

Nefndasvið Alþingis
b.t. atvinnuveganefndar
Austurstræti 8-10
150 Reykjavík

Alþingi
Erindi nr. P 140/1416
komudagur 5.3.2012

TILVITNUN YÐAR

30. mál 2011-2012

BRÉF YÐAR

TILVITNUN VOR

DAGSETNING

5. mars 2012

Efni: Umsögn RARIK Orkuþróunar ehf. um tillögu til þingsályktunar um rannsóknir á umfangi og nýtingarmöguleikum sjávarorku á Íslandi, 30. mál

Fyrir fjórum árum eða nánar tiltekið í febrúar 2008 var stofnað dótturfélag hjá RARIK ohf. sem ber heitið RARIK Orkuþróun ehf. og ætlað er að halda utan um ráðgjafa- og þróunarverkefni RARIK innanlands og erlendis. Það kemur því í hlut undirritaðs sem framkvæmdastjóra RARIK Orkuþróunar ehf. að gefa umsögn varðandi ofangreint efni.

Umrædd tillaga til þingsályktunar er á þessa leið:

Alþingi ályktar að fela iðnaðarráðherra að hefja vinnu við mat á umfangi og nýtingarmöguleikum sjávarorku við strendur Íslands, með áherslu á greiningu nýtingarkosta á þeim svæðum landsins sem ætla má að uppfylli hagkvæmnikröfur; jafnframt að byggja upp gagnagrunn um nýtingu sjávarorku og stuðla að framgangi tæknipróunar á þessu sviði. Einnig yrði kannað með hvaða hætti Ísland gæti orðið aðili að alþjóðlegu samstarfi um nýtingu sjávarorku.

RARIK Orkuþróun ehf. telur að hér sé um að ræða mikilvægt og verðugt verkefni til lengri tíma litið og lýsir fyrirtækið yfir stuðningi við tillöguna. Á árinu 2011 var heildar raforkuvinnsla hér á landi liðlega 17 TWh sem unnin var nær eingöngu með vatnsafli og jarðvarma. Leiða má líkum að því að sátt geti vart myndast um að nýta miklu meira en sem nemur öðru eins í viðbót eða um 17 TWh á næstu áratugum með áframhaldandi nýtingu á vatnsafli og jarðvarma þannig að heildar orkuvinnsla verði þá etv. um 34 TWh á ári. Hvað þá tekur við til þess að sinna áframhaldandi eftirspurn amk. til almennra nota er ekki ljóst en sjálfsagt er og nauðsynlegt fyrir okkur að rannsaka aðra möguleika af endurnýjanlegum orkugjöfum til raforkuvinnslu. Einn af þeim kostum sem rannsaka ber er nýting orku sjávar við strendur landsins en þar geta falist miklir möguleikar í framtíðinni.

Frá árinu 2001 hefur RARIK verið aðili að fyrirtækinu Sjávarorka ehf. ásamt heimamönnum í Stykkishólmi þar sem fyrirtækið er staðsett. Sjávarorka ehf. er félag sem stofnað var til þess að vinna að rannsóknum varðandi möguleika þess að koma á laggirnar sjávarfallavirkjun við Breiðafjörð sem byggir á svonefndum straumhverflum. Slík útfærsla gerir stíflugarða óþarfa og er talin hafa hverfandi áhrif á lífríkið. Aðaláhersla var lögð á það hjá fyrirtækinu að kortleggja

Það afl og þá orku sem eru í sjávarfallastraumum í innanverðum Breiðafirði. Það má segja að stórum áfanga hafi verið náð þegar það tókst að ljúka við samræmdar sjávarhæðamælingar á árinu 2007. Í kjölfar þess var unnið að því hjá VST (nú Verkís hf.) fyrir Sjávarorku ehf. að framlengja og kvarða straumfræðilíkan þeirra inn fjórðinn í byrjun ársins 2008 og voru niðurstöðurnar birtar í skýrslu sem gefin var út í apríl 2008.

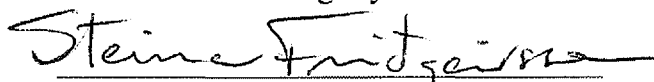
Sjávarorka ehf. sótti um rannsóknarleyfi í Hvammsfirði á Breiðafirði vegna sjávarfallavirkjunar, í september 2009 og var leyfið veitt í janúar 2010. Í febrúar sama ár var stjórnsýslukæra send til iðnaðarráðuneytisins vegna takmörkunar á rannsóknarleyfinu. Endanleg niðurstaða er ekki komin ennþá en skv. upplýsingum frá iðnaðarráðuneytinu er þar á bæ nú unnið að undirbúningi þess að breyta þeim lögum sem takamarka slíkar rannsóknir að óþörfu. Hafinn var undirbúningur við næstu skref í rannsóknum á svæðinu sem eru ítarlegri straummælingar en fyrirtækið á vandaðan mælibúnað til þess sem notaður hefur verið við Breiðafjörð, en er núna tímabundið í notkun hjá Siglingastofnun við Landeyjahöfn. Frá upphafi hefur verið stefnt að því að finna erlendan aðila sem hefur áhuga á að nýta sér þá aðstöðu og þekkingu sem aflað hefur verið og verður á vegum Sjávarorku ehf.

Í ársbyrjun 2011 var gefin út skýrsla um nýtingu sjávarfallastrauma í mynni Hvammsfjarðar í Breiðafirði sem unnin var af Níelsi Sveinssyni, sem var nemandi í meistaranámi við REYST háskólann. Auk styrks frá Orkusjóði var hann styrktur af Sjávarorku ehf. enda verkefnið unnið að miklu leyti í þágu fyrirtækisins. Vorið 2011 sótti RARIK Orkuþróun ehf. ásamt með 14 öðrum aðilum um 15 MISK styrk í nýstofnaðan sjóð til styrktar atvinnusköpun í sjávarbyggðum sbr. hjálögð gögn. Verkefnið nefndist: „Klasi um sjávarorku – Sjávarorkusetur“. Með því var stefnt að því að koma á fót setri í Stykkishólmi sem vinna skyldi að rannsóknum til framgangs virkjunar mismunandi forms sjávarorku til raforkuvinnslu á Íslandi. Auk þess að standa fyrir uppbyggingu á gagnasafni og samræma vinnu við rannsóknir á sjávarorku hér á landi var ætlunin að kortleggja það afl og þá orku sem eru í orku sjávar við strendur landsins alls. Ekki hlaut umsóknin framgang en þau fyrirtæki og háskólar sem komu að þessari umsókn hafa hug á því að taka þráðinn upp að nýju þegar tækifæri gefst.

RARIK Orkuþróun ehf. er á þeirri skoðun að mjög hæpið sé að Íslendingar fari að taka mikinn þátt í að þróa hverfla sjálfir á þessu sviði. Mjög víða erlendis er unnið að þróun slíkrar tækni og þar eru á ferðinni fyrirtæki sem eru mörg hver með margra áratuga reynslu í hönnun og smíði á alls konar hverflum til raforkuvinnslu. Að ætla sér að taka þátt í slíkri þróun er mjög kostnaðarsamt og vart á færi íslenskra orkufyrirtækja eða opinberra aðila hérlendis. Miklu nær er að eiga faglegt samstarf við aðila sem unnið hafa að hönnun og tækniþróun á þessu sviði.

F.h. RARIK Orkuþróunar ehf.

