



ORKUBÚ VESTFJARÐA



Tálknafjörður

Hitaveita á Tálknafirði

**Varmadæluverkstur
-frumarðsemismat
-greinargerð**

Júní, 2016



EFNISYFIRLIT

| | | |
|------|--|----|
| 1. | Inngangur | 3 |
| 2. | Núverandi borhola á Sveinseyri | 3 |
| 3. | Hitunarkostnaður OV | 3 |
| 4. | Dreifikerfi | 5 |
| 5. | Stofnkostnaður hitaveitu | 6 |
| 6. | Niðurgreiðslufé | 6 |
| 7. | Nýtnistuðull varmadælu COP | 7 |
| 8. | Ofnakerfi | 8 |
| 9. | Arðsemismat miðlægs varmadælukerfis | 8 |
| 10. | Valkostur 1, miðlæg varmadæla (HP _a)..... | 9 |
| 10.1 | Rekstraráhrif COP _{HPa} | 9 |
| 10.2 | Rekstraráhrif hitaveitugjaldskrár/hitunarkostnaðar | 10 |
| 10.3 | Rekstraráhrif raforkuverðs til varmadælu | 12 |
| 10.4 | Rekstraráhrif tengigjalda notenda | 14 |
| 11. | Valkostur 2, húsvarmadæla (HP _b)..... | 16 |
| 11.1 | Hitunarkostnaður frá húsvarmadælu | 16 |
| 11.2 | Stofnkostnaður hitaveitu | 18 |
| 11.3 | Rekstraráhrif hitaveitugjaldskrár/hitunarkostnaðar | 18 |
| 11.4 | Rekstraráhrif hlutfalls niðurgreiðslufjár..... | 19 |
| 11.5 | Húsvarmadæla án hitaveitu (HP _c) | 21 |
| 12. | Valkostur 3, jarðvarmaveita | 22 |
| 12.1 | Rekstraráhrif hitaveitugjaldskrár/hitunarkostnaðar | 23 |
| 13. | Samantekt..... | 26 |
| 13.1 | Miðlæg varmadæla HP _a | 26 |
| 13.2 | Húsvarmadælur HP _b | 26 |
| 13.3 | Jarðhitaveita | 27 |
| 14. | Niðurstaða..... | 28 |
| | Heimildaskrá: | 29 |

GREINARGERÐ.

1. Inngangur

Fyrir liggur greinargerðin [11] Hitaveita á Tálknafirði, frumáætlun/arðsemismat, WVS-verkfræðipjónusta ehf. (WVS), desember 2011, sem miðaði við að boruð yrði ný jarðhitahola í Tálknafirði og þéttbýlið Tálknafjörður tengt hitaveitu um aðveitupípu/stofnpípu og einfalt dreifikerfi.

Orkubú vestfjarða (OV) og Tálknafjarðarhreppur hafa falið WVS að endurskoða áætlunina miðað við að boruð verði ný jarðhitahola og jafnframt í stað þess, að núverandi borhola LL-01 verði nýtt og volgt vatn frá henni tengt varmadælu, sem tengd yrði dreifikerfi hitaveitu. Valið er að skoða tvo valkosti í uppbyggingu varmadælukerfa.

Valkostur 1: Ein miðlæg varmadæla $HP_a/1,4 MW_t$, sem tengd yrði volgu jarðhitavatni um stofnpípu frá núverandi borholu og tengd tvöföldu lokuðu dreifikerfi hitaveitu.

Valkostur 2: Sérstök húsvarmadæla $HP_b/12 kW_t$ yrði tengd í húsrými hvers notanda og þær varmadælar tengdar volgu jarðhitavatni um stofnpípu frá núverandi borholu um einfalt hefðbundið opið dreifikerfi.

Valkostur 3: Boruð verði ný borhola í námunda við núverandi jarðhitasvæði og byggð hefðbundin jarðhitaveita með einföldu opnu dreifikerfi hitaveitu.

Allar fjárhæðir sem fram koma í þessari greinargerð eru áætlaðar miðað við verðlag í maí 2016, vt.nv. 435,5 stig, bygg.vt. 130,8 stig, gengi EUR 140,0 og eru án VSK.

Frumáætlun má ekki leggja til grundvallar fjárfestingum eða framkvæmdum. Leiði frumáætlun til að valkostur þyki áhugaverður, skal fara fram forhönnun á valkostinum áður en ákvörðun er tekin um lokahönnun og framkvæmdir.

Leitað hefur verið beint til erlendra framleiðenda varðandi varmadæluvalkosti og stofnkostnað þeim tengdum.

2. Núverandi borhola á Sveinseyri

Á Sveinseyri/Sveinseyrarhlíð í Tálknafirði er borhola LL-1, boruð 1977 og dýpkuð í 550 m árið 1983. Vatnshiti við borun var rúmlega $50^\circ C$ en lækkaði niður fyrir $40^\circ C$ þegar opnað var fyrir rennsli úr holunni. Efnafræði vatnsins sýnir blöndun við kalt grunnvatn. Mælt súrefnisinnihald vatnsins O_2 (2016) er 3 mg/l við rennsli sem gaf $44,7^\circ C$.

Skv. mælingum í holunni 2013 [17] og 2016 [24] má áætla að við allt að 30 l/sek rennsli frá holu, haldist vatnshiti um $44,0^\circ C$.

Telja verður að vegna hás súrefnisinnihalds vatnsins, sé vatnið tærandi á hefðbundið stál St 37. Tæringarhraði er þó mjög háður vatnshitanum. Ef ekki með sértækum aðgerðum reynist unnt að stöðva innrennsli kalds grunnvatns í holuna verður að líta svo á að hverkyns upphitun jarðhitavatnsins sé ekki valkostur til nýtingar.

3. Hitunarkostnaður OV

Valið er að greina núverandi hitunarkostnað á gjaldskrársvæði OV fyrir gefið $400 m^3$ viðmiðunarhús. Uppsett hitunarafi er áætlað 12 kW_t og orkunotkun til hitunar 34.632 kWh/ári. Verð eru með orkuskatti, niðurgreiðslum og án VSK.

Á mynd 1 má sjá talnalega greiningu hitaveitukostnaðarins m.v. $30^\circ C$ og $40^\circ C$ hitafall í ofnum sbr. [20]. Meðal hitunarkostnaður með hitaveitu er 321.761 kr/ári (100%) og vegið orkuverð $k_t=9,29$ kr/kWh.

HITAVEITA m.v. $\Delta T_t=30^\circ C$

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Fastagjald | 31.169,- kr/ári |
| 34.632 kWh/árix7,54 kr/kWh | 261.125,- kr/ári |
| 995 m^3 /árix33,85 kr/ m^3 | 33.681,- kr/ári |
| <u>Alls hitaveita:</u> | <u>325.975,- kr/ári</u> |

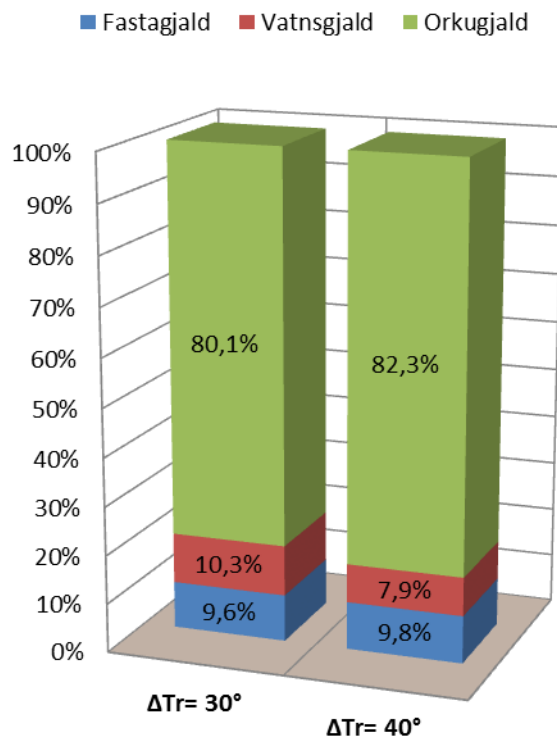
$k_{t,30}= 9,41$ kr/kWh

HITAVEITA m.v. $\Delta T_t=40^\circ C$

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Fastagjald | 31.169,- kr/ári |
| 34.632 kWh/árix7,54 kr/kWh | 261.125,- kr/ári |
| 746 m^3 /árix33,85 kr/ m^3 | 25.252,- kr/ári |
| <u>Alls hitaveita:</u> | <u>317.546,- kr/ári</u> |

$k_{t,40}= 9,17$ kr/kWh

Hitaveituhitun OV



Mynd 1. Hitaveita, greining hitunarkostnaðar.

Það sem einkennir gjaldskrártaxta OV fyrir hitaveituhitun er að við „eðlilega“ nýtingu ofnkerfa $\Delta T_r=30-40^\circ\text{C}$, veða kaup á heitu vatni 8-10% af hitunarkostnaði.

Á mynd 2 má sjá talnalega greiningu rafhitunar sbr. [21]. Rafhitunarkostnaður er 324.541 kr/ári (100%) og vegið orkuverð $k_e=9,37$ kr/kWh.

RAFHITUN OV

Sala:

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Fastagjald | 0,- kr/ári |
| 34.632 kWh/árix5,40 kr/kWh | 187.013,- kr/ári |
| <u>Samtals sala:</u> | <u>187.013,- kr/ári</u> |

Dreifing:

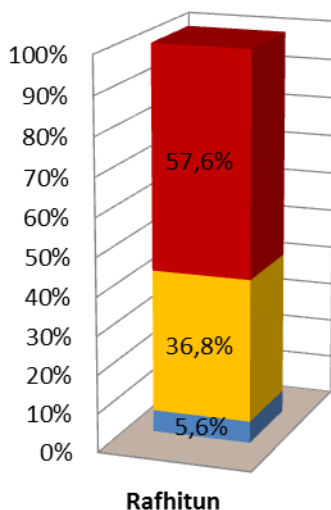
| | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| Fastagjald | 18,048,- kr/ári |
| 34.632 kWh/árix5,52 kr/kWh | 191.169,- kr/ári |
| 34.632 kWh/árix2,07 kr/kWh-niðurgr. | -71.688,- kr/ári |
| <u>Samtals dreifing:</u> | <u>137.528,- kr/ári</u> |

Alls rafhitunarkostnaður: **324.541,- kr/ári**

$k_e=$ 9,37 kr/kWh

Rafhitun OV

■ Fastagjald ■ Dreifing ■ Sala



Mynd 2 . Rafhitun, greining hitunarkostnaðar.

Telja verður að núverandi hitunarkostnaður á gjaldskrársvæði OV m.v. 400 m³ viðmiðunar húsrými, sé sá sami fyrir rafhitun og hitaveituhitun.

4. Dreifikerfi

Dreifikerfi hitaveitna eru að grunni til tvenns konar, opin dreifikerfi og lokuð dreifikerfi. Opin dreifikerfi eru ríkjandi meðal íslenskra hitaveita og gjarnan nefnd „einföld dreifikerfi“. Þau miða við að aðeins sé lögð hitaveitulögn til að fæða heitt hitaveituvatn til hvers notanda (framlögn). Þegar varminn hefur verið nýttur úr vatninu í húsofnum, er það leitt í niðurfallskerfi húsa. Bakvatn er ekki endurnýtt af hitaveitu. Landfræðileg lega notenda opinna kerfa einkenna högun dreifikerfa.

