

Skýrsla nr. 2021-004

05. 02. 2021



Aðlögun OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum

Fyrsti áfangi í átt að auknum viðnámsþrótti

Sædís Ólafsdóttir, Kári Helgason, Hólmfríður Sigurðardóttir, Hólmfríður Bjarnadóttir, Hildigunnur H. Thorsteinsson, Hlöðver S. Þorgeirsson, Sverrir Guðmundsson, Sigrún Tómasdóttir, Arna Pálsdóttir, Egill Maron Þorbergsson og Kári Hreinsson

Rannsóknir og Nýsköpun

Útgefandi: Orkuveita Reykjavíkur
Umsjón og ábyrgð: Sædís Ólafsdóttir

Skráningarblað skýrslna

Skýrsla nr. 2021-004	Útgáfudagur 5.2.2021	Útgáfustaður Reykjavík
Heiti skýrslu Aðlögun OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum		
Upplag pdf	Fjöldi síðna 30	Dreifing Á vef Veitna
Höfundur/ar Sædís Ólafsdóttir, Kári Helgason, Hólmfríður Sigurðardóttir, Hólmfríður Bjarnadóttir, Hildigunnur H. Thorsteinsson, Hlöðver S. Þorgeirsson, Sverrir Guðmundsson, Sigrún Tómasdóttir, Arna Pálsdóttir, Egill Maron Þorbergsson og Kári Hreinsson		Verknúmer -
Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur		Samvinnuaðilar Veitur
Útdráttur Vísindafólk er á einu máli um að vistkerfið á jörðinni er að taka hröðum breytingum. Þessar breytingar stafa af aukinni losun mannsins á gróðurhúsalofttegundum sem kemur fram í hlýnun andrúmslofts, auknum veðurofsa, breyttu gróðurfari og hækkaðri sjávarstöðu. Ísland mun ekki fara varhluta af þessum breytingum sem margar hverjar snerta beint starfsemi OR samstæðunnar. Gerð skýrslunnar er ætlað að vera grunnundirbúningur við að meta tjónnæmi innviða og auka viðnámsprótt og loftslagsþol OR samstæðunnar. Í þessum fyrsta áfanga er áherslan lögð á starfsemi Veitna þar sem hlutverk þeirra lýtur að grunnþjónustu samfélagsins. Nú þegar er aðlögunin orðin hluti af áætlunum og rekstri Veitna þó frekari innleiðingar sé þörf. Upplýsingar skortir til að forgangsráða verkefnum og þarf þess vegna að auka mælingar til að skilja enn frekar samspil vatnsforða, umhverfispáttá og veðurs. Helstu áherslur ættu að vera á rannsóknum til að geta byggt kerfislíkön fyrir allar veiturnar. Samstarf við ytri aðila er þegar hafið í mörgum tilfellum þekkingaröflunar veitnanna. Þetta samstarf er mikilvægt að halda áfram að styrkja.		
Efnisorð Loftslagsbreytingar, loftlagsþol, viðnámspróttur, fráveita, vatnsveita, hitaveita, rafveita		Yfirlit Hildigunnur H. Thorsteinsson

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Aðgerðarlisti til að auka aðlögunarhæfni	5
2.1	Aðgerðarlisti fráveitu	5
2.2	Aðgerðarlisti vatnsveitu.....	6
2.2.1	Forði og vatnsöflun.....	6
2.2.2	Neysluvatnsgæði.....	6
2.2.3	Dreifikerfi	7
2.3	Aðgerðarlisti hitaveitu	7
2.4	Aðgerðarlisti rafveitu	8
3	Fráveita	10
3.1	Núverandi staða, geta og þolmörk.....	10
3.2	Aðgerðir sem auka aðlögunarhæfni	12
4	Vatnsveita.....	15
4.1	Núverandi staða, geta og þolmörk.....	15
4.1.1	Forði og vatnsöflun.....	15
4.1.2	Neysluvatnsgæði.....	19
4.1.3	Dreifikerfi	21
5	Hitaveita	24
5.1	Núverandi staða, geta og þolmörk.....	25
5.1.1	Framtíðarafþörf og hermilíkon	25
5.1.2	Forði og rekstur	26
5.2	Aðgerðir sem auka aðlögunarhæfni	27
5.2.1	Verkefni hjá Veitum	27
5.2.2	Samvinnuverkefni.....	27
6	Rafveita	28
6.1	Núverandi staða, geta og þolmörk.....	28
6.2	Aðgerðir sem auka aðlögunarhæfni	29
7	Samantekt	30

Myndir

Mynd 1. Yfirlit yfir innleiðingarferli aðgerða við aðlögun að loftslagsbreytingum.	2
Mynd 2. Ofanvatnskerfi sem hönnuð eru fyrir OR skulu uppfylla ofantalin skilyrði	10
Mynd 3. Fráveitukerfin eru hönnuð miðað við úrkomu með 5-50 ára endurkomutíma	11
Mynd 4. Við nýtt endurmat mætti tvinna einskonar loftslagslíkan og sjávarstöðubreytingar saman við aðferðarfræðina.	13
Mynd 5. Vatnsborðsstaða í holu VK-01 í Vatnsendakrika síðan 2008.	16
Mynd 6. Vatnsborðsvöktun í kringum vatnstökusvæðin á höfuðborgarsvæðinu.	18
Mynd 7. Samanburður á vetrarhita í Reykjavík við mestu árlegu flóð í Elliðaám og Hólmsá	20
Mynd 8. Veitur reka þrettán hitaveitur sem þjóna um 65% þjóðarinnar.	24
Mynd 9. Eftirspurn eftir heitu vatni er mjög hitastigs- og veðurháð.	25
Mynd 10. A) Niðurstöður hermana fyrir árlegt hámarksflæði á heitu vatni, há-/lágildi forsenda um áhrif loftslagsbreytinga á hitastig í Reykjavík og mannfjölda á höfuðborgarsvæðinu B) 1% líkur á að flæði heits vatns verði umfram rauða/fjólubláa svæðið í hámarks-/lágmarks sviðsmynd þ.e. 1 skipti á 100 ára fresti C) 10% líkur á að flæði heits vatns verði umfram rauða/fjólubláa svæðið í hámarks-/lágmarks sviðsmynd þ.e. 1 skipti á 10 ára fresti D) Samanburður við sviðsmyndir Veitna.	26

Töflur

Tafla 1. Yfirlit yfir orsakir af völdum loftslagsbreytinga, stöðu þekkingar og tilsvarendi aðlögunarferli Veitna.	4
Tafla 2. Hugmyndir af mögulegum rannsóknar- og samstarfsverkefnum milli OR, fræðasamfélagsins og ráðgjafa sem liður í að auka aðlögunarhæfni OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum.	9

1 Inngangur

Vísindafólk er á einu máli um að vistkerfið á jörðinni er að taka hröðum breytingum. Þessar breytingar stafa af aukinni losun mannsins á gróðurhúsalofttegundum sem kemur fram í hlýnun andrúmslofts, auknum veðurofsa, breyttu gróðurfari og hækkaðri sjávarstöðu. Því eiga lífsskilyrði manna og dýra undir högg að sækja um alla jörð. Ísland mun ekki fara varhluta af þessum breytingum sem margar hverjar snerta beint starfsemi OR samstæðunnar. Þessi hnattrænu umskipti ganga undir ýmsum nöfnum: loftslagsbreytingar, loftslagsvá eða hamafarahlýnun. Í þessari skýrslu verður notað orðið loftslagsbreytingar.

Alþjóðasamfélagið vinnur nú að aðgerðum gegn loftslagsbreytingum sem miðast við að halda meðalhitastigshlýnun frá iðnbyltingu vel undir 2°C og leita leiða til að takmarka hana við 1,5°C¹. Sú atburðarrás sem þegar er hafin mun samt sem áður valda stórtækum breytingum. Þannig mun aðlögun að loftslagsbreytingum ekki verða umflúin burtséð frá þeim mótvægisaðgerðum sem gripið verður til á heimsvísu.

Skýrsla vísindanefndar umhverfisráðuneytisins um loftslagsbreytingar² sem gefin var út 2018 er úttektarskýrsla þar sem tekin er saman vísindaleg þekking á áhrifum loftslagsbreytinga á Ísland. Þar er þekkingin sett í samhengi við þau hnattrænu loftslagslíkön³ sem notuð eru til grundvallar sviðsmynda í úttektarskýrslu Milliríkjanefndar sameinuðu þjóðanna (IPCC)⁴. Hér verður gengið út frá sviðsmyndum í skýrslu vísindanefndar en jafnframt vakin athygli á þeim þáttum þar sem þekkingu er ábótavant.

Aðilum að Parísar-samkomulaginu, Ísland þar á meðal, er skylt að standa skil á áætlunum um hvernig bregðast eigi við afleiðingum loftslagsbreytinga. Formleg stefnumótun um aðlögun Íslands að loftslagsbreytingum er í vinnslu hjá stjórnvöldum og hefur OR samstæðan komið sjónarmiðum sínum á framfæri. Aðlögun OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum er samvinnuverkefni við stjórnvöld, sveitarfélög, fyrirtæki og almenning. Starfsemi OR samstæðunnar er háð og í miklu návígi við náttúruöflin og því mikilvægt að móta stefnu um aðlögun að loftslagsbreytingum. Einstaka fyrirtæki hafa þegar mótað sér slíka stefnu t.d. Landsvirkjun og Vegagerðin. Stjórn OR í stefnumótun sinni vorið 2019 kallaði eftir því að fyrirtækið: Kannaði og ræddi sérstaklega hugsanleg áhrif loftslagsbreytinga á starfsemi OR og efldi rannsóknir og þekkingu á náttúrufari og auðlindanýtingu.

Aðlögun þarf að byggja á haldbærum rannsóknum og þekkingu. Vinnan gengur út á að finna jafnvægi milli ásættanlegrar hættu á tjóni og kostnaðar við aðlögun. Nauðsynlegt er að beita áhættustýringu við stefnumótun og framkvæmd aðlögunar en forsenda fyrir því er aðgengi að upplýsingum (Mynd 1).

¹ 2100, miðað við meðaltal 1960-1990.

² Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi. Vísindanefnd (2018)

³ CMIP5 verkefnið

⁴ IPCC (2013)



Mynd 1. Yfirlit yfir innleiðingarferli aðgerða við aðlögun að loftslagsbreytingum.

Eitt af markmiðum þessarar skýrslu er að:

- birta samantekt á tiltækum upplýsingum
- bera kennsl á hvar upplýsingar skortir.

Við undirbúning skýrslunnar var unnið í þverfaglegu teymi með eftirfarandi markmið:

- að kortleggja hvaða breytingar að völdum loftslagsbreytinga geta haft áhrif á starfsemi og innviði Veitna
- að gera grein fyrir núverandi stöðu starfseminnar m.t.t. loftslagsbreytinga, möguleika til aðlögunar og þolmarka
- að benda á hvað skortir og hvaða möguleikar eru fyrir hendi.

Gerð skýrslunnar er ætlað að vera grunnundirbúningur við að meta tjónnæmi innviða og auka viðnámsþrótt og loftslagsþol OR samstæðunnar. Í þessum fyrsta áfanga er áherslan lögð á starfsemi Veitna þar sem hlutverk þeirra lýtur að grunnþjónustu samfélagsins því hún er nátengd þeirri gagnsemi sem samfélagið hefur af aðgengi að Veitum og eftirspurn samfélagsins á hverjum tíma. Stefna Veitna er að nýta vel orku og aðföng, stuðla að rekstri með létt kolefnisspor og hvetja til vistvænna samgangna. Þróunarstarf Veitna felst í að finna lausnir fyrir betri nýtingu auðlinda og takmarka neikvæð áhrif loftslagsbreytinga á auðlindina.

Þeir umhverfisþættir sem taldir eru hafa mest áhrif á starfsemi Veitna eru:

- aukin úrkomuákefð og vaxandi tíðni illviðra,
- hækkun sjávarborðs,
- hlýnun andrúmslofts,
- breytingar í vatnafari,
- tíðari þurrkar,
- aukið leysingarvatn,
- óbein áhrif loftslagsbreytinga á spurn eftir raforku og heitu vatni.

Leitast er við í þessum fyrsta áfanga að uppfylla eftirfarandi atriði:

- Stuðningur við aðlögun frá stjórnendum fyrirtækisins
- Kjarnateymi um aðlögun virkjað og vinna viðurkennd sem hluti af starfsskyldu
- Staðfest samvinna milli dótturfyrirtækja og eininga innan þeirra
- Fyrsta yfirlit yfir loftlagstengd áhrif fengið
- Áhrifaþættir loftslagsbreytinga á samstæðu kortlagðir samkvæmt núverandi þekkingu
- Sameiginlegur skilningur á aðlögun að loftslagsbreytingum
- Yfirlit fengið yfir upplýsingar/gögn og aðgengi að þeim veitt
- Borin kennsl á helstu áhættuþætti sem krefjast viðbragðs vegna aðlögunar
- Aðlögunarkostir tilgreindir og teknir til umhugsunar

- Hefja samtal og samvinnu við aðra hagaðila
- Ákvarðanir taki ávallt mið af viðnámsprótti gagnvart loftslagsbreytingum.

Í öðrum áfanga vinnunnar verður lögð áhersla á:

- Að kynna starfið innan samstæðunnar
- Þróun áætlunar til að takast á við óvissuþætti
- Hagsmunaaðilagreiningu og öflugt samstarf
- Aðgengi upplýsinga samstarfs- og hagsmunaaðila í opnum gagnagrunni
- Að viðeigandi aðlögunarkostir séu nákvæmlega útlistaðir
- Kostnaðar- og ábatagreining aðlögunarkosta
- Forgangsröðun aðlögunarkosta
- Þróun á aðgerðaáætlun aðlögunar
- Val á viðeigandi vísam fyrir vöktun og mat.

Í umræðuskjali loftslagsráðs⁵ er bent á mikilvægi þess að tryggja að ekki sé ráðist í mótvægisáðgerðir sem dragi úr aðlögunarhæfni þjóðfélaga. Veruleg samlegðaráhrif eru milli aðlögunar annars vegar og mótvægisáðgerða vegna loftslagsbreytinga hins vegar. Sem dæmi má nefna blágrænar ofanvatnslausnir⁶ sem beitt er til að varna flóðum geta einnig stuðlað að aukinni kolefnisbindingu (Tafla 1).

Með auknum rannsóknum á umhverfispáttum eins og landslagi, hita og úrkomu og eftirliti á ýmsum sviðum eykst t.d. þekking á samspil vatnsforða, umhverfispátta og veðurfars. Mikilvægt skref í þá átt væri að bæta á næstu árum sviðsmyndir þessara þátta í framtíð og byggja upp kerfislíkön fyrir allar veiturnar.

Helstu niðurstöður fyrsta áfanga eru:

- Loftslagsbreytingar munu hafa áhrif á innviði og rekstur Veitna
- Aðlögun vegna loftslagsbreytinga er nú orðin hluti af áætlunum og rekstri Veitna
- Upplýsingar skortir til að forgangsráða verkefnum
- Stórauka þarf mælingar til að skilja samspil vatnsforða, umhverfispátta og veðurs
- Auka rannsóknir til að geta byggt kerfislíkön fyrir allar veiturnar
- Samstarf við ytri aðila mikilvægt.

⁵ Að búa sig undir breyttan heim – Umræðuskjal. Loftslagsráð (2019)

⁶ Blágrænar ofanvatnslausnir. Innleiðing við íslenskar aðstæður, 2016. Ráðgjafarfyrtækið Alta.

Tafla 1. Yfirlit yfir orsakir af völdum loftlagsbreytinga, stöðu þekkingar og tilsvarandi aðlögunarferli Veitna.

