

Gangverk

FRÉTTABRÉF

Febrúar • 2011

Gangverkið



Sveinn Ingi Ólafsson framkvæmdastjóri sio@verkis.is

Þetta fyrsta tölublað Gangverks á árinu 2011 er helgað um fjöllum um nýtingu jarðvarma. Jarðvarminn er önnur megin orkulind Íslands og ein af verðmætustu auðlindum þjóðarinnar. Heitt vatn úr jörðu hefur verið nýtt í einhverjum mæli allt frá þjóðveldisöld, eins og laug Snorra í Reykholti ber vitni um. Notkun jarðhita í stórum stíl til upphitunar hófst rétt fyrir miðja tuttugustu öldina og í lok aldarinnar var svo komið að mikill hluti húsnæðis á landinu var hitaður með jarðhita, ýmist með jarðhitavatni sem dælt er upp úr lág-hitasvæðum eða vatni sem hefur verið hitað með gufu úr háhitasvæðum. Þetta eru ómetanleg land-gæði sem okkur hættir til að gleyma eða vanmeta. Nýting varma úr iðrum jarðar til húshitunar, baða, vlræktar, iðnaðar og raforkuvinnslu er mikilvægur hluti menningar og sjálfsmyndar okkar Íslendinga og er eitt af því sem vekur áhuga annarra þjóða á lífsháttum hér á landi. Það eru ómetanleg lífs-gæði að geta haldið hlífum okkar, vinnustöðum og samkomuhúsum hlýjum og notalegum án þess að brenna olíu sem fyrr eða síðar gengur til þurrðar og veldur útblæstri koltvísyrings með tilheyrandi afleiðingum. Ólíkt olíunni þá er jarðvarminn sjálfbær enda byggist hann á varmamyndun í kjarna jarðarinnar. Það er vert að hafa í huga að ef jarðvarminn væri ekki nýttur til húshitunar á Íslandi þá þyrfti að flytja inn tvöfalt meira magn olíu en gert er í dag. Jarðvarminn sparar þjóðinni 60 – 70 milljarða olíukaup á ári og minnkar losun koltvísyrings verulega. Ef olía væri notuð til húshitunar í stað jarðvarmans væri losun koltvísyrings á Íslandi um 50% meiri. Á síðasta fjórðungi tuttugustu aldarinnar hófst nýting jarðvarma til raforkuvinnslu á Íslandi. Núverandi vinnsla er um 4 TWh og hana má auka talsvert þó varlega verði farið. Væntanlega verður haldið áfram á þeirri braut að nýta orkulindir á skynsamlegan og sjálfbæran hátt til að byggja upp útlutningsiðnað. Áform eru uppi um samtals 500 – 600 MW jarðvarmavirkjanir á suðvestur- og norðausturhornum landsins, en gangi þau áform eftir gæti raforkuvinnsla með jarðvarma tvöfaldast frá því sem nú er. Verkis hefur á að skipa sérfræðingum og tæknimönnum sem hafa langa reynslu af nýtingu jarðhita enda hefur stofan og forverar hennar leikið stórt hlutverk í hönnun og stjórnun framkvæmda við allar stóru jarðvarmavirkjanirnar á Íslandi og einnig flestar hitaveitur. Í þessu tölublaði eru margar áhugaverðar greinar sem lýsa skemmtilegum og fjölbreytilegum verkefnum sem tengjast jarðvarmanýtingu.

Sveinn Ingi Ólafsson framkvæmdastjóri

Gangverk
FRETTABLET

Frettabréf Verkis hf
1. töl. 10. úrgangur, febrúar 2011

Útgefandi: Verkis hf
Ábyrgðarmaður: Sveinn I. Ólafsson

2 | Gangverk febrúar 2011

Wönnun og uppættning: Rafn Sigurbjörnsen
Prentun: Hjá Guðjón Ó
Ljósmyndir: Rafn Sigurbjörnsen,
Skarphéðinn Þráinsson og starfsmenn Verkis
Forsíðumynd: Guðnaflavirkjunin í Svartsengi. -
Rafn Sigurbjörnsen - dæ. 2010

Fjölmiðlum er heimilt að nota efni úr blaðinu, í heild sinni eða að hluta, að því tilskildu að heimildir sé getið.

STUTTAR
FRETTIR

Verkis kaupir Raförnninn ehf

Í nóvember 2010 var gengið frá kaupum Verkis á Raförnninn ehf. Fyrirtækið var stofnað árið 1984 og þar starfa tólf manns. Starfsmenn Rafarinnar eru geislafræðingar, verkfræðingar, tækni-fræðingar, rafíðnifræðingar og rafeindavirkjar og veita allhliða ráðgjöf og þjónustu varðandi skipu-lega húsnæðis og tæknibúnað fyrir læknisfræðilega myndgreiningu. Viðskiptavinir Rafarinnar eru m.a. sjúkrahús, einkareknan rannsóknar- og læknastofur, heilsugæslan og vísindastofnanir, bæði hér heima og erlendis. Með tengslum við Verkis fær Raförnninn öflugan bakhjari til frekari vaxtar og þróunar.

Starfsmenn og starfssemi Rafarinnar mun áfram vera til húsa að Suðurlíði 35, starfa undir sama nafni og áður og verður Raförnninn rekinn sem sjálfstætt félag í eigu Verkis.

Ný virkjun - Mjólka III

Þann 10. desember 2010 var formlega afhent vatnsvél fyrir nýja virkjun sem kölluð er Mjólka III. Það var Christoph Depprich fulltrúi véla-framleiðandans Andritz-Hydro, sem afhenti Sólva Sólbergssyni framkvæmdastjóra orkusviðs Orkubús Vestfjarða vélna. Virkjunin nýttir vatn úr Prestagilsvatni sem er ofan Mjólkaár fossa, og fellur niður í Borgarhvilftarvatn, þar sem virkjunin er staðsett.

Fallhæð virkjunarinnar er um 100 m og virkjað rennsli 1,4 m³/s. Vélin er af Francis gerð og getur mest framleitt um 1,2 MW og snýst 1000 sn/min.



VERKIS

Ármúla 4, 108 Reykjavík
Suðurlandsbraut 4, 108 Reykjavík
Austurvægi 10, 800 Selfoss
Mafnarstræti 1, 400 Ísafjörður
Kauþvangi 3b, 700 Egilssandi
Bjarnarbraut 8, 310 Borgarnes
Austurliðu 2, 603 Akureyri
Stíllholti 16, 300 Akranes

Verkís hannaði virkjunina nema byggingarhluta stöðvarhússins. Innifalið í því er allur undirbúningur, áætlanir á orkusframleiðslu, svo og fullnaðarhönnun á inntaksmannvirkjum með lokubúnaði og þrýstipípu úr trefja-plasti. Verkís hafði einnig umsjón með innkaupum á vélasamstæðu, ásamt fyrirkomulagi í stöð og frárennsli. Þá var hönnuð framlanging Hofsarveitu sem var veitt yfir í Prestagilsvatn, auk annarrar lítillar veitu. Framkvæmdir hófust í júní 2010 og framleiðsla hófst í desember.

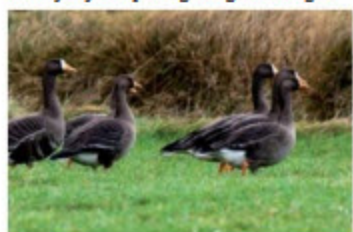
Verkís óskar Orkubúi Vestfarða til hamingju með hina nýju virkjun.

Endurbygging í miðbænum

Reykjavíkurborg stendur fyrir endurbyggingu húsnæða á horni Lækjargötu og Austurstrætis sem eyðilögðust í eldsvoða vorið 2007. Ákveðið var að endurbyggja húsini í anda upprunalegs útlits og eiga þau sér skýra fyrirmynd í þeim húsum sem áður stóðu á þessum stað. Verkís annast verkfræðihönnun í tengslum við framkvæmdina, þ.e. burðarvirki, loftræstingu, rafkerfi, lýsingu og lagnir. Er hönnunin eins og áður segir í anda upprunalegs útlits en tekið er tillit til nútíma þarfa og notkunar. Verkís byggir á verðlaunatilöggu arkitekti hjá ARGOS, Studio Granda og Gullinsniðs. Skifur úr íslensku blágrýti verða á þaki hússins en ekki er vitað til að það hafi verið gert áður.

Góðar fréttir af blesgæsum

Hjá Verkís eru stundaðar rannsóknir á gæsum en umsjón hefur Dr. Arnór Þ. Sigfússon dýravistfræðingur. Rannsóknir þessar eru að hluta kostaðar af styrkjum úr veiðikortasjóði sem er í umsjá Umhverfisráðuneytis og Umhverfisstofnunar. Rannsóknirnar beinast aðallega að unghlutfalli í veiðistofnum grágæsar, heiðagæsar og helsingja og byggja á greiningum á vængjum sem veiðimenn senda inn. Blesgæsin var veidd til ársins 2006 og var þá hluti af rannsókninni. Nú er unghlutfall blesgæsa mælt með því að skoða gasahópa með fjar sjá en þannig má greina unga



frá fallorðnum gæsum og mæla þannig hlutfall þeirra í stofninum og meðalstærð fjölskyldna. Ástæða friðunarinnar 2006 er að um síðustu aldamót fór að bera á viðkomubresti í stofni blesgæsa sem verpa á vestrströnd Grænlands en hafa viðkomu hér á landi á ferð sinni milli varpstöðvanna og vetrarstöðvanna sem eru á Írlandi og Skotlandi. Ástæður þessa eru ekki kunnar en viðkoman var ekki næg til að standa undir veiðum þannig að stofninn fór hratt minnkandi eftir síðustu aldamót.

Til að stofninn nái að standa undir náttúrulegum afföllum og takmörkuðum veiðum er talið að viðkoma þurfi að vera yfir 14% að meðaltali. Árið 2006, þegar farið var að mæla unghlutfallið beint, þá var það ekki nema um 7% og 10% árið eftir. Næstu tvö árin, 2008 og 2009 hækkaði það í um 15%. Þrátt fyrir að veiðum hafi verið hætt og unghlutfallið hafi lagast þá hefur stofninn ekkert stækkað, aðeins staðið í stað frá 2006. Síðastliðið haust var unghlutfallið um 19%, eða nær þrefalt betra en 2006. Ef unghlutfall verður áfram yfir 15% eykst bjartýni á að hagr blesgæsarinnar fari að vænkast og stofninn stækki á ný.

Hallgrímskirkja

Á haustmánuðum 2010 vann Verkís að bráðaviðgerðum á kirkjuskipi Hallgrímskirkju. Verkefnið fólst í því að stöðva leka með múrviðgerðum, mála vatnsbretti og lárétta þakfleti ásamt því að silan-baða kirkjuskipið. Múrviðgerðir voru að megininu til fyrir ofan lárétta þakfleti, þ.e. við neðri brún glugga. Þar lak yfirleitt inn með sprungum í veggjum eða í gegnum stöpla á kirkjuskipi. Láréttr fletir voru málaðir með vatnsbrettamálningu, sem er sérlega þétt málning. Verkefnið heppnaðist afar vel og kostnaðarættum stóðst að öllu leyti. Að verkinu stóð Ístak sem aðalverktaki, undirverktakar voru M1 sem annaðist múrviðgerðir og DGJ ehf sem annaðist málningu.

