



Landsvirkjun

LV-2019-076

# Umhverfi og samfélag á Þjórsár-og Tungnaárvæði í kjölfar orkuvinnslu





## Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2019-076

Dags: Desember 2019

Fjöldi síðna: 119

Upplag:  
Rafrænt

Dreifing:

- Birt á vef LV  
 Opin  
 Takmörkuð til

Titill: Umhverfi og samfélag á Þjórsár- og Tungnaárvæði í kjölfar orkuvinnslu

Höfundar/fyrirtæki: Hugrún Gunnarsdóttir, Einar Jónsson, Margrét Traustadóttir, Áki Thoroddsen /Verkís.

Verkefnisstjóri: Ragnheiður Ólafsdóttir

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: \_\_\_\_\_

Útdráttur: Uppbygging orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði hófst árið 1969, með byggingu Búrfellsstöðvar, og hefur hún staðið yfir nær óslitið síðan. Í skýrslunni er samantekt á umhverfis- og samfélagsáhrifum orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu, byggt á fyrirliggjandi sérfræðiskýrslum. Gefið er yfirlit yfir staðhætti, umhverfi og skipulag, vernduð svæði svo og náttúruog menningarminjar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Einnig er yfirlit yfir framkvæmdasögu virkjana og veitna á svæðinu frá upphafi til dagsins í dag. Í skýrslunni er fjallað um stöðu og þróun og áhrif orkuvinnslu á 10 umhverfisþætti en þeir eru loftslag, jarðminjar, vatnafar, rof og setmyndun, landgræðsla og skógrækt, vatnalíf, fuglar og önnur dýr, náttúruvá, ásýnd og samfélag.

Lykilorð: Þjórsár- og Tungnaárvæði, vatnasvið, virkjanir, umhverfisþættir, áhrif.

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra  
Landsvirkjunar

*Ragnheiður Ólafsdóttir*



# Umhverfi og samfélag á Þjórsár- og Tungnaárvæði í kjölfar orkuvinnslu







|                      |  |
|----------------------|--|
| VERKNÚMER: 05126-006 | DREIFING:                                    |
| SKÝRSLA NR.:         | <input checked="" type="checkbox"/> OPIN     |
| DAGS.: 2019-12-15    | <input type="checkbox"/> LOKUÐ TIL           |
| BLAÐSÍÐUR:           | <input type="checkbox"/> HÁÐ LEYFI VERKKAUPA |
| UPPLAG:              |  |

HEITI SKÝRSLU:

Umhverfi og samfélag á Þjórsár- og Tungnaárvæði í kjölfar orkuvinnslu.

HÖFUNDAR:

Hugrún Gunnarsdóttir, Einar Jónsson, Margrét Traustadóttir, Áki Thoroddsen.

VERKEFNISSTJÓRI:

Hugrún Gunnarsdóttir

UNNIÐ FYRIR:

Landsvirkjun

UMSJÓN:

Ragnheiður Ólafsdóttir, Olivera Ilic.

SAMSTARFSADILAR:

GERÐ SKÝRSLU/VERKSTIG:

Til útgáfu.

ÚTDRÁTTUR:

Uppbygging orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði hófst árið 1969, með byggingu Búrfellsstöðvar, og hefur hún staðið yfir nær óslitið síðan. Í skýrslunni er samantekt á umhverfis- og samfélagsáhrifum orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu, byggt á fyrirliggjandi sérfræðiskýrslum. Gefið er yfirlit yfir staðhætti, umhverfi og skipulag, vernduð svæði svo og náttúru- og menningarminjar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Einnig er yfirlit yfir framkvæmdasögu virkjana og veitna á svæðinu frá upphafi til dagsins í dag. Í skýrslunni er fjallað um stöðu og þróun og áhrif orkuvinnslu á 10 umhverfisþætti en þeir eru loftslag, jarðminjar, vatnafar, rof og setmyndun, landgræðsla og skógrækt, vatnalíf, fuglar og önnur dýr, náttúruvá, ásýnd og samfélag.

LYKILORÐ ÍSLENSK:

Þjórsár- og Tungnaárvæði, vatnasvið, virkjanir, umhverfisþættir, áhrif.

LYKILORÐ ENSK:

Thjorsa River and Tungnaa River area, hydropower stations, environmental factors, impacts.

UNDIRSKRIFT VERKEFNISSTJÓRA:

YFIRFARIÐ AF:

EIJ, KMH,ÞG





## Samantekt

Uppbygging orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði hófst árið 1969, með byggingu Búrfellsstöðvar, og hefur hún staðið yfir nær óslitið síðan. Landsvirkjun leitast við að þekkja umhverfisáhrif starfsemi sinnar og leggur áherslu á að lágmarka þau áhrif. Stofnað var til verkefnisins *Umhverfis- og samfélagsúttekt á Þjórsárvæði* sem hófst á árinu 2014. Frá þeim tíma hefur verið unnið að samantekt á upplýsingum um umhverfis- og samfélagsmál á Þjórsár- og Tungnaárvæði.

Misáttarleg gögn liggja fyrir um áhrif einstakra virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Lög um mat á umhverfisáhrifum tóku gildi hér á Íslandi árið 1993 og fóru stjórnvöld þá að krefjast ítarlegri rannsókna á stöðu umhverfisþátta á fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum, svo og líklegum umtalsverðum áhrifum þeirra á umhverfi.

Í skýrslunni er á samantekt á umhverfis- og samfélagsáhrifum orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu, byggt á fyrirliggjandi sérfræðiskýrslum. Gefið er yfirlit yfir staðhætti, umhverfi og skipulag, vernduð svæði svo og náttúru- og menningarminjar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Einnig er yfirlit yfir framkvæmdasögu virkjana og veitna á svæðinu frá upphafi til dagsins í dag. Í skýrslunni er fjallað um stöðu og þróun og áhrif orkuvinnslu á 10 umhverfisþætti en þeir eru loftslag, jarðminjar, vatnafar, rof og setmyndun, landgræðsla og skógrækt, vatnalíf, fuglar og önnur dýr, náttúruvá, ásýnd og samfélag.

Grunnviðmið fyrir mat á áhrifum eru Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun. Heimsmarkmiðunum er ætlað að mynda jafnvægi milli þriggja stoða sjálfbærrar þróunar, þ.e. hinnar efnahagslegu, félagslegu og umhverfislegu stoðir. Auk þess er byggt á viðmiðum úr stefnu stjórnvalda í einstökum málaflokkum og lögum.

Heildarniðurstaðan í mati á áhrifum orkuvinnslu Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði er að hún styður við mörg Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna svo sem markmið nr. 7 um sjálfbæra orku, markmið 8 um sjálfbæran hagvöxt, markmið 13 um aðgerðir í loftslagsmálum og að einhverju leyti markmið 11 um sjálfbærar borgir og samfélög. Orkuvinnslan er auk þess í samræmi við fjölmörg önnur viðmið.

Helstu áhrif orkuvinnslunnar felast meðal annars í breytingum á árfarvegum, jöfnun rennslis auk breytinga á rennlisháttum og flutningi aurburðar með myndun lóna á svæðinu. Gróið land og jarðminjar hafa farið undir lón og breytingar hafa átt sér stað á vistkerfum s.s. á gróðurfari og vatnalífi. Viðamiklar landgræðslu- og skógræktaraðgerðir á svæðinu undanfarin 50 ár hafa ásamt friðun lands stuðlað að bættri gróðurþekju á stórum svæðum. Þá hafa samfélagsleg áhrif orkuvinnslunnar í heild verið mjög jákvæð og aukið mjög umsvif á svæðinu og að auki hafa virkjanir á Þjórsár- og Tungnaárvæði hafa stuðlað að uppbyggingu og yfirfærslu þekkingar, þar með talið þekkingu á náttúru landsins.



## Efnisyfirlit

|   |           |
|---|-----------|
| Samantekt.....  | ii        |
| Efnisyfirlit.....   | iii       |
| Myndaskrá .....   | iv        |
| Töfluskrá .....   | vi        |
| <b>1 Inngangur.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Aðferðir.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2 Staðhættir og umhverfi .....</b>                                 | <b>4</b>  |
| <b>2.1 Jarðfræði.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.2 Vatnafar.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.3 Lífríki.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.4 Landslag.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3 Skipulag og vernd .....</b>                                      | <b>6</b>  |
| <b>3.1 Stefna stjórnvalda á landsvísu um skipulagsmál.....</b>        | <b>6</b>  |
| 3.1.1 Landsskipulagsstefna.....                                       | 6         |
| 3.1.2 Rammaáætlun.....  | 7         |
| 3.1.3 Aðrar áætlanir á landsvísu sem marka stefnu um landnotkun ..... | 7         |
| 3.1.4 Svæðisskipulag .....  | 7         |
| 3.1.5 Aðalskipulag.....   | 7         |
| 3.1.6 Rammaskipulag.....  | 8         |
| 3.1.7 Deiliskipulag .....   | 8         |
| 3.1.8 Hverfisvernduð svæði .....                                      | 9         |
| <b>3.2 Vernduð svæði og náttúruminjar .....</b>                       | <b>9</b>  |
| 3.2.1 Þjóðgarðar .....  | 10        |
| 3.2.2 Friðlönd.....   | 10        |
| 3.2.3 Náttúruverndaráætlun.....                                       | 11        |
| 3.2.4 Aðrar mikilvægar náttúruminjar .....                            | 12        |
| 3.2.5 Víðerni.....  | 13        |
| 3.2.6 Alþjóðlegir samningar.....                                      | 13        |
| <b>3.3 Menningarminjar.....</b>                                       | <b>13</b> |
| <b>4 Framkvæmdasaga á Þjórsár- og Tungnaárvæði .....</b>              | <b>14</b> |
| <b>5 Aflstöðvar og veitur á Þjórsár- og Tungnaárvæði.....</b>         | <b>18</b> |
| <b>5.1 Aflstöðvar.....</b>  | <b>18</b> |
| 5.1.1 Búrfellsstöð 270 MW og Búrfellsstöð II 100 MW .....             | 18        |
| 5.1.2 Sultartangastöð 125 MW.....                                     | 19        |
| 5.1.3 Sigöldustöð 150 MW .....  | 21        |
| 5.1.4 Hrauneyjafossstöð 210 MW.....                                   | 22        |
| 5.1.5 Vatnsfellsstöð 90 MW.....                                       | 24        |
| 5.1.6 Búðarhálstöð 95 MW .....  | 24        |
| <b>5.2 Veitur og miðlanir .....</b>                                   | <b>25</b> |
| 5.2.1 Þórisvatnsmiðlun .....  | 25        |
| 5.2.2 Kvíslaveita .....   | 25        |
| 5.2.3 Hágöngumiðlun.....  | 27        |
| <b>6 Umhverfi og samfélag .....</b>                                   | <b>27</b> |
| <b>6.1 Loftslag .....</b>   | <b>27</b> |
| 6.1.1 Staða og þróun.....   | 28        |
| 6.1.2 Áhrif orkuvinnslu.....  | 29        |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>6.2</b>  | <b>Jarðminjar.....</b>   | <b>30</b>  |
| 6.2.1       | Staða og þróun.....  | 31         |
| 6.2.2       | Áhrif orkuvinnslu.....   | 33         |
| <b>6.3</b>  | <b>Vatnafar, rof og setmyndun.....</b>                               | <b>34</b>  |
| 6.3.1       | Staða og þróun.....  | 35         |
| 6.3.2       | Áhrif orkuvinnslu.....   | 37         |
| <b>6.4</b>  | <b>Gróður.....</b>   | <b>45</b>  |
| 6.4.1       | Staða og þróun.....  | 46         |
| 6.4.2       | Áhrif orkuvinnslu.....   | 55         |
| <b>6.5</b>  | <b>Landgræðsla og skógrækt.....</b>                                  | <b>57</b>  |
| 6.5.1       | Staða og þróun.....  | 57         |
| 6.5.2       | Áhrif orkuvinnslu.....   | 62         |
| <b>6.6</b>  | <b>Vatnalíf.....</b>   | <b>63</b>  |
| 6.6.1       | Staða og þróun.....  | 63         |
| 6.6.2       | Áhrif orkuvinnslu.....   | 64         |
| <b>6.7</b>  | <b>Fuglar og önnur dýr .....</b>                                     | <b>66</b>  |
| 6.7.1       | Staða og þróun.....  | 66         |
| 6.7.2       | Áhrif orkuvinnslu.....   | 69         |
| <b>6.8</b>  | <b>Náttúruvá .....</b>   | <b>70</b>  |
| 6.8.1       | Staða og þróun.....  | 70         |
| 6.8.2       | Áhrif orkuvinnslu.....   | 74         |
| <b>6.9</b>  | <b>Ásýnd.....</b>  | <b>75</b>  |
| 6.9.1       | Staða og þróun.....  | 76         |
| 6.9.2       | Áhrif orkuvinnslu.....   | 76         |
| <b>6.10</b> | <b>Samfélag.....</b>   | <b>79</b>  |
| 6.10.1      | Staða og þróun.....  | 79         |
| 6.10.2      | Áhrif orkuvinnslu.....   | 84         |
| <b>7</b>    | <b>Samantekt áhrifa orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði .....</b> | <b>89</b>  |
| 7.1         | <b>Skipulag og vernd .....</b>                                       | <b>89</b>  |
| 7.2         | <b>Helstu áhrif orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði.....</b>      | <b>89</b>  |
| <b>8</b>    | <b>Heimildir.....</b>  | <b>96</b>  |
|             | <b>Viðaukar.....</b>   | <b>101</b> |

## Myndaskrá

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Mynd 1.1 | Vatnasvið Þjórsár og Tungnaár, aflstöðvar og helstu lón. ....  | 3  |
| Mynd 3.1 | Vatnasvið Þjórsár- og Tungnaár er innan tíu sveitarfélaga samkvæmt greiningu á stöðu skipulagsmála. Sveitarfélagsmörk eru samkvæmt LMI. Aflstöðvar eru merktar með rauðum punkti.8 |    |
| Mynd 3.2 | Hverfisvernduð svæði á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár.....  | 9  |
| Mynd 3.3 | Friðlýst svæði og svæði á Náttúruminjaskrá innan og utan vatnasviðs Þjórsár og Tungnaár. Gögn eru frá Umhverfisstofnun. ....   | 11 |
| Mynd 4.1 | Yfirlit yfir aflstöðvar, veitur og lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Aflstöðvar merktar með rauðum punkti. ....   | 15 |
| Mynd 4.2 | Tímaás aflstöðva, miðlana og veitna Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði. ....  | 16 |
| Mynd 4.3 | Aflstöðvar, veitur og lón og önnur mannvirki Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Kort er frá Landsvirkjun. ....   | 17 |
| Mynd 5.1 | Yfirlitsmynd af Búrfellsstöð, Bjarnalóni og Þjórsá. Aflstöðvar eru merktar með rauðum punkti.18  |    |
| Mynd 5.2 | Horft frá Sámsstaðamúla yfir Búrfellsstöð, Fossá og Þjórsá í bakgrunni. ....   | 19 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Mynd 5.3  | Frárennslisskurður Búrfellstöðvar II og Bjarnalón fyrir miðri mynd. Mynd er frá Landsvirkjun. ....  | 19 |
| Mynd 5.4  | Þjórsá, Sultartangastöð, Búðarhálsstöð og Hrauneyjafosstöð auk Sultartangalóns og Sporðöldulóns. Aflstöðvar eru merktar með rauðum punkti.....  | 20 |
| Mynd 5.5  | Horft frá Sultartangavirkjun til suðausturs í átt að Heklu (Ljósmyndari Rafn Sigurbjörnsson). ....  | 21 |
| Mynd 5.6  | Hrauneyjafosstöð, Sigöldustöð og Vatnsfellsstöð auk Hrauneyjalóns og Krókslóns. Aflstöðvar eru merktar með rauðum punkti.....   | 22 |
| Mynd 5.7  | Sigöldustöð 150 MW (Ljósmyndari Rafn Sigurbjörnsson). ....  | 23 |
| Mynd 5.8  | Hrauneyjafosstöð 210 MW (Ljósmyndari Rafn Sigurbjörnsson).....  | 23 |
| Mynd 5.9  | Vatnsfellsstöð 90 MW (Ljósmyndari Rafn Sigurbjörnsson 2007).....  | 24 |
| Mynd 5.10 | Búðarhálsstöð 95 MW (Ljósmynd er frá Landsvirkjun). ....  | 25 |
| Mynd 5.11 | Þórisvatn og Þórisvatnsmiðlun (Ljósmyndari Emil Þór Sigurðsson). ....   | 26 |
| Mynd 5.12 | Kvíslaveita. Stóraverslón og Svartárskurður í forgrunni og Kvíslavatn fyrir miðri mynd (Ljósmyndari Emil Þór Sigurðsson).....   | 26 |
| Mynd 5.13 | Hágöngumiðlun, Hágöngulón og Kaldakvísl í forgrunni (Ljósmynd er frá Landsvirkjun). ....  | 27 |
| Mynd 6.1  | Hlutfallsleg losun metans og koldíoxíðs á tímabilinu 2016-2018 (tonn CO <sub>2</sub> -ígildi). Upplýsingar eru frá Landsvirkjun. ....   | 30 |
| Mynd 6.2  | Helstu jarðminjasvæði með heilstæðum myndunum á vatnasviði virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði samkvæmt skýrslu Náttúrufræðistofnunar frá árinu 2017.....   | 32 |
| Mynd 6.3  | Helstu jarðminjastaðir á vatnasviði virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði samkvæmt skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2017.....  | 33 |
| Mynd 6.4  | Vatnasvið Þjórsár, Tungnaár og Köldukvíslar og staðsetning helstu vatnhæðarmæla. ....   | 36 |
| Mynd 6.5  | Vatnasvið Þjórsár og Tungnaár, árfarvegir og lón (2017). Árfarvegir með jökulvatni eru brúnleitir, farvegir með bergvatni bláir og manngerðir farvegir eru rauðir.....  | 38 |
| Mynd 6.6  | Dagsmeðalrennsli (m <sup>3</sup> /s) Þjórsár við Krók 1958-2015. Rautt sýnir óvenjulágt rennsli. Blátt sýnir hárennslispúlva. Dökkgrænt sýnir meðal-lágrennsli. Skærgrænt sýnir lítil flóð. Appelsínugult sýnir stór flóð. Gögn eru úr skýrslu Hafrannsóknastofnunar.....   | 40 |
| Mynd 6.7  | Dagsmeðalrennsli (m <sup>3</sup> /s) í Þjórsá við Sandafell 1963-2015. Rautt sýnir óvenjulágt rennsli. Blátt sýnir hárennslispúlva. Dökkgrænt sýnir meðal-lágrennsli. Skærgrænt sýnir lítil flóð. Appelsínugult sýnir stór flóð. Brotnar línur sína hvenær ný lón á vatnasviðinu eru mynduð. Gögn eru úr skýrslu Hafrannsóknastofnunar..... | 41 |
| Mynd 6.8  | Dagsmeðalrennsli (m <sup>3</sup> /s) Þjórsár við Dynk 1988-2015. Rautt sýnir óvenjulágt rennsli. Blátt sýnir hárennslispúlva. Dökkgrænt sýnir meðal-lágrennsli. Skærgrænt sýnir lítil flóð. Appelsínugult sýnir stór flóð. Gögn eru úr skýrslu Hafrannsóknastofnunar.....   | 42 |
| Mynd 6.9  | Áhrifasvæði leka úr lónum á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Upplýsingar eru úr skýrslu Vatnaskila. <sup>59</sup> .....  | 43 |
| Mynd 6.10 | Reiknaður meðalframburður svifaus (kg/s) í Þjórsá við Krók.....   | 44 |
| Mynd 6.11 | Gróðurkort af hluta vatnasviðs Þjórsár og Tungnaár. Kortið sýnir gróðurlendi á svæðinu. Blá lína sýnir afmörkun vatnasviðsins (Byggt á gögnum frá NÍ). ....   | 47 |
| Mynd 6.12 | Meðalhiti í júlí og ársmeðalhiti við Búrfell fyrir tímabilið 1970-2018. Gögn eru úr skýrslu NÍ. ....  | 48 |
| Mynd 6.13 | Lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði, ofan Búrfells. Afmörkuð eru lónasvæði 1, 2 og 3, en þar er miðað við að ná utan um gróður í nágrenni lóna.....   | 48 |
| Mynd 6.14 | Gróðurfar og gróðurlendi við Sultartangalón, Sporðöldulón, Hrauneyjalón, Krókslón og Vatnsfellslón. ....  | 50 |
| Mynd 6.15 | Gróðurfar og gróðurlendi við Þórisvatn og Sauðafellslón. ....   | 51 |
| Mynd 6.16 | Gróðurfar og gróðurlendi við Stóraverslón, Kvíslavatn, Eyvindarverslón, Hreysislón og Þjórsárlón.....   | 52 |
| Mynd 6.17 | Vistgerðakort af vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár. Gögn eru frá Náttúrufræðistofnun Íslands. <sup>54</sup>   |    |

|  |    |
|--|----|
| Mynd 6.18 Athugunarsvæði afmarkast af vatnasviði Þjórsár, Köldukvíslár og Tungnaár (rauð lína). Áherslusvæði um aðgerðir í landgræðslu og skógrækt er afmarkað með gulri brotalinu. .58  |    |
| Mynd 6.19 Landgræðslu- og skógræktarsvæði á vegum Landsvirkjunar innan áherslusvæðis á tímabilinu 1977-1986, 1987-1996 og 1997-2006. Landgræðslusvæði eru auðkennd með gulbrúnum lit og skógræktarsvæði í grænum lit. Gögn eru frá NÍ.....   | 60 |
| Mynd 6.20 Á efri myndinni eru sýnd landgræðslu- og skógræktarsvæði á vegum Landsvirkjunar innan áherslusvæðis á tímabilinu 2007-2018. Neðri myndin sýnir svæði þar sem aðgerðarár er óþekkt. Landgræðslusvæði eru auðkennd með gulbrúnum lit og skógræktarsvæði í grænum lit. Gögn eru frá NÍ..... | 61 |
| Mynd 6.21 Á myndinni má sjá heildar landgræðslu- og skógræktarsvæði á vegum Landsvirkjunar á tímabilinu 1977-2018. Landgræðslusvæði eru auðkennd með gulbrúnum lit og skógræktarsvæði í grænum lit. Gögn eru frá NÍ. ....  | 62 |
| Mynd 6.22 Heiðagæsir á flugi. Ljósmyndari Arnór Þ. Sigfússon.....  | 67 |
| Mynd 6.23 Vatnasvið Þjórsár við Urriðafoss er afmarkað með þykkri blárrí línu. Sjá má afstöðu jökla og eldstöðvakerfa innan og í nálægð við vatnasviðið og nútímahraun eru auðkennd með bleikum lit. ....  | 72 |
| Mynd 6.24 Búrfellsstöð. Ljósmyndari Sigfús Pétursson. ....   | 77 |
| Mynd 6.25 Fjölmennari sveitarfélög Árnassýslu, þróun íbúafjölda 1901-2018, miðað við sveitarfélagaskipan 2018. Heimild: Hagstofa Íslands, 2018.....  | 80 |
| Mynd 6.26 Fámennari og dreifbýlli sveitarfélög Árnassýslu, þróun íbúafjölda 1901-2018, miðað við sveitarfélagaskipan 2018. Heimild: Hagstofa Íslands, 2018.....  | 81 |
| Mynd 6.27 Rangárvallasýsla, íbúapróun 1901-2018 miðað við sveitarfélagaskipan 2018. Hagstofa Íslands, 2018. ....   | 82 |
| Mynd 6.28 Fjöldi ársverka í Ársnes- og Rangárvallasýslum 1963-1990. Heimild: Hagstofa Íslands 1997. ....   | 83 |

## Töfluskrá

|  |    |
|--|----|
| Tafla 3.1 Aðrar mikilvægar náttúruminjar á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár.....   | 12 |
| Tafla 4.1 Yfirlit yfir aflstöðvar, miðlanir, veitur og lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði.....  | 14 |
| Tafla 6.1 Losun metans frá lónum Landsvirkjunar á árinu 2018. ....   | 29 |
| Tafla 6.2 Flatarmál (km <sup>2</sup> ) og hlutfall (%) gróðursamfélaga, gróðurlenda og landgerða lítt gróins og ógróins lands á lónasvæðum 1, 2 og 3. .... | 49 |
| Tafla 6.3 Yfirlit yfir flatarmál og hlutfall gróins og ógróins lands sem fór undir lón á þremur lónasvæðum. ....   | 55 |
| Tafla 6.4 Landgræðslu- og skógræktarsvæði á vegum Landsvirkjunar í tímabilinu 1977 til 2018, skv. landupplýsingaþekjum aðgerðaraðila. ....                 | 59 |

## 1 Inngangur

Uppbygging orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði hófst árið 1969 með byggingu Búrfellsstöðvar og hefur hún staðið yfir nær óslitið síðan. Landsvirkjun rekur nú sjö aflstöðvar auk miðlunarlóna og veitna á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Aflstöðvarnar eru Búrfellsstöð og Búrfellsstöð II, Sigöldustöð, Hrauneyjafosstöð, Sultartangastöð, Vatnsfellsstöð og Búðarhálsstöð. Miðlanir og veitur eru Þórisvatnsmiðlun, Sauðafellsveita, Kvíslaveita og Hágöngumiðlun, sjá Mynd 1.1.