Virðingarfyllt


Framkvæmdastjóri

Hjál. Atvinnusköpun í sjávarbyggðum – Upplýsingar úr styrkumsókn, apríl 2011.

Atvinnusköpun í sjávarbyggðum

Upplýsingar um umsækjanda:

Nafn: Rarik Orkuþróun ehf.
Heimilisfang: Bildshöfða 9
Staður: 110 Reykjavík
Kt: 440308-0150
Vefsíða: www.red.is
Netfang: steinar@red.is

Tengiliður umsækjanda:

Nafn: Niels Sveinsson
Heimilisfang: Álfaskeiði 86, 2B
Staður: 220 Hafnarfirði
Kt: 200472-2929
Netfang: nielssveins@gmail.com
Gsm: 866 8686

Klasi um sjávarorku - Sjávarorkusetur

Eftirtalin fyrirtæki hafa tekið höndum saman fyrir þessa styrkumsókn í þeim tilgangi að hefja samstarf í formi Klasa um sjávarorku - Sjávarorkuseturs.

- Rarik Orkuþróun ehf. (RED)
- Landsvirkjun
- Stykkishólmsbær
- Sjávarorka ehf.
- Keilir, Miðstöð vísinda, fræða og atvinnulífs
- Vesturorka ehf.
- Orkubú Vestfjarða ohf.
- Vegagerðin
- Veðurstofa Íslands
- Siglingastofnun
- REYST
- Verkis hf.
- Hafrannsóknarstofnun
- IVT deild HÍ (iðnaðarverkfræði-, vélaverkfræði- og tölvunarfræðideild)
- Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Sótt um styrk að upphæð: 15.000.000,-/ári í þrjú ár.

Upplýsingar um verkefnið

Bakgrunnur - umsækjenda og samstarfsaðila

Eðli málsins samkvæmt er bakgrunnur allra tengdra aðila misjafn en allir aðilar hafa það sameiginlegt að áhugi, þekking og/eða reynsla á virkjun sjávarorku við Ísland til raforkuframleiðslu er til staðar, þó mismikið sé og á mismunandi sviðum.

Heiti verkefnis –

Klasi um sjávarorku – Sjávarorkusetur

Verkefnið í hnotskurn –

Stofnun Klasa um sjávarorku – Sjávarorkuseturs til að vinna að framgangi virkjunar mismunandi forms sjávarorku til raforkuframleiðslu á Íslandi.

Um hvaða verkþátt er sótt til Atvinnusköpunar í sjávarbyggðum

Stofnun Sjávarorkuseturs, kostun á tveimur starfsmönnum með aðsetur í Stykkishólmi, uppbyggingu gagnagrunns sem og skilgreiningar og framkvæmdar á nauðsynlegum skrefum í rannsóknum sem tengjast sjávarorku. Kanna og nýta möguleika Íslands til styrkja utan Íslands vegna virkjunar sjávarorku og/eða tengdum málum. Styðja við tækniþróun á Íslandi í tengslum við virkjun sjávarorku.

Lýsing á verkefninu –

Sjá nánar: Verkefnið (bls. 3)

Áætlaður markhópur –

Áætlaður markhópur eru allir aðilar sem á einhvern hátt tengjast virkjun sjávarorku til raforkuframleiðslu.

Samkeppni –

Hugmyndin að klasasamstarfinu er samvinna en ekki samkeppni

Staða hugmynda –

Myndun þessa klasasamstarfs hefur verið í gerjun nokkurra aðila í einhvern tíma og má þar nefna Rarik Orkuþróun ehf., Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Sjávarorku ehf., Valorku ehf. og jafnvel fleiri aðila sem tengjast á einhvern hátt sjávarorku við Ísland.

Lýsing á væntum - árangri fyrir sjávarbyggðir

Sjá nánar í: Hlutverk og ávinningur (bls. 7-10)

Verkefnið

Samantekt yfir íslensk sjávarorkuverkefni

Fyrsta skref Sjávarorkusetursins er að gera samantekt yfir öll þau verkefni sem hafa verið unnin eða eru í vinnslu og tengjast virkjun sjávarorku á Íslandi ásamt uppbyggingu og skipulagningu gagnabanka í samvinnu við alla samstarfsaðila.

Mikilvægt er að nota alla þá reynslu og upplýsingar sem þegar hefur verið aflað við gerð áætlunar um frekari rannsóknir á möguleikum til virkjunar sjávarorku við strendur landsins. Umtalsverð vinna hefur þegar verið unnin af nokkrum mismunandi aðilum og er eðlilegt að álykta sem svo að umtalsvert betri nýting verði á vinnu og fjármunum í framhaldi ef öll sú vinna er nýtt til áframhaldandi verka á sviði sjávarorku.

Þau verkefni sem vítað er nú þegar að hafi verið unnin er skoðun á möguleika til virkjunar strauma undir hugsanlegri brú yfir Þorskafjörð. Verkefni unnið af Vesturorku ehf.

Sjávarorka ehf. með skoðun á virkjun sjávarfalla við mynni Hvammsfjarðar. Búið er að gera ítarlega orkuútreikninga sem og forskoðun á hagkvæmni slíkrar virkjunar. Komin eru tengsl við lágmark tvö erlend fyrirtæki sem eru að þróa hverfla til virkjunar sjávarorku, RusHydro (Rússlandi) annars vegar og Blue Energy (Kanada) hins vegar. Blue Energy sérhæfir sig í virkjun sjávarstrauma undir brúm.

Auk þessa hafa aðrir aðilar unnið umtalsverða vinnu virkjun sjávarorku við Ísland til framgangs og er bæði ásetningur og vilji allra samstarfsaðila að Sjávarorkusetur opni dyr sínar fyrir öllum þeim verkefnum sem tengjast á einhvern hátt framgangi virkjunar sjávarorku við Ísland.

Sjávarfallastraumar

Einn hluti verkefnisins verður stuðningur við þau verkefni sem þegar eru hafin og má þar nefna Sjávarfallavirkjun í mynni Hvammsfjarðar á vegum Sjávarorku ehf. sem og skoðun á virkjun undir hugsanlegri brú yfir Þorskafjörð á vegum Vesturorku ehf. Sveitarfélagið Árborg hefur einnig sýnt því áhuga að virkja strauma Ölfusár til raforkuframleiðslu. Þó að það verkefni sé ekki tengt sjávarorku má leiða að því líkum að tæknin sem verði notuð sé byggð á sömu lögmálum og því gæti slíkt verkefni einnig notið góðs af vinnu og erlendum tengslum Sjávarorkusetursins.

Kortlagning á þeim stöðum við strendur Íslands þar sem sjávarfallavirkjanir gætu verið raunhæfur kostur sem og nauðsynlegar rannsóknir þar að lútandi (straummælingar, magn sjávarflutnings o.s.frv.). Samantekt í samvinnu við Vegagerðina um kortlagningu á möguleikum þess að virkja sjávarstrauma undir brúm, bæði núverandi brúm sem og fyrirhuguðum.

Ekki er svigrúm til að halda ítarlega tölu hér um öll verkefni sem þegar hafa verið unnin, enda ekki markmið á neinn hátt að gera upp á milli verkefna eða framkvæmdaraðila.

Hafstraumar

Kortlagning á hafstraumum við strendur landsins, í röstum og við annes eða hvar þar sem rökstuddur grunur er um nægjanlegan straumhraða svo virkjun hans geti verið hagkvæm miðað við núverandi tækni og fyrirsjáanlega þróun.