Lokuð dreifikerfi eru lögð hjá fjarvarmaveitum og gjarnan nefnd „tvöföld dreifikerfi“. Þau miða við að lagðar séu tvær hitaveitulagnir til hvers notanda, annars vegar til að fæða heitt hitaveituvatn til notandans (framlögn) og hins vegar að leiða vatnið aftur frá notandanum eftir að varminn hefur verið nýttur úr vatninu í húsofnum (baklögn). Bakvatn er endurhitað í varmastöð hitaveitunnar og endurnýtt fyrir dreifikerfið. Landfræðileg lega notenda lokaðra kerfa einkenna ekki högun dreifikerfa.

Hvort heldur dreifikerfin eru einföld eða tvöföld, eru þau ýmist lögð úr foreinangruðum stál- eð plastpípum (PEX). Þegar valið er að leggja tvöföld dreifikerfi úr foreinangruðu PEX er leitast við að leggja sem mest af kerfinu þannig að bæði framlögn og baklögn séu foreinangraðar undir sömu hlífðarkápunni. Efniskostnaður verður lægri við þessa tilhögun og varmatöp í dreifikerfi verða minni. Ekki eru framleiddar foreinangraðar PEX-pípur yfir PEX50 undir sömu hlífðarkápunni, en allt að PEX90 er notað í dreifikerfi hitaveitna.

Áætlað er að dreifikerfi hitaveitu á Tálknafirði verði gert úr foreinangruðum PEX-pípum í gildleikumum PEX25/90 til PEX90/160. Þetta leiðir til þess að ef leggja á lokað dreifikerfi á Tálknafirði úr foreinangruðum PEX-pípum, verður um 40% af dreifikerfinu lagt sem tvær aðskýldar pípur í skurði.

Áætlaður stofnkostnaður við lagningu dreifikerfis hitaveitu á Tálknafirði er eftirfarandi. Verð eru án VSK:

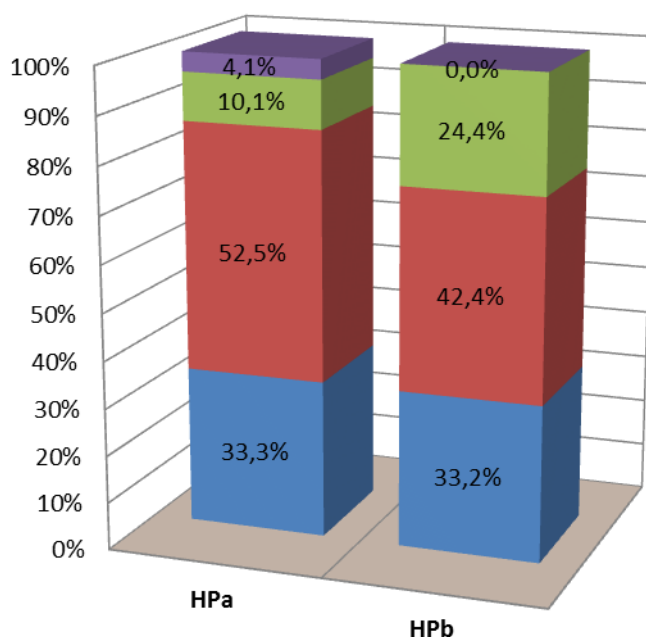
Opið dreifikerfi, 1,64 mkr/hústengingu.
Lokað dreifikerfi, 2,18 mkr/hústengingu.

5. Stofnkostnaður hitaveitu

Á mynd 3 má sjá stofnkostnaðargreiningu við byggingu hitaveitukerfis fyrir Tálknafjörð. Hvort heldur valinn er kerfisvalkostur 1 (HP_a) eða kerfisvalkostur 2 (HP_b) er grunnkostnaður sá sami. Kaupverð varmadælna, byggingakostnaður stöðvarhúsa og dreifikerfa er hins vegar nokkuð misjafn. Miðað við að kostnaður við öll varmadælukaup beggja kerfisvalkosta falli undir kerfisuppbygginguna er áætlaður heildar stofnkostnaður valkostanna eftirfarandi. Verð eru án VSK.

Stofnkostnaðarskipting

■ Grunnkostnaður ■ Dreifikerfi ■ Varmadæla HP m/tengingu ■ Stöðvarhús



Mynd 3 . Stofnkostnaðargreining hitaveitu með varmadælum.

Miðað við að kostnaður við öll varmadælukaup beggja kerfisvalkosta falli undir kerfisuppbygginguna er áætlaður heildar stofnkostnaður valkostanna eftirfarandi. Verð eru án VSK.

Valkostur 1 (HP_a), 4,15 mkr/hústengingu.
Valkostur 2 (HP_b), 4,17 mkr/hústengingu.

6. Niðurgreiðslufé

Skv. [19] má áætla að það niðurgreiðslufé sem ríkissjóður skv. gildandi lögum leggur til byggingar hitaveitu á Tálknafirði muni nema samt. mkr. 238,3 mkr. Er þessi fjárhæð jafngildi niðurgreiðslna ríkissjóðs til rafhitunar á Tálknafirði reiknað til 12 ára. Skv. gildandi reglugerð um ráðstöfun niðurgreiðslufjárins, skal a.m.k. 35% þess greiddast til hitaveitunotendanna. Er almennt litið svo á að fjárhæðinni sé ætlað að koma til móts við nýja hitaveitunotendur hvað varðar kostnað við aðlögun hitakerfa húsa að hitaveitu.

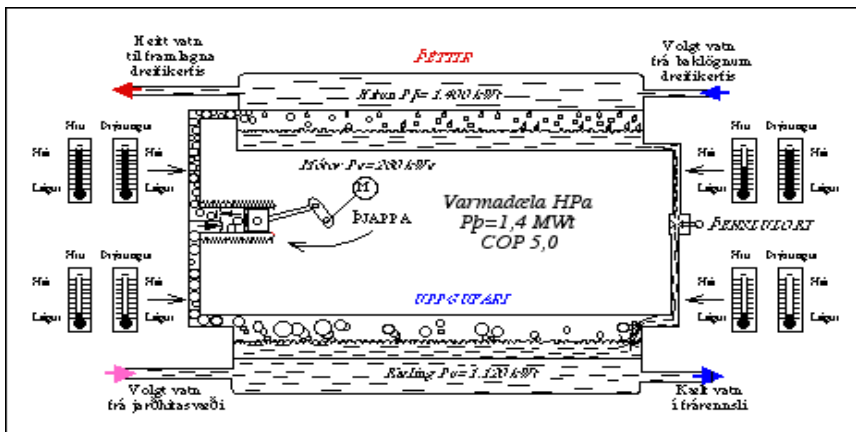
Niðurgreiðslufé 100%, 2,20 mkr/notanda.
Niðurgreiðslufé 35%, 0,78 mkr/notanda.

7. Nýtnistuðull varmadælu COP

Virkni varmadælu verður til af samvirkni fimm megin kerfiseininga sbr. mynd 4.

Kerfiseiningar:

- ✓ Uppgufari-Kælihlíðin sem tekur til sín varma úr t.d. volgu vatni frá borholu eða dreifík. hitaveitu (P_u).
- ✓ Þéttir-Hitahlíðin sem gefur frá sér varma til t.d. dreifík. hitaveitu eða kælihlíðar húsvarmadælu (P_p).
- ✓ Kælivökvi-Hringrásarvökvi sem flytur varma/orku frá Uppgufara til Þéttis, knúinn af Þjöppu sem tengd er Rafmótor.
- ✓ Þjappa-Knúinn með rafafli í lokaðri kælivökvarás, sem nýtist sem varmi í Þétti (P_e).
- ✓ Pensluloki-Stillir af þrýsting í kælivökvarásinni til enduruppgufunar hans í Uppgufara.



Mynd 4. Einfölduð mynd af innri virkni varmadælu.

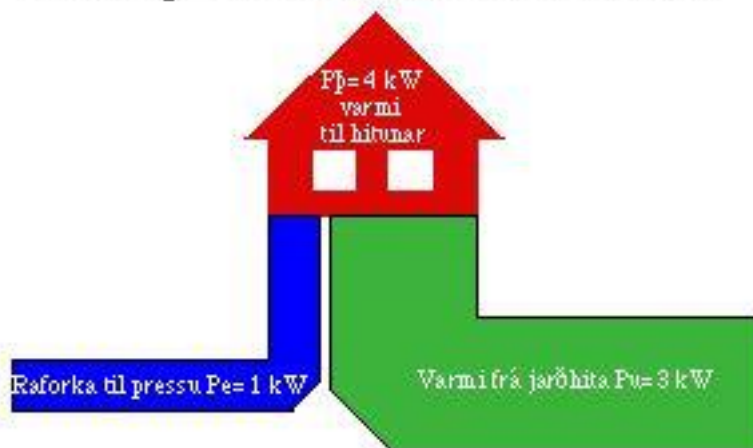
Mismunandi rekstraraðstæður varmadælna hafa áhrif á innri nýtni þeirra og þar af leiðandi reksturskostnað (rafmagnskostnað). COP (Coefficient Of Performance) varmadælna gefur til kynna innri nýtni þeirra. Hærrí COP leiðir af sér hagkvæmari reksturs varmadælu. Eftirfarandi líkingar og mynd 5 sýna fræðilega skilgreiningu á COP.

$$P_p = P_u + P_e \tag{1.1}$$

$$COP = P_p / P_e \tag{1.2}$$

Þegar varmadæla er rekin með COP=5 má líta svo á, að þegar keypt er 1 kWh til rafmótors þjöppunar (P_e), þá gefur þéttirinn frá sér 5 kWh til hitunar. Uppgufarinn dregur 4 kWh úr volga vatninu við að kæla það.

$$\text{COP: } P_p = 4 \text{ kW} / P_e = 1 \text{ kW} = \text{COP } 4,0$$



Mynd 5. Greining COP fyrir varmadælu.

Fjölmarginir þættir tengdir rekstraraðstæðum varmadælna hafa áhrif á COP og almennt gildir m.a. eftirfarandi til bættrar nýtni þ.e. hærri COP.

- Hærri vatnshiti inn á Uppgufara og minni kæling volga vatnsins, þ.e. hærri meðalhiti uppgufara.
- Lægri vatnshiti frá Þétti til dreifikerfis eða ofnkerfis, þ.e. lægri meðalhiti Þéttis.
- Minni mismunur á milli meðalhita Uppgufara og meðalhita Þéttis.
- Skynsamlegt val á kælivökva, þrepaskiptingu varmadælnnar og stjórnkerfi.

8. Ofnakerfi

Þegar ofnkerfi eru hönnuð fyrir olú- eða raftúbuhitun er almennt miðað við háan vatnshita frá hitagjafa, allt að 80°C til 90°C. Þannig næst full hitun húsnæðis með minni heildar ofnflæti, þ.e. minni ofnum en ef vatnshiti er lægri.

Þegar húsrými með ofnkerfi sem hannað er fyrir raftúbuhitun er tengt hitaveitu með vatnshita 60°C til 80°C, leiðir það til heitavatsþarfar frá hitaveitunni sem er meira en sem nemur fyrra hringrásarrensli kerfisins. Áætla skal að stækka þurfi heildar ofnflöt núverandi vatnsöfnakerfa á Tálknafirði þannig að ásættanleg nýting náist á hitaveituvatninu. Hve mikil stækkunin skal vera, er háð vatnshitanum sem þeim er ætlað að vinna við. Áætla má að ofnflötur húsa þurfi t.d. að vera allt að 100% stærri ef vatnshitinn frá hitagjafanum (dreifikerfi/húsvarmadæla) verður 60°C í stað 70°C. Almenna reglan er að lægri ofnhiti krefst stærri ofna til sömu heitavatsnotkunar. Minni ofnar leiða af sér aukna heitavatsnotkun, en gjarnan óbreyttra orku/varmanotkun.

