Orkubú Vestfjarða
Orkuráð

Bolungarvík
Forathugun um jarðhitaveitu

Fjarhitun hf
Verkfræðistofa
Des. 1999
Nr. 038/GI/SHH
Efnsýfirlit

1. Inngangur ............................................................................................................. 1
2. Afl-, orku- og vatnþörð ......................................................................................... 1
3. Borholur og virkjun ................................................................................................. 3
4. Ádveitvæð ............................................................................................................. 4
5. Stofnkostnaður ..................................................................................................... 4
6. Rekstrarkostnaður ................................................................................................ 5
7. Niðurstöður ......................................................................................................... 5
8. Orkuverð mýðað við mismunandi vexti og afskrifartíma: ................................. 6

Talningar:

Yfirlitskort
1. Inngangur

Í apríl 1999 var gerður samningur milli Orkubúss Vestfjarða, Orkuráðs og Fjarhitunar hf., um að verkfræðistofan gerði forathugin um kostnað við að hita með jarðvarma bygði á Flateyri, Pingeyri, Patreksfjörði, Hölmavík og Bolungavík.

Með samningnum eru tvö fylgisskjöl:

A) Forsendur við gerð yfirflitsáætlana um kostnað við að hita með jarðhita (1997 02 24 JB, frá Orkuráði).

B) Yfirflitsáætlun um kostnað við að hita með jarðhita á "köldum" svæðum (1997 02 24 JB, frá Orkuráði).

Í fylgisskjölunum eru gefnar forskriftir fyrir hvernig að reikna stofn kostnað og hitunarkostnað á orkueiningu. Til dennis er tekið fram, hvaða einn að nota í veiturkerfið, með hvaða vöxtum og afskriftartíma á að reikna og hvernig áætla skal orkunotkun. Þessi skýrsla fjallar um hitaveitum til kyndistöðvar og raðhitaðar byggingar á Bolungavík.

Í áætluninni er gert ráð fyrir borholum og aðveitum frá þeim að kyndistöðinni. Út úr aðveitunni er síðan lögð stofnað (eða stofnaðar) fyrir dreifikerfi þess hluta byggingarinnar sem nú er raðhitaður. Kostnaði við virkjun og aðveitum er skipt í hlutfalli við hámarksvatnsreinsl til hvors hitaveiturkerfisins um sig.

Rétt er að taka það fram að þetta er forathugin og aðaltilgangur skýrslunnar er að reikna út hagkvæmnmörk jarðhitaættar. Utan þessara svo nefndu leiðarmarks hefur engan tilgang að leita að jarðhita.

2. Afl-, orku- og vatnsþörf


Á tímabilinu 1992 - 1998 er ársnotkun á bilinu 9,3 - 11,4 GWh. Hér verður reiknað með meðaltali téiggja síðustu ára 11,4 GWh. Hitastig vatnsins úr borholunni er áætlað 65°C.

Þegar álagger mest á kyndistöðvar Orkubússins er framráðarrit á dreifikerfinu 80°C, og bakráðarriti 40°C. Við þessi skilyrði gefa hitakerfi hússanna nýgra orku til að halda 20°C innihita, en þá er meðalhiti ofna 60°C.

Þar sem borholuvatnsmið er aðeins 65°C getur það ekki fullnægt hitapörf húsa nema að hitastig þess sé hækkð í kyndistöðinni.
### Tafla 1. Orka kyndistöðvar í Bolungarvík