Samstarf verður haft við Siglingastofnun, Hafrannsóknarstofnun og aðra ef þurfa þykir varðandi vænlegar staðsetningar til straummælinga sem og straummælingarnar sjálfar. Að sama skapi er eðlilegt að leita til heimamanna á hverju svæði fyrir sig til að fá álitsgjöf reyndra sjómanna hvað þær staðsetningar varðar.

Í öllum tilfellum yrði reynt eftir því sem hægt er að kaupa þjónustu af heimamönnum hvernar mælistöðvar fyrir sig.

Ölduvirkjanir

Kortlagning á möguleikum til virkjunar ölduorku við strendur Íslands, þar með bæði möguleika á opnum sjó sem og við strendur (virkjun við fjöruborð) þar sem ólík tækni er notuð.

Áætluð orka í öldum er reiknuð út eftir gögnum frá Siglingastofnun (ölduhæð, sveiflutíma aldna og meðal öldustefnu), bæði er stuðst við upplýsingar fengnar úr öldudufllum sem og reiknilíkani Siglingastofnunar. Byrjað er að greina vænlega staði til ölduvirkjunar og í framhaldi vinna áfram með Siglingastofnun við ítarlegri útreikninga á ölduorku á þeim stöðum og nær landi en mögulegt er í dag með sjávarfallareiknilíkani Siglingastofnunar, þar sem þurfa þykir.

Seltuvirkjun (osmose)

Möguleiki á svokölluðum seltuvirkjunum hafa þegar verið skoðað í nokkrum mæli á Íslandi, samanber samvinnuverkefni Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands og Orkubús Vestfjarða við Mjólkárviðvar. Fylgst er með þróun á þeirri tækni og mat lagt á raunhæfi þessarar tækni til raforkuframleiðslu í samvinnu við þá aðila sem þegar hafa slík verkefni á sinni könnu.

Hitasigulsvirkjun (OTEC)

Hitastigulsvirkjun er ákveðin tegund sjávarorkuvirkjunar en þar er orka sem myndast við hitamismun sjávar virkjuð, þ.e. kaldur sjór af miklu dýpi vs. hlýrri sjór við yfirborð. Þessi tækni hefur verið í skoðun og þróun í nokkurn tíma en þó hefur möguleiki á nýtingu hennar við Ísland ekki verið skoðaður enn, eftir bestu vitund umsækjenda.

Ekki er talið að þurfi ítarlegar rannsóknir víða um landið svo hægt sé, með nokkuð ábyggilegum hætti, að meta fýsileika þessarar tækni sem viðbót í raforkuframleiðslu á Íslandi.

Samantekt og skýrslugerð

Við lok verkefnisins verður gerð skýrsla, eins konar samantekt yfir staðsetningar og möguleika þeirra með tilliti til virkjunar sjávarorku til raforkuframleiðslu.

Þó er ekki gert ráð fyrir lokun Sjávarorkusetursins að þessum þremur árum liðnum heldur frekar að það hafi fest sig vel í sessi sem miðstöð sjávarorku á Íslandi og verði áfram starfrækt sem slíkt.

Verkátun

Verkátun:		2011											
Verkþáttur/mánuðir		Jan	Feb	Mar	Apr	Maí	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des
2.1 Samantekt yfir íslensk sjávarorkuverkefni													
2.2 Sjávarfallastraumar													
2.3 Hafstraumar													
2.4 Ölduvirkjanir													
2.5 Seltuvirkjun (osmose)													
2.6 OTEC													
2.7 Samantekt og skýrslugerð													

Verkátun:		2012											
Verkþáttur/mánuðir		Jan	Feb	Mar	Apr	Maí	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des
2.1 Samantekt yfir íslensk sjávarorkuverkefni													
2.2 Sjávarfallastraumar													
2.3 Hafstraumar													
2.4 Ölduvirkjanir													
2.5 Seltuvirkjun (osmose)													
2.6 OTEC													
2.7 Samantekt og skýrslugerð													

Verkátun:		2013											
Verkþáttur/mánuðir		Jan	Feb	Mar	Apr	Maí	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des
2.1 Samantekt yfir íslensk sjávarorkuverkefni													
2.2 Sjávarfallastraumar													
2.3 Hafstraumar													
2.4 Ölduvirkjanir													
2.5 Seltuvirkjun (osmose)													
2.6 OTEC													
2.7 Samantekt og skýrslugerð													

Verkátun:		2014											
Verkþáttur/mánuðir		Jan	Feb	Mar	Apr	Maí	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des
2.1 Samantekt yfir íslensk sjávarorkuverkefni													
2.2 Sjávarfallastraumar													
2.3 Hafstraumar													
2.4 Ölduvirkjanir													
2.5 Seltuvirkjun (osmose)													
2.6 OTEC													
2.7 Samantekt og skýrslugerð													

<input type="checkbox"/> Meiri áhersla lögð á tengd verkefni
<input type="checkbox"/> Minni áhersla lögð á tengd verkefni

Kostnaðaráætlun

Rekstrarkostnaður:	MISK/ári
Húsnæði: með hita og rafmagni, sími og internet, almennur rekstur	2,0
Starfsmenn, 2 stóðugildi	14,0
Aðkeypt vinna/þekking	3,0
Ferðakostnaður og samvinna við erlenda aðila	2,0
Öflun og úrvinnsla gagna um hafstrauma	4,0
Öflun og úrvinnsla gagna um öiduorku	2,0
Uppfærsla og viðbætur við sjávarorkuflíkan	2,5
Vefsíðugerð	0,5
ALLS:	30,0

Framlag frá aðilum Sjávarorkuseturs

Rarik Orkuþróun (RED): í formi húsnæðis, gagna og vinnu	2,0
Landsvirkjun: í formi gagna og vinnu	2,0
Nýsköpunarmiðstöð Íslands: í formi gagna og vinnu	1,0
Stykkishólmsbær: í formi fjármagns og vinnu.	1,0
Sjávarorka ehf.: í formi fjármagns, gagna og vinnu.	1,0
Keilir, Miðstöð vísinda, fræða og atvinnulífs: í formi gagna og vinnu.	1,0
Vesturorka: í formi gagna og vinnu.	0,5
Orkubú Vestfjarða: í formi fjármagns, gagna og vinnu.	1,0
Vegagerðin: í formi gagna og vinnu.	0,5
Siglingastofnun: í formi gagna og vinnu.	1,5
Verkis: í formi gagna og vinnu	1,0
Veðurstofa Íslands: í formi gagna og vinnu	0,5
Hafrannsóknarstofnun: í formi gagna og vinnu	1,0
REYST: í formi þekkingar og vinnu	0,5
Háskóli Íslands, IVT deild: í formi þekkingar og vinnu	0,5
ALLS:	15,0

Hlutverk

Hlutverk Sjávarorkuseturs er að vera miðstöð upplýsinga- og þekkingarmiðlunar sem tengist sjávarorku við Ísland og virkjun hennar. Til styrkingar umsókninni er bent á Tillögu til þingsályktunar í fytgiskjölum umsóknarinnar.

Helstu verkefni eru:

Uppbygging gagnagrunns:

Mikilvægt er að sú reynsla og þekking á sjávarorku sem og mögulegri virkjun hennar öðlist eitt heimili á Íslandi. Þannig eru mestir möguleikar á að virkjun sjávarorku verði nýr og raunhæfur virkjunarkostur á Íslandi.