Landsvirkjun leitast við að þekkja umhverfisáhrif starfsemi sinnar og leggur áherslu á að lágmarka þau áhrif. Fyrirtækið starfar eftir vottuðu umhverfisstjórnunarkerfi samkvæmt ISO 14001 en nýtir jafnframt alþjóðlegan matslykli um sjálfbæra orkuvinnslu með vatnsaflí, *Hydropower Sustainability Assessment Protocol* (HSAP).<sup>1</sup> Lögð er áhersla á að hafa heildstæða yfirsýn yfir umhverfi og samfélag ásamt því að hafa skýra mynd af því hvernig umhverfi og samfélag hafa þróast samhliða orkuvinnslu.

Í framhaldi af úttekt á sjálfbærni Blöndustöðvar<sup>2</sup> var stofnað til verkefnisins *Umhverfis- og samfélagsúttekt á Þjórsárvæði* sem hófst á árinu 2014. Frá þeim tíma hefur verið unnið að samantekt á upplýsingum um umhverfis- og samfélagsmál á Þjórsár- og Tungnaárvæði.

Megin þættir verkefnisins fólust í að:

- Safna saman heimildum og fá yfirlit yfir rannsóknir og gögn um umhverfi svæðisins, frá upphafi orkuvinnslu til dagsins í dag.
- Meta heildstætt áhrif orkuvinnslunnar á þróun ákveðinna umhverfisþátta t.d. vatnafar, gróður, fuglalíf o.s.frv. auk samfélags.
- Greina þá þætti sem hægt er að læra af og færa til betri vegar.

Lög um mat á umhverfisáhrifum tóku gildi hér á Íslandi árið 1993 og fóru stjórnvöld þá að krefjast ítarlegri rannsókna á stöðu umhverfisþátta á fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum, svo og líklegum umtalsverðum áhrifum þeirra á umhverfið. Af því leiðir að misítarleg gögn eru til um áhrif einstakra virkjana á svæðinu, það eru einungis Sultartangavirkjun, Vatnsfellsvirkjun og Búðarhálsvirkjun sem farið hafa í gegnum ferli mats á umhverfisáhrifum. Búrfellsstöð II var tekin í notkun árið 2018 en niðurstaða Skipulagsstofnunar var að framkvæmdin væri ekki líkleg til að hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif og því ekki háð mati á umhverfisáhrifum.

Í skýrslunni eru settar fram niðurstöður á samantekt á umhverfis- og samfélagsáhrifum virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu, byggt á fyrirliggjandi gögnum. Gefið er yfirlit yfir staðhætti, umhverfi og skipulag á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu, auk verndaðra svæða og náttúru- og menningarmínja. Einnig er yfirlit yfir framkvæmdasögu virkjana og veitna á svæðinu frá upphafi til dagsins í dag. Tekið er saman yfirlit um stöðu og þróun umhverfisþátta og samfélags innan vatnasviðs Þjórsár og Tungnaár og sett fram mat á áhrifum orkuvinnslu byggt á fyrirliggjandi sérfræðiskýrslum.

### 1.1 Aðferðir

Í upphafi var leitað heimilda og gagna um umhverfi og samfélag á Þjórsár- og Tungnaárvæði í bókasafnskerfi Landsvirkjunar og geta má nærri að farið hafi verið í gegnum 2.000-3.000 heimildir. Heimildaleit miðaði að því að dregnar yrðu saman upplýsingar um fyrirliggjandi rannsóknir og gögn er nýst gætu við gerð sérfræðiskýrslna um einstaka umhverfisþætti auk samfélags. Við vinsun umhverfis- og samfélagsþátta var tekið mið af leiðbeiningum við ferli mats á umhverfisáhrifum framkvæmda og kröfum sem settar eru fram í HSAP matslykli um sjálfbærni virkjana. Í framhaldi voru skilgreindir 16 umhverfis- og samfélagsþættir; loftslag, jarðmyndanir, vatnafar, gróður, landgræðsla og skógrækt, vatnalíf, fuglar, spendýr, rof, setmyndun, náttúruvá, náttúrumínjar, fornleifar, ásynd, hljóðvist og samfélag. Fyrir hvern þátt voru heimildir flokkaðar niður á einstök svæði, en Þjórsár- og

<sup>1</sup> International Hydropower Association. 2012. Hydropower Sustainability Assessment Protocol.

<sup>2</sup> Hydropower Sustainability Assessment Protocol. 2013. Official Assessment. Landsvirkjun. Blanda Power Station. Iceland. Final.

Tungnaárvæðinu var skipt upp í 9 undirsvæði og tók svæðisskipting mið af vatnasviðum einstakra aflstöðva. Tekin voru saman minnisblöð fyrir hvern efnisflokk sem aðgengileg eru í skýrslu Landsvirkjunar frá árinu 2017.<sup>3</sup>

Í framhaldi voru unnar 11 sérfræðiskýrslur um valda umhverfisþætti auk samfélagsþáttar. Í viðauka 1 er yfirlit yfir þau minnisblöð og sérfræðiskýrslur sem tekin voru saman vegna verkefnisins. Í sérfræðiskýrslunum er gerð grein fyrir stöðu þekkingar og þróun hvers þáttar og lagt mat á áhrif orkuvinnslunnar.

Í þessari skýrslu er dregnar saman megin niðurstöður og gerð samantekt úr ofangreindum sérfræðiskýrslum, en einnig er vitnað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega. Niðurstöðum greiningar á áhrifum er lýst í texta og eftir því sem við á á kortum og myndum, en ekki er metið vægi áhrifa eða gefin vægiseinkunn eins og í mati á umhverfisáhrifum framkvæmda. Grunnviðmið fyrir mat á áhrifum orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu á umhverfi og samfélag eru Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun. Heimsmarkmiðin eru samþætt og er ætlað að mynda jafnvægi milli þriggja stöða sjálfbærrar þróunar, þ.e. hinnar efnahagslegu, félagslegu og umhverfislegu stöðir. Í mati á áhrifum orkuvinnslunnar er unnið með Heimsmarkmið nr. 7 „Sjálfbær orka“, 8 „Góð atvinna og hagvöxtur“, 9 „Nýsköpun og uppbygging“, 11 „Sjálfbærar borgir og samfélög“, 13 „Aðgerðir í loftlagsmálum“ og 15 „Líf á landi“. Auk þess eru viðmið í stefnu stjórnvalda í einstökum málaflokkum og lögum.

---

<sup>3</sup> Hugrún Gunnarsdóttir. 2017. Samantekt umhverfis- og samfélagsmála á Þjórsárvæði. Minnisblöð efnisflokka. Skýrsla unnin af Verkis fyrir Landsvirkjun. LV-2017-071.





## 2 Staðhættir og umhverfi

Í kaflanum er greint frá almennum staðhættum á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Svæðið tekur til vatnasviðs Þjórsár og Tungnaár og meginhluti þess er á miðhálandinu. Í grófum dráttum afmarkast hálandishlutinn af Torfajökli, Tungnaárfjöllum og Grímsvötnum í austri, Bárðarbungu, Tungnafellsjökli og Laugafelli í norðri og hábungu Hofsjökuls, Kerlingafjöllum, Flóamannafjöllum og Heljarkinn í vestri. Á láglandi afmarkast svæðið við belti meðfram farvegi Þjórsár þar sem hún rennur fram með Búrfelli og niður Suðurlandsundirlendið til sjávar, sjá Mynd 1.1.

### 2.1 Jarðfræði

Þjórsár- og Tungnaárvæðið er á syðri hluta austur gosbeltisins og í nálægð við virkar eldstöðvar, svo sem Grímsvötn og Bárðarbungu. Innan svæðisins er hluti Vatnajökuls og Hofsjökuls og þar eiga Tungnaá og Þjórsá upptök sín. Elsti hluti berggrunnins er Hreppamyndunin sem er samheiti yfir elsta hluta berggrunnins á Suðurlandi. Á hálandishluta svæðisins má finna fjölbreyttar jarðminjar, svo sem gíga og hraun frá nútíma, jarðmyndanir frá hlýskeiðum og jökulskeiðum ísaldar, jökulmenjar frá síðjökultíma og fossa. Auk þess eru ummerki um virka jarðfræðilega ferla á nútíma. Á Torfajökulsvæðinu er t.d. stærsta og öflugasta háhitasvæði landsins með bæði vatnshverum og gufuhverum. Veiðivötn eru dæmi um svæði þar sem eldgos hefur umturnað landslagi og gróðurfari á sögulegum tíma og eru þau núna hulin hraunum og svörtum eyðisöndum.

Á láglandi fer Þjórsá um Þjórsárhraunið sem kom upp í eldstöðvum í nágrenni Veiðivatna fyrir um 8.700 árum. Áin hefur grafið sig í gegnum hraunið á köflum og við Urriðafoss rennur hún á berggrunni frá ísöld. Urriðafoss er neðsti foss Þjórsár og vatnsmesti foss landsins.

### 2.2 Vatnafar

Þjórsá er lengsta vatnsfall á Íslandi, alls um 230 km en vatnasvið hennar er 7.665 km<sup>2</sup>. Ofan Sultartanga skiptist vatnasviðið í þrennt, þ.e. Efri-Þjórsá, Köldukvísl og Tungnaá. Neðan við Sultartanga sameinast þessi vatnsföll og renna saman til sjávar. Þjórsá dregur til sín vatn af landssvæðinu á milli Vatnajökuls og Hofsjökuls. Áin er blanda af jökulá, dragá og lindá. Jökulvatn kemur frá Hofsjökli í farvegi Efri-Þjórsár og frá Vatnajökli í farvegum Tungnaár og Köldukvíslar. Helstu dragár sem falla til Þjórsár ofan Sultartanga eru Innri- og Ytri Skúmstungnaár, Geldingaá, Dalsá, Miklilækur, Hnífá, Blautakvísl og Múlakvísl en neðan Búrfells eru það Fossá, Sandá, Þverá, Minnivallalækur og Kálfá. Lindarvatn streymir víða inn í ár og vötn á vatnasviðinu, einkum þar sem berggrunnurinn er ungur og grunnvatnsstaða há. Lindarvatn flæðir t.d. fram við jaðra Þjórsárhrauns. Vatnasvið Þjórsár liggur hæst í austanverðum Hofsjökli, í um 850 m.y.s.

Tungnaá á upptök sín í vestanverðum Vatnajökli og er vatnasvið hennar hæst í um 890 m h.y.s. Farvegurinn árinna er 126 km langur. Til Tungnaár falla árnar Vatnakvísl, Jökulgilkvísl og Jökuldalskvísl. Tungnaá og Efri-Þjórsá sameinast í um 300 m h.y.s. í Sultartangalóni. Kaldakvísl og Sveðja koma úr vestanverðum Vatnajökli og renna í Hágöngulón, þar sem vatni er safnað og miðlað neðar á vatnasviðið þegar rennsli á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár minnkar á haustin.

### 2.3 Lífríki

Yfirborð lands á hálandishluta Þjórsár- og Tungnaárvæðinu einkennist einkum af söndum og melum þar sem gróðurhula er ósamfelld. Helstu landgerðir eru melar, vikrar og hraun en dæmi um gróðurlendi eru gamburmosapembugróður. Á þeim stöðum þar sem gróðurþekjan er nokkuð samfelld (t.d. vestan Þjórsár) eru ríkjandi gróðurlendi gamburmosagróður, mýrlendi, starmói og lyngmói. Samfelldur gróður er yfirleitt bundinn við ár og í rökum lægðum eða votlendi. Í Þjórsárverum hefur varðveist ein

víðáttumesta gróðurvin á miðhálandi Íslands og nýtur svæðið verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd og er Ramsarsvæði.<sup>4</sup>

Tíð gos hafa haft í för með sér gróður- og jarðvegseyðingu og uppsöfnun á sandi eins og í Þjórsárdal, austan Þjórsár og á Veiðivatnasvæðinu. Þessi svæði hafa verið flokkuð sem óstöðug eða mjög óstöðug sandsvæði þar sem sandfok og uppfok er títt. Umfangsmiklar landgræðslu- og skógræktaraðgerðir hafa átt sér stað á jaðri hálandisins og niður í byggð. Þar má nú víða sjá uppgrætt land með grösom og þursaskeggsmóa, en einnig birkiskóga og kjarr t.d. við Búrfell og í Þjórsárdal. Þegar kemur niður á Suðurlandsundirlendið eru land almennt vel gróið.

Á miðhálandinu eru fuglar, húsdýr, minkur, hagamýs og refur. Fuglalíf á hálandinu er fjölbreytt og í Þjórsárverum er stórt varp heiðagæsa. Í Þjórsá lifa allar tegundir ferskvatnsfiska, lax, urriði, bleikja, hornsíli, flundra og áll. Laxastofn Þjórsár er sterkur og er Þjórsá neðan Búrfells gjöful laxveiðiá. Í mörgum vötnum er bleikja, urriði og hornsíli.

## 2.4 Landslag

Landslag á hálandishluta Þjórsár- og Tungnaárvæðisins er opið og einkennist einkum af söndum og melum og ummerkjum eftir eldvirkni. Gróðurhula er almennt ósamfelld, lítt grónar auðnir með einangruðum gróðurvinjum sem oftast liggja í lægðum í landinu og þar sem vatnsstaða er há og stöðug. Svæðið er óbyggt og stór hluti þess hefur náttúrulegt yfirbragð<sup>5</sup>, þrátt fyrir að þar séu aflstöðvar, lón, veitur og miðlanir. Mannvirki tengd ferðapjónustu og útivist eru fá og dreifð, en vegslóðar eru víða sýnilegir.

Landslagið einkennist almennt af sterkum en einföldum formum en upp úr þeim rísa hryggir, stapar, öldur og jöklar. Það getur virst fremur einsleitt á stórum svæðum en rennandi vatn og grænir gróðurblettir mynda sterka andstæðu við þurrar auðnir. Landið er oftast dökkt og áferð ýmist slétt og einsleit (t.d. á Sprengisandi) eða mjög gróft yfirborð með úfin hraun (t.d. í Veiðivötnum) og urðir. Þegar hærra dregur og inn til miðhálandisins verður mikið víðsýni þar sem fjöll afmarka fjarlægán sjóndeildarhring.<sup>6</sup>

Á mörkum hálandis og Suðurlandsundirlendisins setja fell og ásar svip sinn á landslagið. Undirlendið á bökkum Þjórsár hvílir á Þjórsáhrauni og er almennt flatlent og grösugt<sup>7</sup>. Í Þjórsárdal eru merkar fornleifar og unnið er að friðlýsingu svæðisins sem búsetulandslag<sup>8</sup>.

<sup>4</sup> Umhverfisstofnun. 2019. Þjórsárver; Friðlýsing Þjórsárvera. Sótt 13. júní 2019 af <https://www.ust.is/>.

<sup>5</sup> Rannveig Ólafsdóttir o.fl. 2015. Áhrif vindmylla í Búrfellslundi á ferðapjónustu og íbúa. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2015-072.

<sup>6</sup> Þóra Ellen Þórhallsdóttir Þorvarður Árnason o.fl. 2010. Íslenskt landslag; Sjónræn einkenni, flokkun og mat á fjölbreytni. Unnið fyrir Orkustofnun vegna Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma.

<sup>7</sup> Skeiða- og Gnúpverjahreppur. 2006. Aðalskipulag Skeiða- og Gnúpverjahrepps 2004-2016; Stefnumörkun og skipulag. Sótt 13. júní 2019 af <http://www.skipulag.is/>.

<sup>8</sup> Minjastofnun 2019. Þjórsárdalur - friðlýsing búsetulandslags. Sótt 12. ágúst 2019 af <http://www.minjastofnun.is/media/skiol-i-grein/Thjorsardalur-friðlysing-busetulandslags.pdf>

### 3 Skipulag og vernd

Í skýrslu Verkís um greiningu á stöðu skipulagsmála á Þjórsár- og Tungnaárvæði frá árinu 2017 er fjallað um skipulagsmál og vernd á svæðinu með áherslu á núverandi vatnsaflsstöðvar.<sup>9</sup> Í þessum kafla er byggt á niðurstöðum skýrslunnar, en eftir atvikum vísað til undirliggjandi heimilda þar sem það á við.

Vatnasvið Þjórsár og Tungnaár liggur að einhverju leyti innan tíu sveitarfélaga þ.e. Ásahrepps, Rangárþings ytra, Skeiða- og Gnúpverjahrepps, Flóahrepps, Hrunamannahrepps, Bláskógabyggðar, Akrahrepps, Eyjafjarðarsveitar, Þingeyjarsveitar og Skaftárhrepps. Hins vegar eru aflsstöðvar Landsvirkjunar og lón aðeins innan þriggja sveitarfélaga, þ.e. Ásahrepps, Rangárþings ytra og Skeiða- og Gnúpverjahrepps, sjá Mynd 3.1.

#### 3.1 Stefna stjórnvalda á landsvísu um skipulagsmál

##### 3.1.1 Landsskipulagsstefna

Stefna ríkisins um skipulagsmál er sett fram í landskipulagsstefnu. Samkvæmt skipulagslögum skulu sveitarfélög byggja á landsskipulagsstefnu við gerð aðal- og svæðisskipulags og taka mið af henni við gerð nýrra skipulagsáætlana eða breytinga á þeim. Auk þess að vera framfylgt í skipulagsáætlunum sveitarfélaga, hefur landsskipulagsstefna einnig áhrif á áætlanir stjórnvalda í einstökum málaflokkum sem varða landnotkun og byggðaþróun. Tvö af fjórum viðfangsefnum Landsskipulagsstefnu 2015-2026 varða beint skipulagsmál á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár, þ.e. skipulag á miðhálandi Íslands og skipulag í dreifbýli.

##### *Skipulag á miðhálandi*

Vatnasvið Þjórsár- og Tungnaár er að miklu leyti innan þess svæðis sem skilgreint er sem miðhálandi í landsskipulagsstefnu. Yfirmarkmið stefnu fyrir miðhálandið er að „*Staðinn verði vörður um náttúru og landslag miðhálandisins vegna náttúruverndargildis og mikilvægis fyrir útivist. Uppbygging innviða á miðhálandinu taki mið af sérstöðu þess*“. Auk þess er markmið í stefnunni sem talar beint til orkuvinnslu á miðhálandinu en þar segir; „*Orkulindir á miðhálandinu verði nýttar með sjálfbærni og umhverfisvernd að leiðarljósi, sérstaklega með tilliti til verndunar víðerna*“. Því er jafnframt beint til skipulagsgerðar sveitarfélaga að meiriháttar mannvirkjagerð verði beint að stöðum sem rýra ekki víðerni eða landslagsheildir hálandisins. Auk þess er mælt til að við umhverfismat verndar- og orkunýtingaráætlunar verði metin samlegðaráhrif virkjunarkosta á víðerni og náttúru hálandisins. Lagt verði mat á áhrif orkuflutningsmannvirkja og samlegðaráhrif nýrra virkjunarkosta og annarra mannvirkja sem fyrir eru eða þegar ákveðin.

Fimm aflstöðvar Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði, þ.e. Sultartangastöð, Búðarhálsstöð, Sigöldustöð, Hrauneyjafossstöð og Vatnsfellsstöð eru innan miðhálandismarka í gildandi landsskipulagsstefnu. Það eru eingöngu Búrfellsstöðvar sem eru utan hins skilgreinda svæðis.

##### *Skipulag í dreifbýli*

Landsskipulagsstefna um skipulag í dreifbýli á við þann hluta vatnasviðs Þjórsár- og Tungnaár sem er utan miðhálandisins. Yfirmarkmið stefnunnar um skipulag í dreifbýli er að „*Skipulag í dreifbýli gefi kost á fjölbreyttri nýtingu lands, svo sem til ræktunar, ferðaþjónustu og útvistar, í sátt við náttúru og landslag*“. Auk þess er markmið sem talar beint til orkuvinnslu í dreifbýli en þar segir; „*Skipulag gefi kost á að nýta orkulindir í dreifbýli með sjálfbærni og umhverfisvernd að leiðarljósi. Jafnframt gefi skipulag kost á uppbyggingu flutningsmannvirkja raforku sem tryggji örugga afhendingu raforku. Mannvirki vegna orkuvinnslu og orkuflutnings falli sem best að landslagi og annarri landnotkun*“.

Það eru eingöngu Búrfellsstöðvar falla undir landsskipulagsstefnu um skipulag í dreifbýli.

<sup>9</sup> Erla B. Kristjánsdóttir. 2017. Þjórsár- og Tungnaárvæðið. Greining á stöðu skipulagsmála. Skýrsla unnin af Verkís fyrir Landsvirkjun. LV-2017-108.

### 3.1.2 Rammaáætlun

Í áætlun um vernd og orkunýtingu landsvæða, eða rammaáætlun, er mótuð stefna um hvort nýta eigi landssvæði þar sem virkjunarkosti er að finna til orkuvinnslu eða hvort ástæða sé til að friðlýsa þessi svæði eða kanna frekar. Verndar- og orkunýtingaráætlun byggir á lögum um verndar- og orkunýtingaráætlun og er bindandi við gerð skipulagsáætlana. Í áætluninni eru virkjunarkostir flokkaðir í orkunýtingarflokk, biðflokk eða verndarflokk.

Á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár og innan miðhálandisins, eru samkvæmt gildandi rammaáætlun einn virkjunarkostur í vatnsaflí í biðflokki þ.e. Skrokkölduvirkjun og þrír virkjunarkostir í verndarflokki þ.e. Tungnaárlón, Bjallavirkjun og Norðlingaölduveita. Auk þess er háhitasvæðið í Hágöngum (Hágönguvirkjun, 1. og 2. áfangi) í biðflokki og háhitasvæðið í Kerlingarfjöllum (Hverabotn, Neðri-Hveradalir, Kisubotnar og Þverfell) í verndarflokki.

Innan þess hluta vatnasviðs Þjórsár- og Tungnaár sem er neðan miðhálandislínu er samkvæmt núgildandi rammaáætlun einn virkjunarkostur í nýtingarflokki sem er Hvammsvirkjun og tveir virkjunarkostir í biðflokki, þ.e. Urriðafossvirkjun og Holtavirkjun.

