



BSc í vél- og orkutæknifræði

Gagnaver á Íslandi

Athugun á nýtingu umframhita gagnavera

Ágúst, 2020

Nafn nemanda: Óli H Þórðarson

Kennitala: 270492 - 2159

Leiðbeinendur: Eymundur Sigurðsson / Bernharð Ólason

24 ECTS ritgerð til BSc í vél- og orkutæknifræði

Tækni- og verkfræðideild

Heiti verkefnis:

Gagnaver á Íslandi, Athugun á nýtingu umframhita gagnavera

Námsbraut:

Vél- og orkutæknifræði

Tegund verkefnis:

Lokaverkefni í tæknifræði BSc

Önn:

Sumarönn 2020

Námskeið:

LOK1012

Ágrip:

Þessi ritgerð fjallar um mögulega endurnýtingu varma frá gagnaverum og þeim tækni- og lögfræðilegu áskorunum sem því fylgir. Flutnings og raforkuframleiðsla á Íslandi var skoðuð og farið var yfir gagnaversiðnaðinn á Íslandi og þau tækifæri sem búa þar að baki.

Höfundur:

Óli H Þórðarson

Umsjónarkennari:

Indriði Sævar Ríkhartósson

Leiðbeinandi:

Eymundur Sigurðsson
Bernharð Ólason

Fyrirtæki/stofnun:

Lota ehf.

Dagsetning:

31.8.2020

Lykilorð íslensk:

Gagnaver, varmi,
raforkukerfi,
orkunýting

Lykilorð ensk:

Data Centers, heat,
power systems, energy
efficiency

Dreifing:

opin

lokuð

til: 31.8.2030

Formáli

Verkefni þetta er unnið sem lokaverkefni í BSc í vél- og orkutæknifræði við iðn- og tæknifræðideild Háskólans í Reykjavík sumarið 2020.

Hugmyndin að verkefninu kom frá Eymundi Sigurðssyni hjá verkfræðistofunni LOTU.

Verkefnið fjallar um mögulega nýtingu umframvarma gagnavera á Íslandi og þær tækni- og lögfræðilegu áskoranir sem því fylgja.

Höfundur vill þakka Sigríði Þóru Birgisdóttur sambýliskonu og kærustu sinni fyrir þann gríðarlega stuðning og hjálp yfir námsferilinn.

Reykjavík, Ágúst 2020

Óli H Þórðarson

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
1.1	Uppbygging verkefnis	2
1.2	Markmið verkefnis	2
2	Kælibúnaður gagnavera	3
2.0.1	Loftkæling	3
2.0.2	Vökvakæling	4
2.0.3	Free Cooling System	4
3	Yfirlit gagnavera og uppbygging á Íslandi	5
3.1	Gagnaver á Íslandi	5
3.1.1	Advania Data centers	5
3.1.2	Verne Global	5
3.1.3	Etix Everywhere Borealis	6
3.1.4	Reykjavík DC	6
3.2	Staðsetning gagnavera á Íslandi	6
3.3	Raforkuefni á Íslandi og rekstraröryggi gagnavera	7
3.3.1	Afhendingaröryggi raforku	8
3.3.2	Árleiðanleikastuðull (AS)	9
3.3.3	Varaafli	9
3.3.4	Nálægð við raforkutengivirki	10
3.3.5	Nálægð við gagnatengingar	11
3.3.6	Fjarvarmi	12
3.4	Nýting varma úr gagnaverum	12
3.4.1	Raforku- eða flutningsskortur ?	13
3.4.2	Flöskuhálsar	13
3.5	Skattalögjöf á Íslandi, aðkoma ríkis og ívilnanir	15
3.5.1	Stórnotendur raforku	15
3.5.2	Samkeppnisstaða	15
4	Varmafræði að baki gagnaverum	17
4.1	Vangaveltur	17
4.1.1	Hitaveitukerfi (e. District heating)	17
4.1.2	Snjóbræðslukerfi	18
4.2	Varmadælur	19
5	Samantekt, niðurstöður og umræður	21

Myndaskrá

2.1	Dæmi um heitann/kaldann gang í gagnaveri[2]	3
2.2	Dæmi um loftkælt gagnaver[2]	4
3.1	Aflgeta afhendingarstaða Landsnets[28]	6
3.2	Áreiðanleikastuðull AS[1]	9
3.3	Vinnsla varaafstöðva vegna fyrirvaralausra truflana í flutningskerfi Landsnets síðustu 5 ár[1].	10
3.4	Ljósleiðarakerfi Mílu á Íslandi[5]	11
3.5	Skilgreind flutningssnið í meginflutningskerfinu[28]	14
4.1	Varmadæla í stað kælibúnaðs	20
4.2	Varmadæla með kælibúnaði	20

Töfluskrá

3.1 Fjarvarmaveitur á Íslandi eftir varmasölufyrirtækjum og landshlutum	12
---	----

Kaflí 1

Inngangur

Á mínum yngri árum voru tölvur með undir 5 GB hörðum diskum sem þótti talsvert mikið á þeim tíma. Í dag fæst varla snjallsími með geymsluminni undir 32 GB né fartölva undir 250 GB. Ennfremur er hægt að fá snjallsíma sem passar í hendi með yfir 500 GB minni. Til að setja það í samhengi var fyrsta geymsluminni yfir 1 GB árið 1981 á stærð við ísskáp og vóg tæp 30 Kg. (IBM's 3380 Direct Access Storage Device)

Þetta segir okkur það að gögnum í heiminum hefur fjölgað gríðarlega á undanförunum árum og höfum við einnig þurft að nota ný orð yfir gagnastærðir. Flestir þekkja notkun orðanna kílóbæt, megabæt, gígabæt og jafnvel terabæt. Fæstir þekkja þó né gera sér grein fyrir stærðum á borð við petabæt, exabæt, zettabæt og yottobæt. Eitt yottobæt jafngildir 1.208.925.819.614.629 GB. IDC (International Data Corporation) telur að öll gögn í heiminum muni fara frá 33 zettabætum (ZB) 2018 í 175 ZB fyrir árið 2025[32]. Til þess að setja þessar stærðir í samhengi við efnislega einingu myndi 175 ZB á DVD diskum sem staflað væri saman ná 222 sinnum utanum jörðina[32]. Algjör sprenging varð í gagnaiðnaði þegar almenn netnotkun fór að eiga sér stað kringum aldamótin 2000. Síðan þá hefur þróun á stafrænni tækni gert það að verkum að fyrirtæki og einstaklingar víðast hvar í heiminum nýta sér með auknum mæli þjónustu gagnavera fyrir geymslu og vinnslu gagna. Ekki sér fyrir endann á uppbyggingu nýrra gagnavera í heiminum þar sem tæknifyrirtæki halda áfram að stækka og gögnin með.

1.1 Uppbygging verkefnis

Verkefnið skiptis í þrjú meginkafla að undanskyldum inngangi þar sem efni verkefnis er kynnt og markmið þess sett fram. Annar kafli fjallar um kælibúnað sem notaður er í gagnaverum og þá hönnun sem liggur að baki. Þriðji kafli er yfirlit gagnavera á Íslandi og uppbyggingu þeirra, þar sem fjallað er staðsetningu gagnavera, raforkukerfi og rekstraröryggi, nýtingu varma úr gagnaverum auk þess sem samkeppnisstaða og skattalöggjöf á Íslandi er kynnt. Fjórti kafli fer yfir varmafræðina sem liggur að baki gagnaverum s.s varmadælur og varmaskipta. Í fimmta kafla eru niðurstöður dregnar saman og túlkaðar.

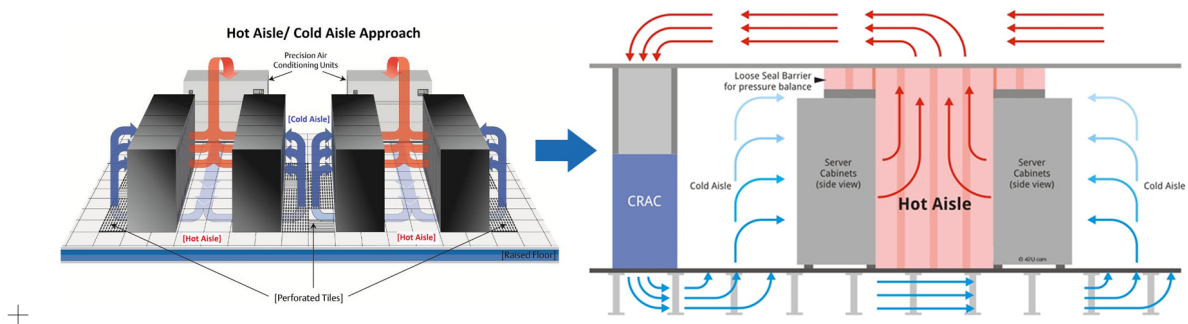
1.2 Markmið verkefnis

Markmið þessa verkefnis er að kanna möguleikann á því að nýta umframvarma sem kemur frá gagnaverum, gera úttekt á gagnaversiðnaðinum á Íslandi og sóknartækifærum í þeim geira. Gagnaver nota mikla orku til kælingar á tölvubúnaði, sú orka umbreytist mest öll í hita í formi lofts eða vökva. Við þetta skapast möguleiki á nýtingu hitans sem fer vanalega til spillis. Þessu fylgja tæknilegar áskoranir og einnig áskoranir varðandi lög og reglugerðir, þar sem ekki er öllum heimilt að dreifa raforku til annara aðila á Íslandi.