Atburður	Orsök	Þekking & eyður Hvaða rannsóknir/gögn eru til? Hvaða þekkingu vantar? Hvað stendur í vegi fyrir því?	Aðgerðir Í hverju felast úrbætur?	Líkur 1=litlar 2=miðlungs 3=miklar	Tjón 1=lítið 2=miðlungs 3=mikið
Aukið magn ofanvatns	Úrkomuákefð Leysingar	Samstarfsverkefni Veitna og Reykjavíkurborgar um innleiðingu BGO. Ráðgjafarstofan Alta vann leiðbeiningar fyrir stýrihop samstarfsverkefnisins. Óhagkvæmni að halda út blandkerfi Fráveitunnar.	Blágrænar ofanvatnslausnir stuðla að gegndræpu yfirborði sem seinkar eða kemur í veg fyrir álag s.s. yfirfall í kerfinu. Eykur gróður og líffræðilega fjölbreytni. Kröfur á aðskilnaðar skólps frá öðru fráveituvatni í blandkerfum fráveitunnar.	3	2
Hækkun sjávarstöðu	Hlýnun Bráðnun jökla Úrkomuákefð		Hafa í huga við framtíðar hönnun innviða.	2	2
Megnun í vatnsbólum	Úrkomuákefð Hlaka Ofsaflóð Leysingar	Aukið hefur verið við örverumælingar Viss svæði hafa verið skoðuð m.t.t. hættu á mengun vegna uppbyggingar (Vatnaskil, 2019).	Allt vatn gegnumlýst. Auknar kröfur varðandi landnýtingu í nálægð vatnsbóla til að minnka áhættu.	3	1
Vatnsforði í hættu	Þurrkar	Bæta þarf úrkomulíkan yfir Bláfjöllum til að skilja betur úrkomudreifingu yfir vatnstökusvæðunum.	Auka eftirlit, mælingar og/eða efla samstarf og gagnaflæði milli stofnana, t.d. Veðurstofu Íslands.	3	1
Breytt grunnvatnsstaða	Breytingar í úrkomumynstri	Þetta þarf þær upplýsingar sem fyrir liggja.	Bora fleiri grunnvatnsholur til að ákvarða betur grunnvatnsstöðuna í borginni.	2	1
Sveiflur í eftirspurn á köldu vatni	Hitastigssveiflur	Eftirlit með sveiflum í grunnvatnsborði til að tengja við veðurfarsbreytingar. Tryggja gæði.	Fræða almenning um umhverfsvæna hegðun tengda vatni s.s. vökva að næturlagi. Mengunarvarnir og gegnumlýsing.	3	1
Sveiflur í eftirspurn á heitu vatni	Hitastigssveiflur	Aflspár/sviðsmyndir miðað við þróun íbúðarfjölda, aftoppa fram í tímann.	Eiga 100 ára sýn á auðlindirnar og uppfæra aflþarfarspá.	2	1
Dreifistöðvar rafmagns berskjaldaðar - sérstaklega þær sem eru staðsettar í kjallara	Leysingar/Úrcoma Flóð		Kröfur um staðsetningu dreifistöðva í hönnunarleiðbeiningum. Auka upplýsingagjöf og samtal við skipulagsyfirvöld um staðsetningu dreifistöðva.	3	2
Rafdreifikerfi berskjaldað	Ofsaveður Ísing/Kuldaköst	Vantar að vita væntanlegan endurkomutíma.	Unnið er að því að koma öllum strengjum neðanjarðar.	2	1
Dreifigeta og ending raflagna	Hitastigssveiflur Þurrkar	Jarðstrengir hitna, þurr jarðvegur hefur minni varmaleiðni.	Nota hentugan jarðveg í kringum jarðstrengi. Snjallmælar.	1	1
Fjöldgun rafbíla og kælitækja	Hitastigshækkun	Ályktað að muni hafa áhrif á aftopp dreifikerfisins	Vinna með álagsstýringar og/eða aðrar lausnir	3	1

2 Aðgerðarlisti til að auka aðlögunarhæfni

Unnið er að eftirtöldum atriðum fyrir allar veitur Veitna.

1. Veitur eru að vinna að því að smíða kerfislíkön fyrir rekstrarkerfin þar sem gerðar eru sviðsmyndir fyrir samspil umhverfispáttá.
2. Áfanga lokið þegar við vitum, fyrir allt lagnakerfið okkar, hvaða lagnir anna því álagi sem þeim er ætlað og hverjar gera það ekki.
3. Sérhæfð teymi þurfa að byggja upp kerfislíkön og bæta/gera sviðsmyndir fyrir samspil umhverfispáttá fyrir:
 - a. Fráveitu fyrir árslok 2022, með fyrirvara um uppfærslur á rekstraráætlunum Veitna.
 - b. Vatnsveitu fyrir árslok 2021.
 - c. Hitaveitu fyrir árslok 2023.
 - d. Rafveitu fyrir árslok 2025.
4. Áhugi og hvati er hjá öllum veitum Veitna til að vinna rannsóknar- og/eða samstarfsverkefni milli OR, fræðasamfélagsins og ráðgjafa sem lið í að auka aðlögunarhæfni OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum (Tafla 2).

2.1 Aðgerðarlisti fráveitu

1. Veitur vinna í því að bæta yfirsýn yfir afköst fráveitukerfisins með líkanagerð, mælavæðingu, umbótum í gagnagreiningu og hermunum svo meta megi hvort kerfið í dag standist núverandi fyrirheit um að flóð upp úr fráveitukerfinu verði ekki líklegri en sem nemur 2 - 20% á ári.
 - a. Fulltrúar fráveitunnar og stoðsviða innan Veitna mynda líkanagerðar- og hermunarteymi fráveitunnar sem keyrt hefur lærdómsverkefni til að byggja upp þekkingu og reynslu á líkanagerð fráveitna innanhúss hjá Veitum. Fyrirliggjandi afurð er skýrsla um greiningu á flöskuhálsum í skólperfi gamla Vesturbæjar Reykjavíkur⁷.
 - b. Vatna- og straumfræðilíkan af gamla Vesturbæ Reykjavíkur liggur fyrir úr lærdómsverkefni, og er aðgengilegt til frekari breytinga samfara stöðugum umbótum á verklagi. Vinna er hafin við að þiggja ráðgjöf og úthýsa smíði annars áfanga líkansins, sem afmarkaður er við allan norðurhluta Reykjavíkur vestan Lauganess.
 - c. Áfanga lokið þegar við vitum, fyrir allt safn- og flutningskerfi fráveitu Veitna, hvaða lagnir anna því álagi sem þeim er ætlað miðað við núverandi forsendur og hverjar gera það ekki.
2. Samstarf við aðra aðila.
 - a. Veitur uppfæra reglulega hönnunarforsendur og hluti af þeirri vinnu er uppfærsla á þeim aðferðum sem nýttar eru til að ákvarða hönnunarviðburð. Þ.e.a.s. þann viðburð sem talið er að séu, eftir atvikum, 2 - 20% líkur á að verði á hverju ári, miðað við núverandi fyrirheit. Veitur vinna nú að því að skjalfæra í hönnunarforsendur lærdóm af vinnu við ofanvatnsáætlanir og er stefnt að því að ljúka þeim áfanga 2021^{8, 9, 10, 11}. Núverandi aðferðir byggja á fortíðinni. Er hægt að tvinna loftslagsspár

⁷ Elín Inga Knútsdóttir 2020. Skólperfi Gamla Vesturbæjar – Mat á afköstum og kortlagning veikleika í kerfi. Veitur.

⁸ Vala Jónsdóttir, Ágúst Elí Ágústsson, Sigurður Grétar Sigmarsson, 2018. Regnvatnslögn í Laugardal. Forhönnun. Verkís.

⁹ Vala Jónsdóttir, Sigurður Grétar Sigmarsson, 2019. Áætlun um meðhöndlun ofanvatns í Laugardal í Reykjavík. Niðurstöður hermílikans. Verkís.

¹⁰ Vala Jónsdóttir, 2020. Vatnsmýri – Ofanvatnsáætlun. Verkís.

¹¹ Ágúst Elí Ágústsson, 2020. Rauðará – Ofanvatnsáætlun. Verkís.

við þær aðferðir? Vonir eru bundnar við að hægt væri að vinna slíka rannsókn árið 2021 eða 2022¹²

- b. Veitur hafa frumkvæði að því að hvetja Samorku til að kalla saman hagsmunaaðila til að vekja athygli á því að sú flóðavernd sem fráveitan á að veita viðskiptavinum sínum er ekki skilgreind í samningum Veitna við sveitarfélög, né í lögum 9/2009 um uppbyggingu og rekstur fráveitna, né í reglugerð 798/1999 um fráveitur og skólp, né í reglugerð 982/2010 um fráveitur sveitarfélaga (með öllum síðari breytingum). Viðeigandi aðilar þurfa að taka ákvörðun um hvort viðhalda eigi núverandi viðmiðum um flóðavernd sem nemur 2 - 20% líkum á að kerfið anni ekki álagi á hverju ári, auka hana eða draga úr henni. Eins þarf að skýra nánar ábyrgðarskiptingu fráveitunnar, sveitarfélaga, lóðarhafa, veghaldara o.s.frv. Reikna má með að fyrsta áfanga ljúki árið 2021 til 2022.

2.2 Aðgerðalisti vatnsveitu

2.2.1 Forði og vatnsöflun

1. Veitur munu halda áfram að viðhalda langtíma gagnaröðum og upplýsingum um vatnafar og vatnstöku sem tengja má við veðurfar og veðurfarsbreytingar.
 - a. Árleg uppfærsla og endurbætur á grunnvatnslíkani Verkfræðistofunnar Vatnaskila af vatnstökusvæðunum á höfuðborgarsvæðinu og aðrennslissvæðum þeirra.
2. Veitur munu halda áfram að auka eftir þörfum eftirlitsmælingar, gagnaöflun og líkangerð sem styðja við rannsóknir á samspili vatnsforða og vatnstöku við veðurfar og umhverfisþætti. Slíkar rannsóknir eru forsendur fyrir ákvörðunum sem miða að aðlögun vatnsveitunnar að yfirvofandi loftslagsbreytingum.
 - a. Veitur munu árlega uppfæra vinnsluskýrslu fyrir kalt vatn.
 - b. Veitur munu halda áfram að styðja við verkefni til að greina óljós vatnaskil á Bláfjallasvæðinu með borunum.
 - c. Veitur hafa ríkan vilja til að styðja við mælingar og rannsóknir sem nýtast til að ákvarða betur úrkomudreifingu yfir vatnstökusvæðin á höfuðborgarsvæðinu.
 - d. Veitur munu vinna markvisst að því að skilgreina framtíðarforðapörf vatnstökusvæða, í því samhengi taka tillit til loftslagsbreytinga eins og þær eru best þekktar og skilgreindar hverju sinni. Fyrstu niðurstöður af áætlun eru 2021 og verður uppfærð samhliða aukinni þekkingu.

2.2.2 Neysluvatnsgæði

1. Veitur hafa þegar lokið uppsetningu lýsingatækja í Grábrók og neðra vatnstökusvæði Reykjavíkur í Heiðmörk og munu stefna að uppsetningu lýsingatækja á á Grundarfirði, Seleyri og Hvanneyri árið 2021. Lýsing á vatni óvirkjar erfðaefni örvera og vinnur þannig gegn gerlamengun. Með því eykur hún bæði svigrúm vatnstöku og afhendingaröryggi samhliða því að stuðla að ábyrgari framleiðslu á neysluvatni.
2. Veitur eru þegar byrjað að stórefla eftirlitsmælingar og rannsóknir til að skilja betur samhengi örverumengunar við breytilegt tíðafar, veðurfarsbreytingar og umhverfisaðstæður.
 - a. Veitur munu á næstu árum halda áfram að þróa bættu sýn á niðurstöður neysluvatnssýna með skráningu í kerfiráð Veitna og inn á gagnasýnina Eyk.
 - b. Veitur eru þegar farnar að nýta nýja tækni til rauntímaeftirlits á örverumagni og örverubreytingum í neysluvatni til dreifingar. Rannsóknar og þróunar innleiðingar verkefni mun vera í stöðugri þróun til framtíðar með því að markmiði að ná betri stjórn á neyslugæðum, forða og jafnframt nýta mælingar og niðurstöður til að þróa snjalla tækni til sjálfvirkrar stýringar á vatnstöku og -gæðum.

¹² Philippe Roger Paul Crochet. Greining á flóðatíðni vegna loftslagsbreytinga og áhrif á hönnunarflóð.

- c. Samtíma 2b munu Veitur gera úttekt á vatnsgæðum úr borholum á neðra vatnstökusvæði Veitna með það að markmiði að finna möguleika til úrbóta. Dæmi um aðferðir eru i) útskolunar- og vökvunartilraunir sem varpa ljósi á hvort og þá hvernig einstaka holur eru útsettar fyrir örverumengun sem berst með yfirborðsvatni, úttekt á umhverfisaðstæðum á og í kringum vatnstökuholur og iii) úttekt á fóðringum og frágangi borhola. Slík úttekt er þegar hafin fyrir borholur í Myllulæk. Sambærilegar úttektir á borholum á Jaðarsvæði og Gvendarbrunnum eru áætlaðar í framhaldi. Áætlað er að verkefnið nái yfir 3-4 ár
3. Veitur munu halda áfram að viðhalda langtíma gagnaröðum og upplýsingum sem nýtast til rannsókna á þeim veðurfars- og umhverfisaðstæðum sem tengja má við aukna hættu á örverumengun.
 - a. Á komandi árum munu Veitur vinna úr ýmsum gögnum og gagnaröðum sem tengja má við veðuratburði sem fela í sér aukna hættu á örverumengun. Má þar nefna sem dæmi áratuga tímaraðir um grunnvatnsyfirborð og rennsli og flóð í ám og vötnum. Þetta er liður í að ná betri heildarsýn og auknum skilning, þar með ná betri stjórn á aðstæðum.

2.2.3 Dreifikerfi

1. Veitur munu halda áfram að auka við eftirlitsmælingar og styðja við aðgerðir sem miða að betri rekstri og lágmarkun á sóun í dreifikerfum og hjá notendum.
 - a. Veitur munu á komandi árum byggja upp kerfislíkön af öllum vatnsveitukerfum Veitna. Líkönin nýtast til að meta áhrif sviðsmynda um íbúafjölgun, atvinnuþróun og loftlagsbreytinga á veitukerfin og hvernig best er að auka aðlögunarhæfni veitukerfanna.
 - b. Veitur munu á komandi árum auka við eftirlitsmælingar, innleiðingu á sjálfvirkum gagnaúrvinnsluaðferðum sem og sjálfvirkum snjöllum mæla-, samskipta- og úrvinnslubúnaði. Sú sjálfvirka sýn og stjórn á kerfinu sem verður til mun jafnframt leiða til minni vatnssóunar.
 - c. Veitur munu áfram stuðla að aukinni vitund almennings um mikilvægi vatnsverndar, heilnæmi neysluvatns og ábyrgrar notkunar.
 - d. Veitur munu áfram að fylgjast vel með framþróun tækni sem nýtist til að bæta gæði og áreiðanleika veitukerfa. Má þar nefna framþróun í lagnabúnaði, efnisgæðum og ýmiskonar lagnatækni.
 - e. Veitur munu áfram að fylgjast vel með og tileinka sér framþróun í búnaði og tækni sem nýtist til að bæta árangur lekaleitar.
2. Veitur munu áfram leitast við að hanna vatnsveitukerfin þannig að þau nýti sem best þá fallhæð vatns sem er víða fyrir hendi á Íslandi. Þannig er unnt að draga úr þörf á orkufrekum dælustöðvum.
3. Veitur munu áfram fylgjast vel með framþróun og innleiðingu vatnssparandi lausna og meta kosti og raunhæfi þeirra með t.t. bæði vatns- og fráveitu.

2.3 Aðgerðarlisti hitaveitu

1. Veitur þurfa að hafa sem forgang að vinna að bættu rekstraröryggi hitaveitunnar og með því móti geta brugðist við óvissuþáttum tengdum rekstri og loftslagsbreytingum.
2. Veitur hafa lokið vinnu við 100 ára framtíðarsýn í forðamálum fyrir höfuðborgarsvæðið og Rangárveitur og hvar jarðvarma er að sækja fyrir þær veitur.
 - a. Veitur munu halda áfram að þróa aflþarfaspár/sviðsmyndir fyrir höfuðborgarsvæðið miðað við þróun íbúðarfjölda, til að fá sýn á afltoppa fram í tímann og hvernig á að mæta henni.
 - b. Á árunum 2021-2023 munu Veitur vinna slíkar spár og sviðsmyndir fyrir aðrar hitaveitur á landsbyggðinni sem Veitur reka og verða þær uppfærðar eins og þörf krefur.

- c. Veitur munu hefja samræður um samstarf og kanna með kortlagningu á jarðvarma á öðrum svæðum t.d. Krýsuvík.
3. Árið 2021 hefja Veitur úrbætur með því að kortleggja nýtingu á bakvatni á höfuðborgarsvæðinu og mun þeirri vinnu ljúka í lok 2021.
 4. Árið 2021 hefja Veitur vinnu við að skoða umfang þess að vinna með öðrum orkugjöfum líkt og varmadælum inn á kerfið og/eða kyndistöðvum.
 5. Veitur munu halda áfram vinnu við að hafa áhrif á viðhorf fólks til umhverfisvænni neyslu á heitu vatni, t.d. með tilkomu orkusnjallmæla sem munu betur varpa ljósi á orkunýtingu hjá notendum.
 6. Gjaldskrá Veitna mun taka mið af hve vel mannvirki nýta varmann og á þann hátt ýta undir umhverfisvænni ákvarðanir við mannvirkjagerð.
 7. Veitur munu skoða hvernig hægt væri stuðla að bættri nýtingu varma í húsbyggingum, t.d. með reglugerðarbreytingum fyrir byggingaraðila. Í framhaldinu mætti skoða að setja fram tillögur fyrir stjórnvöld/borgaryfirvöld.