9. Arðsemismat miðlægs varmadælukerfis

Til að meta arðsemi rekstrarvalkostanna tveggja er valið að setja upp sjálfstæðar kostnaðar- og rekstraráætlanir fyrir hvorn valkost og meta innri ávöxtun sjóðstreymis þeirra IRR (Internal Rate of Return). Einstakir tekju- og gjaldaliðir eru áætlaðir sem og einstakir stofnkostnaðarliðir. Tekið er tillit til áætlaðra tengigjalda notenda og hlutdeildar áætlaðrar hitaveitu í niðurgreiðslufé ríkissjóðs.

Horft er til kröfu um bæði 6% og 7% innri ávöxtun sjóðstreymis yfir bæði 25 ára og 40 ára rekstartímabil/afskriftartíma.

Valið er að sýna stofnfjárþörf á 1. rekstrarári áætlaðrar hitaveitu þannig að ávöxtunarkrafan verði tryggð, sem fall af völdum rekstrarlegum breytistærðum. Stofnfjárþörf er að auki tengigjöldum notenda.

Rekstrarlegar breytistærðir:

- ✓ Rekstrarnýtni varmadælu COP.
- ✓ Hitakostnaður notenda (gjaldskrá hitaveitu OV).
- ✓ Orkuverð til varmadælu (gjaldskrá OV).
- ✓ Heildar tengigjöld notenda (gjaldskrá hitaveitu).

10. Valkostur 1, miðlæg varmadæla (HP_a)

Í þessum rekstrarvalkosti er miðað við að staðsetja eina $P_{HPa}=1,4 \text{ MW}_t$ miðlæga varmadælu (HeatPump/HP) við þéttbýlismörk Tálknafjarðar.

$P_{HPa}=1,4 \text{ MW}_t$ er svokallað uppsett afl varmadælu og er hærra en það raunafli sem rekstraráætlanir eru miðaðar við en raunafli tekur mið af dreifingu útihita/gráðudaga í Tálknafirði.

Volgu vatni yrði dælt frá núverandi borholu LL-1 á Sveinseyri um aðveitupípu/stofnpípu til Uppgufara varmadælu HP_a. Dreifikerfið yrði lagt tvöfalt og tengt Þétti HP_a. Ofnkerfi notenda verða áfram lokað hringrásarkerfi, sem tengjast munu hinu lokaða dreifikerfi um varmaskipti (HeatExchanger/HEX).

Áætla skal að framhiti frá dreifikerfinu verði breytilegur eftir árstíðum til bestunar á hagkvæmni í rekstri HP_a og að nokkrar endurbætur þurfi að fara fram á núverandi ofnkerfum notenda til aðlögunar vatnshita/framhita dreifikerfisins á kaldasta tíma.

Áætlað er að neysluvatn notenda verði tengt hinu lokaða dreifikerfi um sértæka neysluvatnsvarmaskipta.

10.1 Rekstraráhrif COP_{HPa}

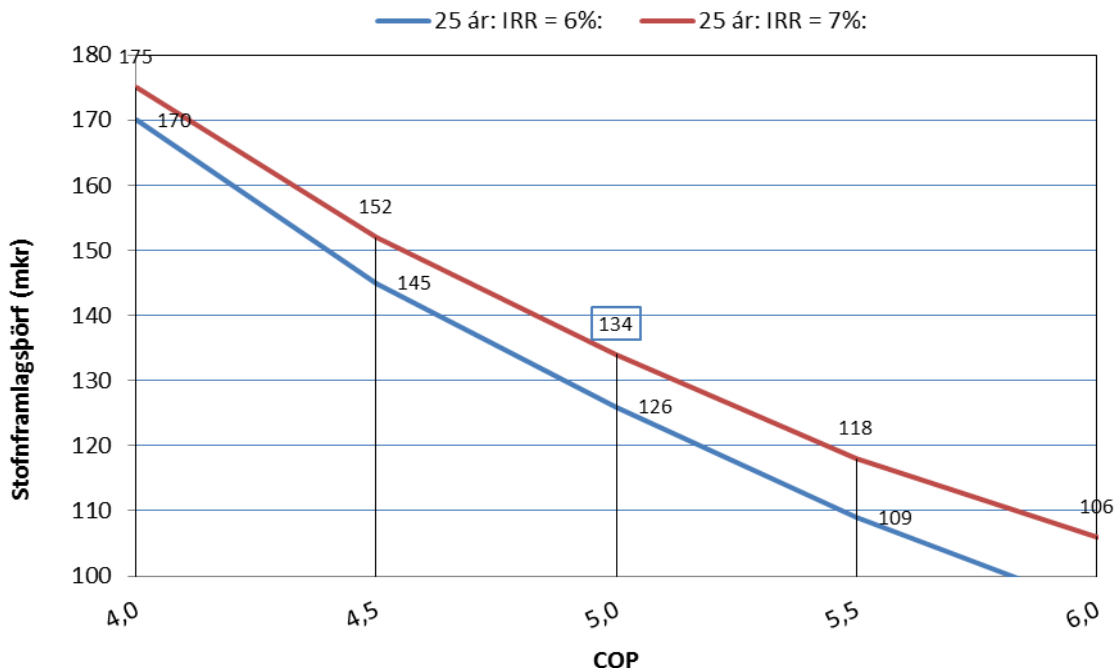
Fjölmarginir þættir hafa áhrif á nýtni varmadælu (COP). Áætla má að við ríkjandi aðstæður í Tálknafirði verði unnt að reka HP_a með COP á bilinu 4,0-6,0.

Á myndum 6 og 7 má sjá hvaða áhrif COP mun hafa fyrir rekstur áætlaðrar hitaveitu á Tálknafirði. Valið er að skoða stofnframlagsþörf rekstursins við breytilegt COP miðað við eftirfarandi gefnar forsendur.

Forsendur 10.1

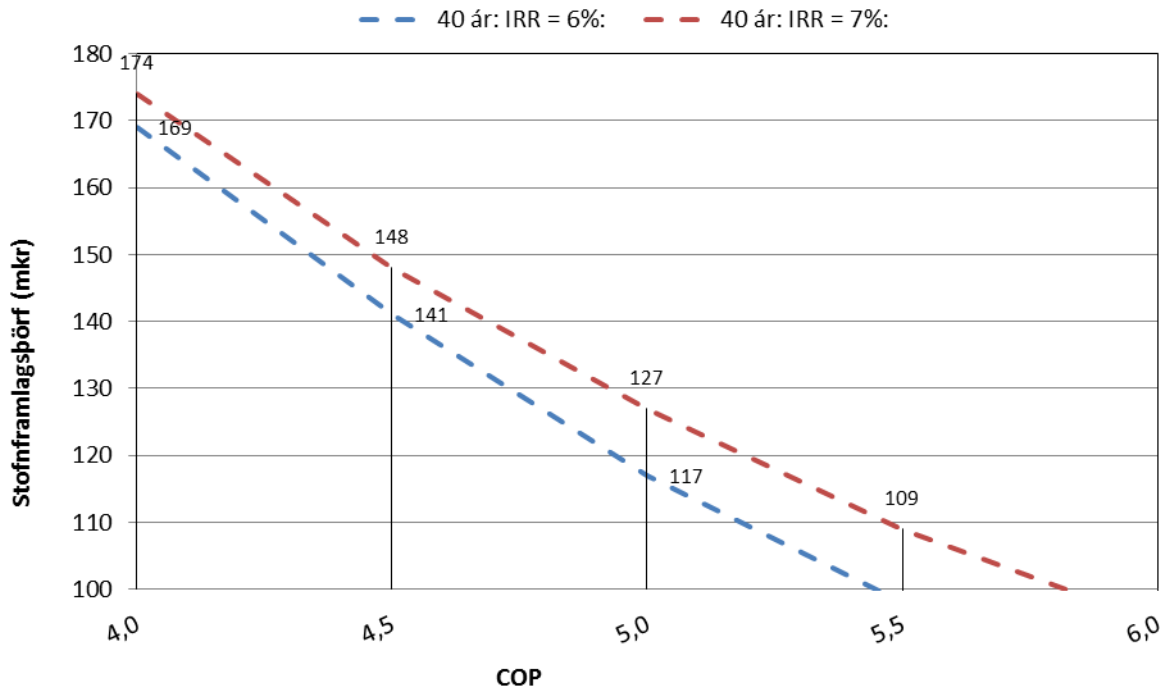
- Öll hús tengd hitaveitu.
- Tengigjöld notenda, kr. 380.000,-
- Hitunarkostnaður hitaveitu 100%.
- Gjaldskrá raforku OV til varmadælu 100%.
- Hlutdeild hitaveitu í niðurgreiðslufé 65%

Stofnframlagsþörf sem fall af COP



Mynd 6. Rekstraráhrif COP m.v. 25 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.

Stofnframlagsþörf sem fall af COP



Mynd 7. Rekstraráhrif COP m.v. 40 ára rekstartímabil/afskriftartíma.

Í stuttu máli 10.1: Ef gerð er krafa til rekstursins um IRR=7% til 25 ára og að COP verði 5,0 þarf að leggja til uppbyggingar hitaveitunnar á 1. rekstrarári hennar samt. **mkr. 134,0**.

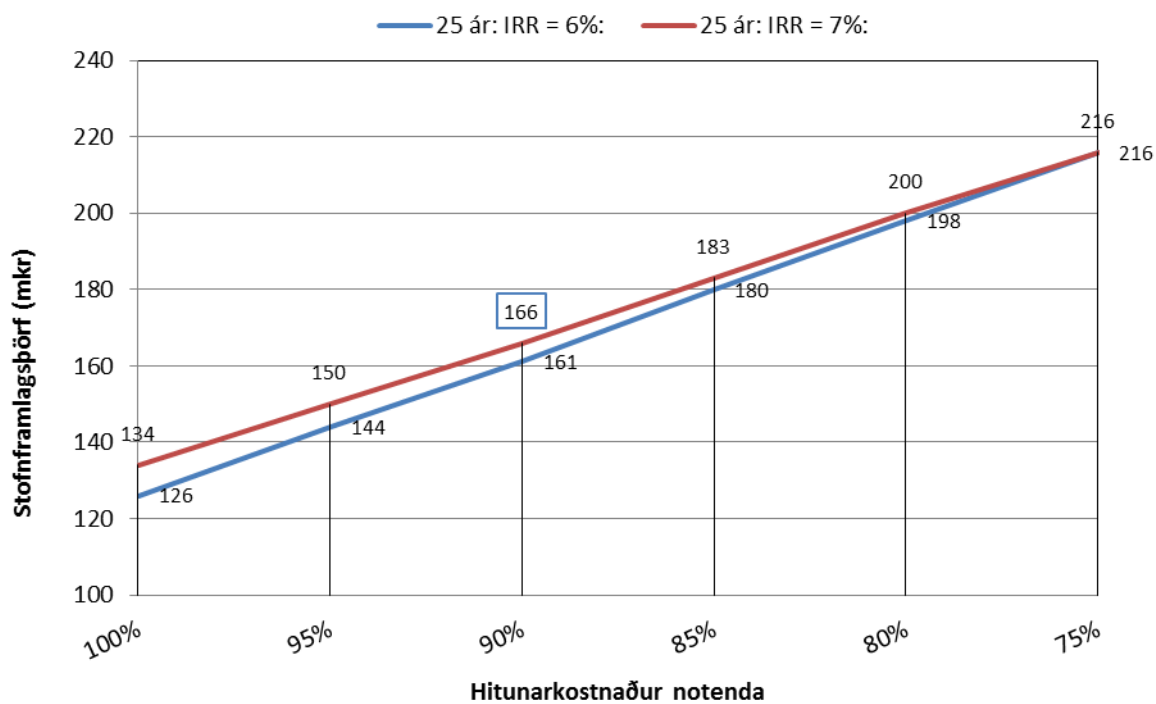
10.2 Rekstraráhrif hitaveitugjaldskrár/hitunarkostnaðar

Á myndum 8 og 9 má sjá hvaða áhrif breytileg gjaldskrá þ.e. hitunarkostnaður notenda hefur á rekstur áætlaðrar hitaveitu á Tálknafirði. Valið er að skoða stofnframlagsþörf rekstursins við breytilegan hitunarkostnað frá núverandi fullri gjaldskrá hitaveitu OV (100%) og niður um 25% til lækkunar (75%).