Kaflí 2

Kælibúnaður gagnavera

Þegar mikill tölvubúnaður er settur saman líkt og gert er í gagnaverum myndast mikill hiti. Þá er mikilvæg að huga að hita og rakastigi í húsnæðinu til að ná fram hámarks afköstum og endingu á búnaði. Því er kælibúnaðurinn mikilvægur þáttur í hönnun og rekstri gagnavera. Í hefðbundnum gagnaverum fer 40% af rafmagnsnotkuninni í að kæla búnaðinn og er því gríðarlega mikilvægt fjárhagslega, að halda áfram að þróa hagkvæmari kæliaðferðir[23]. Algengasta uppsetning gagnavera nú til dags er svokallaður heitur/kaldur gangur (e. Hot aisle/cold aisle design) sem gengur út á að stýra loftstreymi. Hönnunin virkar þannig að töluvsamstæðum er raðað upp í raðir þar sem framhliðar snúa andspænis hvor annarri og bakhliðar einnig hvor að annarri. Köldu lofti er blásið inn að framan og heita loftið fer út að aftan eins og sjá má á mynd. 2.1. Þannig myndast raðir þar sem kalt loft flæðir annars vegar og heitt loft hinsvegar sem kemur í veg fyrir að heita loftið blandist því kalda.

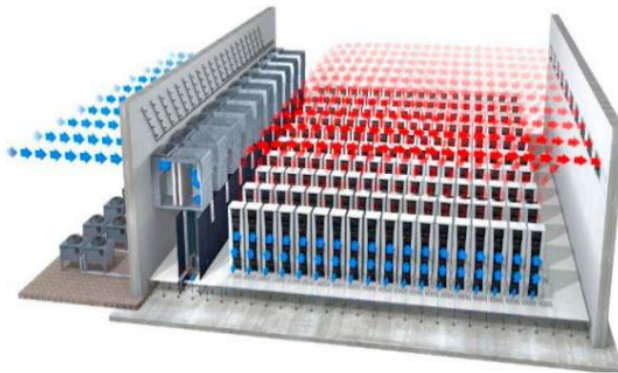


Mynd 2.1: Dæmi um heitann/kaldann gang í gagnaveri[2]

2.0.1 Loftkæling

Flest gagnaver nota loftkælingu fyrir tölvubúnaðinn þar sem heita loftið er leitt út í gegnum stokka. Það er gert svo það blandist ekki aftur við kalda loftið sem notað er til þess að kæla búnaðinn eins og sjá má á mynd. 2.1 Aðrir þættir sem skipta máli í tengslum við við loftkælingu eru lofthæð hússins þar sem hiti getur safnast saman, upphækkuð gólf og stefna loftsins sem dælt er inn. Ein vinsælasta aðferðin við kælingu eru upphækkuð gólf sem blása kalda loftinu

upp í gagnaverið sem gerir það að verkum að blöndun á heita og kalda loftinu verður minni. Rannsóknir hafa sýnt að röðun og uppsetning tölvuskápanna og hönnun loftflæðisins hefur gífurlega mikil áhrif á orkunotkun kælibúnaðarins og getur minnkað óþarfa dreifingu heita loftsins við það kalda um 30%[24]. Þróun loftkældra gagnavera hefur færst í átt að staðbundnum kælieiningum og aðskilnaði loftstreymis til þess að mæta kröfum um öflugari tölvubúnað. Á hinn bóginn eru vökvakæld kerfi að verða vænlegri lausn til kælingar á stærri gagnaverum[23].



Mynd 2.2: Dæmi um loftkælt gagnaver[2]

2.0.2 Vökvakæling

Í stærri gagnaverum eru loftkæld kerfi oft ekki besta lausnin hvað varðar nýtni og áreiðanleika. Í þeim tilfellum er vænlegt að nota aðrar kæliaðferðir, sem eru færar um að styðja stærri og orkufrekari gagnaver og bjóða upp á meiri möguleika[23]. Tveggja þátta vökvakæling er notuð til að auka nýtni kælingar og spara rafmagn. Notkun vökvakælingar hagnast af hærri varmarýmd og minna varmaviðnámi en loftkæling. Að sama skapi veitir vökvakæling þann möguleika að nýta afgangsskilyrði til upphitunar þar sem vökvinn getur hitnað í allt að 60°C. Kosturinn við þessa aðferð í vökvakældum gagnaverum er að þau geta ráðið við allt að 10 sinnum meira hitamagn en loftkæld[29]. Ennig hefur verið sýnt fram á að nýting á síuðu lofti, svokallaðs "free cooling systems" getur verið nýtt mun betur í vökvakældu kerfi[24].

2.0.3 Free Cooling System

Á Norðurlöndunum er mikið notast við svokallað "free cooling system" þar sem lofti utandyra er dælt inn í gagnaverið til þess að kæla búnaðinn. Ísland hefur þann kost veðurfarslega að meðalhitastig er mjög lágt allt árið um kring, t.a.m. var meðalhitastigið í Reykjavík árið 2019 5,8 °C.[14]. Þannig sparast mikill kostnaður í búnað og rafmagn sem þyrfti í að kæla loftið áður en það er notað. Notaðar eru loftsíur og rakatæki (e. dehumidifier) til að koma í veg fyrir rakamyndun, rykmyndun og halda loftgæðum góðum. Loftflæði gegnum loftkæld gagnaver er gríðarlega mikið, í 8 MW gagnaveri Advania 2014 sem notar slíkt kerfi fer um það bil 600 m³/s lofts í gegnum bygginguna[33].

Kaflí 3

Yfirlit gagnavera og uppbygging á Íslandi

3.1 Gagnaver á Íslandi

Gagnaverum hefur fjölgað hratt á Íslandi á undanförunum árum og eru fjögur þeirra það stór að þau teljast stórnotendur raforku samkvæmt skilgreiningu raforkulaga[28]. Það eru gagnaverin Verne og gagnaver Advania sem bæði eru í Reykjanesbæ auk gagnavera Etix á Suðurnesjum og Blöndósi. Ísland þykir að mörgu leyti ákjósanlegur staður fyrir rekstur gagnavera og ljóst að mikil sóknarfæri eru í gagnaversiðnaðinum hér á landi.

3.1.1 Advania Data centers

Upphaf gagnavera á Íslandi má rekja til ársins 2010 þegar Thor Data Center tók til starfa í 3000 m² húsnæði í Hafnarfirði. Í dag hefur Advania tekið yfir þann rekstur og rekur það undir eigin nafni, Advania Data centers. Árið 2013 jókst mjög eftirspurn eftir gagnaverum á Íslandi og þá aðallega vegna rafrænar námugraftar (e.mining). Seint árið 2013 hóf Advania hönnun á nýju gagnaveri á Suðurnesjum og opnaði 2014 Mjölmi 1 og Mjölmi 2, tvær 1200 m² byggingar á Fitjum í Reykjanesbæ. Annar áfangi byggingu 1300 m² húsnæðis Advania var Mjölmi 3 sem tilbúið var 2014.

3.1.2 Verne Global

Snemma árs 2012 opnaði Verne Global gagnaver í Ásbrú á Reykjanesi í 500 m² húsnæði sem var áður nýtt af Varnarliðinu í ýmis konar starfsemi[13]. Árið 2013 hófust framkvæmdir við annan áfanga sem tvöfaldaði stærð fyrirtækisins. Árið 2015 tryggði fyrirtækið sér um 13 milljarða króna til áframhaldandi uppbyggingar og stækkunar á gagnaverinu og var á þeim tíma næst stærsta tæknifjárfesting á Norðurlöndunum það ár[13]. Árið 2020 var svo tilkynnt um tæplega 4 milljarða króna fjárfestingu fyrir frekari stækkun Verne Global á Íslandi[3].