Stuðningur við tækniþróun:

Mikilvægt er að Sjávarorkusetrið styðji við þróun á tækni til að virkja sjávarorku á Íslandi. Setrið getur veitt íslenskum aðilum stuðning við nálgun á erlend fyrirtæki og/eða stofnanir þar sem þess er þörf og möguleikar til að veita íslenski tækni framgang.

Alþjóðasamstarf:

Ekki er raunhæft að Íslendingar geti sjálfir metið það hlutfall sem mögulegt og/eða raunhæft er að virkja úr þeirri sjávarorku sem er til staðar án samvinnu við fyrirtæki sem eru framarlega í þróun á slíkri tækni. Sama gildir um rekstrarkostnað slíkra virkjana. Í dag eru nokkrir aðilar á Íslandi komnir í tengslum og/eða formlegt samstarf með erlendum aðilum og má þar nefna sem dæmi Sjávarorku ehf., Keili, Miðstöð vísinda, fræða og atvinnulífs og Vesturorku ehf.

Eðlilegt er að leiða að því líkum að betri nýting fengist bæði á þekkingu og fjármagn ef aðilar miðla upplýsingum og vinna saman í framgangi þeirra verkefna á Íslandi er snúa að virkjun sjávarorku. Aðild að alþjóðasamtökum á sviði sjávarorkunýtingar gæti reynst Íslendingum mjög gagnleg, svo sem við upplýsingaöflun og verkefnasamstarf. Ísland er nú þegar aðili að Alþjóðaorkuráðinu og alþjóðasamstarfi á sviði endurnýjanlegrar orku, sem gæti nýst að einhverju marki í þessum efnum. Rétt væri að skoða einnig aðild að IEA-OES sem er alþjóðasamstarf um nýtingu sjávarorku á vegum Alþjóðaorkumálastofnunarinnar.

Samvinna með háskólunum:

Vettvangur þar sem háskólanemar geta fengið hugmyndir að lokaverkefnum og unnið þau í samstarfi við Sjávarorkusetrið beint eða með tilstilli setursins og unnið beint með fyrirtækjum að tengdu efni. Einnig samstarf við erlenda háskóla, ýmist beint eða í samvinnu við íslenska skóla.

Ávinningur

Markmið

Markmið verkefnisins er skýrt, að áætla umfang og möguleika á virkjun mismunandi forms sjávarorku við Ísland til raforkuframleiðslu ásamt því að kortleggja þá valkosti. Við kortlagningu þeirra verður fýsileika mismunandi staðsetninga og aðferða gefin einkunn eftir mismunandi forsendum með mismunandi vægi, t.d. samanber eftirfarandi.

- Orkumagn
- Umhverfisáhrif
- Aðgengi staðsetningarinnar
- Möguleiki og kostnaður við tengingu inn á raforkudreifikerfi

Við fýsileikaflokkun mögulegra virkjunarstaða væri eðlilegt að skoða hvort ekki sé hægt að styðjast við þá flokkun sem notuð var í Rammaáætlun, þó ekki sé hægt að yfirfæra alla þætti gæti einkunnagjöfin verið byggð á sama grunni til að auðvelda skilning fagfólks á niðurstöðunum.

Nýnæmi

Þar sem um er að ræða sjávarorku væri slík virkjun ávalt háð vinnuafli frá nærliggjandi sjávarplássum að stærstu leyti, auk þess að um ræðir uppbyggingu nýrrar atvinnugreinar á Íslandi. Að sama skapi er rekstrarkostnaður slíkra virkjana hærrí en hefðbundinna vatnsaflsvirkjana, sem oft er á bilinu 1-2 %, svo að reikna má með að rekstrarkostnaður virkjana verði ekki lægri en 3% af stofnkostnaði á ári. Því er ekki óeðlilegt að leiða að því líkum að sjávarorkuvirkjun skili umtalsverðum fjármunum til þess byggðarlags sem hýsir slíka virkjun, bæði beint sem skattgreiðandi, sem vinnuveitandi og ekki síður gegnum afleidd störf og þjónustu.

Markaðsfærsla

Erfitt er að greina þörf markaðarins á nýjum sjálfbærum orkugjöfum en það er þó staðreynd að raforkuframleiðendur á Íslandi hafa sýnt möguleikanum á virkjun sjávarorku mikinn áhuga síðustu misseri. Einnig hefur komið fram áhersla stjórnvalda á skoðun annarra valkosta til raforkuframleiðslu en Ísland hefur nýtt hingað til, þ.e. hefðbundið vatnsafl og jarðhita, hafa umhverfissjónarmið ráðið þar mestu um. Hefur Landsvirkjun þegar sagt opinberlega að ætlunin sé að tvöfalda raforkuframleiðslu Íslands á næstu 15 árum. Sjávarorka gæti orðið raunhæfur kostur sem viðbót inn í þá stóru mynd.

Með markvissri tengingu við erlenda aðila og samvinnu gæti Ísland orðið ákjósanlegur staður við þróun á tækni við virkjun mismunandi forms sjávarorku.

Kostnaðaráætlanir

Erfitt er að áætla nákvæman kostnað á magn nauðsynlegra straummælinga, sem dæmi, fyrr en góð kortlagning á þeim upplýsingum sem þegar eru til liggur fyrir. Þó er vitað að litlar sem engar straumælingar hafa verið gerðar við annes og/eða rastir þar sem möguleiki er á nægjanlega miklum straumhraða svo virkjun hans geti orðið hagkvæm. Því er hægt að segja með vissu að umtalsverðra mælinga er þörf.

Það sama gildir um útreikninga á ölduorku og uppfærslur á sjávarfallalíkani Siglingastofnunar, þ.e. þetta möskva líkansins svo ítarlegri útreikningar verði mögulegir sem og útreikningar fyrir orku nær landi en nú er mögulegt að gera.

Mikið af upplýsingum og tengingum við erlenda aðila er þegar til og má þar nefna samvinnu Sjávarorku við RusHydro við arðsemismat á sjávarfallavirkjun við mynni Hvammsfjarðar, samvinnu Vesturorku við erlendan túrbínuframleiðanda og samvinnu Keilis við European Marine Energy Centre (EMEC).

Verkefninu sem slíku er ekki ætlað að skila arði heldur nýta betur það fjármagn sem sett er í mál er tengjast að einhverju leiti sjávarorku við Ísland og í framhaldi, byggja upp nýja atvinnugrein, þ.e. virkjun sjávarorku til raforkuframleiðslu.

Það skiptir sköpum fyrir verkefnið að fá styrk frá Atvinnusköpun í sjávarbyggðum og aðkoma allra þeirra fyrirtækja sem standa að klasanum sýnir einhug þeirra svo markviss vinna við skoðun á möguleikum Íslands til virkjunar sjávarorku geti orðið að veruleika.

Ávinningur fyrir sjávarbyggðir

Auk tveggja fastra starfsmanna verkefnisins, með aðsetur í Stykkishólmi, verða óhjákvæmilega mörg afleidd störf, sérstaklega á síðari stigum verkefnisins.

Virkjun sjávarorku - almennt

Mikil þróun hefur átt sér stað undanfarin áratug hvað virkjun sjávarorku varðar. Mikil áhersta hefur verið á sjávarorku í Bretlandi þar sem þrjú fyrirtæki hafa þegar þróað og prófað straumhverfla um eða yfir 1MW að stærð.

