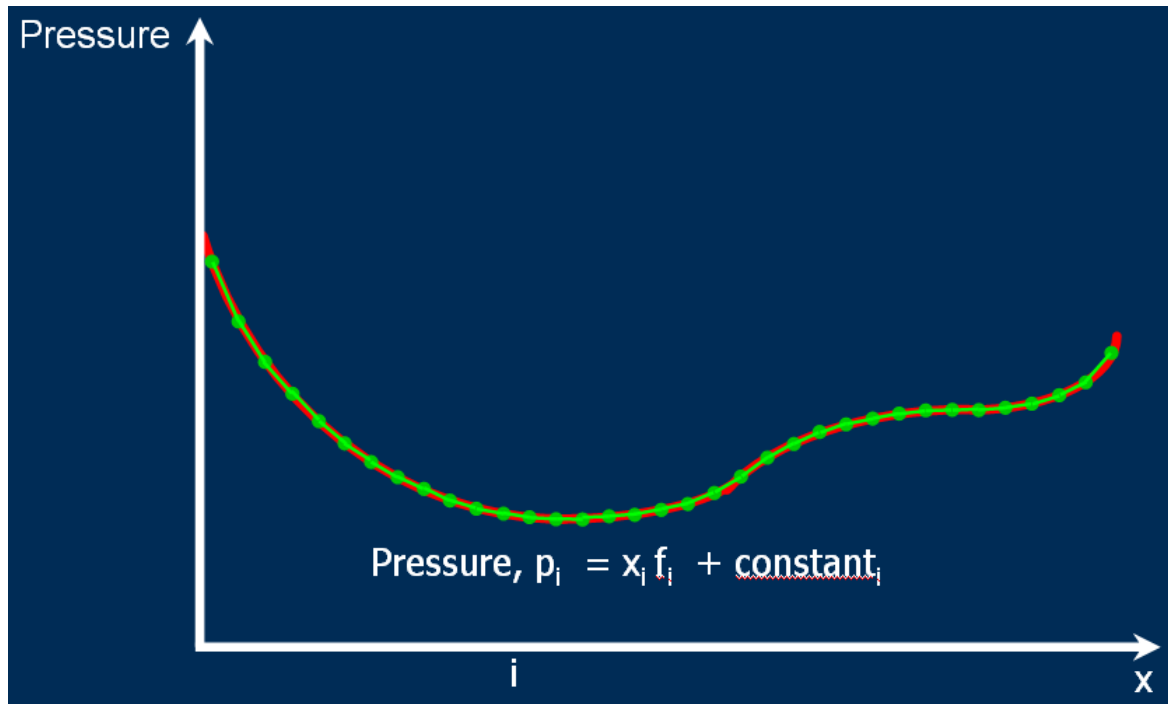
Does dim gobaith datrys set o hafaliadau mor gymhleth heb gymorth cyfrifiadur. Yn wir, mae'n rhaid i archgyfrifiaduron mawr hyd yn oed weithio'n galed i ddatrys llifoedd aerodynamig 3 dimensiwn!

Y tu mewn i **AerOpt** mae datryswr CFD 2 ddimensiwn o'r enw FLITE sydd wedi'i ddylunio fel ei fod yn ddigon effeithlon i'w redeg ar liniadur neu gyfrifiadur pen desg sydd â system weithredu Windows. Bydd yn caniatáu i chi gymryd siapau, profi 'pa mor aerodynamig' ydynt ac yna bydd yn ceisio eu gwella - mae'n cyflawni optimeiddio aerodynamig.

Mae cysylltiad agos rhwng datblygiad technegau CFD a datblygiad yr offer mathemategol (neu'r 'dulliau rhifol') ar gyfer datrys hafaliadau differol rhannol. Rydym yn gwybod am ddulliau rhifol ers cyfnod Newton yn y ddeunawfed ganrif ond, heb gymorth y cyfrifiadur, doedd dim modd manteisio i'r eithaf ar y technegau hyn.

Mae CFD modern yn dyddio o'r 1950au pan ddyfeisiwyd y cyfrifiadur digidol. Wrth wraidd pob cynllun CFD y mae'r cwestiwn sylfaenol, sef sut i gynrychioli ffwythiant di-dor (e.e. cromlin) ar ffurf

ddigidol (e.e. drwy samplu). Mewn geiriau eraill, sut dylai cyfrifiadur storio ffwythiant ar nifer diddiweddd o bwyntiau (h.y. ym mhob safle posib mewn gofod ac amser) mewn ffordd gyfyngedig, ac mor gywir â phosib?

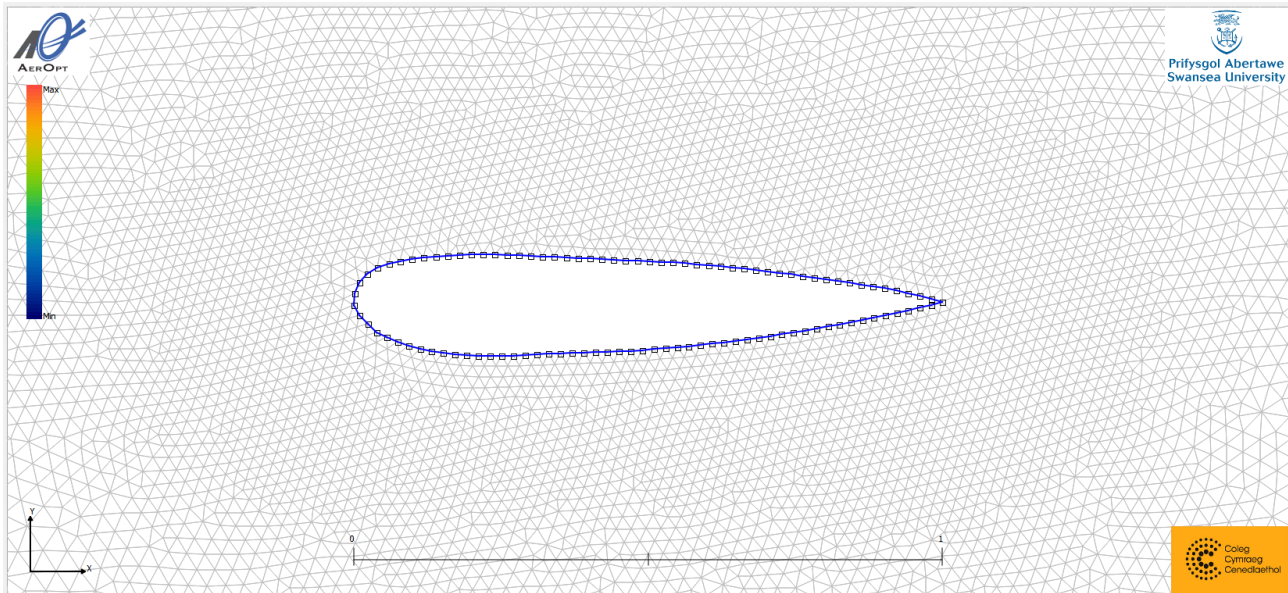


Enghraifft o wahanu/lledamcanu ffwythiant gwasgedd

Yn yr enghraifft uchod, mae ffwythiant gwasgedd wedi cael ei 'wahanu' fel bod gwerth y ffwythiant ar nifer cyfyngedig o 'nodau' yn cael ei nodi a thybir bod rhyngosodiad llinellol o'r datrysiad (llinell syth) rhwng y nodau. Cyfeirir at y naid rhwng pob nod fel elfen, ac felly, cyfeirir yn aml at y dull datrys fel y Dull Elfennau Cyfyngedig.