<table>
<thead>
<tr>
<th>Orkunotkan</th>
<th>Rafm MWh</th>
<th>Olfa MWh</th>
<th>Samtals MWh</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1992</td>
<td>8.964</td>
<td>349</td>
<td>9.313</td>
</tr>
<tr>
<td>1993</td>
<td>8.667</td>
<td>264</td>
<td>8.931</td>
</tr>
<tr>
<td>1994</td>
<td>9.183</td>
<td>249</td>
<td>9.432</td>
</tr>
<tr>
<td>1995</td>
<td>8.560</td>
<td>1.317</td>
<td>9.877</td>
</tr>
<tr>
<td>1996</td>
<td>9.784</td>
<td>240</td>
<td>10.024</td>
</tr>
<tr>
<td>1997</td>
<td>10.632</td>
<td>733</td>
<td>11.365</td>
</tr>
<tr>
<td>1998</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>jan</td>
<td>1.123</td>
<td>123</td>
<td>1.246</td>
</tr>
<tr>
<td>feb</td>
<td>1.036</td>
<td>117</td>
<td>1.153</td>
</tr>
<tr>
<td>mar</td>
<td>1.206</td>
<td>68</td>
<td>1.274</td>
</tr>
<tr>
<td>apr</td>
<td>1.015</td>
<td></td>
<td>1.015</td>
</tr>
<tr>
<td>mai</td>
<td>869</td>
<td></td>
<td>869</td>
</tr>
<tr>
<td>jún</td>
<td>609</td>
<td></td>
<td>609</td>
</tr>
<tr>
<td>júl</td>
<td>637</td>
<td></td>
<td>637</td>
</tr>
<tr>
<td>ágú</td>
<td>207</td>
<td>397</td>
<td>604</td>
</tr>
<tr>
<td>sep</td>
<td>86</td>
<td>640</td>
<td>726</td>
</tr>
<tr>
<td>okt</td>
<td></td>
<td>1.073</td>
<td>1.073</td>
</tr>
<tr>
<td>nóv</td>
<td>475</td>
<td>495</td>
<td>970</td>
</tr>
<tr>
<td>des</td>
<td>110</td>
<td>1.104</td>
<td>1.214</td>
</tr>
<tr>
<td>Samtals</td>
<td>7.373</td>
<td>4.017</td>
<td>11.390</td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Tafla 2. Orkuþörf í kyndistöð og orka sem fæst úr jarðvarmanum

<table>
<thead>
<tr>
<th>Orkunotkan</th>
<th>Rafm MWh</th>
<th>Olfa MWh</th>
<th>Samtals MWh</th>
<th>Medalíaf pro Meðalhitastig</th>
<th>Framráð Bakráð Jarðvarmi</th>
<th>Jarðvarmi Afl. Orka</th>
<th>Rafmagn og olía. Afl. Orka MWh</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1990</td>
<td>1090</td>
<td>140</td>
<td>1229</td>
<td>1652</td>
<td>80 38 62</td>
<td>944 702</td>
<td>708 527</td>
</tr>
<tr>
<td>1991</td>
<td>1003</td>
<td>131</td>
<td>1134</td>
<td>1688</td>
<td>80 38 62</td>
<td>964 648</td>
<td>724 486</td>
</tr>
<tr>
<td>1992</td>
<td>1181</td>
<td>71</td>
<td>1252</td>
<td>1683</td>
<td>80 38 62</td>
<td>945 703</td>
<td>738 549</td>
</tr>
<tr>
<td>1993</td>
<td>1020</td>
<td>2</td>
<td>1022</td>
<td>1419</td>
<td>74 38 62</td>
<td>946 681</td>
<td>473 341</td>
</tr>
<tr>
<td>1994</td>
<td>883</td>
<td>1</td>
<td>884</td>
<td>1188</td>
<td>70 38 62</td>
<td>1188 884</td>
<td>0 0</td>
</tr>
<tr>
<td>1995</td>
<td>663</td>
<td>0</td>
<td>663</td>
<td>920</td>
<td>62 38 62</td>
<td>920 663</td>
<td>0 0</td>
</tr>
<tr>
<td>1996</td>
<td>480</td>
<td>121</td>
<td>601</td>
<td>807</td>
<td>62 38 62</td>
<td>807 601</td>
<td>0 0</td>
</tr>
<tr>
<td>1997</td>
<td>394</td>
<td>232</td>
<td>626</td>
<td>841</td>
<td>62 38 62</td>
<td>841 626</td>
<td>0 0</td>
</tr>
<tr>
<td>1998</td>
<td>423</td>
<td>322</td>
<td>745</td>
<td>1035</td>
<td>64 38 62</td>
<td>1035 745</td>
<td>0 0</td>
</tr>
<tr>
<td>1999</td>
<td>506</td>
<td>537</td>
<td>1042</td>
<td>1401</td>
<td>70 38 62</td>
<td>1282 954</td>
<td>119 88</td>
</tr>
<tr>
<td>2000</td>
<td>756</td>
<td>262</td>
<td>1018</td>
<td>1413</td>
<td>74 38 62</td>
<td>942 678</td>
<td>471 339</td>
</tr>
<tr>
<td>2001</td>
<td>606</td>
<td>558</td>
<td>1154</td>
<td>1564</td>
<td>74 38 62</td>
<td>1043 776</td>
<td>521 388</td>
</tr>
<tr>
<td>Samtals</td>
<td>9003</td>
<td>2375</td>
<td>11378</td>
<td></td>
<td></td>
<td>8661</td>
<td>2717</td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Tafla 3. Orkuþörf rafhítasvæðis
Í þessari áætlun er reiknað með að hita með jarðhita öll hús sem tengd eru kyndistöðinni og þurfa þau 13,6 l/s. Fyrir þann hluta bæjarins sem nú er ekki tengdur kyndistöð þarf 20,1 l/s fyrir mesta álag (að meðtöldu 10% orkutapi í dreifikerfi).