### 3.1.3 Aðrar áætlanir á landsvísu sem marka stefnu um landnotkun

Auk landsskipulagsstefnu og rammaáætlunar eru fjölmörg stefnuskjöl eða áætlanir á landsvísu sem hafa áhrif á landnotkun og skipulag og líta þarf til við skipulagsgerð með tilliti til orkuvinnslu. Dæmi um það eru aðgerðaráætlun í loftslagsmálum, ferðamálaáætlun, forgangsmarkmið ríkisstjórnarinnar vegna Heimsmarkmiða Sameinuðu þjóðanna, menningarstefna í mannvirkjagerð og stefna stjórnvalda um flutningskerfi raforku. Yfirlit yfir helstu áætlanir á landsvísu sem marka stefnu um landnotkun er í viðauka 2.

### 3.1.4 Svæðisskipulag

Ekkert svæðisskipulag er í gildi á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár.

### 3.1.5 Aðalskipulag

Aðalskipulag er skipulagsáætlun fyrir eitt sveitarfélag og í því er sett fram stefna sveitarstjórnar um þróun sveitarfélagsins varðandi landnotkun, byggðapróun, byggðamynstur, samgöngu- og þjónustukerfi og umhverfismál. Í aðalskipulagi er lagður grundvöllur fyrir gerð deiliskipulags.

Vatnasvið Þjórsár- og Tungnaár nær til 10 sveitarfélaga; Ásahrepps, Rangárþings ytra, Skeiða- og Gnúpverjahrepps, Flóahrepps, Hrunamannahrepps, Bláskógabyggðar, Akrahrepps, Eyjafjarðarsveitar, Þingeyjarsveitar og Skaftárhrepps, sjá Mynd 3.1.

Aflstöðvar Landsvirkjunar sem eru sjö talsins og lón sem þeim fylgja eru innan þriggja sveitarfélaga, þ.e. Ásahrepps, Rangárþings ytra og Skeiða- og Gnúpverjahrepps. Sigöldustöð, Hrauneyjafosstöð, Vatnsfellsstöð og Búðarhálsstöð eru innan Ásahrepps, en Búrfellsstöðvar og Sultartangastöð eru innan Skeiða- og Gnúpverjahrepps. Aðalskipulagsáætlanir ofangreindra sveitarfélaga eru allar í gildi en unnið er að endurskoðun Rangárþings ytra og Skeiða- og Gnúpverjahrepps.

Í aðalskipulagsáætlunum eru almennt sett markmið fyrir virkjanir og þær skilgreindar sem iðnaðarsvæði. Á uppdráttum eru iðnaðarsvæði aflstöðvanna í flestum tilvikum sýnd með hringtákn og þá eingöngu fyrir stöðvarhúsin. Stíflur, skurðir, veitugöng og lón eru oftast sýnd með sérstökum táknum sem ekki eru skilgreind í skipulagsreglugerð. Allar gildandi aðalskipulagsáætlanir eru unnar samkvæmt þágildandi skipulags- og byggingarlögum nr. 73/1997, sem féll úr gildi með gildistöku nýrra skipulagslaga nr. 123/2010, og skipulagsreglugerð nr. 400/1998 sem féll úr gildi með nýrri skipulagsreglugerð nr. 90/2013. Ýmsar skilgreiningar er varða landnotkun hafa því breyst. Svæðin sem eru aðliggjandi núverandi aflstöðvum eru almennt skilgreind sem óbyggt svæði samkvæmt skipulagsreglugerð nr. 400/1998, að undanskildu svæðinu í nágrenni Búrfellsstöðvar.

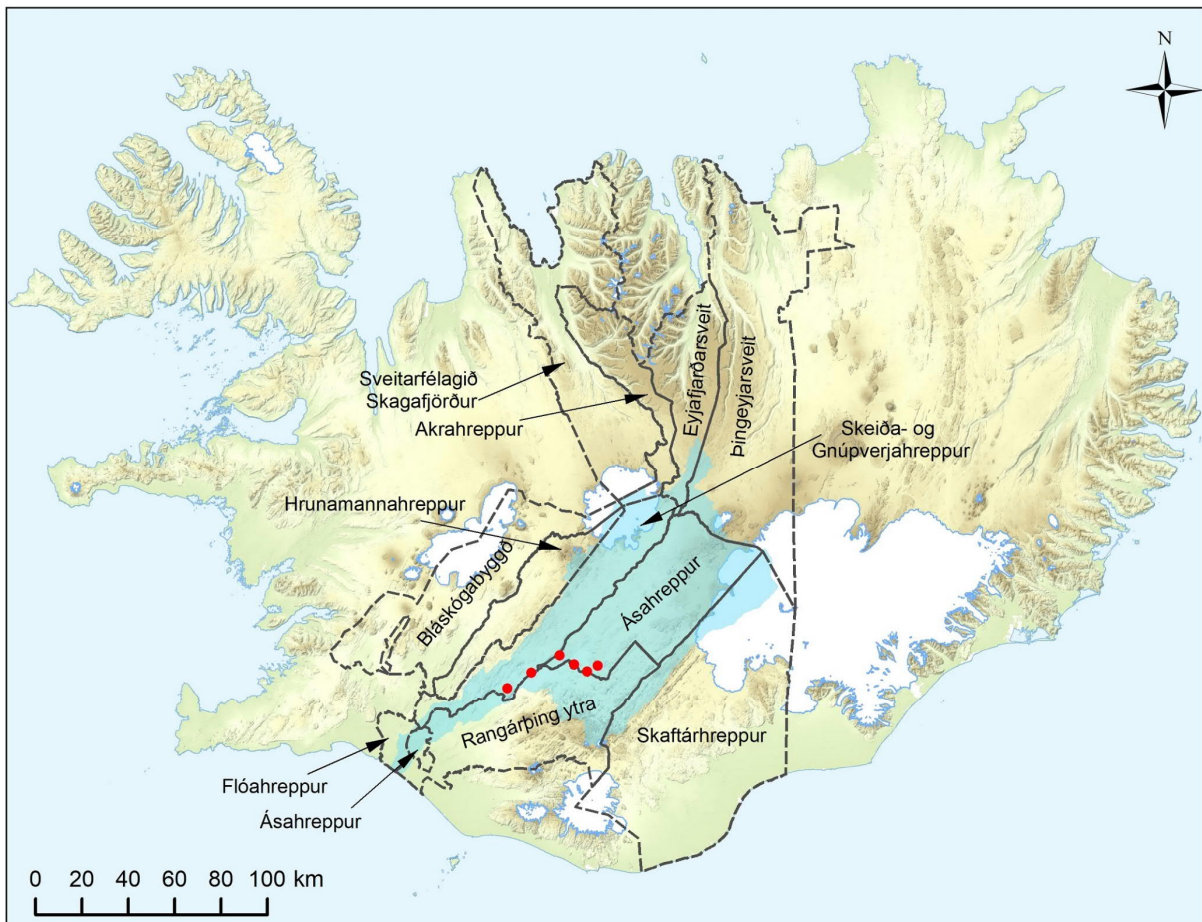
### 3.1.6 Rammaskipulag

Rammaskipulag í Þjórsárdal var samþykkt af sveitarstjórn Skeiða- og Gnúpverjahrepps í september 2014. Rammaskipulagið er ekki lögformlegt skipulag heldur er um að ræða stefnumörkun sveitarfélagsins um áherslur í ferðaþjónustu, útivist og samgöngum. Skipulagið tekur til 224 km<sup>2</sup> svæðis sem er allt innan vatnasviðs Þjórsár og Tungnaár. Helstu markmið skipulagsins eru að skilgreina fjölbreyttar göngu- og hjólaleiðir og tengja þær við svæðisbundin menningarverðmæti.

### 3.1.7 Deiliskipulag

Innan vatnasviðs Þjórsár- og Tungnaár eru tvær deiliskipulagsáætlanir í gildi sem tengjast virkjunum þ.e. Búrfellsstöð og Búðarhálsstöð. Hrauneyjafossstöð er innan deiliskipulags Búðarhálsstöðvar en engin ákvæði eru sett fyrir stöðina. Einnig er deiliskipulag í gildi fyrir vindmyllur sem eru milli Búrfellsstöðvar og Sultartangastöðvar. Fyrir liggur deiliskipulag vegna færslu bygginga fyrirhugaðrar Holtavirkjunar, en deiliskipulag liggur ekki fyrir vegna virkjunarinnar. Unnið er að gerð deiliskipulags fyrir Hvammsvirkjun. Ekkert deiliskipulag er hins vegar í gildi fyrir Vatnsfellsstöð, Sigöldustöð og Sultartangastöð.

Misjafnt er hvernig staðið er að skipulagi aflstöðvanna í skipulagsáætlunum en þar má nefna að skipulag Búrfellsstöðvar og Búðarhálsstöðvar er nokkuð skýrt, bæði á aðal- og deiliskipulagsstigi. Hins vegar er stefna um aðra landnotkun innan deiliskipulagsmarka óskýr. Heimild er til stækkunar Sigöldustöðvar og Hrauneyjafossstöðvar en ákvæði þar að lútandi eru óskýr og á það einnig við um Sultartangastöð og Vatnsfellsstöð í aðalskipulagsáætlunum. Ef til framkvæmda kemur vegna Sultartangastöðvar, Sigöldustöðvar, Hrauneyjafossstöðvar og Vatnsfellsstöðvar er líklegt að það kalli á breytingu á aðalskipulagi og gerð deiliskipulags.

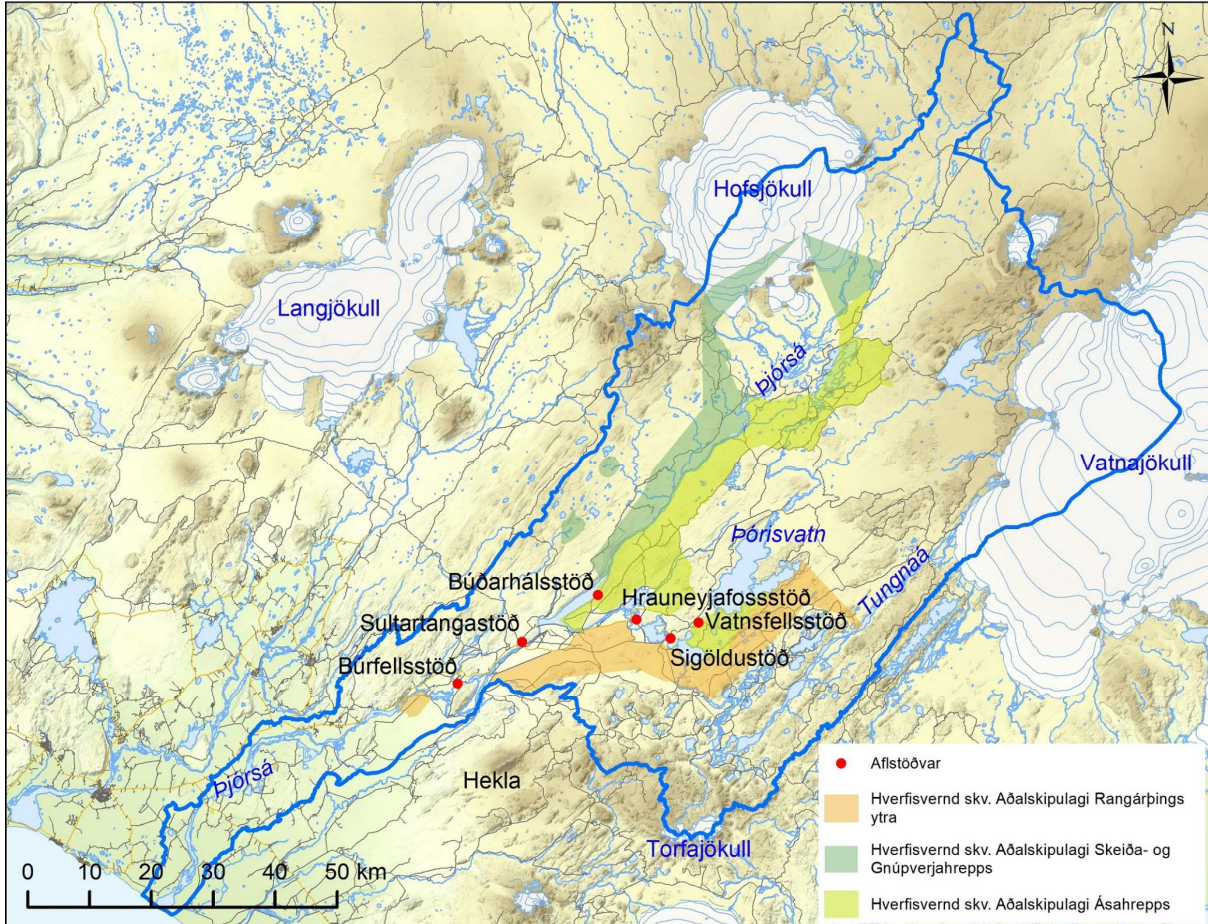


**Mynd 3.1** Vatnasvið Þjórsár- og Tungnaár er innan tíu sveitarfélaga samkvæmt greiningu á stöðu skipulagsmála. Sveitarfélagsmörk eru samkvæmt LMI. Aflstöðvar eru merktar með rauðum punkti.

### 3.1.8 Hverfisvernduð svæði

Samkvæmt skipulagslögum skal setja í skipulagsáætlun ákvæði um hverfisvernd ef talin er þörf á að vernda sérkenni eldri byggðar eða annarra menningarsögulegra minja, náttúruminja, náttúruvæðis eða gróðurs vegna sögulegs, náttúrulegs eða menningarlegs gildis. Hverfisvernd er ætlað að stuðla að jafnvægi á milli nýtingar og verndunar.

Hverfisvernd á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaárvæðinu tekur m.a. á verndun náttúruminja, fugla- og dýralífs, gróðurs, votlendis, vatnsauðlinda, sögu- og menningarminjar, auk fjölda fornminja.



Mynd 3.2 Hverfisvernduð svæði á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár.

### 3.2 Vernduð svæði og náttúruminjar

Samkvæmt lögum um náttúruvernd eru náttúruminjar skilgreindar sem „Náttúruvæðisbærir sem ákveðið hefur verið að vernda með friðlýsingu, friðun eða með öðrum hætti eða sem tekin hefur verið afstaða til að rétt sé að vernda.“

Samkvæmt áður nefndum lögum eru friðlýst svæði flokkuð í náttúrvé, óbyggð víðerni, þjóðgarða, náttúruvætti, friðlönd, landslagsverndarsvæði, náttúruminjar í hafi og fólkvanga. Náttúruminjaskrá er gefin út af ráðherra á fimm ára fresti og í henni skulu vera upplýsingar um friðlýstar náttúruminjar, náttúruminjar sem ástæða þykir til að friðlýsa samkvæmt náttúruverndaráætlun og síðan aðrar náttúruminjar sem rétt þykir að vernda.

Náttúruminjaskrá skiptist í eftirfarandi þrjú hluta:

1. A-hluti, sem er skrá yfir friðlýst svæði, friðaðar vistgerðir, vistkerfi og tegundir
2. B-hluti, sem er framkvæmdáætlun til næstu fimm ára þ.e. skrá yfir þær náttúruminjar sem Alþingi hefur ákveðið að setja í forgang um friðlýsingu og friðun á næstu 5 árum.

3. C-hluti, sem er skrá yfir aðrar mikilvægar náttúruminjar sem ástæða þykir til að friðlýsa eða friða.

Á Þjórsár- og Tungnaárvæði er að finna bæði friðlýst svæði, þjóðgarð og aðrar náttúruminjar, sjá Mynd 3.3. Þessar friðlýsu náttúruminjar er að finna á Náttúruminjaskrá.<sup>10</sup>

### 3.2.1 Þjóðgarðar

Þjóðgarðar eru ein gerð friðlýstra svæða. Skilmálar og reglur eru mismunandi og fara eftir markmiðum friðlýsingarinnar og eðli svæðisins.<sup>11</sup> Þjóðgarður eru stór náttúrusvæði sem eru lítt snortin og hafa að geyma sérstætt eða dæmigert lífríki, jarðminjar og/eða landslag.

#### **Vatnajökulsþjóðgarður**

Vatnajökulsþjóðgarður var stofnaður 2008 og nær yfir 14.141 km<sup>2</sup>. Hann er eini þjóðgarðurinn á Þjórsá- og Tungnaárvæðinu og nær hann að hluta til inná það austanvert. Vatnajökull sem er stærsti jökull Evrópu er innan þjóðgarðsins. Í þjóðgarðinum má víða sjá ummerki um eldsumbrot og fjölbreyttar jarðmyndanir.

### 3.2.2 Friðlönd

Friðland er landsvæði sem afmarkað er til að vernda tiltekna vistgerðir og búsvæði og styrkja verndun tegunda lífvera sem eru sjaldgæfar eða í hættu samkvæmt útgefnum válistum eða til að vernda lífríki sem er sérstaklega fjölbreytt eða sérstætt.

Eftirfarandi svæði flokkast sem friðlönd á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu:<sup>12</sup>

#### **Viðey í Þjórsá**

Viðey í Þjórsá var friðlýst 2011 sem friðland, með auglýsingu í Stjórnartíðindum B, nr. 850/2011. Markmið friðlýsingar er að vernda birkiskóg á eyggi ásamt því lífríki sem honum fylgir, ásamt erfðaeiginleikum og erfðafjölbreytni birkisins.<sup>13</sup> Stærð Viðeyjar er alls 0,03 km.<sup>2</sup> Hún er sérstök m.a. vegna þeirrar umgerðar sem straumbung áin veitir. Mikilvægi svæðisins felst einnig í möguleika á samanburði t.d. birkisins, sem þar hefur vaxið án teljandi áhrifa mannsins, við birki annarsstaðar í landinu. Í Viðey hafa fundist yfir 70 háplöntutegundir, þar af tvær tegundir sjaldgæfar á landsvísu.

#### **Þjórsárver**

Þjórsárver voru fyrst friðlýst árið 1981, en friðlýsingin var endurskoðuð árið 1987 og aftur árið 2017. Á svæðinu er fjölbreytt flæðilendi með fjölbreyttu gróðurfari, stærstu varpstöðvum heiðargæsarinnar og rústamýravistar.<sup>14</sup> Markmið friðlýsingarinnar er að tryggja víðtæka og markvissa verndun gróðurlendis Þjórsárvera í heild sinni, vistkerfi veranna, rústamýravist, varpstöðva heiðagæsa, víðernis, sérstakrar landslagsheildar og menningarminja, auk fræðslu til almennings um verndargildi svæðisins.<sup>15</sup> Árið 2017 var friðlandið stækkað er það nú alls 1.563 km.<sup>2</sup>

<sup>10</sup> Náttúruminjaskrá. Umhverfisstofnun.

<sup>11</sup> Stjórnarráð Íslands. Ó.d. Þjóðgarðar og önnur friðlýst svæði. Sótt þann 20.02.2018 af: <https://www.stjornarradid.is/verkefni/umhverfi-og-natturuvernd/natturuvernd/thjodgardar-og-fridlyst-svaedi/>

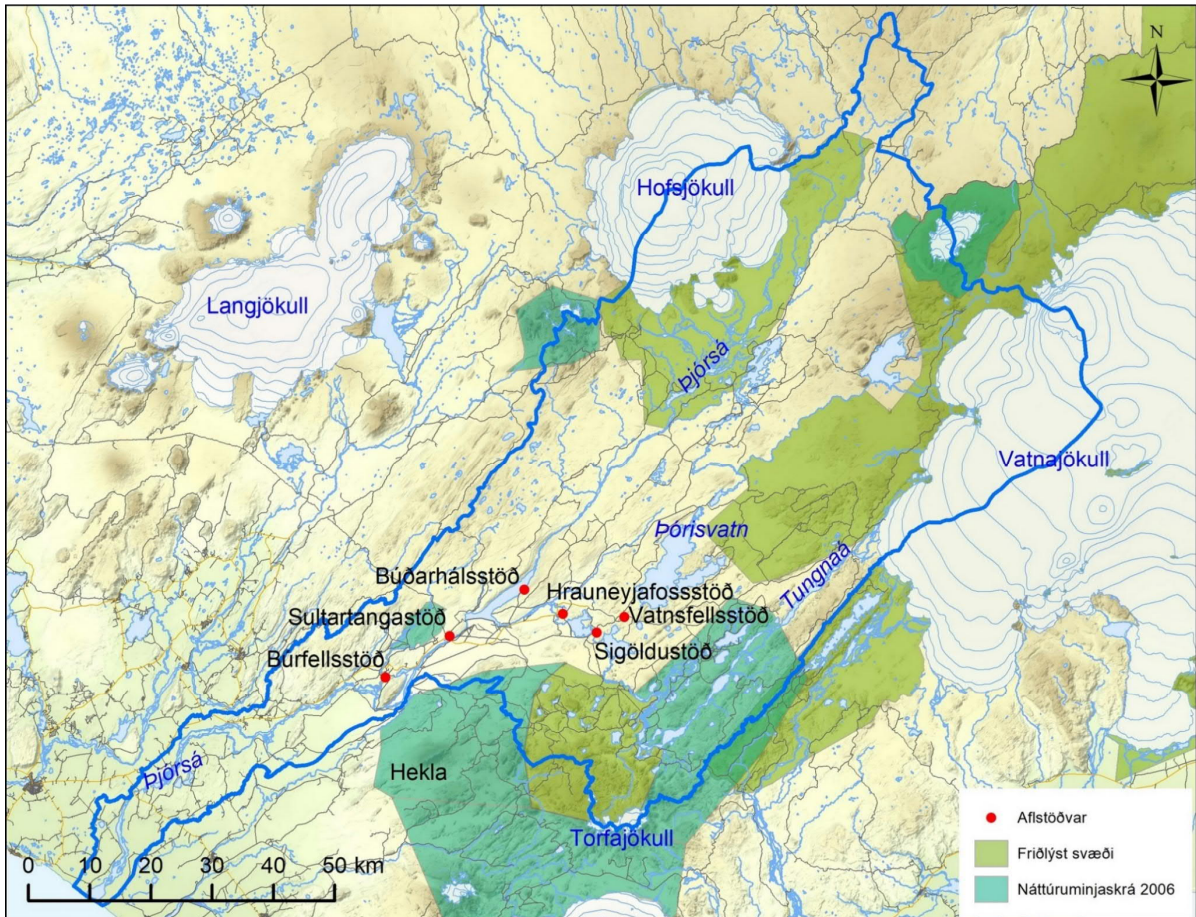
<sup>12</sup> Hugrún Gunnarsdóttir. 2015. Samantekt umhverfis- og samfélagsmála á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Minnisblað um náttúruminjar, friðlýst svæði og hverfisvernd. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2017-071. Verkís, 05126-006.

<sup>13</sup> Umhverfisstofnun. Ó.d. Viðey í Þjórsá. Sótt þann 20.02.2018 af: <http://www.ust.is/einstaklingar/nattura/fridlyst-svaedi/sudurland/videy-i-thjorsa/>

<sup>14</sup> Umhverfisstofnun. Ó.d. Þjórsárver. Sótt þann 16.02.2018 af: <http://www.ust.is/einstaklingar/nattura/fridlyst-svaedi/sudurland/thjorsarver/>

<sup>15</sup> Auglýsing nr. 870/2017 um friðland í Þjórsárverum. Útgefið í B deild Stjórnartíðinda. 12. október 2017.





**Mynd 3.3** Friðlýst svæði og svæði á Náttúruinjasrá innan og utan vatnasviðs Þjórsár og Tungnaár. Gögn eru frá Umhverfisstofnun.

Svæðið er verndað samkvæmt samþykkt um votlendi sem hefur alþjóðlegt gildi, einkum fyrir fuglalíf (Ramsar). Á tímabilinu 1. maí til 10. júní er umferð um varplönd heiðargæsar bönnuð.