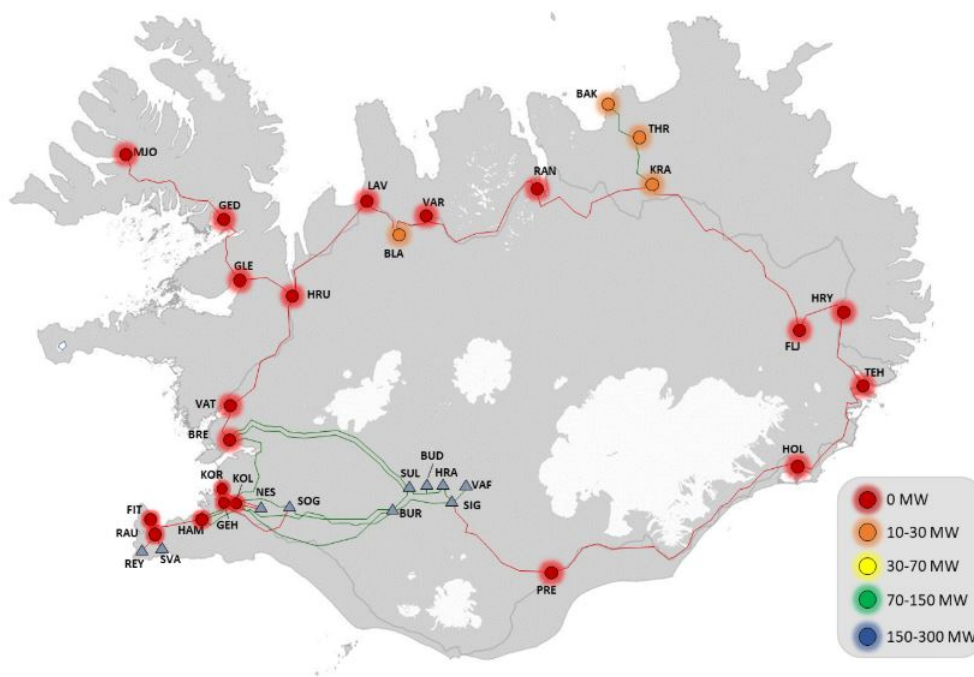
3.1.3 Etix Everywhere Borealis

Árið 2014 hófust framkvæmdir á gagnaverinu Borealis Data Center sunnan við lóðir Advania í Reykjanesbæ sem varð þá þriðja gagnaverið á svæðinu[16]. Seinna fengu þeir alþjóðlega gagnaversfyrirtækið Exit Everywere til liðs við sig og stefndu á frekari stækkun á Íslandi[13]. Árið 2019 var lokið við uppbyggingu nýs 4000 m² 34 MW gagnavers Borealis á Blöndósi og gera þeir ráð fyrir allt að fimmfaldri stækkun til viðbótar á svæðinu[18]

3.1.4 Reykjavík DC

Nýjasta gagnaver landsins, Reykjavík DC opnaði 5000m², allt að 12 MW hátæknigagnaver við Korputorg í Reykjavík. Reykjavík DC er fyrsta hátæknigagnaverið í Reykjavík og er í eigu Korputorgs, Opinna Kerfa, Sýnar og Reiknistofu bankanna[7]. Hugmyndin að verkefninu var kynnt árið 2018 og hófst rekstur þess snemma árs 2020.

3.2 Staðsetning gagnavera á Íslandi



Mynd 3.1: Afgeta afhendingarstaða Landsnets[28]

Gagnaver á Íslandi eru flest staðsett á suð vestanverðu horninu þar sem flutningslínur og afhendingaröryggi er gott. Möguleiki væri á því að koma fyrir minni gagnaverum víðsvegar um landið en eins og staðan er í dag er flutningskerfið ekki tilbúið fyrir stærri gagnaver fyrir utan norðausturhluta landsins.

Landsneti er skilt að leggja fyrir Orkustofnun árlega kerfisáætlun um uppbyggingu flutningskerfisins í þeim tilgangi að líkja eftir aflflæði í flutningskerfi raforku á Íslandi. Kerfislíkanið byggja þeir upp í orkukerfis herminum PSSE frá Siemens[28].

Í flutningskerfi Landsnets eru tengivirki og flutningslínur sem tengja vinnslu raforku við notendur, dreifiveitur og stórnotendur. Flutningslínur landsnets keyra á 66 kV spennu og hærri, fyrir utan nokkrar 33 kV línur sem þjóna aðeins svæðisbundnum kerfum. Hæsta rekstrarspenna flutningslína er 220 kV en nokkrar af þeim eru byggðar fyrir 400 kV spennu og því hægt að hækka rekstrarspennuna til að auka flutningsgetu ef þörf krefur. Heildarlengd flutningslína Landsnets er 3.343 km[28].

Á mynd 3.1 frá kerfisáætlun Landsnets má sjá mat á því afli sem mögulegt er að flytja til viðbótar við það álag þegar það var mest í heildina árið 2019 samkvæmt Raforkuspá[28]. Eins og sjá má á myndinni er svigrúm til að auka forgangsálag á landinu lítið, en hægt væri að bæta 10-30 MW á svæðum við norðausturhluta landsins. Einnig má sjá er staðan innan höfuðborgarsvæðisins farin að versna og ekki hægt að bæta miklu við þar eins og er[28]. Ástæðan fyrir þessu er sú að þær 220 kV línur sem liggja til höfuðborgarsvæðisins eru afar misjafnar í flutningsgetu vegna leiðargerðar og hönnunar þeirra. Þær sem lægsta flutningsgetu hafa eru að verða fulllestaðar þegar álag er mikið í Reykjavík og nágrenni[28].

3.3 Raforkuefni á Íslandi og rekstraröryggi gagnavera

Vatnsaflsvirkjanir framleiða um 70% af raforku á Íslandi og jarðvarmavirkjanir stærstan hluta af því sem eftir stendur, eða um 30%. Síðustu ár hefur verið mikil umræða um framleiðslu á raforku með vindorku en það er sáralítill hluti af framleiðslunni enn sem komið er. Jarðeldsneyti er svo um 0,02% af framleiðslu við rafmagn og það er aðallega notað fyrir varaafstöðvar þar sem mikilvægt er að hafa mikið rekstaröryggi og einnig þar sem óstöðugt flutningskerfi raforku er[20].

Í gagnaverum er yfirleitt notast við tvöfalda spennufæðingu, þar sem notaðir eru varaafgjafar (e. uninterruptible power source) sem tengdir eru við rafgeyma eða díselrafstöðvar. Sá búnaður er notaður til að viðhalda rekstri tölvubúnaðar í styttri tíma ef bilun verður á rafmagnsflutningi frá dreifiaðila. Gagnaver notast við tvöfalda spennufæðingu, því hærri kröfur eru gerðar til rekstaröryggis því þá eru tvær aðskildar tengingar í gagnaverið frá dreifiaðila og varaafgjafa.

Uptime Institute hefur búið til flokka fyrir rekstraröryggi sem fer eftir tiltæki (e. uptime) og ótiltæki (e. downtime) gagnavera bæði vegna bilana og viðhalds. Þessi staðall er alþjóðlegur og skiptist í fjögurra flokka pýramída þar sem Tier 4 er efst og Tier 1 er neðst[27].

- Tier 1 hefur einfalda spennufæðingu og engan umfram búnað til þess að reka gagnaverið. Árlegt tiltæki er 99,671%.
- Tier 2 hefur einfalda spennufæðingu og aukabúnað sem eykur rekstaröryggið eins og varahleðslu eða díselrafstöð. Árlegt tiltæki er 99,741%.

- Tier 3 hefur tvöfalda spennufæðingu ásamt aukabúnaði fyrir aukið rekstraröryggi með varahleðslu eða díselrafstöð eins og í Tier 2. Árlegt tiltæki er 99,982%.
- Tier 4 hefur mörg sjálfstæð kerfi sem öll hafa auka varahleðslu eða rafstöðvar hvert um sig. Kerfin eru einangruð hvert frá öðru til að hindra það að bilanir eða mannleg mistök hafi áhrif á hin kefin. Hægt er að sinna viðhaldi án þess að það hafi áhrif á tiltæki tölvubúnaðarins. Árlegt tiltæki er 99,995%

3.3.1 Afhendingaröryggi raforku

Afhending raforku er metin eftir þremur stuðlum skv. reglugerð 1048/2004 um gæði raforku og afhendingaröryggi[8]. Stuðlarnir þrír eru eftirfarandi:

- Kerfismínútur (KM) - Stuðull sem gefur til kynna hve alvarlegt einstakt tilvik skertrar orkuafhendingar er. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$KM = \frac{E * 60}{P_{max}} * min$$

E : Orkuskerðing í rekstrartruflun [MWh]

P_{max} : Hámarksafli viðkomandi kerfis, flutningsfyrirtækis/dreifiveitu [MW]

- Stuðull um meðallengd skerðingar, straumleysismínútur (SMS) - Þessi stuðull metur hve lengi skerðing hefur staðið miðað við orkuskerðingu og heildarorkuafhendingar. Eftirfarandi jafna gildir fyrir þennan stuðul:

$$SMS = \frac{\sum E_i}{\sum E_{Alls}} * 8760 * 60min/ar$$

E_i : Orkuskerðing í rekstrartruflun i [MWh].

E_{Alls} : Heildarorkuafhending til viðskiptavina [MWh].