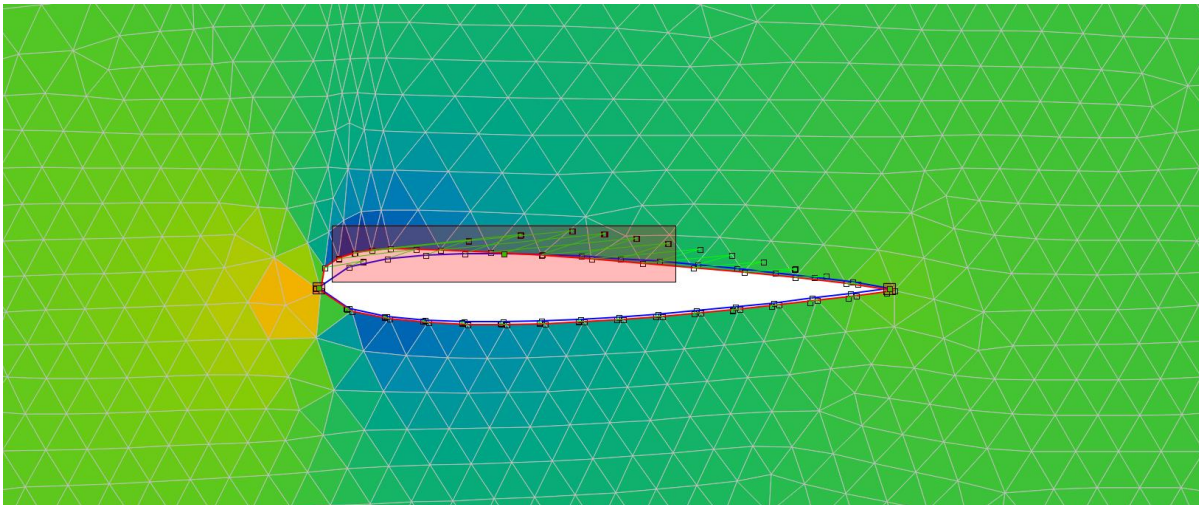
Y dull mwyaf poblogaidd o gyflawni datrysiad elfennau cyfyngedig 2D yw gwahanu parth y datrysiad i greu nifer cyfyngedig o elfennau sy'n ffurfio rhwyll ac yna defnyddio algorithm (rhaglen gyfrifiadurol) addas gyda'r gwerthoedd sydd wedi'u nodi ar groestoriadau'r rhwyll (y nodau) i ddatrys yr hafaliadau llywodraethol, yn yr achos hwn, hafaliadau Navier-Stokes. Mae'r datryswr CFD yn **AerOpt** yn defnyddio rhwyll o drionglau fel y gwelir yn y llun isod:





Rhwyl 2D o drionglau sy'n amgylchynu aerffoil a grëwyd gan ddefnyddio AeroOpt

Pan fydd y datryswr CFD wedi datrys hafaliadau Navier-Stokes, yna gall gyfrifo pethau sydd o ddiddordeb i'r aerodynamegwr, megis cyfernodau codiant a llusgiad y siâp sy'n cael ei astudio. Gall ddangos hefyd sut mae nodweddion yr aer, megis gwasgedd, yn amrywio o gwmpas y gwrthrych.



Gwasgedd wedi'i blotio o gwmpas aerffoil yn AeroOpt (coch = gwasgedd uchel, GLAS = gwasgedd isel)

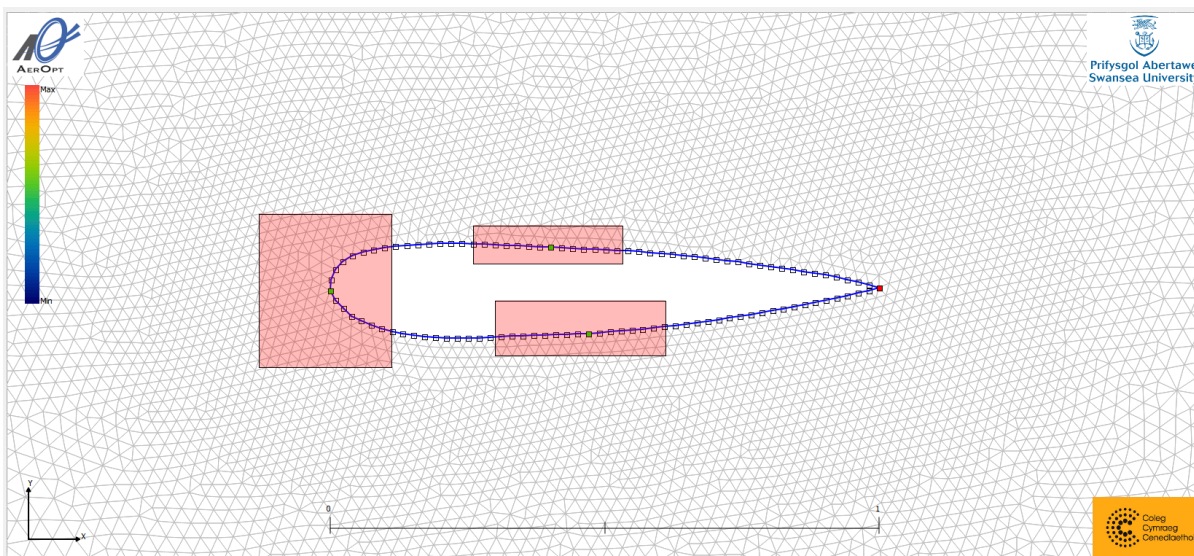
## Optimeiddio'r Dyluniad

I ddechrau'r broses optimeiddio, mae'n rhaid i'r dylunydd benderfynu beth yr hoffai ei wella. Yn **AerOpt** cyfeirir at hyn fel addasrwydd y dyluniad. Yr addasrwydd yw effeithlonrwydd y dyluniad i gyflawni amcanion y dylunydd. Ar gyfer aerffoiliau, yn aml bydd y dylunydd am gynyddu'r gymhareb Codiant:Llusgiad. Felly, po uchaf y gymhareb Codiant:Llusgiad, mwyaf bydd addasrwydd dyluniad penodol.

Mae rhaglen AerOpt yn defnyddio techneg optimeiddio a elwir yn algorithm esblygiadol. Mae algorithmau esblygiadol yn defnyddio egwyddorion sylfaenol esblygiad naturiol (a gafodd ei gynnig yn gyntaf gan Charles Darwin yn ei waith enwog, 'Origin of Species') sy'n gwella poblogaeth yn gyson dros amser drwy ddefnyddio ffurf ar 'ryngfridio' dyluniadau. Enw'r algorithm penodol sy'n cael ei ddefnyddio gan **AerOpt** yw'r Chwiliad Cwcw Wedi'i Addasu a chafodd ei ddatblygu gan ymchwilyr ym Mhrifysgol Abertawe.