### **Friðland að fjallabaki**

Fjallabak var friðlýst 1979 til að vernda sérstakanáttúru svæðisins, svo sem landslag, lífríki og jarðmyndanir og menningarminjar.<sup>16</sup> Friðlandið er alls 446 km.<sup>2</sup>

### **3.2.3 Náttúruverndaráætlun**

Umhverfisráðherra skal á minnst fimm ára fresti láta vinna náttúruverndaráætlun fyrir allt landið, og leggja fyrir alþingi.<sup>17</sup> Náttúruverndaráætlun 2009-2013 tekur til svæða sem að hluta eða heild eru innan svæðisafmörkunar Þjórsár- og Tungnaárvæðisins.

- Þjórsárver, stækkun friðlands. Verndun breiskjuhraunavistar og rústamýravistar. Með stækkun er augin friðun rústamýravistar og friðlandið nær yfir allt votlendi veranna. Stækkunin var staðfest árið 2017.
- Áformað var að Langisjór og nágrenni yrði hluti Vatnajökulspjóðgarðs. Jarðfræði svæðisins er talin merkileg vegna samspils jarðelds og jökla við mótun landsins. Í júlí 2011 varð Langasjó og Eldgjá hluti af þjóðgarðinum.

<sup>16</sup> Umhverfisstofnun. Ó.d. Friðland að Fjallabaki. Sótt þann 16.02.2018 af: <http://www.ust.is/einstaklingar/nattura/fridlyst-svaedi/sudurland/fridland-ad-fjallabaki/>

<sup>17</sup> Umhverfisstofnun. Ó.d. Náttúruverndaráætlun. Sótt þann 19.02.2018 af: <http://www.ust.is/einstaklingar/nattura/natturuverndaraaetlun/>

### 3.2.4 Aðrar mikilvægar náttúruminjar

Á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár eru eftirfarandi svæði flokkuð sem aðrar mikilvægar náttúruminjar samkvæmt C-hluta náttúruminjaskrár.<sup>18</sup>

**Tafla 3.1** Aðrar mikilvægar náttúruminjar á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár.

| Heiti  | Lýsing  | Skörun við vatnasvið Þjórsár og Tungnaár |
|--|---|--|
| 517. Gæsavötn við Gæsahnjúk.   | Vötn við suðurjaðar Ódáðahrauns vestur undir Gæsahnjúk og umhverfi þeirra. Lindavötn og hálandisvin.  | Hluti svæðis innan vatnasviðsins.        |
| 707. Veiðivötn, Rangárvallasýslu.  | Veiðivötn og umhverfi þeirra. Að norðvestan liggja mörk um Vatnaöldur, norður fyrir Hraunvötn og síðan til austurs um Hraunskarð sunnan Svartakambs í Jökulvatn. Tungnaá ræður mörkum að suðaustan og vestan.<br>Fagurt og sérkennilegt landslag með fjölskrúðugu lífríki í nálægt 600 m h.y.s. Vinsælt útivistarsvæði.   | Allt svæðið er innan vatnasviðsins.      |
| 730. Hekla, Rangárvallasýslu.  | Mörk frá Norðurbotnum um Sölvahraun í Valafell og þaðan í Stóra-Mælifell. Að austan ráða vesturmörk Friðlands að Fjallabaki og að sunnan frá Laufafelli um Krakatind í Vondubjalla. Þaðan í Selsundsfjall, Melfell í Ytri-Rangá við Stóra-Glerhausgil og upp með ánni að Norðurbotnum.<br>Eitt þekktasta eldfjall landsins.   | Hluti svæðis er innan vatnasviðsins.     |
| 731. Þjórsárdalur, Gjáin og fossar í Fossá, Gnúpverjahreppi, Árnassýslu. | Að vestan fylgja mörkin Fossá ásamt suðausturhlíðum Fossöldu upp fyrir Háafoss og Granna, en þaðan í Sandafell. Frá Sandafelli ræður Rauða mörkunum allt að Fossá og frá ármótunum 100 m breitt belti sitthvoru megin Fossár allt niður í Þjórsá.<br>Fagrir fossar á vinsælu útivistarsvæði. Háifoss er talinn næsthæsti foss landsins. Gjáin er sérstætt gljúfur og þar eru athyglisverðar bergmyndanir. Söguminjar. | Hluti svæðis er innan vatnasviðsins.     |
| 732. Kerlingarfjöll, Árnassýslu.   | Fjallaklasi milli Kerlingaröldu og Rauðkolla að sunnan og Skeljafells, Ásgarðsfjalls og Þverfells að norðan. Að vestan liggja mörk um Bringur, en að austan um Kisubotna og Mosdal.<br>Stórbrotið og litríkt landslag, mikill jarðhiti. Vinsælt útivistarsvæði.   | Hluti svæðis er innan vatnasviðsins.     |
| 760. Grænifjallgarður, V-Skaftafellssýslu.                               | Fjallgarðurinn á milli Tungnár og Eldgjár. Til norðvesturs ráða Tungná og austurmörk Friðlands að Fjallabaki. Til suðurs ræður lína úr Torfajökli austur í Svartahnúk. Til austurs og norðurs ráða norðvesturmörk svæðis nr. 706 og lína úr Gjátindi í Sveinstind og þaðan í Jökulvatn.<br>Stórbrotið og fjölbreytt landslag. Vinsælt útivistarsvæði. Æskilegt er að tengja svæðið Friðlandi að Fjallabaki.           | Hluti svæðis er innan vatnasviðsins.     |

<sup>18</sup> Hugrún Gunnarsdóttir. 2015. Samantekt umhverfis- og samfélagsmála á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Minnisblað um náttúruminjar, friðlýst svæði og hverfisvernd. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2017-071. Verkis, 05126-006.

### 3.2.5 Víðerni

Í lögum um náttúruvernd er skilgreint hugtakið „óbyggð víðerni“ og samkvæmt lögnum er það eftirfarandi:<sup>19</sup>

*Svæði í óbyggðum sem er að jafnaði a.m.k. 25 km<sup>2</sup> að stærð eða þannig að hægt sé að njóta þar einveru og náttúrunnar án truflunar af mannvirkjum eða umferð vélknúinna farartækja og í a.m.k. 5 km fjarlægð frá mannvirkjum og öðrum tæknilegum ummerkjum, svo sem raflinum, orkuverum, miðlunarlónum og uppbyggðum vegum.*

Óbyggð víðerni hafa ekki verið kortlögð samkvæmt skilgreiningu náttúruverndarlaga, en í gildandi landsskipulagsstefnu segir að Skipulagsstofnun og Umhverfisstofnun skuli hafa forgöngu um að reglulega liggi fyrir uppfærð kort af umfangi og þróun víðerna á miðhálandinu.

Í gildandi landsskipulagsstefnu er lögð áhersla á verndun víðerna m.a. með skipulagsákvæðum. Samkvæmt þeim skal standa vörð um náttúru og landslag miðhálandisins vegna náttúruverndargildis og mikilvægis fyrir útivist.

### 3.2.6 Alþjóðlegir samningar

Þjórsárver voru tekin inn á lista Ramsarsamningsins um votlendi árið 1990. Svæðið flokkast þar með undir alþjóðlega mikilvæg votlendissvæði með áherslu á mikilvægi þess fyrir votlendisfugla. Er svæðið talið mikilvægt alþjóðlegu fuglalífi einkum vegna heiðargæsavarps á svæðinu<sup>20</sup>.

Bernarsamningurinn var undirritaður 1979, en staðfestur á Íslandi 1993. Hann snýr að verndun villtra dýra og plantna og búsvæða í Evrópu. Samkvæmt honum flokkast rústamýrar sem búsvæði í hættu, en þeim fer fækkandi meðal annars vegna loftslagsbreytinga.

### 3.3 Menningarminjar

Samkvæmt lögum nr. 80/2012 teljast fornleifar vera hverskonar mannvistarleifar sem eru 100 ára eða eldri. Allar fornleifar, eldri en 100 ára, eru sjálfkrafa friðaðar, nema annað sé tekið fram af Minjastofnun Íslands. Má enginn granda, breyta, hylja, laga eða aflaga né flytja fornleifar nema með leyfi frá Minjastofnun Íslands. Friðlýsa má þær fornleifar sem hafa menningarsögulegt, vísindalegt eða listrænt gildi. Umhverfis friðlýstar fornleifar er 100 m friðhelgað svæði út frá ystu sýnilegu mörkum þeirra. Friðaðar fornleifar hafa 15 m friðhelgað svæði. Gilda sömu reglur um friðhelgað svæði og um fornleifarnar sjálfar.<sup>21</sup>

Fram hefur farið kerfisbundin skráning á fornminjum hjá fjórum sveitafélögum á svæðinu. Í heildina eru 136 friðlýstar fornleifar og mikill fjöldi annarra fornleifa sem hafa verið skráðar, sumar hverjar með töluvert eða hátt minja- og varðveislugildi. Fornleifar sem hafa fundist á svæðinu eru m.a. rústir, gangnamannakofar, eyðibýli, vörður, fornleiðir, áningastaðir og garðar.

<sup>19</sup> Stjórnarráð Íslands. 1998. Ósnortin víðerni – niðurstaða starfshóps. Umhverfis- og auðlindaráðuneytið. Sótt þann 05.02.2018 af: <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir/stok-frett/1998/10/20/Osnortin-viderni-nidurstada-starfshops/>

<sup>20</sup> Ramsar. 1992. Iceland. Sótt þann 16.02.2018 af: <https://www.ramsar.org/wetland/iceland>

<sup>21</sup> Hugrún Gunnarsdóttir. 2015. Samantekt umhverfis- og samfélagsmála á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Minnisblað um fornleifar. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2017-071. Verkis, 05126-006.

## 4 Framkvæmdasaga á Þjórsár- og Tungnaárvæði

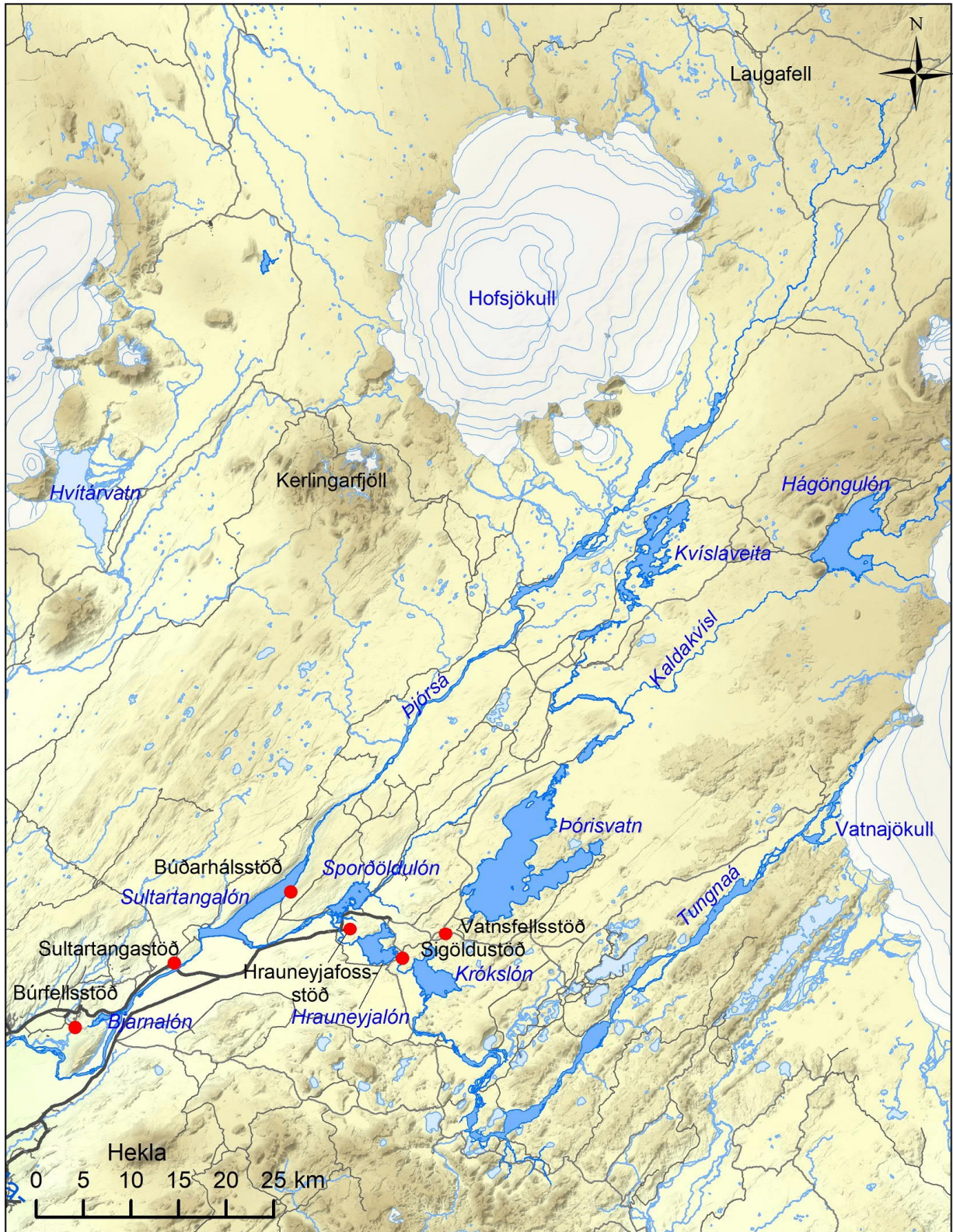
Framkvæmdasaga virkjana og veitna Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði er rakin í skýrslu sem unnin var í tengslum við verkefnið, en þar er fjallað um uppbyggingu orkuvinnslu á svæðinu frá árinu 1969 til dagsins í dag, uppbyggingu raforkukerfisins og markað fyrir raforku á Íslandi í tengslum við virkjanirnar.<sup>22</sup>

Bygging virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði hófst á árunum 1966 til 1972 með byggingu Búrfellsstöðvar í Þjórsá, ásamt miðlun við Þórisvatn á árunum 1970 til 1972. Næstu árin voru byggðar tvær virkjanir í Tungnaá; Sigöldustöð á árunum 1973 til 1978 og Hrauneyjafossstöð á árunum 1978 til 1981. Í framhaldi var Sultartangastífla reist á árunum 1982 til 1984. Framkvæmdir við Kvíslaveitu, I.-IV. áfanga stóðu yfir á árunum 1980 til 1985 og lokið var við V. áfanga Kvíslaveitu árið 1997. Sultartangastöð var gangsett á árinu 1999 og Vatnsfellsstöð árið 2001. Afl Búrfellsstöðvar var aukið á árunum 1997 til 1999 úr 210 MW í 270 MW og var miðlun úr Þórisvatni aukin á árinu 2003. Búðarhálsstöð var gangsett á árinu 2014 og Búrfellsstöð II var gangsett í júní 2018. Sjá má aflstöðvar og lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði á Mynd 4.1 og yfirlit yfir aflstöðvar, miðlanir og veitur er sýnt í Tafla 4.1 og tímaás þeirra á Mynd 4.2. Mynd 4.2

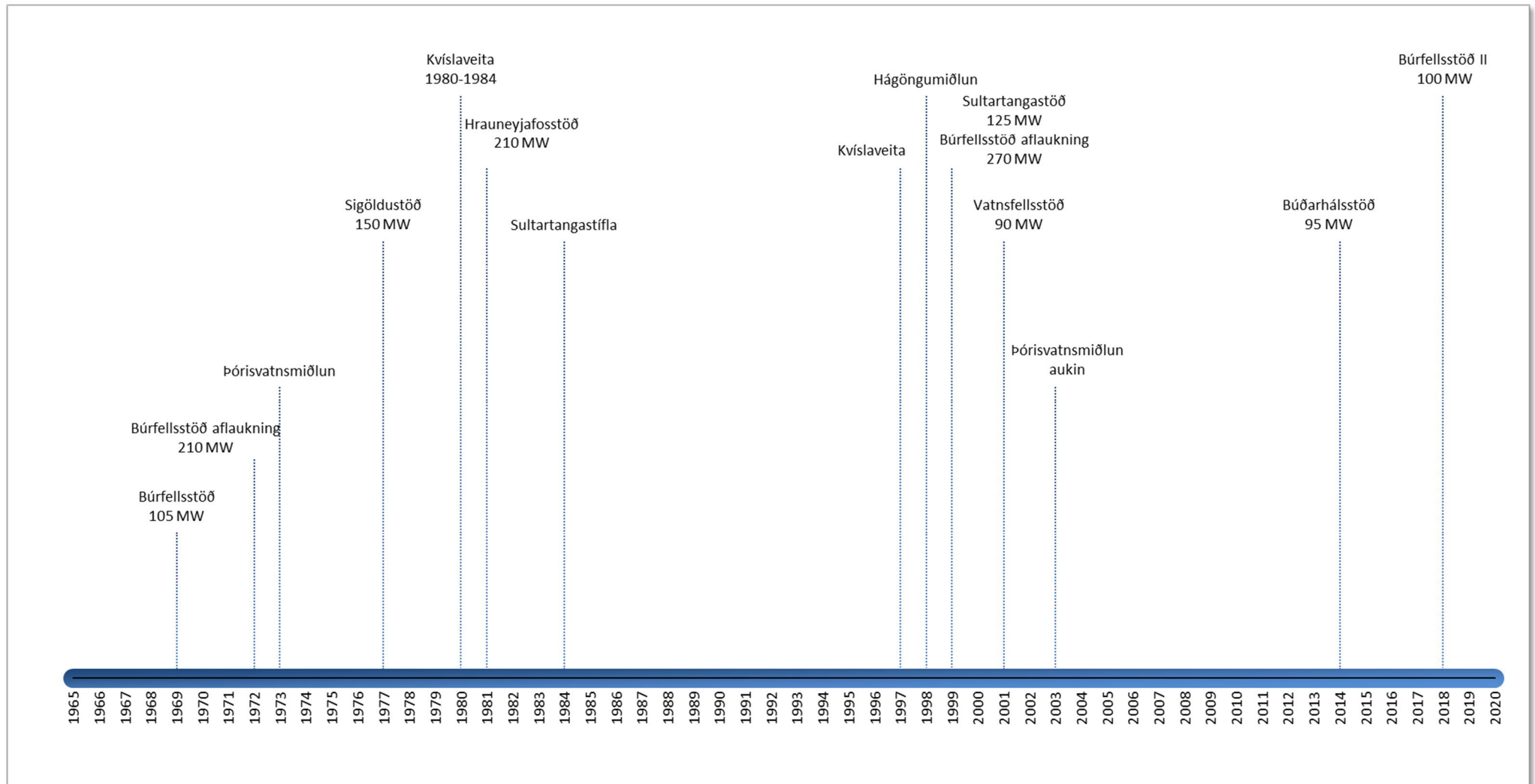
**Tafla 4.1** Yfirlit yfir aflstöðvar, miðlanir, veitur og lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði

| Aflstöðvar,<br>miðlanir og veitur | Uppsett afl<br>MW | Rekstur hefst<br>Ár | Lón            | Miðlun<br>GL   | Flatarmál<br>lóns km <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|
| Búrfellsstöð                      | 270               | 1969                | Bjarnalón      | 5,0            | 10                                |
| Sigöldustöð                       | 150               | 1977                | Krókslón       | 82,3           | 14,0                              |
| Hrauneyjafossstöð                 | 210               | 1981                | Hrauneyjalón   | 36,0           | 9,0                               |
| Sultartangastöð                   | 125               | 1999                | Sultartangalón | 109,0          | 20,0                              |
| Vatnsfellsstöð                    | 90                | 2001                | Vatnsfellslón  | 3,0            | 0,6                               |
| Búðarhálsstöð                     | 95                | 2014                | Sporðöldulón   | 28,0           | 7,4                               |
| Búrfellsstöð II                   | 100               | 2018                | Bjarnalón      |                |                                   |
| Þórisvatnsmiðlun                  |                   | 1973                | Þórisvatn      | 1.512,0        | 92,0                              |
| Köldukvíslarveita                 |                   | 1972                | Sauðafellslón  | 22,4           | 5,2                               |
| Kvíslaveita I áfangi              |                   | 1980-1985           | Stóraverslón   | 9,0            | 2,9                               |
| Kvíslaveita II áfangi             |                   | 1981-1984           | Kvíslavatn     | 150,0          | 24,0                              |
| Kvíslaveita III áfangi            |                   | 1984                | Eyvindarlón    | 2,7            | 0,1                               |
| Kvíslaveita IV áfangi             |                   | 1985                | Hreysislón     | 4,0            | 0,8                               |
| Kvíslaveita V áfangi              |                   | 1997                | Þjórsarlón     | 16,0           | 3,5                               |
| Hágöngumiðlun                     |                   | 1998                | Hágöngulón     | 317,0          | 34,3                              |
| <b>Alls</b>                       | <b>915</b>        |                     |                | <b>2.296,4</b> | <b>223,8</b>                      |

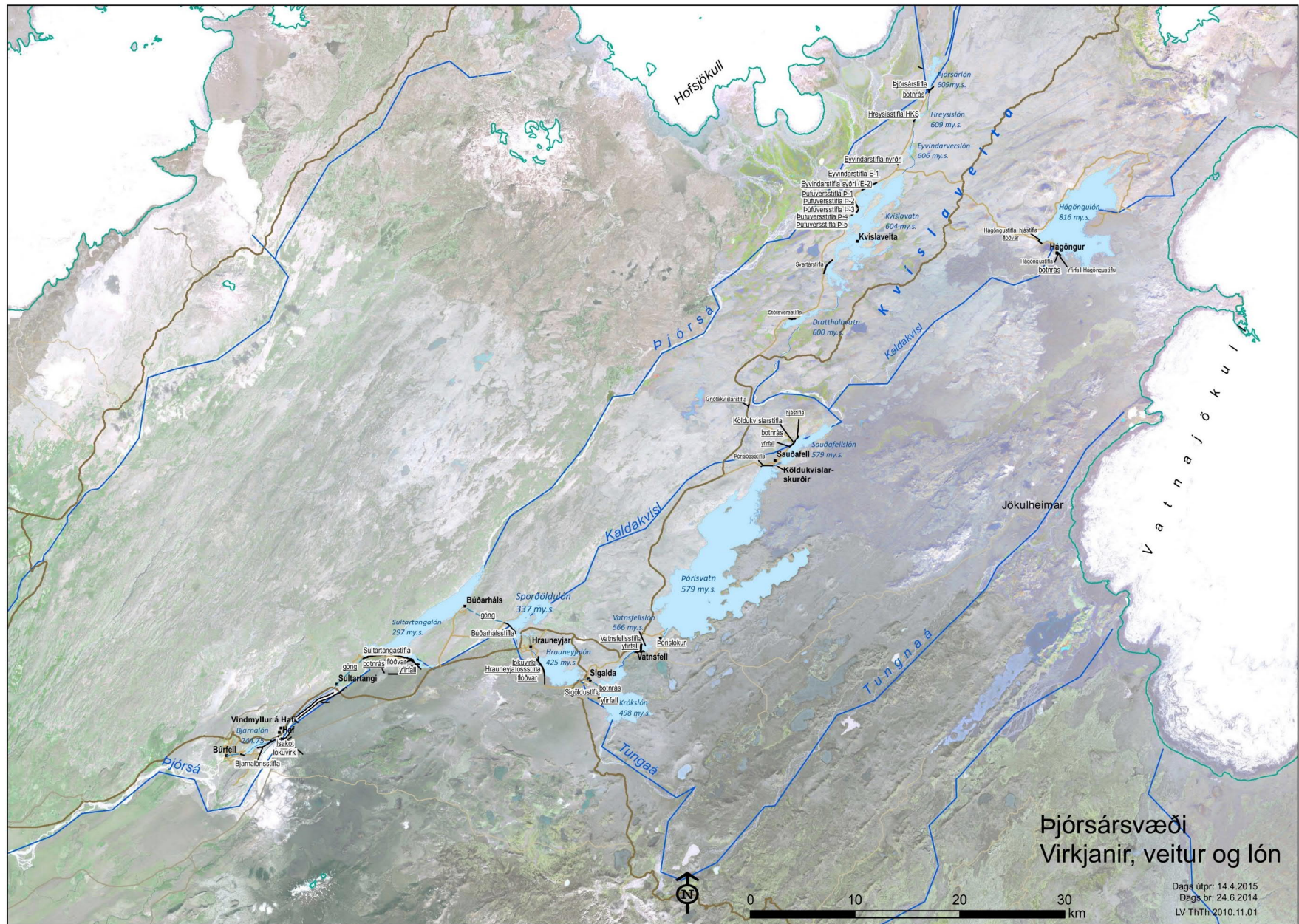
<sup>22</sup> Hugrún Gunnarsdóttir. 2016. Virkjanir og veitur á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Framkvæmdasaga 1965 til 2015. Landsvirkjun, LV-2016-003.