Hljóðvist í Hörpu

Hljóðhönnuðir Hörpu eru Artec frá Bandaríkjunum en hljóðverkfræðingar hjá Verkís koma einnig að hljóðhönnuninni. Það felst annars vegar í eftirliti með framkvæmd á hljóðtæknilegri hönnun, í góðri samvinnu við eftirlitsmenn Eflu, sem staðsettir eru á byggingarstað. Hins vegar felst aðkoma Verkís í ráðgjöf í hljóðmálum gagnvart verkkaupa, sem er Austurhöfn, og jafnframt samvinnu við hina bandarísku hljóðhönnuði. Meðal annars hefur Verkís gert útreikninga á breytilegum hljómburði í ráðstefnusál, sem leitt hafa til breytinga á fyrirkomulagi þar.

Meðal margvíslegra atriða sem eftirlit er haft með eru fjaðrandi upphengi á lögnum, hljóðtæknilegur frágangur loftræsikerfa, frágangur á herbergjum sem byggð eru sem „box-i-boxi“ og einnig má nefna frágang á svokallaðri hljóðfúgu á milli vestur- og austurbyggingar. Reynt er að slita þessa húshluta eins mikið sundur og frekast er unnt. Í vesturhúsinu eru nokkur eldhús, veitingaaðstaða og ýmiss konar starfsemi, og auk þess eru þar allir salirnir nema aðalsalur, en austurhúsið hýsir fyrst og fremst aðalsalinn. Austurhúsið í heild er slitið frá vesturhúsinu til þess að draga úr hættu á trúflandi hljóðum þaðan. Í kjallarausturhússins eru svo nokkur tæknirými, sem öll eru byggð sem „box-i-boxi“ og þannig slitin frá byggingarvirki hússins. Þannig er dregið úr hættu á hávaðatruflun frá tæknibúnaði.

Að sögn Steindórs Guðmundssonar hljóðverkfræðings eru mjög miklar kröfur gerðar um lágt bakgrunnshljóðstig í aðalsalnum og aðgerðir til að tryggja það eru mjög umfangsmiklar og margar hverjar flóknar í framkvæmd.



Háskólinn í Reykjavík

Verkís kom frá upphafi að hönnun rafkerfa í byggingu HR í Vatnsmýri. Í byggingunni er eitt umfangsmesta lýsingarstjórnkerfi hérlendis. Í sérhverri kennslustofu, verkefnasal og fyrirlestraral er forritað ljósastýrikerfi en með því má stýra lýsingu, gluggatjöldum og gluggum; en einnig hljóðkerfi, sýningarfjaldi og sýningarvél. Miðlægur ljósnemi, staðsettur á þaki skólans, hefur áhrif á stýringu á gluggatjöldum og ljósmagni í áðurgreindum söllum, sem og í allri byggingunni.

Hús Náttúrufræðistofnunar Íslands

Verkís hannaði rafkerfið í hús Náttúrufræðistofnunar Íslands sem er eitt af fyrstu húsum hér á landi til að fá alþjóðlegu BREEAM umhverfisstofnunar. Vottunin tekur til þeirra þátta byggingarinnar sem lágmarka neikvæð umhverfisáhrif hennar og stuðla að sjálfbærni. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) er að uppruna broskt en hefur náð útbreiðslu víðar enda eru kröfur aðlagðar fyrir mismunandi lönd og landsvæði.

Flokkun jarðhitasvæða

Jarðhitasvæðum er gjarnan skipt í háhita- og lághitasvæði. Ef hiti í jarðhitageyminum er yfir 200°C á minna en 1000 m dýpi er svæðið flokkað sem háhitasvæði. Lághitasvæðum er deilt í tvo flokka, s.k. sjóðandi lághitasvæði þar sem hiti á innan við 1000 m dýpi er á milli 100 og 200°C og hefðbundin lághitasvæði þar sem hiti er lægri en 100°C .

◀ Háhitasvæðin eru öll í gos- og gliðnunarbelti landsins og mörg tengd megineldstöðvum. Varmagjafinn er kólnandi bergkvika í jarðskorpunni sem beint eða óbeint hitar vatnið og kemur af stað hringrás sem flytur varma frá kviku til yfirborðs ¹.

Lághitasvæðin eru hins vegar dreifð utan gos- og gliðnunarbeltisins, tengd virkum sprungum og brotalínunum. Mestu lághitasvæði landsins eru sithvoru megin gosbeltisins á suðvesturlandi. Nú er talið að skýringin á tilvist flestra lághitasvæða sé staðbundin lóðrétt hringrás vatns sem sækir varma í heitt djúpberg og flytur hann upp í efsta hluta jarðhitakerfisins. Hiti bergs með dýpi á lághitasvæðum er af þessum orsökum mun jafnari en þar sem hitastigull er ótruflaður.

Háhitasvæðin henta best til raforkuframleiðslu og því betur sem

hlutfall hreinnar gufu er meira. Á sjóðandi lághitasvæðum er einnig unnt að framleiða rafmagn en þá helst með svokölluðum tvívökvastöðvum.

Vermi

Vermi er íslenska heitið fyrir entalpiu sem mun vera samsett úr forskeytinu en- sem þýðir „að setja í“ og gríska orðinu –thalpein, sem hefur merkinguna „að hita“. Í varmafræði er vermi (h) samsett úr innvi orku og margfeldi þrýstings og rúmmáls, þ.e. $h=uv$. Innvi orka vökvu er beintengt hita, þ.e. $dh=cvdT$. Vermi er því samsett úr hita og þrýstingi í tilteknu rými. Því hærra sem vermið er því meiri orka (kJ) er í hverri massaeiningu (kg) jarðhitavökvu. Ástand vatns ræðst af hita þess og þrýstingi. Það getur verið undirmetað, mettað (á mörkun þess að fara að sjóða), blanda vatns og gufu (vatn við suðu) eða hrein mettuð eða yfirhituð gufa. Þegar hittinn nær 374.15°C hita verður ekki greint á milli vatns og gufu, þá er vökvinn yfirkritískur.

Hveravellir



Vinnsla jarðvarma

Markmið jarðvarmavinnslunnar er að fá sem mest afl og orku úr jarðhitageyminum fyrir sem minnst vatns- eða gufunám. Því hærra sem vermið er því minna þarf að taka úr jarðhitageyminum. Miðað við ákveðna orkuvinnslu er t.d. miklu minni massi unninn úr hreinu gufukerfi en úr blönduðu eða hreinu vatnskerfi. Þetta hefur mikil áhrif á endingu geymisins og umhverfisáhrif af vinnslunni. Í hefðbundnum hitaveitum er heitt vatn úr jörðu virkjað til húshitunar. Venjulega er vatnið undir suðumarki við andrúmsloftþrýsting, þ.e. undir 100°C . Þó eru dæmi þess að heita vatnið sem notað er í hitaveitu sé heitara, og má þar nefna borholur Orkuveitu Reykjavíkur á Laugarnessvæðinu þar sem vatnshittinn er nálægt 130°C . Í því tilfalli er vatninu haldið undir þrýstingi þar til varminn úr því hefur verið nýttur í upphitun á bakvatni frá hitaveitukerfinu með beinni blöndun, sem síðan er veitt til heimilla um 80°C heitu. Vatn allt niður í 60°C er notað í hitaveitur á Íslandi, en ef vatnið er kaldara þarf

að skerpa á því. Þá koma varmadætur til álita. Það að nota heita vatnið til upphitunar bygginga og síðan hugsanlega til snjóbræðslu skilar bestri nýtingu á auðlindinni. Ef heitt vatn við 80°C er nýtt niður í 30°C að meðaltali yfir árið, svarar það til um 75% nýtingar, ef miðað er við að fræðilega væri hægt að nýta vatnið niður í umhverfshita, eða um 10 til 15°C.

Nýting og nýtni

Baldur Líndal efnaverkfræðingur flokkaði mögulega nýtingu jarðhita eftir hitaskala og setti á línurit sem nú er vel þekkt meðal jarðhitamanna um heim allan. Þar bendir hann á margs konar notkun jarðhita til iðnaðar, auk hinnar hefðbundnu notkunar til baða, ræktunar, upphitunar og raforkuframléðslu. Efst á skalanum er raforkuvinnsla úr háhitavæðum, en neðst má t.d. sjá notkun jarðvarma í fiskeldi.

Nýtni

Þegar rætt er um nýtni er átt við að hve miklu leyti frumorka úr tiltekinni orkulind nýtist til að framleiða nýtanlega orku. Eins og áður segir er orkuforðinn í jarðvarmanum táknaður með hugtakinu vermi, sem segir til um hve mikil orka (kJ) er í einu kg af jarðhitavökva (vatni eða gufu). En þetta er aðeins annar hluti jöfnunnar. Hinn hlutinn lýtur að því við hvaða vermi vökvanum (vatninu) er skilað úr vinnsluferlinu, því á endanum fer hann aftur út í náttúruna. Það er þessi mismunur á vermi inn í ferlið og vermi út úr ferlinu sem skiptir öllu máli. Við bestu aðstæður er notaða vatninu skilað aftur við hita nálægt umhverfshita, t.d. 5 eða 10°C heitari en umhverfið, en fræðilega besta nýtni, eða exergy, miðast við raunverulegan umhverfshita.

Í hitaveitum sem byggja á jarðvarma er lögð höfuðáhersla á að nýta vatnið sem best, þ.e. að hitakerfi húsanna séu afkastamikil og virk og skili heita vatninu við sem lægstan hita út úr húsi. En þar sem innihiti er gjarnan á bilinu 20 til 22°C, er vart um það að ræða að nýta heita vatnið neðar í húshitun en 30 til 35°C. Það vatn mætti síðan nota til baða, jarðvegshitunar eða snjóbræðslu. Það eru því ýmsir möguleikar til að nýta heita vatnið enn betur.

Með fjölnýtingu jarðhita er stefnt að því að ræða saman mismunandi notkunarviðum í takt við línurit Baldurs Líndal. Markmiðið er að nýta jarðhitavökvan sem allra best. Dæmi um slíkt á Íslandi eru orkuverin í Svartsengi og á Nesjavöllum, þar sem verður til heitt vatn til upphitunar auk raforku. Annað dæmi er á Húsavík, en þar voru uppi áform um margvíslega notkun á 120°C heitu vatni frá jarðhitasvæðinu í Laugardal. Efst í nýtingarþreppinu var

rafmagnsframléðsla, síðan þurrkun, hitaveita, böð, fiskeldi ofl.

¹ Jarðhitabók. Eðli og nýting auðlindar. höf. Guðmundur Pálmasen, útg. Nið íslenska bókmennafélag, 2005.

Yfirlit um notkunar-
möguleika jarðhita (byggt
á línuriti Baldurs Líndal
efnaverkfræðinga)



Fimmvörðuháls



Hitaveita á höfuðborgarsvæðinu

Upphafið að Hitaveitu Reykjavíkur má rekja til ársins 1930 þegar sjötu hús ásamt Sundhöll Reykjavíkur og gömlu sundlaugunum voru tengd hitaveitu frá borholu við Þvottalagarnar. Næsti stóri áfangi var árið 1943 þegar hitaveita frá Reykjum í Mosfellssveit tók til starfa 1. desember það ár. Náði sú hitaveita til meginhluta þáverandi byggðar í Reykjavík. Eftir 1943 stækkaði hitaveitan nokkuð. Til dæmis var vatn frá Reykjalhöf og fleiri jörðum í Mosfellssdal leitt að dælustöðinni á Reykjum og þaðan áfram eftir Reykjaæbinni til bæjarins.