## Nodau Rheoli

Mae'r siâp rydych yn ei addasu yn **AerOpt** yn cael ei ddiffinio gan ddefnyddio set o nodau sy'n cael eu cysylltu mewn arddull 'cysylltu'r dotiau'. Drwy symud y nodau hyn o gwmpas, gallwch newid y siâp a chynyddu neu leihau addasrwydd y dyluniad. Pe bai'r holl nodau'n cael symud yn annibynnol ar ei gilydd, byddai nifer yr opsiynau (neu'r graddau rhyddid) a fyddai ar gael yn anferth a byddai'r optimeiddiwr yn gweithio'n araf iawn. Felly, er mwyn osgoi'r broblem hon, mae'n rhaid i'r defnyddiwr ddewis rhai o'r nodau ar y ffin fel nodau rheoli; rhaid cyfyngu ar ryddid symudiad y nodau rheoli hyn ac yna bydd hyn yn pennu safleoedd yr holl nodau ffiniol eraill sy'n diffinio'r siâp.



Siâp aerffoil 'wedi'i reoli' gan ddefnyddio 4 nod rheoli (sylwer bod y nod rheoli ar y blaen de wedi'i sefydlogi yn ei le)



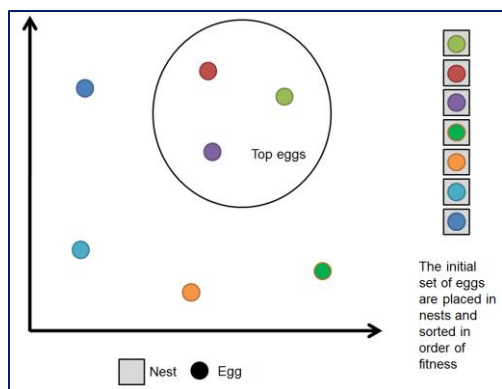
## Chwiliad Cwcw Wedi'i Addasu



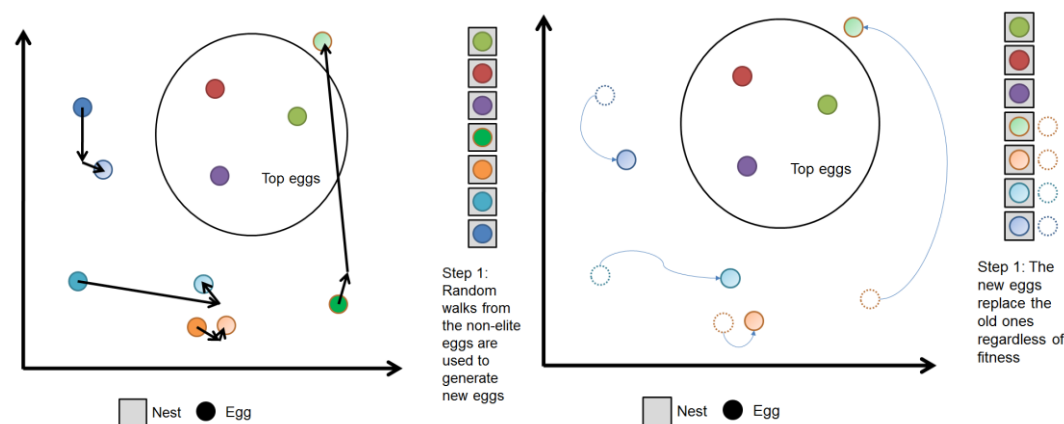
Y gwcw yn ei chynefin naturiol - mae newydd ddeori yn nyth rhywogaeth aderyn arall

Amcan y Chwiliad Cwcw Wedi'i Addasu yn AerOpt yw gwella addasrwydd dyluniad yr aerffoil, e.e. cynyddu'r gymhareb Codiant: Llusgiad neu gynyddu'r grym i lawr. Ysbrydolir yr algorithm gan ymddygiad bridio naturiol y Gwcw. Nid yw cwcwod yn y gwyllt yn adeiladu eu nythod eu hunain. Yn lle hynny, maen nhw'n dodwy eu hwyau yn nythod adar eraill, gan obeithio na fydd yr 'aderyn lletyol' yn sylweddoli bod 'Ŵy estron' yn ei nyth. Felly, mae'r aderyn lletyol yn deor yr Ŵy ar ran y gwcw (sy'n ymddygiad eithaf cyfrwys gan y gwcw). Fodd bynnag, os yw'r aderyn lletyol yn sylweddoli nad yw'r Ŵy yn perthyn iddi hi, bydd yn taflu Ŵy'r gwcw allan o'r nyth. Caiff yr Ŵy ei ddifetha a bydd rhaid i'r gwcw ddechrau eto gydag Ŵy newydd. Gallech feddwl am addasrwydd Ŵy'r gwcw fel pa mor llwyddiannus yw wrth ddynwared Ŵy'r aderyn lletyol. Mae cael gwared ar yr holl wyau sydd â lefel addasrwydd isel wrth wraidd algorithm y Chwiliad Cwcw Wedi'i Addasu. Dyma sut mae'n gweithio:

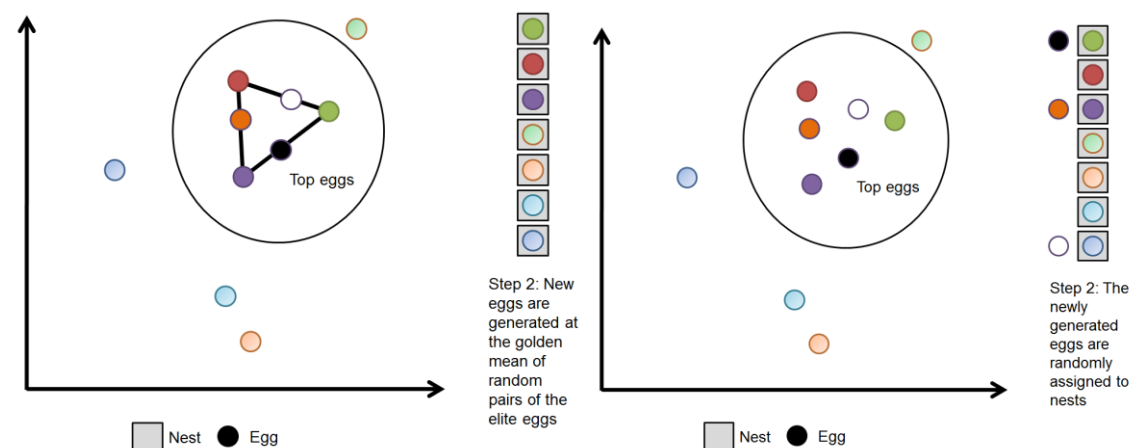
Mae pob dyluniad (neu siâp aerffoil) sy'n cael ei brofi'n cyfateb i Ŵy ac mae pob Ŵy'n byw mewn nyth. Mae angen i'r dylunydd ddewis nifer y nythod i'w defnyddio. Yn y diagramau isod, dychmygwch fod safle Ŵy o fewn yr echelau yn cynrychioli dyluniad penodol (mewn gwirionedd, wrth ddefnyddio nifer mawr o nodau rheoli i ddiffinio'r dyluniad, mae'n fwy cymhleth na hyn). Ar ôl profi nifer o ddyluniadau a ddetholwyd ar hap i gychwyn (byddwn yn cyfeirio at y dyluniadau fel wyau o hyn allan), maen nhw'n cael eu didoli yn nhrefn addasrwydd, o'r gwaethaf i'r gorau, a gaiff eu nodi fel 'wyau pennaf' (yr wyau sydd ddim yn cael eu daflu).