2.4 Aðgerðarlisti rafveitu

1. Veitur munu halda áfram að sporna gegn hættu á flóðum inn í veitumannvirki og taka samtalið með skipulagshöfundum og borgaryfirvöldum um að gera ráð fyrir dreifistöðvum í skipulagsgerð.
2. Veitur munu halda áfram að passa upp á að hentugur jarðvegur sé settur í kringum strengi þannig að varmaleiðni þeirra sé áfram góð.
3. Veitur hafa byrjað rannsóknir á skilvirkni álagsstýringa og verða tilraunaverkefni því tengd sett af stað árið 2021 og má búast við niðurstöðum árið 2022-2023. Álagsstýring mun vera í áframhaldandi þróun samhliða fjölgun rafbíla.
4. Samtal Veitna og Landsnets um nýjan afhendingarstað er á frumstigi og munu Veitur halda áfram uppbyggingu kerfis og styrkingu tenginga til að auka bilanapol fyrir utan kerfi Veitna.
5. Árið 2024 verða allar loftlínur Veitna komnar í jörðu.
6. Árið 2025 verða snjallmælar komnir um allt dreifisvæði Veitna.
7. Á framtíðaráætlun Veitna (vinnst næstu ~30 árin) stendur til að setja upp aukinn mælibúnað samhliða endurnýjun dreifistöðva og mun sá búnaður tengjast beint í stjórnstöð.
8. Veitur munu skoða uppbyggingaráætlanir dreifikerfis m.t.t. hnattrænnar hlýnunar og þeirra áhrifa sem hún hefur á orkuþörf, t.d. vegna aukins álags loftkælinga.

Tafla 2. Hugmyndir af mögulegum rannsóknar- og samstarfsverkefnum milli OR, fræðasamfélagsins og ráðgjafa sem liður í að auka aðlögunarhæfni OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum.

Veita	Rannsóknarverkefni	Markmið
Fráveita	Áhrif loftslagsbreytinga á hönnunarflóð og flóðahegðun	Herma rennslisraðir með vatnafærðilíkani með fornsögulegum veðurgögnum, sjávarstöðu og líklegum sviðsmyndum
Fráveita	Rýni laga, reglugerða og Evróputilskipana um greiningu og stýringu á flóðahættu í þéttbýli	Skýra ábyrgð á kortlagningu flóðaááættu í þéttbýli og á skipulagi, mótun, forgangsroðun og fjármögnun mótvægisáðgerða. Ef til vill með tillögum að laga- og/eða reglugerðarbreytingum. Fyrirmyndir kunna að vera í laga- og regluverki um ofanflóðavarnir
Vatnsveita	Áhrif loftslagsbreytinga á vatnafar og vatnsforða í Heiðmörk	Nýta i) fornsöguleg gögn og rannsóknir sem til eru til að meta áhrif breytilegs tíðar- og veðurfars á vatnsforða og ii) hermun til að leggja mat á framtíðar stöðu vatnsforða að gefnum sviðsmyndum um loftslagsbreytingar
Vatnsveita	Uppbygging á grunnvatnslíkönnum fyrir vatnstökusvæði Veitna utan höfuðborgarsvæðisins	Grunnur að þekkingu á grunnvatnsforða, eðli hans, áhrif aukinnar vatnstöku og samhengi við veðurfar
Vatnsveita	Kerfislíkön Veitna til að herma vatnsnotkun og áhrif breytts loftslags á eftirspurn	Herma þau áhrif sem fyrirhuguð byggðarþróun að viðbættum sviðsmyndum um loftslagsbreytingar kann að hafa á eftirspurn eftir köldu vatni
Vatnsveita	Örverumengun í vatnsbólum, uppruni og tengsl við veðurfar og umhverfisaðstæður	Nýta fjölbreytt og viðamikíð safn eftirlits- og umhverfismælinga sem Veitur afla, til að auka skilning á örverumengun og tilsvarendi orsakabáttum ásamt tengslum mengunaratburða við forsögulegt veðurfar. Nýta niðurstöður til að i) leggja mat á hvort fyrirhugaðar loftslagsbreytingar kunni að auka eða draga úr ógn sem stafar af örverumengun og ii) útfæra bættar viðbragðs- og aðgerðaráætlanir
Hitaveita	Áhrif uppsetningar snjallmæla í pilot hverfum á orkunotkun	Greina hvernig orkunotkun þróast í hverfi með snjallmæla. Lækkar úttakshitastig? Minnkar framrennsli eitthvað? eru áhrif hitastigshækkana til notenda meiri í hverfum með snjallmæla en í öðrum hverfum?
Hitaveita	Umhverfissvottað hverfi: Skilar umhverfissvottun hverfis sér í bættri auðlindanýtingu og orkusparnaði?	Nýtt hverfi í Ártúnsholti/Höfðum verður umhverfissvottað. Samanburðarrannsókn þar sem orkunotkun og nýtni slíks hverfis er borin saman við venjulegt hverfi og heildræn áhrif á auðlindir metin
Rafveita	Áhrif rafbílavæðingar á dreifikerfi raforku og þróun á hagnýttri álagsstýriaðferðar	Tryggja að dreifikerfið sé nógu burðugt til að mæta rafbílavæðingu og að þróa álagsstýriaðferðir til að mæta hleðsluþörfinni án mikilla styrkinga

3 Fráveita

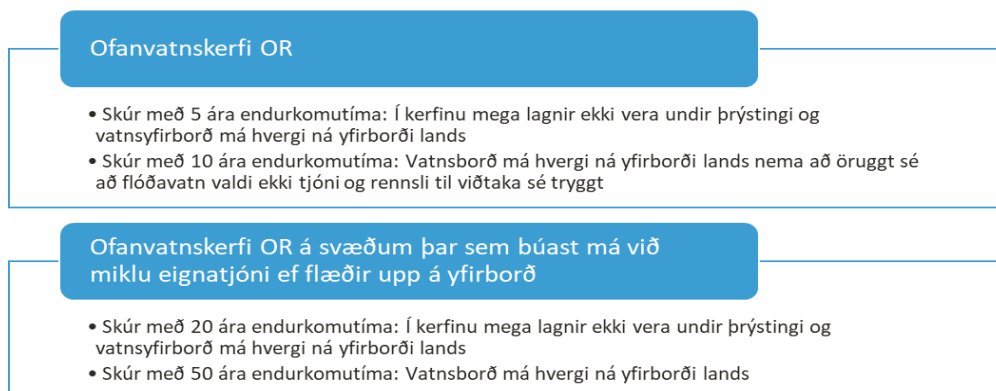
Veitur annast uppbyggingu og rekstur fráveitu í þremur sveitarfélögum, Reykjavík, Borgarbyggð og Akranesi með það meginhlutverk að flytja fráveituvatn, bæði skólþ og ofanvatn, frá uppsprettu að viðtaka (sbr. sjór og ár). Þjónusta fráveitunnar felur því í sér annars vegar söfnun og hreinsun skólþs og hins vegar söfnun og hreinsun ofanvatns. Fráveitukerfi sem Veitur reka eru því tvöskonar og veita ólíka þjónustu:

- Skólþkerfið tekur við menguðu vatni frá heimilum og atvinnustarfsemi um tengingar við lóðir.
- Ofanvatnskerfið tekur við fráveituvatni (regnvatni og leysingarvatni) sem er ekki skólþ.

Elsti hluti skólþkerfisins, skólþlaginn lagðar fram undir 1960-1970, sinna einnig hlutverki ofanvatnskerfis. Sá hluti skólþkerfisins er gjarnan kallaður blandkerfi. Veitur eiga og reka þau fráveitumannvirki sem sveitarfélögin hafa falið þeim með samningum. Í víðasta skilningi telst allt manngert yfirborð í þéttbýli til fráveitu ofanvatns. Veitur sinna fyrst og fremst lögnum í jörðu. Ofanvatnskerfið hefur verið í forgrunni við mat á áhrifum loftslagsbreytinga á fráveituna, enda ræðst vatnsmagnið sem um það fer af veðri og öðrum umhverfisþáttum. Aukin úrkomuákefð, sveiflur í veðurfari og sjávarstöðubreytingar eru helstu áhrifaþættir loftslagsbreytinga á fráveituna til skamms tíma samkvæmt skýrslu vísindanefndar um loftslagsbreytingar².

3.1 Núverandi staða, geta og þolmörk

Ofanvatnskerfið. Grunnþjónusta Veitna með ofanvatnskerfinu er skilgreind í hönnunarforsendum Veitna í gæðakerfi fyrirtækisins. Þar eru tilgreindar hámarkslíkur og mörkin á að ofanvatnskerfi fráveitunnar yfirfyllist í leiðbeiningum um val á hönnunarviðburði, samanber mynd 2. Hönnunin á þá að tryggja að líkur á slíkum atburðum séu ekki meiri en sem því nemur. Fráveitunni er ekki kunnugt um að flóðavernd sé bundin í lög, reglugerðir eða með beinum hætti í samninga, heldur hafi hún mótast af hefð. Veitum hefur ekki verið falið að stýra rennsli vatns á yfirborði, í þeim tilfellum þegar lagnir anna ekki rennsli. Slíkt myndi kalla á verulega breytt fyrirkomulag á samstarfi Veitna og sveitarfélaganna sem fráveitan þjónar. Hámarkslíkur á flóði upp úr lögnum sem flytja ofanvatn skulu, eftir atvikum, vera frá 2 upp í 20% á hverju ári. Í svokölluðum endurkomutíma samsvarar það 5 til 50 árum (Mynd 2).

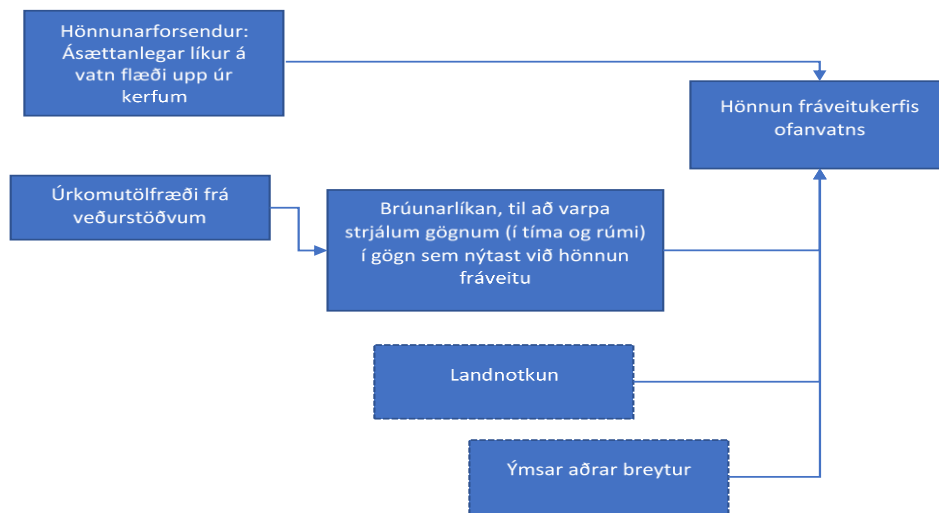


Mynd 2. Ofanvatnskerfi sem hönnuð eru fyrir OR skulu uppfylla ofantalin skilyrði, nema annað sé sérstaklega ákveðið¹³.

¹³ Gæðaskjöl númer LAV-501, 502 og 503.

Viss loftslagsaðlögun er innbyggð í þetta fyrirkomulag. Líkur á yfirálagi á lagnakerfið ráðast af líkindadreifingu úrkomuákafa, sem ræðst beint af loftslagi þjónustusvæðanna, samanber mynd 3. Aukist líkur á ákafri úrkomu þá þurfa Veitur að bregðast við með því að auka afköst fráveitukerfis ofanvatns, svo skilyrði hönnunarforsendanna verði uppfyllt eftir sem áður (Mynd 3).

Veitur skortir yfirsýn á hámarksafköst núverandi lagnakerfis. Erfitt er því að meta hvort núverandi kerfi uppfylli í dag þau fyrirheit sem koma fram í hönnunarforsendum sem lýst var hér að framan. Uppbygging straumfræðilíkans af lagnakerfinu, kortlagning og samantekt á nauðsynlegum inntaksgögnum í slíkt líkan, er á frumstigum.



Mynd 3. Fráveitukerfin eru hönnuð miðað við úrkomu með 5-50 ára endurkomutíma og fjölmargar aðrar breytur líkt og sjávarstaða hafa einnig áhrif.

Veitur eru í samstarfi við Reykjavíkurborg um innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna. Blágrænar ofanvatnslausnir eru safn verkfæra sem meðal annars nýtast til að auka afköst fráveitukerfis ofanvatns á umhverfisvænan hátt. Tilgangurinn er að draga úr áhrifum af sveiflum í vatnsmagni og tefja för vatnsins með því að veita því um jarðveg og gróður á leið sinni um yfirborð þéttbýlis. Auk vatnsmiðlunar stuðla blágrænar ofanvatnslausnir, innan borgarmarka, að líffræðilegum fjölbreytileika og hafa jákvæð áhrif á græn svæði sem eru heilsueflandi. Verkefnið hefur stuðlað að vitundarvakningu og mun sú vinna sem framundan er nýtast með beinum hætti til markvissrar aðlögunar að loftslagsbreytingum. Innleiðing blágrænna ofanvatnslausna er þó ekki loftslagsaðlögun, ekki frekar en það sé heilsuefning að góðir gönguskór séu aðgengilegir í forstofuskápnnum. Lausnirnar eru verkfæri út frá sjónarhóli loftslagsaðlögunar, ekki markmið í sjálfu sér.

Nauðsynlegt er að útrýma blandkerfum úr fráveitukerfi Veitna svo uppfylla megi stefnu um hreinar strendur, alltaf. Blandkerfi eru, eins og áður sagði, skólplagnir sem taka við ofanvatni, og rennslið um þær er því háð veðri. Það er gert til að mynda með því að aðskilja skólplagnir frá öðru fráveituvatni. Að þessu er hugað í öllum verkefnum fráveitunnar á þeim svæðum þar sem blandlagnir eru að finna. Um þriðjungur fráveitulagna Veitna eru blandlagnir, og mun verkefnið því taka ár eða áratugi. Fram að því mun úrkoma valda því að reglulega (nokkrum sinnum á ári, jafnvel stöku sinnum á mánuði) nær hluti skólperkisins ekki að anna álaginu á það. Loftslagsbreytingar hafa áhrif á rennsli um blandlagnir, en engu að síður væri ríkt tilefni til aðskilnaðar skólplagnir frá öðru fráveituvatni óháð loftslagsbreytingum. Hvort heldur sem er mundi það fækka yfirfallstímum í dælustöðvum og minnka kostnað við dælingu og skólphreinsun.

Skipulagsfulltrúar Veitna vakta auglýst skipulag sveitafélaga og rýna hvort þau hafi áhrif á Veiturnar. Ef skipulag hefur áhrif á lofslagstengda áhættu fráveitunnar þá vekja skipulagsfulltrúar athygli á því og hvetja til umbóta. Fráveitan gerir einnig athugasemdir við framtíðar skipulag sem liggur of lágt og tekur ákvarðanir í samræmi við yfirvofandi hækkunar á sjávarstöðu í kjölfar loftlagshlýnunar.

Veitur vinna einnig markvisst að því að kortleggja svæði með tilliti til flutnings- og miðlunar ofanvatns, í áætlunum sem kallaðar eru „áætlanir um meðhöndlun ofanvatns“. Það er þegar búið að vinna hermilíkan fyrir Laugardalinn sem er notað til þess að skoða ákjósanlegustu stærð á regnvatnslögn sem ræður við úrkomuviðburði áður en yfirföll í stofnblandlögn virkjast. Ráðgjafar vinna nú að því að hanna hermilíkön fyrir fleiri álagssvæði.

Fráveitan fylgist vel með straumum og stefnum hjá nágrannabjóðunum og þaðan má draga ýmsan lærdóm. Þar hafa lönd unnið sig og aðlagð að úrkomuatburðum sem eru stærri en skilgreind hönnunarviðmið hjá fráveitunni. Einnig er horft til hvernig önnur lönd fjármagna sín verkefni og hvernig þau skilgreina ábyrgð en því miður er regnvatn illa skilgreint í íslenskum lögum og reglugerðum eins og staðan er í dag.