**Mynd 4.1** Yfirlit yfir aflstöðvar, veitur og lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Aflstöðvar merktar með rauðum punkti.



**Mynd 4.2** Tímaás afstöðva, miðlana og veitna Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði.



Mynd 4.3 Afstöðvar, veitur og lón og önnur mannvirki Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaársvæði. Kort er frá Landsvirkjun.

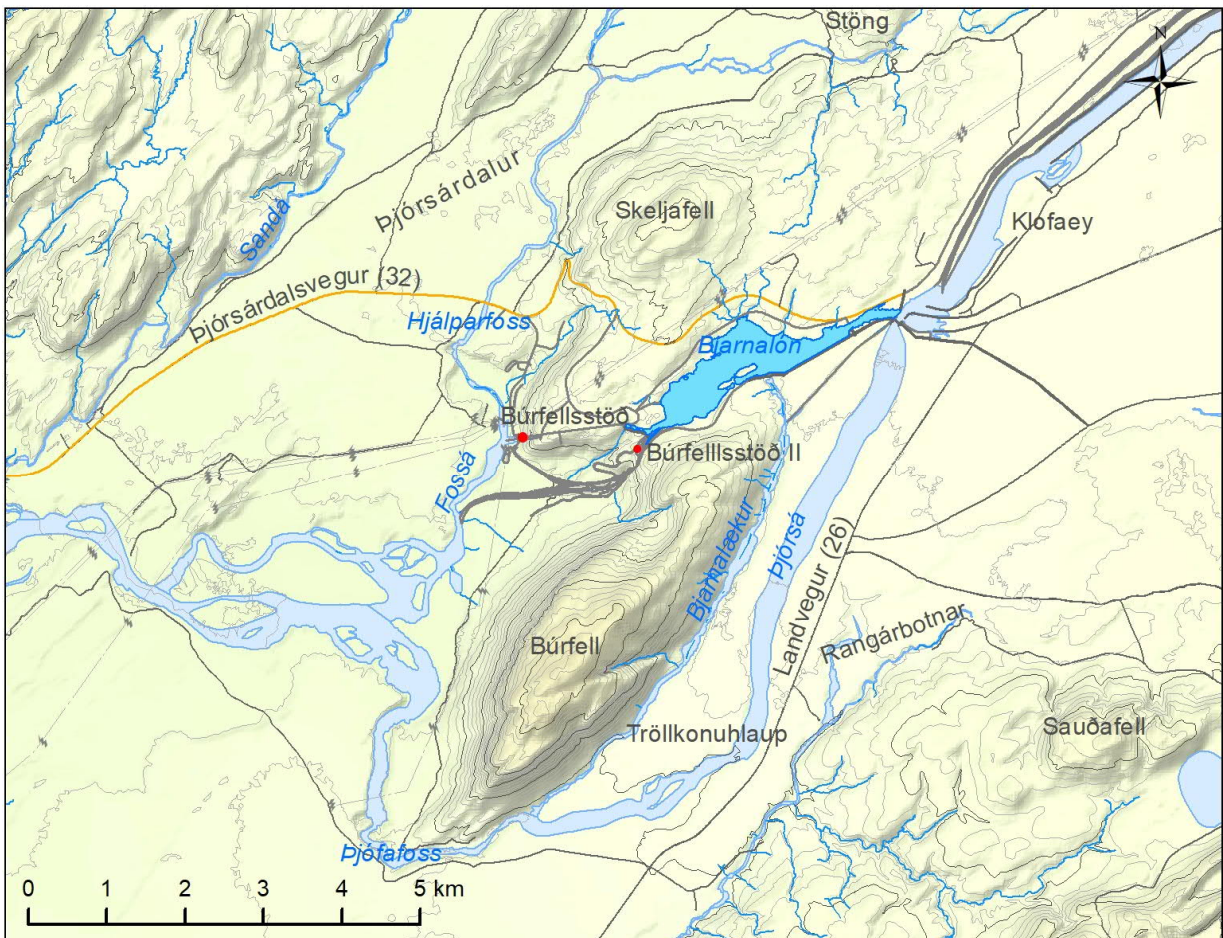
## 5 Aflstöðvar og veitur á Þjórsár- og Tungnaárvæði

Í kaflanum eru teknar saman upplýsingar um aflstöðvar, veitur og miðlanir Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði.

### 5.1 Aflstöðvar

#### 5.1.1 Búrfellsstöð 270 MW og Búrfellsstöð II 100 MW

Búrfellsstöð, 270 MW, nýtir vatn Þjórsár, en áin var stífluð 1,5 km neðan við Klofaey. Þaðan er vatni Þjórsár veitt til Bjarnarlóns og um jarðgöng gegnum Sámsstaðamúla að stöðvarhúsi Búrfellsstöðvar, en stöðin stendur undir múlanum í Þjórsárdal, sjá Mynd 5.1. Bjarnarlón er inntakslón Búrfellsstöðvar. Frá stöðvarhúsi Búrfellsstöðvar fer vatnið um stuttan skurð út í Fossá og rennur síðan um tveimur kílómetrum neðar aftur út í Þjórsá. Fyrir virkjun rann Þjórsá suður fyrir Búrfell.



**Mynd 5.1** Yfirlitsmynd af Búrfellsstöð, Bjarnarlóni og Þjórsá. Aflstöðvar eru merktar með rauðum punkti.

Búrfellsstöð II, 100 MW, var byggð til að hámarka nýtingu rennslis Þjórsár við Búrfell, en stöðin nýtir sama miðlunarlón og Búrfellsstöð. Stöðin er byggð neðanjarðar í Sámsstaðaklifi og frá stöðinni fer vatn í 2,3 km langan frárennisskurð út í Fossá, um kílómetra neðan við núverandi stöð, sjá Mynd 5.1.





**Mynd 5.2** Horft frá Sámstaðamúla yfir Búrfellsstöð, Fossá og Þjórsá í bakgrunni. Mynd er frá Landsvirkjun.

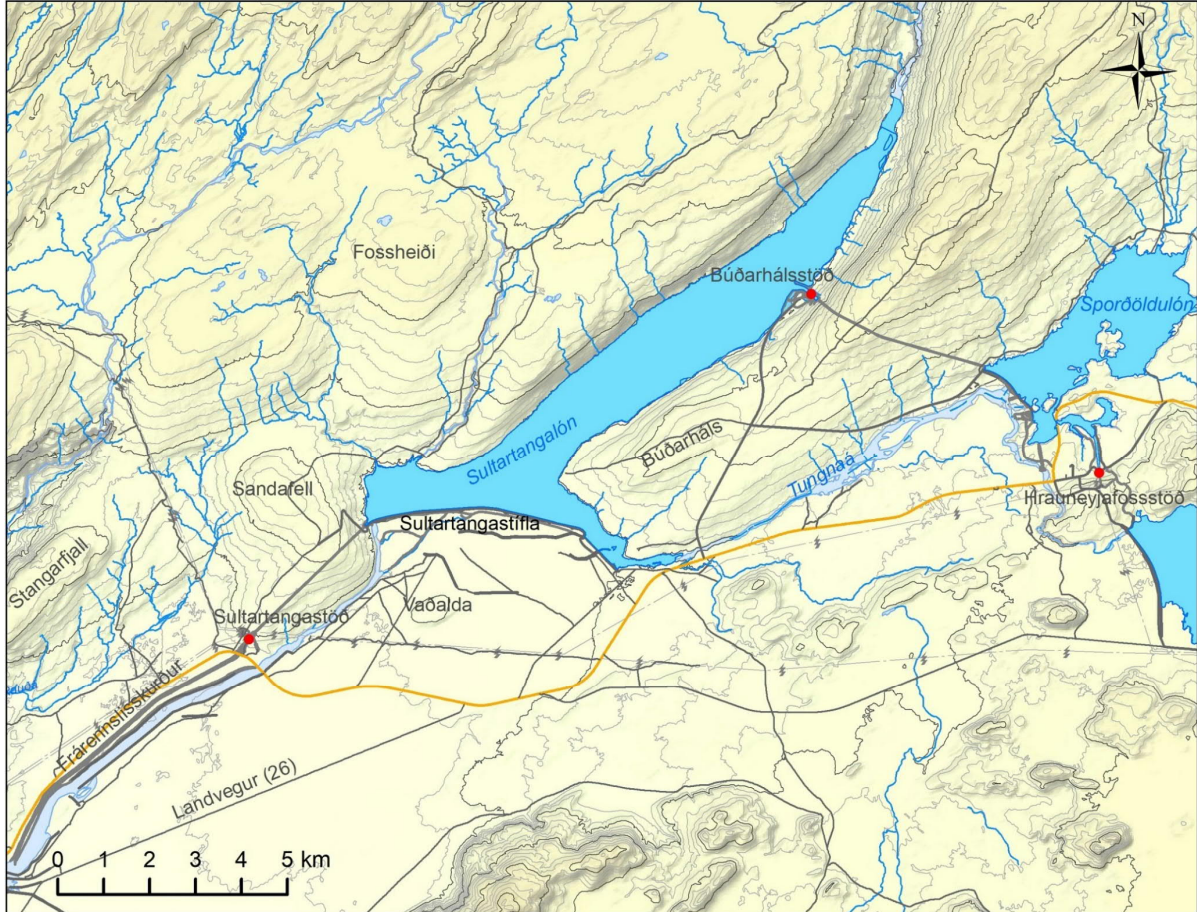


**Mynd 5.3** Frárennisskurður Búrfellstöðvar II og Bjarnalón fyrir miðri mynd. Mynd er frá Landsvirkjun.

### 5.1.2 Sultartangastöð 125 MW

Sultartangastöð, 125 MW, er um 15 kílómetrum norðaustan við Búrfellsstöð, en hún nýtir vatn bæði úr Tungnaá og Þjórsá, en þessar tvær ár sameinast í Sultartangalóni, sjá Mynd 5.4. Frá lóninu liggja um

3,4 kílómetra aðrennslisgöng í gegnum Sandafell. Frárennslisskurður Sultatangastöðvar er um 7 kílómetrar að lengd en hann liggur frá stöðvarhúsi við rætur Sandafells, fylgir farvegi Þjórsár þaðan langleiðina að veitustíflu Búrfellsstöðvar þar sem hann liggur út í farveg Þjórsár, sjá Mynd 5.4 og Mynd 5.5.



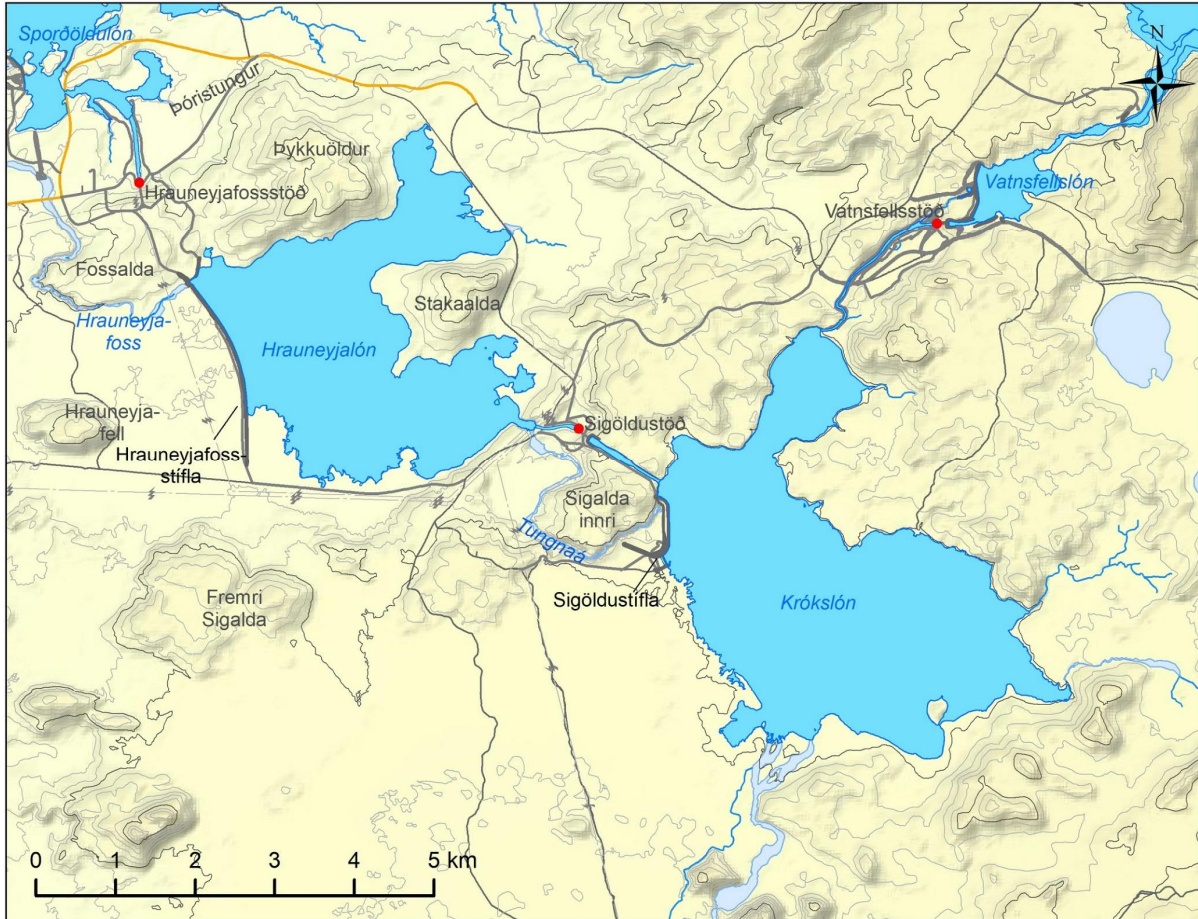
**Mynd 5.4** Þjórsá, Sultartangastöð, Búðarhálsstöð og Hrauneyjafossstöð auk Sultartangalóns og Sporðöldulóns. Aflstöðvar eru merktar með rauðum punkti.



**Mynd 5.5** Horft frá Sultartangavirkjun til suðausturs í átt að Heklu. Ljósmyndari Rafn Sigurbjörnsson.

### **5.1.3 Sigöldustöð 150 MW**

Sigöldustöð, 150 MW, nýtir vatn Tungnaár sem stífluð var efst í gljúfrinu við Sigöldu. Við það myndaðist Krókslón en þaðan er vatni veitt eftir eins kílómetra löngum skurði gegnum ölduna að inntaki Sigöldustöðvar. Frá stöðvarhúsinu liggur um hálf kílómetra langur frárennisskurður út í Hrauneyjalón, inntakslón Hrauneyjafossstöðvar, sjá Mynd 5.6 og Mynd 5.7.



**Mynd 5.6** Hrauneyjafossstöð, Sigöldustöð og Vatnsfellstöð auk Hrauneyjalóns og Krókslóns. Aflstöðvar eru merktar með rauðum punkti.

#### 5.1.4 Hrauneyjafossstöð 210 MW

Hrauneyjafossstöð, 210 MW, stendur við Sprengisandsveg í jaðri hálandisins, um 7 km vestan við Sigöldustöð. Tungnaá var stífluð um 1,5 kílómetrum ofan við Hrauneyjafossins. Við gerð stíflunnar myndaðist Hrauneyjalón. Frá stöðvarhúsinu liggur um eins kílómetra langur frárennisskurður út í Sporðöldukvísl sem síðan rennur í Tungnaá, sjá Mynd 5.6 og Mynd 5.8.



**Mynd 5.7** Sigöldustöð 150 MW. Ljósmyndari Rafn Sigurbjörnsson.



**Mynd 5.8** Hrauneyjafossstöð 210 MW. Ljósmyndari Rafn Sigurbjörnsson.

### 5.1.5 Vatnsfellsstöð 90 MW

Vatnsfellsstöð, 90 MW, nýtir fallið í veituskurði milli Þórisvatns og Krókslóns, uppistöðulóns Sigöldustöðvar, sjá Mynd 5.6 og Mynd 5.9. Stöðin er í rekstri þegar vatni er miðlað úr Þórisvatni yfir í Krókslón. Lítið lón er ofan stíflunnar en þaðan liggur stuttur aðrennisskurður að inntaki stöðvarinnar. Frá Vatnsfellsstöð liggur um 2,7 km langur frárennisskurður að Krókslóni.



**Mynd 5.9** Vatnsfellsstöð 90 MW. Ljósmyndari Rafn Sigurbjörnsson.

### 5.1.6 Búðarhálstöð 95 MW

Búðarhálstöð, 95 MW, nýtir 40 metra fall vatns frá Hrauneyjafossstöð að Sultartangalóni. Sporðöldulón er myndað með tveimur stíflum, önnur þverar farveg Köldukvíslar og hin frávatn Hrauneyjafossstöðvar. Frá Sporðöldulóni liggja 4 km löng aðrennissigöng undir Búðarháls að inntaki stöðvarinnar. Stuttur frárennisskurður liggur frá stöðvarhúsinu út í Sultartangalón, sjá Mynd 5.4 og Mynd 5.10.



Mynd 5.10 Búðarhálsstöð 95 MW. Ljósmynd er frá Landsvirkjun.

## 5.2 Veitur og miðlanir

### 5.2.1 Þórisvatnsmiðlun

Þórisvatnsmiðlun, byggist á tveimur veitum þ.e. *Köldukvíslarveitu* og *Vatnsfellsveitu*, sjá Mynd 5.11. Í Köldukvíslarveitu var áin Kaldakvísl stífluð og vatni hennar veitt til Þórisvatns. Kaldakvísl á upptök sín úr Vatnajökli og rann áður vestan Þórisvatns. Köldukvíslarstífla og hjástífla hennar mynda svonefnt Sauðafellslón. Við útfall Þórisvatns var Þórisósstífla reist og var lokuvirki var byggt við suðurenda vatnsins, en þar var nýju útrennsli valinn staður, meðfram hlíð Vatnsfells. Veituskurður var grafinn úr Þórisvatni og veitan kölluð Vatnsfellsveita. Um hana rennur vatn úr Þórisvatni í Krókslón ofan Sigöldustöðvar og þaðan til stöðva neðar á vatnasviðinu.

### 5.2.2 Kvíslaveita

Vatn í efri hluta Þjórsár rann fyrir byggingu Kvíslaveitu ómiðlað til Búrfellsvirkjunar. Til að nýta betur það vatn í virkjunum sem reistar höfðu verið var ráðist í að veita efstu kvíslum Þjórsár yfir í Kvíslavatn og þaðan yfir til Þórisvatns. Kvíslaveita er samheiti á stíflum og öðrum mannvirkjum sem stýra rennsli úr efsta hluta Þjórsár og þverám yfir til Þórisvatnsmiðlunar, sjá Mynd 5.12. Lón Kvíslaveitu er 5 talsins. Þau eru Stóraverslón (Dratthalavatn), Kvíslavatn, Eyvindarlón, Hreysislón og Þjórsárlón.



**Mynd 5.11** Þórisvatn og Þórisvatnsmiðlun. Ljósmyndari Emil Þór Sigurðsson.



**Mynd 5.12** Kvíslaveita. Stóraverslón og Svartárskurður í forgrunni og Kvíslavatn fyrir miðri mynd. Ljósmyndari Emil Þór Sigurðsson.



### 5.2.3 Hágöngumiðlun

Ráðist var í byggingu Hágöngumiðlunar til að auka miðlunarrými, eftir að kvíslum Efri-Þjórsár og Köldukvíslar hafði verið veitt til Þórisvatns, sjá Mynd 5.13. Með byggingu Hágöngustíflu í Köldukvísl, austan við Syðri-Hágöngu, myndaðist svonefnt Hágöngulón. Innrennsli í lónið er frá ánum Sveðju, Köldukvísl og Vonará auk lindainnrennslis. Vatni er safnað í Hágöngulón að sumri til og fer miðlun úr lóninu til Þórisvatns fram að vetrarlagi.



**Mynd 5.13** Hágöngumiðlun, Hágöngulón og Kaldakvísl í forgrunni. Ljósmynd er frá Landsvirkjun.

## 6 Umhverfi og samfélag

Í eftirfarandi köflum er fjallað um þá umhverfispætti sem teknir voru til skoðunar. Fjallað er um þau viðmið sem nú er stuðst við í mati á áhrifum framkvæmda, sett fram stutt lýsing á stöðu og þróun hvers þáttar og lagt mat á áhrif orkuvinnslunnar.

### 6.1 Loftslag

Í tengslum við verkefnið var tekið saman minnisblað um losun gróðurhúsalofttegunda (GHL) frá lónum Landsvirkjunar.<sup>23</sup> Eftirfarandi kafli byggir á minnisblaðinu, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega.

Viðmið fyrir mat á áhrifum virkjana á loftslag eru:

- **Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun.** Markmið nr. 13 „Aðgerðir í loftlagsmálum“ leggur áherslu á að grípa til bráðra aðgerða gegn loftslagsbreytingum og áhrifum þeirra. Í því felst að draga úr losun, auk aðlögunar og aðgerða sem auka viðnámsþol gegn loftslagsbreytingum.

<sup>23</sup> Hugrún Gunnarsóttir. 2019. Samantekt á umhverfis- og samfélagsmálum á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Minnisblað um losun GHL frá lónum. Dags. 13.08.2019.

- **Loftslagssamningur** (rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar) er tók gildi hér á landi árið 1994. Megintilgangur samnings er að halda styrk gróðurhúsalofttegunda innan þeirra marka sem valdið geta röskun á loftslagskerfinu. Aðildarríki skuldbinda sig til að grípa til aðgerða til að draga úr losun GHG og að auka bindingu kolefnis með ræktun eða verndun gróðurlenda. Fylgst er með losun sex gróðurhúsalofttegunda (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFC, PFC).
- **Stjórnvöld settu fram almenna stefnumörkun árið 2007 um að minnka losun GHG** um 50-75% fram til ársins 2050. Í framhaldi kynntu stjórnvöld aðgerðaráætlun í loftslagsmálum.
- Landsvirkjun gerðist árið 2006 aðili að „**Global Roundtable on Climate Changes**“ (CROCC). Með aðild skuldbindur fyrirtækið sig til að að upplýsa um losun GHG frá eigin starfsemi.

### 6.1.1 Staða og þróun

Í miðlunarlónum myndast koldíoxíð (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) og hláturgas (N<sub>2</sub>O) við niðurbrot lífrænna efna í þeim gróðri sem fer undir vatn. Á tíunda áratug síðustu aldar og í kjölfar aldamótanna fór fram talsverð umræða um hugsanleg gróðurhúsaáhrif af miðlunarlónum vatnsaflsvirkjana samfara aukinni umræðu um loftslagsmál almennt.<sup>24,25</sup> Alþjóðlegar rannsóknir hafa sýnt að losunin er breytileg og að með tímanum dregur úr losun frá lónum, þ.e. lausbundið kolefni hverfur með tímanum úr lónstæðinu og dæmi eru um að meginhluti kolefnis hafi þegar losnað eftir 10-20 ár.