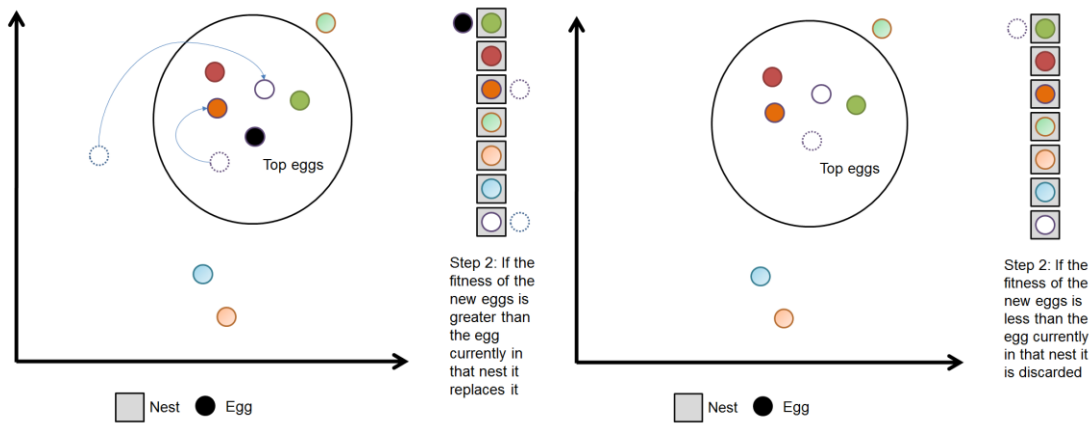


**CAM 1:** Mae unrhyw Wŷ nad yw'n un o'r wyau pennaf yn cael ei daflu allan o'r nyth a chymerir ei le gan Wŷ newydd sy'n cael ei gynhyrchu ar hap.

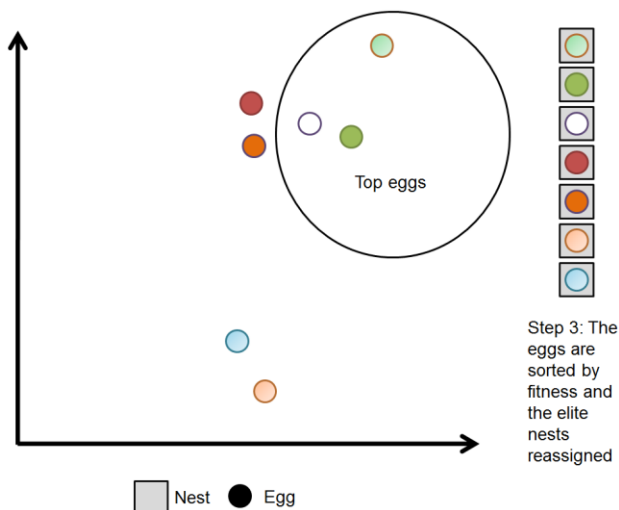


**CAM 2:** Ceir 'rhyngfridio' rhwng yr wyau pennaf mewn ymgais i gyfuno nodweddion cadarnhaol y dyluniadau da hyn. Mae'r wyau newydd hyn yn cael eu dyrannu ar hap i nyth. Os yw'r Wŷ'n well na'r Wŷ sydd eisoes yn y nyth, mae'n cymryd ei le, ac os nad yw, mae'n cael ei daflu allan.





**CAM 3:** Pan fydd yr wyau wedi cael eu haildrefnu eto yn nhrefn addasrwydd, mae'r wyau pennaf newydd yn cael eu diffinio ac mae'r broses yn cael ei hailadrodd. Cyfeirir at bob cylch o'r broses hon fel cenhedlaeth.

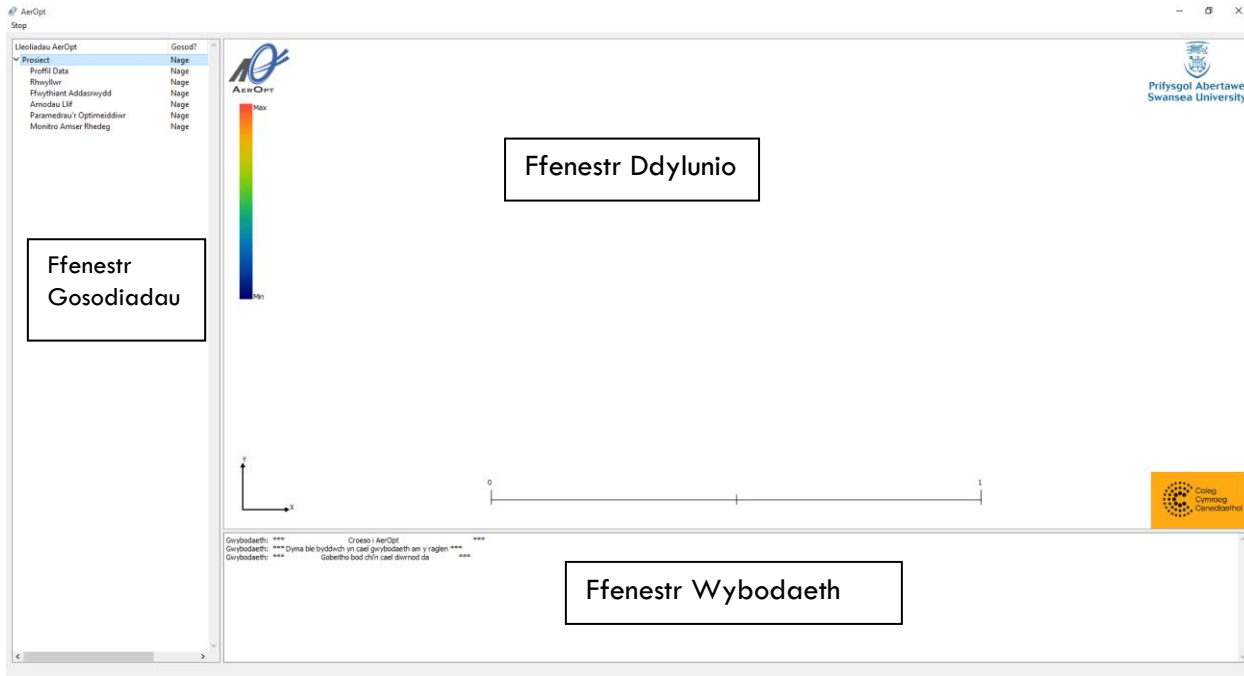


Mae'n bwysig sylwi po fwyaf nifer y nythod (ac felly wyau) rydych yn eu dethol, mwyaf fydd y posibilrwydd o ganfod y dyluniad gorau ond bydd eich cyfrifiadur hefyd yn cymryd mwy o amser i gwblhau pob generadiad.