Safn- og flutningskerfi fráveitu Veitna ráða misvel við aukið álag og eftirspurn en þegar niðurstöður liggja fyrir úr hermunum í kjölfar smíði kerfislíkana munu þessir þættir liggja betur fyrir. Líkur á tjóni og þjónustubrestum kunna að aukast í náinni framtíð og því nauðsynlegt að skala innviðina í takt við yfirvofandi breytingar. Áhrif loftslagsbreytinga á hönnunarviðburði fráveitu við íslenskar aðstæður er mikilvægt rannsóknarefni að mati Veitna.

Blandlagnir eru mjög „yfirstærðar“ miðað við skólprentslí, enda eiga þær að anna bæði skól- og ofanvatnsrennsli. Mikil tækifæri felast í því að kortleggja hvernig nýta megi þessa rýmd þegar ofanvatnið hefur verið skilið frá. Því er ekki víst að slíkar aðferðir feli í sér úreldingu núverandi lagna, heldur frekar uppbyggingu nýs kerfis samhliða því gamla. Hið gamla getur svo kannski nýst í aldir eða jafnvel árpúsund fyrir skól, á meðan viðhaldsaðferðir og kröfur til kerfisins leyfa.

Þær takmörkuðu rannsóknir^{14, 15} sem farið hafa fram á áhrifum loftslagsbreytinga á fráveitur og ofanvatnskerfi sýna þörf á umtalsverðri aðlögun. Loftslagsbreytingar kunna að hafa áhrif á eftirspurn, framboð (vatnsforðann) og gæði vatns, þannig að gera þarf umfangsmeiri rannsóknir og tryggja bætt eftirlit á þessu sviði. Hækkuð sjávarstaða og aukin ákefð úrkomu gætu valdið meira álagi á lagnir og mannvirki, t.d. fráveitukerfi og dreifikerfi rafveitu. Hækkun sjávarstöðu getur haft áhrif á dreifistöðvar.

3.2 Aðferðir sem auka aðlögunarhæfni

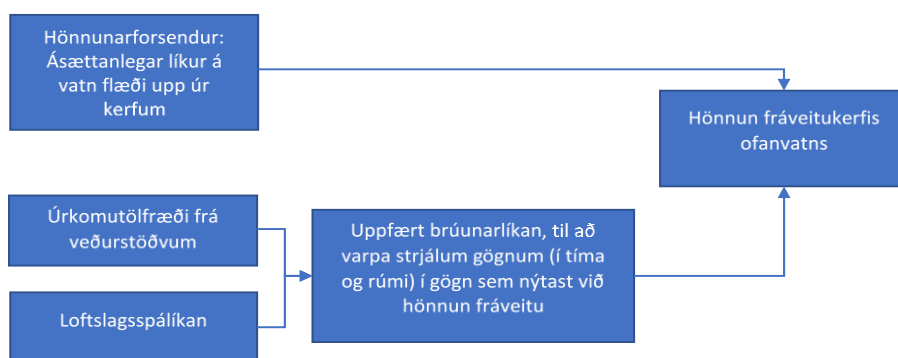
Fyrir lok ársins 2022 stefna Veitur að því að bæta yfirsýn yfir afköst fráveitukerfisins með líkanagerð, mælavæðingu, umbótum í gagnagreiningu og hermunum svo meta megi hvort kerfið í dag standist núverandi fyrirheit um að flóð séu ekki líklegri en sem nemur 2 - 20% á ári. Þessi vinna er hafin.

Í framhaldinu þurfa Veitur að hafa frumkvæði að því að láta uppfæra þær aðferðir sem nýttar eru til að ákvarða hönnunarviðburð. Með hönnunarviðburði er átt við ákafasta viðburðinn sem kerfin eiga að ráða við, þ.e.a.s. þann viðburð sem talið er að sé, eftir atvikum, 2 - 20% líkur á að verði á hverju ári, miðað við núverandi fyrirheit. Núverandi aðferðir voru, að því er Veitum er best kunnugt, þróaðar í verkfræðideild Háskóla Íslands, en meta þarf hvernig verkaskiptingu verður háttáð við þróun aðferðanna.

¹⁴ Grétar Mar Hreggviðsson, 2010. Áhrif hækkunar sjávar á fráveitukerfi, BSc ritgerð, Háskólinn í Reykjavík.

¹⁵ Ásta Ósk Hlökkversdóttir, Brynjólfur Björnsson, Hrunn Ólöf Andradóttir, Jónas Elíasson og Philippe Crochet 2015. Impacts of climate change on combined sewer systems in Reykjavík, Water science and technology 71(10) 1471-1477. doi: 10.2166/wst.2015.119.

- Núverandi aðferðir byggja fyrst og fremst á því að nýta veðurgögn úr fortíðinni til að meta líkur á tilteknum úrkomuviðburðum (Mynd 3). Þessar aðferðir kunna að vera komnar til ára sinna og þarf að bera saman við það sem best gerist í dag. Veitur eru að þróa verklag við svokallaðar ofanvatnsáætlanir, þar sem fram hafa komið hugmyndir að umbótum á þessum aðferðum.
- Við slíkt endurmat mætti huga að því að tvinna einskonar loftslagslíkan saman við aðferðafræðina. Þannig að mat á hönnunaratburði tæki meira tillit til væntra aðstæðna á líftíma mannvirkjanna, byggt á bestu þekkingu um þróun loftslagsbreytinga, fremur en að byggja fyrst og fremst á gögnum úr fortíðinni (Mynd 4).
- Við endurmati þyrfti einnig að huga að því hvernig hönnunarviðburðir eru metnir á lágsvæðum út frá samspili úrkomu og sjávarhæðar.



Mynd 4. Við nýtt endurmat mætti tvinna einskonar loftslagslíkan og sjávarstöðubreytingar saman við aðferðafræðina.

Veitur vilja hafa frumkvæði að því að kalla saman hagsmunaaðila til að unnt sé að taka ákvörðun um hvort veita eigi meiri flóðaværnd en sem nemur 2-20% líkum á að kerfið anni ekki álagi á hverju ári. Fráveita Veitna er með þessu ekki að verja sjálfa sig fyrir tjónum heldur að vekja hagsmunaaðila til vitundar, íbúa og fyrirtæki á þjónustusvæðum sínum. Þar sem ábyrgð á miðlun ofanvatns um þéttbýlið er ekki eingöngu í höndum fráveitu Veitna, heldur einnig lóðahafa og gatna- og veghaldara.

Veitur hafa lokið verkefni við borun fleiri grunnvatnsholna í Reykjavík til að geta ákvarðað betur grunnvatnsstöðu í borginni og út frá slíkum rannsóknum er stefnt að því að vinna, fyrir öll svæði borgarinnar, áætlanir um meðhöndlun ofanvatns. Afurðir vinnunnar eru aðgengilegar á ytri vef fráveitu Veitna^{8, 9, 10, 11, 16}.

- Meta þarf hvernig réttast er að fjármagna auknar flóðavarnir og hve langt eigi að ganga.

Mikilvægt er að hafa í huga að það er ekki ávísun á tjón að ofanvatnskerfi Veitna anni ekki álagi, enda gerist það reglulega. Þegar slíkt gerist þá safnast vatn eða flæðir um yfirborð, utan áhrifasviðs Veitna. Flóðavarnir miða að því að lágmarka tjón í slíkum atburðum, fremur en að koma alfarið í veg fyrir þá.

Einnig er mikilvægt að hafa í huga í þessu sambandi að veðurfarslíkön gera ávallt ráð fyrir að mjög stórir atburðir geti orðið. Það er óháð loftslagsbreytingum. Þéttbýlið sem Veitur þjóna eru berskjölduð fyrir hamfarafloðum, hafa verið það frá upphafi vega, og munu vera það um ókomna tíð. Verja mætti ótakmörkuðum fjármunum í flóðavarnir. Veitur hafa kynnst því á norrænum

¹⁶ Árni Hjartarson, Daði Þorbjörnsson, 2019. Vatnafarskort af Reykjavík vestan Elliðaána. Blágrænar ofanvatnslausrir. Ísor-2019/066.

fráveituráðstefnum að nágrennalöndin hafa látið vinna kostnaðar- og ábatagreiningar varðandi flóðavarnir í þéttbýli í stærri úrkomuviðburðum. Slík greining er ekki ólík því mati sem fer fram þegar val stendur á milli þess hvort kaupa á tryggingu eða framkvæma mótvægisáðgerðir. Í ljósi áherslu á blágrænar ofanvatnslausnir í stefnu Veitna má nefna það í því samhengi að sérfræðingum fráveitunnar er minnisstæð kynning frá Kaupmannahöfn, þar sem sálrænn og heilsufarslegur ábati íbúa (tjónþola í fráveitutjónum) af blágrænum lausnum var talinn fram sem ábati í slíkri greiningu, sem réttlætti þannig fjárfestingu í víðtækari flóðavörnum að hálfu sveitarfélagsins. Miðað við núverandi fyrirkomulag verkaskiptingar á milli Veitna og sveitarfélaga þyrftu sveitarfélögin, að mati Veitna, að sýna ákveðið frumkvæði í greiningum sem þessum, sem fulltrúi tjónþola (íbúa og fyrirtækja). Rétt væri að kanna hvernig það fellur að hlutverki sveitarfélaga við almannavarnir, og öðrum þeim hlutverkum sveitarfélaga sem bundið er í lög og reglugerðir. Ef til vill gæfi slík könnun tilefni til að tala fyrir skýrari laga- og reglugerðarramma. Hugsanlega mætti líta til regluverks um ofanflóð, eða flóðavarnatilskipunar Evrópusambandsins í því samhengi.

4 Vatnsveita

Veitur hafa það hlutverk að afla og dreifa neysluvatni. Aflað er vatns í Heiðmörk (Gvendarbrunnum, Myllulæk og Vatnsendakrikum), Berjadal við Akrafjall, Seleyri norðan Hafnarfjalls, Grábrókarhrauni, Svelgsárhrauni, Grund, Fossamelum, Steindórsstöðum og Bjarnarfelli (Úthlíð). Neysluvatni úr þessum vatnsbólum er dreift til um 45% landsmanna. Í skýrslu vísindanefndar frá 2018 koma meðal annars fram eftirfarandi atriði um loftslagsbreytingar og möguleg áhrif þeirra á vatnsveitu:

- Loftslagsbreytingar kunna að hafa áhrif á eftirspurn, framboð og gæði vatns, en gera þarf umfangsmiklar rannsóknir og tryggja bætt eftirlit á þessu sviði
- Á Íslandi hafa fáar rannsóknir verið gerðar á áhrifum loftslagsbreytinga á innviði vatnsbúskapar, svo sem á fráveitu og ofanvatnskerfi og vantar því frekari rannsóknir á þeim tengslum
- Líklegt má telja að úrkomubreytingar á öldinni muni hafa áhrif á forða og gæði vatnsbóla
- Þekkt er erlendis að í auknum hita og þurrki er notkun á vatni hvað mest, m.a. vegna vökvunar gróðurs
- Ef þurrkar verða algengari hér á landi er hugsanlegt að eftirspurn eftir vatni gæti aukist á sama tíma og staða vatnsbóla verði erfiðari (frekari rannsókna er þó þörf)
- Nokkur þekking er á áhrifum veðurs á vatnsgæði og gæði neysluvatns á Íslandi hafa verið rannsökuð ítarlega, en frekari rannsóknir á hugsanlegum áhrifum loftslagsbreytinga á gæði neysluvatns vantar

Skoða þarf möguleg áhrif loftslagsbreytinga á þá þrjá lykilþætti er varða uppbyggingu og rekstur vatnsveitunnar. Þeir eru i) vatnsforði og vatnsöflun, ii) neysluvatnsgæði og iii) dreifikerfi. Í þessum kafla er farið yfir núverandi stöðu þekkingar, þekkingaröflun ásamt mögulegum aðgerðum og áætlunum sem miða að aukinni aðlögunarhæfni vatnsveitunnar fyrir þá þrjá lykilþætti sem minnst er á hér að ofan.

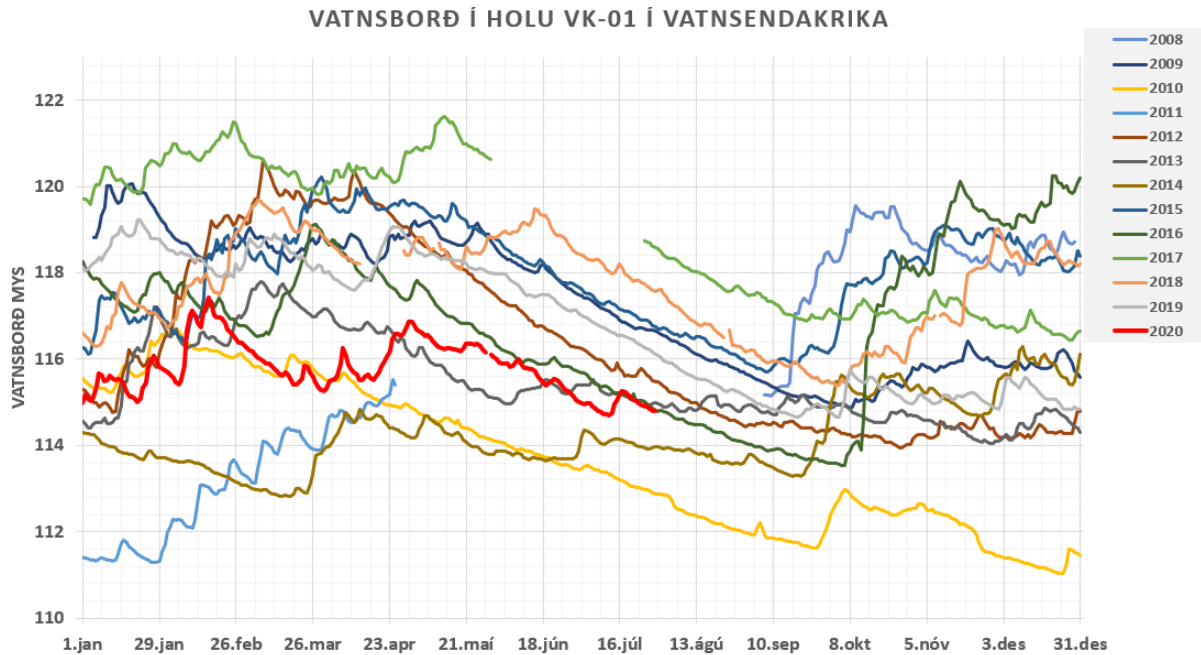
4.1 Núverandi staða, geta og þolmörk

4.1.1 Forði og vatnsöflun

Staða þekkingar. Líklegt má telja að úrkomubreytingar á öldinni muni hafa áhrif á forða vatnsbóla². Litlar rannsóknir hafa verið gerðar sem nýtast til ályktana um áhrif loftslagsbreytinga á vatnsforða á Íslandi. Enn fremur eru gögn sem styðja við slíkar rannsóknir takmörkuð og skortur á langtíma gagnaröðum sem nýtast til greiningar á samspili vatnsforða og veðurfars. Þetta á sér í lagi við á vatnsveitusvæðum Veitna utan höfuðborgarsvæðisins.

Þær áratuga mælaraðir sem eru til frá vatnstökusvæðum höfuðborgarsvæðisins endurspegla að mestu i) áttak á árunum 1987 til 1997 sem fólst í að draga markvisst úr vatnslekum sem þá voru til staðar í dreifikerfinu og töldu um 40% af heildar vatnsframleiðslunni og ii) áhrif samdráttar í atvinnulífi á miðjum níunda fram á miðjan tíunda áratug síðustu aldar, mikla aukningu í notkun í atvinnulífi sem fylgdi í kjölfarið allt fram að efnahagshruni í lok fyrsta áratugar þessarar aldar og stöðnun í notkun atvinnulífs á árunum eftir hrun. Gögnin nýtast því ekki til að meta þau áhrif sem sú umtalsverða og viðvarandi hlýnun sem varð á Íslandi upp úr miðjum 9. áratug síðustu aldar kann að hafa haft á eftirspurn eftir neysluvatni. Hins vegar endurspegla mælingar einstakra ára umtalsverða aukningu í eftirspurn eftir neysluvatni á þurrum og sólríkum sumardögum sem og lága stöðu grunnvatnsborð í þurru árferði. Má þar nefna sem dæmi árið 2010 og sumrin 2012 og 2019 (óbirtar rennslisráðir Veitna sem endurspegla eftirspurn). Sumrin 2012 og 2019 voru óvenju sólrík

og þurr sem jók eftirspurn jafnframt því sem vatnsborðsstaða lækkaði víða á vatnstökusvæðum Veitna. Vatnsborðsstöðu í holu VK-01 í Vatnsendakrika síðan 2008 má sjá á mynd 5. Árið 2010 var í hópi þeirra hlýjustu, þurrustu og snjóléttustu sem mælst hafa um landið sunnan- og vestanvert¹⁷ sem orsakaði lægstu vatnsborðstöðu í vatnsbólum höfuðborgarsvæðisins sem sést hefur síðan mælingar hófust (Mynd 5). Þessi ár endurspeglar þau sterku áhrif sem þurrkar geta haft á samspil aukinnar eftirspurnar og erfiða stöðu vatnsbóla. Í miklum sumarþurrkum hefur komið upp að vatnsvinnsla nálgist núverandi þolmörk á einstaka vatnstökusvæðum, líkt og gerðist á vatnstökusvæðum á Akranesi og í Grábrókarhrauni sumarið 2019^{18, 19}.