Rannsóknir á losun gróðurhúsalofttegunda frá lónum Landsvirkjunar hófust á árinu 2003. Niðurstöður rannsóknanna hafa verið nýttar til að áætla losun gróðurhúsalofttegunda fyrir önnur lón. Þetta hefur jafnframt leitt til þess að mat á losun frá lónum er nákvæmara og jafnframt lægra en fyrra mat sem byggði á losunarstuðlum frá IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

Á árunum 2003-2006 lét Landsvirkjun gera ítarlegar rannsóknir á losun gróðurhúsalofttegunda úr Gilsárlóni, inntakslóni Blöndustöðvar, en þar hafði mikið magn lífrænna efna farið undir lónið.<sup>26</sup> Niðurstöður rannsókna gáfu til kynna að gott samband sé á milli losunar metans og magn lífræns kolefnis í lónunum og að áætla megi losun bæði metans og koldíoxíðs út frá magni lífræn efnis sem fer undir lón. Vonir standa til að hægt verði að meta og áætla losun kolefnis og metans með einföldum mælingum og hve hratt losunin eigi sér stað. Árið 2017 var byrjað að endurmæla losun metans í Gilsárlóni og meta breytingu á losuninni í tíma.

Í skýrslu um loftslagsáhrif Landsvirkjunar frá árinu 2011 er bent á mikilvægi þess að rannsaka lónstæði fyrirhugaðra lóna og settar fram tillögur að framtíðarsýn Landsvirkjunar út frá fyrirliggjandi upplýsingum um losun frá lónum (þ.m.t. lóna á Þjórsárvæði).<sup>27</sup> Í kjölfarið voru á árinu 2013 tekin sýni úr lónstæði Sporðöldulóns áður en jarðvegur fór undir vatn og hafa fyrstu niðurstöður þess verkefnis verið birtar en jafnframt er unnið að frekari úrvinnslu gagna.<sup>28,29</sup> Á sama hátt voru sýni tekin úr helstu vistgerðum fyrirhugaðs lónstæði Hagalóns og rannsóknir standa nú yfir á losun metans úr jarðvegskjörnum.

Rannsóknir standa yfir á mati á losun kolefnis úr miðlunarlónum en á árinu 2015 voru tekin sýni úr botnseti Blöndulóns og árið 2018 sambærileg sýni úr jarðvegi í kringum lónið. Tilgangur verkefnis sem áætlað er að lokið verði á árinu 2022 er að meta losun kolefnis og koldíoxíðs úr jarðveginum og meta

<sup>24</sup> Hákon Aðalsteinsson. 1998. Gróðurhúsaáhrif virkjunarlón – Heimildakönnun. Orkustofnun, OS-98064.

<sup>25</sup> Hlynur Óskarsson og Jón Guðmundsson. 2004. Rannsóknir við Gilsárlón árið 2003. Upphaf verkefnis og þróun aðferða. Unnið af Rannsóknastofnun Landbúnaðarins. Landsvirkjun, LV-2004/083.

<sup>26</sup> Hlynur Óskarsson og Jón Guðmundsson. 2008. Gróðurhúsaáhrif uppistöðulóna. Rannsóknir við Gilsárlón 2003-2006. Unnið af Landbúnaðarháskóla Íslands. Landsvirkjun, LV-2008/028.

<sup>27</sup> Landsvirkjun. 2011a. Loftslagsáhrif Landsvirkjunar. Samantekt og tillögur að aðgerðum. Landsvirkjun, LV-2011-016.

<sup>28</sup> Guðrún Gísladóttir, Utra Mankasingh og Jóhann Þórsson. 2014. Physical and chemical soil properties of different land cover types, related to soil carbon, at Sporðöldulón. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-06-2014.

<sup>29</sup> Utra Mankasingh og Guðrún Gísladóttir. 2019. Early indicators of soil formation in the Icelandic sub-arctic highlands. Geoderma, 337: 152-163.

hraða losunar. Einnig má nefna rannsóknarverkefni þar sem verið er að kanna styrk CO<sub>2</sub> í vatnsbol samanborið við styrk í lofti, en út frá því verður lagt mat á flæði CO<sub>2</sub> um vatnsborð lóna.

### 6.1.2 Áhrif orkuvinnslu

Árið 2018 var losun GHG frá lónum vatnsaflsvirkjana um 15% af beinni losun GHG frá starfsemi Landsvirkjunar. Í umhverfisskýrslum Landsvirkjunar og síðar grænu bókhaldi, frá árinu 2007 til dagsins í dag, er greint frá kolefnisspori Landsvirkjunar og áætlaðri losun koldíoxíð og metans úr lónum fyrirtækisins.<sup>30,31,32,33</sup> Frá árinu 2018 hafa upplýsingar um GHG verið unnar samkvæmt aðferðafræði alþjóðlega staðalsins Greenhouse Gas Protocol.<sup>34</sup> Samkvæmt þeirri aðferðafræði er losun metans frá lónum talin til beinnar losunar frá starfsemi fyrirtækisins (umfangi 1) en aðeins er upplýst um lífræna losun koldíoxíðs (utan umfanga).

Árlega er losun GHG frá lónum metin og byggir matið á rannsóknnum hér á landi svo og fjölda daga á ári sem lón eru íslaus. Losun GHG frá lónum er talin lítil á meðan þau eru ísilögð. Upphaflega voru upplýsingar um fjölda íslausra daga á lónum Landsvirkjunar byggðar á meðalgildi IPCC sem eru 215 íslausir dagar á ári. Frá árinu 2009 hafa íslausir dagar verið taldir á lónum Blöndustöðvar og hafa reynt vera nokkuð færri en meðalgildi IPCC. Einnig eru skráðar upplýsingar um fjölda íslausra daga í Gilsárlóni, Háslóni, Ufsaárlóni og Kelduárlóni. Í þeim tilvikum sem engar mælingar eru fyrir hendi er losunin áætluð út frá rannsóknnum og staðháttum en þá er miðað við 215 íslausa daga og er losun frá lónum á Þjórsárvæði metin sú sama á milli ára.

Losun metans og koldíoxíðs er hlutfallslega mest í lónum Blöndustöðvar þar sem mikið lífrænt efni fór undir vatn en talsvert minni á Þjórsárvæðinu og í lónum tengdum Fljótsdalsstöð, sjá Mynd 6.1. Mynd 6.1Í Tafla 6.1.má sjá beina losun metans (CH<sub>4</sub>) frá einstökum lónum Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu á árinu 2018. Árið 2018 var losun metans frá lónum Þjórsárvæðis ríflega 12% (928 tonn CO<sub>2</sub>-ígildi) af heildarlosun lóna Landsvirkjunar (7.422 tonn CO<sub>2</sub>-ígildi). Auk þessa var losun koldíoxíðs frá öllum lónum Landsvirkjunar 6.521 tonn CO<sub>2</sub>-ígildi árið 2018.

Landsvirkjun birtir árlega upplýsingar um losun frá lónum fyrirtækisins í grænu bókhaldi í ársskýrslu. Fyrirtækið hefur sett sér það markmið að verða kolefnishlutlaust fyrirtæki á árinu 2030 með því að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og að binda kolefni í gróðri og jarðvegi.

**Tafla 6.1** Losun metans frá lónum Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu á árinu 2018.<sup>35</sup>

| Stöð/Veita        | Lón/Vatn      | Flatarmál lóna [km <sup>2</sup> ] | Flatarmál lóna, notað til reikninga [km <sup>2</sup> ] | CH <sub>4</sub> íslaut [tonn CH <sub>4</sub> ] | CH <sub>4</sub> með ís [tonn CH <sub>4</sub> ] | Gróðurhúsa-áhrif alls [tonn CO <sub>2</sub> ígildi] |
|-------------------|---------------|-----------------------------------|--|--|--|---|
| Þórisvatnsmiðlun  | Þórisvatn     | 85,2 (70)                         | 15   | 48   | 1  | 49  |
| Þórisvatnsmiðlun  | Sauðafellslón | 5                                 | 5  | 12   | 0  | 12  |
| Sigöldustöð       | Krókslón      | 14                                | 14   | 71   | 2  | 73  |
| Hrauneyjafossstöð | Hrauneyjalón  | 9                                 | 9  | 24   | 1  | 25  |
| Búrfellsstöð      | Bjarnalón     | 1                                 | 1  | <10  | 0  | <10   |
| Hágöngumiðlun     | Hágöngulón    | 37                                | 37   | 131  | 3  | 134   |
| Kvíslaveita       | Kvíslavatn    | 22                                | 22   | 274  | 7  | 281   |
| Kvíslaveita       | Dratthalavatn | 2                                 | 2  | 36   | 1  | 37  |

<sup>30</sup> Landsvirkjun. 2008. Umhverfisskýrsla raforkuvinnslu Landsvirkjunar 2007. Landsvirkjun, LV-2008/068.

<sup>31</sup> Landsvirkjun. 2009. Umhverfisskýrsla Landsvirkjunar 2008. Landsvirkjun, LV-2009/064.

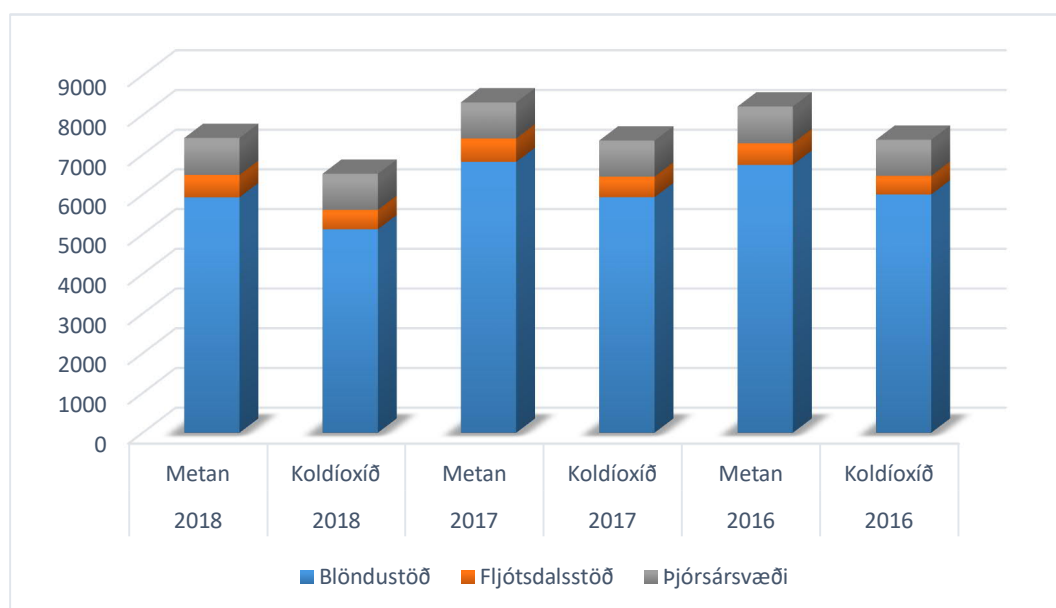
<sup>32</sup> Landsvirkjun. 2010. Umhverfisskýrsla og kolefnisspor Landsvirkjunar 2009. Landsvirkjun, LV-2010/063.

<sup>33</sup> Landsvirkjun. 2019. Grænt bókhald 2018.

<sup>34</sup> Greenhouse Gas Protocol. <https://ghgprotocol.org/standards/project-protocol>.

<sup>35</sup> Landsvirkjun. 2019. Grænt bókhald 2018.

| Stöð/Veita      | Lón/Vatn       | Flatarmál lóna [km <sup>2</sup> ] | Flatarmál lóna, notað til reikninga [km <sup>2</sup> ] | CH <sub>4</sub> íslaut [tonn CH <sub>4</sub> ] | CH <sub>4</sub> með ís [tonn CH <sub>4</sub> ] | Gróðurhúsa-áhrif alls [tonn CO <sub>2</sub> ígildi] |
|-----------------|----------------|-----------------------------------|--|--|--|---|
| Kvíslaveita     | Eyvindalón     | 0                                 | 0  | <1   | 0  | <1  |
| Kvíslaveita     | Hreysislón     | 0                                 | 0  | <1   | 0  | <1  |
| Kvíslaveita     | Þjórsárlón     | 4                                 | 4  | 12   | 0  | 12  |
| Vatnsfellsstöð  | Vatnsfellslón  | 1                                 | 1  | 0  | 0  | 0   |
| Búðarhálsstöð   | Sporðöldulón   | 7                                 | 7  | 262  | 6  | 268   |
| Sultartangastöð | Sultartangalón | 20                                | 20   | 36   | 1  | 37  |
| <b>Samtals</b>  |                | <b>206 (70)</b>                   | <b>137</b>   | <b>906</b>                                     | <b>22</b>                                      | <b>928</b>  |



**Mynd 6.1** Hlutfallsleg losun metans og koldíoxíðs á tímabilinu 2016-2018 (tonn CO<sub>2</sub>-ígildi). Upplýsingar eru frá Landsvirkjun.

## 6.2 Jarðminjar

Í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá árinu 2017 „Áhugaverðar jarðminjar á Tungnaár- og Þjórsárvæðinu“ er lýst jarðminjasvæðum og jarðminjastöðum með áhugaverðar jarðminjar sem taldar eru hafa hátt vísinda- og fræðslugildi.<sup>36</sup> Í kaflanum er byggt á niðurstöðum skýrslunnar, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega.

Viðmið fyrir mat á áhrifum orkuvinnslu á jarðminjar eru í lögum um náttúruvernd og Landsskipulagsstefnu 2015-2026 sem samþykkt var á Alþingi 2016.

- **Lög um náttúruvernd nr. 60/2013.** Í 3. gr. laganna eru verndarmarkmið fyrir jarðminjar. Markmiðið er að stuðla að vernd jarðfræðilegrar fjölbreytni landsins og fjölbreytni landslags og skal stefnt að því að „...vernda jarðmyndanir sem eru sérstakar eða einstakar á lands- eða heimsvísu“. Í 2. mgr. 61. gr. eru tilgreindar þær jarðminjar sem njóta sérstakrar verndar í samræmi við 3. gr. laganna. Það eru: „ a. eldvörp, eldhraun, gervígígar og hraunhellar sem myndast hafa eftir að jökull hvarf af landinu á síðjökultíma,“ og „b. fossar og nánasta umhverfi

<sup>36</sup> Lovísa Ásbjörnsdóttir. 2017. Áhugaverðar jarðminjar á Tungnaár- og Þjórsárvæðinu. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-16004. Landsvirkjun, LV-2017-052.

*þeirra að því leyti að sýn að þeim spillist ekki, hverir og aðrar heitar uppsprettur ásamt lífríki sem tengist þeim og virkri ummyndun og útfellingum, þar á meðal hrúðri og hrúðurbreiðum“.*

- **Landsskipulagsstefna 2015-2026.** Í henni er stefna um náttúrugæði á miðhálandinu og markmiðið er að standa vörð um náttúru og landslag miðhálandisins vegna náttúruverndargildis og mikilvægis fyrir útivist (markmið 1). Einnig að viðhalda sérkennum og náttúrugæðum miðhálandisins (markmiði 1.1).

### 6.2.1 Staða og þróun

Orðið jarðminjar (e. geoheritage) er mjög víðfeðmt og tekur til nánast allra jarðfræðilegra þátta án þess að fela í sér mat á mikilvægi eða verndargildi. Jarðminjar eru skilgreindar sem einstakir þættir jarðbreytileikans (e. geodiversity), þ.e. fyrirbæri ásamt tilheyrandi myndunar- og mótunarferli. Grundvöllur að verndun jarðminja er skipuleg jarðminjaskráning. Nokkrar aðferðir við mat á jarðminjum hafa verið settar fram í Evrópu sem flestar tengjast magnbundinni aðferðafræði þar sem sett eru fram skilgreind viðmið. Á Íslandi hefur ekki enn verið ráðist í skipulega jarðminjaskráningu.

Á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru skilgreind 12 jarðminjasvæði, þ.e. stór svæði með jarðfræðilegum heildum eða landslagsheildir þar sem jarðmyndun og landmótun endurspeglar jarðsögu svæðisins, sjá Mynd 6.2 og viðauka 3. Það eru Búrfell og eldri berggrunnur svæðisins (A), Torfajökull (C), Tungnaárhraunagígur (D), Vatnaöldugígur (E), Veiðivatnagígur (F), móbergshryggirnir í Tungnaárfjöllum (G), Vonarskarð (H), jökulgarðar á Sprengisandi (I), Þjórsárver (J), Fjórðungssandur (K) og Kerlingarfjöll (L).

Skilgreindir eru 33 jarðminjastaðir (e. *geosites*), þ.e. staðir sem innihalda áhugaverð jarðfræðileg fyrirbæri eða jarðminjar með hátt vísinda- og fræðslugildi og eru jafnframt mikilvægir fyrir jarðsögu svæðisins eða á landsvísu, sjá Mynd 6.3 og viðauka 3. Það eru Hekluvikrar (1), Sámsstaðaklif (2), Tröllkonuhlaup og Þjófafoss (3), Vaðalda (3), Skúmstungnalón (5), Fitjaskógar (6), Dynkur (7), berggrunnur frá ísöld og nútíma austan við Búðarháls (8), Þórisvatn (9), Álftafitjar (10), Þóristungur (11), Gígurinn Brandur (12), Útkvísl (13), Blautakvísl (14), Hnubbafossar (15), Forna Krókslón (16), Forna Hrauneyjalón (17), Sigöldufoss (18), Hrauneyjafoss (19), fornir árfarvegir í Tungnaárhrauni (20), Sveðjuhraun (21), Hágöngur (22), Hágöngugljúfur (23), jaðarrás við Miðfell (24), Hágöngudalur (25), Rauðkollur (26), Sveðja (27), Vonarárfoss (28), Versalir (29), sprungur SA við Kerlingarfjöll (30), Þjórsárhraun (31), Búðaröðin (32) og Urriðafoss (33).

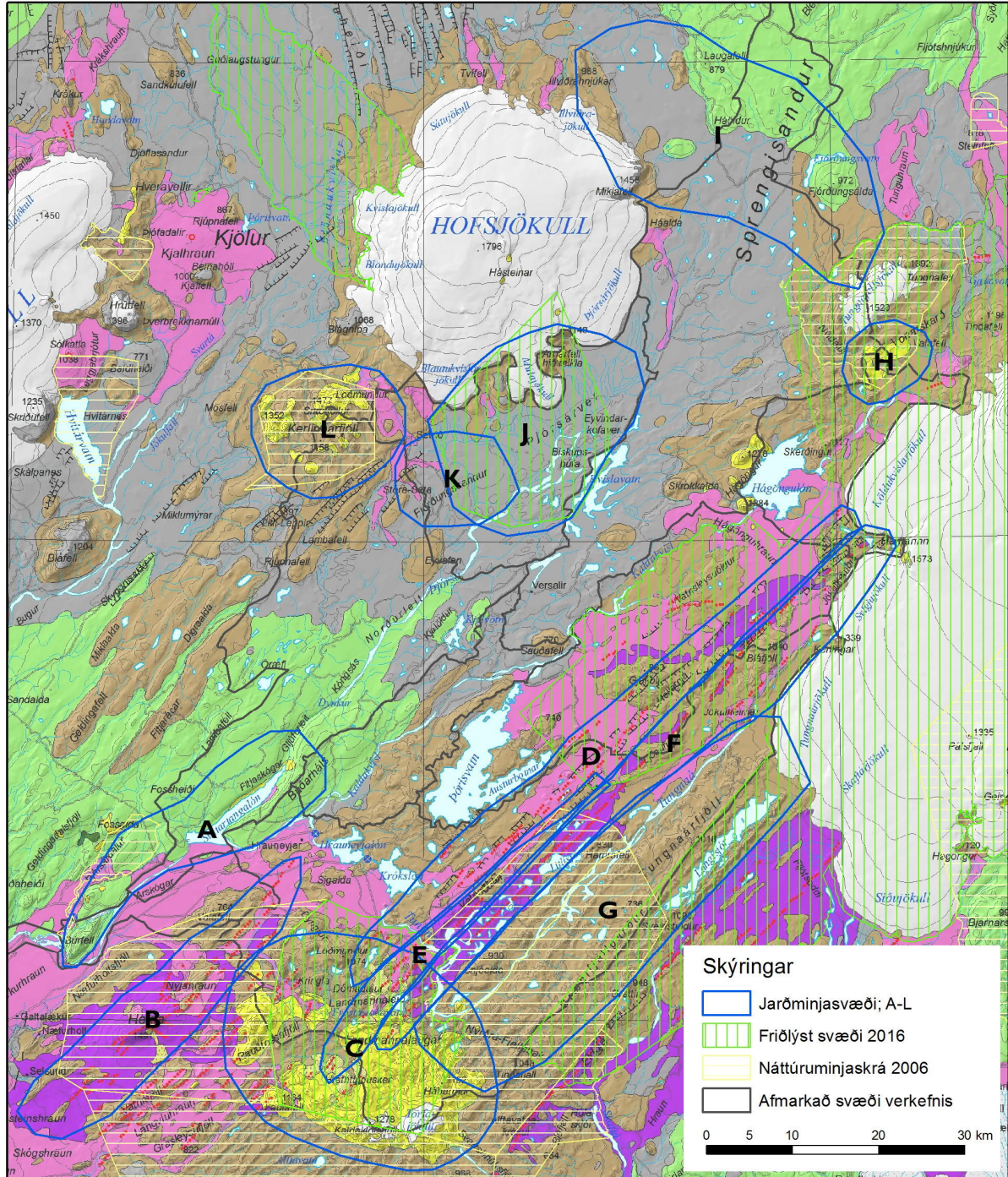
Á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu má greina fjórar mikilvægar jarðfræðilegar heildir, sem jafnframt gefa heillega mynd af jarðsögu þess og hafa mikið vísinda- og fræðslugildi:

- Jarðsaga eldri berggrunnisins frá því fyrir um 2 milljónum ára þar til fyrir um 0,7 milljónum ára. Upphleðsla og rof jarðmyndana á hlýskeyðum og jökulskeyðum ísaldar og hvernig hin forna megineldstöð í Þjórsárdal hafði áhrif á myndun berggrunnisins.
- Hörfunarsaga ísaldarjökulsins af hálendi Íslands á síðjökultíma. Jökulmenjar og landslagsform á hálendinu, s.s. jökulgarðar, jökulársandar, malarásar og jökulrákir á klöppum, bera vitni um þær miklu og hröðu umhverfisbreytingar sem urðu við lok síðustu ísaldar og í byrjun nútíma.
- Rekbelti og eldvirkni í eystra gosbeltinu þar sem norðaustur-suðvestur sprungukerfið einkennir svæðið og sjá má greinilega m.a. í gossprungum og móbergshryggjum svæðisins. Stóra megineldstöðin, Bárðarbunga, teygir gosreinar sínar til suðvesturs og alla leið inn í Torfajökulseldstöðina. Stór og mikil eldgos hafa verið innan svæðisins og í nálægum eldstöðvum á nútíma, bæði á forsögulegum og sögulegum tíma. Berggrunnurinn er víða þakinn þykkum gjóskulögum sem skrá gossögu en gefa einnig upplýsingar um gerð og goshegðun nálæggra eldstöðva.
- Virkir jarðfræðilegir ferlar í tengslum við loftslagsbreytingar á nútíma. Jöklar landsins hörfa, ný landsvæði koma í ljós, nýjar jökulmenjar myndast og farvegir jökuláa breytast.