Mae hyn i gyd yn digwydd y tu ôl i'r llenni yn **AerOpt**. Fel dylunyydd, yr hyn rydych chi'n ei weld yw Rhyngwyneb Graffigol y Defnyddiwr sy'n cael ei ddisgrifio yn yr adran nesaf: SUT I REDEG AerOpt.

### 3) SUT I REDEG AerOpt

Agorwch raglen **AerOpt** drwy glicio ar **AerOptGui.exe**, yn y ffolder **AerOpt**, a dylech chi weld sgrîn sy'n edrych fel hyn:



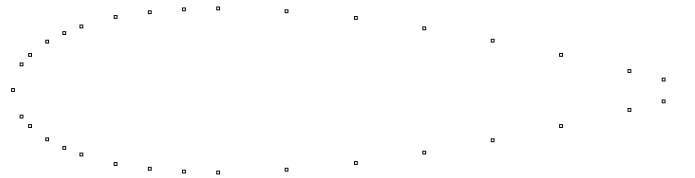
Mae tair adran gan y sgrîn: y *Ffenestr Gosodiadau*, y *Ffenestr Ddylunio* a'r *Ffenestr Wybodaeth*

#### CAM 1 - Llwytho siâp/dyluniad cychwynnol

Fel man cychwyn eich dyluniad, dylech ddechrau gyda rhestr o gyfesurynnau sy'n diffinio'r pwyntiau sy'n ffurfio amlinell y siâp (neu proffil). Gall y rhain fod naill ai mewn trefn glawdd neu wrthglawdd. Gwelir enghraifft isod:



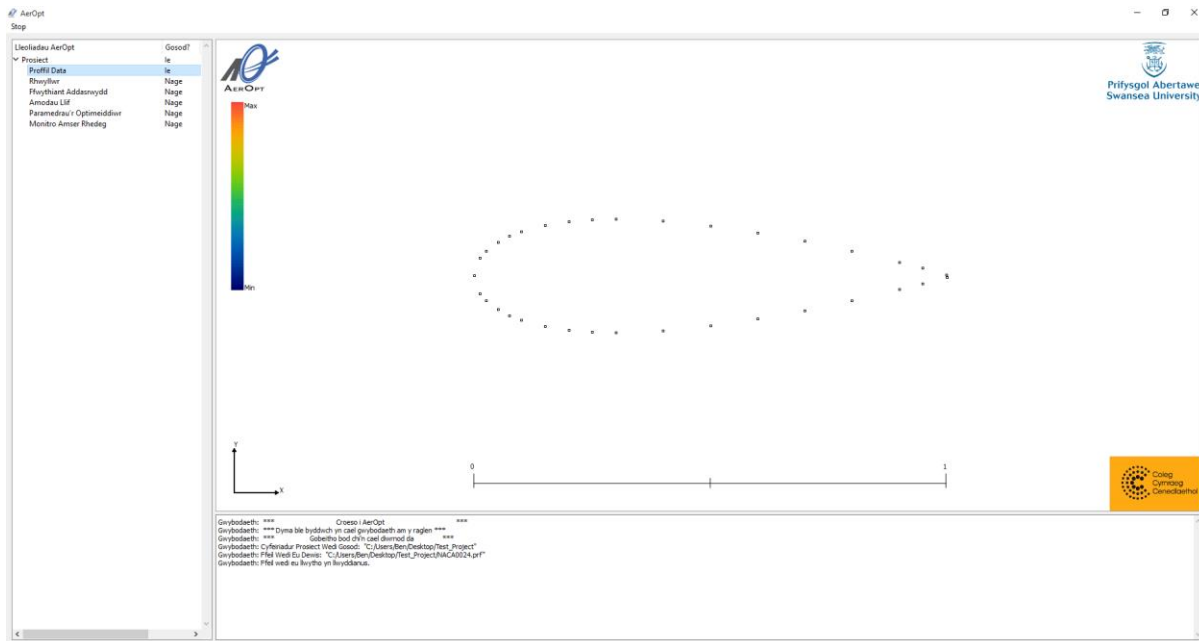
1.00000	0
0.95196	0.02240
0.90320	0.04099
0.80464	0.07447
0.70487	0.10312
0.60405	0.12674
0.50235	0.14474
0.40000	0.15606
0.29401	0.15738
0.24111	0.15287
0.18858	0.14416
0.13674	0.13045
0.08611	0.11012
0.06153	0.09651
0.03775	0.07942
0.01536	0.05624
0.00530	0.03964
0.00000	0.00000
0.01970	-0.03472
0.03464	-0.04656
0.06225	-0.06066
0.08847	-0.06931
0.11389	-0.07512
0.16326	-0.08169
0.18858	0.14416
0.21142	-0.08416
0.25889	-0.08411
0.30599	-0.08238
0.40000	-0.07606
0.49765	-0.06698
0.59595	-0.05562
0.69513	-0.04312
0.79536	-0.03003
0.89680	-0.01655
0.94804	-0.00964
1.00000	0.00000



Sylwer nad yw maint y siâp yn bwysig. Bydd **AerOpt** yn graddio'r siâp yn awtomatig fel ei fod yn eistedd rhwng 0.0 ac 1.0 yn yr echel-x. Dylech chi gadw'r cyfesurynnau hyn mewn ffeil testun plaen, gyda'r estyniad ffeil .prf (sy'n sefyll am *proffil*) a gellir ei chreu mewn golygydd testun syml fel *WordPad*. Mae rhai enghreifftiau o ffeiliau .prf wedi'u darparu gyda'r meddalwedd i'ch helpu i gychwyn.

Rhowch glic de ar *Prosiect* yn y *Ffenestr Gosodiadau* a dewiswch *Gosod Cyfeiriadur Prosiect*. Bydd hyn yn caniatáu i chi ddewis ffolder rywle ar eich cyfrifiadur lle caiff yr holl ddata sy'n cael eu cynhyrchu gan AerOpt eu cadw. Sylwer, gallech greu ffolder newydd bob tro rydych yn rhedeg **AerOpt** i helpu i gadw'ch canlyniadau ar wahân.