Mynd 5. Vatnsborðsstaða í holu VK-01 í Vatnsendakrika síðan 2008.

Í skýrslu vísindanefndar frá 2018 kemur fram að ef þurrkar verða algengari hér á landi er hugsanlegt að eftirspurn eftir vatni gæti aukist á sama tíma og staða vatnsbóla verði erfiðari². Greiningar Veitna á gögnum og upplýsingum annars vegar frá árinu 2018 sem einkenndist af góðri stöðu vatnsforða og úrkomusömu sumri og hins vegar frá árunum 2010, 2012 og 2019 sem einkenndust af þurrkum og erfiðri stöðu vatnsforða, styðja sér í lagi vel við þessa ályktun. Leiða má líkur að því að þessi sumur endurspeglar öfuga í veðurfari líkt og þeim sem talið er að geti orðið algengari við breytt loftslag í framtíðinni.

Þekkingaröflun. Mikilvægt er að viðhalda langtíma gagnaröðum og upplýsingum um vatnafar og vatnstöku sem tengja má við veðurfar og veðurfarsbreytingar. Einnig að auka eftir þörfum eftirlitsmælingar, gagnaöflun og líkangerð sem styðja við rannsóknir á samspili vatnsforða og vatnstöku við veðurfar og umhverfisþætti. Slíkar rannsóknir eru forsendur fyrir ákvörðunum sem miða að aðlögun vatnsveitunnar að fyrirhuguðum loftslagsbreytingum. Veitur hafa hafið vegferð sem styður við þessi markmið. Má þar nefna:

- Veitur ásamt Samtökum sveitarfélaga á höfuðborgarsvæðinu styðja við árlega uppfærslu og endurbætur á grunnvatnslíkani Verkfræðistofunnar Vatnaskila af vatnstökusvæðunum

¹⁷ Trausti Jónsson, 2011. Vefsíða Veðurstofa Íslands: <https://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/2111>

¹⁸ Sigrún Tómasdóttir, Sverrir Guðmundsson, Bjarni Reykr Kristjánsson, Guðmundur Brynjúlfsson, Olgeir Örylgsson og Arndís Ósk Ólafsdóttir. Gerlamengun í Grábrókarveitu. Niðurstöður rannsókna í kjölfar gerlamengunar í október 2019.

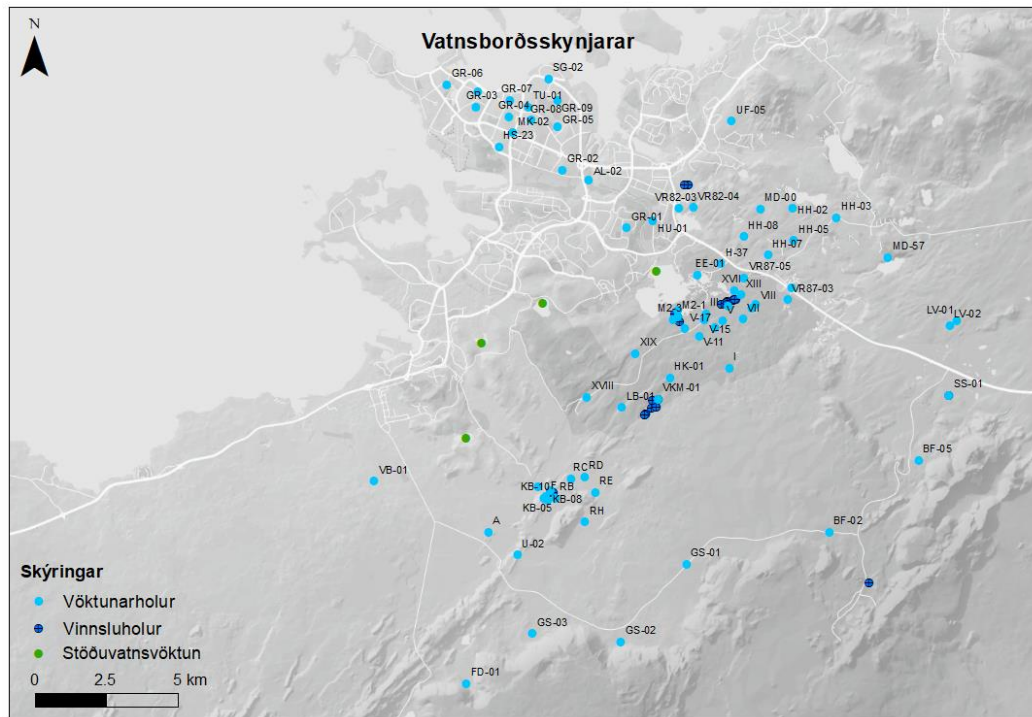
¹⁹ Ýmis óbirt gögn og gagnaúrvinnsla Veitna.

á höfuðborgarsvæðinu og aðrenslissvæðum þeirra²⁰. Líkanið er grunnur að þekkingu á grunnvatnsforða, eðli hans, áhrif aukinnar vatnstöku sem og samhengi við veðurfar og umhverfisaðstæður. Líkanið gefur m.a. sýn á hvernig grunnvatnsstraumar á aðrenslissvæðum vatnstökusvæða á höfuðborgarsvæðinu eru samfnir. Niðurstöður líkankeyrsla má nýta til að meta áhrif forsögulegs loftslags á grunnvatnsstrauma og grunnvatnsforða sem og framtíðarhorfum að gefnum sviðsmyndum um loftslagsbreytingar.

- Síðan 2016 hefur fjöldi vatnsborðssíríta sem mæla grunnvatnsborð verið tífaldaður á og í kringum vatnstökusvæðin á höfuðborgarsvæðinu (í samstarfi við nágrannasveitarfélög Reykjavíkur) og fjölgað eftir þörfum á öðrum vatnstökusvæðum Veitna, s.s. í Grábrók og á Seleyri. Gögn sem fást úr vatnsborðssíritum á komandi árum, auk þeirra forsögulegu gagnaraða sem til eru, verða nýtt til aukins skilning á samspili vatnsforða og vatnstöku við veðurfar og umhverfisþætti. Gögnin nýtast enn fremur til að auka enn frekar nákvæmni grunnvatnslíkans Vatnaskila af vatnstökusvæðum höfuðborgarsvæðisins.
- Lega vatnaskila grunnvatns á Bláfjallasvæðinu er stór óvissuþáttur þegar kemur að hermun á grunnvatnsforða höfuðborgarsvæðisins. Fyrirhugað er að ákvarða vatnaskilin betur með borunum á rannsóknarholum í Bláfjöllum, sem Veitur munu kosta að stórum hluta. Verkefnið er leitt af Samtökum sveitarfélaga á höfuðborgarsvæðinu.
- Úrkomudreifing yfir vatnstökusvæði er ráðandi þáttur í samspili veðurfars og grunnvatnsforða. Veitur hafa hug á að styðja eftir þörfum við mælingar og rannsóknir sem nýtast til að ákvarða betur úrkomudreifingu yfir vatnstökusvæðin og kunna að bæta nákvæmni líkana sem lýsa bæði veðurfarsaðstæðum og vatnsforða. Má þar nefna að úrkomudreifingu yfir Bláfjöll, sem er mest ráðandi hvað varðar upptöku úrkomu og dreifingu yfir nærliggjandi svæði, telst ekki nægjanlega vel ákvörðuð í líkönum²¹.
- Veitur hafa aukið við eftirlitsmælingar sem endurspegla samspil veðurfars, umhverfisaðstæðna og grunnvatns. Má þar nefna samfelldar mælingar á veðurþáttum, jarðvegshita, vatnsinnihaldi jarðvegs og leiðni á vatnstökusvæðum Veitna í Heiðmörk í samstarfi við Veðurstofu Íslands (sjá einnig umfjöllun um vatnsgæði).
- Öflun grunnagna. Af frumkvæði Veitna voru framkvæmdar LiDAR hæðarmælingar af öllu vatnsverndarsvæðinu frá Bláfjöllum til Reykjavíkur árið 2018. Um er að ræða fjölnota mælingar sem nýtast m.a. við ýmiskonar kortlagningu og sem nákvæm inntaksgögn í hermun á vatna- og veðurfari.
- Veitur stefna að gerð jarðfræðilíkans af efstu jarðlögum og þar með grunnvatnsleiðara á vatnstökusvæðunum í Heiðmörk til aukins skilnings á grunnvatnsstraumum og þannig bættrar ákvörðunartöku.

²⁰ Eric M. Myer, Sveinn Óli Pálmarrson 2013. Líkanreikningar til mats á áhrifum aukinnar vinnslu í Vatnsendakrika. Vatnskil, apríl 2013. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur og Kópavogsbæ. Skýrsla nr. 13.04.

²¹ Ólafur Rögnvaldsson, o.fl. 2007. Numerical simulations of precipitation in the complex terrain of Iceland – Comparison with glaciological and hydrological data. Meteorologische Zeitschrift, 16(1), 071–085.



Mynd 6. Vatnsborðsvöktun í kringum vatnstökusvæðin á höfuðborgarsvæðinu.

Aðgerðir sem auka aðlögunarhæfni. Veitur munu auka bæði eftirlit með stöðu eftirspurnar og mat á framtíðar vatnspörf á öllum vatnsveitusvæðum Veitna. Í þeim tilgangi hefur verið komið á fót faghópi um tryggja afhendingu neysluvatns. Faghópurinn er skipaður sérfræðingum rannsóknar og nýsköpunar OR og vatnsveitu Veitna og hefur það hlutverk að greina stöðu vatnsöflunar á vatnsveitusvæðum Veitna út frá bestu fyrirbyggjandi gögnum hverju sinni og gera framtíðaráætlanir um rekstur og uppbyggingu vatnstökusvæða sem taka tillit til spáa um fjölsfjölgun, fyrirhugaðri uppbyggingu á atvinnulífi og mögulegum neikvæðum áhrifum veðurálags við breytt loftslag. Nýjustu greiningar og framtíðaráætlanir faghópsins gera til að mynda ráð fyrir að þær aðstæður sem sköpuðust við óvenjulegt tíðafar sumarsins 2019, sem einkennist af miklum þurrkum sem sköpuðu mikla eftirspurn eftir vatni og á sama tíma erfiða stöðu vatnsbóla, verði algengari.

Undanfarin ár hefur afhendingaröryggi Veitna á köldu neysluvatni á höfuðborgarsvæðinu aukist til muna með auknu nýtingarleyfi í Vatnsendakrika, efra vatnstökusvæðinu í Heiðmörk. Með því er betur hægt að dreifa vinnslunni eftir árstíma og vatnsgæðum sem eykur svigrúm og dreifir áhættu. Eftirlitsmælingar og rannsóknir á samspili vatnstöku og grunnvatnsforða eru forsendur nýtingarleyfis (Mynd 6). Vatnsforðinn sem Veitur nýta er samofinn vatnsforða Kópavogs, Garðabæjar og Hafnarfjarðar og nýting því bundin skilyrðum og innra eftirliti.

Mikil vinna hefur farið fram undanfarið til þess að bæta sýn á stöðu vatnsveituaudlinda með því að koma sísmælingum inn í kerfiráð Veitna og inn á gagnasýnina Eyk. Einnig var í fyrsta sinn gefin út vinnsluskýrsla fyrir kalt vatn árið 2020 sem tók saman neysluvatnsvinnslu Veitna í sögulegu samhengi. Fyrirhugað er að uppfæra skýrsluna árlega.

Markviss vinna við lágmörkun á sóun neysluvatns í dreifikerfi hefur farið fram undanfarið, m.a. með innleiðingu á nýjum tæknilausnum og aukinni mæla- og snjallvæðingu (sjá einnig umfjöllun um dreifikerfi). Lágmörkun á sóun stuðlar að bættri nýtingu vatnsforða.

Unnið er að þróun og innleiðingu á nýrri tækni sem vonir eru bundnar við að nýtist til rauntímastýringa á vatnsgæðum. Rauntímastýring á vatnsgæðum mun jafnframt fela í sér

möguleika á bættri forðastýringu og að nýta núverandi vatnstökuholur skilvirkar og meira en nú er gert (sjá nánar kaflann um neysluvatnsgæði).

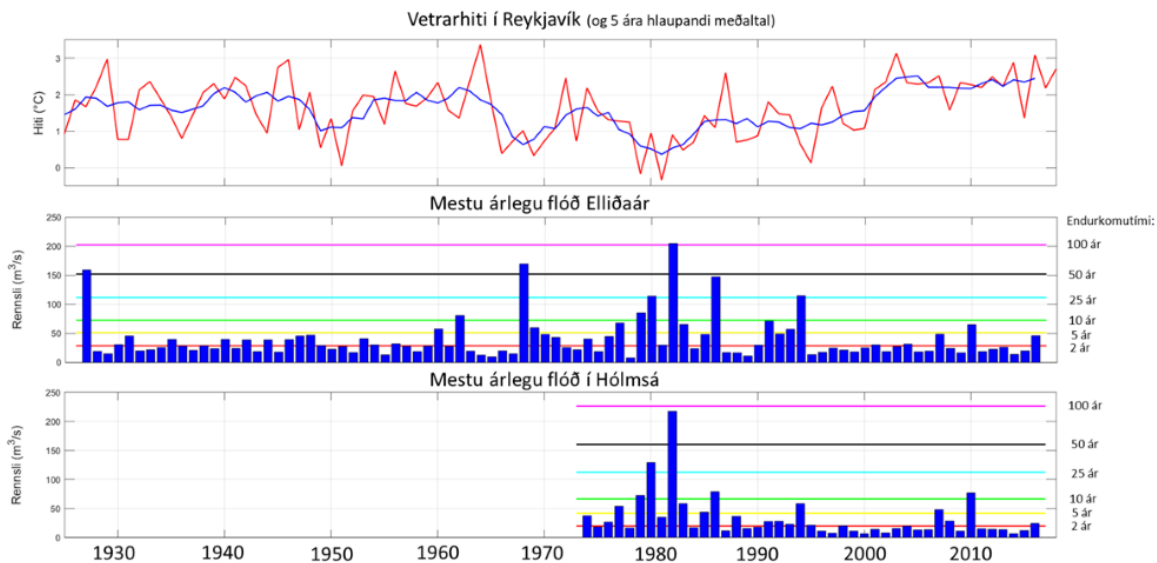
4.1.2 Neysluvatnsgæði

Staða þekkingar. Þekkt er að yfirborðsvatn sem myndast í áköfum úrkomu- og hlákuatburðum getur borist óhindrað í grunnvatnsgeyma í nærumhverfi vatnstökuhola. Slíkt yfirborðsvatn getur borið með sér sýkjandi örverur af yfirborði eða úr efstu lögum jarðrakasvæða. Ekki eru til umfangsmikil söguleg gögn um örverumengun því ekki eru til mælingar langt aftur. Til er samantekt frá 2001 um heildar vatnsgæði þess vatns sem hefur verið miðlað hverju sinni til Reykjavíkur. Sú samantekt nýtist til þess að tengja örverumengun við einstaka hlákuatburði og veðurfarsaðstæður.