Þar sem holurnar gefa aðeins 30 l/s verða eftir til ráðstöfunar fyrir kyndistöðina 9,9 l/s og meira þegar álag á rafhitasvæðið er ekki eins mikið. Gert er rás fyrir að fullnýta jarðhitann eins og hægt er með samnýtingu.

Í lífnuritinu hér fyrir neðan síst vel hluti jarðvarma af heildar orkuprof kyndistöðvar bæjarins. Ástæða þess að orka sem næst úr jarðvarma er ekki meiri er að borholuvatnið er með lægra hitastig en framrásarvatnið þarf að hafa í mánuðum sept. - maí. Jarðhitinn er notaður fyrir grunnafl og er það nægjanlegt á sumrum, en á öðrum árstíma þarf að skerpa á vatninu með kötlum.

**Orkunotkun kyndistöðvar**

![Graph showing monthly variations in Orkunotkun kyndistöðvar](image)

**Línurit 1. Mánaðarleg aðhöfð kyndistöðvar**

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0</th>
<th>200</th>
<th>400</th>
<th>600</th>
<th>800</th>
<th>1000</th>
<th>1200</th>
<th>1400</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Hús hituð með hílofnum</strong></td>
<td>0</td>
<td>200</td>
<td>400</td>
<td>600</td>
<td>800</td>
<td>1000</td>
<td>1200</td>
<td>1400</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Hús hituð með típu</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Tafla 4. Hitakerfi húsa rafhitasvæðis**

3. Borholur og vírkjun

Gerð verður leitarmarkaáætlun.

Samkvæmt áætlun Orkuráðs er miðað við að bora þurfi tvær 1000 m djúpar holur, afköst verði 2 x 15 l/s og að borholudælur verði á 300 m dýpi. Vatnshiti er áættlaður 65°C. Setja þarf skúra yfir holurnar
og þar verða holutoppur með rafmótorum, tenging við aðveituað, smurvatnkskerfi o.fl. Borholudælur dæla vatninu í gasskilju sem kemði er fyrir við holurnar. Gert er ræð fyrir að holurnar verði í 60 m.y.s. og því verður sjálfrænnsli niður í kyndistöðina sem er í um 10 m.y.s. Reiknað er með dreifikerfsdællum til að halda uppi nægum þrýstingi fyrir dreifikerfi utan svæðis kyndistöðvar.

4. Aðveituað

Gert er ræð fyrir að aðveituaðin verði foreinangruð stálpípa í plastkápu, þ.e. samskonar pípugerð og almennt er notuð í hitaveitadreifikerfi. Að jafnaði er reiknað með 60 cm jarðvegsfyllingu yfir pípunní.

Pípan verður hitaforspennt sem þyðir að hún verður látin þenjast fritt meðan hún er hituð í um 40°C. Í því ástandi er pípan fest þannig að í henni myndast þrýstispennur þegar hún hitnar upp fyrir forsppunuhitann og togsennur þegar hún kólann. Lega aðveituaðarinnar er sýnd á mynd 1.

Aðveituaðin er DN 200mm stálpípa í φ315mm plastkápu.