Dælustöð og safnþrá á Reykjum í Mosfellssveit

Nokkrar holur voru boraðar innan bæjarmarka Reykjavíkur eftir 1955. Hitaveitan stækkaði þó ekki í takt við byggðina þannig að sífellt fleiri nýbyggingar voru kynntar með öliu. Árið 1961 voru íbúar Reykjavíkur um 72 þúsund. Þar af höfðu um 40 þúsund hitaveitu en yfir 30 þúsund íbúar eða 44% voru án hennar.

Vinnslusvæði	Sjálfrænsli l/s	Dæling l/s
Reykir, 80°C	190	941
Reykjalhöf, 90°C	136	986
Reykjavík Laugarnes, 127°C	20	265
Samtals	356	2.192

Tafla 1. Hámarksafköst vinnslusvæða með sjálfrænsli og með dælingu

Hitaveituskúr



hitaveituna. Árið 1958 tók Jóhannes Zoëga við formennsku í nefndinni. Nefndin lauk störfum árið 1961 þegar borgarstjórn Reykjavíkur samþykkti tillögu hennar um að hitaveita yrði lögð í öll skipulögð svæði vestan Elliðaana fyrir árslok 1965. Árið áður hafði borgin að undirlagi nefndarinnar og í samvinnu við ríkið keypt nýjan jarðbor, gufuborinn Dofra.

Ákvörðun borgarstjórnar árið 1961 markar upphafið að þróun sem leiddi til að 15 árum síðar áttu íbúar allra hús á höfuðborgarsvæðinu kost á hitaveitu og síðan þá hefur hitaveita verið lögð í öll ný hverfi samhliða öðrum veitukerfum áður en byggingar rísa.

Til þess að ákvörðun borgarstjórnar yrði að veruleika þurftu fleira að koma til en nýr og stór jarðbor. Nauðsynlegt var að gera verulegar breytingar á vinnslu jarðhitans og hönnun veitukerfisins. Mestu máli skipti að dæla vatni úr borholum. Við það lækkaði vatnsborð á vinnslusvæðinu og aðstreymi heits vatns að því jókst. Í stað þess að vinna vatn á yfirborði er því nú dælt af 100 – 200 m dýpi. Við það sexfaldaðist vatnsmagnnið sem unnt var að vinna úr vinnslusvæðunum, tafla 1. Í fyrstu var aðeins dælt úr borholum innan Reykjavíkur, en upp úr 1970 var einnig farið að dæla úr holum í Mosfellssveit.

Tafla 1 sýnir hámarksafköst jarðhitasvæðanna fyrir og eftir breytingu á vinnsluáferð. Þessi aukna vinnsla samsvarar um 430 MW og kemur árlega í stað um 250.000 tonna af öliu. Umhverfisáhrifin urðu þau að hvervirkni á yfirborði hvarf bæði í Reykjavík og í Mosfellssbæ. Vinnslan er þó að flestra mati fullkomlega sjálfbær þar sem nýja vatnsborðin í svæðinu og hiti haldast algjörlega stöðug.

Dæling úr borholum gekk þó ekki áfallalaust. Fyrstu dælnar sem settar voru í holurnar reyndust illa og biluðu eftir stuttan tíma. Miklar trúflanir voru á rekstri hitaveitunnar og í dagblöðunum var hitaveitustjóri uppfendur kuldaboli. Að lokum tókst að þróa dælubúnað sem dugði og er hann enn í notkun. Þessi dælubúnaður var þróaður í samstarfi bandarískis dæluframleiðanda og starfsmanna og ráðgjafa Hitaveitu Reykjavíkur og átti hitaveitustjórinn Jóhannes Zoëga stærstan þátt í þeirri lausn sem fundin var.



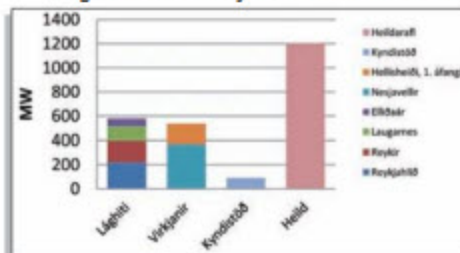
Jóhannes Zoëga

Auk þess að dæla meira vatni úr eldri vinnslusvæðum hitaveitunnar var borað eftir vatni á nýju svæði í Elliðaárdal og reist 90 MW kyndistöð til að grípa til í mestu kuldum og við bilanir.

Með þessari auknu vinnslu var unnt að stækka hitaveitukerfið þannig að það annaði allri byggð í Reykjavík frá árinu 1965 eins og stefnt var að og tíu árum síðar þjónaði það öllu höfuðborgarsvæðinu.

Jarðhitasvæðin í Mosfellssbæ og Reykjavík nægðu öllu höfuðborgarsvæðinu fram til ársins 1990 en þá bættist við heitt vatn frá Nesjavallavirkjun og í desember 2010 hófst framleiðsla á heitu vatni í Helliheiðarvirkjun.

Mynd 2 sýnir varmafl hitaveitunnar eftir að 1. áfangi Helliheiðarvirkjunar var tekinn í notkun.



Mynd 2



Sigþór
Johannesson
Sviðsstjóri /
byggingarverk-
fræðingur
sj@verkis.is

Miðað er við nýtingu heita vatnsins niður í 30°C. Heildarafl hitaveitunnar er um 1.200 MW og er hún stærsta jarðvarma hitaveita í heimi. Vatn frá jarðhitasvæðunum í Reykjavík og Mosfellsbæ, lághitavatn, er notað beint í dreifikerfi hitaveitunnar og langfllestir notendur nota það beint í hitakerfum húsa og sem heitt kranavatn. Mynd 3 er einfölduð kerfismynd af þeim hluta hitaveitunnar sem er með lághitavatni Vatnið úr borholum er á bilinu 80 – 127°C heitt. Í borholunum eru dælur á allt að 200 m

og/eða stjórnlokum. Hluti dreifikerfisins er tvöfaldur og er bakvatni blandað saman við vatn frá borholunum þannig að frá stöðvunum fer alltaf 80°C heitt vatn. Blönduninni er stýrt með hraðastýrðum dælum og/eða stjórnlokum.

Nesjavallavirkjun

Í virkjununum á Nesjavöllum og Hellisheiði er framleitt heitt vatn fyrir hitaveituna. Vökvinn sem kemur úr borholum á virkjanasvæðunum inniheldur mikið af uppleystum steinefnum,

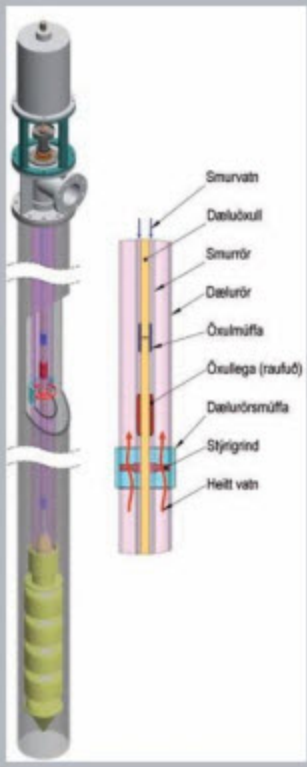
Borholudælur

Fyrstu dælurnar sem settar voru í borholur hitaveitunnar ollu miklum vandræðum. Dælurnar voru á um 100 m dýpi, en mótörinn ofanjarðar. Á milli mótors og dælu var því 100 m langur óxull. Á óxlinum voru legur með stífum út í dælurörð með þriggja metra millibili. Vatnið var yfir 120°C heitt og í því var sandur og önnur óhreinindi. Legurnar þöldu illa hitann og sandinn og eyðilögðust fljótt. Þá var reynt að nota olíusmurðar legur en allt fór á sama veg. Lausnin sem fundin var byggist á því að smyrja legurnar með heitu vatni. Utan um óxulinn og legurnar er smurrör, en legurnar eru teflonlegur með raufum samsíða óxlinum. Hitaveituvatn er síð og dælt niður smurrörð og í gegnum raufarnar á legunum og síðan aftur út í holuna. Þessi gerð af dælum hefur verið í notkun í 45 ár og hefur reynt afburða vel.

dýpi sem drifnar eru með mótör sem er í skúr yfir holunni. Dæluóxullinn getur því orðið 200 m langur. Vatnið er leitt í gegnum gasskilju þar sem óþættalegt gas er fjarlægð. Mjög lítið gas er í hitaveituvatninu og ekki vandkvæðum bundið að losna við það. Frá borholunum er vatnið leitt að dreifistöð (dælustöð) og þaðan til notenda. Þrýstingur inn á dreifikerfið er ákveðinn í hverri stöð út frá pípuhlengdum og hæðarlegu dreifikerfisins sem viðkomandi stöð þjónar. Þrýstingur er ýmist fastur eða breytilegur eftir álagi (vatnsnotkun) og er honum stýrt með hraðastýrðum dælum

einkum kísil. Ef það vatn fer inn á dreifikerfi hitaveitunnar myndu pípuarnar fljótt stíflast vegna kísilútfellinga. Því er fersku vatni dælt úr borholum og hitað upp í virkjununum. Mynd 4 er einfölduð kerfismynd af hitaveitu frá virkjunum.

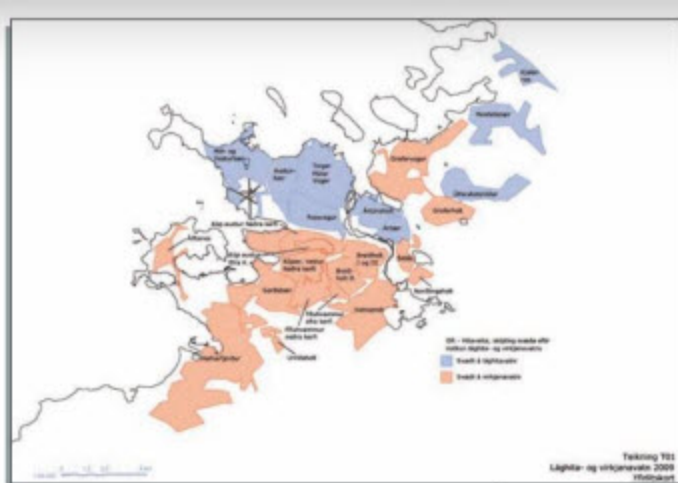
Kalda vatninu er dælt úr borholum að virkjuninni. Þar fer það fyrst inn á eimsvala þar sem það þéttir gufu frá hverflum virkjunarinnar. Við það hitnar vatnið í 30 – 40°C, og fer síðan inn á varmaskipti þar sem það er hitað í 85 – 100°C með skiljuvatni frá gufuskiljum virkjunarinnar. Að lokum er vatnið aflöftað með suðu til að losa úr því sírefni áður en því er dælt að dreifistöðum hitaveitunnar þar sem það er



Reykjavík

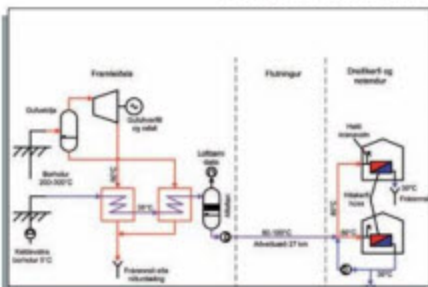


Mynd 3



Mynd 5

blandað með bakvatni niður í 80°C. Meðhöndlun virkjanavatsins eftir að það fer frá virkjununum er því nákvæmlega sú sama og meðhöndlun lághitavatsins eftir gasskilju. Efnainnihald vatns frá lághitavæðum og upphitads vatns frá virkjunum er mismunandi. Lághitavatnið er mettað af kísil og virkjanavatnið af magnesíum. Ef þessum vatnstegundum er



Mynd 4

blandað saman fellur út magnesíumsilíkat, sem sest inn í pípur og rýrir mjög flutningsgetu þeirra. Því er nauðsynlegt að hafa tvö aðskilin hitaveitukerfi á höfuðborgarsvæðinu, þ.e. annað með lághitavatni og hitt með virkjanavatni. Mynd 5 sýnir í grófum dráttum

hvar á höfuðborgarsvæðinu er dreift vatni frá lághitavæðum og hvar vatn frá virkjunum er notað.