Undanfarin ár hafa Veitur stóraukið eftirlit og rannsóknir í kjölfar óvenjulegra veðuratburða sem hafa orsakað mikla örverumengun í vatnsbólum. Þær rannsóknir hafa bætt skilning á tengslum örverumengunar við umhverfispætti og veðurfar sem og hjálpað til við gerð áætlana um bætt viðbrögð og nauðsynlegar úrbætur á vatnstökuholum. Sem dæmi um slíkan veðurtengdan atburð má nefna mikla úrkomu- og leysingar í janúar og febrúar 2018, sem fylgdu í kjölfar langvarandi frostatíðar í desember 2017 þegar nær engin snjóþekja var á yfirborði og frostmark mældist niður í allt 50 cm í Reykjavík²². Frost á og við yfirborðið hindraði yfirborðsvatn í að skolast niður í jarðveginn, jók myndun frostaklaka á yfirborði og þannig olli því að vatn rann á yfirborði og beint ofan í grynri og eldri vatnstökuholur Veitna á neðra vatnstökusvæði í Heiðmörk. Tíðafar fyrir og í kjölfar atburðanna 2018 var nokkuð óvenjulegt sé horft til síðustu ára, en á síðustu öld komu sambærilegar aðstæður og flóðaatburðir upp mjög oft í Heiðmörk og nærumhverfi²². Athuganir Veitna benda enn fremur til að atburðir sem tengja má við aukna hættu á örverumengun, þ.e. flóðaatburðir og tíðni mikillar og snöggrar hækkunar á grunnvatnsyfirborði í Heiðmörk, hafi verið algengari á kaldari og snjóþyngri árum seinni hluta síðustu aldar en þeim hlýrri snjóléttari árum sem fylgdu um og upp úr síðustu aldamótum (Mynd 7; óbirtur samanburður á forsögulegum gögnum Veðurstofunnar og Veitna um veðurfar, flóðaatburði og hækkun á grunnvatnsyfirborði). Annað nýlegt dæmi er örverumengun sem kom upp í vatnsbóli Veitna í Grábrókarhrauni haustið 2019 í óvenjulegu tíðarfari. Í kjölfar atburðarins fóru Veitur í rannsóknir á samspili umhverfispáttá, vatnstöku og vatnsgæða í Grábrókarhrauni. Rannsóknirnar bentu til að sú mikla örverumengun sem varð 2019 megi m.a. tengja við ákafar haustrigningar sem fylgdu á eftir óvenju miklum sumarþurrkum. Við það skapaðist bæði kjör aðstæður fyrir upptöku yfirborðsvatns á óæskilegum örverum sem og greiðari aðgangi yfirborðsvatns ofan í grunnvatnsstrauminn nærri vatnstökuholum¹⁹.

Vísbendingar hafa fengist úr rannsóknum í Noregi um að aukin úrkoma geti valdið aukinni örverumengun í opnum vatnsbólum. Þessar vísbendingar er ekki endilega hægt að yfirfæra á íslenskar aðstæður þar sem ekki er víst að sama orsakasamhengi gildi fyrir hraun- og jarðvegssíaðan grunnvatnsforða á Íslandi. Sá lærdómur sem má draga af atburðunum 2018 í Heiðmörk og 2019 í Grábrók benda þó til að niðurstöðurnar megi að einhverju leiti yfirfæra á vatnsból Veitna. Síðustu opnu vatnsból á vatnstökusvæðum Veitna voru tekni úr notkun 1984, en engu að síður hafa komið upp atburðir með samspili tíðarfars og umhverfisaðstæðna sem valda því að einstaka vatnstökuholur verða opnar og útsettar fyrir örverumenguðu yfirborðsvatni, sambærilegt og gerist í opnum og óvörðum vatnsbólum.

²² Guðrún Nína Petersen, 2018. Veður í Reykjavík og á Hólmsheiði desember 2017 - janúar 2018. Veðurstofa Íslands, greinargerð nr. GNP/2018-1



Mynd 7. Samanburður á vetrarhita í Reykjavík við mestu árlegu flóð í Elliðaám og Hólmsá (gögn frá Veðurstofu Íslands).

Þekkingaröflun. Frekari eftirlitsmælinga og rannsókna er þörf til að skilja betur samhengi örverumengunar við breytilegt tíðafar, veðurfarsbreytingar og umhverfisaðstæður. Einnig er mikilvægt að viðhalda gagnaröðum og upplýsingum sem nýtast til rannsókna á þeim veðurfars- og umhverfisaðstæðum sem tengja má við aukna hættu á örverumengun.

Veitur hafa á seinustu árum aukið við eftirlit og eftirlitsmælingar og ráðist í ýmis rannsóknarverkefni til þess að auka skilning á örverumengun og uppruna hennar. Þar má nefna:

- Veitur hafa aukið við mælingar tengdar vatnsgæðum og tekið fleiri sýni en krafist er í reglugerð nr. 536/2001. Markmið með auknum mælingum og almenntri þekkingaröflun hefur verið að auka skilning á örverumengun og tengslum mengunar við veðurfar og umhverfisaðstæður sem og að hafa betri stjórn á aðstæðum og geta stýrt vatnstöku eftir bestu mögulegum gæðum.
- Unnið er að bættri sýn á niðurstöður neysluvatnssýna með skráningu í kerfiráð Veitna og inn á gagnasýnina Eyk.
- Hafin er innleiðing á nýrri tækni til rauntímaeftirlits á örverumagni og örverubreytingum í neysluvatni til dreifingar. Mælingarnar gefa samfellda sýn á örverubreytingar og þar með tengsl örverumengunar við veðurfar, umhverfisaðstæður og yfirborðsvatn.
- Rannsóknarverkefni í samstarfi við Matís um tegunda- og upprunagreiningu (DNA) sýkjandi örvera og samanburð á örveruflóru í umhverfi og vatnstökuholum yfir árstíðir og í ákøfum úrkomu- og leysingarátburðum.
- Úttekt á vatnstökuholum á neðra vatnstökusvæði Heiðmerkur. Felst m.a. í i) vökvunar- og útskolunartilraunum í kringum vatnstökuholum samhliða rauntíma örverumælingum til þess að skoða hve útsettar þær eru fyrir mengun frá yfirborðsvatni í nágrenni holu, ii) úttekt á umhverfisaðstæðum á og í kringum vatnstökuholum og iii) úttekt á fóðringum og frágangi borholna. Markmiðið er að skilja betur orsakasamhengi og móta tillögur um úrbætur.
- Veitur áætla að gera átak í úttekt á vatnstökuholum sem nýtast til að gera áætlanir um úrbætur sem miða að því að draga úr hættu á örverumengun í ákøfum veðurátburðum.
- Uppsetning á veðurstöðvum á Heiðmerkursvæðinu í samstarfi við Veðurstofu Íslands. Auk veðurbátta er m.a. mældur Jarðvegshiti á sniðum í efstu lögum jarðvegsins auk þess sem mæling er gerð á vatnsinnihaldi og leiðni jarðvegsins. Markmiðið er m.a. að fá sýn á og

safna samfelldum gögnum um samspil þeirra veður- og umhverfisaðstæðna sem geta aukið við hættu á að örverumengað yfirborðsvatn berist í vatnstökuholur.

- LiDAR hæðarmælingar sem áður var minnst á. Hæðargögnin nýtast í mat á umhverfisaðstæðum, m.a. til að greina óæskilega flóðafarvegi og opnar sprungur í nágrenni vatnstökuhola og meta árangur mögulegra úrbóta.
- Stefnt er að því að viðhalda gögnum og gagnaröðum sem tengja má við veðuratburði sem fela í sér aukna hættu á örverumengun. Má þar nefna áratuga tímaraðir um grunnvatnsyfirborð og rennsli og flóð í ám og vötnum.
- Veitur hafa að auki hafið sívöktun á ýmsum eiginleikum vatns svo sem gruggi, sýrustigi, leiðni og styrk flúors á vatnstökusvæðum höfuðborgarsvæðisins. Með búnaðinum verður unnt að fylgjast með og safna gögnum sem endurspeglar hvort og hvernig áhrif tíðarfar og breytt veðurfar kann að hafa á ýmsa efnæiginleika neysluvatnsins.

Aðgerðir sem auka aðlögunarhæfni. Veitur bættu nýlega við þrem nýjum vatnstökuholum í Vatnsendakrika, efra vatnstökusvæði Veitna á höfuðborgarsvæðinu. Með aukningunni dugar afkastageta þess svæðis til að anna allri núverandi eftirspurn á veitusvæði Veitna á höfuðborgarsvæðinu. Borholur á efra svæðinu eru almennt dýpri en eldri vatnstökuholur Veitna á neðra vatnstökusvæði í Heiðmörk (Gvendarbrunnum, Jaðar og Myllulæk), auk þess sem holufóðringar eru nýrri og af betri gæðum. Vatnstökuholur á efra vatnstökusvæðinu eru því síður útsettar fyrir örverumengun. Ársmagn vatns sem Veitur mega nýta frá efra vatnstökusvæðinu er hins vegar takmarkað við nýtingaleyfi. Til að uppfylla nýtingarleyfið munu Veitur leggja áherslu á að nýta vatn frá efra svæði yfir haust- og vetrarmánuði þegar mesta hættu er á veðuratburðum sem valda örverumengun.

Áætlanir gera ráð fyrir að allt neysluvatn frá vatnstökusvæðum Veitna verði lýst til frambúðar (sjá einnig umfjöllum um froða og vatnsöflun). Lýsing á vatni óvirkjar örverur og vinnur þannig gegn gerlamengun. Með því eykur hún afhendingaröryggi samhliða því að stuðla að ábyrgari framleiðslu á neysluvatni.

Í byrjun árs 2019 var settur upp mælibúnaður á vatnstökusvæðum í Heiðmörk sem gefur rauntímasýn á örverubreytingar í neysluvatni og þar með samfellda sýn á frávik í vatnsgæðum. Hefur nú þegar verið bætt við tveim slíkum mælitækjum og eru með því komnar símælingar á örverumagni og örverubreytingum í þrem vatnsbólum á neðra Vatnstökusvæði Veitna í Heiðmörk. Þetta er liður í að bæta sýn á vatnsgæði í tíma og rúmi og mun stuðla að betri stýringu á vatnsgæðum. Reynslan af rekstri mælitækjanna bendir til að tæknina megi nýta til að þróa aðferðir til að velja vatnstökuholur ávallt eftir bestu gæðum og þannig tryggja hámarks neyslugæði þess vatns sem dreift er hverju sinni. Samhliða skapast möguleiki til aukinnar og ábyrgari nýtingar á vatni frá neðra svæði, sér í lagi yfir haust- og vetrarmánuði.

Veitur munu auka eftirlit með stöðu vatnsgæða á öllum vatnsveitusvæðum Veitna með það að markmiði að bæta viðbragðs- og aðgerðaráætlanir þar sem þess er þörf. Í þeim tilgangi hefur verið komið á fót faghópi um trygga afhendingu neysluvatns sem áður hefur verið minnst á. Sem dæmi vinnur faghópurinn að rannsóknum á orsökum örverumengunar í Grábrók, mati á öðrum virkjunarkostum og ýmsum endurbótum á vatnstökusvæðum Borgarbyggðar sem ætlað er að minnka líkur á örverumengun í eins og þeirri sem varð við óvenjulegt tíðarfar árið 2019.

4.1.3 Dreifikerfi

Staða þekkingar. Dreifikerfi vatnsveitu er hannað fyrir brunavarnir. Rýmd dreifkerfa er því almennt næg til að mæta umtalsverðri aukningu í daglegri eftirspurn heimila og atvinnulífs. Því er ekki talin

þörf á breyttum forsendum fyrir hönnun á stærð og umfangi lagnakerfa til að mæta auknu álagi sem kann að verða við breytt loftslag.

Almennt tíðkast ekki á Íslandi að mæla neysluvatnsnotkun hjá heimilum og smærri fyrirtækjum heldur er innheimt sérstakt vatnsgjald. Því skortir beinar mælingar á neysluhegðun íbúa og tengsl hennar við frampróun vatnsbúnaði og vatnssparandi heimilistækjum sem og hugsanlegum ytri áhrifum eins og breytilegu veðurfari. Við greiningar á vatnsnotkun þessara aðila hefur því verið stuðst við takmarkaðar upplýsingar út frá mælingum í dælustöðvum sem sjá heilu hverfunum fyrir vatni. Slíkum dælustöðvum fer fækkandi samhliða auknum tengingum milli hverfa sem eru gerðar til að styrkja dreifikerfið. Eins takmarkast núverandi mat á lekum og árangri endurbóta við samanburð á mælingum á heildar framleiðslu, vatnsmagni sem fer til iðnaðar skv. sölumælum og þeim takmörkuðu ályktunum sem hægt er að draga um neysluhegðun íbúa.

Í nýlegri skýrslu Veitna²³ kemur fram að notkun á neysluvatni og vatnspörf getur verið breytileg milli landa, m.a. vegna mismunandi aðgengis að hreinum vatnsauðlindum, veðurfars og ólíkri landfræðilegri legu, samfélagsgerða og samsetningu atvinnuvega og iðnaðar. Vatnsnotkunin er lægst í löndum þar sem markvisst hefur verið unnið að því að draga úr sóun íbúa á vatni, m.a. vegna þess að aðgangur að vatnsauðlindum er takmörkunum háður og framleiðslukostnaður hár. Löndin með hæstu íbúanotkunina eiga það hins vegar flest sammerkt að vera rík af vatnsauðlindum vegna landfræðilegra aðstæðna. Íslendingar hafa hingað til átt aðgang að ríkum vatnsauðlindum með heilnæmu vatni sem hefur verið ódýrt að afla og miðla. Óvíst er að svo verði til frambúðar s.s. vegna útpenslu byggðar og aukinni nýtingu lands sem þrengir að vatnsbólum. Eins ef þurrkar verða algengari, sem kalla á aukna eftirspurn samhliða erfiðri stöðu vatnsbóla líkt og gerðist á Akranesi og í Borgarnesi sumarið 2019, þá má gera ráð fyrir að aðgerðir sem miða að minni sóun á köldu vatni, innleiðingu á vatnssparandi tæknilausnum og ábyrgri neyslu almennings komi til með að verða meira aðkallandi hér á landi.

Þekkingaröflun. Mikilvægt er að auka við eftirlitsmælingar og styðja við aðgerðir sem miða að betri rekstri og lágmörkun á sóun í dreifikerfum og hjá notendum. Lágmörkun á sóun felur jafnframt í sér bættu nýtingu vatnsforða og eru því liður í að auka aðlögunarhæfni vatnsveitunnar að mögulegum neikvæðum áhrifum sem breytt loftslag kann að hafa í för með sér. Veitur hafa hafið þá vegferð og má þar nefna:

- Hafin er uppbygging á kerfislíkönum af öllum vatnsveitukerfum Veitna. Líkönin nýtast til að bæta hönnunarforsendur, meta árangur uppbyggingar og endurbóta og raða verkefnum eftir mikilvægi. Líkönin nýtast einnig til að meta áhrif sviðsmynda um íbúafjölgun, atvinnuþróun og loftlagsbreytinga á veitukerfin og hvernig best er að auka aðlögunarhæfni veitukerfanna. Líkönin eru eign Veitna og verða rekin af þeim.
- Aukning á eftirlitsmælingum, innleiðing á sjálfvirkum gagnaúrvinnsluáðferðum sem og sjálfvirkum snjöllum mæla-, samskipta- og úrvinnslubúnaði. Markmiðið er að fá betri sýn á rekstur og rekstrarfrávik, framleiða lykilmælikvarða fyrir bættu ákvörðunartöku og afla gagna sem endurspeglar sem best tengsl vatnsnotkunar við þær breytur sem hafa áhrif á eftirspurn, veðurfar þar með talið. Gögnin nýtast einnig til að stilla af og sannprófa kerfislíkön. Sú sjálfvirka sýn og stjórn á kerfinu sem verður til mun jafnframt leiða til minni vatnssóunar.
- Veitur fylgjast vel með frampróun tækni sem nýtist til að bæta gæði og áreiðanleika veitukerfa. Má þar nefna frampróun í lagnabúnaði, efnisgæðum og ýmiskonar lagnatækni.
- Mikil frampróun hefur verið í búnaði og tækni sem nýtist til að bæta árangur lekaleitar. Veitur fylgjast vel með þeirri frampróun og hafa tileinkað sér þær tækninýjungar eftir þörfum.

²³ Urður Dís Árnadóttir o.fl. 2020. Heimilisnotkun á neysluvatni. Veitur, skýrsla 2020-104.

Aðgerðir sem auka aðlögunarhæfni. Markviss vinna við lágmörkun á sóun neysluvatns í dreifikerfi hefur farið fram undanfarin ár og áratugi, m.a. með lekaleit sem leidd er af sérfræðingum Veitna sem búa yfir mikilli reynslu, fagkunnáttu og tækniþekkingu. Lágmörkun á sóun í dreifikerfinu stuðlar jafnframt að bættri nýtingu vatnsforða og því mikilvægt að viðhalda vinnu við lekaleit og jafnframt bæta við þá þekkingu og þann árangur sem þar hefur áunnist.

Auknar eftirlitsmælingar, bætt nýting gagna og innleiðing á nýjum tæknilausnum mun þjóna lykilhlutverki í aðgerðum sem miða að betri rekstri veitukerfa og lágmörkun á sóun. Veitur hafa þegar hafið þá vegferð m.a. með aukinni mæla- og snjallvæðingu og innleiðingu kerfislíkana. Eins hefur sérfræðiþekking sem þarf til að styðja við þá vegferð verið markvisst aukin samhliða þörfum.

