



Sjóvarfalsorka í Vestmannaundi

- fyribils metingar.

Knud Simonsen

NVD*Rit* 2008:08

NÁTTÚRUVÍSINDAEILDIN FRÓÐSKAPARSETUR FØROYA
Faculty of Science and Technology University of the Faroe Islands

Heiti / Title **Sjóvarfalsorka í Vestmannaasundi**
- ein fyribils meting

Høvundur / Author **Knud Simonsen**
Náttúruvísindadeildin, Tórshavn
Faculty of Science and Technology, Tórshavn
@: knuds@setur.fo

Ritslag / Report Type Upprit / *Notes*

Dagfesting / Date Nov., 2008

NVDRit 2008:08

ISSN 1601-9741

© Náttúruvísindadeildin og høvundurin

Faculty of Science and Technology and the author

Útgevandi / Publisher Náttúruvísindadeildin / *Faculty of Science and Technology*
Fróðskaparsetur Føroya / *University of the Faroe Islands*

Bústaður / Address Nóatún 3, FO 100 Tórshavn , Føroyar / *Faroe Islands*

Posturúm / P.O. Box 2109, FO 165 Argir, Føroyar / *Faroe Islands*

Tlf. · Fax · @ +298 352550 · +298 352551 · nvd@setur.fo

Abstract

Faroese: Ein ADCP mátari stóð á 48 m dýpi í Vestmannasundinum í 28 dagar í juli-mánaða í 1990. Mátingin er neyvari lýst í Hansen et. al., 1990, sum eisini hevur normaliseraða fordeilingina av streymferðina á 9-13 m og 29-33m dýpi. Grundað á hetta tilfarið er tøkka sjóvarfalsorkan á hesum báðum dýpunum roknað, og fyribils metingar av møguligari streymframleiðslu frá 9 ymsum turbinum eru eisini gjørdar.

English: An ADCP was deployed in 28 days at 48 m in the Vestmannasund in July 1990. Details on this deployment are given in Hansen et. al., 1990, which also provide the normalized distribution of the current speed at 9-13 m and 29-33 m depth. Based on this material the available tidal stream energy at these two depths is estimated, and preliminary estimates of possible production by 9 different tidal stream stream turbines is provided.

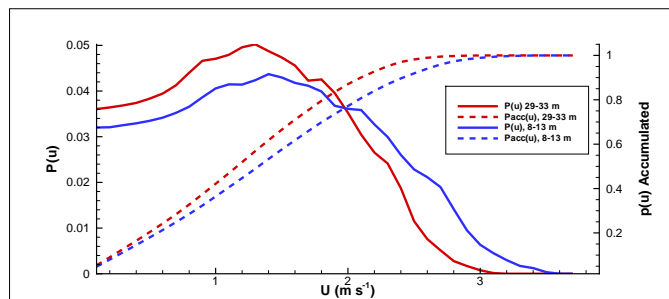


Figure 1: Normaliseraða ($P(u)$) og akkumulerað fordeiling ($P_{acc}(u)$) av streymferðini í einum ári á 9-13 m og 29-33 m dýpi í Vestmannaundi. Frá Hansen et al. [1991].

1 Streymmáting

Í Juli mánaða í 1990 varð ein Acoustic Doppler Current Profiler settur niður á botnin á 48 metra dýpi í Vestmannaundi miðskeiðis millum Oyrargjógv og Fútaklett og mátaða hann streymin á hesum staðnum í 28 dagar. Nærri er greitt frá hesari mátingini í Hansen et al. [1991].

Í Hansen et al. [1991] eru ein sjóvarfalsgreining gjørd av mátingunum. Grundað á hesi úrslitini er sjóvarfalsráki á mástistadnum endurskapa fyri hvønn minutt í einum ári, og sannlíkindini fyri at ráki hevur eina ávísa streymferð er roknað. Útrokningarnar í hesum notatimum byggja á normaliseraðu fordeilingini av streymferðini á 9-13 m og 29-33 m dýpi frá Hansen et al. [1991], sum eru roknað fyri hvørjar 0.1 m s^{-1} (10 cm s^{-1}), og eru tær vístar á mynd 1. Tað er vert at leggja til merkist, at ráki er eitt sindur harðari á grynra mástistaðnum.

2 Orka í einum ráki

Orkan gjøgnum ein tvørskurð í einum ráki er givin við

$$W_0(u) = \frac{1}{2} \rho A u^3 \quad (1)$$

har ρ er evnisvektin hjá sjógvi (kg m^{-3}), A er arealið av tvørskurðinum (m^2) og u er streymferðin (m s^{-1}).