Vatn frá virkjunum er flutt frá geymum á Reynisvatnsheiði annarsvegar um Nesjavallæð að dreifistöðum á Grafarholti og í

Dreifistöð á Vatnsenda



8 | Gangverk febrúar 2011



Nauthólabík

Grafarvogshverfum og hinsvegar um Suðuræð

á Norðlingaholti, Selási, Breiðholtshverfum, Kópavogi, Garðabæ, Hafnarfirði og Álftanesi.

Lághitavatn er nýtt á Kjalarnesi, Mosfellsbæ, Ártúnshöfða, Árbæ og vestan Elliðaána.

Á sumum þjónustusvæðum er unnt að hafa ýmist virkjanavatu eða lághitavatn og er breytt um vatn á þeim svæðum, ef t.d. draga þarf úr framleiðslu tímabundið á einhverjum vinnslusvæðum.

Lághitavæðin eru fullnýtt og verður því allt viðbótarvatn vegna stækkunar markaðarins að koma frá Helliðshéiðarvirkjun, sem mun sjá fyrir viðbótarvatnsþörf næstu 30 árin.



Hitaveituskúr í Reykjavík

Neimildir:

- [1] Greinargerð um lagningu hitaveitu í Reykjavík vestan Elliðaána, Mitaveitunefnd Reykjavíkur og Almenna byggingarfélagið hf., febrúar 1961.
- [2] Mitaveita Reykjavíkur – Vfirilt 1964.
- [3] Mitaveita Reykjavíkur Framkvæmdáætlun árin 1966 – 1968, mars 1966.
- [4] Borholudmilar Mitaveitu Reykjavíkur – Þróunarsaga. Erindi Jóhannesar Zoëga flutt á fundi Jarðhitafélagsins 15. apríl 2004.
- [5] The District Heating System in Reykjavík, Iceland, Jóhannes Zoëga, Klamath Falls, Oct. 1974.
- [6] Mitaveita í Reykjavík – Vatnavinnslan 2003, Grétar Ívansson, mars 2004.
- [7] Jarðhitafélag Íslands, málþing til minningar um Jóhannes Zoëga, 11. febrúar 2005, ráðstefnurit.

Hellisheiðarvirkjun og Hellisheiðaræð

Hellisheiðarvirkjun er í eigu Orkuveitu Reykjavíkur og þar hófst framleiðsla raforku með jarðgufu haustið 2006. Helstu mannvirki sem reist hafa verið eru stöðvarhúsið ásamt kæliturnum og áhaldahúsi, skiljustöðvar og lokahús sem þjóna gufuveitu, heitavatnsgeymir, kaldavatnsgeymir, dælustöð fyrir kalt vatn og ýmis smærri mannvirki. Gólfllötur bygginga er samtals um 35 þúsund fermetrar, sem er álíka og gólfllötur alls verslunarrýmis í Smáralind. Búið er að bora um 50 háhitaholur til gufuöflunar. Í lok árs 2010 hófst heitavatnsframleiðsla og getur Hellisheiðaræð flutt um 8000 tonn á klukkustund til höfuðborgarsvæðisins þegar fullum afköstum verður náð. Kaldavatnsveitan sem þarf vegna heitavatnsframleiðslunnar verður afkastamesta vatnsveita á Íslandi.



200 hönnunarfundir

Í Hellisheiðarvirkjun eru nú fimm vélasamstæður í fullum rekstri. Þær framleiða raforku úr jarðgufu, uppsett af þeirra er alls 213 MW¹. Framkvæmdir standa nú yfir við tvær nýjar vélasamstæður til raforkuframleiðslu, með alls 90 MW, uppsett afli og verða þær í nýju stöðvarhúsi í Sleggjubeinsdal við minni Hamragils. Áætlað er að sú viðbót verði tilbúin um mitt ár 2011 og verður uppsett afli til rafmagnsframleiðslu orðið 303 MW². Til samanturðar er uppsett afli Kárahnjúkavirkjunar 700 MW².

Lokið var við 1. áfanga hitaveituhluta virkjunarinnar síðla árs 2010 en þar verður framleitt heitt vatn til notkunar á höfuðborgarsvæðinu. Uppsett afli í þessum fyrsta áfanga varmaframleiðslu verður 133 MW², sem jafngildir um 800 lítrum á sekúndu af um 80°C heitu vatni til húshitunar.

Undirbúningsvinna fyrir hönnun virkjunarinnar hófst árið 2002 þegar stofnaðir voru vinnuhópar á vegum OR og ráðgjafahópsins um hin ýmsu tæknilegu úrlausnarefni. Verkis er eitt fjögurra fyrirtækja sem mynda ráðgjafahópin og hafði

meðal annars umsjón með hópum um hönnunarforsendur vegna ytri áraunar á mannvirki, m. a. jarðskjálftaalag, megin tengiskipulag raforkuhlutans og tengingu hans við flutningskerfi Landsnets, tilhögun framleiðslu heits vatns og flutnings þess til höfuðborgarsvæðisins. Samhlíða undirbúningsvinnunni hófst vinna við frumhönnun vegna gufuveitu, vélbúnaðar, stjórnkerfis, arkitektúrs og fleiri þátta hjá Verkis og samstarfsfyrirtækjunum í ráðgjafahópnum. Jarðfræðirannsóknir höfðu hins vegar staðið mun lengur og voru unnar að mestu af sérfræðingum OR og Orkustofnunar, seinna ISOR. Eiginleg hönnunarinna hófst svo af fullum þunga seint á árinu 2003 en fyrsti formlegi hönnunarfundurinn var haldinn í september 2003. Síðan þá er búið að halda nærri 200 formlega hönnunarfundi vegna verksins.

Síð inn eftir ströngjaðingum



¹ MW¹=raforka ² MW²=varmi



Snæbjörn Jónsson
deildarstjóri /
rafmagnsverk-
fræðingur
snj@verkis.is



Sigurður Guðjónsson
byggingarverk-
fræðingur
sg@verkis.is



Stöðvarhús upplýst

Breyting á forsendum

Þegar hönnunarvinna hófst hafði vinnsla úr svæðinu eðli málsins samkvæmt ekki hafist og áætlanir um stærð virkjunarinnar voru byggðar á niðurstöðum rannsóknna á jarðfræðigögnum og mælingum á þeim borholum sem boraðar höfðu verið. Á grundvelli þess var í upphafi áformað að Helliðsvirkjun yrði 3x40 MW_e og 400 MW_a og yrði reist í nokkrum áföngum.

Á hönnunartímanum kom hins vegar í ljós að afkastageta svæðisins var umtalsvert meiri en gert hafði verið ráð fyrir og breyttust þá áform Orkuveitunnar talsvert. Meðal breytinga, sem gerðar voru eftir að búið var að bjóða út m.a. vélasamstæður, stjórn- og varnarbúnað og stöðvarhús, má nefna að afl hverrar vélasamstæðu sem nýttir háþrýstigufu til raforkuframléiðslu var aukið í 45 MW_e í stað 40 MW_e og að þær gætu orðið í það minnsta fjórar. Þá var einnig ákveðið að bæta við einni 33 MW_e vélasamstæðu sem nýttir lágþrýstigufu. Nú þegar er raforkuframléiðsla Helliðsvirkjunar 213 MW_e, þar sem 4x45 MW_e eru framléidd með háþrýstigufu og 33 MW_e með lágþrýstigufu. Framleiðslan verður orðin 303 MW_e á árinu 2011.



Séð yfir vinnusvæði Helliðsvirkjunar

Tvö megin vinnslusvæði

Tilhögun virkjunarinnar er í meginráttum þannig að vinnslusvæði guffunnar fyrir núverandi starfsemi eru tvö, svokallað neðra svæði neðan Helliðskaröðs og efra svæði ofan Helliðskaröðs. Á hvoru svæði um sig er skiljustöð með forskiljum og gufuskiljum. Á síðari stigum var vinnslusvæðið vikkað út og borað á Skarðsmýrarfjalli og verður gufa leidd þaðan að þriðju skiljustöðinni sem nú er í byggingu í Hamragili. Gufa frá henni verður nýtt fyrir vélasamstæðurnar sem gangsettar verða á árinu 2011.

Kæliturn



Á virkjunarsvæði Helliðsvirkjunar er búið að bora um 50 háhitaholur til gufuöflunar. Hver borhola er um 2000 til 3000 m djúp og eru holur ýmist beinar (lóðréttar) eða með halla neðan við um 800 m dýpi (skáboraðar). Auk háhitaholna til gufuöflunar hafa verið boraðar um 15 holur sem

ætlaðar eru til niðurrennslis, þar sem jarðhitavökví frá gufuholum er aftur leiddur niður í jarðlög á 1000 til 2000 m dýpi.

Jarðhitavökví frá borholum er leiddur um safnaæðar, sem eru stálþrjú 250-500 mm í þvermál. Safnaæðarnar eru teknar saman í safnaæðastofna, 700-1000 mm í þvermál sem flytja jarðhitavökvann að skiljustöðvum. Í skiljustöðvunum er jarðhitavökvinn skilinn í gufu og skiljuvatn sem flutt eru í aðskildum þípum að stöðvarhúsi.

Þessar aðveitulagnir eru frá 700 mm og upp í 1400 mm í þvermál. Hitastig gufu og skiljuvatns er um 178°C og þrýstingur á kerfinu um 9 bar. Þessi mikli hiti veldur því að ekki er hægt að nota hefðbundnar niðurgrafnar hitaveitupípur í þessar æðar og því eru gufuþrjú og skiljuvatnsþrjú almennt lagðar ofanjarðar á steiptum undirstöðum. Þrjú eru úr stáli og einangraðar með steinull og klæddar álkápu.

Gufa frá skiljustöðvum fer um aðveituaðar til gufulokahúsa, þar sem þrýstingi veitunnar er stjórnað. Skiljuvatn frá skiljustöðvum fer til skiljuvatnslokahúsa, þar sem vatnshæð í gufuskiljum er stjórnað. Háþrýstigufunni er síðan veitt um rakaskiljur að vélasamstæðum, en afgangsvarmi frá eimsvölum er að hluta nýttur til framleiðslu á heitu vatni í varmastöð. Þeim hluta varmans sem ekki er hægt að nýta er sleppt út í andrúmsloftið í kæliturnum. Skiljuvatninu er veitt til lágþrýstigufuveitu við stöðvarhús, þar sem varminn er nýttur til framleiðslu á gufu fyrir lágþrýstisamstæðu og til framleiðslu á heitu vatni. Þegar varminn hefur verið nýttur í vinnslurásun virkjunarinnar er affallsvatninu veitt í niðurrennslisholur, þar sem því er skilað aftur niður í jarðhitageyminn.