Forsendur 10.2

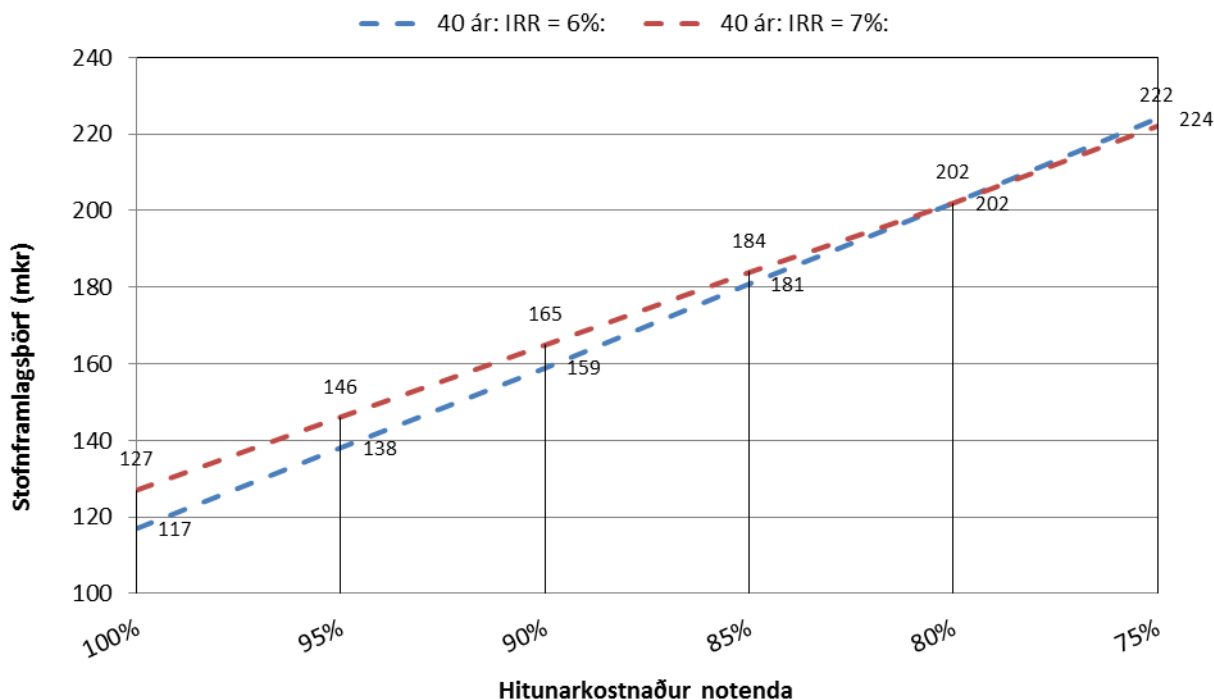
- COP=5,0.
- Öll hús tengd hitaveitu.
- Tengigjöld notenda, kr. 380.000,-
- Gjaldskrá raforku OV til varmadælu 100%.
- Hlutdeild hitaveitu í niðurgreiðslufé 65%.

Stofnframlagsþörf sem fall af hitunarkostnaði við COP=5



Mynd 8. Áhrif gjaldskrár/hitunarkostnaðar á arðsemi hitaveitu m.v. 25 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.

Stofnframlagsþörf sem fall af hitunarkostnaði við COP=5



Mynd 9. Áhrif gjaldskrár/hitunarkostnaðar á arðsemi hitaveitu m.v. 40 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.

Í stuttu máli 10.2: Ef gerð er krafa til rekstursins um IRR=7% til 25 ára og að COP verði 5,0 þarf að leggja til uppbyggingar hitaveitunnar á 1. rekstrarári hennar samt **mkr. 166,0** ef núverandi gjaldskrá (100%) yrði lækkuð um 10% (90%).

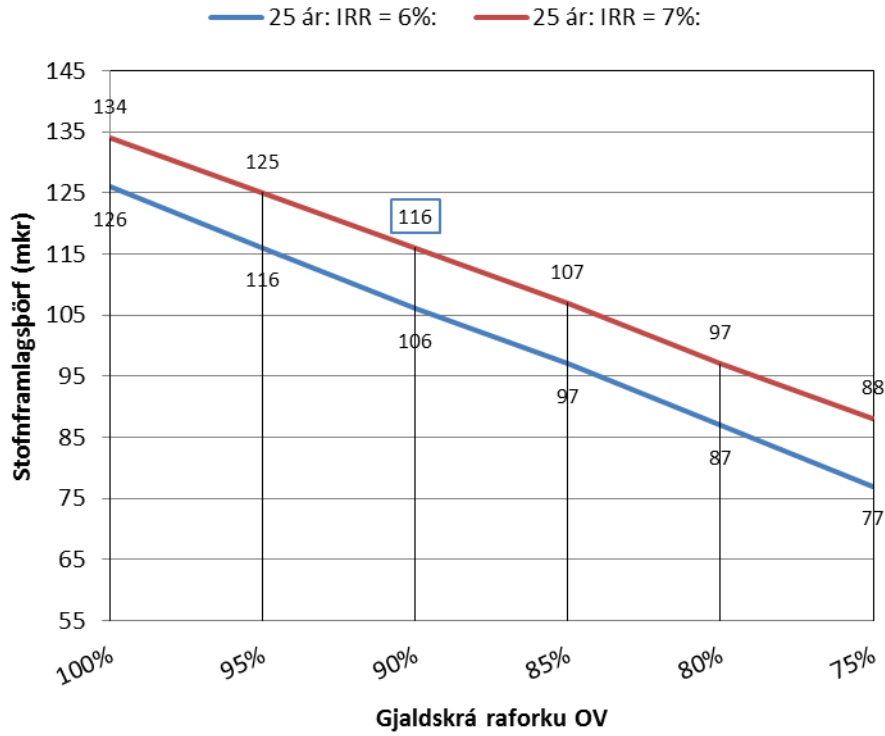
10.3 Rekstraráhrif raforkuverðs til varmadælu

Á myndum 10 og 11 má sjá hvaða áhrif breytilegt raforkuverð til varmadælu hefur á rekstur áætlaðrar hitaveitu á Tálknafirði. Valið er að skoða stofnframlagsþörf rekstursins við breytilega raforkugjaldskrá frá núverandi fullri gjaldskrá OV (100%) og niður um 25% til lækkunar (75%).

Forsendur 10.3

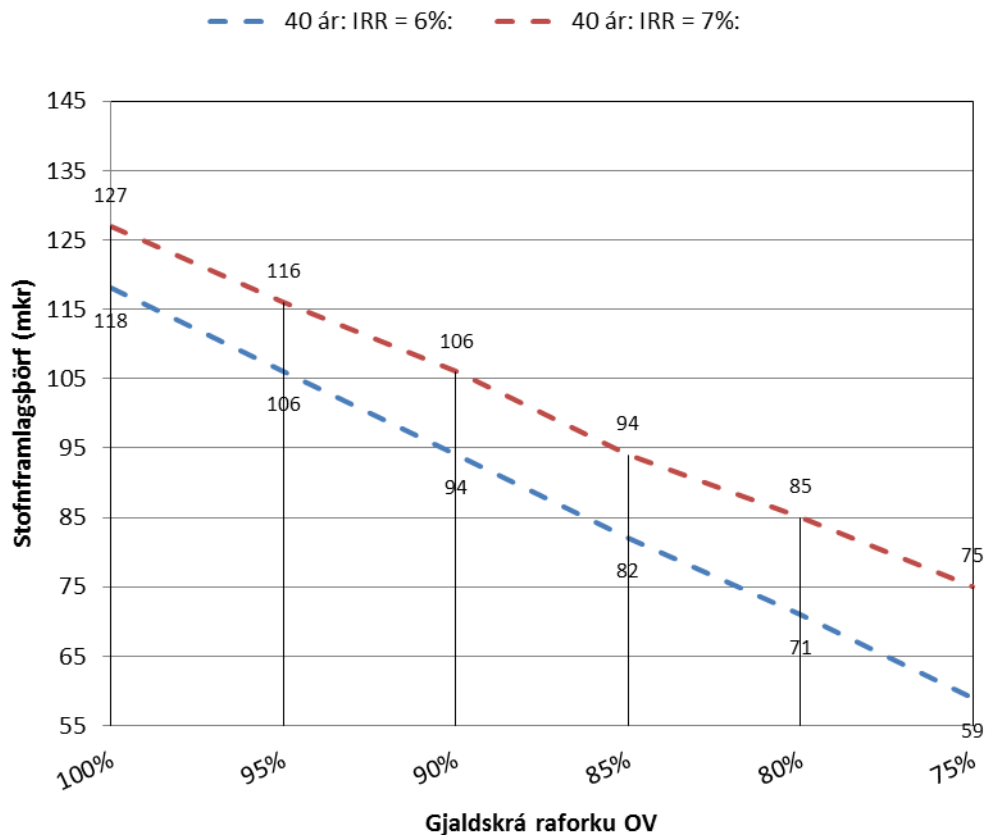
- ✓ COP=5,0.
- ✓ Öll hús tengd hitaveitu.
- ✓ Tengigjöld notenda, kr. 380.000,-
- ✓ Hitunarkostnaður hitaveitu 100%.
- ✓ Hlutdeild hitaveitu í niðurgreiðslufé 65%.

Stofnframlagsþörf sem fall af raforkugjaldskrá við COP=5,0



Mynd 10. Áhrif raforkugjaldskrár OV á arðsemi hitaveitu m.v. 25 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.

Stofnframlagsþörf sem fall af raforkugjaldskrá við COP=5,0



Mynd 11. Áhrif raforkugjaldskrár OV á arðsemi hitaveitu m.v. 40 ára rekstrartímabil/afskriftartíma..