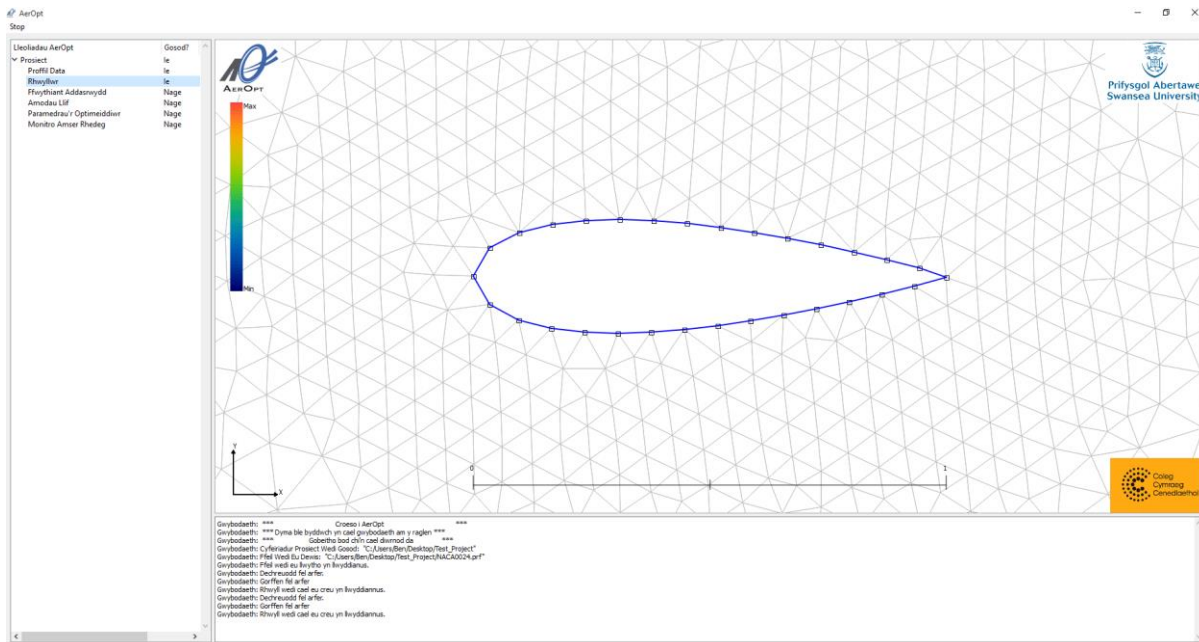
Rhowch glic de ar *Proffil Data* a dewiswch *Mewnforio Proffil*. O fan hyn, bydd rhaid i chi ddewis y ffeil .prf sy'n cynnwys y siâp a fydd yn fan cychwyn eich dyluniad. Pan fyddant wedi'u cwblhau, bydd y pwyntiau sy'n diffinio'r dyluniad i'w gweld yn y *Ffenestr Ddylunio*.



## CAM 2 - Cynhyrchu rhwyll CFD

Rhowch glic de ar *Rhwyllwr* ac yna ar *Rhedeg y Rhwyllwr* a dewiswch feinder y rhwyll rydych am ei chreu. Bydd gennych dri dewis: *Bras*, *Canolig* neu *Main*. Sylwer, po fwyaf main yw'r rhwyll, mwyaf cywir y bydd y datryswr CFD, ond bydd yn cymryd mwy o amser i'w redeg. Mae lle i gyfaddawdu yma a gallech arbrofi â hyn.

Cliciwch ar OK a chaiff y rhwyll ei chreu. Dylech chi weld rhywbeth sy'n debyg i hyn:



### **CAM 3 - Dewis y ffwythiant addasrwydd**

Mae'n bosib optimeiddio'ch dyluniad ar gyfer amrywiaeth o ffwythiannau addasrwydd gwahanol. Rhwch glic de ar *Ffwythiant Addasrwydd* a dewiswch o'r canlynol:

Cymhareb Codiant: Llusgiad, codiant mwyaf, llusgiad lleiaf, grym i lawr mwyaf, codiant lleiaf posib (h.y. codiant neu rym i lawr 0)

Mae hyn yn dweud wrth yr optimeiddiwr yr hyn rydych am ei gyflawni i wella'r dyluniad.

### **CAM 4 - Dewis yr amodau llif**

Rhowch glic de ar *Amodau Llif* a dewiswch:

*Tymheredd* - dyma'r tymheredd amgylcheddol (K); argymhellir ei adael fel y mae.

*Gwasgedd* - dyma'r gwasgedd amgylcheddol (Pa); argymhellir ei adael fel y mae.

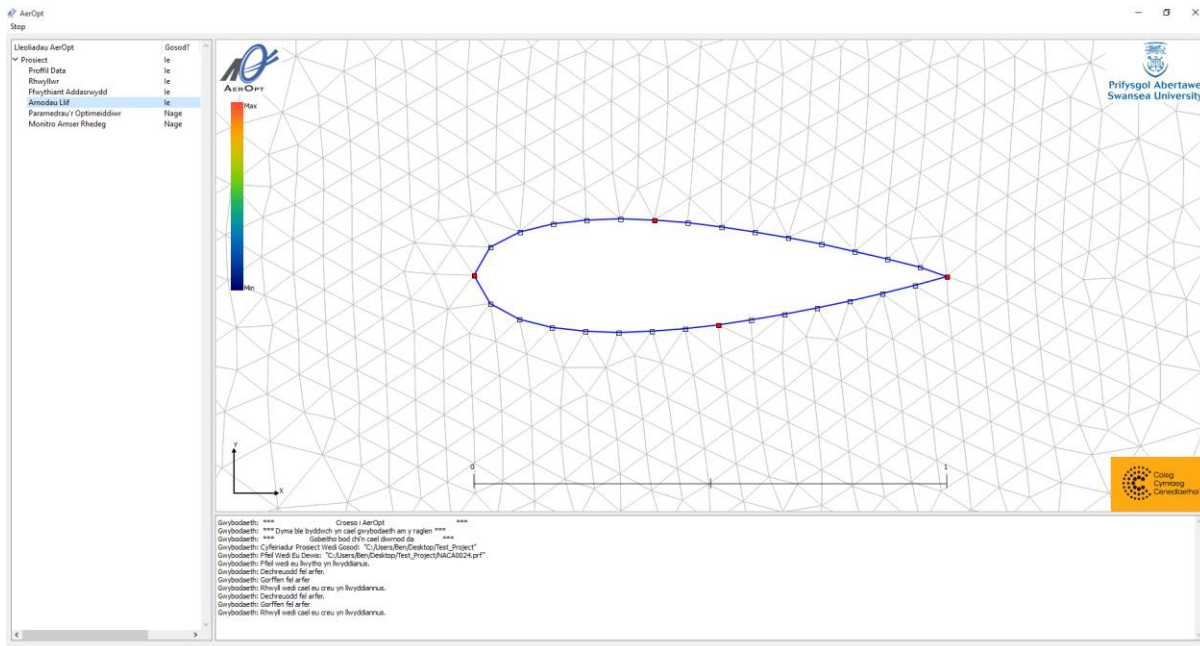
*Rhif Mach* - buanedd y llif o'i gymharu â buanedd sain ( $<1.0$  = is-sonig,  $>1.0$  = uwchsonig)

*Ongl Ymosod* - yr ongl pan fydd y llif sy'n agosáu'n bwrw'r aerffoil.