Open Hydro Ltd. er írskt fyrirtæki og er þegar í samstarfi við Nova Scotia Power (Kanada) um uppsetningu á straumhverflagarði í Bay of Fundy. Búið er að keyra einn 1 MW hverfil þar síðan árið 2008. Open Hydro fékk á síðasta ári styrk til áframhaldandi þróunar að upphæð 1,85 milljón punda ásamt því að auka hlutfé um 2 milljónir punda með innkomu Bord Gáis Energy.

Marine Current Turbines Ltd. er fyrirtæki staðsett í Englandi og hefur þróað 1,2 MW hverfil sem þegar framleiðir rafmagn inn á raforkudreifikerfi þar í landi. Í bigerð er 5 MW hverflagarður (4 hverflar) í Kyle Rhea, milli Isle of Skye og meginlands Skotlands, verkefni sem ætti að sjá um 4.000 heimilum fyrir rafmagn og áætlað að kosti um 35 milljónir punda.

Á teikniborðinu er einnig 10 MW verkefni utan við norðvestur strönd Anglesey, Wales, áætlaður kostnaður um 70 milljón pund.

Lunar Energy Ltd. er staðsett í Skotlandi og hefur einnig þróað og prófað hverfi í virkjanastærð (1 MW). Fyrirtækið er í samvinnu við Midland Power í Kóreu um gerð á 300 MW straumhverfla-garði í Wando Hoenggan Water Way.

Norska fyrirtækið Hammerfest Ström er með á teikniborðinu, í samvinnu við ScottishPower Renewables tvö verkefni, 10 MW straumhverflagarð í Sound of Islay og annan 95 MW í Duncansby Head. Þess má geta að Hammerfest Ström er samstarfsaðili Keilis sem og Rarik Orkuþróunar ehf.

Þessi dæmi eru aðeins lítið brot af þeim verkefnum sem ýmist eru á teikniborðinu eða lengra komin. Má þar nefna hugmyndir um stór verkefni í Rússlandi á vegum RusHydro með nýrri tegund hverfils (þróuðum á gömlum grunni). En RusHydro veitti einmitt aðstoð við kostnaðarmat og aflútreikninga í arðsemismati á sjávarfallavirkjun við mynni Hvammsfjarðar, gerðu af Nielsi Sveinsyni fyrir Sjávarorku ehf.

European Marine Energy Centre (EMEC) má segja að sé einskona rannsóknarsetur fyrir aðila sem eru að þróa tækni til virkjunar sjávarorku, það fyrsta sinnar tegundar í heiminum og er staðsett í Orkneyjum. Til að gefa enn frekari sýn á þá grósku sem er í þróun tækni til virkjunar sjávarorku þá eru 115 aðilar skráðir hjá EMEC með tækni í þróun til að virkja ölduorku og 77 aðilar í virkjun sjávarstrauma. EMEC er samstarfsaðili Keilis.

Fygiskjal B.

Grunnupplýsingar um „The European Marine Energy Centre Ltd.“ (EMEC), skilgreiningu á þeirri tækni sem notuð er til að virkja öldu og listi yfir þá aðila sem þegar eru komnir inn til EMEC til að þróa sína tækni.

EMEC's Mission Statement is:

"To be the internationally acknowledged leading test and certification centre for marine energy converters."

The main services EMEC offers to the Marine renewable industry are:

Provision of Wave and Tidal testing capabilities:

- Independent assessment of devices' energy conversion capabilities, structural performance and survivability
- Assistance with Grid connection and ROCs (Renewable Obligations Certificate) accreditation
- Real-time monitoring of meteorological and marine resource conditions
- Extensive assistance with consent & regulatory issues
- Opportunity to join EMEC's Monitoring Strategy
- Extensive local research and engineering support
- Nearby access to sheltered water and harbours
- Office and data centre support

Consultancy and Service provision

- Provision of off-site testing validation
- Provision of consultancy on all aspects of design and operation of marine test centres
- Provision of data and marine services

Projects and Research

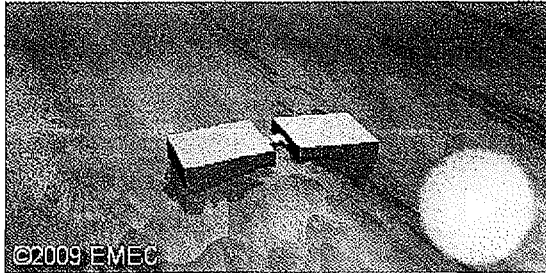
- Provision of specialist resources for all projects related to Marine Renewable research specifically related to a Marine Test site.

EMEC operates within a UKAS accredited integrated management system, which incorporates Quality Health & Safety and Environmental standards. This means we can offer independent, internationally recognised verification of the performance of devices which come to test at EMEC.

Wave Devices

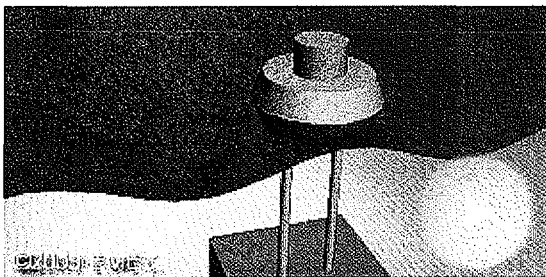
Ocean waves are created by the interaction of wind with the surface of the sea. The size of the waves is determined by the wind (speed, period and fetch), bathymetry of the seafloor (which can focus or disperse the energy of the waves) and currents. Waves have the potential to provide a completely sustainable source of energy which can be captured and converted into electricity by wave energy converter (WEC) machines. These WEC'S have been developed to extract energy from shoreline out to the deeper waters offshore.

We have identified six main types of WEC:



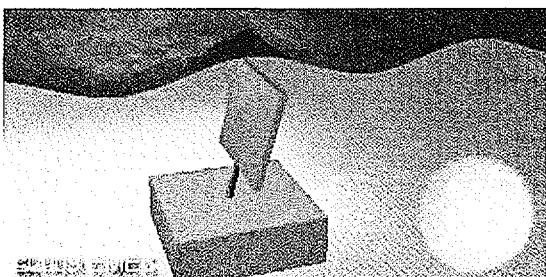
A) Attenuator

An attenuator is a floating device which works parallel to the wave direction and effectively rides the waves. Movements along its length can be selectively constrained to produce energy. It has a lower area parallel to the waves in comparison to a terminator, so the device experiences lower forces.



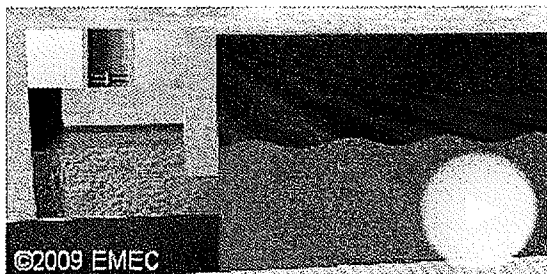
B) Point absorber

A point absorber is a floating structure which absorbs energy in all directions through its movements at/near the water surface. The power take-off system may take a number of forms, depending on the configuration of displacers/reactors.