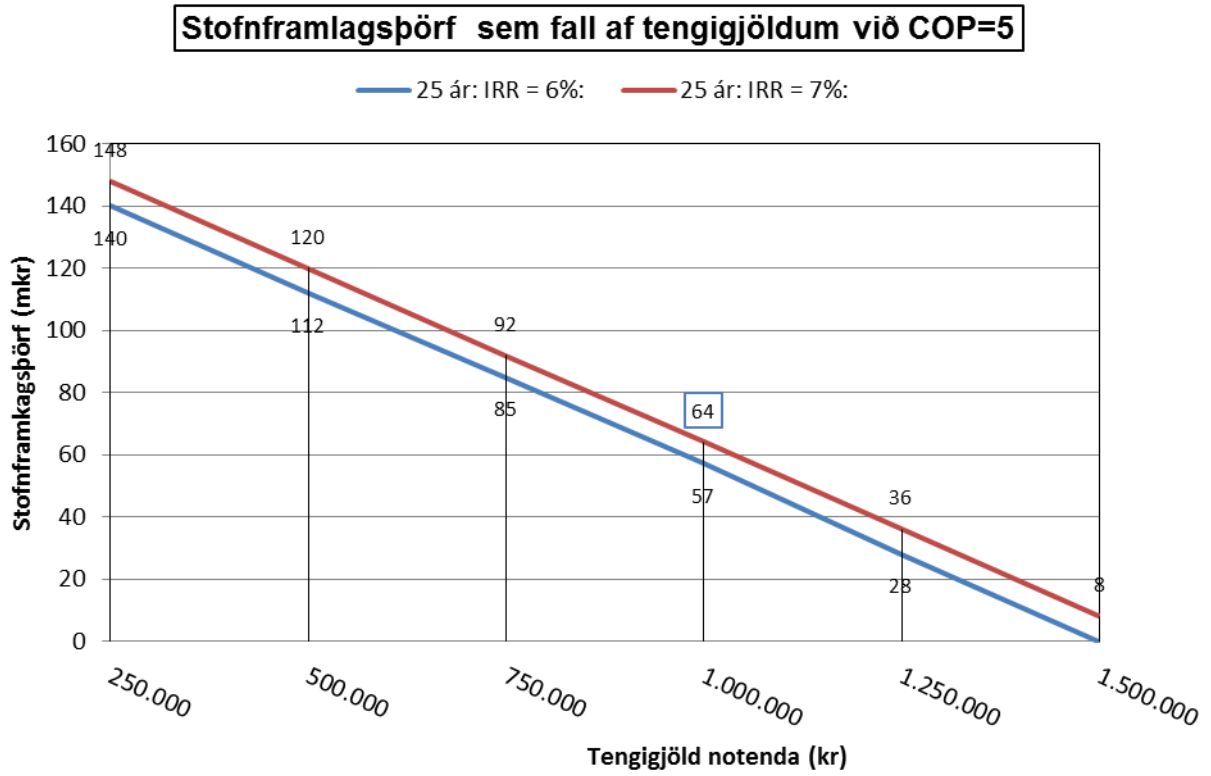
Í stuttu máli 10.3: Ef gerð er krafa til rekstursins um IRR=7% til 25 ára og að COP verði 5,0 þarf að leggja til uppbyggingar hitaveitunnar á 1. rekstrarári hennar samt. **mkr. 116,0** ef núverandi raforkugjaldskrá til varmadælu (100%) yrði lækkuð um 10% (90%).

10.4 Rekstraráhrif tengigjalda notenda

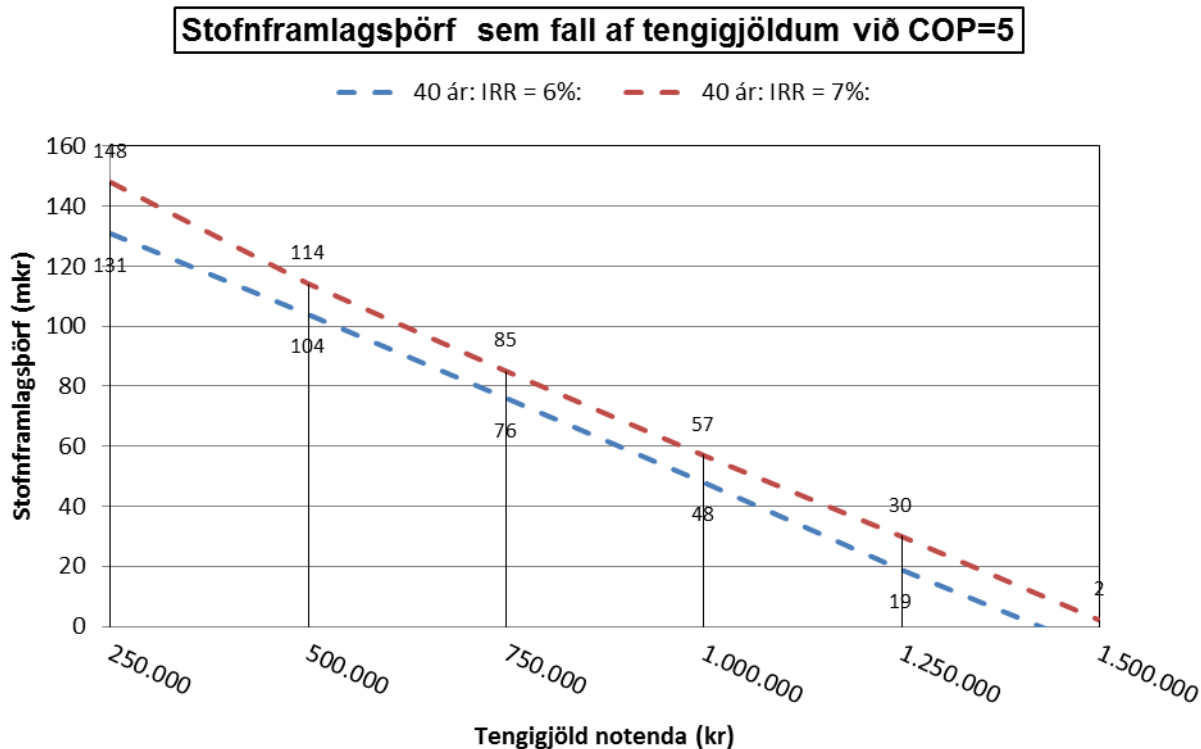
Á myndum 12 og 13 má sjá hvaða áhrif breytilegt tengigjald notenda hefur á rekstur áætlaðrar hitaveitu á Tálknafirði. Valið er að skoða stofnframlagsþörf rekstursins við breytileg tengigjöld notenda á bilinu 0,25 mkr. til 1,5 mkr. Tengigjald er hér heildar tengigjald.

Forsendur 10.4

- COP=5,0.
- Öll hús tengd hitaveitu.
- Hitunarkostnaður hitaveitu 100%.
- Gjaldskrá raforku OV til varmadælu 100%.
- Hlutdeild hitaveitu í niðurgreiðslufé 65%.



Mynd 12. Áhrif tengigjalda notenda á arðsemi hitaveitu m.v. 25 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.



Mynd 13. Áhrif tengigjalda notenda á arðsemi hitaveitu m.v. 40 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.

Í stuttu máli 10.4: Ef gerð er krafa til rekstursins um IRR=7% til 25 ára og að COP verði 5,0, þarf að leggja til uppbyggingar hitaveitunnar á 1. rekstrarári hennar samt. **mkr. 64,0** ef heildartengigjöld notenda yrðu mkr. 1,0.

11. Valkostur 2, húsvarmadæla (HP_b)

Í þessum rekstrarvalkosti er miðað við að staðsetja sérstaka húsvarmadælu $P_{HP_b}=12 \text{ kW}_t$ hjá hverjum notanda. $P_{HP_b}=12 \text{ kW}_t$ er svokallað uppsett afl húsvarmadælu og er hærra en það raunafli sem rekstraráætlanir eru miðaðar við, en raunafli tekur mið af dreifingu útihita/gráðudaga í Tálknafirði.

Volgu vatni yrði dælt frá núverandi borholu LL-1 á Sveinseyri um aðveitupípu/stofnpípu til dreifikerfis hitaveitunnar. Dreifikerfið yrði lagt einfalt og tengt Uppgufara húsvarmadælu HP_b . Ofnkerfi notenda verða áfram lokuð hringrásarkerfi, sem tengjast munu Þétti húsvarmadælu án sérstaks varmaskiptis (HeatExchanger/HEX).

Áætla skal að notendur breyti vatnshita frá Þétti húsvarmadælu sinna eftir árstíðum til bestunar á hagkvæmni í rekstri HP_b og að nokkrar endurbætur þurfi að fara fram á núverandi ofnkerfum notenda til aðlögunar vatnshitanum

Áætlað er að neysluvatn notenda verði tengt hinu lokaða dreifikerfi um sértæka neysluvatnsvarmaskipta og eftir atvikum tengt hitaskerpingu um núverandi neysluvatnsbúnað.

11.1 Hitunarkostnaður frá húsvarmadælu

Valið er að greina núverandi hitunarkostnað á gjaldskrársvæði OV fyrir gefið 400 m^3 viðmiðunarhús. Uppsett hitunarafl húsvarmadælu er áætlað 12 kW_t og orkunotkun til hitunar 34.632 kWh/ári . Verð eru með orkuskatti, niðurgreiðslum og án VSK.

Á mynd 14 má sjá talnalega greiningu hitaveitukostnaðarins m.v. 20°C hitafall í Þétti húsvarmadælu HP_b sbr. [20]. Hitunarkostnaður með húsvarmadælu er 378.006 kr/ári og vegið orkuverð $kt=10,91 \text{ kr/kWh}$.

HP_bRafm. OV*Sala:*

Fastagjald 0,- kr/ári

Sala rafm. 37.843,- kr/ári

Dreifing:

Fastagjald 18,048,- kr/ári

Dreifing rafm. 38.684,- kr/ári

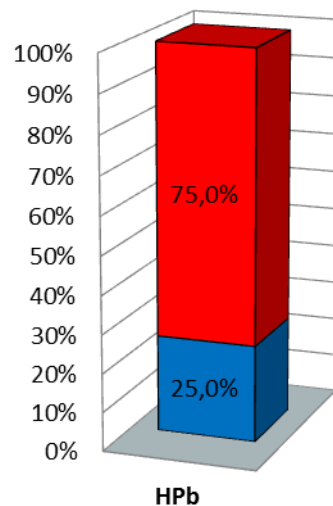
Alls rafmagnskostnaður: 94.575,- kr/áriHitaveita OV

Fastagjald 31.169,- kr/ári

Orkugjald 211.361,- kr/ári

Vatnsgjald m.v. $\Delta T_r=20^\circ\text{C}$ 40.900,- kr/áriAlls hitaveita: 283.430,- kr/áriHitunarkostnaður með HP_b/12 kW_t 378.006,- kr/ári $K_{\text{HPb},20}=10,91 \text{ kr/kWh}$ **Varmadæluhitun OV**

■ Rafmagn ■ Hitaveita



Mynd 14. Varmadæluhitun, greining kostnaðar.

Það sem einkennir núverandi gjaldskrá OV til varmadæluhitunar er að 75% árskostnaðar félli til vegna heitavatnsnotkunar og 25% vegna raforkunotkunar. Þetta gæti leitt til hærri hitunarkostnaðar ef ofnakerfi eru ekki vel aðlöguð vatnshitanum frá Þétti varmadæluhitunar. Jafnframt minnkar hvati til kaupa á varmadælum með háum COP.

11.2 Stofnkostnaður hitaveitu

Ef tengdar yrðu húsvarmadælu hjá notendum má áætla að heildar stofnkostnaður hitaveitu lækki um 28% eða um allt að 1,14 mkr/hústengingu, sem er rúmlega það sem áætla má að 12 kW_t húsvarmadæla kosti í innkaupum með uppsetningu og tengingu.