*Rhif Reynolds* - yn y fersiwn hon o'r meddalwedd dylech chi adael hyn ar 0 bob amser.

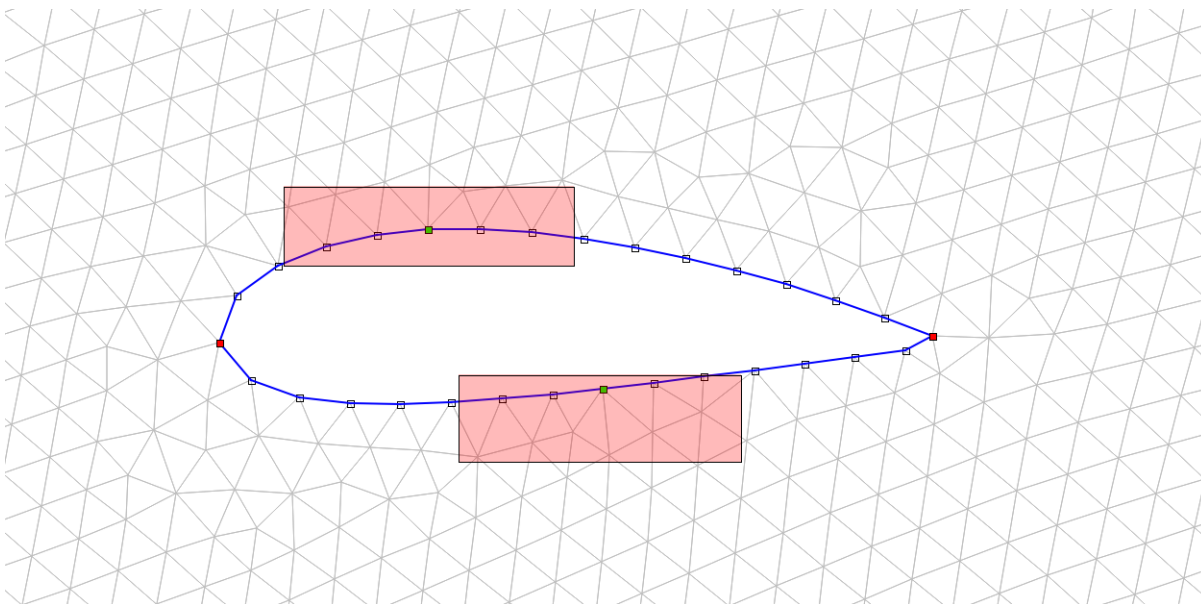
### **CAM 5 - Dewis y nodau rheoli a chyfyngu arnynt**

Hon, efallai, yw'r rhan bwysicaf o'r broses, lle mae rôl y dylunydd yn hollbwysig. Mae angen i chi ddewis y nodau ar y ffin a fydd yn gweithredu fel y nodau rheoli. Bydd symudiad y nodau rheoli hyn yn diffinio'r gwahanol ddyluniadau sy'n bosib. Bydd clicio ddwywaith ar nodau ar y ffin yn eu troi'n nodau rheoli a byddant yn troi'n goch fel yn y ffigur isod. Gosodwch nodau rheoli mewn safleoedd ar y siâp a fydd yn bwysig, yn eich barn chi, wrth wella'r dyluniad. Sylwer, po fwyaf nifer y nodau rheoli rydych yn eu defnyddio, mwyaf o hyblygrwydd fydd gan y dyluniad os ydych am newid ei siâp, ond bydd yr optimeiddiwr yn rhedeg yn arafach hefyd. Unwaith eto, gall y dylunydd gyfaddawdu yma.



Nawr bydd rhaid i chi benderfynu i ba raddau rydych yn mynd i ganiatáu i bob un o'r nodau rheoli symud. Rydych yn gwneud hyn drwy roi clic de ar bob nod rheoli a newid y gwerthoedd ar gyfer caniatáu symud i gyfeiriad x a y. Sylwer, os byddwch yn gadael y gwerthoedd hyn ar sero, bydd y nodau rheoli yn sownd yn eu lle ac ni fyddant yn symud.

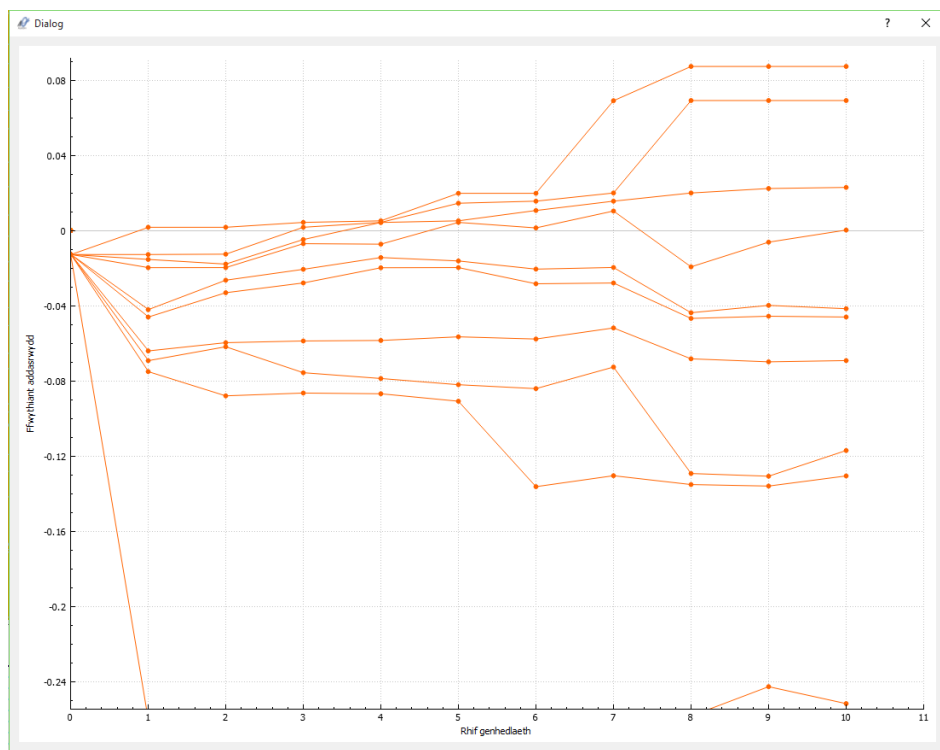
Ar ôl i chi glicio ar OK, bydd blychau coch yn dangos y symudiad sy'n cael ei ganiatáu ar gyfer pob un o'r nodau rheoli.







Mae **AerOpt** hefyd yn darparu graff a fydd yn newid gyda phob cenhedlaeth newydd, gan ddangos addasrwydd pob dyluniad sy'n cael ei brofi ym mhob cenhedlaeth. Mae hyn hefyd yn rhoi syniad clir i chi sut mae'r dyluniad gorau'n gwella.