Orkuverk Nr.	$e(u)$	u_{min} $m s^{-1}$	W_{max} MW
1	0.38	1.25	0.814
2	0.38	0.70	1.0
3	0.38	0.70	2.0

Table 1: Dømir uppá trý ymisk orkuverk, ið eru givin við effektivitet ($e(u)$), íbindingarferðin u_{min} og mesta framleiðslumáttinum W_{max} .

3 Framleiðslumáttur hjá einari turbinu

Um eitt orkuverk verður sett niður fyri at gagnnýta orkuna í rákinum, so kann framleiðda orkan roknast frá

$$W(u) = e(u)W_0(u) \quad (2)$$

har $e(u)$ er effektiviteturin hjá orkuverkinum. Tað vanlig er, at ráki má verða harðari enn eitt vist aðrenn turbinan verður virkin. Á enskum verður hetta nevnt 'cut-in-line speed' ella 'threshold speed', og verður her nevnt íbindingarferð (u_{min}). Í hinum endanum liggur avmarkingini í mesta framleiðslumáttinum hjá turbinini, sum her verður nevnt W_{max} .

Uppskotna orkuverkið, sum var orsøkin til arbeiði undir greinina hjá Hansen et al. [1991], er orkuverk nr 1 í talvu 1. Fyri hini bæði hugsaðu orkuverkini er sami effektivitetur nýttur, sum mettt varð at uppskotna orkuverkið hevði. Effektiviteturin hjá einari myllu, bæði í sjógvi og í luft, hevur eitt ovara ástøðiligt mark uppá 0.596, ið er kent sum Betz-markið. Út frá hesum, og frá upplýsingum um vindmyllur, so er ein effektivitetur uppá 0.38 av tøku orkuni í rákinum at rokna sum gott.

Íbindingarferðin og mesti framleiðslumáttturin fyri hugsaðu orkuverkinu eru sett virðir, sum er sæð fyri nýggjari orkuverk av hesum slagnum, tó uttan at hetta er galdandi fyri nakað einstakt kent orkuverk.

Orkuframleiðslan við einari givnari streymferð fyri orkuverkinu í talvu 1, sum virka á einum tvørskurði í rákinum við einum radiusi uppá ávikavist 9 m og 13 m (svarar til ávikavis $254.5 m^2$ og $530.9 m^2$) er víst á mynd 2.

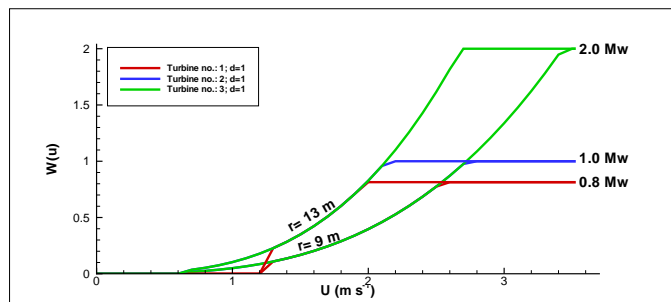


Figure 2: Mögulig orkuframleiðsla við givnari streymferð fyrir nakrar turbinu spesifikasjónir.

4 Dømir um möguligar turbinur í Vestmannasundi

Tá framleiðslumátturinn hjá orkuverkinum fyrir eina givna streymferð, $W(u)$, og normaliseraða streymfordeilingini á einum mátistaði er kend, ber til at rokna miðal orkuframleiðsluna fyrir eina givnari streymferð frá

$$E(u) = W(u)P(u) \quad (3)$$

og miðal orkuframleiðslan kann roknast við

$$E = \sum_{i=1}^{i_{umax}} E(u) = \sum_{i=1}^{i_{umax}} W(u)P(u) \quad (4)$$

Útrokningar av $E(u)$ eru vístar í mynd 3 og miðal orkuframleiðslan hjá nevndu verkum við teimum givnu streymviðurskiftunum eru givin í talvu 2.

Í talvu 2 er eisini roknað árliga framleiðslan, um verkini eru virkin í 350 dagar í einum ári, og íløgukostnaðurin av hvørjum framleiddum KWh, um hvør turbinan kostar 20 milliónir krónur.

Hesin kostnaður er mettur út frá fráboðan í samband við at bretska felagið Lunar Energy skrivaði undir sáttmála við suður koreanska felagið Korean Midland Power Company um at gera 300 sjóvarfals-turbinur fyri 500 milliónir bretska pund, ella um 1.7 milliónir bretska pund í miðal fyri hvørja turbinu (sí undir frættindir á www.nvd.fo).