Ef miðað yrði við að 35% niðurgreiðslufjár verði látið renna til notendanna og að hitaveitan taki 65% til kerfisuppbyggingarinnar, má skv. gr. 6 áætla að allt að 0,78 mkr rynnu að meðaltali til notenda.

11.3 Rekstraráhrif hitaveitugjaldskrár/hitunarkostnaðar

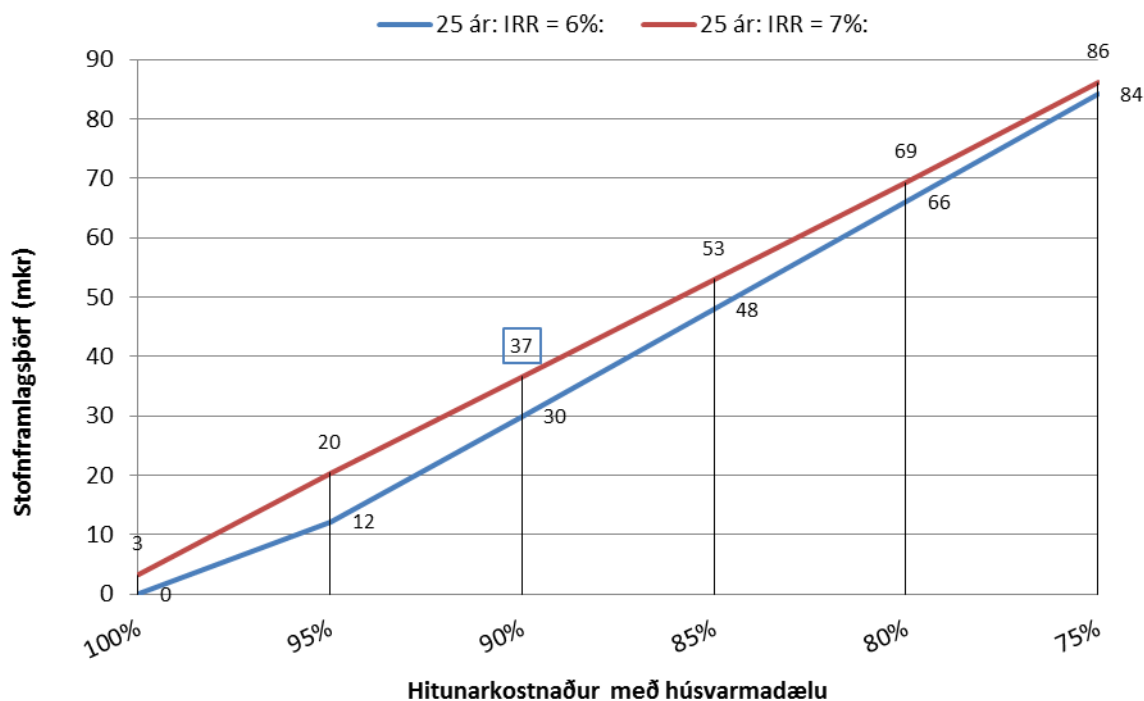
Ef miðað yrði við að notendur önnuðust sjálfir uppsetningu húsvarmadæna í sínum húsum, 35% niðurgreiðslufjár verði látið renna til notendanna og að hitaveitan taki 65% til kerfisuppbyggingarinnar, má áætla að engin stofnframlagsþörf komi fram í rekstri veitunnar og að IRR verði 6,6% yfir 25 ára rekstrartímabil/afskriftatíma.

Á mynd 15 og 16 má sjá hvaða áhrif breytileg gjaldskrá þ.e. hitunarkostnaður notenda hefði á rekstur áætlaðrar hitaveitu á Tálknafirði. Valið er að skoða stofnframlagsþörf rekstursins við breytilegan hitunarkostnað frá núverandi fullri gjaldskrá hitaveitu OV (100%) og niður um 25% til lækkunar (75%).

Forsendur 11.3

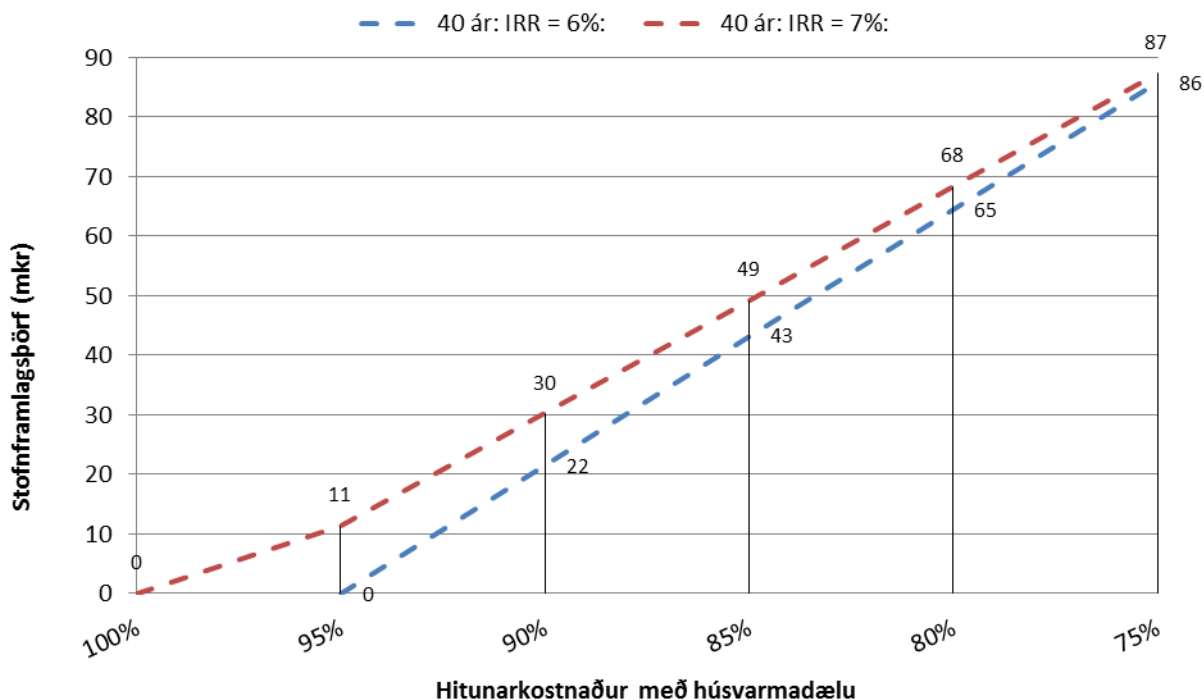
- Húsvarmadælu greiddar af notendum.
- COP=5,0.
- Öll hús tengd hitaveitu.
- Tengigjöld notenda, kr. 380.000,-
- Gjaldskrá raforku OV til varmadælu 100%.

Stofnframlagsþörf sem fall af hitunarkostnaði við COP=5:ΔTu=20°C



Mynd 15. Áhrif gjaldskrár/hitunarkostnaðar á arðsemi hitaveitu m.v. 25 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.

**Stofnframlagsþörf sem fall af hitunarkostnaði við
COP=5:ΔTu=20°C**



Mynd 16. Áhrif gjaldskrár/hitunarkostnaðar á arðsemi hitaveitu m.v. 40 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.

Í stuttu máli 11.3: Ef miðað er við að notendur annist sjálfir uppsetningu húsvarmadælna og að gerð yrði krafa til hitaveitustursins um IRR=7% til 25 ára og að COP verði 5,0 m.v. ΔTu=20°C hitafall í Uppgufara húsvarmadælu, þarf að leggja til uppbyggingar hitaveitunnar á 1. rekstrarári hennar samt. **mkr. 37,0** ef núverandi gjaldskrá (100%) yrði lækkuð um 10% (90%).

11.4 Rekstraráhrif hlutfalls niðurgreiðslufjár

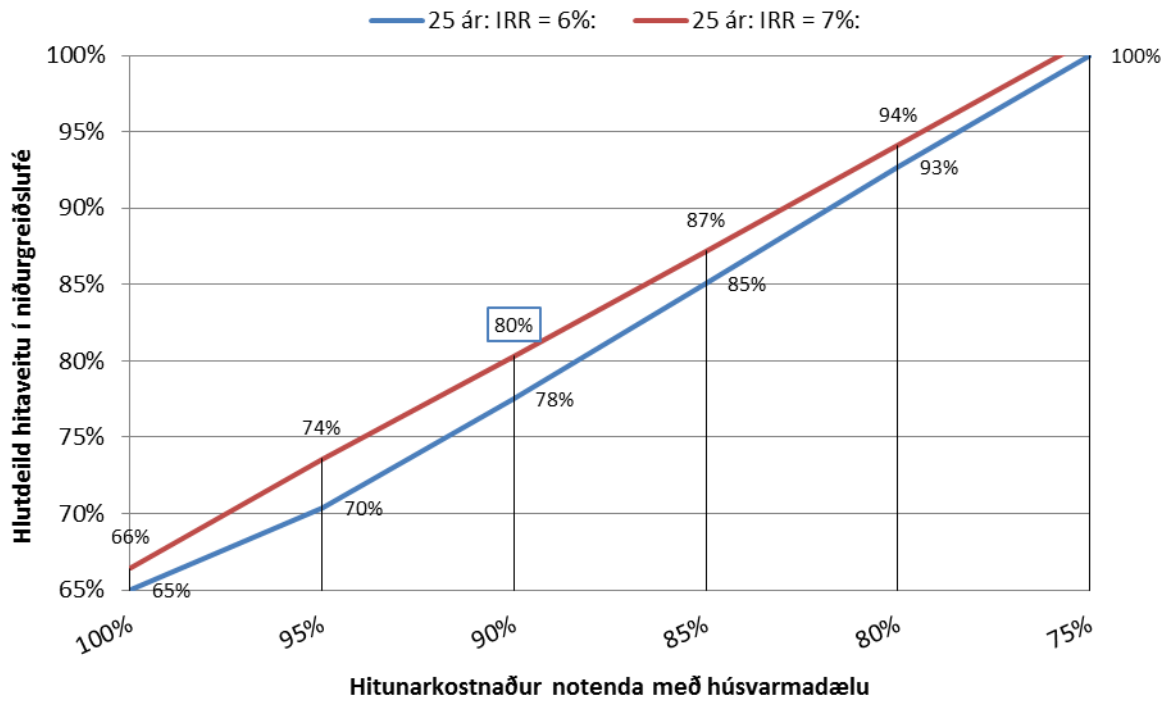
Ef miðað yrði við að notendur önnuðust sjálfir uppsetningu húsvarmadælna í sínum húsum og miðað yrði við að 35% niðurgreiðslufjár verði látið renna til notendanna og að hitaveitan taki 65% til kerfisuppbyggingarinnar, má áætla að engin stofnframlagsþörf komi fram í rekstri veitunnar og að IRR verði 6,6%

Á myndum 17 og 18 má sjá hvaða áhrif breytileg gjaldskrá þ.e. hitunarkostnaður notenda hefði á rekstur áætlaðrar hitaveitu á Tálknafirði. Valið er að skoða áhrif hlutdeildar hitaveitunnar í niðurgreiðslufé frá núverandi fullri gjaldskrá hitaveitu OV (100%) og niður um 25% til lækkunar (75%).