Stöðvarhús við Kolviðarhól

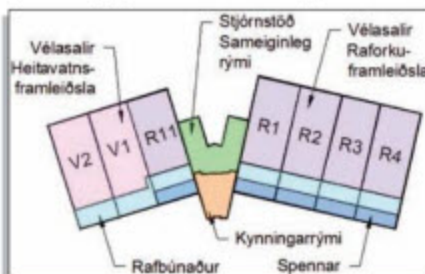
Stöðvarhús núverandi virkjunar við Kolviðarhól er þrjúskipt:

Rafstöð, sem hýsir háþrýstisverfla og rafbúnað.

Varmastöð þar sem auk búnaðar fyrir framleiðslu á heitu vatni er lágþrýstirafstöð.

Miðbygging með stjórnstöð, raf- og stjórnbúnaðarrýmum, varavelarými, þjónusturýmum og gestamóttöku.

Vélasalirnir eru stálgrindabyggingar, byggingar fyrir raf- og stýribúnað eru steinsteypar.



Öll rafbúnaðarrými eru með sérstakri loftræstingu með hreinsuðu lofti til að verjast tæringu rafbúnaðar af völdum brennisteinsvetnis í andrúmslofti.

Rafbúnaður

Í rafbúnaði vélasamstæðnanna eru rafalar tengdir við rafalarofa og annan endabúnað með einangruðum skinnum og áfram inn á vélaarspenni og eiginnotkunarspenni. Vélaarspennir hverrar vélasamstæðu er vatnskældur og tengist með jarðstreng inn á 220 kV tengivirki Landsnets við Kolviðarhól, en það er um 1000 m leið. Fyrr stöðvarnotkun er tengispenntil við hverja vélasamstæðu, ásamt 11 kV skápasamstæðu í rafbúnaðarrými í tengibyggingu. Þá er sameiginleg 11 kV skápasamstæða í miðbyggingu stöðvarhússins. Tveir stöðvarspennar tengjast 400 V afldreifiskápum í rafbúnaðarrýmum hverrar vélasamstæðu. Í miðbyggingu er auk þess skápasamstæða fyrir sameiginlega 400 V afldreifingu og 1 MW vararafstöð, sem sér virkjuninni fyrir afli í neyðartilvikum. Í sérstökum neyðartilvikum er hægt að ræsa framleiðslu virkjunarinnar með vararafstöðinni, en venjulega er það gert með raforku frá landskerfinu. Stjórn- og varnarbúnaður hverrar vélasamstæðu er staðsettur í rafbúnaðarrýmum í tengibyggingu.

Í raf- og stjórnubúnaðarrými í miðbyggingu er sameiginlegur stjórnubúnaður stöðvarinnar, ásamt stjórnherbergi með skjáum og öðrum búnaði til vöktunar og stjórnunar á öllum búnaði virkjunarinnar, þar með talið gufuveitu, vélasamstæðum, rofabúnaði, kaldavatsveitu, varmastöð og húskerfum.

Nýtt stöðvarhús

Í nýja stöðvarhúsinu sem nú er að rísa við mynni Hamragils verða tvær nýjar vélasamstæður.

Tilhögun þeirra verður að mestu leyti hin sama og vélanna sem þegar eru í rekstri, en þar er þó ekki gert ráð fyrir framleiðslu á heitu vatni. Stjórnstöðin í því stöðvarhúsi er mun minni en í núverandi stöðvarhúsi, en áformað er að framleiðslu og rekstri verði að mestu fjarstýrt frá núverandi stöðvarhúsi.

Heitavatsframleiðsla

Heitavatsframleiðsla virkjunarinnar er með þeim hætti, að kalt vatn er tekið úr borholum nærri Engidalskvísl og fær hitað upp í um 50 °C í eimsvölum í rafstöð. Þaðan er vatnið leitt inn í varmastöð þar sem það er hitað upp í 80-105 °C með skiljuvatni. Til að koma í veg fyrir tæringu í pípuögnum er vatnið aflöftað í aflöfturum, þ.e. súrefni er soðið úr vatninu. Síðan er vatninu dælt upp í heitavatsgeymi ofan stöðvarhússins. Frá geyminum rennur vatnið án dælingar um 19,5 km vegalengd eftir Hellisheiðaræð til Reykjavíkur inn í geyma OR á Reynisvatnsheiði þaðan sem það er tekið inn á veitukerfi höfuðborgar-



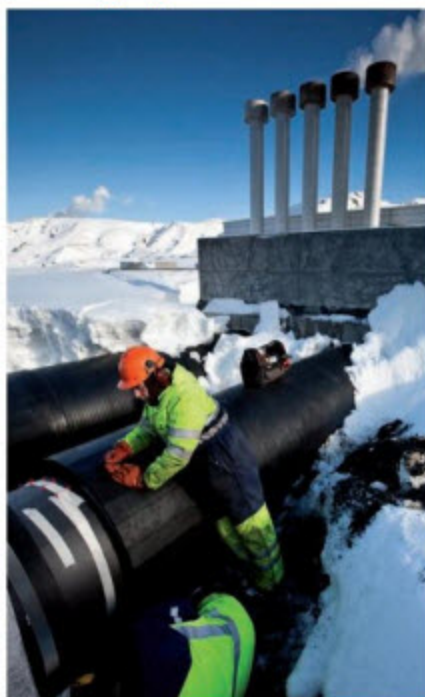
svæðisins. Æðin er 1000 mm við fyrstu 5 km frá Hellisheiðarvirkjun en 900 mm eftir það og getur með sjálfrennslu frá geymi við virkjunina flutt allt að 1450 l/s af heitu vatni. Með dælingu í Hellisheiðarvirkjun sem nemur 10 bar þrýstingshækkun mun æðin síðar geta flutt um 2250 l/s.

Unnið við lagningu Hellisheiðaræðar

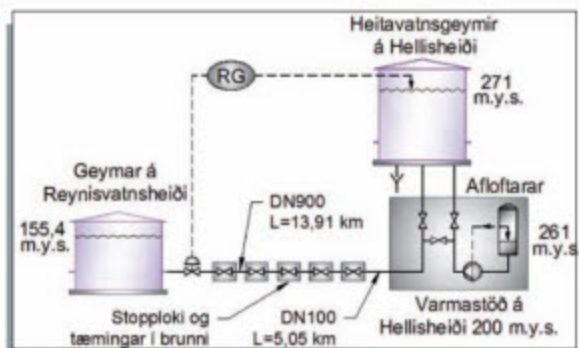
Kaldavatsöflun

Vegna framleiðslu á heitu vatni og til rekstrars orkuversins þarf Hellisheiðarvirkjun mikið vatn. Gert er ráð fyrir að fullbyggð virkjun þurfi yfir 2000 l/s sem er um tvöfalt það vatnsmagn sem vatnsveitan í Reykjavík annar. Vatnstökusvæði virkjunarinnar er nærri Engidalskvísl um 5 km norðan við stöðvarhúsið við Kolviðarhól.

Þar hafa nú verið boraðar 6 vinnsluholur sem ætlað er að anna fyrstu áföngum orkuversins. Hver vinnsluhola er um 270 m djúp og föðruð niður á um 120 m dýpi með um 600 mm viðri stálföðringu. Vatnsborð á svæðinu er á um 70 m dýpi. Í hverri holu er 530 kW djúpdæla á um 100 m dýpi og eru afköst dælu um 200 l/s.

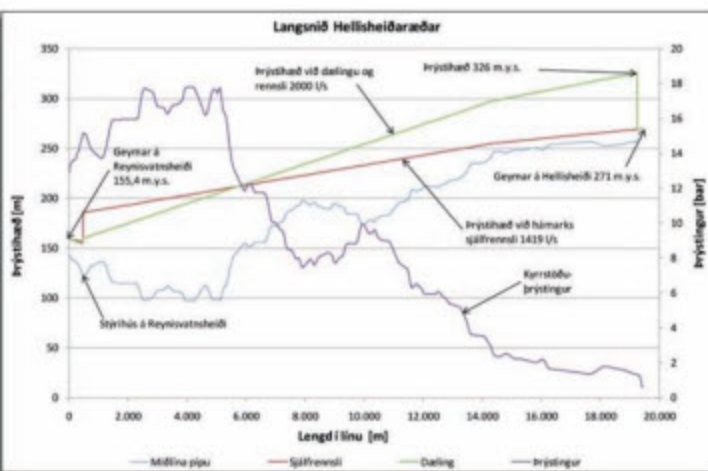


Unnið við lagningu Hellisheiðaræðar við gufulakahús 1



Mynd 2

Borholudælurnar deila vatninu inn á Engidalsæð, sem er aðveituaeð fyrir kalt vatn að orkuversvæðinu. Engidalsæð er 900 mm í þvermál úr hefðbundnum ductileípum (seigjarni), samtals um 5,8 km að lengd. Æðin tengist um 1800 m³ kaldavatnsgeymi sem stendur sunnan við stöðvarhússvæðið við Kolviðarhól.



Mynd 3

Hellisheiðaræð

Hellisheiðaræð er gerð úr foreinangruðum stálpípum (hitaveitupípum) sem eru stálpípur, einangraðar með ureþani og í plasthlífðarkápu sem er 1100 mm og 1200 mm í þvermál. Æðin er niðurgrafin alla leið og á henni eru 5 lokabrunnar með 900 mm kúlulokum. Á Reyfisvatnsheiði er hægt að tengja saman Hellisheiðaræð og Nesjavallæð og þannig má blanda saman vatni frá þessum tveimur jarðvarmavirkjunum áður en það rennur inn í geymana. Æðin liggur neðst í 97 m hæð yfir sjávarmáli og hæst í 265 m hæð. Vatni er dælt frá Hellisheiðarvirkjun sem er í um 259 m.y.s. um 1000 mm víða og 360 m langa pípu upp í geymi vestan við stöðvarhúsið þar sem vatnsborð er í um 271 m.y.s. Rýmd geymis er um 950 m³ en gert er ráð fyrir því að byggður verði annar geymir við hlið núverandi geymis í seinni áföngum

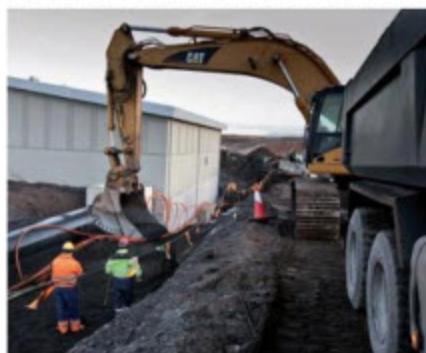
Stýrihús
Hellisheiðaræðar á
Reyfisvatnsheiði



þegar rennsli eftir æðinni verður aukið. Frá geyminum er sjálfrennsli að Reyfisvatnsheiði skammt austan Reykjavíkur.

Hellisheiðaræð er hönnuð til að þola allt að 2,5 MPa (25 bar) hámarks þrygging og því er hægt að auka flutningsgetu æðarinnar umtalsvert með dælingu í Hellisheiðarvirkjun. Rennsli í æðinni er stjórnað með stjórnlokum sem eru í stýrihúsi á Reyfisvatnsheiði, sem leitast við að halda fastri vatnshæð í geymi við Hellisheiðarvirkjun.

Við hámarks sjálfrennsli, 1450 l/s tekur það vatnið um 2,5 klst að komast frá Hellisheiðarvirkjun til Reykjavíkur og við rennsli 2250 l/s með 10 bara þryggingunum er það aðeins um 1,5 klst á þeirri leið. Hitafall á leiðinni er þó aðeins um 0,5°C við hámarks sjálfrennsli og má einkum



þakka það góðri einangrun og þeim mikla vatnsmassa sem fer um æðina. Varmatap í æðinni er um 3 MW_e sem er innan við 1% af nýtanlegu varmaafli frá fullbyggðri virkjun.