- Stuðull um rofið álag (SRA)(e. Power Interruption Index) - Þessi stuðull er hlutfall samanlagðrar aflskerðingar og mesta álags á kerfið. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$SRA = \frac{\sum P_i}{E_{max}} * MW/MWar$$

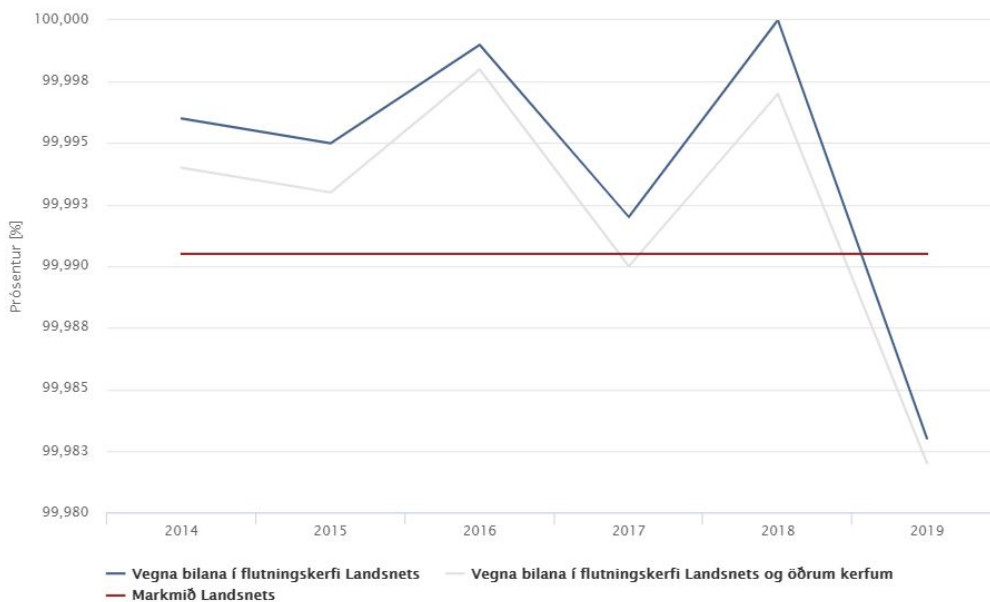
P_i : Aflskerðing í skerðingartilviki i [MW].

E_{max} : Hámarksafli heildarinnmötunar ársins inn á kerfi flutningsfyrirtækis/dreifiveitu [MW].

Markmið þessarar reglugerðar er að tryggja, svo sem kostur er, fullnægjandi gæði og afhendingaröryggi raforku í íslenska raforkukerfinu og stuðla að þjóðhagslega hagkvæmum rekstri og uppbyggingu raforkukerfisins að teknu tilliti til almannahagsmuna og sérstakra hagsmuna aðila[8].

3.3.2 Árleiðanleikastuðull (AS)

Á þeim svæðum sem tengjast flutningskerfi með aðeins einni línu, svokölluð geislatengd svæði er afhendingaröryggi almennt lægra. Árleiðanleikastuðull er mælikvarði á afhendingaröryggi sem Landsnet gefur upp fyrir afhendingarstaði sína og sýnir hann árleiðanleika kerfis sem hlutfall af fjölda skertra klukkustunda ársins. Landsnet gefur út að markmið þeirra um árleiðanleika afhendingar forgangsorku frá flutningskerfinu skuli vera yfir 99,9905% eða 0,833 skertum klukkustundum[1].



Mynd 3.2: Árleiðanleikastuðull AS[1]

Bláa línan í mynd 3.2 sýnir útreiknaðan árleiðanleikastuðul Landsnets síðustu 10 ár þegar miðað er við forgangsskerðingu vegna bilana í flutningskerfinu. Gráa línan sýnir útreiknaðan AS ef miðað er við forgangsraforkuskerðingu í öllu kerfinu, óháð uppruna bilana. Eins og sést var markmiðið 2019 ekki uppfyllt og má það rekja til víðtækra truflana og langvarandi straumleysis í kvölfar óverðurs í lok árs 2019[1].

3.3.3 Varaafli

Þar sem afhendingaröryggi er minna hafa dreifiveitur komuð upp varaafstöðvum þegar truflanir eða rof verða á afhendingu rafmagns. Þær eru notaðar þegar truflanir verða á flutningskerfinu til að anna forgangsálagi. Þessum varaafstöðvum fylgja ákveðnir ókostir þar sem ákveðinn

tíma tekur að ræsa þær og verður því ávallt straumlaust vegna ófyrirsjáanlegra bilana. Þeim fylgja líka mikið viðhald þar sem ræsa þarf vélarnar með ákveðnu millibili, skipta um olíu og sinna reglubundnu viðhaldi. Landsnet rekur t.d sjálfvirka varaafstöð í Bolungavík sem tekur u.þ.b. mínútu að koma forgangslagi á og 2 mínútur fyrir Ísafjörð að fá rafmagn[1].

Á mynd 3.3 sést vinnsla varaafstöðva síðustu 5 ár hjá Landsneti. Árið 2019 nam vinnsla varaafstöðva 2.071 MWh vegna fyrirvaralausra rekstrartruflana í flutningskerfi Landsnets. Ef aðgengi að varaafli væri ekki fyrir hendi má ætla að straumleysismínútur til forgangsnótenda hefðu orðið 152 mínútur fyrir þetta ár í stað 91,2 mínútna[1].



Mynd 3.3: Vinnsla varaafstöðva vegna fyrirvaralausra truflana í flutningskerfi Landsnets síðustu 5 ár[1].

3.3.4 Nálægð við raforkutengivirki

Mikilvægt er að staðsetja gagnaver nálægt raforkutengivirkjum til að fá sem bestu nýtni í afhendingu raforku. Því lengri sem rafmagnslína er því hærra er viðnám hennar, því er mikilvægt að geta lækkað strauminn sem rennur í henni til að draga úr flutningstöpum. Því getur skipt miklu máli að ekki sé verið að flytja mikið afl eftir löngum línunum við lága spennu[30]. Tengivirki er búnaður sem notaður er til að koma rafmagnni inn eða út af flutningskerfinu. Helsti búnaður tengivirkja eru aflspennar, aflrofar, skilrofar, jarðblöð, mælaspennar, varnarbúnaður, launafsbúnaður og hjálparbúnaður[21]. Á Íslandi hefur verið notast við lofteinangruð (AIS) og gaseinangruð (GIS) tengivirki. AIS tengivirki eru töluvert stærri um sig og taka því meira landsvæði heldur en gaseinangruð, þrátt fyrir að virknin sé í grunninn sú sama. Stafræn tengivirki verða líklegast notuð í nánustu framtíð og eru þau raforkutengivirki sem rekstri er stjórnað og dreift með greind raftækja tengt við ljósleiðara. Stafrænu tengivirkin hafa því töluverðan ávinning í rekstri, hönnun og uppsetningu. Í Byrjun maí 2020 hóf RST Net byggingu á yfirbyggðu tengivirki fyrir Landsnet á Hnappavöllum sem mun verða fyrsta stafræna tengivirkið á Íslandi. Áætlað er að það verði tekið í notkun seinni hluta ársins, tengivirkið verður með þremur 145 kV GIS rofareitum frá ABB í Þýskalandi og verður fyrsta stafræna tengivirkið á Íslandi[4] [9].

Á árunum 1986-1993 var átta þræða ljósleiðarastofnstrengur lagður umhverfis landið. Strengurinn er að hluta í eigu Mílu ehf. og íslenska ríkisins sem fer með eignarétt fyrir hönd Mannvirkjastofnunar NATÓ[12].

Hringstrengurinn er uppfærður eftir þörfum en óvíst er hvenær þurfi að endurnýja hann í heild vegna slits og aldurs, en reynslan sýnir að ljósleiðarastrengir endast lengur en upphaflega var reiknað með. Uppbygging ljósleiðarakerfisins á vegum orkufyrirtækja og sveitafélaganna um mest allt land, mun einnig verða til þess að auðveldara verði að endurnýja upprunalega strenginn. Ísland er nú tengt við umheiminn með þremur ljósleiðara sæstrengjum FARICE, DANICE og Greenland Connect. Miklar framfarir í ljósleiðaraendabúnaði hafa margfaldað flutningsgetu og líftíma strengjanna, en núverandi flutningsgeta strengjanna er vannýtt sem gefur tækifæri tækifæri til uppbyggingar, t.d. með byggingu fleiri lítilla gagnavera[12].

Hægt væri að leggja fleiri strengi frá landinu sem myndi styrkja markaðstöðu íslenskra gagnavera umtalsvert. Fyrir gagnaver skiptir samkeppni í umferðatöf, verði og fjölda strengja meginmáli, nýjan streng mætti t.d. leggja út frá þeirri forsendu að umferðatöf styttest. Með slíkri breytingu myndi samkeppnisstaða batna mikið gagnvart öðrum norrænum höfuðborgum.[12]

Frá Íslandi eru sæstrengir eingöngu til Evrópu og Amerkíu. Möguleiki væri, að leggja streng yfir Norður-Íshafið sem gæti þá tengt Evrópu við Asíu og Ameríku, sem myndi skapa Íslandi sérstöðu sem miðstöð gagnavera og tenging milli heimsálfa[12].