Forsendur 11.4

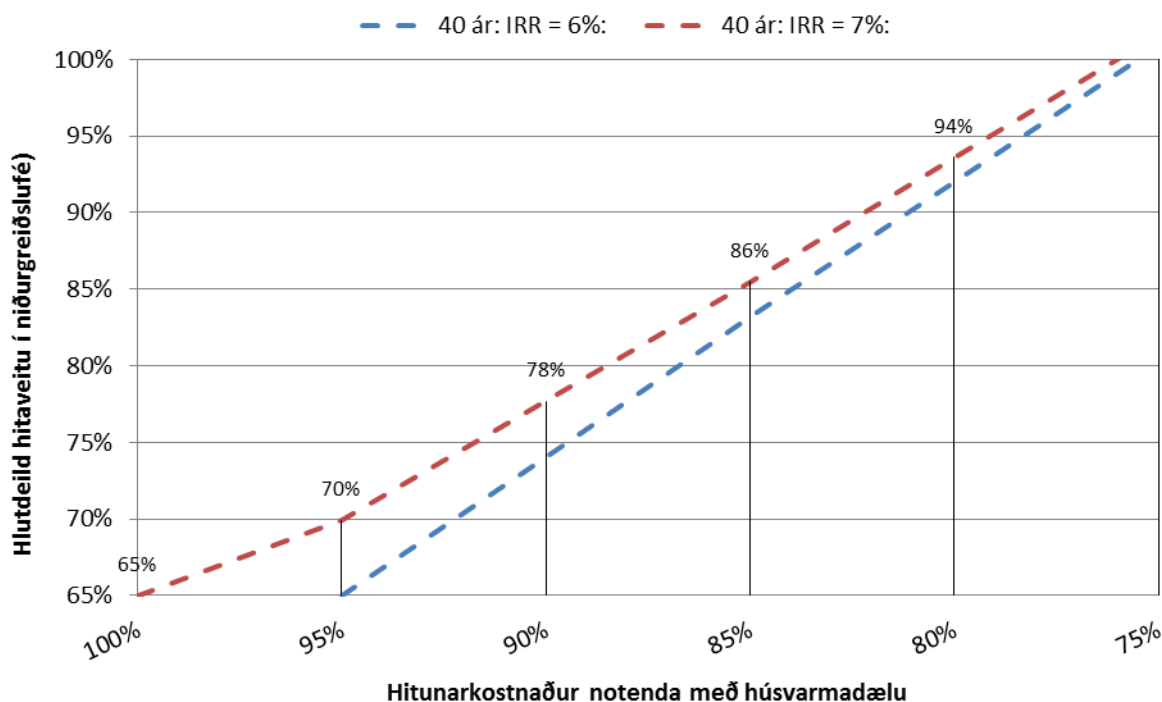
- Húsvarmadælu greiddar af notendum.
- COP=5,0.
- Öll hús tengd hitaveitu.
- Tengigjöld notenda, kr. 380.000,-
- Gjaldskrá raforku OV til varmadælu 100%.

Niðurgreiðslufjárlutfall sem fall af hitunarkostnaði við COP=5:ΔTu=20°C



Mynd 17. Áhrif hlutdeildar niðurgreiðslufjár á gjaldskrá/hitunarkostnað notenda m.v. 25 ára rekstrartíma.

**Niðurgreiðslufjárlutfall sem fall af hitunarkostnaði við
COP=5:ΔTu=20°C**



Mynd 18. Áhrif hlutdeildar niðurgreiðslufjár á gjaldskrá/hitunarkostnað notenda m.v. 40 ára rekstrartíma.

Í stuttu máli 11.4: Ef miðað er við að notendur annist sjálfir uppsetningu húsvarmadælna og að gerð yrði krafa til hitaveiturekstursins um IRR=7% til 25 ára og að COP verði 5,0 m.v. $\Delta T_u=20^\circ\text{C}$ hitafall í Uppgufara húsvarmadælu, þarf hitaveitan að taka til sín **80%** af heildar niðurgreiðslufé ef núverandi gjaldskrá (100%) yrði lækkuð um 10% (90%).

11.5 Húsvarmadæla án hitaveitu (HP_c)

Nefndur skal kostur til lækkunar hitunarkostnaðar á Tálknafirði, sem felst í því að virkja ekki núverandi hólur LL-1 á Sveinseyri, leggja ekki aðveitupípu/stofnpípu né dreifikerfi hitaveitu, en að notendur tengi húsvarmadælu HP_c hver í sínu húsi, sem nýttu útiloft til kælingar í Uppgufara.

Notkun slíkra varmadælna hefur rutt sér umtalsvert til rúms í norður Evrópu á síðustu árum og framleiðslugæði varmadæluþjónustunnar jafnframt.

Unnt er að velja á milli tveggja varmadæluþjónustunnar.

Annars vegar kost sem nýtir varmann úr útilofti á Uppgufara og skilar honum frá þétti á formi upphitaðs innilofts (loft/loft-varmadælu).

Hins vegar kost sem nýtir varmann úr útilofti á Uppgufara og skilar honum frá þétti á formi upphitaðs vatns s.s. hringrásarvatns ofnakerfis (loft/vatn-varmadæla).

Sömu tæknilögmál og áður hafa verið nefnd eiga við um þessa gerð varmadælna s.s. COP.

Ekki verður séð að varmadælu sem nýta varmann úr útilofti geti orðið hagkvæmur kostur fyrir húseigendur til fullrar árshitunar húsa. Hins vegar má reikna ásættanlega arðsemi í rekstur slíkra varmadælna til lækkunar húshitunarkostnaðar með rafhitun þegar varmadæla sem grunnhitun er samrekin með t.d. rafhitun.

Telja verður að íslenskar reglugerðir taki ekki tillit til þessa kosts til upphitunar íbúðarhúsnæðis s.s hvernig niðurgreiðslum til rafhitunar verður háttað, né hvernig farið skuli með niðurgreiðslufé ríkissjóðs.

Við þessa gerð varmadælna, skal staðsetja Uppgufarann utanhúss á hagstæðum stað. Ekki verður séð að byggingareglugerð setji slíkum staðsetningum nokkrar skorður, en frá m.a. viftu varmadælnanna stafar nokkur hljóðmengun eða allt að 30 dB_a frá innieiningu (Þétti) og allt að 45 dB_a fyrir útieiningu (Uppgufara). Varmadælar vinna allt niður í -20C útilofthita á skertum afköstum.

Ef valin er loft/loft-varmadæla er unnt að staðsetja Þéttinn á miðlægum stað í húsrýminu. Nokkuð vanda- og kostnaðarsamt getur orðið að dreifa lofthitanum til einstakra herbergja húsrýmisins.

Kostir:

- Ekkert hitaveitukerfi.
- Valkvæð nýting notandans.
- Lágmarks varmatöp.
- Óbreytt ofnakerfi.

Ókostir:

- Tæknirekstur á hendi notandans.
- Útihiti lægstur við mestu upphitunarþörf.
- COP lægstur við lægstan útihita.
- Varmaafköst varmadælu lægst við lægstan útihita.
- Hljóðmengun inni og úti.

Óvissa:

- Niðurfelling VSK af varmadælu kaupum.
- Tilhögun niðurgreiðslna til rafhitunar.
- Ráðstöfun niðurgreiðslufjár.
- Staðsetningarheimild fyrir Uppgufara.

12. Valkostur 3, jarðvarmaveita

Í þessum rekstrarvalkosti er miðað við að boruð verði ný borhola allt að 1.200 m djúp í námunda við núverandi virkjunarsvæði, sem með 6“ djúpdælu gæfi allt að 20 l/sek af um 75°C heitu vatni. Áætlað meðal vatnsborð í dælingarholu er 120 m. Áætlaður stofnkostnaður við jarðborun er mkr. 60,0.

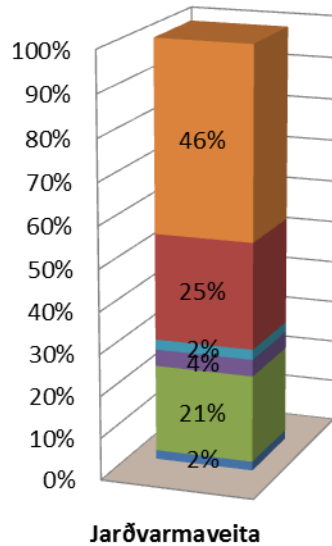
Í greinargerð [11] er tilsvarendi áætlun gerð og hún í þessari greinargerð endurreiknuð til þess verðlags sem tilgr. er í 1. gr.

Á mynd 19 má sjá stofnkostnaðargreiningu við byggingu jarðvarmaveitu fyrir Tálknafjörð. Allar áætlaðar kostnaðartölur byggja á uppfærðum einingaverðum úr verðbanka WVS.

Fyrir liggur greinargerð frá ÍSOR/2016 [24] með tillögum um næstu skref í jarðhitarannsóknnum, sem óskað hafði verið eftir af OV. Fram kemur að á jarðhitasvæðinu séu vísbendingar um að finna megi jarðhitakerfi með allt að 75°C vatnshita.

STOFNKOSTNAÐARÁÆTLUN

■ Jarðhl./ranns. ■ Borun/virkjun. ■ Dælust./loftsk. ■ Raff./stj.k. ■ Stofnpípur. ■ Dreifikerfi.



Mynd 19. Jarðvarmaveita, hlutfall stofnkostnaðar.

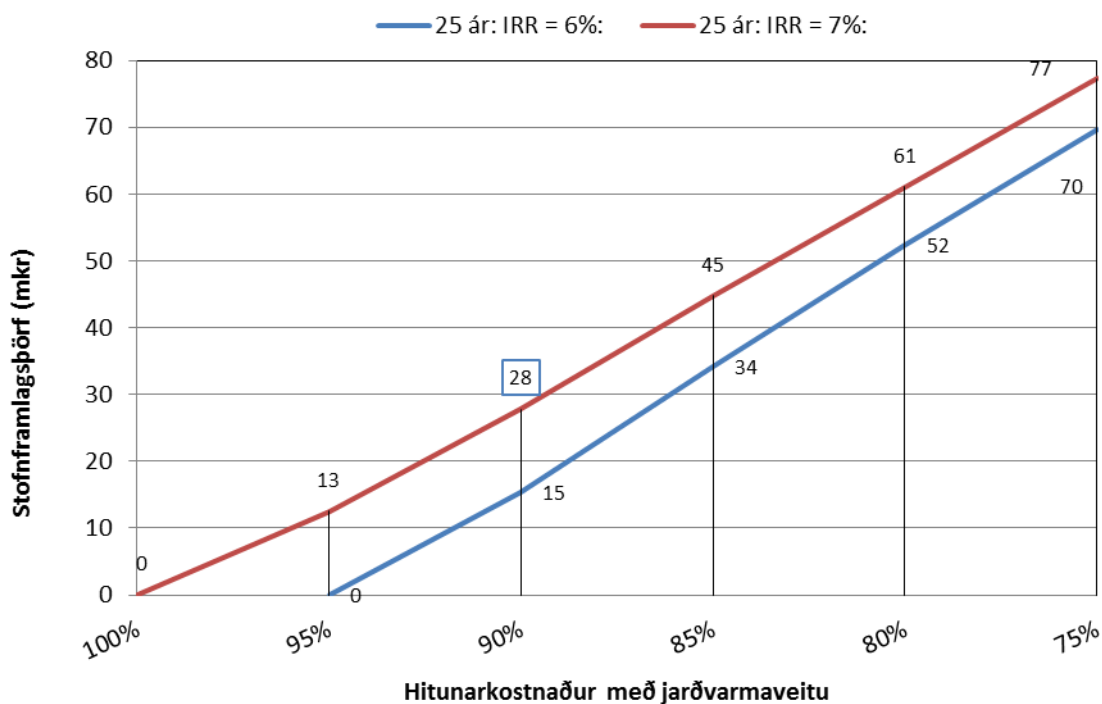
12.1 Rekstraráhrif hitaveitugjaldskrár/hitunarkostnaðar

Á myndum 20 og 21 má sjá hvaða áhrif breytileg gjaldskrá þ.e. hitunarkostnaður notenda hefur á rekstur áætlaðrar jarðvarmaveitu á Tálknafirði. Valið er að skoða stofnframlagsþörf rekstursins við breytilegan hitunarkostnað frá núverandi fullri gjaldskrá hitaveitu OV (100%) og niður um 25% til lækkunar (75%).