Á mynd 2 sést einfölduð mynd af uppbyggingu kerfisins við sjálfrennsli eftir pípu, frá heitavatnsgeymi á Hellisheiði að geymum á Reyfisvatnsheiði.

Á mynd 3 má sjá langsníð af æðinni auk þrygginga í pípu við mismunandi vatnsrennsli eftir henni.

Lokaorð

Hönnunarvinna og verkfræmð Hellisheiðarvirkjunar hefur verið afar krefjandi fyrir alla sem að verkinu hafa komið, því að hraði uppbyggingar hefur verið mikill og framkvæmdatími skammur. Ýmis atriði hafa komið við sögu sem lítið eða alls ekki hafa komið upp við mannvirkjagerð á Íslandi fram til þessa, svo sem háar kröfur um jarðskjálftþol, jarðstrengir á 245 kV spennu og fleiri atriði. Einnig hefur þurft að fara fram veruleg aðlögun á tilhögun virkjunarinnar á byggingartímanum vegna breyttra áætlana OR, sem helgast af því að svæðið hefur reynst mun afkastameira en upphaflega var talið. Hönnunarvinna og framkvæmd hefur þó í megin atriðum gengið vel og Hellisheiðarvirkjun er glæsilegt og umhverfisvænt mannvirki sem mun næstu áratugi skapa veruleg verðmæti fyrir eigandann, Orkuveitu Reykjavíkur.

Jarðhitavirkjanir á Reykjanesi

Jarðhitavirkjanir sjá íbúum á Reykjanesi og ýmsum iðnaði fyrir heitu vatni og raforku. Verkís og forverar þess hafa komið að hönnun virkjananna á öllum sviðum verkfræðinnar.

Svartsengi

◀ Fyrst var borað eftir gufu í Svartsengi árið 1971. Fyrstu holurnar voru nýttar til heitavatsframleiðslu fyrir Grindavík en um leið markaði borun þeirra upphafið að mikilli rannsóknarvinnu á eðli jarðhitavökvans í Svartsengi sem enn sér ekki fyrir endann á. Við virkjun þessara gufuhola myndast hið fræga Bláa Lón þegar kældur jarðhitavökvinn tók að safnast fyrir í lautum og dældum í hrauninu við virkjunina. Jarðhitavökvinn í lóninu er ríkur af steinefnum og kísilþörungum sem nú eru einnig nýttir í snyrtivöruframleiðslu. Það er því ánægjuleg aukaafurð af virkjuninni í Svartsengi að hafa byggt upp eitt helsta aðdráttarafið fyrir ferðamenn á Íslandi.

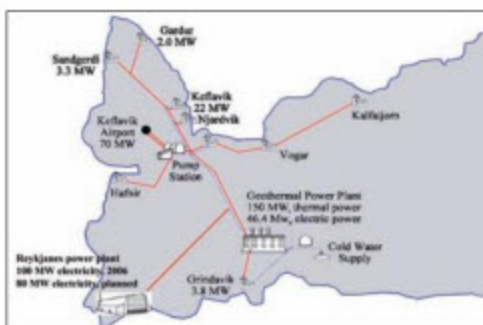
Orkuverið í Svartsengi er fyrsta jarðvarmavirkjunin í heiminum sem bæði framleiðir rafmagn og heitt vatn til húshitunar. Nú er framleiðslugeta í Svartsengi 75 MW_e af rafafli og 150 MW_t af varmaafli.

Verkís hefur komið að hönnun allra sex áfangar orkusvinsins í Svartsengi með einum eða öðrum hætti.



Orkuver 1 var hannað og byggt á árunum 1976-1979 til að framleiða heitt vatn fyrir hitaveitu og rafmagn. Tveir mótprýsti gufuhverflar voru settir upp og framleiddu þeir 2 X 1 MW_e rafafli, sem var að mestu leyti notað fyrir orkuverið sjálft. Ekki var hægt að nota jarðhitavatnið beint til húshitunar og var vatn til húshitunar því framleitt í fjórum varmaskiptarásum, samtals 50 MW_t. Þetta orkuver hefur að mestu leyti verið lagt niður núna en sumar varmarásirnar eru enn starfhæfar.

Orkuver 2 var byggt árið 1980 til að framleiða 225 l/s af 125°C heitu vatni sem jafngildir 80 MW. Eins og Orkuver 1 hitar Orkuver 2 upp kalt vatn fyrir hitaveitu. Það er gert í 3-4 samsíða varmaskiptarásum. Ferska vatnið, sem aflað er í ferskvatnslínu norðan við Svartsengi, er fyrst forhitað úr 4 í 23°C í eimsvölum Orkuvers 4.



Bláa Lónið



Síðan er hluti vatnsins hitaður með lágþrýstigufrá gufuskilju upp í um 80°C. Þá er það hitað í um 100°C í plötuvarmaskiptum með 105°C gufu frá útrás gufuhverfils Orkuvers 3 og að endingu yfirhitað í 101-110°C í plötuvarmaskiptum með háþrýstigufrú, þeirri sömu og knýr hverfil Orkuvers 3. Hönnunarhitinn var 125°C en í seinni tíð hefur ekki verið þörf á svo heitu vatni frá orkuverinu.

Orkuver 3 var byggt árið 1980 fyrir rafmagnsframleiðslu með 6 MW mótprýstihverfli sem var sérstaklega hannaður fyrir orkuverið í Svartsengi. Hverfillinn notar um 38 kg/s af 160°C heitri gufu (þrýstingur 5,5 bar) og úr honum kemur gufan á 0,2 bar þrýstingi og 105°C heit. Gufan frá hverflinum er svo notuð áfram til hitunar í Orkuveri 2



Þorleikur Jóhannesson
deildarstjóri /
vélaverkfræðingur
tj@verkis.is



og til rafmagnsframleiðslu í orkuveri 4. Hverfillinn er notaður til raforkuframleiðslu út á kerfi Landsnets auk þess að gegna veigamiklu hlutverki við raforkuöflun fyrir orkuverið sjálft.

Orkuver 4 var byggt í tveimur áföngum frá 1989-1992. Það er í raun sjö jafnstórar einingar sem sem hver um sig framleiðir um 1,2 MW_e af rafmagni, alls um 8,4 MW_e. Orkuverið notar 105°C gufu frá gufuhverflinum í Orkuveri 3 til að sjóða ísöpentan í lokaðri hringrás, sem knýr hverflana. Ísöpentan gufunni frá hverflunum er veitt um eimsvala þar sem hún þéttist í vökva og henni er svo dælt aftur að sjóðaranum til að viðhalda hringrásinni. Þrjú eimsvalanna eru vatnskældir og forhita kalt vatn fyrir Orkuver 2 og Orkuver 5. Hinir eimsvalarnir, fjórir að tölum eru í raun risavaxnir „vatnskassar“ með viftum sem draga útiloft um „vatnskassana“ og þetta með því ísöpentan gufunna. Þessir loftkælar eru utan við stöðvarhús orkuversins.



Mikill ávinningur náðist með þessari virkjun. Rafafi Svartsengis jókst um 8,4 MW_e og framleiðslugetan til upphitunar á vatni jókst um 30 MW_{th} vegna forhitunar kalda vatnsins. Jafnframt dró úr hávaða og losun brennisteins á svæðinu og nýtni orkuversins jókst verulega. Þá má ekki gleyma því að gríðarleg reynsla af rekstri

Svartsengi



og viðhaldi tvívökvavéla er verðmæti sem íslenskir tæknimenn hafa haft aðgang að í Svartsengi og nýtt sér í störfum sínum um allan heim.

Orkuver 5 í Svartsengi var reist til rafmagnsframleiðslu og jafnframt til að mæta vaxandi eftirspurn á heitu vatni til húshitunar. Undirbúningur fyrir verkjð hófst árið 1997 og orkuverið hóf framleiðslu raforku í nóvember 1999. Framleiðsla á heitu vatni hófst í febrúar 2000. Orkuver 5 getur framleitt 30 MW rafafi og 75 MW_{th} til húshitunar. Hverfillinn er sá eini sinnar tegundar í heiminum og við hönnun var tekið mið af rekstri og gerð eldri hverfla í Svartsengi. Hverfillinn er hannaður til að vinna á fullu afli og skila um leið nýtanlegri gufu út á tveimur stöðum til hitunar á hitaveituvatni áður en sú gufa sem fær að renna alla leið eftir hverflinum þéttist í eimsvala.



Hverfillinn fær um 75 kg/s af 160°C gufu við 5,5 bar þrýsting. Hann er 10 þrep. Þegar 75 kg/s hafa streymt um 3 þrep er hluti gufunnar tekinn út úr hverflinum 133°C heitur. Eftir 5 þrep er aftur tekið út úr hverflinum og þar er gufan 117°C. Þessi gufa er notuð til að hita vatn í varmarásun Orkuvers 5. Eimsvali orkuversins er sérstakur að því leyti að hann er tvískiptur. Gufan frá hverflinum er þétt í eimsvalanum, annars vegar með köldu vatni sem svo er notað áfram til heitavatsframleiðslunnar en hinsvegar í lokaðri kælivatnsrás sem kæld er með kæliturni.

Orkuver 6 í Svartsengi getur framleitt 33 MW_e af rafmagni. Þegar nýting jarðhitasvæðanna í Svartsengi var komin nokkuð á veg og niðurdráttur orðinn nokkur fór að myndast háþrýstur gufupúði í hluta svæðisins. Þegar komið var á nokkuð gott jafnvægi sáu menn að milli 70-80 kg/s af 15 bar háþrýstiguflu mætti nýta í nýjum hverfli í stað þess að fella þrýstinginn niður í 5,5 bar með stjórnlöka á undan hverflinum í Orkuveri 5. Með þetta í huga, þ.e. að bæta nýtinguna í Svartsengi, var ráðist í Orkuver 6 sem var hannað og byggt á árunum 2006-2008. Gufuhverfillinn nýtir gufu við 15 bar, 5,5 bar og 0,2 bar til að knýja rafala orkuversins, eða flesta þá gufustrauma sem tiltækir eru í Svartsengi. Með tilkomu Orkuvers 6 er heildarrafmagnsframleiðsla í Svartsengi 75 MW_e. Gufuhverfillinn í Orkuveri 6 er sérstakur að allri gerð. Fyrsti hluti hans er fjögurra þrepa mótþrýstihverfill þar sem inntaksþrýstingur



háþrýstigufu er 15 bar. Út úr móþrýstihlutunum streymir gufan við 5,7 bar. Hluti þessarar gufu fer yfir í Orkuver 5 þar sem inntaksþrýstingur er 5,5 bar og þar er hún nýtt saman með gufu sem fengin er úr lágþrýstings holum.

U.þ.b. helmingur gufunnar fer hins vegar um rakaskilju og aftur inn í hverfilinn við 5,5 bar þrýsting. Þessi gufa fer um tíu þrep hverfilsins, en á undan síðustu þremur þrepunum er hægt að draga inn viðbótar gufu við 0,2 bar þrýsting. Þetta getur reynst sérlega heppilegt þegar hlutar Orkuvers 4 eru stöpp vegna viðhalds. Að lokum streymir gufan niður í eimsvala þar sem hún þéttist við -0,93 bar.

Eimsvalinn er vatnskældur rörvarmaskiptir og er kælingu náð með því að láta hringrásarvatn streyma um kæliturn.