Mynd 3.4: Ljósleiðarakerfi Mílu á Íslandi[5]

Miklu máli skiptir að reisa gagnaver í nálægð við afhendingastaði gagnastrengja þar sem töluvert dýrara er að leigja nettengingu í lengri fjarlægð. Í andsvörum Farice frá Póst og fjarskiptastofnun við verðbreytingum Mílu á 100 Gb/s tengingum segir að verðin á Íslandi væru ekki líkleg til að gera gagnaver samkeppnishæf. Í Evrópu er hægt að fá 100 Gb/s tengingu á € 2000 (t.d. frá Amsterdam til London) en verð frá afhendingarstað Farice til Blöndósar, sem eru yfir 100 km eru 848.808 kr. á mánuði, sem jafngildir € 5.200. Tengingar undir 100 km eru svo á 424.404 kr. á mánuði[19].

3.3.6 Fjarvarmi

Fjarvarmaveitur eru þær veitur sem nota raforku eða olúu til að framleiða varma til húshitunar eða annara þarfa. Samkvæmt gögnum frá Orkustofnun 2018 nota eftirfarandi varmasölufyrirtæki rafmagn eða olúu í eftirfarandi landshlutum[15]. Hægt væri að reisa gagnaver á einhverjum þeirra staða sem sjá má í töflu 3.1, þar sem heitt vatn er af skornum skammti. Hægt væri að nýja umfram hita þeirra sem neysluvatn fyrir ofnakerfi yfir kaldari mánuði ársins. Farið verður nánar í það í kafla 4.

Varmasölufyrirtæki / Veitusvæði	Uppruni	Landbúnaður [MWh]	Þjónusta [MWh]	Fiskeldi [MWh]	Iðnaður [MWh]	Heimili [MWh]	Heild [MWh]
HS Veitur							
Vestmannaeyjar	Raforka / Olía		26694,4		9666,6	43583,2	79944,2
RARIK							
Höfn - Fjarvarmi	Raforka / Olía		14916,6		138,9	15611,1	30666,6
Seyðisfjörður - Fjarvarmi	Raforka / Olía		4722,2			7861,1	12583,3
Orkubú Vestfjarða							
Bolungarvík	Raforka / Olía		6805,5			8166,6	14972,2
Flateyri	Raforka / Olía		3666,7			3305,5	6972,2
Ísafjörður - Eyri	Raforka / Olía		21027,7			26499,9	47527,6
Ísafjörður - Holtahverfi	Raforka / Olía		194,4			24,9	219,3
Patreksfjörður	Raforka / Olía		31,4			8666,6	8698,0
Hitaveita Fjarðabyggðar							
Neskaupstaður - Fjarvarmi	Raforka / Olía		6083,3				6083,3
Reyðarfjörður - Fjarvarmi	Raforka / Olía		1361,1				1361,1

Tafla 3.1: Fjarvarmaveitur á Íslandi eftir varmasölufyrirtækjum og landshlutum

3.4 Nýting varma úr gagnaverum

Á Íslandi hefur lítið tíðkast að endurnýta hitann sem kemur frá gagnaverum. Nokkrir möguleikar eru til staðar til þess að nýta hitann og víða erlendis hefur heitt vatn verið flutt til nærliggjandi íbúðarhúsa og fyrirtækja til upphitunar. Ef húsnæði er mjög nálægt gagnaveri væri hægt að flytja heita loftið yfir í stökk til upphitunar á veturna og einnig hefur loftið verið nýtt til að hita upp nærliggjandi gróðurhús. Ennfremur er hægt að nota vatnið til að upphitunar á sundlaugum, þar sem mikið er af þeim á Íslandi. Árið 2017 ákvað sænska fatafyrirtækið HM að byggja nýtt 1 MW gagnaver í Stokkhólmi þar sem þeir lögðu áherslu að endurnýta hitann úr gagnaverinu til upphitunar á nærliggjandi heimilum. Heita vatninu er þá bætt inn í núverandi heitavatnskerfi borgarinnar þar sem það nýttist til upphitunar á fyrirtækjum og heimilum[17].

Í Zurich í Sviss opnaði IBM gagnaver í gömlu herhúsnæði, og gerðu saming við yfirvöld á svæðinu um flutning heita vatnsins í nærliggjandi húsnæði þar sem það er notað til að hita upp vatn í almenningssundlaug[22].

3.4.1 Raforku- eða flutningsskortur ?

Samkvæmt skýrslu Landsnets um afl- og orkujöfnuð 2019-2023 hefur lítið breyst í niðurstöðum útreikninga frá fyrri skýrslu, og samkvæmt útreikningum fara líkur á aflskorti yfir viðmiðunarmörk Landsnets árið 2022. Útreikningar um líkur á aflskorti eru samspil aflþarfar raforkunotenda, uppsetts afls í virkjunum og bilunar vinnslueininga eða annars búnaðar í aflstöðum[28].

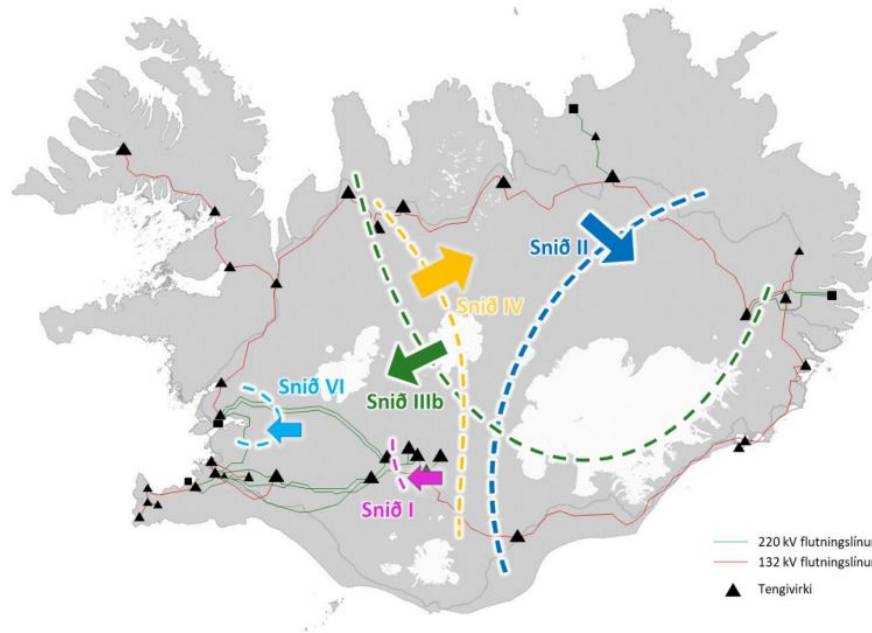
Álag á raforkukerfið er helsta forsenda útreikninganna og þá er áætluð notkun almenna markaðarins og núverandi stórnotenda. Ekki er horft til nýrrar stórnotkunar nema þeirrar sem getið er í Raforkuspá og þá eingöngu ef bóúð er að ganga frá öllum samningum við viðkomandi stórnotenda[28].

Skoðaðar voru áætlanir fram til ársins 2023 þar sem álag og vinnsla er samkvæmt Raforkuspá, og engin ný virkjanaáform verði að veruleika, utan þeirra sem þegar eru hafnar. Aðeins fáeinir virkjanir eru komnar á framkvæmdarstig og er um að ræða smávirkjanir minni en 10 MW.

3.4.2 Flöskuhálsar

Flutningskerfið milli svæða á Íslandi er víðast hvar komið að þolmörkum og þegar álag er mikið er afhendingaröryggi víða á landinu stefnt í hættu. Við mikið álag er augin hættu á truflunum vegna óstöðuleika aflsveifla, yfirálags og/eða spennuvandamála[28]. Landsnet skilgreinir meginflutningskerfið í fimm sniðum þar sem flutningsmörk þeirra eru tilgreind. Megintilgangur með skilgreiningu á þessum sniðum er að fylgjast með hvort aflflutningar um sniðin verði svo milkill að truflun geti valdið óstöðuleika í kerfinu. Takmarkanir gegnum sniðun miðast yfirleitt við flutningsgetu þeirrar línu sem hefur minnsta flutningsgetu af þeim línunum sem sniðið sker. Þar sem meirihluti rafmagns á Íslandi kemur frá vatnsaflvirkjunum geta sveiflur á vatnsbúskap uppistöðulóna haft áhrif á afhendingu raforkunnar. Flutningstakmarkanir og óstöðuleiki hafa verið vandamál í rekstri byggðarlínu og skerðingar á orkuafhendingu aukist ár frá ári. Þegar takmörkun er á flutningi raforku gegnum þessi snið er það sem átt er við með flöskuhálsa í flutningskerfinu[28].