5 Framleiðslu dømi

Mynd 4 vísir sjóvarfals ráki á 9-13 m dýpi rokna frá 4 av teimum týðningarmestu konstituentunum (M_2 , S_2 , N_2 og K_1), sum umboða umleið

Dýpi	d1: 29-33 m			d2: 9-13 m		
Turbina nr.	Miðal Orkuframl. MW	Árleg framl GWh/y	Kostn. DKK/KWh/y	Miðal Orkuframl. MW	Árleg framl GWh/y	Kostn. DKK/KWh/y
r=9 m, svarandi til $A = 254.5 m^2$						
1	0.16	1.33	15.04	0.23	1.91	10.46
2	0.17	1.46	13.70	0.25	2.11	9.50
3	0.17	1.47	13.63	0.26	2.21	9.05
r=11 m, svarandi til $A = 380.1 m^2$						
1	0.22	1.84	10.86	0.29	2.45	8.16
2	0.25	2.10	9.52	0.34	2.82	7.10
3	0.26	2.19	9.12	0.39	3.26	6.14
r=13 m, svarandi til $A = 530.9 m^2$						
1	0.27	2.27	8.81	0.34	2.86	6.98
2	0.32	2.70	7.41	0.41	3.41	5.87
3	0.36	3.04	6.58	0.52	4.36	4.59

Table 2: Miðal orkuframleiðslan fyri ymisk orkuverk við tveimum streymfordeilingum grundað á streymmátningar í Vestmannasundi. Eisini er roknað árleg framleiðsla og árlegur kostnaður fyri hvønn KWh um kostnaðurin av orkuverkinum er 20 milliónir krónir.

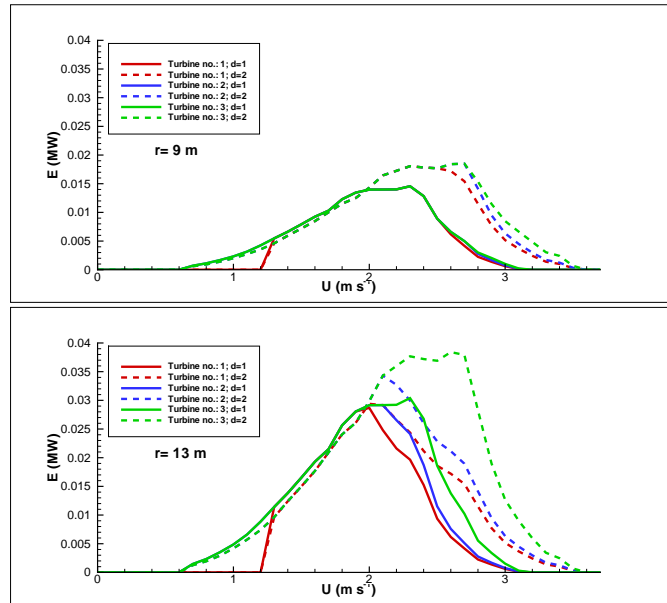


Figure 3: Miðal orkuframleiðsla við givnari streymferð fyri orkuverkini í talvu 1 við tvørmáti givið við $r = 9$ m í erva og $r = 13$ m í neðra. $d1$ er streymfordeilingin á 29-33 m dýpi og $d2$ er streymfordeilingin á 9-13 m dýpi.

70% av samlaða sjóvarfalsrákinum á hesum staðnum. Fasumunurin, sum er millum hesar konstituentarnar er ikki tikin við, og út rokningarnar eru gjørdar fyri eitt 60 dagar skeið, sum byrjar við tíðina $t = 0$. Í somu mynd er eisini orkuframleiðslan við hesum rákinum við einari turbinu, ið hevur $e(u) = 0.38$, $r = 10$ m, $u_{min} = 0.7$ og $W_{max} = 1$ MW. Á mynd 5 er eitt styttri tíðarskeið víst.

Á mynd 6 er dømi um orkuframleiðslu við tveimum turbinum, ið liggja í hvør sínum sundi, sum hava sama streymprofil, men liggja soleiðis at tá broddur er í øðrum sundinum eru kyrrindir í hinum sundinum. Mynd 7 vísir framleiðsluna hjá tveimum slíkum turbinum í eitt 60 dagar skeið.