5. Stofnkostnaður

Kostnaðarætlanir miðast við verðlag í júlí 1997 eða visitölu byggingarkostnaðar 223,6 stig. Allar kostnaðartölur eru án VSK. Jarðboranir hf. áætluðu borkostnað 18,0 mkr en við þá upphæð betast 3,0 mkr. vegna borplans, upphalds áhafnar borsins og borholmumælinga. Stofnkostnaði virkjunar og aðveitu er skipt í réttu hlutfalli við hámarksrennsli til hvers kerfisins um sig. Þannig reiknað hlutur rafhitasvæðisins 20,1sek.l/(20,1+13,6 sek.l) = 60%, sbr. efst á bls. 3. Reiknað eru út hagkvæmmimörk jarðhitaleitar og ræðst lengd aðveitu af því hitaveitukerfi þar sem reiknað orkuverð nær fyrð viðmiðunarverðinu, í þessu tilviky kyndistöðvarkerfi.

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>Heild</th>
<th>Hlutı kyndist.</th>
<th>Hlutı rafhitasv.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>mkr.</td>
<td>40% af virkjun</td>
<td>60% af virkjun</td>
</tr>
<tr>
<td>Tvað þorholur 1000 m djúpar</td>
<td>42,00</td>
<td>16,80</td>
<td>25,20</td>
</tr>
<tr>
<td>Tvað þorholudælur, gasskilja ofl.</td>
<td>8,50</td>
<td>3,40</td>
<td>5,10</td>
</tr>
<tr>
<td>Raflína</td>
<td>4,50</td>
<td>1,80</td>
<td>2,70</td>
</tr>
<tr>
<td>Aðveituað ø200: 4,0 km (leitarmörk við 65°C)</td>
<td>32,80</td>
<td>13,12</td>
<td>19,68</td>
</tr>
<tr>
<td>Dreifikerfsdæla</td>
<td>0,30</td>
<td>0,30</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Dreifikerfi og tendingar (222 hús)</td>
<td>35,49</td>
<td>35,49</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Hitakerfi núsa (136 hús)</td>
<td>61,20</td>
<td>61,20</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Tening við kyndistöð</td>
<td>1,00</td>
<td>1,00</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Annað ótaliði 10% af heild</td>
<td>18,58</td>
<td>3,61</td>
<td>14,97</td>
</tr>
<tr>
<td>Hönnun og umsöðin 10% af heild</td>
<td>20,43</td>
<td>3,97</td>
<td>16,46</td>
</tr>
<tr>
<td>Samtals mkr:</td>
<td>224,80</td>
<td>43,70</td>
<td>181,10</td>
</tr>
</tbody>
</table>

4
6. Rekstrarkostnaður

Heildarorkupjörð kyndistöðvar er 11,4 GWh, orkuþörf í kyndistöðinni til að skerpa á jarðhitavatninu í kötllum er 2,7 GWh. Orkuþörf rafhitaðs hluta bæjarins er 8,1 GWh.

Reiknað er með að í framtíðinni verði orkunotkun kyndistöðva þannig að 90% orkunnar verði ótrygg raforka til rafskautskatla, sem kostar 0,74 kr/kWh, en 10% orkunnar komi frá ólúkyntum kötllum, sem kostar 1,44 kr/kWh. Meðalorkuverð verður samkvæmt þessu 0,81 kr/kWh.

Rafmagnsverð fyrir mótor borholudælu og dreifikerfisðælu er skv. taxta Orkubús Vestfjarða, reiknað er með dælingartíma vatns til kyndistöðvar 6500 klst/ári og nýtingarhlutfalli 0,6 og fyrir rafhitaðan hluta bæjarins 4000 klst/far og nýtingarhlutfalli 0,5, lyftihæð vatnsins í borholu er 280 m. Reiknað er með að dreifikerfisðælur lyfti vatninu um 40 m.

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>Heild mkr/ári</th>
<th>Hlutí kyndist. mkr/ári</th>
<th>Hlutí rafhitasv mkr/ári</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Umsjón og skrístofukostnaður (skipting 40% : 60%)</td>
<td>3,00</td>
<td>1,20</td>
<td>1,80</td>
</tr>
<tr>
<td>Rafmagn v/ dælna</td>
<td>4,53</td>
<td>2,01</td>
<td>2,52</td>
</tr>
<tr>
<td>Orka framlætt með ötr. raforku og olfu</td>
<td>2,19</td>
<td>2,19</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Viðhald 1,6 %</td>
<td>3,60</td>
<td>0,70</td>
<td>2,90</td>
</tr>
<tr>
<td>Fjármagnskostnaðar hitaveitu 7,45 %</td>
<td>16,75</td>
<td>3,26</td>
<td>13,49</td>
</tr>
<tr>
<td>Samtals mkr/ári:</td>
<td>30,07</td>
<td>9,36</td>
<td>20,71</td>
</tr>
</tbody>
</table>