Flutningsmörkin sem Landsnet skilgreinir eru stefnuháð og eru háð uppsetningu kerfisins. Styrkingar á flutningskerfinu hafa þau áhrif að sniðin breytast eftir því sem kerfið er bætt eða breytist. Sniðin hér fyrir neðan eru frá nýjustu útgáfu kerfisáætlunar Landsnet 2019-2028 en ekki er komin út lokaáætlun frá 2020-2029 þegar þetta er ritað.



Mynd 3.5: Skilgreind flutningssnið í meginflutningskerfinu[28]

Eftirfarandi flutningslínur skera sniðin og stöðuleikamörk afflutnings eru:[28]

- **Snið I** - Sker Hrauneyjafosslínu 1 og Sigöldulínu 3, stöðuleikamörk eru 475 MW. Hrauneyjafosslína 1 liggur frá Hrauneyjafossstöð að Sultartangastöð og Sigöldulína 3 liggur frá Sigöldustöð að Búrfellsstöð.
- **Snið II** - Sker Kröflulínu 2 og Sigöldulínu 4, stöðuleikamörk eru 100 MW. Kröflulína 2 liggur frá Kröflustöð að Fljótsdalsstöð og Sigöldulína 4 liggur frá Sigöldustöð að tengivirkinu á Prestbakka.
- **Snið IIIb** - Sker Blöndulínu 1 og Fljótsdalslínu 2, stöðuleikamörk eru 100 MW. Blöndulína 1 liggur frá Laxárvatni að Blöndustöð og Fljótsdalslína 2 frá Fljótsdalsstöð að Hryggstekk.
- **Snið IV** - Sker Blöndulínu 2 og Sigöldulínu 4, stöðuleikamörk eru 100 MW. Blöndulína 2 liggur frá Blöndustöð að Varmahlíð og Sigöldulína 4 liggur frá Sigöldustöð að tengivirkinu á Prestbakka.
- **Snið VI** - Sker Sultartangalínu 1, Sultartangalínu 3 og Brennimeislínu 1, stöðuleikamörk eru 650 MW. Sultartangalínur 1 og 3 liggja frá Þjórsársvæðinu að tengivirkinu á Brennimmel og Brennimeislína 1 liggur frá tengivirkinu á Geithálsi að tengivirkinu á Brennimmel.

3.5 Skattalögjöf á Íslandi, aðkoma ríkis og ívilnanir

Hérlendis væri mikið hagsmunamál ef stjórnvöld myndu innleiða kerfi sem á Norðurlöndunum kallast „prosumer“. Þar er möguleiki fyrir aðila að verða neytendur og framleiðendur orku. Samkvæmt fyrirkomulagi sem þekkist í Noregi er aðilum heimilt að framleiða raforku sem aukaafurð úr eigin framleiðslu og selja inn á raforkukerfið. Með því móti er verið að stuðla að betri orkunýtingu og tryggja orkuöryggi í raforku- og vatnskerfinu. Gagnaver gætu þá selt frá sér umfram varma, sem myndi nýtast til upphitunar á lágvatnshita svæðum.

3.5.1 Stórnotendur raforku

Samkvæmt gjaldskrá Landsnets fyrir flutning á raforku og kerfisþjónustu, þurfa stórnotendur að nota meira en 80 GWst/ári á þriggja ára tímabili á einum stað til að teljast stórnotendur[29].

3.5.2 Samkeppnisstaða

Í febrúar 2020 kynnti Þórdís Kolbrún Reykfjörð Gylfadóttir ráðherra ferðamála-, iðnaðar- og nýsköpunar áform um að gera úttekt á samkeppnishæfi stóriðju á Íslandi með sérstaka áherslu á raforkukostnað. Í úttektinni verður farið yfir þau atriði sem hafa áhrif á raforkukostnað stóriðju á Íslandi, hver sérstaða Íslands sé, hlutur raforkukostnaðar í rekstrarkostnaði, hvernig raforkukostnaður hér er samansettur og samanburður á raforkukostnaði og samkeppnishæfni stóriðju á Íslandi við tilgreind nágrannalönd, Noreg, Þýskaland og Kanada. Slík óháð úttekt stjórnvalda, á samkeppnishæfni stóriðju á Íslandi hefur ekki verið gerð áður[10].

Þegar þetta er ritað hefur þessi úttekt ekki enn komið út en Jóhann Þór Jónsson, formaður Samtaka gagnavera bendir á að Ísland sé ekki lengur samkeppnishæft þegar kemur að raforkuverði. Til að mynda segir hann að til viðbótar við lægra raforkuverð erlendis sé mikill munur á kostnaði við dreifingu á raforku á Íslandi samanborið við aðrar þjóðir, t.d. Noreg og Svíðjóð.

Kaflí 4

Varmafræði að baki gagnaverum

4.1 Vangaveltur

Nýting úrgangshita frá gagnaverum í hitaveitu er líklega leið sem mikið verður notuð í framtíðinni, og þá helst á norðurslóðum þar sem eftirspurn eftir hita er mikil. Gagnaverum hefur fjölgað gríðalega síðasta áratuginn og fór heildar rafmagnsnotkun gagnavera í heiminum úr 1.5% árið 2010[23] í 2% árið 2018[31]. Nánast allt það rafmagn sem gagnaver nota breytist í hita. Þrátt fyrir það er ekki algengt að hann sé nýttur aftur og er því er mikið af orku sem fer til spillis. Með aukinni hlýnun jarðar myndast aukin eftirspurn á kælingu og þeim mun meiri notkun á rafmagni. Á sama tíma eru gagnaver að stækka og fjölga og vöntun á aflmeiri tölvubúnaði eykst hraðar en tæknin ræður við. Aukinni eftirspurn gagnavera fylgir gríðarlega mikil aukning á rafmagnsnotkun, auk kolefnisspori sem því fylgir. Í dag er ennþá nóg af heitu vatni víðast hvar á Íslandi og þá helst á stöðum þar sem gagnaver hafa hafið starfsemi hér á landi. Í þeim bæjarfélögum þar sem lítið heitt vatn er að finna, væri hægt að koma upp samningum við fyrirtæki um að opna gagnaver sem myndi endurhita kælivatnið með varmaskipti, og dæla því inn á hitaveitukefi bæjarins. Á stór-höfuðborgarsvæðinu þar sem flest gagnaveranna eru, væri hentugast að gagnaverin myndu nota afgangshitann til eigin nota til upphitunar á samliggjandi rými, skrifstofuhúsnæði, snjóbræðslu á gangstéttum eða bílastæðum fyrir utan húsnæðið yfir vetrarmánuðina.

4.1.1 Hitaveitukerfi (e. District heating)

Í þeim bæjarfélögum sem talin eru upp í Töflu 3.1 væri sniðugt að opna gangaver sem myndi nýta úrgangshita kælikerfisins í hitaveitukerfi svæðisins. Úrgangshiti vatns og loftis frá gagnaverum hefur yfirleitt það lágt hitastig að ekki er hægt að nota það beint til hitunar, en hægt væri að nota varmadælur til að fá nytsamlegan varma. Hitinn er þá yfirleitt tekinn frá heitu göngunum eða kælibúnaðinum sem fjallað er um í kafla 2. Þannig væri möguleiki að dæla heitu vatni inn í hitaveitukerfi á landsbyggðinni þar sem lítið heitt vatn er að fá. Eins væri hægt að dæla heitu lofti gegnum stökk beint yfir í nærliggjandi húsnæði eða gróðurhús yfir veturinn. Varmadælur

væru þá notaðar til þess að hita vatnið upp í 60-80 °C til hitunar á ofnakerfum. Síðan er vatnið tekið til baka gegnum aðra dælu sem kælir það niður í hentugt hitastig svo hægt sé að nota það aftur í kælikerfi gagnaversins.

Þá er spurningin hver eigi að borga fyrir slíkar varmadælar og uppsetningu í gagnaverum á landsbyggðinni, gagnaverin eða sveitarfélögin? Fyrir gagnaverin þyrfti að vera fjárhagslegur ávinningur innan skamms tíma eða gríðarleg búbot fyrir íbúa sveitarfélagsins með aukinni og ódýrari hitaveitu. Þar sem mikil vöntun er eftir heitu vatni en rafmagnskerfið er stöðugt, væri hægt opna gagnaver með framboði á ódýrum lóðum, ódýrari fasteignagjöldum eða öðrum skattaávilnunum. Þar væri hægt að minnka notkun á jarðeldsneyti við hitun yfir vetrarmánuðina, sem skilar sér í minni útblæstri fyrir sveitarfélagið, auk þess að skapa atvinnu fyrir íbúa í bænum í leiðinni. Samkvæmt upplýsingum frá Veitum[6] notar meðal vel einangrað 180m² einbýli, 801,9 tonn af heitu vatni á ári í ofnakerfi, það og sturtu, uppvaske o.s.frv. Í því tilviki væri vatnið frá gagnaverinu eingöngu notað í upphitun með ofnakerfum og væri vatnsmagnið sem þyrfti því töluvert lægra. Ef við hugsum okkur 200 húsa smábæ myndi það gera 160.000 tonn af heitu vatni á ári eða u.þ.b. 440 tonn á dag.