Mae AerOpt yn creu ffeil allbwn .prf o'r dyluniad gorau ym mhob cenhedlaeth ac mae hon yn cael ei chadw yn y ffolder *Output\_Data* a gaiff ei chreu yn y *Cyfeiriadur Prosiect* a ddewiswyd ar ddechrau'r broses. Mae hyn yn ddefnyddiol iawn oherwydd y gallwch ddefnyddio un o'r ffeiliau .prf hyn i ailgychwyn AerOpt (efallai gan ddefnyddio gosodiadau gwahanol ar gyfer yr optimeiddiwr a safleoedd gwahanol ar gyfer y nodau rheoli) i wella'r dyluniad ymhellach.

Os hoffech atal **AerOpt** ar unrhyw adeg, gallwch glicio ar y botwm *Stop* yng nghornel chwith uchaf sgrîn **AerOpt**.

## 4) PROBLEMAU A CHWESTIYNAU CYFFREDIN

- **Pam y mae AerOpt yn rhedeg yn gynt wrth i'r rhif Mach gynyddu?**

Yr agwedd ddwysach ar redeg AerOpt ar gyfer y cyfrifiadur yw'r datryswr CFD sydd wedi'i ymgorffori ynddo. Dyluniwyd yr algorithm yn y datryswr CFD FLITE sy'n rhan o AerOpt i weithio ar ei fwyaf effeithlon ar gyflymderau uwch. Mae hyn yn golygu ei fod yn gallu datrys hafaliadau Navier-Stokes yn gynt gyda rhifau Mach uwch ac, yn ei dro, mae'r optimeiddiwr yn rhedeg yn gynt gyda rhifau Mach uwch.

- **Beth yw Hafaliadau Navier-Stokes?**

Hafaliadau Navier-Stokes yw'r hafaliadau sy'n llywodraethu dynameg hylifau cywasgadwy, h.y. llifoedd hylifau (gan gynnwys aer) lle mae dwysedd yr hylif yn gallu newid. Cawsant eu dyfeisio gan ddau wyddonydd (Navier a Stokes) fwy na dwy ganrif yn ôl ac, er eu bod yn gymhleth iawn yn fathemategol, maent yn seiliedig ar dair egwyddor seml iawn: *cadwraeth màs*, *cadwraeth momentwm* a *chadwraeth ynni*.

- **Pam y mae AerOpt yn methu gweithio ar adegau?**

Nid yw AerOpt yn becyn meddalwedd masnachol y mae llawer o arian wedi'i fuddsoddi ynddo. Mae'n ffrwyth ymchwil academaidd ym Mhrifysgol Abertawe ac felly mae llawer o waith yn cael ei wneud o hyd i ddeall ei gyfyngiadau'n llawn (gallwch chi ein helpu gyda hyn!). O ganlyniad, gall fod adegau a gosodiadau penodol pan na fydd yn gweithio. Er enghraifft, os ydych yn cynyddu'r rhif Mach gormod neu'n gofyn i'r nodau rheoli symud yn rhy bell, mae'n bosib na fydd yr algorithm sy'n gweithio yn y cefndir yn gallu ymdopi. Fel arfer, os bydd hyn yn digwydd, byddwch yn gweld neges gwall yn y *Ffenestr Wybodaeth* sy'n rhoi gwybod i chi bod rhywbeth wedi mynd o'i le. Os nad oes neges gwall yn y *Ffenestr Wybodaeth*, mae'n bosib bod y CFD yn cymryd amser hir i redeg ar eich cyfrifiadur (efallai oherwydd bod y rhwyll yn rhy fain). Gallwch wirio i weld a yw'r cyfrifiadur yn dal i weithio drwy ddefnyddio *rheolwr tasg* eich cyfrifiadur i edrych ar weithgarwch y prosesydd.

- Rhai termau cyffredin:

Rhwyll	Y set o <i>elfennau</i> trionglog sy'n sail i efelychiad CFD.
Nod	Y nodau yw croestoriadau'r <i>rhwyll</i> (a phwyntiau ar ffin y siâp)
Elfen	Mae elfen yn siâp trionglog (wedi'i ddiffinio gan dri nod) yn y <i>rhwyll</i>
Optimeiddio	Dyma'r broses awtomataidd o wella dyluniad yn y cyfrifiadur
Dynameg Hylifau Gyfrifiannol	Dynameg Hylifau Gyfrifiannol – y dull a ddefnyddir gan y cyfrifiadur i ddod o hyd i ddatrysiadau llif aerodynamig
Algorithm	Yn y bôn, set o gyfarwyddiadau a gyflawnir gan gyfrifiadur yw algorithm
Aerffoil	Enw dyluniad siâp trawstoriad o adain
Addasrwydd	Maen prawf o effeithlonrwydd dyluniad
Algorithm esblygiadol	Math penodol o algorithm optimeiddio a ysbrydolwyd gan ddetholiad naturiol
Nodau rheoli	Y nodau ar ffin y siâp a ddefnyddir gan y dylunydd i reoli'r siâp
Wyau	Gellir meddwl am Wŷ fel dyluniad unigol sy'n cael ei brofi gan yr optimeiddiwr
Nythod	Dyma'r 'lleoliadau' lle mae'r wyau'n cael eu cadw
Generadiad	Un cylch algorithm y Chwiliad Cwch Wedi'i Addasu



## **5) ENGHREIFFTIAU I'W DEFNYDDIO MEWN YSGOLION**

**Gan ddefnyddio'r ffeiliau .prf a ddarperir**

**Arbrofi â gosodiadau gwahanol ar gyfer meinder y rhwyll**

**Arbrofi â pharmedrau gwahanol yr optimeiddiwr**

**Cystadlaethau**

**Ei Ddefnyddio mewn Gweithdai Dylunio Ymarferol**

## 6) CYFEIRIADAU

D. Naumann, B. Evans, S. Walton, O. Hassan, *A novel implementation of computational aerodynamic shape optimisation using Modified Cuckoo Search*, accepted by Applied Mathematical Modelling, Sept 2015

S. Walton, O. Hassan, K. Morgan, M.R. Brown, *Modified cuckoo search: A new gradient free optimisation algorithm*, Chaos, Solitons & Fractals, 2011

D Naumann, B Evans, O Hassan, *Application of a novel implementation of shape optimisation using Modified Cuckoo Search applied to 2D intake duct design*, OPTI2014, Kos, Greece, 2014

Datblygwyd **AerOpt** gan yr ymchwilyr canlynol yng Ngholeg Peirianeg Prifysgol Abertawe:



Dr Ben Evans



Mr David Naumann



Dr Sean Walton



Dr Matt Edmunds

Os oes gennych unrhyw gwestiynau ynghylch AerOpt neu os hoffech gael mwy o wybodaeth am ymchwil sydd ar y gweill ym maes optimeiddio aerodynamig ym Mhrifysgol Abertawe, cysylltwch â Dr Ben Evans yn **[b.j.evans@abertawe.ac.uk](mailto:b.j.evans@abertawe.ac.uk)**

Hoffai'r datblygwyr gydnabod cefnogaeth Fujitsu, HPC Cymru, y Cyngor Ymchwil Peirianeg a'r Gwyddorau a'r Coleg Cymraeg Cenedlaethol wrth ddatblygu'r ymchwil hon.