Mikilvæg og verðmæt jarðminjasvæði eru t.d. við Hofsjökul og á eystri hluta svæðisins við Tungnaárgíga, Vatnaöldur, Veiðivötn, ásamt móbergshryggjunum í Tungnaárfjöllum. Þetta eru heilleg

svæði og með mikinn jarðbreytileika sem endurspeglar helstu einkenni í jarðfræði Íslands. Mörg þeirra hafa verið metin einstök á heimsvísu og því með hátt verndargildi.

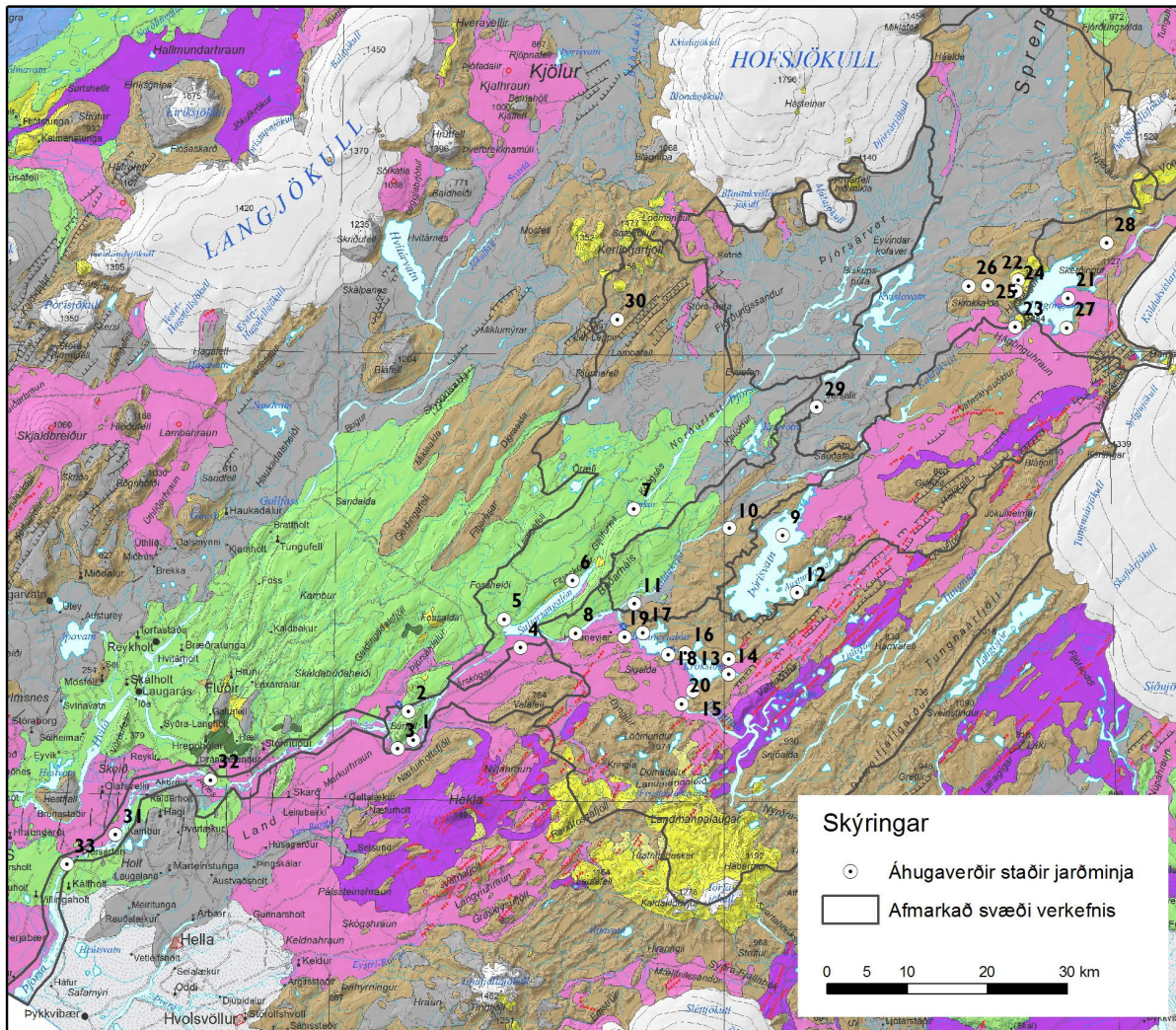
Það er aðeins á einu jarðminjasvæði þar sem virkjanamannvirki er að finna en það er á jarðminjasvæðinu A – *Búrfell og eldri berggrunnur svæðisins*, sjá Mynd 6.2.



**Mynd 6.2** Helstu jarðminjasvæði með heilstæðum myndunum á vatnasviði virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði samkvæmt skýrslu Náttúrufræðistofnunar frá árinu 2017.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Lovisa Ásbjörnsdóttir. 2017. Áhugaverðar jarðminjar á Tungnaár- og Þjórsárvæðinu. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-16004. Landsvirkjun, LV-2017-052.

Fjölmargar jarðminjar innan svæðisins njóta nú verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd, en þar eru einnig merkar jarðminjar sem eiga á hættu að glatast ef ekki verður gripið til aðgerða. Þar ber hæst jökulmenjar á Sprengisandi og á Fjórðungssandi við Hofsjökul sem njóta engrar verndar.



Mynd 6.3 Helstu jarðminjastaðir á vatnasviði virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði samkvæmt skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2017.<sup>38</sup>

## 6.2.2 Áhrif orkuvinnslu

Almennt séð hafa virkjanaframkvæmdir mikil áhrif á jarðminjar og landslagsheildir og landssvæði fara undir mannvirki og lón. Þeim fylgir einnig tilheyrandi mannvirkjagerð svo sem bygging aflstöðva, háspennulína, stíflugarða, veituskurða og vega. Mikil þörf er á jarðefnum í tengslum við byggingu virkjana og miðlunarlóna og víða eru opnaðar námur í nágrenni framkvæmda. Námur vegna virkjana eru mikið í lausum jarðlögum. Í leit að hentugum námum eru teknar svo kallaðar „gryfjur“ á völdum stöðum til að kanna gæði og gerð jarðefna. Í dag er þessum gryfjum lokað aftur eftir jarðkönnun, en ummerki eftir eldri gryfjum má enn sjá á hálendinu.

Á hálendinu eru laus jarðlög nær undantekningarlaust jökulmenjar sem verða fyrir raski í tengslum við efnisnám við uppbyggingu virkjana. Eftir að framkvæmdum er lokið eru misfellur og raski í umhverfi sléttaðar út og jafnvel fyllt upp með jarðefnum sem fengin eru annars staðar frá. Jarðminjar hafa farið

38 Lovísa Ásbjörnsdóttir. 2017. Áhugaverðar jarðminjar á Tungnaár- og Þjórsárvæðinu. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-16004. Landsvirkjun, LV-2017-052.

undir miðlunarlón á nokkuð stórum svæðum. Mikil efnistaka hefur einnig verið innan lónstæða á framkvæmdatíma í því skyni að lágmarka risk á yfirborði utan lóns.

Á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru skilgreind 12 jarðminjasvæði, þ.e. stór svæði með jarðfræðilegum heildum eða landslagsheildir þar sem jarðmyndun og landmótun endurspeglar jarðsögu svæðisins. Einnig eru skilgreindir 33 jarðminjastaðir sem innihalda áhugaverð jarðfræðileg fyrirbæri eða jarðminjar með hátt vísinda- og fræðslugildi og eru jafnframt mikilvægir fyrir jarðsögu svæðisins eða á landsvísu. Virkjanamannvirki eru á einu jarðminjasvæði, það er á jarðminjasvæðinu A – *Búrfell og eldri berggrunnur svæðisins*.

Á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru sjö vatnsaflsvirkjanir og átta miðlunarlón. Í þeirri viðleitni að leggja nánar mat á umhverfisáhrif virkjana var tekið fyrir afmarkað svæði við Búrfell og út frá loftmyndum reynt að meta áhrif Búrfellsvirkjunar á svæðið. Búrfellsstöð var tekin í notkun árið 1972 og er því elsta virkjun svæðisins. Í kringum stöðvarhús virkjunarinnar er umhverfið mikið manngert, svæði hafa verið jöfnuð út og ræktunarsvæði eru áberandi. Þó nokkurt jarðrisk er á yfirborði, sérstaklega meðfram Þjórsá og á svæðinu austan við Búrfell. Mikið er um ómerka slóða sem ekki er að finna í landupplýsingagrunni Landmælinga Íslands. Línuvegir meðfram þeim raska yfirborði og uppgræðslusvæði hylja jarðminjar á yfirborði. Þá er þekkt að vatnsrennsli í náttúrulegum farvegi Þjórsár neðan Sultartangavirkjunar hefur minnkað og orðið til þess að Tröllkonuhlaup og Þjófafoss eru ekki eins tilkomumiklir og áður.

Samspil vatnafars og jarðminja svæðisins hefur töluvert aðráttarafl fyrir ferðamenn en þar má nefna fossa, ár, lón og vötn.

### 6.3 Vatnafar, rof og setmyndun

Í skýrslu Hafrannsóknastofnunar frá árinu 2017 „*Áhrif virkjana á rennsli og vatnalíf á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár*“ er lýst breytingum á rennslisáttum og vatnafari af völdum virkjana og möguleg áhrif þeirra á vatnalíf.<sup>39</sup>

Landsvirkjun fékk Hafrannsóknastofnun til að meta vatnsformfræðilegar<sup>40</sup> breytingar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu af völdum virkjana og möguleg áhrif þeirra á vatnalíf á vatnasviðinu, sbr. lög nr. 36/2011 um stjórn vatnamála. Notast var við aðferð sem einna mest hefur verið notuð í Evrópu til að meta breytingar á vatnsformfræði vatnshlota er kallast „The Indicators of Hydrologic Alteration“ (IHA).<sup>41</sup> Með forriti með sama nafni voru greindar rennslisráðir af vatnasviðum Þjórsár og Tungnaár og lagt mat á breytingar í tíma eins langt aftur og mælingar náðu. Vegna rennslis voru greindar mæliræðir úr 5 mælum eftir tímabilum með tilliti til áfanga í virkjunarsögu svæðisins; í Þjórsá við Dýnk, Sandafell og Krók og í Tungnaá við Maríufossa og við Sigöldufoss.

Eftirfarandi kafli byggir á niðurstöðum ofangreindrar skýrslu, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega.

Viðmið fyrir mat á áhrifum virkjana á vatnafar, rof og setmyndun eru í eftirfarandi lögum..

- **Vatnalög nr. 15/1923.**
- **Lög nr. 36/2011 um stjórn vatnamála.** – Markmið samkvæmt 1. gr. laganna er að vernda vatn og vistkerfi þess, hindra frekari rýrnun vatnsgæða og bæta ástand vatnavistkerfa til þess að vatn njóti heildstæðrar verndar.
- **Lög nr. 60/2013 um náttúruvernd.** Í 3. gr. laganna er verndarmarkmið fyrir vatnasvæði en þar er áhersla á að vernda vatnsfarvegi, fossa og stöðuvötn svo sem kostur er.

<sup>39</sup> Eydís S. Eiríksdóttir. 2017. Áhrif virkjana á rennsli og vatnalíf á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár/The effect of hydropowerplants on the discharge and ecological systems in Þjórsá-Tungnaá Rivers. Hafrannsóknastofnun. HV-2017-036. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2017-122.

<sup>40</sup> Vatnsformfræði á við vatnsmagn vatnshlota, breytingar á rennsli og vatnsborði ásamt gerð og undirlagi botns og eðlisfræðilegum þáttum, samkvæmt skilgreiningu í 3. gr. laga nr. 36/2011 um stjórn vatnamála.

<sup>41</sup> Richter, B.D, Baumgartner, J.V., Powell, J., Braun, D.P. 1996. A method for assessing hydrological alteration within ecosystems. Conservation Biology, 10 (4): 1163-1174.



### 6.3.1 Staða og þróun

#### Vatnafar

Þrjú megin vatnsföll varða virkjanir og lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Þau eru Þjórsá, Tungnaá og Kaldakvísl, sjá Mynd 6.4. Þjórsá er lengsta vatnsfall landsins eða alls um 230 km að lengd með upptök í Bergvatnkvísl norðaustur af Hofsjökli. Vatnasvið Þjórsár er alls 7.665 km<sup>2</sup>. Ofan Sultartanga skiptist vatnasviðið í þrennt, Efri-Þjórsá, Köldukvísl og Tungnaá. Neðan Sultartanga sameinast þessi vatnsföll og renna saman til sjávar.

Þjórsá er blanda af jökulá, dragá og lindá. Jökulvatn kemur frá Hofsjökli í farveg Þjórsár og frá Vatnajökli kemur jökulvatn í farvegi Tungnaár og Köldukvíslar, aðallega frá Tungnaárjökli og Köldukvíslarjökli. Mest er jökulvatn í Þjórsá á sumrin þegar jökulbráð er mikil, en lítið sem ekkert jökulvatn er í ánni á veturna. Helstu dragár sem falla til Þjórsár neðan hálendisbrúnar eru Fossá, Sandá, Þverá, Minnivallarlækur og Kálfá. Farvegur Þjórsár lækkar að meðaltali um 3,7 m/km, en mest er lækkunin við Sultartanga eða 30 m/km, um 20 m/km við Búrfell og 12 m/km við Urriðafoss.

Tungnaá á upptök sín í Tungnaárjökli í vestanverðum Vatnajökli. Hún er 126 km að lengd og flæmist um farveg sem er dæmigerður fyrir jökulár sem bera með sér mikið magn gruggs og renna um hallalítið landslag. Neðan Skyggnisvatns þrengir að ánni og halli landsins eykst, en þar rennur áin meira og minna í einum farvegi þar til náttúrulegur farvegur árinna endar í Krókslóni.

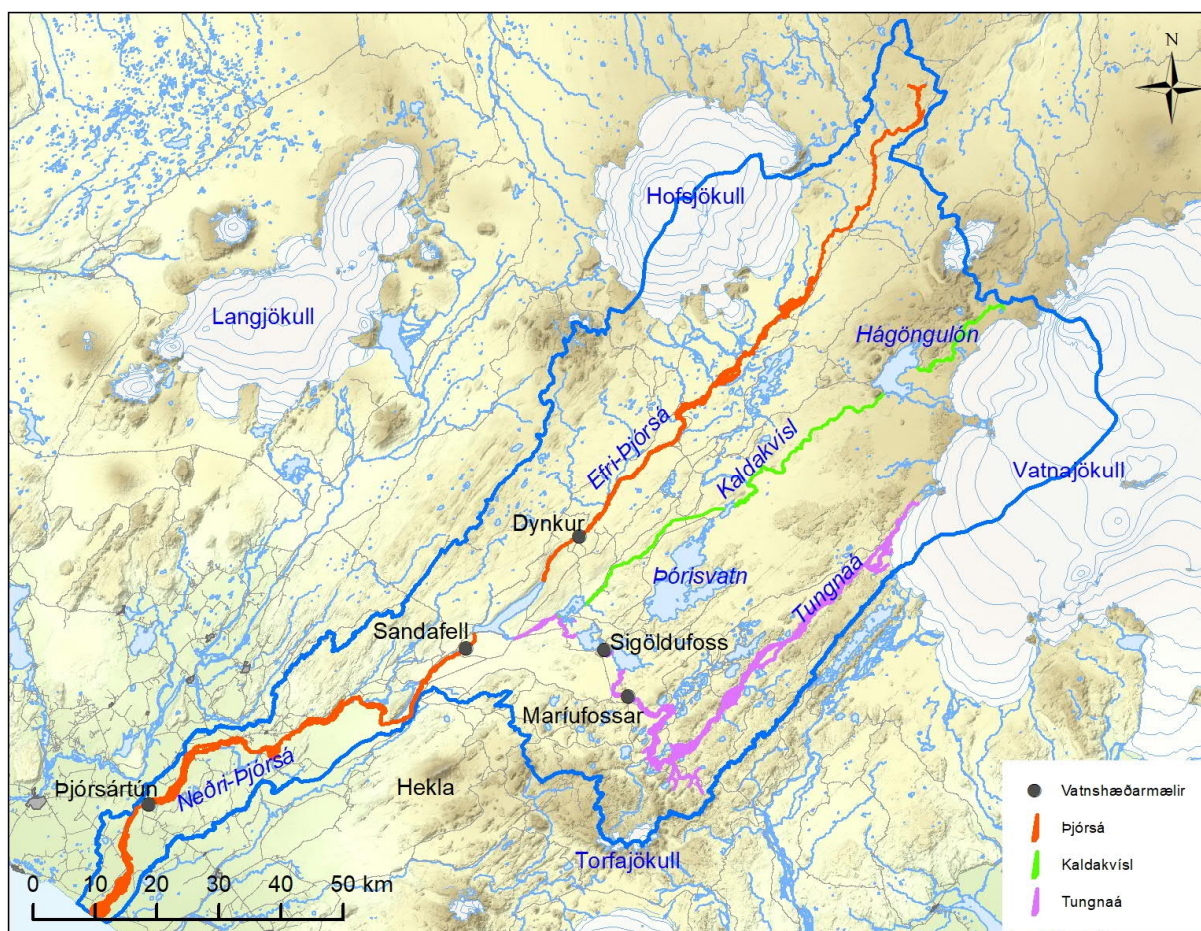
Kaldakvísl og Sveðja eiga upptök sín í Köldukvíslarjökli og Sylgjujökli í vestanverðum Vatnajökli. Þaðan renna þær í Hágöngulón þar sem vatni er safnað þar til því er miðlað neðar á vatnasviðið. Á meðan jökulvatni er safnað í Hágöngulón er tært bergvatn í farvegi Köldukvíslar sem er afmarkaður og fremur brattur. Áin breiðir síðan úr sér 20 km neðan við Hágöngulón þar sem setmyndun er á áreyrum. Við Sauðafell sameinast áin síðan vatni af vatnasviði efri Þjórsár úr Kvíslaveitum og þaðan rennur það inn í Sauðafellslón og áfram til Þórisvatns.

Lindarvatn streymir víða inn í ár á vatnasviðinu, sérstaklega þar sem berggrunnurinn er gropinn og grunnvatnsstaða er há. Við jaðra Þjórsárhrauns flæðir fram lindarvatn að farvegi Þjórsár, en rennsli slíkra lunda getur verið breytilegt sem og hæð grunnvatnsborðs.<sup>42,43</sup> Rannsóknir á samspili grunnvatns og rennslis í Tungnaá sýna að vatn úr þremur grunnvatnsgeymum streymir til árinna og þáttur grunnrennslis er 53% af heildarrennsli hennar.<sup>43</sup>

Tvö stór miðlunarlón eru á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár, það er Hágöngulón og Þórisvatn. Á svæði Kvíslaveitu eru bæði lítil gegnumstreymislón og miðlunarlón eins og Kvíslavatn. Krókslón, Hrauneyjalón, Sporðöldulón, Sultartangalón og Bjarnalón eru inntakslón fyrir aflstöðvarnar en eru einnig með nokkra en mismikla miðlunargetu. Þórisvatn er annað stærsta miðlunarlón landsins eða alls 92 km<sup>2</sup>, með 1510 Gl miðlunargetu. Fyrir framkvæmdir var Þórisvatn 70 km<sup>2</sup>. Hágöngulón er með öllu manngert lón en það er 34 km<sup>2</sup> að flatarmáli og með 320 Gl miðlunargetu. Eins og fram hefur komið er vatni Köldukvíslar safnað í Hágöngulón á sumrin og því síðan miðlað að mestu niður vatnakerfið á veturna til Þórisvatns. Rennslis í Köldukvísl að sumarlagi er því lítið miðað við það sem það var fyrir myndun Hágöngulóns.

<sup>42</sup> Árni Hjartarson. 2001. Vatnafar við Neðri-Þjórsá. Athugasemdir vegna virkjunarhugmynda. OS-2001/075.

<sup>43</sup> Snævar Ö. Georgsson. 2016. Samspil grunnvatns og rennslis Tungnaár. Mastersritgerð við Háskóla Íslands.



**Mynd 6.4** Vatnasvið Þjórsár, Tungnaár og Köldukvíslar og staðsetning helstu vatnshæðarmæla.

Samfelldar rennislísaðir eru til úr vatnshæðarmælum við Dynk, Sandafell og Þjórsártún í Þjórsá og við Maríufoss og Sigöldufoss í Tungnaá, sjá Mynd 6.4. Einnig eru reknir 11 aðrir vatnshæðarmælar á svæðinu. Þessir mælar hafa meðal annars nýst til gerðar vatnsborðslíkana af svæðinu og flóðagreininga.<sup>44,45,46,47,48</sup> Meginstefna grunnvatnsrennislis er frá norðaustri til suðvesturs á vatnasviðinu en lekt jarðlaga ræður því hversu auðveldlega vatn rennur til og frá grunnvatnsgeymi. Starfræktar eru yfir 50 grunnvatnsmælistöðvar á svæðinu til að fylgjast með grunnvatnsgeyminum en auk þess eru 47 grunnvatnsmælistöðvar í rekstri vegna stíflueftirlits. Elstu mælarnir sem enn eru í rekstri, eru frá 1969 og á helmingi mælistaðanna hafa mælingar staðið yfir í meira en 30 ár. Rennislíkan af svæðinu hefur verið í þróun síðan árið 1986 og byggir nú á veðurinntaki úr veðurlíkani, yfirborðslíkani sem samanstendur af landlíkani og jökullíkani, grunnvatnslíkani og rakningu af yfirborði til farvega auk rakningar vatns um farvegi, lón og vötn.<sup>49</sup>

Landsvirkjun fylgist með breytingum á vatnafari í tengslum við væntanlegar loftslagsbreytingar og hefur í samvinnu við nokkrar stofnanir staðið fyrir rannsóknum á vatnafari og vatnsauðlindum á Íslandi, samanber verkefnið Veður og Orka.<sup>50</sup> Megin niðurstöður þessara rannsókna eru að loftslagsbreytingar

<sup>44</sup> Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf., Almenna Verkfræðistofan hf. og Hönnun hf. 2006. Flóð á Þjórsár– Tungnaásvæði. Samantektarskýrsla. Landsvirkjun, LV-2006/027.

<sup>45</sup> Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 2007. Flóðvör á Þjórsár- Tungnaásvæði: 1 - Kvíslaveita. Landsvirkjun, LV-2007/062.

<sup>46</sup> Ólöf R. Káradóttir og Arnar Ágústsson. 2012. Flóð á Þjórsár- og Tungnaásvæði. Flóð í desember 2006. Verkís. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2012/092.

<sup>47</sup> Ólöf Rós Káradóttir, Þorbergur Steinn Leifsson og Halldór Árnason. 2014. Flóð í Neðri Þjórsá – Endurmat frá 2013. Verkís. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2014-001.

<sup>48</sup> Ólöf Rós Káradóttir, Auður Atladóttir. 2014. Flóð í Kvíslaveitu. Endurmat 2014. Verkís. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2014-080.

<sup>49</sup> Vatnaskil. 2018. Þjórsár-Tungnaásvæði. Heildarendurskoðun rennislíkans. Unnið fyrir Landsvirkjun. Skýrsla nr. 18.03. Drög, apríl 2018..

<sup>50</sup> Tómas Jóhannesson et al. 2007. Effect of climate change on hydrology and hydro-resources in Iceland. National Energy Authority-Hydrological Service. OS-2007/011.

séu líklegar til að hafa veruleg áhrif til framtíðar. Áframhaldandi hlýnun loftslags mun hafa í för með sér bráðnun jökla sem skila mun sér í auknu rennsli neðan þeirra. Dæmi um líklegar breytingar er að innan 100 ára muni jökulþáttur hverfa úr Tungnaá vegna landslags undir jöklinum og vatnið muni renna til suðurs til Skaftár. Miðað við spár er gert ráð fyrir að úrkoma geti aukist um 10-20% að hausti til þegar líður á öldina, þ.e. árin 2071-2100 samanborið við viðmiðunartímabilið 1961-1990. Reiknað er með að úrkoma verði svipuð á öðrum árstímum. Afrennsli getur einnig aukist um 25%, aðallega vegna bráðunar jökla, en þeir gætu horfið innan 200 ára.