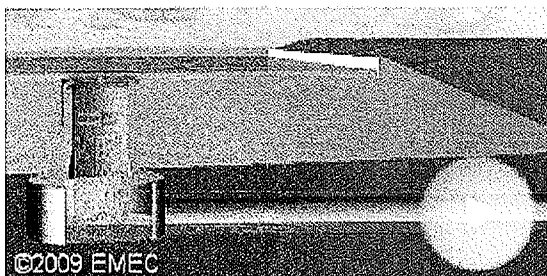
C) Oscillating Wave Surge Converter

This device extracts the energy caused by wave surges and the movement of water particles within them. The arm oscillates as a pendulum mounted on a pivoted joint in response to the movement of water in the waves.



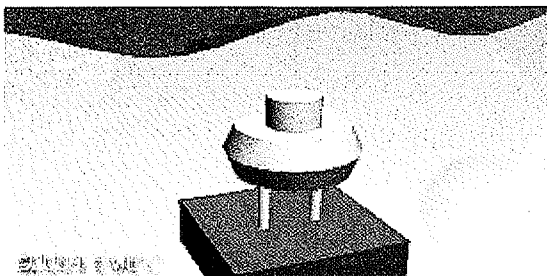
D) Oscillating water column

An oscillating water column is a partially submerged, hollow structure. It is open to the sea below the water line, enclosing a column of air on top of a column of water. Waves cause the water column to rise and fall, which in turn compresses and decompresses the air column. This trapped air is allowed to flow to and from the atmosphere via a turbine, which usually has the ability to rotate regardless of the direction of the airflow. The rotation of the turbine is used to generate electricity.



E) Overtopping device

This type of device relies on physical capture of water from waves which is held in a reservoir above sea level, before being returned to the sea through conventional low-head turbines which generates power. An overtopping device may use collectors to concentrate the wave energy.



F) Submerged pressure differential

These devices are typically located nearshore and attached to the seabed. The motion of the waves causes the sea level to rise and fall above the device, inducing a pressure differential in the device. The alternating pressure can then pump fluid through a system to generate electricity.

G) Other

This covers those devices with a unique and very different design to the more well-established types of technology or if information on the device's characteristics could not be determined. For example the Wave Rotor, is a form of turbine turned directly by the waves. Flexible structures have also been suggested, whereby a structure that changes shape/volume is part of the power take-off system.

Wave Developers

The following table contains a list of the wave energy concepts known to EMEC. This list is alphabetical by company name and is not intended to infer any endorsement by EMEC of the concept or the companies concerned. The immature nature of the industry means that some of the categorisation of devices may not perfectly fit the simplified assessment made for this web site. If you have any additions or amendments, please [contact us](#).

Note: details on the device type can be found at [Wave Energy Devices](#)

COMPANY	TECHNOLOGY	DEVICE TYPE	COUNTRY BASE
Able Technologies L.L.C.	Electric Generating Wave Pipe	B	USA
Applied Technologies Company Ltd	Float Wave Electric Power Station	B	Russia
Aquamarine Power	Oyster	C	UK
Atmocean	Atmocean	B	USA
AW Energy	Waveroller	C	Finland
AWS Ocean Energy	Archimedes Wave Swing	F	UK
Balkee Tide and Wave Electricity Generator	TWPEG	B	Mautitius
BioPower Systems Pty Ltd	bioWave	C	Australia
Bourne Energy	OceanStar ocean power system	G	USA
Brandl Motor	Brandl Generator	B	Germany
Caley Ocean Systems	Wave Plane		UK/Denmark
Checkmate Seaenergy UK Ltd.	Anaconda	G	UK
College of the North Atlantic	Wave Powered Pump		Canada
Columbia Power Technologies	Direct Drive Permanent Magnet Linear Generator Buoy / Permanent Magnet Rack and Pinion Generator Buoy / Contact-less Force Transmission Generator Buoy	B	USA
C-Wave	C-wave	A	UK
Daedalus Informatics Ltd	Wave Energy Conversion Activator	C	Greece
Delbuoy	Wave Powered Desalination	B	USA
DEXA WAVE Energy	DEXA WAVE Converter	A	Denmark

<u>Ecofys</u>	Wave Rotor	G	Netherlands
<u>Ecole Centrale de Nantes</u>	SEAREV	B	France
<u>Edinburgh University</u>	Sloped IBS Buoy	A	UK
<u>ELGEN Wave</u>	Horizon Platform	B	USA
<u>Embley Energy</u>	Sperboy	D	UK
<u>Energias de Portugal</u>	Foz do Douro breakwater	D	Portugal
<u>ETYMOL</u>	ETYMOL	G	Chile
<u>Euro wave energy</u>	Floating absorber	B	Norway
<u>Float Inc.</u>	Pneumatically Stabilized Platform	B	USA
<u>Floating Power Plant ApS (F.P.P.)</u>	Poseidon's Organ	C	Denmark
<u>Fobox AS</u>	FO3	B	Norway
<u>Fred Olsen & Co./Ghent University</u>	SEEWEC	B	Norway / EU
<u>GEEdwardCook</u>	Syphon Wave Generator	F	USA
<u>GEEdwardCook</u>	Floating Wave Generator	A	USA
<u>Grays Harbor Ocean Energy Company</u>	Titan Platform	D	USA
<u>Green Ocean Energy Ltd</u>	Ocean Treader WEC	A	UK
<u>Greencat Renewables</u>	Wave Turbine	A	UK
<u>GyroWaveGen</u>	GyroWaveGen	G	USA
<u>Hydam Technology</u>	McCabe Wave Pump	A	Ireland
<u>Hidroflot s.l.</u>	Multi cell platforms	B	Spain
<u>Independent Natural Resources</u>	SEADOG	B	USA
<u>Indian Wave Energy Device</u>	IWAVE	B	India
<u>Ing Arvid Nesheim</u>	Oscillating Device	B	Norway
<u>Instituto Superior Tecnico</u>	Pico OWC	D	Portugal
<u>Intention as</u>	Intention Offshore Wave Energy Converter	G	Norway
<u>Interproject Service (IPS) AB</u>	IPS OWEC Buoy	B	Sweden
<u>JAMSTEC</u>	Mighty Whale	E	Japan
<u>Jospa Ltd</u>	Irish Tube Compressor (ITC)	G/E	Ireland
<u>Joules Energy Efficiency Services Ltd</u>	TETRON	B	Ireland
<u>Lancaster University</u>	PS Frog	B	England
<u>Langlee Wave Power</u>	Langlee System	C	Norway
<u>Leancon Wave Energy</u>	Multi Absorbing Wave Energy Converter (MAWEC)	D	Denmark
<u>Manchester Bobber</u>	Manchester Bobber	B	UK
<u>Martifer Energia</u>	FLOW	A	Portugal