Samantekt: Eins og fyrr segir er heildar-framleiðslugeta jarðgufuorkuveranna í Svartsengi 75 MW_e af rafafli og 150 MW_e af varmaafli. Virkjunin sér íbúum Suðurnesja fyrir heitu vatni til húshitunar en rafmagnið er bæði notað inn á almenningsveitur á svæðinu og selt til stórnotenda.

Reykjanes

Jarðvarmaorkuverið á Reykjanesi er 15 km vestan við orkuverið í Svartsengi. Fyrst var borað á svæðinu árið 1956 en samtals voru boraðar þar níu holur, sem m.a. voru nýttar til raforku-framleiðslu í smáum stíl en einnig til ýmiss konar efnavinnslu úr jarðhitavökvum.

Árið 2004 var byrjað á núverandi orkuveri, sem framleiðir 100 MW_e af raforku. Í orkuverinu eru tveir 50 MW_e gufuhverflar, sem þurfa sex vinnsluholur hver fyrir gufu og fjórar sjóholur til að afla kælivatns. Verkis og forverar þess hafa komið að hönnun virkjunarinnar á öllum sviðum verkfræðinnar.

Reykjanesvirkjun er eitt mest krefjandi jarðvarmaorkuver sem byggt hefur verið á Íslandi. Jarðvarmasvæðið er eitt það heitasta, þar sem hitinn á jarðhitavatninu í borholunum fer upp í 320°C. Útfellingar og tæring ásamt mikilli seltu og háum hita hefur verið mest krefjandi við hönnunina. Til að koma í veg fyrir útfellingar var nauðsynlegt að hafa 18 bar inntaksþrýsting á gufunni inn á hverflana, sem er mjög hátt fyrir jarðvarmavirkjanir.



Reykjanesvirkjun

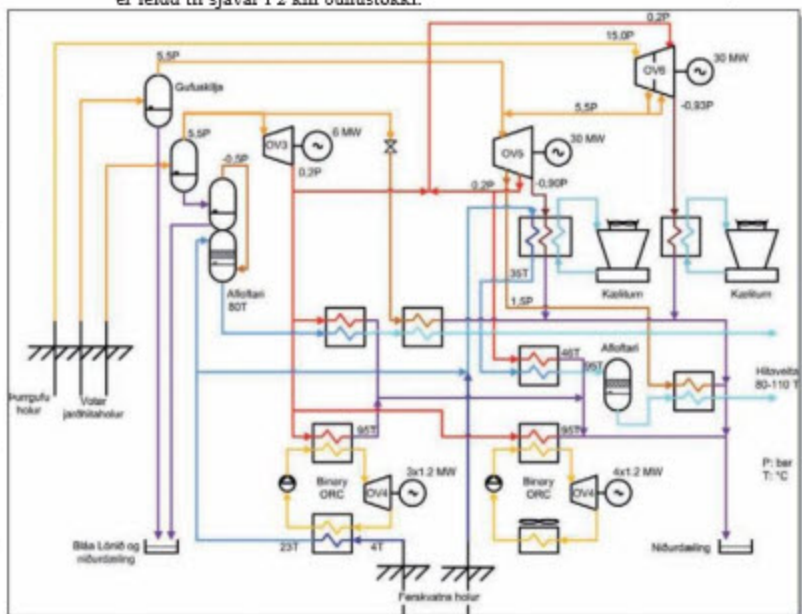
Úr borholunum, sem eru 2.000-3.000 m djúpar, streymir blanda af gufu og brimsöltum jarðhitavökva. Blöndunni er veitt í gufuskiljur og rakaskiljur áður en hún fer inn á hverfilinn en



hann var hannaður af Fuji Electric í Japan, eins og allir gufuhverflar HS-orku.

Þegar gufan hefur streymt um hverflana er hún þétt við -0,90 bar með 3.500 kg/s af 9°C heitum sjó sem er dælt frá borholum við ströndina. Blanda af þéttivatni, jarðhitavökva frá gufuskiljunum og kælisjó, sem er um 55°C heit, er leidd til sjávar í 2 km bunustokki.

Svartsengi
- Einföld kerfi mynd



Auðlindagarðurinn Svartsengi

Með fjölnýtingu má gjörnýta orku jarðhitasvæðanna.

◀ HS-Orka og HS-veitur, eru meðal merkustu fyrirtækja þjóðarinnar. Þar starfa djarfir og framsýnir menn sem þora að takast á við vandamál sem fylgja því að vinna orku úr 300 gráðu heitum jarðsjó, sem sóttur er í iður jarðar á Reykjaneskaganum. Þeir eru sannkallaðir frumkvöðlar. Að sækja orku í sjó sem hitaður er með eldfjallaglób er einstakt í heiminum. „Gull að sækja í greipar þeim geigvæna mar, ekki er nema ofurmennum ætlandi var“ segir í kvæðinu Suðurnesjamenn. Það á ekki síður við um Suðurnesjamenn nútímans.

Hefðbundin jarðvarmaorkuver eins og Kröflustöð framleiða aðeins rafmagn. Önnur jarðvarmaver eins og Hellisheiðarvirkjun og Nesjavallavirkjun framleiða einnig heitt vatn sem notað er til húshitunar.

Í Svartsengi hefur aftur á móti smám saman þróast sannkallaður auðlindagarður með ótrúlega margslunginni starfsemi. Þar er ekki eingöngu

Svartsengi



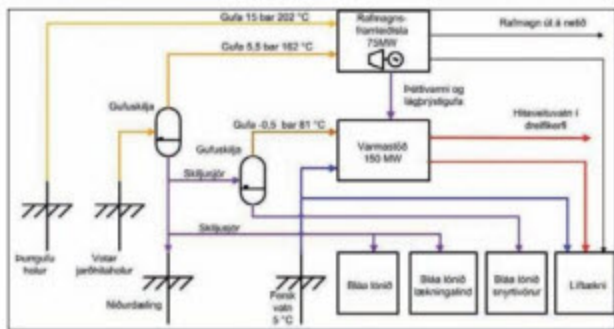
framleitt rafmagn, heitt vatn og kalt vatn, heldur hefur til hliðar við alkunna starfsemi Bláa lónsins, sem 400 þúsund gestir heimsækja árlega, verið komið á fót meðferðarstöð fyrir húðsjúka, þróun og framleiðslu snyrtivara og sjúkrahótel, svo fátt eitt sé nefnt.

Gefuútblistur



Á vegum HS eru stundaðar margs konar rannsóknir á ýmsum sviðum til að leggja grunninn að framtíðinni. Hugmyndin að djúpborunarverkefningu á rætur að rekja til HS og ÍSOR. Svo má ekki gleyma því að nú er verið að reisa verksmiðju í Svartsengi sem á að vinna metanól eldsneyti úr kolsýrunni sem margir telja orsök hnatthitunar. Skammt frá Svartsengi er hátæknifyrirtækið Orf-Genetics sem nýtir græna orku; ljós og hita, frá Svartsengi til að smíða sérvirk prótein úr byggplöntum. Jafnvel er ætluð að nota koltvísýringinn úr borholunum sem áburð fyrir plönturnar.

Í auðlindagarðinum í Svartsengi hafa nú um 140 – 150 manns fasta atvinnu; lækna, hjúkrunarfræðingar, sjúkraliðar, viðskiptafræðingar, ferðamálafræðingar, tæknifræðingar,



Fjölnýting jarðvarmans í auðlindagarðinum í Svartsengi

verkfræðingar, vélfræðingar, líffræðingar, lyfjafræðingar, jarðfræðingar, forðafræðingar, matreiðslumenn, trésmiðir, þjónar, blikksmiðir, vélvirkjar, rafvirkjar og ófaglarðir. Fræðslustarfsemin skipar sinn sess í auðlindagarðinum. Í Svartsengi er fyrirtaks aðstaða fyrir ráðstefnuhald, fræðslusetrið Eldborg og Eldborgargjáin, og á Reykjanesi er hin metnaðarfulla sýning Orkuverid Jörð. Sýningin hefst á atburði sem gerðist fyrir 14 milljörðum ára er „allt varð til úr engu“, þ.e. við Miklahvell. Saga alheimsins er síðan rakin í máli og myndum með sérstakri áherslu á sólkerfið. Fjallað er um orkulindir jarðar og hvernig nýta má þær í sátt við umhverfið okkur jarðarþúum til hagsbóta. Þar sem eingöngu er framleitt rafmagn úr jarð-



Svartsengi

gufu setur eðlisfræðin okkur takmörk varðandi nýtni. Það á við um allar vélar sem nýta hitaorku til að framleiða hreyfiorku. Bílvélin er ekki undanskilin. Úr varmafræðinni þekkja margir Carnot-hringinn sem kenndur er við Nicolas Léonard Sadi Carnot, en hann setti fram kenningu sína árið 1824. Jafnan $e=1-TC/TH$ gefur okkur mestu mögulega nýtni varmvælar sem vinnur milli tveggja hitastiga TC og TH. Sem dæmi má taka gufuhverfil þar sem hitastig gufunnar inn er 150°C (423° Kelvin) og gufunnar út 50°C (323° Kelvin). Fræðileg hámarksnýtni verður þá $1-TC/TH = 1-323/423 = 0,24$ eða 24%. Að sjálfsögðu er raunveruleg nýtni öllu lægri en fræðilega nýtnin þar sem ávallt tapast einhver hluti orkunnar sem núningur í vélbúnaði, og einnig þarf að nýta hluta framleiddrar raforku til að knýja dælar o.fl. Í raun er heildarnýtni jarðgufu-stöðvar sem eingöngu framleiðir rafmagn nær því að vera um 15%. Nýtni bílveðlarinnar er í raun ekki mikið meiri en 20%, þó svo fræðileg nýtni sé nær því að vera 40%.

Carnot er ekki hægt að plata þegar eingöngu er framleitt rafmagn, en það er hægt að nýta á fjölmargan hátt varmann sem til fellur og færi annars óbeislaður út í náttúruna. Þannig getum við aukið nýtnina við nýtingu jarðgufunnar verulega umfram 15%.

Það fer eftir aðstöðum hverju sinni hve mikilli heildarnýtni má ná með fjölnýtingu, og einnig fer það eftir því við hvað er miðað og þær forsendur sem notaðar eru. Án þess að fullyrða of mikið mætti nefna 30-50% til þess að hafa samanburð. Það er um tvöföldun til þreföldun miðað við rafmagnsframleiðslu eingöngu.

Flestir hafa tekið eftir miklum gufumekki sem leggur frá kæliturnum flestra jarðvarmaorkuvera. Þetta er varmi sem stundum getur verið hagkvæmt að nýta og er vissulega arðbært ef rétt er að málum staðið.

Aðstöður á virkjanastað og í nágrenni hans eru mjög mismunandi. Þess vegna er ekki hægt að beita sömu aðferðum alls staðar. Stundum er virkjunin nærri byggð og þá getur verið hagkvæmt að nota varmann sem til fellur til að framleiða heitt vatn, eins og til dæmis er gert í Svartsengi.

Með svokölluðum tvívökvæðum, þar sem vökva með lágt suðumark er breytt í gufu sem knýr hverfil, er stundum hagkvæmt að vinna raforku úr lág hita. Varmann má nýta á staðnum fyrir efnisáðnað, og einnig má nýta hann á staðnum til að hita t.d. gróðurhús þar sem rafmagnsliðs eru notuð í stað sólarljóss. Að lokum má svo nýta steinefnaríka vatnið sem eftir verður til lækninga og baða, og koltvísýringinn sem kemur úr borholunum sem hráefni í framleiðslu á eldsneyti og sem áburð fyrir plöntur í gróðurhúsum. Jafnvel má nota kísilinn sem fellur úr jarðhita-vökvænum í dýrindis snyrtivörur. Allt er þetta gert í og við auðlindagarðinn í Svartsengi.