Með tilkomu kerfislíkana skapast tækifæri til að herma þær breytingar sem íbúafjölgun, atvinnuþróun og loftlagsbreytingar kunna að hafa í för með sér. Líkönin verða nýtt til að gera framtíðaráætlanir um endurbætur og uppbyggingu á vatnsveitukerfum Veitna, sem taka meðal annars mið af mögulegum áhrifum loftslagsbreytinga.

Veitur munu áfram fylgjast með framþróun í lagnabúnaði, efnisgæðum og ýmiskonar lagnatækni og innleiða eftir þörfum. Markmiðið er að stuðla að auknum þolgæðum dreifikerfa, bæta endingu og þannig vinna gegn vatnssóun.

Nauðsynlegt er að stuðla að aukinni vitund almennings um mikilvægi vatnsverndar, heilnæmi neysluvatns og ábyrgrar notkunar. Veitur munu áfram vinna markvisst að upplýsingamiðlun og fræðslu sem miða að aukinni vitund almennings á mikilvægi neysluvatns og skynsamlegrar notkunar.

Veitur munu áfram leitast við að hanna vatnsveitukerfin þannig að þau nýti sem best þá fallhæð vatns sem er víða fyrir hendi á Íslandi. Þannig er unnt að draga úr þörf á orkufrekum dælustöðvum.

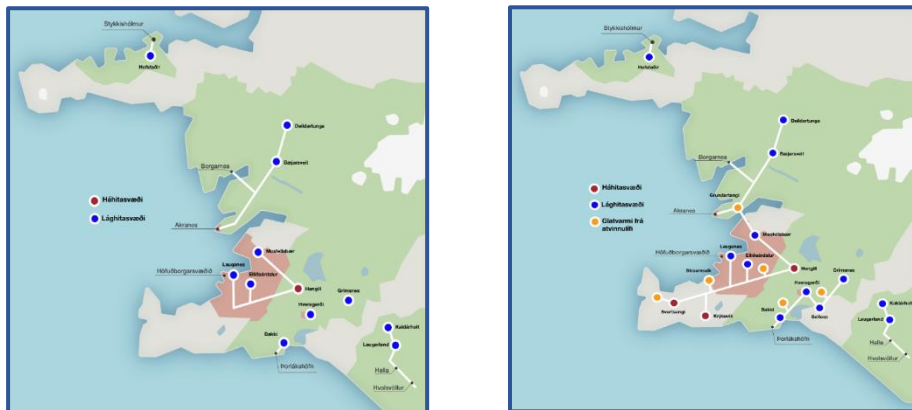
Veitur hafa vilja til aukins samstarfs við nágrannasveitarfélög um bættu samtengingu á núverandi aðskildum vatnsveitukerfum höfuðborgarsvæðisins. Slíkt mun styrkja öll veitukerfin og auka þar með rekstrar- og afhendingaröryggi. Unnt væri að miðla vatni milli kerfa ef óvæntur skortur eða umframálag myndast í einu þeirra. Slíkar aðgerðir vinna jafnframt gegn hamlandi hagsmunaárekstrum sveitarfélaganna sem stafa af því þau öll afla vatns úr sameiginlegum og/eða samofnum vatnsauðlindum á Heiðmerkursvæðinu. Nýleg dæmi eru stórbrunnar sem komu upp í Garðabæ annars vegar og Hafnarfirði hins vegar, sem kölluðu eftir lánsvatni frá nágrannasveitarfélögum. Samtenging á aðskildum veitukerfum gerir sveitarfélög betur í stakk búin til að mæta miklum álagstoppum og aukinni eftirspurn eftir neysluvatni vegna íbúafjölgunar, vexti í iðnaði og mögulegra neikvæðra áhrifa sem veitukerfin kunna að verða fyrir við breytt loftslag.

Víða erlendis er unnið að þróun og innleiðingu á vatnssparandi tæknilausnum. Gera má ráð fyrir að sú markvissa þróun sem hefur átt stað í vatnssparandi heimilisbúnaði muni skila sér til Íslands í gegnum innflutning. Í löndum þar sem vatnsauðlindir eru takmarkaðar hefur verið horft til tæknilausa fyrir heimili sem miða að fullnýtingu bæði ofanvatns og afgangsvatns frá heimilum, s.s. til garðvökvunar, bílabvottar, fyrir salerni og fleira það sem krefst ekki meðhöndlaðs neysluvatns. Slíkar lausnir hafa margvíslega kosti, allt frá því að draga úr þörf fyrir framleiðslu á neysluhæfu vatni og að því að safna ofanvatni í áköfum úrkomuatburðum og draga þannig úr líkum á vatnstjónum. Að auki geta slíkar lausnir gagnast íbúahverfum sem þurfa að falla að viðkvæmum vistkerfum með sem minnsta raski. Óljóst er hvort og þá hversu mikið slíkar lausnir komi til með gagnast Íslandi. Veitur munu engu að síður fylgjast vel með framþróun og innleiðingu slíkra lausna og meta kosti og raunhæfi þeirra með t.t. bæði vatns- og fráveitu.

5 Hitaveita

Veitur reka þrettán hitaveitur; eina á höfuðborgarsvæðinu, fimm á Vesturlandi og sjö á Suðurlandi (Mynd 8). Starfsemi Hitaveitunnar er ein af grunnstoðum samfélagsins og þjónar hún um 65% þjóðarinnar. Hlutverk hitaveitunnar er að tryggja nauðsynlegan varmaforða og viðhalda og þróa veitukerfi með hagkvæmni og umhverfið að leiðarljósi.

Lykilmarkmið hitaveitunnar til að bregðast við loftslagstengdri áhættu snúa að því að taka sviðsmyndir fyrir loftslagsbreytingar inn í spá um eftirspurn eftir heitu vatni til framtíðar og að aðgerðum til að minnka sóun frá auðlind til viðskiptavinar til að lágmarka loftslagáhrif frá þeim hitaveitum sem Veitur reka.

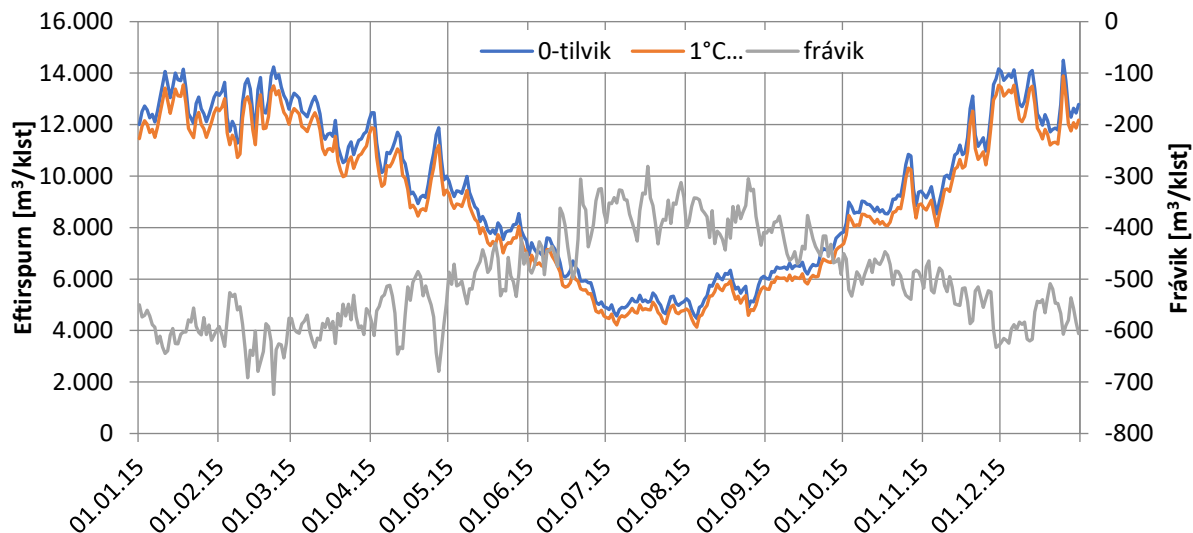


Mynd 8. Veitur reka þrettán hitaveitur; eina á höfuðborgarsvæðinu sem er sú stærsta, fimm á Vesturlandi og sjö á Suðurlandi. Hitaveiturnar þjóna um 65% þjóðarinnar.

Rannsóknir á áhrifum loftslagsbreytinga á eftirspurn eftir heitu vatni á Íslandi sýna að líklega verða áhrifin nokkuð mikil þar sem eftirspurn er hita- og veðurháð. Rannsóknir á vegum Orkuveitu Reykjavíkur²⁴ þar sem spálíkani var beitt til að meta áhrif 1°C hitastigshækkunar á eftirspurn eftir heitu vatni, sýndu að eftirspurn gæti minnkað um 5.3%². Fólksfjöldun á höfuðborgarsvæðinu mun þó vera stærsti þátturinn í að vega á móti þessari lækkun. Þessi minnkun í eftirspurn snýr að heildarupptekt yfir árið en á mynd 9 sést að breytingarnar eru ekki jafndreifðar (Mynd 9). Búast má við meiri minnkun í notkun yfir vetrartímamann en sumartímamann, auk þess sem ýmsar aðrar rannsóknir sýna að búast má við meiri öfgum í veðurfari en áður hefur verið². Sem viðbragð við þessu breytta notkunarmynstri þarf að byggja meiri sveigjanleika inn í veitukerfi og huga að áhrifum öfgakenndari sveifla í vatnsborði lágghitasvæða á nýtingu þeirra auk áhrifa jafnari upptektar yfir árið. Einnig þarf að hafa í huga áhrif hitaveitunnar á aðra starfsemi Veitna, t.d. fráveitu. Öfgakenndir veðuratburðir, eins og stórir regnskúrur, minnka getu fráveitukerfa til að taka við bakvatni frá hitaveitu og því miðar hitaveitan að því að hætta losun bakvatns í fráveitukerfi í framtíðinni.

Í ljósi þessa eru lykilþættir sem varða uppbyggingu hitaveitna til framtíðar og áhrif loftslagsbreytinga á það ferli i) uppsetning og viðhald spálíkana um varmaþörf til framtíðar, ii) greining á viðbragðsgetu lágghitasvæða við öfgakenndari sveiflun vatnsborðs sem viðbragð við veðuratburðum og minni söfnun í svæðin á sumrin jafnari notkunar yfir árið og iii) mat á áhrifum hitaveitunnar á aðrar grunnstoðir samfélagsins á meðan þær bregðast við loftslagsbreytingum.

²⁴ Spálíkan: Guðleifur Kristmundsson, kynning 2016.



Mynd 9. Eftirspurn eftir heitu vatni er mjög hitastigs- og veðurháð.

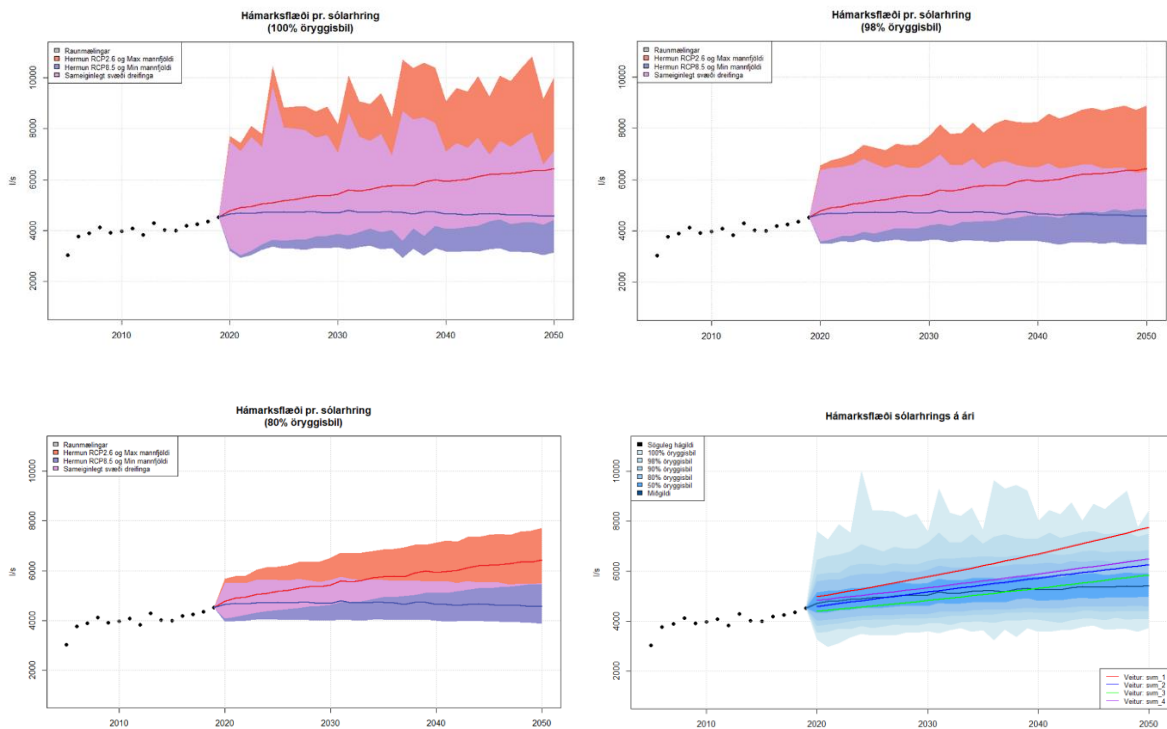
5.1 Núverandi staða, geta og þolmörk

5.1.1 Framtíðarafþörf og hermílikön

Veitur hafa lokið við að vinna 100 ára framtíðarsýn í forðamálum fyrir höfuðborgarsvæðið og Rangárveitur. Framtíðarsýnin var unnin út frá aflþarfaspám sem taka mið af mannfjöldapróun í báðum tilfellum en loftslagsbreytingar voru líka teknar með í reikninginn fyrir höfuðborgarsvæðið²⁵. Mikilvægt skref í að móta þessa framtíðarsýn var gerð hermílikans fyrir hámarksnotkun á heitu vatni fyrir báðar þessar hitaveitur og mat á því hvernig tekst að mæta hámarksnotkun með núverandi áætlunum um varmaöflun. Forsendur um mannfjöldapróun í líkaninu byggja á spá byggðarstofnunar fyrir mannfjölda. Forsendur fyrir loftslagsbreytingar í líkaninu eru byggðar á sviðsmyndum um losun gróðurhúsalofttegunda úr skýrslu vísindanefndar um loftslagsbreytingar² (RCP2.6, RCP4.5 og RCP8.5). Á mynd 10 A-D má sjá spönn þriggja mismunandi sviðsmynda fyrir höfuðborgarsvæðið; hámarksnotkun (mestur mannfjöldi og minnstar loftslagsbreytingar), lágmarksnotkun (minnstur mannfjöldi og mestar loftslagsbreytingar) og vænt notkun (miðgildi mannfjölda og miðgildi RCP4.5). Þessar sviðsmyndir (Mynd 10) sýna niðurstöður hermílikansins miðað við 1% og 10% líkur á að flæði heits vatns verði umfram rauða/fjólubláa svæðið í hámarks-/lágmarks sviðsmynd. Auk þess er búið að varpa aflþarfaspá Veitna á mynd 10 D. Við uppbyggingu hitaveitu höfuðborgarsvæðisins til framtíðar er unnið út frá væntri notkun heits vatns. Aflþarfaspáin er endurskoðuð árlega og vel er fylgst með því hvort afþörfin leiti í átt að öðrum sviðsmyndum.

Í hermílikani fyrir Rangárveitur var ekki tekið tillit til loftslagsbreytinga. Í minni hitaveitum hafa aðrir atburðir en þróun loftslagsbreytinga mun meiri áhrif á afþörf. Til að mynda getur öll notkun á heitu vatni fyrir iðnað í einni af minni veitunum verið hjá einu fyrirtæki. Áhrif þess að slíkt fyrirtæki hætti störfum myndi hafa meiri áhrif á afþörf til framtíðar en loftslagsbreytingar. Þetta veldur því að spönnin í aflþarfaspá er mikil og grípur hún því einnig áhrif loftslagsbreytinga þó að þær hafi ekki farið inn í hermíreikninga. Gert er ráð fyrir að í 100 ára framtíðarsýn annarra hitaveitna sem Veitur reka verði sömu aðferðafræði beitt og við þróun framtíðarsýnar Rangárveitna. Ekki er því gert ráð fyrir að loftslagsbreytingar verði hafðar með í hermíreikningum. Áætlað er að framkvæma þá reikninga á árunum 2021-2023.

²⁵ Gísli Björn Björnsson, kynning árið 2019, Orkuveita Reykjavíkur.