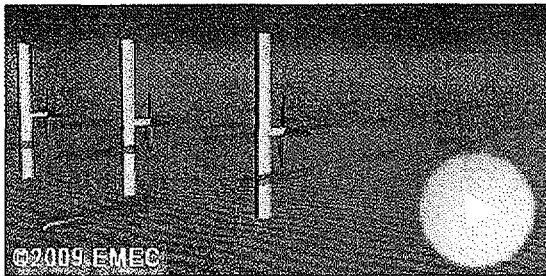
<u>Motor Wave</u>	Motor Wave	B	Hong Kong
<u>Muroran Institute of Technology</u>	Pendulor		Japan
<u>Nautilus</u>	Wave Energy Converter for near shore deployment. Buoy driven piston driving pressurised air to onshore energy converter	B	Israel
<u>Neptune Renewable Energy Ltd</u>	Triton	C	UK
Neptune Systems	MHD Neptune	G	Netherlands
<u>Norwegian University of Science and Technology</u>	CONWEC	B	Norway
<u>Ocean Energy Industries, Inc.</u>	WaveSurfer	B	USA
<u>Ocean Energy Ltd</u>	Ocean Energy Buoy	D	Ireland
<u>Ocean Harvesting Technologies</u>	Ocean Harvester	A	Sweden
<u>Ocean Motion International</u>	OMI Combined Energy System	B	USA
<u>Ocean Navitas</u>	Aegir Dynamo	B	UK
<u>Ocean Power Technologies</u>	Power Buoy	B	UK / USA
<u>Ocean Wave and Wind Energy</u>			Norway
<u>Ocean Wave Energy Company</u>	OWEC	F	USA
<u>Ocean Wavemaster Ltd</u>	Wave Master	G	UK
Oceanic Power	Seaheart		Spain
<u>Oceanlinx (formerly Energetech)</u>	Denniss-Auld Turbine	D	Australia
<u>Oceantec Energias Marinas, S.L.</u>	Oceantec Energy Converter	A	Spain
<u>Offshore Islands Limited</u>	Wave Catcher	G	USA
Offshore Wave Energy Ltd	OWEL Energy Converter		UK
<u>OWWE (Ocean Wave and Wind Energy)</u>	Wave Pump Rig	B	Norway
<u>Pelagic Power AS</u>	PelagicPower	B	Norway
<u>Pelamis Wave Power</u>	Pelamis	A	UK
<u>Pontoon Power</u>	Pontoon Power Converter	A	Norway
<u>Renewable Energy Holdings</u>	CETO	B	AUS / UK
Renewable Energy Pumps	Wave Water Pump (WWP)	D	USA
<u>Resolute Marine Energy, Inc</u>	Resolute WEC	B	USA
Rothman Energy Systems	Rothman Energy Systems	B	USA
<u>Sara Ltd</u>	MHD Wave Energy Conversion (MWEC)	G	USA
<u>SDE</u>	S.D.E	C	Israel

<u>Sea Power International AB</u>	Streamturbine		Sweden
<u>Seabased AB</u>	Linear generator (Islandsberg project)	B	Sweden
<u>SeaNergy</u>	SeaNergy	F	Israel
<u>SeaVolt Technologies</u>	Wave Rider	B	USA
<u>Seawood Designs Inc</u>	SurfPower	B	Canada
<u>SEEWEC Consortium</u>	FO3 device, previously as Buldra	B	UK
<u>SeWave Ltd</u>	OWC	D	Faroe Islands
<u>Sieber Energy Inc</u>	SieWave		Canada
<u>SRI International</u>	Generator utilizing patented electroactive polymer artificial muscle (EPAMT) technology		USA
<u>Straumekraft AS</u>	Winch operated buoy	B	Norway
<u>Swell Fuel</u>	Lever Operated Pivoting Float	B	USA
<u>Swell Fuel</u>	Swell Fuel	A	USA
<u>SyncWave</u>	SyncWave	B	Canada
<u>Trident Energy Ltd, Direct Thrust Designs Ltd</u>	The Linear Generator	B	UK
<u>Union Electrica Fenosa of Spain</u>	OWC	D	Spain
<u>University of Edinburgh</u>	Salter's Duck	A	N.A.
<u>Vigor Wave Energy AB</u>	Vigor Wave Energy Converter	A	Sweden
<u>Vortex Oscillation Technology ltd</u>	Vortex oscillation	A	Russia
<u>Wave Dragon</u>	Wave Dragon	E	Wales / Denmark
<u>Wave Energy</u>	Seawave Slot-Cone Generator	E	Norway
<u>Wave Energy Centre (WaVEC)</u>	Pico plant	D	Portugal
<u>Wave Energy Technologies Inc.</u>	WET EnGen™	B	Canada
<u>Wave Energy Technology</u>	(WET-NZ)	B	New Zealand
<u>Wave Power Group</u>	Salter Duck, Sloped IPS	A	UK
<u>Wave Star Energy ApS</u>	Wave Star	B	Denmark
<u>Waveberg Development</u>	Waveberg	B	Canada
<u>WaveBob Limited</u>	Wave Bob	B	Ireland
<u>Voith Hydro Wavegen</u>	Limpet	D	UK
<u>Wavemill Energy</u>	Wavemill		Canada
<u>WavePiston</u>	WavePiston	A	Denmark
<u>WavePlane Production</u>	Wave Plane	E	Denmark
<u>Wello OY</u>		A	Finland
<u>WindWavesAndSun</u>	WaveBlanket	G	USA

Tidal Devices

Tidal energy exploits the natural ebb and flow of coastal tidal waters caused principally by the interaction of the gravitational fields of the earth, moon and sun. The fast sea currents are often magnified by topographical features, such as headlands, inlets and straits, or by the shape of the seabed when water is forced through narrow channels. The tidal stream devices which utilise these currents are broadly similar to submerged wind turbines and are used to exploit the kinetic energy in tidal currents. Due to the higher density of water, this means that the blades can be smaller and turn more slowly, but they still deliver a significant amount of power. To increase the flow and power output from the turbine, concentrators (or shrouds) may be used around the blades to streamline and concentrate the flow towards the rotors.

We have identified four main types of Tidal Energy Convertors (TEC):



A) Horizontal axis turbine

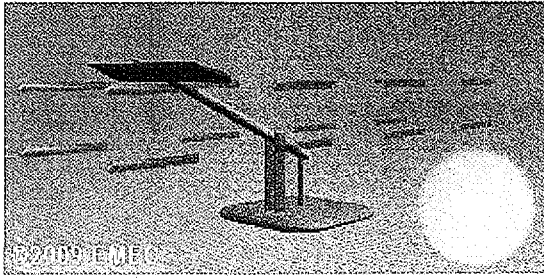
This device extracts energy from moving water in much the same way as wind turbines extract energy from moving air. Devices can be housed within ducts to create secondary flow effects by concentrating the flow and producing a pressure difference



B) Cross-axis turbine

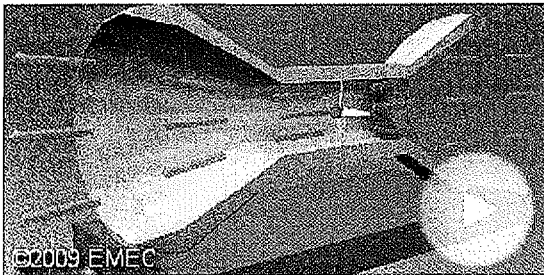
Vertical - This device extracts energy from moving in a similar fashion to that above, however the turbine is mounted on a vertical axis.

Horizontal - This device is essentially a vertical cross axis turbine orientated horizontally. This turbine configuration allows for deployment in shallow water.



C) Oscillating Hydrofoil

A hydrofoil attached to an oscillating arm and the motion is caused by the tidal current flowing either side of a wing, which results in lift. This motion can then drive fluid in a hydraulic system to be converted into electricity.



D) Enclosed Tips (Venturi)

By housing the device in a duct, this has the effect of concentrating the flow past the turbine. The funnel-like collecting device sits submerged in the tidal current. The flow of water can drive a turbine directly or the induced pressure differential in the system can drive an air-turbine.

E) Other Designs

This covers those devices with a unique and very different design to the more well-established types of technology or if information on the device's characteristics could not be determined.