4.1.2 Snjóbræðslukerfi

Einfalt væri að nota heita varmann fyrir lagnakerfi eins og snjóbræðslu. Tvær meginútgáfur eru af snjóbræðslukerfum, frostlagnarkerfi og vatnskerfi. Frostlagnarkerfi er lokað kerfi sem hitað er með varmaskipti og dælt með hringrásardælu í snjóbræðslulagnirnar. Vatnskerfi er hægt að skipta í framvatns- og bakvatnskerfi. Framvatnskerfi er heitu framrásarvatni blandað við bakrásarvatn frá snjóbræðslulögnunum. Í bakvatnskerfi er notast við affallsvatn frá húsnæðum. Algengt hitastig affallsvatns er um 35°C[11] og heitara hitaveituvatn er svo notað sem innspýting eftir þörfum. Ýmist er notuð hringrásar- eða uppblöndunardæla til að halda stöðugu rennsli og réttu hitasigi. Þegar bakvatn streymir stöðugt í gegnum kerfið byggir það einnig upp varma í jörðinni, sem hjálpar til þegar skyndilega fer að snjóa og þá er auðvelt að bæta við auknu heitu vatni eftir þörfum.

Í hringrásarkerfi væri hægt að nýta loftið frá heitu göngnum í gagnaverinu og koma þar fyrir loft í vatn varmaskipti. Varmaskiptirinn myndi hita upp vökvann á kerfinu sem væri svo dælt út í snjóbræðslulagnirnar. Einnig væri hægt að nýta heita vatnið úr vökvakældum gagnaverum sem affallsvatn beint inn á snjóbræðslukerfið.

4.2 Varmadælur

Allar varmadælur nota vinnslumiðil í lokuðu kerfi. Þær nota óreiðubreytingu miðilsins, við varmaskipti við ytri varmauppsprettu þegar vinnslumiðillinn fer úr fasa lofts yfir í vökva og öfugt. Varmadælur nota raforku til þess að flytja varma frá einum miðli til annars. Þær skiptast yfirleitt í eftirfarandi flokka: vatn/vatn, vatn/loft, loft/vatn og loft/loft varmadælur. Varmadælur þurfa mun minni raforku samanborðið við hefðbundna rafhitun til þess að ná út sömu varmaorkunni. Hagkvæmni varmadælu ræðst af því hlutfalli orku sem fæst frá henni og orku sem þarf til að knýja hana áfram. Varmaorkan, táknuð með bókstafnum Q og vinnan, táknuð með bókstafnum W er þá hlutfall varmaorkunnar, svokallaður ársvarmastuðull.

$$\phi = \frac{Q}{W}$$

Hefðbundnar varmadælur hafa ársvarmastuðul á bilinu 2-5. Fyrir varmadælu með ársvarmastuðulinn 3, fæst því 3 kWh varmaorka fyrir hverja 1 kWh sem hún notar. Þá má spara allt að 50-89% af raforkureikningi[34] Eins og nafnið gefur til kynna tekur ársvarmastuðullinn heildarnotkun á ársgrundvelli. Einnig er hagkvæmnistuðull reiknaður út frá aflinu sem dælan tekur inn og svo aflinu sem hún gefur frá sér á hverjum tíma, svokallaður aflstuðull eða COP (e. Coefficient of Performance)

$$COP = \frac{Q_{varmaaf}}{W_{rafafl}}$$

Loft/vatn varmadælur taka hitann frá lofti og flytja hann yfir í vökvann. Flestir þekkja þessa gerð varmaskipta frá bílum þar sem kalt loft streymir í gegnum varmaskiptinn til þess að kæla vökvann í honum. Hægt væri að nota heita loftið frá gagnaverinu til þess að hita vökva gegnum varmaskipti, sem síðan væri hægt að nota til húshitunar eða snjóbræðslu. Loft/loft varmadælur eru líklega þær algengustu á heimsvísu. Þær eru yfirleitt útfærðar á þann hátt að geta snúið við flæði vinnslumiðilsins og því kælt eða hitað húsnæði. Því eru þær mikið notaðar í heitari löndum þar sem þörf á kælingu yfir sumarið er mikil.

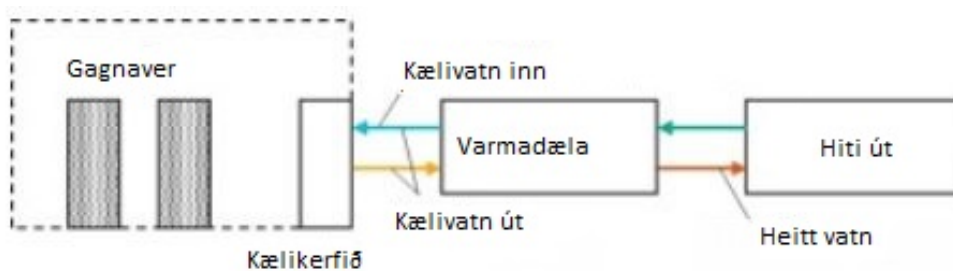
Bæði er hægt að nota loftið úr heitu göngunum og kælivatnið sem fjarvarmaveitu frá gagnaverum. Varminn sem hægt er að nýta kemur ýmist frá loftinu eða kælivatninu. Þegar skoðað var hitastig á mismunandi stöðum í nokkrum gagnaverum sást að mest hitinn kom frá heitu göngunum í tölvusölunum. Varminn getur verið allt frá 10°C vatni yfir í 60°C heitt loft eftir því hvort skoðað sé vökva- eða loftkælt gagnaver[25]. Val á varma til þess að nýta fer eftir ýmsum þáttum, s.s. nýtni, kostnaði og flækjustigi við uppsetningu búnaðar. Frá vatnskældu eða blönduðu kælikerfi væri hægt að nota afrennslið frá kælivatninu fyrir upphitun. Varmadæla væri þá notuð til þess að hækka hitann í nýtanlegt hitastig. Til að skoða nýtnina notum við sameiginlegan aflstuðul (e. composite coefficient of performance) fyrir kerfið sem nýtir varmann

frá kælivatninu.

$$CCOP = \frac{Afkost_{kaeli} + Alag_{varmadaelu}}{Aflnotkun_{kerfis}}$$

Möglegt væri að nota einungis varmadælu sem myndi taka kælivatnið og hita það upp eftir að það fer í gegnum kefið. Varmadælan myndi þá koma í staðinn fyrir kælibúnaðinn. Vatnið frá eiminum í varmadælunni yrði svo endurnýtt sem kæling fyrir gagnaverið o.s.frv. T_1 er eimishitasig varmadælunnar (e.evaporating temperature) og T_2 eimsvalahitastig (e.condensing temperature).

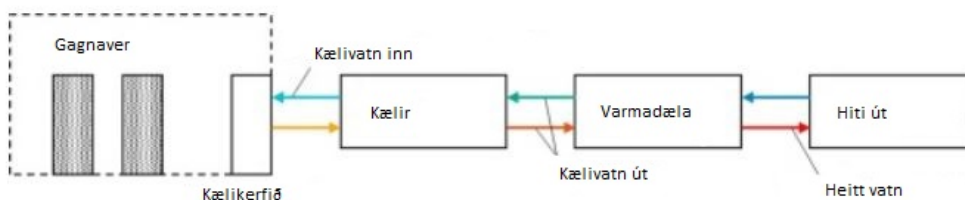
$$CCOP = \frac{T_1 + T_2}{T_2 - T_1}$$



Mynd 4.1: Varmadæla í stað kælibúnaðs

Önnur leið væri að nota kælivatnið beint frá kælibúnaðinum (e. chiller) sem færi þá beint inná varmadælu. T_e er eimishitastig kælibúnaðarins (e. evaporating temperature) og T_c er eimsvalahitarsig kælibúnaðarins (e. condensing temperature). Þar sem hitasig T_e er lægra en T_c verður afstuðullinn frá fyrri aðferðinni alltaf hærri.

$$CCOP = \frac{T_1 * \frac{T_e}{T_c} + T_2}{T_2 - T_1 * \frac{T_e}{T_c}}$$



Mynd 4.2: Varmadæla með kælibúnaði

Kaflí 5

Samantekt, niðurstöður og umræður

Gagnaversiðnaðurinn er í mikilli sókn hÉrlendis líkt og víðast hvar í heiminum. Á Íslandi eru mikil tækifæri til uppbyggingar gagnavera sem byggist fyrst og fremst á endurnýjanlegri orku og hagstæðu veðurfari sem dregur úr kostnaði við kælingu tölvubúnaðar. Á undanfórnum árum hefur gagnaverum fjölgað hratt og teljast nú fjögur þeirra stórnotendur orku.