Forsendur 12.1

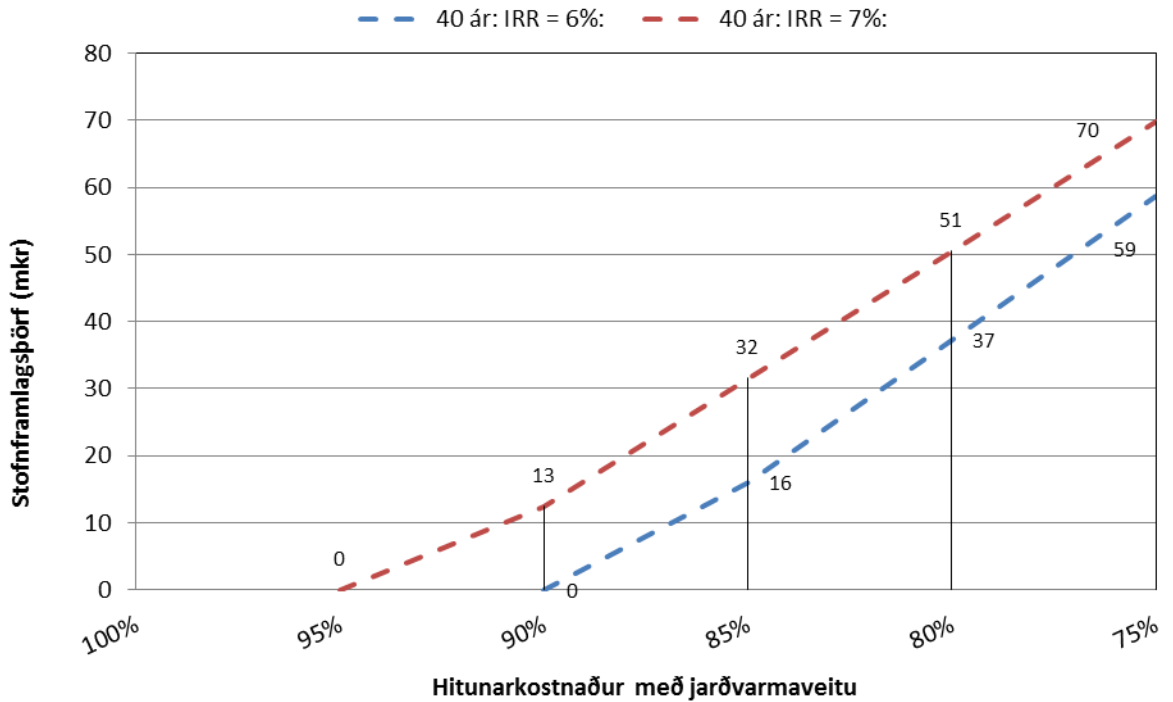
- Öll hús tengd hitaveitu.
- Tengigjöld notenda, kr. 380.000,-
- Hlutdeild hitaveitu í niðurgreiðslufé 65%.

Stofnframlagsþörf sem fall af hitunarkostnaði



Mynd 20. Áhrif gjaldskrár/hitunarkostnaðar á arðsemi jarðvarmaveitu m.v. 25 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.

Stofnframlagsþörf sem fall af hitunarkostnaði



Mynd 21. Áhrif gjaldskrár/hitunarkostnaðar á arðsemi jarðvarmaveitu m.v. 40 ára rekstrartímabil/afskriftartíma.

Í stuttu máli 12.1: Ef gerð er krafa til rekstursins um IRR=7% til 25 ára þarf að leggja til uppbyggingar hitaveitunnar á 1. rekstrarári hennar samt. **mkr. 28,0** ef núverandi gjaldskrá (100%) yrði lækkuð um 10% (90%).

13. Samantekt

| Miðlæg varmadæla HPa | |
|-----------------------------|----------------------------|
| IRR=7%/25 ár | Stofnframlagsþörf (mkr) |
| COP=5,0 | 134 |
| Hitunarkostnaður 90% | 166 |
| Raforkugjaldskrá 90% | 116 |
| Tengigjald mkr. 1,0 | 64 |
| Húsvarmadællur HPb | |
| IRR=7%/25 ár | Stofnframlagsþörf (mkr) |
| Hitunarkostnaður 90% | 37 |
| Húsvarmadællur HPb | |
| IRR=7%/25 ár | Niðurgreiðslufjárhlutdeild |
| Hitunarkostnaður 90% | 80% |
| Jarðvarmaveita | |
| IRR=7%/25 ár | Stofnframlagsþörf (mkr) |
| Hitunarkostnaður 90% | 28 |

13.1 Miðlæg varmadæla HP_a

Kostir:

- Nýting núverandi jarðvarma.
- Dreifikerfisvatn aðskilið frá jarðhitavatni.
- COP varmadælu óháð útihita.
- Miðlægur rekstur varmadælu.
- Annar kröfum um neysluvatn.
- Bakvatn frá þétti til sérnýtingar.

Ókostir:

- Dýrt dreifikerfi (tvöfalt).
- Aukin dreifikerfistöp.
- Bygging og rekstur varmastöðvar.
- Rekstrarafkoma háð gjaldskrá raforkuverðs.

13.2 Húsvarmadællur HP_b

Kostir:

- Nýting núverandi jarðvarma.
- Lágmarks stofnkostnaður dreifikerfis (einfalt).
- Lágmarks dreifikerfistöp.
- Bakvatn notenda til sérnýtingar þeirra.
- Einhlítari kerfisrekstur.

- COP varmadælu óháð útihita.
- Hitunarkostnaður lítið háður raforkugjaldskrá.

Ókostir:

- Jarðhitavatn í dreifikerfi.
- Notendaháður varmadællurekstur (COP).
- Hjóðmengun innanhúss.
- Annar ekki kröfum um neysluvatn.

13.3 Jarðhitaveita

Kostir:

- Almennir hitaveitukostir.
- Lítið háð óvissu um raforkugjaldskrá.
- Aðkoma Orkusjóðs.
- Rekstraröryggi.
- Leysir neysluvatnsþörf.
- Bakrásarvatn til ráðstöfunar fyrir notendur.
- Þekkt lagaumhverfi.

Ókostir:

- Óvissa í jarðhitaleit.
- Óvissa um langtímaþróun jarðhitasvæðis.

14. Niðurstaða

Telja verður að rekstur miðlægrar varmadælu sem annar 100% aflþörf dreifikerfis hitaveitu fyrir lítinn varmamarkað eins og á Tálknafirði verði þungur án umtalsverðs utanaðkomandi fjármagns. Kerfisreikningar sýna, að með því að velja minni miðlæga varmadælu þ.e. nær grunnafliþörf kerfisins og bæta við reglandi toppafli frá varmakatli, þá sé unnt að ná fram aukinni rekstrarhagkvæmni. Það er þó háð því að orkuverð til toppafli framleiðslu sé umtalsvert lægra en núverandi raforkuverð/svartolíuverð og gæti vart orðið til nema frá t.d. sorpbrennslu, framleiðanda lífgass sbr. [22] o.fl.

Jafnframt verður að telja að umtalsverð rekstraráhætta fylgi rekstri miðlægrar varmadælu í hitaveitukerfi vegna óvissu í raforkuverði og hve háð hún er raforkunotkun. Sveitarfélag sem byggi yfir eigin vatnsaflsvirkjun til framleiðslu á hagkvæmri raforku til varmadælureksturs væri sterk heild í þessu sambandi.

Telja verður að uppsetning húsvarmadælna sé ekki óraunhæfur valkostur að því gefnu, að niðurgreiðslufjármagni úr ríkissjóði verði í auknum mæli veitt beint til notendanna sjálfra. Þó verður ekki annað séð, en að í báðum valkostum muni krafan um skynsamlega arðsemi hitaveiturekstursins kalla á að tekjustofn áætlaðrar hitaveitu miði við óbreyttan hitunarkostnað notenda á orkuveitusvæði OV.

Varmadælur sem nýta útiloft til kælingar í Þétti geta verið hagkvæmur kostur til lækunar rafhitakostnaðar í samrekstri með rafhitun. Nokkur óvissa ríkir um laga- og reglugerðarumhverfi þessara varmadælna og þær vart raunhæfur valkostur nema í jaðartilvikum.

Telja verður, að því gefnu að unnt verði að finna nægilegt jarðhitavatn í Tálknafirði með ásættanlegum tilkostnaði, að sá valkostur sé sá hagkvæmasti og um leið rekstrarlega sá öruggasti. Í [23] kemur fram að vísbendingar séu um að finna megi jarðhitakerfi á jarðhitasvæðinu, sem gæti gefið allt að 75°C vatnshita. Óvissa um þróun fjármagnskostnaðar er þó ávallt rekstrarleg ógnun sem og langtíma vatsöflunargeta jarðhitasvæðisins.

Heimildaskrá:

- [11] Hitaveita í Tálknafirði, frumhönnun/arðsemismat-greinargerð, WVS ehf./des. 2011.
- [12] Orkuöflun til húshitunar í Vestmannaeyjum, Orkustofnun/OS-87016/JHD-01, apríl 1987.
- [13] Samband íslenskra hitaveitna, 4. ársf., Varmadælu-fjármál, tæknimál, ms/bb, júní 1984.
- [14] Varmepumper í fjernvarmesystemet, Dansk Fjernvarme/ph/jt, 2012.
- [15] Varmepumper på decentrale kraftvarmeværker.
En gennemgang af nyligt installerede varmpumper.
Teknologisk Institut, Energi og Klima, Køle- og Varmepumpeteknik, september 2013.
- [16] Eldrevne varmpumper til et geotermisk anlæg.
Dansk Fjernvarmes Geotermiselskab.
Ingeniorhøjskolen i København-University College-Bæredugtig Energiteknik..
BS-BAC18-71-E12, desember 2012.
- [17] Rennslismæling í holu LL-01 í Sveinseyrarhlíð í Tálknafirði,
Jarðfræðistofa Hauks Jóhannessonar, greinargerð JHJ-2014/006, apríl 2014.
- [18] Skrár um orkunotkun til húshitunar, Orkubú vestfjarða, 2016.
- [19] Skrár um niðurgreiðslur til húshitunar á Tálknafirði, Orkustofnun, maí 2016.
- [20] Verðskrár Orkubús vestfjarða ohf., dags. 01.04.2016.
- [21] Verðskrá raforkusala Orkubús vestfjarða ohf., dags. 01.02.2016.
- [22] Fjórðungssamband vestfirðinga, Sóknaráætlun vestfjarða, Uppbyggingarsjóður, 2016.
- [23] Jarðhitarannsóknir vegna hitaveitu á Tálknafirði-næstu skref, minnisblað,
ÍSOR-ks/mó, 25. apríl 2016.
- [24] Efnasýnataka á Tálknafirði og Patreksfirði-frumniðurstöður, minnisblað,
ÍSOR-fó, 16. febrúar 2016.