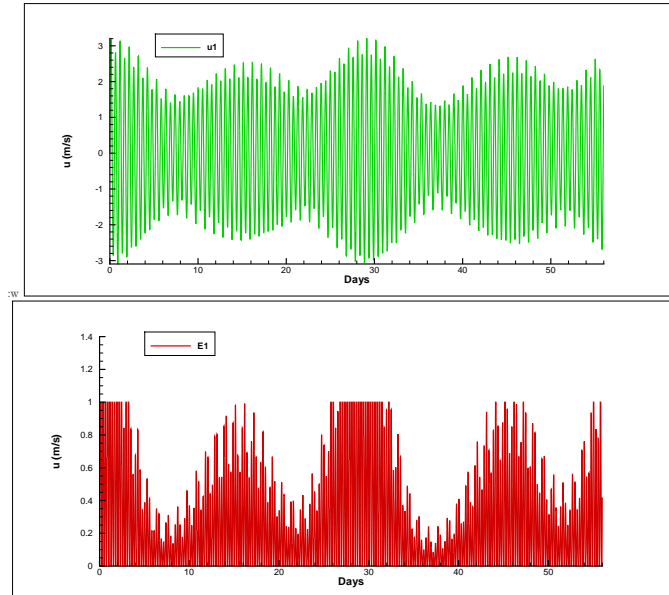


Figure 4: Í erva er ráki roknað frá amplitudunum hjá 4 teir týðningarmest sjóvarfalskonstituentunum í Vestmannaundi á 9-13 m dýpi. Fasu munurinn millum konstituentanna er ekki tikið við. Í neðra er tilsvareandi orkuframleiðslan frá einari turbinu, ið hefur $e(u) = 0.38$, $r = 10$ m, $u_{min} = 0.7$ og $W_{max} = 1$ MW.

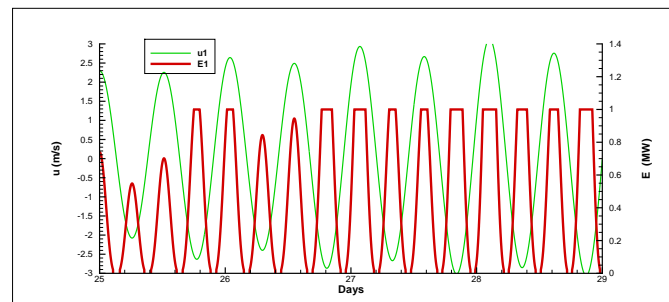


Figure 5: Eitt 5 daga tíðarskeið við streymferð og móguligari orkuframleiðslu tikið burturúr plottunum á mynd 4.

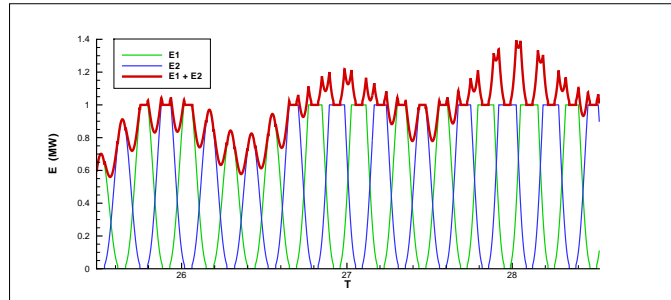


Figure 6: Dæmi um mögulegari framleiðslu við tveimur turbinum, ið liggja í sundum har broddur eru í øðrum sundinum (E1) tá kyrrindir er í hinum sundinum (E2), og annars hava sama streymprofil.

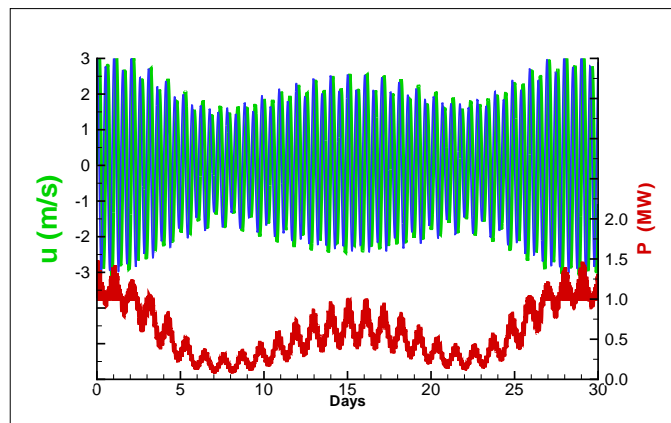


Figure 7: Dæmi um mögulegari framleiðslu við tveimur turbinum í eitt 60 daga skeið, ið liggja í sundum har broddur eru í øðrum sundinum tá kyrrindir er í hinum sundinum, og annars hava sama streymprofil.

References

- B. Hansen, S. Heinesen, and K. Simonsen. Current measurements in Vestmannaasund, Faroe Islands. Technical report, Fiskirannsóknarstovan, Nóatún, FR-100 Tórshavn, Faroe Islands, 1991. 27pp.