Mynd 10. A) Niðurstöður hermána fyrir árlegt hámarksflæði á heitu vatni, há-/lágildi forsenda um áhrif loftlagsbreytinga á hitastig í Reykjavík og mannfjölda á höfuðborgarsvæðinu B) 1% líkur á að flæði heits vatns verði umfram rauða/fjólubláa svæðið í hámarks-/lágmarks sviðsmynd þ.e. 1 skipti á 100 ára fresti C) 10% líkur á að flæði heits vatns verði umfram rauða/fjólubláa svæðið í hámarks-/lágmarks sviðsmynd þ.e. 1 skipti á 10 ára fresti D) Samanburður við sviðsmyndir Veitna.

5.1.2 Forði og rekstur

Forðastaða hitaveita Veitna er misgóð. Óháð loftslagsbreytingum er unnið að bættari forðastaðu í öllum hitaveitum þar sem þess er þörf. Eins og nefnt var í inngangi þessa kafla mun hækkandi meðalhiti hafa áhrif til minnkunar í meðalnotkun á heitu vatni en með meiri öfgum í veðri má búast við því að sveifla þurfi vatnsborði í lághitasvæðum meira en áður hefur verið gert þó að heildarupptekt úr svæðunum aukist ekki jafn mikið og hún myndi án loftslagsbreytinga. Einnig má búast við jafnari notkun yfir árið sem veldur því að lághitasvæðin hafa minna færi á að safna forða fyrir veturinn yfir sumartímann. Til að mæta þessari áskorun hafa Veitur lagt í tvö verkefni. Annars vegar er hafin vegferð til að skipta öxuldælum í borholum út og setja í stað þeirra djúpdælur. Djúpdælur gera kleifa meiri sveiflun vatnsborðs í borholum og henta því vel til að takast á við öfgakennda veðuratburði. Djúpdælur hafa nú verið settar niður í eina holu í Rangárveitum, eina holu í Þorlákshafnar- og Ölfusveitu, eina holu í Hveragerði og í eina holu í lághitasvæðum höfuðborgarsvæðisins. Áætlað er að skipta öxuldælum út fyrir djúpdælur hægt og rólega á næstu árum. Hins vegar stefna Veitur að breytingum á rekstri hitaveitu höfuðborgarsvæðisins yfir sumartímann til framtíðar. Síðastliðin tvö sumur hafa sumarhvíld lághitasvæða og vatnaskipti verið framkvæmd. Sumarið 2019 var verkefnið tilraunaverkefni þar sem nokkur hverfi voru sett á virkjanavatn í þrjár vikur og slökkt var á vinnslu í Reykjahlíð yfir sama tímabil. Stærri tilraun var gerð sumarið 2020 þar sem hér um bil allt höfuðborgarsvæðið var á virkjanavatni yfir sumartímann og slökkt var á vinnslu úr Reykjum, Laugarnesi og Elliðaárdal og vinnsla í Reykjahlíð var takmörkuð við um 20% af venjulegri sumarvinnslu. Tilgangur þessa verkefnis er að safna meiri forða yfir sumartímann og hækka vatnsborðsstöðu fyrir vetrarvinnslu. Svona aðgerðir nýtast vel til þess að

mæta jafnari notkun yfir árið og meiri öfgum í veðri vegna loftslagsbreytinga í ofanálagi við önnur jákvæð áhrif, svo sem minni raforkunotkun vegna minni dælingar úr lághitasvæðum, bættu nýtingu virkjanavatts og jákvæð umhverfisáhrif hjá virkjunum. Áætlað er að beita sumarhvíld og vatnaskiptum á höfuðborgarsvæðinu til framtíðar eftir góðan árangur í tilraunum tveggja síðustu ára.

Aukinni þörf fyrir heitt vatn til framtíðar verður mætt með stækkunum hjá virkjunum og hlutur virkjanavatts í hitaveitu höfuðborgarsvæðisins mun aukast jafnt og þétt með aukinni eftirspurn. Þetta aukna hlutfall virkjanavatts í hitaveitu höfuðborgarsvæðisins einfaldar það verkefni að mæta jafnari aflþörf yfir árið þar sem uppsett aflgeta virkjana við framleiðslu á heitu vatni er stöðug og ekki þarf að safna þar forða yfir sumartímann til að komast í gegnum hámarksaflþörf að vetri til.

5.2 Aðgerðir sem auka aðlögunarhæfni

5.2.1 Verkefni hjá Veitum

Með vatnaskiptum og sumarhvíld ásamt niðursetningu djúpdæla hafa stór skref verið tekin í átt að því að aðlaga hitaveituna að breyttum rekstri vegna yfirvofandi loftslagsbreytinga. Önnur verkefni eru minni í sniðum og miða flestöll almennt að bættri orkunýtingu og auðlindanýtingu. Þau munu auka aðlögunarhæfni að áhrifum loftslagsbreytinga þó að megin markiðið sé ekki það. Stærsta verkefnið sem stendur út af er að léttu á fráveitunni með minnkaðri bakvatnslosun í fráveitukerfið. Það verkefni hefst árið 2021. Í grófum dráttum snýr það að því að i) kortleggja núverandi bakvatnslosun og fá heildarsýn yfir framtíðarbakvatnslosun sem koma mun til vegna færslu hverfa af lághitavatni yfir á virkjanavatn, ii) mynda framtíðarsýn um bakvatnslosun og iii) framkvæma valkostagreiningu með aðkomu fráveitu og sérfræðinga frá rannsóknnum og nýsköpun á þeim kostum sem standa til boða til að losa bakvatn til lengri framtíðar.

Önnur og minni verkefni eru t.d. uppsetning snjallmæla hjá viðskiptavinum sem mæla orkunotkun í stað hefðbundinna flæðismæla, lekaleit til að koma í veg fyrir auðlindasóun, gjaldskrárbreytingar sem miða að bættri orkunýtingu hjá viðskiptavinum og bætt sýn á auðlindir með uppsetningu síritandi vatnsborðsmæla í borholur.

5.2.2 Samvinnuverkefni

Auk innri verkefna hjá Veitum væri gott að ráðast í samvinnuverkefni við þau fyrirtæki sem nú selja Veitum vatn auk annarra sem gætu í framtíðinni selt Veitum heitt vatn. Áhrif loftslagsbreytinga á rekstur varmaframleiðslu hjá virkjunum ON hafa t.d. ekki verið kortlögð. Kortleggja þyrfti áhrif á grunnvatnsborð í samræmi við þær rannsóknir sem farið var yfir í kaflanum um vatnsveitu.

Til að auka enn frekar á sveigjanleika hitaveitunnar til framtíðar eru í gangi samræður við önnur orkufyrirtæki um hugsanlegar framtíðartengingar milli hitaveitukerfa. Til að mynda væri hægt að tengja hitaveitu höfuðborgarsvæðisins við dreifikerfi HS Orku og stórauका þannig afhendingaröryggi beggja kerfa. Slík aðgerð hefði afar góð áhrif til að auka sveigjanleika hitaveitunnar til að takast á við alls kyns atburði sem til gætu komið vegna loftslagsbreytinga, s.s. að lagnir fari í sundur vegna flóða.

6 Rafveita

Rafveitan sér um dreifingu rafmagns til sex sveitafélaga. Raforkan kemur frá virkjunum víða um land um flutningsnet Landsnets. Dreifikerfi rafveitunnar tengist flutningskerfi Landsnets á þremur stöðum á höfuðborgarsvæðinu, tengivirkjunum við Korpu, á Geithálsi og í Hnoðraholti. Þaðan er rafmagnið flutt eftir háspennustrengjum til ellefu aðveitustöðva víðsvegar um svæðið. Frá aðveitustöðvunum kvíslast kerfið til um þúsund dreifistöðva og frá þeim er rafmagninu veitt í götuskápa, og þaðan í heimtaugar til notenda. Áhrif loftlagsbreytinga á starfsemi Rafveitunnar endurspeglast í framþróun í orkuskiptum í samgöngum og mikilvægi afhendingaöryggis við öfgar í veðurfari.

6.1 Núverandi staða, geta og þolmörk

Ætla má að dreifikerfi rafmagns verði ekki fyrir verulegum áhrifum af loftslagsbreytingum. Þó eru ýmis atriði sem munu hafa minniháttar áhrif og þarf að hafa í huga við skipulagsmál og framkvæmdir í framtíðinni.

- Hækkandi hitastig mun líklega hafa lítil áhrif á rekstraröryggi. Vegna óumflýjanlegra tapa í dreifikerfi rafmagns verður til hiti sem þarf að leiða út í umhverfið. Vegna þessa eru margir íhlutir kerfisins "heitir" og örfáar gráður í umhverfishita hafa óveruleg áhrif á varmaleiðni frá þessum hlutum.
- Með hækkandi hitastigi má ætla að raforkunotkun aukist á ýmsum kælibúnaði. Þar sem heitt vatn er víðast hvar notað við hitun verða mótvægisáhrif hlýnunar sennilegast lítil.
- Bróðurpartur kerfis Veitna er innanhúss og neðanjarðar svo einungis örfáir hlutar þess verða beint fyrir barðinu á óveðrum og auknum veðurofsa. Þó eru nokkrar háspennulínur sem til stendur að grafa í jörð.
- Aukin úrkoma mun auka líkur og hættu á flóðum inn í veitumannvirki. Sífelld er reynt að tryggja að dreifistöðvar séu varðar gegn slíku en oft misferst í borgarskiptum að gera ráð fyrir dreifistöðvum sem enda þá ofan í kjöllurum. Það þarf að halda áfram að vinna gegn slíku og mikilvægt er að taka samtalið með skipulagshöfundum og borgaryfirvöldum um að gera ráð fyrir dreifistöðvum í skipulagsgerð.
- Ef veðurfarsbreytingar munu leiða af sér tíðari þurrka vegna aukningu í jaðarskilyrðum þá getur það haft áhrif á varmaleiðni. Jarðstrengir hitna og þurr jarðvegur hefur minni varmaleiðni en rakur jarðvegur. Áður hafa sést dæmi um að jarðstrengir séu við hita þolmörk áður en náð er uppgefnu straumi. Í dag er passað upp á að hentugur jarðvegur sé settur í kringum strengi en þessu þarf að fylgja vel eftir og kanna betur.
- Fjölgun rafbíla mun sennilega hafa veruleg áhrif á afltopp dreifikerfis og hafa Veitur þegar hafið vinnu við að kanna álagsstýringar og aðrar lausnir til að mæta því. Nokkur ár mun taka að meta áhrifin og bregðast á viðeigandi hátt við þeim.

Veðurfarsleg áhrif á kerfi Landsnets geta verið veruleg og lýst sér í útslætti háspennulína og annara bilana sem hefði áhrif á fæðingu dreifikerfis raforku Veitna. Hér má hugsanlega reyna að draga úr áhrifum með að fjölga innfæðingarstöðum og styrkja tengingar þar á milli svo við þolum fleiri bilanir fyrir utan kerfið okkar. Umræður hafa hafist um hugsanlega nýja fæðingu frá Brennimel í Hvalfirði inn í stöðina við Esjumela. Slíkt mun auka afhendingaöryggi töluvert þar sem Brennimelur er fæddur úr annarri átt en Geitháls.

Önnur ytri áhrif verða svo öryggi í framleiðslu á raforku. Ekki beint eitthvað sem við getum stýrt en eitthvað sem við getum hugsanlega beitt okkur fyrir. Til dæmis má velta fyrir sér forgangi að orku

við stórar bilanir í virkjunum eða flutningi, eru Veitur í forgangi umfram álver eða aðra notendur Landsnets?

6.2 Aðgerðir sem auka aðlögunarhæfni

Ýmis vinna er nú þegar í gangi. Varðandi loftlínur er rafveitan með markmið um að setja allar loftlínur í jörð á næstu árum. Snjallmælar verða væntanlega komnir um allt dreifisvæði Veitna á næstu fimm árum sem mun gefa okkur góða nær-rauntíma sýn á kerfið og tilkynna okkur hratt ef bilanir valda straumleysi eða gæði rafmagns fara út fyrir viðmiðunarmörk. Einnig gefa snjallmælar betri hugmynd um álag á hverjum stað sem leiðir af sér markvissari uppbyggingu dreifikerfis.

Varðandi orkuskipti þá er hafin vinna við að skoða þau mál en líklegt er að þau geti valdið verulegri aukningu í hámarksafli dreifikerfis rafmagns. Þessu má mæta með breytilegri verðskrá, breyttri hegðun fólks eða álagsstýringu. Álagsstýringar munu að öllum líkindum kalla á verulega aukna rauntímasýn á dreifikerfið, það þýðir að setja þarf mælíbúnað í dreifistöðvar og tengja þær beint inn í stjórnstöð. Áætlað er að slík vinna verði í þróun fram til ársins 2023.

Með snjöllum dreifistöðvum opnast tækifæri á að bæta við búnaði sem nemur t.d. vatn á gólfum og getur vegið á móti auknum líkum á flóðum, það er þá hægt að stytta viðbragðstíma. En almennt þarf að hanna dreifistöðvar inn í hverfi þannig að þær séu ekki í kjöllum eða á öðrum stöðum sem eru viðkvæmir í flóðum.

Varðandi jarðstrengi þarf að meta áhrif aukinna þurrka á varmaleiðni frá jarðstrengjum og taka inn í hermanir á dreifikerfi. Það er þá hugsanlegt að draga þurfi úr aflgetu ákveðinna strengja við þurr skilyrði sem gæti kallað á ákveðna uppbyggingu til að vega á móti því. Veitur munu bregðast við þessari þróun með því að leggja ljósleiðara með 11kV+ jarðstrengjum sem gefur tækifæri á hitamælingum eftir strengjum og þar með rauntíma mati á aflgetu strengja sem inntak í rekstur og uppbyggingu dreifikerfis.

Varðandi framtíðaruppbyggingu þá er vinna hafin við að skoða orkuspa, búa til spár um íbúapróun og í auknu mæli áhrif lofslagsbreytinga. Veruleg hlýnun gæti leitt af sér auknar kröfur um loftkælingar sem eru víða erlendis stór hluti af raforkunotkun heimila. Það þarf kannski nokkrar viðbótargráður á heita daga í Reykjavík til að fólk fari að velta slíku fyrir sér, en það er erfitt að sjá 100 ár fram í tímann. Innviðir rafmagns eru með langan líftíma (jafnvel 50 ár) svo það er mikilvægt að sjá fyrir sér hugsanlega framtíð við fjárfestingar í dag, að því marki sem hægt er að réttlæta aukna fjárfestingu þannig.

7 Samantekt

Fyrsta áfanga í verkefninu um aðlögun OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum hófst með undirbúningsvinnu og gagnaöflun í ársbyrjun 2020. Nú er fyrsta áfanga lokið með samantekt á hvar við stöndum í þekkingaröflun og hvar sóknarfæri á úrbótum liggja með aðgerðum til aðlögunar. Aðlögunarvinnan gengur út á að finna jafnvægi milli ásættanlegrar hættu á tjóni og kostnaðar við aðlögun. Í þessu ferli þarf að taka mið af loftslagsbreytingum í allri ákvarðanatöku þar sem áhrifa þeirra gætir beint eða óbeint. Slíkt hefst ekki með neinum einföldum hætti heldur veltur á hugarfarsbreytingu. Ef stjórnendur taka loftslagsmálin föstum tókum má hraða þessari hugarfarsbreytingu.

Yfirferðin í þessari skýrslu er ekki tæmandi en gefur innsýn í stöðu þeirra vinnu sem viðkemur aðlögun OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum. Ljóst er að loftslagsbreytingar munu hafa áhrif á innviði og rekstur Veitna. Möguleikar OR samstæðunnar eru miklir þegar kemur að aðlögun að loftslagsbreytingum, nú þegar er aðlögunin orðin hluti af áætlunum og rekstri Veitna þó frekari innleiðingar sé þörf. Upplýsingar skortir til að forgangsraða verkefnum og þarf þess vegna að auka mælingar til að skilja enn frekar samspil vatnsforða, umhverfisþátta og veðurs. Helstu áherslur ættu að vera á rannsóknum til að geta byggt kerfislíkön fyrir allar veiturnar. Samstarf við ytri aðila er þegar hafið í mörgum tilfellum þekkingaröflunar veitnanna. Þetta samstarf er mikilvægt og má halda áfram að styrkja.

Í næsta áfanga aðlögunar OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum verða viðeigandi aðlögunarkostir nákvæmlega útlistaðir og kostnaðar- og ábatagreining gerð á þeim. Forgangsröðun aðlögunarkosta og forgangskostir verða valdir til frekari útfærslu og þar með aðgerðaáætlun aðlögunar þróuð. Skref mótuð fyrir útfærslu og framkvæmd skilgreind, þar með verður hægt að hefja frekari innleiðingu.