Mikill hiti myndast í þessum gagnaverum og hægt væri að nýta þann umframvarma meira en gert hefur verið hingað til. Farið var yfir þá möguleika sem raunhæft væri að skoða hÉrlendis. Í fyrsta lagi væri hægt að nýta úrgangshita vatnsins frá kælikerfum gagnaverana áfram til upphitunar á húsnaði, s.s. íbúðarhúsum og fyrirtækjum. Í öðru lagi gætu gagnaver á höfuðborgarsvæðinu eða minni gagnaver á landsbyggðinni nýtt varmann fyrir snjóbræðslukerfi á veturna. Auk þess væri möguleiki að nýta varmann til upphitunar á sundlaugum eða gróðurhúsum. Hinsvegar hefur verið nægilegt framboð af ódýru vatni til upphitunar og þörfin því ekki mikil á stórum hluta landsins. Á hinn bóginn væri áhugavert að kanna þann möguleika betur þar sem eftirspurn eftir heitu vatni er meiri og fjarvarmaveitur eru notaðar, á svæðum eins og sjá má í töflu 3.1.

Það sem helst kemur í veg fyrir frekari útbreiðslu gagnavera á landsbyggðinni er flutningskerfi raforkunnar þar sem það er víðast hvar komið að þolmörkum. Ekki er beinn fjárhagslegur ávinningur fyrir gagnaver á Íslandi að nýta umframvarma, nema mögulega til eigin nota. Með innleiðingu lagabreytingar sem heimilar stórnotendum að selja varma eða raforku sem aukaafurð til dreifiveitna eða annara fyrirtækja, væri hægt að auka hvata til nýtingu á umframvarmanum. Ekki var unnið með neinar tölulegar staðreyndir frá gagnaverum á Íslandi. Því fengust ekki niðurstöður um mögulega varmanýtingu á einstaka gagnaverum sem vert væri að skoða.

Heimildaskrá

[1] Landsnet. (2019). Afhendingaröryggi. American Psychological Association. (2005). Concise rules of APA style. Washington, DC: Höfundur

[2] Cool Shield (2019). (Cold Aisle Containment - Air Cooling and Heat Dispersal.

[3] Morgunblaðið (2020). Helgi ráðinn framkvæmdastjóri Verne Global hf. Sótt 31.8.2020 af https://www.mbl.is/vidskipti/frettir/2020/08/12/helgi_radinn_framkvaemastjori_verne_global_hf/.

[4] Hnappavellir – tengivirki (e.d.). Sótt 31.8.2020 af <https://www.landsnet.is/verkefni/allar-framkvaemdir/hnappavellir-tengivirki/>.

[5] Míla (e.d.). Landstrengir. Sótt 31.8.2020 af <https://www.mila.is/framkvaemdir/landstrengir-saestrengir/landstrengir-1>.

[6] Veitur (e.d.). Notkun. Sótt 31.8.2020 af <https://www.veitur.is/notkun>.

[7] Reykjavík DC. (e.d.). Our Story. Sótt 31.8.2020 af <https://www.reykjavikdc.com/our-story>.

[8] Reglugerð um gæði raforku og afhendingaröryggi nr. 1048/2004.

[9] RST Net. (2020). RST Net setur upp fyrsta stafræna tengivirkið á Íslandi. Sótt 31.8.2020 af <https://rst.is/rst-net-setur-upp-fyrsta-stafræna-tengivirkid-a-islandi/>.

[10] Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið. (2020). Samkeppnishæfni stóriðju könnuð í fyrsta sinn. Sótt 31.8.2020 af <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir/stok-frett/2020/02/05/Samkeppnishaefni-storidju-konnud-i-fyrsta-sinn/>.

[11] Orkustofnun. (e.d.). Snjóbræðsla. Sótt 31.8.2020. af <https://orkustofnun.is/jardhiti/jardvarmanotkun/snjobraedsla/>.

[12] Ása Ögmundsdóttir, Baldur A. Sigmundsson, Ottó V. Winther og Sveinn Þorgrímsson. (2018). Starfsumhverfi gagnavera. Ferðamála iðnaðar og nýsköpunarráðuneyti.

[13] Víkurfréttir. (2016). Tugir milljarða í uppbyggingu á Ásbrú. Sótt 31.8.2020 af <https://www.vf.is/frettir/tugir-milljarða-i-uppbyggingu-a-asbru>.

- [14] Veðurstofa Íslands (2020). Tíðarfar ársins 2019. Sótt 31.8.2020 af <https://www.vedur.is/umvi/frettir/tidarfar-arsins-2019>.
- [15] Orkustofnun. (2019). Varmanotkun á Íslandi 2018 eftir veitusvæðum / Final Heat Use in Iceland 2018 by District Heating Area.
- [16] Víkurfréttir. (2014). Þriðja rafræna gagnaverið rís í Reykjanesbæ. Sótt 31.8.2020 af <https://www.vf.is/frettir/thridja-rafraena-gagnaverid-ris-i-reykjanesbae>.
- [17] Techerati. (2017). HM to build new 1MW data centre with heat recovery. Sótt 31.8.2020 af <https://techerati.com/the-stack-archive/data-centre/2017/07/03/hm-to-build-new-1mw-data-centre-with-heat-recovery-in-stockholm/>.
- [18] Ágúst Ólafsson. (2019). Gagnaver Etix formlega opnað á Blönduósi. Ríkisútvarpið.
- [19] Póst- og fjarskiptastofnun. (2019). Heildsölugjaldskrá Mílu fyrir 100 Gb/s Hraðbrautarsambönd á markaði fyrir stofnlínuhlutaleigulína.
- [20] Orkuspárnefnd. (2019). Raforkuspá 2019 – 2050. Endurreikningur á spá frá 2015 út frá nýjum gögnum og breyttum forsendum. Orkustofnun.
- [21] Landsnet. (e.d.). Raforkumannvirki. Sótt 31.8.2020 af <https://www.landsnet.is/flutningskerfid/um-flutningskerfid/raforkumannvirki>
- [22] Jon Brodtkin. (2008). Swimming pool heated by data center’s excess heat. Networkworld. Sótt 31.8.2020. af <https://www.networkworld.com/article/2277915/swimming-pool-heated-by-data-center-s-excess-heat.html>.
- [23] Alfonso Capozzoli and Giulio Primiceri. (2015). Cooling Systems in Data Centers: State of Art and Emerging Technologies. Energy Procedia, 83, bls. 484–493.
- [24] Wen-Xiao Chu and Chi-Chuan Wang. (2019). A review on airflow management in data centers. Applied Energy, 240, bls. 84–119.
- [25] Khosrow Ebrahimi, Gerard F. Jones, and Amy S. Fleischer. (2014). A review of data center cooling technology, operating conditions and the corresponding low-grade waste heat recovery opportunities. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 31, bls. 622–638.

[26] Steve Greenberg (2012). Data Center Economizer Cooling with Tower Water; Demonstration of a Dual Heat Exchanger Rack Cooling Device. Lawrence Berkeley National Laboratory

[27] W. Pitt Turner Iv., P.E. og Kenneth G. Brill. (2001). Industry Standard Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance. The Uptime Institute.

[28] Landsnet. (2019). KERFISÁÆTLUN LANDSNETS 2019-2028 LANGTÍMAÁÆTLUN UM ÞRÓ-UN MEGINFLUTNINGSKERFIS RAFORKU. Landsnet-19035.

[29] Landsnet. (e.d.). Skilmálar fyrir stórnotendur sem fá orku afhenta beint frá virkjunum (B8). Sótt 31.8.2020 af <https://www.landsnet.is/vidskipti/vidskipti/vidskiptaumhverfi/netmalar/skilmalar-fyrir-stornotendur-sem-fa-orku-afhenta-beint-fra-virkjunum-b8/>.

[30] Guðlaugur Leifsson. (2014). Möguleg tenging gagnavera við flutningskerfi og dreifiveitur á Íslandi. Lokaverkefni í rafmagnstæknifræði BSc. Háskólinn í Reykjavík.

[31] Johannes Oltmanns, David Sauerwein, Frank Dammel, Peter Stephan, and Christoph Kuhn. (2020). Potential for waste heat utilization of hot-water-cooled data centers: A case study. *Energy Science Engineering*, 8(5), bls. 1793–1810.

[32] David Reinsel, John Gantz, and John Rydning. (2018). The Digitization of the World from Edge to Core, bls. 28.

[33] Eymundur Sigurðsson. (2015). Gagnaver á 16 vikum. VJI Ráðgjöf.

[34] Ragnar K Ásmundsson. (2005). Varmadætur Hagkvæmni á Íslandi. Unnið fyrir Orkustofnun. ÍSOR-2005/024. Íslenskar orkurannsóknir.