7. Niðurstöður

Helstu niðurstöður eru sem hér segir:

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>Heild mkr</th>
<th>Hlutí kyndist. mkr</th>
<th>Hlutí rafhitasv mkr</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Stofnkkostnaður</td>
<td>224,80</td>
<td>43,70</td>
<td>181,10</td>
</tr>
<tr>
<td>Rekstrarkostnaður</td>
<td>30,07</td>
<td>9,36</td>
<td>20,71</td>
</tr>
<tr>
<td>Orkusala skv. töflu 2 og 3</td>
<td>19,5</td>
<td>11,4</td>
<td>8,1</td>
</tr>
<tr>
<td>1. Orkuverð (m.v. Æurgreinda skiptingu)</td>
<td>0,82</td>
<td>2,56</td>
<td>kr/kWh</td>
</tr>
<tr>
<td>2. Orkuverð (- &quot; - og R-svæði beri jafnvæði Ø150 aðveitu, en kyndistöð ø200 mínus Ø150)</td>
<td>0,81</td>
<td>2,69</td>
<td>kr/kWh</td>
</tr>
<tr>
<td>3. Orkuverð (m.v. Æurg. skiptingu og R-svæði beri vírkin, 10km aðveitu og raflínu)</td>
<td>0,52</td>
<td>3,74</td>
<td>kr/kWh</td>
</tr>
<tr>
<td>Viðmiðunarverð</td>
<td>0,81</td>
<td>3,82</td>
<td>kr/kWh</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Niðurstæða:
Að geynum forsendum um viðmiðunarverð og stofn- og rekstrarkostnað er jarðhitaveita fyrir Bolungarvík hagkvæm ef vírkinu innan við 4 km frá kyndistöð (við 65°C vatnshita í borholu).
8. Orkuverð miðað við mismunandi vexti og afskriftartíma:

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>6.0% kr/kWh</th>
<th>5.5% kr/kWh</th>
<th>4.0% kr/kWh</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Svæði tengt kyndistöð</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>25 ár</td>
<td>0,83</td>
<td>0,82</td>
<td>0,78</td>
</tr>
<tr>
<td>20 ár</td>
<td>0,87</td>
<td>0,86</td>
<td>0,82</td>
</tr>
<tr>
<td>Svæði ekki tengt kyndistöð</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>25 ár</td>
<td>2,64</td>
<td>2,56</td>
<td>2,32</td>
</tr>
<tr>
<td>20 ár</td>
<td>2,84</td>
<td>2,76</td>
<td>2,54</td>
</tr>
<tr>
<td>25/10 ár (hitav./ofnak.)</td>
<td>3,17</td>
<td>3,09</td>
<td>2,86</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Viðauki

Útreikningur leitarmarka miðast við DN200 mm aðveitu í öllum tilvikum. Reiknað er með medaltalsverði 0,5 millj.kr./km af rafmagnsstreng og reiknuð er rafmagnsnotkun við mismunandi lyftihæðir vatns. Að öðru leyti er notast við niðurstöður úr skyrslunni.

Tafla: leitarmörk jarðhita (km) frá kyndistöð

<table>
<thead>
<tr>
<th>Viðmiðunár-orkuverð</th>
<th>0,81 (3,82) kr/kWh</th>
<th>0,81 (3,20) kr/kWh</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Vatnshiti</td>
<td>km</td>
<td>km</td>
</tr>
<tr>
<td>65°C</td>
<td>4,0</td>
<td>4,0</td>
</tr>
<tr>
<td>70°C</td>
<td>6,8</td>
<td>6,8</td>
</tr>
<tr>
<td>80°C</td>
<td>8,6</td>
<td>8,6</td>
</tr>
</tbody>
</table>

*) 3,20 kr/kWh er viðmiðunarkostur að ósk Orkubús Vestfjarða
Þessi mynd sýnir hitaveitu frá hugsanlegu jarðhitasvæði sunnan við Miðdalsvatn í Syðridal.

Breytt növ. 1999