Methods to fix the TEC to the seabed

Further to the categories of devices identified above, there is also a range of methods to fix the converter to the seabed:

i) Seabed Mounted / Gravity Base:

This is physically attached to the seabed or is fixed by virtue of its massive weight. In some cases there may be additional fixing to the seabed.

ii) Pile Mounted:

This principle is analogous to that used to mount most large wind turbines, whereby the device is attached to a pole penetrating the ocean floor. Horizontal axis devices will often be able to yaw

about this structure. This may also allow the turbine to be raised above the water level for maintenance.

iii) Floating (with three sub-divisions):

Flexible mooring: The device is tethered via a cable/chain to the seabed, allowing considerable freedom of movement. This allows a device to swing as the tidal current direction changes with the tide.

Rigid mooring:

The device is secured into position using a fixed mooring system, allowing minimal leeway.

Floating structure:

This allows several turbines to be mounted to a single platform, which can move in relation to changes in sea level.

iv) Hydrofoil Inducing Downforce:

This device uses a number of hydrofoils mounted on a frame to induce a downforce from the tidal current flow. Provided that the ratio of surface areas is such that the downforce generated exceeds the overturning moment, then the device will remain in position.

Tidal Developers

The following table contains a list of the tidal energy concepts known to EMEC. This list is alphabetical by company name and is not intended to infer any endorsement by EMEC of the concept or the companies concerned. The immature nature of the industry means that some of the categorisation of devices may not perfectly fit the simplified assessment made for this web site. If you have any additions or amendments, please [contact us](#).

Note: details on the device type can be found at [Tidal Energy Devices](#)

COMPANY	TECHNOLOGY	DEVICE	COUNTRY BASE
Aquamarine Power	Neptune	A	UK
Atlantis Resources Corp	AK-1000	A	UK
Aquascientific	Aquascientific Turbine	E	UK
Balke Tide and Wave Electricity	TWPEG	A	Mauritius
BioPower Systems Pty Ltd	bioStream	C	Australia
Blue Energy	Blue Energy Ocean Turbine (Davis Hydro	B	Canada
Bourne Energy	TidalStar	A	USA
Cetus Energy	Cetus Turbine	A	Australia
Clean Current Power Systems	Clean Current Tidal Turbine	A/D	Canada
Crest Energy			New Zealand
Current2Current	Tidal Turbine	A	UK

<u>Edinburgh Designs</u>	Vertical-axis, variable pitch tidal turbine	B	UK
<u>Edinburgh University</u>	Polo	B	UK
<u>Fieldstone Tidal Energy</u>	Fieldstone Tidal Energy	E	USA
<u>Firth Tidal Energy</u>	Sea Caisson & Turbine System (SEACATS)	A	UK
<u>Flumill</u>	Flumill Power Tower	E	Norway
<u>Free Flow 69</u>	Osprey	E	USA
<u>Free Flow Power Corporation</u>	SmarTurbine Generator	D	USA
<u>GCK Technology</u>	Gorlov Turbine	B	USA
<u>Greener Works Limited</u>	Relentless™ Turbine	E	UK
<u>Greenheat Systems Ltd</u>	Gentec Venturi	E	UK
<u>Guinard Energies</u>	MegaWatForce		France
<u>Hales Energy Ltd</u>	Hales Tidal Turbine	A	UK
<u>Hammerfest Strom</u>	Tidal Stream Turbine	A	Norway
<u>Hydra Tidal Energy Technology</u>	Morild ©	A/E	Norway
<u>Hydro Green Energy</u>	Hydrokinetic Turbine	D	USA
<u>Hydro-Gen</u>	Hydro-gen	E	France
<u>HydroCoil Power, Inc</u>	HydroCoil	E	USA
<u>Hydromine</u>	The Hydro Mine		UK
<u>Hydrohelix Energies</u>	hydro-helix		France
<u>Hydroventuri</u>	Rochester Venturi	D	UK
<u>Ing Arvid Nesheim</u>	Waterturbine	E	Norway
<u>Keys Hydro Power</u>		D	USA
<u>Kinetic Energy Systems</u>	Hydrokinetic Generator, KESC Bowsprit	A	USA
<u>Lucid Energy Technologies</u>	Gorlov Helical Turbine (GHT)	B	USA
<u>Lunar Energy</u>	Rotech Tidal Turbine	A/D	UK
<u>Marine Current Turbines</u>	Seagen, Seaflow	A	UK
<u>Minesto</u>	Deep Green Technology		Sweden
<u>Natural Currents</u>	Red Hawk		USA
<u>Nautricity Ltd</u>	CoRMaT		UK
<u>Neo-Aerodynamic Ltd Company</u>	Neo-Aerodynamic	B	USA
<u>Neptune Systems</u>	Tide Current Converter		Netherlands
<u>Neptune Renewable Energy Ltd</u>	Proteus	B	UK
<u>New Energy Crop.</u>	EnCurrent Vertical Axis Hydro Turbine	B	Canada
<u>Norwegian Ocean Power</u>	The Pulsus Turbine		Norway

<u>Ocean Flow Energy</u>	Evopod	A	UK
<u>Ocean Renewable Power</u>	OCGen	E	USA
<u>Oceana Energy Company</u>	TiDES	A	USA
<u>OpenHydro</u>	Open Centre Turbine	A	Ireland
<u>Ponte di Archimede</u>	Kobold Turbine	E	Italy
<u>Pulse Tidal</u>	Pulse-Stream	A	UK
<u>Robert Gordon University</u>	Sea Snail	A	UK
<u>Rotech</u>	Rotech Tidal Turbine (RTT)	A	UK
<u>Rugged Renewables</u>	Savonius turbine	E	UK
<u>Scotrenewables</u>	SRTT (Scotrenewables Tidal Turbine)	A	UK
<u>SMD Hydrovision</u>	TIDEL	A	UK
<u>Starfish Electronics Ltd</u>	StarTider	A	UK
<u>Statkraft</u>	Tidevandkraft	A	Norway
<u>Swanturbines Ltd.</u>	Swan Turbine	A	UK
<u>Teamwork Tech.</u>	Torcado	A	Netherlands
<u>The Engineering Buisness</u>	Stingray	C	UK
<u>Tidal Electric</u>	Tidal Lagoons	E	UK/USA
<u>Tidal Energy Pty Ltd</u>	DHV Turbine	B	Australia
<u>Tidal Generation Limited</u>	Deep-gen	A	UK
<u>Tidal Energy Ltd</u>	Delta Stream	A	UK
<u>Tidal Sails</u>	Tidal Sails AS	E	Norway
<u>TidalStream</u>	TidalStream	A	UK
<u>Tideng</u>	Tideng	A	Denmark
<u>Tocardo BV</u>	Tocardo Turbines	A	Netherlands
<u>UEK Corporation</u>	Underwater Electric Kite	C	USA
<u>University of Southampton</u>	Southampton Integrated Tidal Generator	A	UK
<u>Verdant Power</u>	Various	A	USA
<u>Verderg</u>	Spectral Marine Energy Convertor	E	UK
<u>Voith Hydro</u>	Hytide	A	Germany
<u>Vortex Hydro Energy</u>	VIVACE (Vortex Induced Vibrations Aquatic	E	USA
<u>Water Wall Turbine</u>	WWTurbine	E	USA
<u>Woodshed Technologies -</u>	Tidal Delay	E	Australia / UK