Fjölþýting er lykilorðið til að auka nýtnina við virkjun jarðvarmans. Líklega er hvergi í viðri veröld gengið eins langt í fjölþýtingu jarðvarmans og í auðlindagarðinum Svartsengi. Svartsengi gæti verið góð fyrirmynd að því hvernig nýta má jarðvarmann á sjálfbærán hátt með hámarks nýtingu á auðlindinni.



Ágúst H. Bjarnason rafmagnsverkfræðingur ahb@verkis.is

Gufuþblástur



Snjóbræðslukerfi í Reykjavík

Nýting jarðvarma til húshitunar er hvergi jafn almenn og á Íslandi. Þegar jarðhitavatnið hefur verið nýtt til húshitunar er það oftast en ekki nýtt til snjóbræðslu. Starfsmenn Verkis hafa um langt árabíl hannað snjóbræðslukerfi bæði fyrir einkaaðila og opinbera aðila. Reykjavíkurborg hefur á síðastliðnum 25 árum staðið fyrir umfangsmikilli uppbyggingu snjóbræðslukerfa í götur og gangstíga í Reykjavík, sérstaklega í miðborginni.



Stjórnstöð snjóbræðslu í Hafnarstræti 19 þjónar snjóbræðslu í Bankastræti, Austurstræti, Pósthústræti og á Lækjartorgi.

Saga snjóbræðslukerfa í Reykjavík

◀ Eitt af elstu snjóbræðslukerfum í Reykjavík var lagt í tröppur og stig framan við Menntaskólann í Reykjavík árið 1951. Á þessum tíma var ekki til nægjanlega tæringarþolið lagnaefni eins og hitapólin plaströr og voru því notuð járnör. Kerfið virkaði ágætlega og var hitastig vatns út á kerfið 70°C og 30°C til baka og var snjóbræðsla góð. Árið 1965 var kerfið endurnýjað með hitapólum plaströrum.

Árið 1955 var lögð snjóbræðsla í tröppur Austurbæjarskólans í Reykjavík og á næstu árum voru fleiri kerfi lögð.

Upp úr 1970 er farið að huga að snjóbræðslu í stærri stíl en áður og lögð kerfi í stærri bílaplön, svo sem við Skúlatún 2, í undirgöng í Breiðholti og í hluta Austurstrætis árið 1974.

Snjóbræðsla í umferðargötum var fyrst lögð árið 1985 í nokkrar götur í Hólahverfi en einnig í lítinn hluta af fráreini frá Kringlumýrabraut við Bústaðaveg. Það kerfi var endurnýjað og aukið árið 2001. Einnig er snjóbræðsla í göngum undir Miklubraut við Kringluna og Vesturlandsveg við Viðarhöfða.

Á árunum upp úr 2000 var lögð snjóbræðsla í götur í Grafarholti og var þar í fyrsta skipti lögð

samfelld snjóbræðsla í götur, samhliða uppbyggingu nýs íbúðahverfis með það fyrir augum að bæta akstursskilyrði og öryggi vegfarenda. Einnig hafa verið lagðar snjóbræðslur í eldri götur eins og Eyrarland, Stöng, Logafold og Dalhús. Samhliða endurnýjun gatna og gangstétta í Kvosinni í Reykjavík hefur verið lögð snjóbræðsla og hófst sú uppbygging fyrir um 25 árum. Á þessum tíma hafa þar verið lögð kerfi í yfir 70 þúsund fermetra og er þessi uppbygging ennþá í gangi.

Uppbygging snjóbræðslukerfa

Stóru snjóbræðslukerfin í miðbæ Reykjavíkur eru á bilinu 5 þúsund til 15 þúsund fermetra hvert. Snjóbræðsluslöngr eru yfirleitt úr 25 mm polypropylen plasti í þrýstiflokki PN 10. Slöngunar eru lagðar í um 60 mm þykkt sandlag undir yfirborðsefnið hvort sem það eru hellur eða malbik.

Mikilvægt er að snjóbræðsluslöngr séu lagðar á plan í réttri hæð. Ef þær lenda of djúpt dregur úr afköstum snjóbræðslunnar og séu þær á misjöfnu dýpi verður bræðslan ójöfn. Lengd 25 mm slangna er yfirleitt um 280 m. Einnig hafa verið lagðar 500 – 600 m langar 32 mm slöngr í löng bein svæði en slíkt er óalgengt. Mikilvægt er að allar snjóbræðsluslöngr í sama kerfi séu jafn langar þar sem það tryggir jafnt rennsli um þær og jafna bræðslu.

Í stórum kerfum er tengingum slangna við stofnlögn komið fyrir í lagnastokkum utanhúss. Þar er hægt að opna og loka fyrir slöngr og lofttæma á einfaldan hátt. Kerfin eru yfirleitt lögð með viðsnúinni bakrás en þá rennur framrásarvatn og bakrásarvatn í sömu átt að enda stofnlagnarinnar en þar er bakrásinni snúid við og fer til stjórnstöðvar í sérstakri pípu. Þetta tryggir að sama þrýstifall er yfir alla stofna og þar með allar slöngr í kerfinu. Frá hverri stjórnstöð eru lagðir tveir til fimm 110 mm stofnar. Við hvern stofn eru svo tengdir þrjár eða fjórir lagnastokkar, sem hver um sig þjónar um 1000 fermetrum.

Vatnskerfi eða frostlagarkerfi

Snjóbræðslukerfum er stundum skipt í tvo flokka eftir því hvort um er að ræða vatnskerfi eða frost-



Snjóbræðsla lögð í fróstaraufar í Stöng milli Arnarbakka og Breiðholti-brautar árið 2003





Snjóbræðsla á Austurvelli í miðbæ Reykjavíkur

lagarkerfi. Í vatnskerfum, sem einnig eru nefnd opin kerfi, er heitu vatni veitt beint inn á stofna og slöngur. Í frostlagarkerfum, sem einnig eru nefnd lokuð kerfi, er frostlögur hitaður í varmaskipti og honum síðan dælt um snjóbræðslulögnina.

Í miðborg Reykjavíkur hefur nær eingöngu verið notast við vatnskerfi þegar snjóbræðslulöngur liggja í sandlagi undir hellum, steyptri stétt eða malbiki. Kerfi með innsteypum slöngum, s.s. í tröppum eða steypum plönum eru nær undantekningarlaust frostlagarkerfi. Ástæðan er sú að ef vatn frýs í innsteypum slöngum getur steypa skemmt og þar með burðarþol mannvirkis rýrnað. Heilar plastslöngur í sandlagi þola hinsvegar yfirleitt að frjósja nokkrum sinnum án þess að skemmast.

Frostlagarkerfi eru flóknari og dýrari en vatnskerfi. Þau þurfa meira viðhald og nýta varma úr hitaveituvatni ekki eins vel og vatnskerfi. Frostlögur er auk þess dýr, hann þarf að endurnýja reglulega og getur mengað ef hann lekur út. Frostlagarkerfi og vatnskerfi er svo hægt að flokka í bakvatnskerfi með innspýtingu og framvatnskerfi. Bakvatnskerfi nýta bakvatn frá hitakerfum húsa sem grunnafi en framvatni, er blandað við eftir þörfum.

Framvatnskerfi nota eingöngu heitt hitaveituvatn en blanda það með bakrásarvatni snjóbræðslunnar með upplöndunardælu til að lækka framrásarhita.

Nýting bakvatns Orkuveitunnar til snjóbræðslu

Reynslan sýnir að kerfi sem nota bakvatn hitakerfa sem grunnafi hafa marga kosti fram yfir framvatnskerfi, sem eingöngu nota heitt hitaveituvatn. Þó að ekki sé unnt að ná miklu varmaafli út úr bakvatninu þegar snjóar næst að byggja upp orkuforða í jörðinni þegar ekki snjóar og þarf því ekki að byrja á því að eyða full heitu vatni til að hita jörðina upp fyrir 0°C þegar veðurfar kallar á snjóbræðslu.

Öll stóru snjóbræðslukerfin í miðborg Reykjavíkur eru vatnskerfi og nota bakrennsli frá Orkuveitu Reykjavíkur sem grunnafi. Þegar götur

og gangstéttir voru endurnýjaðar í miðborginni ákvað Orkuveitan að leggja tvöfalt dreifikerfi til að safna bakvatni frá hitakerfum húsa fyrir snjóbræðslukerfin. Borgin hefur aðgang að bakvatninu þegar Orkuveitan þarf ekki á því að halda. Að nýta þannig bakvatn í snjóbræðslukerfi eykur orkunýtingu, því annars færi það ónýtt um skolplagnir til sjávar.

Auk Kvosarinnar hefur Orkuveitan veitt aðgang að bakvatni úr þessum kerfum til snjóbræðslu til dæmis í Fossvogi, Grafarvogi og á Grafarholti.

Að lokum

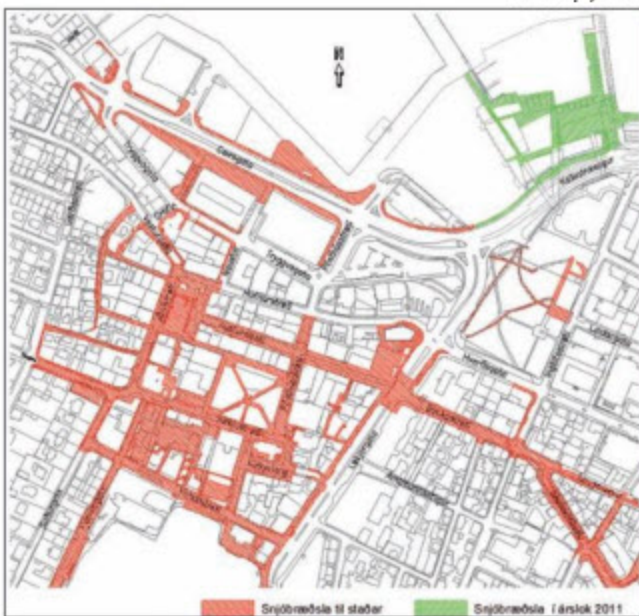
Fáir gera sér grein fyrir hve mikil áhrif snjóbræðslukerfin í miðborginni hafa á daglegt líf þeirra sem þar starfa og búa. Verslanir eru hreinar og snyrtilegar, saltnotkun í lágmarki, hálkuslys fátíð og svo mætti lengi telja. Auk þess hafa snjóbræðslukerfin opnað fyrir möguleika á því að vera með margbreytilegt yfirborð - hellur, kansteina, blómaker, tré o.þ.h, því snjómokstur er lítill sem enginn.



Snjóbræðsla á Austurvelli í miðbæ Reykjavíkur

Stjórnendur borgarinnar og Orkuveitu Reykjavíkur eiga hrós skilið fyrir framsýni fyrir nær aldarfjórðungi síðan þegar þeir ákvaðu að snjóbræða allar götur og gangstéttir í Kvosinni með bakvatni Orkuveitunnar samhliða nauðsynlegri endurnýjun gatna og gangstétta.

Snjóbræðslukerfi í miðbæ Reykjavíkur



Andri Egiðsson
véltekni-
fræðingur
aa@verkis.is



Þorleikur
Jóhannesson
deildarstjóri /
velaverk-
fræðingur
tj@verkis.is