### **Rof og setmyndun**

Í árfarvegum berst aur fram sem svifaur eða botnskrið og stjórnast framburðurinn af rennsli og framboði efnis á vatnasviðinu. Vatnsföll sem bera með sér mikið magn svifaurs hafa mikinn rofmátt. Halli farvegar stjórnar straumhraða og þar að leiðandi flutningsgetu árinna. Straumvatn getur því verið að rjúfa á einum stað þar sem halli er mikill eða farvegur er þröngur, en leggja af sér efni eða framburð á öðrum stað innan vatnasviðsins þar sem halli minnkar.

Ofan ármóta Svartár kvíslast Þjórsáin um áraura en er nær dregur Dynk þrengir að farvegi árinna og neðan fossins er farvegurinn í þröngu gljúfri lengst af. Neðan Gljúfurleitarfoss breiðir farvegurinn aðeins úr sér ofan Sultartangalóns. Neðan Búrfells missir áin rofmátt sinn þar sem land er hallalítið og áin kvíslast um. Er nær dregur Ánesi rennur áin í nokkuð afmörkuðum farvegi með stökum áreyrum og eyjum að Búðafossi. Neðan Ánesflúða er halli farvegar lítill og áin breiðir úr sér og flutningsgeta hennar minnkar snögglega. Við Krók þrengir að ánni og halli farvegar eykst og endar í Urriðafossi. Neðan fossins minnkar halli og áin missir burðargetu sína og kvíslast um að ósum við ströndina.

Svifaur í Þjórsá er að mestu uppruninn frá jöklum. Fyrir virkjun Þjórsár, eða á tímabilinu frá 1963 til 1969, var svifaur við Urriðafoss metinn um 3,1 milljónir tonna á ári. Eftir virkjun Þjórsár eða á árunum 1970-1979 hafði framburður svifaurs í Neðri-Þjórsá minnkað verulega.<sup>51</sup> Svifaursstyrkur í Þjórsá er mjög breytilegur eftir rennsli árinna eða frá 10-250 mg/l, en mestur er styrkurinn í flóðum og almennt hærrí að sumri en vetrum.<sup>52</sup> Meðalframburður svifaurs og skriðaus við Krók (rétt ofan Urriðafoss) úr mælingum frá tímabilinu 2001-2010 hefur verið metinn 1,63 milljónir tonna á ári, þar sem skriðaur er metinn um 13% af heildinni.<sup>53</sup>

Í Tungnaá lækkar farvegurinn að meðaltali um 4,7 m/km. Mest er lækkun farvegarins við Jökulgrindur og Sigöldu eða um 21 m/km. Áin ber með sér mikið magn gruggs og er framburður hennar grófari en í Efri-Þjórsá. Það stafar af því að Tungnaá er á gosbeltinu og af því að vatnasvið hennar er hulið grófum jökulruðningi.<sup>51</sup>

Landsvirkjun hefur kerfisbundið látið kanna rof og setburð við miðlunarlón vatnsaflsvirkjana.<sup>54,55</sup> Rof og setmyndun hefur verið könnuð í Þórisvatni, Sultartangalóni, Hrauneyjalóni, Krókslóni, Hágöngulóni og Vatnsfellslóni. Einnig fóru fram sniðmælingar í Sultartangalóni á árunum 1989, 2000 og 2010 til að meta þróun setmyndunar í lóninu.

### **6.3.2 Áhrif orkuvinnslu**

Í eftirfarandi köflum er fjallað um breytingar sem hafa orðið á vatnafari, rofi og setmyndun í farvegum Þjórsár og Tungnaár til samanburðar við vatnafar svæðisins fyrir uppbyggingu virkjana og veitna á vatnasviðinu. Bygging virkjana og farvegabreytingar þeim tengdar hafa haft í för með sér breytingar á rennsli og rennlisháttum en farvegabreytingar og myndun nýrra lóna hafa einnig haft áhrif á

<sup>51</sup> Haukur Tómasson. 1982. Áhrif virkjunarframkvæmda á aurburð í Þjórsá. OS82044.

<sup>52</sup> Eydís S. Eiríksdóttir o.fl. 2016. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XIX. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Jarðvísindastofnun Háskólans RH-03-2016.

<sup>53</sup> Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2013. Heildarframburður neðri hluta Þjórsár árin 2001-2010. Veðurstofa Íslands, VÍ 2013/007. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2013-135.

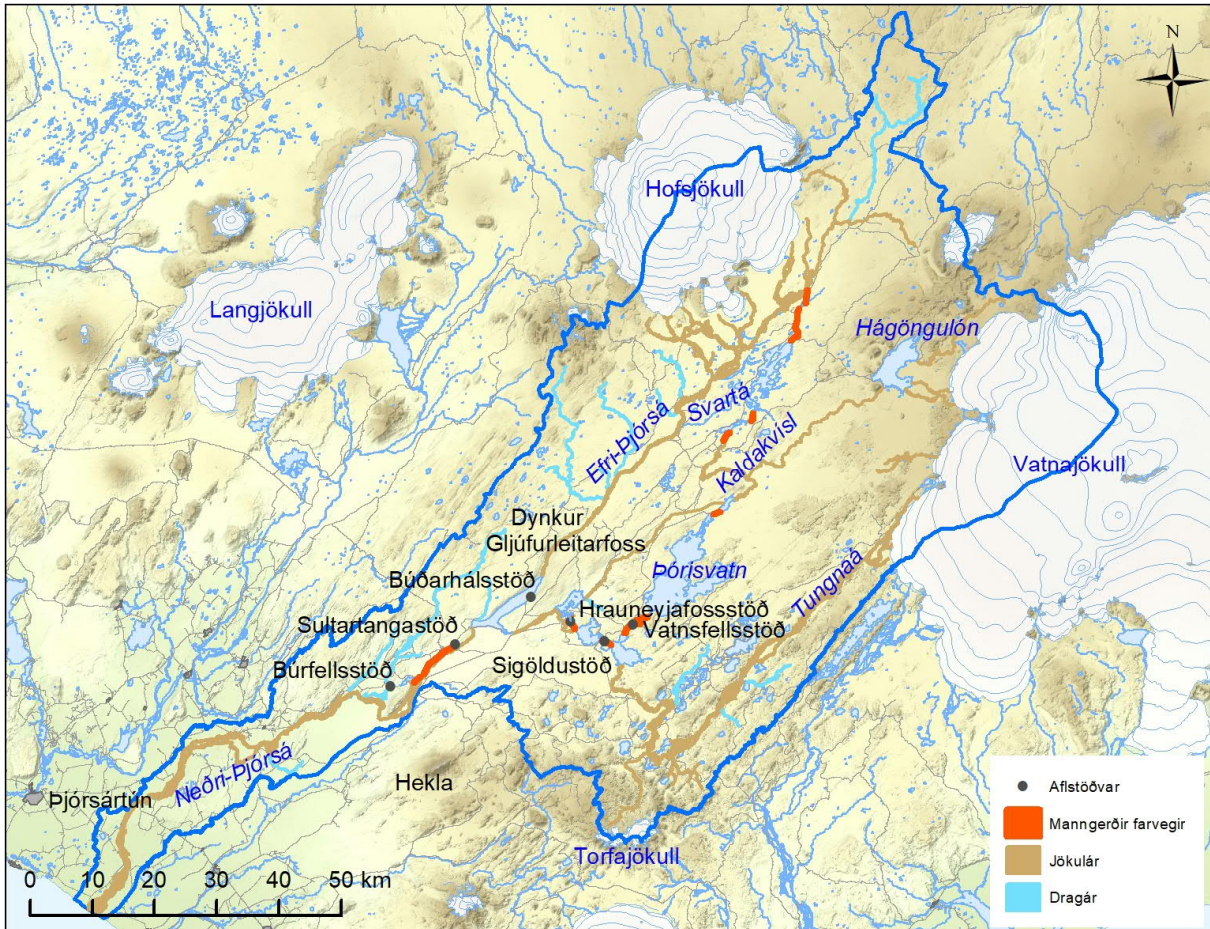
<sup>54</sup> Hönnun, VST og Stuðull. 2001. Miðlunarlón vatnsaflsvirkjana. Athugun á rofi og setburði. Áfangaskýrsla. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2001/016.

<sup>55</sup> Björn J. Björnsson og Matthías Loftsson. 2003. Miðlunarlón vatnsaflsvirkjana. Athugun á rofi og setburði. Áfangaskýrsla II. Athaganir árin 2001 og 2002. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2003/120.

grunnvatnsrennsli og grunnvatnshæð einkum á svæðum þar sem jarðgrunnur er gropinn. Þá hefur uppbygging orkuvinnslu einnig haft áhrif á rof og setmyndun á vatnasviðinu.

### Rennsli

Vatnasvið Þjórsár og Tungnaár og helstu þveráa er sýnt á Mynd 6.5. Stærstu breytingar á farvegum Þjórsár, Tungnaár og Köldukvíslar með orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði eru stíflun Þjórsár og veita hennar yfir til Bjarnalóns og þaðan áfram um göng gegnum Sámsstaðamúla, bygging frárennisskurðar neðan Sultartangastöðvar, veita á kvíslum Þjórsár yfir til Þórisvatns, stíflun Köldukvíslar og veita hennar til Þórisvatns, bygging veituskurðar úr Þórisvatni og Vatnsfellsveita, stíflun Tungnaár og stíflun Köldukvíslar við Syðri Hágöngu.



**Mynd 6.5** Vatnasvið Þjórsár og Tungnaár, árfarvegir og lón (2017). Árfarvegir með jökulvatni eru brúnleitir, farvegir með bergvatni bláir og manngerðir farvegir eru rauðir.

### *Þjórsá – neðan Búrfells*

Rennsli Þjórsár neðan Búrfells er verulega breytt frá náttúrulegu rennsli vegna miðlunar. Lágrennsli hefur aukist í Þjórsá við Krók (Urriðafoss) og hárennsli minnkað og rennsli árinna er því orðið jafnara yfir árið en fyrir virkjanir.

Til eru samfelldar rennslisraðir úr Þjórsá við Þjórsártún frá 1958 til dagsins í dag, en það er lengsta rennslisröð sem til er úr ánni, sjá Mynd 6.4. Meðalrennsli er svipað en flóðtoppar dæmpt í lónum ofar á vatnasviðinu. Hins vegar hefur vetrarrennsli aukist vegna miðlunar. Í dag er vetrarrennsli í Þjórsá nálægt 300 m<sup>3</sup>/s, en fyrir virkjun var venjulegt vetrarrennsli á bilinu 150-300 m<sup>3</sup>/s.<sup>56</sup>

Á Mynd 6.6 má sjá hvernig rennsli við Þjórsártún hefur breyst á tímabilinu frá 1958 til 2015. Rennsli á myndinni er skipt upp í 5 flokka þ.e. óvenjulágt rennsli, lágrennsli, hárennlistoppa og stór og lítil flóð á þessu tímabili.

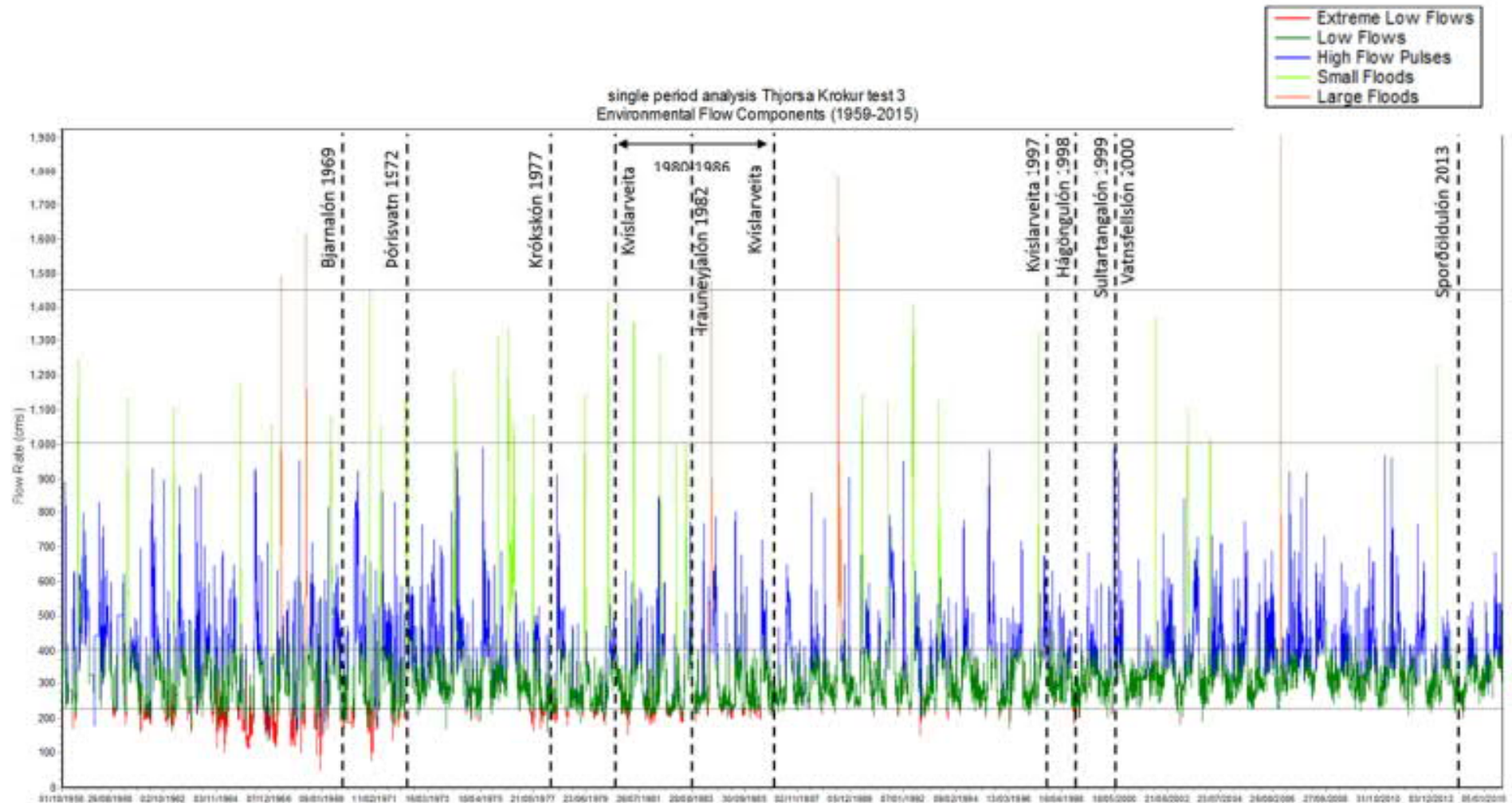
Eftir að Þórisvatnsmiðlun var tekin í rekstur árið 1972 dró töluvert úr rennslissveiflum í Þjórsá og til að byrja með hækkaði lágrennsli. Einnig minnkaði tíðni flóða í ánni eftir myndun Þjórsárlóns árið 1997. Fimm stór flóð hafa orðið í Þjórsá frá því að mælingar hófust, en þar af var eitt flóð í desember 2006, sjá Mynd 6.6. Með tilkomu Hágöngulóns er öllu sumarrennsli Köldukvíslar safnað saman til þess að miðla vatni á öðrum tímum þegar afrennsli af vatnasviði er minna. Eftir myndun lónsins jókst vetrarrennsli í Þjórsá og vorflóð minnkuðu mikið.

Með tilkomu virkjana og lóna breyttist ísmyndun í farveginum. Ísmyndun á efri hluta vatnasviðsins hefur ekki lengur áhrif á neðri hluta þess þar sem stöðugt rennsli er tryggt úr lónunum.<sup>57</sup>

---

<sup>56</sup> Sigurjón Rist. 1962. Þjórsárisar. Jökull, 6, 1-29.

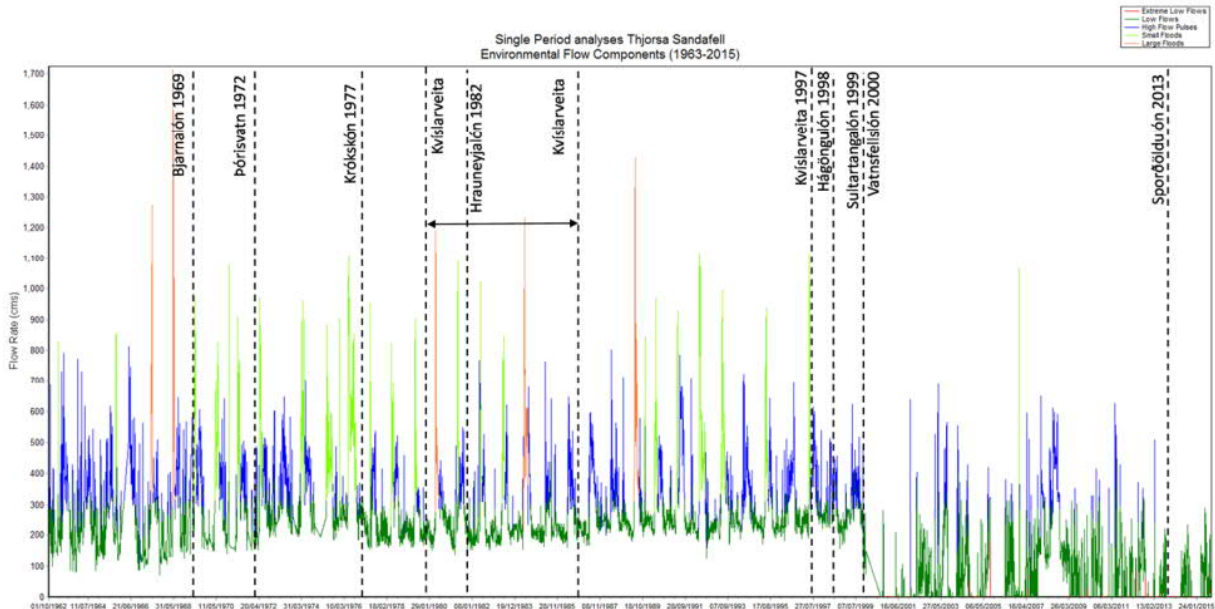
<sup>57</sup> Hörn Hrafnadóttir og Sigmundur Freysteinnsson. 2009. Þjórsá River – South Iceland, Hvammur and Urriðafoss Hydroelectric Projects, Ice Jam Evaluation. Prepared of Verkís for Landsvirkjun. LV-2009/127.



**Mynd 6.6** Dagsmeðalrennsli ( $m^3/s$ ) Þjórsár við Krók 1958-2015. Rautt sýnir óvenjulágt rennsli. Blátt sýnir hárennslispúlsla. Dökkgrænt sýnir meðal-lágrennsli. Skærgrænt sýnir lítill flóð. Appelsínugult sýnir stór flóð. Gögn eru úr skýrslu Hafrannsóknastofnunar.

### Þjórsá – neðan Sultartanga að útrennsli Búrfells

Samfelldar rennslisraðir eru til úr vatnshæðarmæli við Sandafell neðan Sultartangavirkjunar frá árinu 1963 til dagsins í dag, sjá Mynd 6.4. Rennslisgögn sýna náttúrulegt rennsli á tímabilinu 1963 til 1969. Meðalrennsli við Sandafell á tímabilinu 1963 til 1999 var  $236 \text{ m}^3/\text{s}$ , sem var um 67% af meðalrennsli við Krók sem var  $353 \text{ m}^3/\text{s}$ . Eftir að Þórisvatnsmiðlun var tekin í notkun varð vart hækkunar lágrennslis við Sandafell, sem síðan lækkaði eftir myndun Krókslóns árið 1977, sjá Mynd 6.7. Samfelld aukning á lágrennsli er frá 1997 til 2000 þar til raforkuframleiðsla hefst í Sultartangastöð árið 2000.

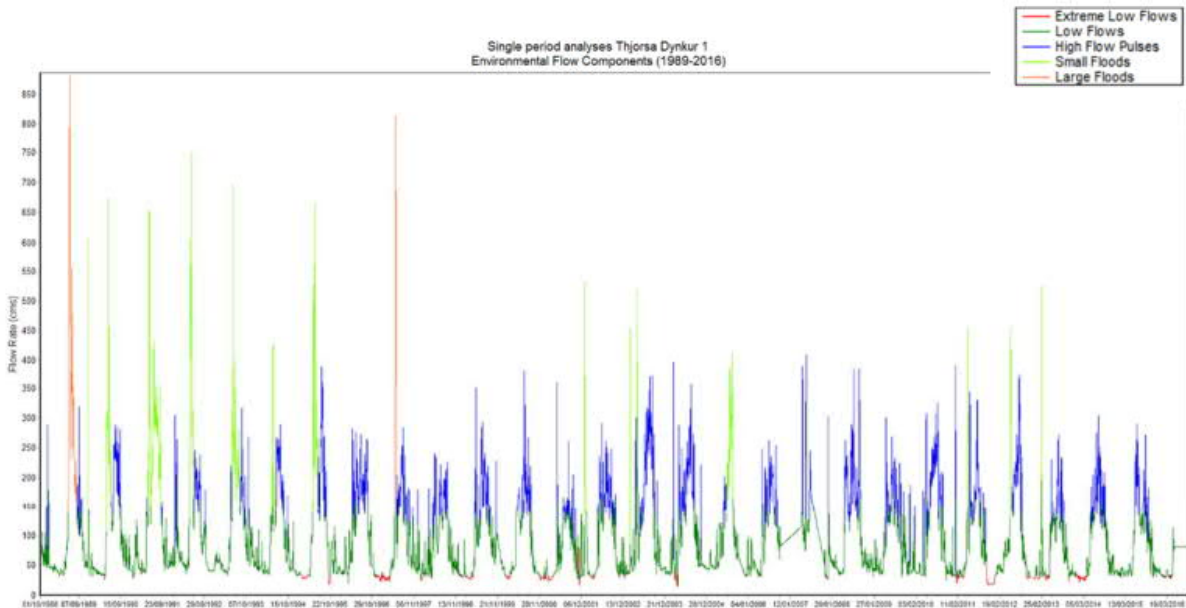


**Mynd 6.7** Dagsmeðalrennsli ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) í Þjórsá við Sandafell 1963-2015. Rautt sýnir óvenjulágt rennsli. Blátt sýnir hárennslispúlva. Dökkgrænt sýnir meðal-lágrennsli. Skærgrænt sýnir lítil flóð. Appelsínugult sýnir stór flóð. Brotnar línur sína hvenær ný lón á vatnasviðinu eru mynduð. Gögn eru úr skýrslu Hafrannsóknastofnunar.

Þjórsá og Tungnaá sameinast í Sultartangalóni, en þaðan liggur frárennslisskurður Sultartangastöðvar að Bjarnarlóni um 7 km langur samsíða farvegi Þjórsár. Farvegur Þjórsár neðan Sultartangastíflu tekur við yfirfallsvatni frá Sultartangalóni og rennsli um hann því háð vatnsstöðu í lóninu hverju sinni. Stóran hluta ársins er farvegurinn nánast þurr en í hæstu toppum hefur rennsli verið á bilinu  $500\text{-}1000 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Þjórsá – ofan Sultartanga

Samfelldar rennslisraðir eru til frá 1988 til dagsins í dag í Þjórsá úr vatnshæðarmæli við Dýnk, sjá Mynd 6.4. Greining á rennslisröðum segir því aðeins til um rennslisbreytingar sem orðið hafa á vatnasviðinu ofan Sultartanga eftir 1988 en nær ekki aftur fyrir framkvæmdir í Kvíslaveitu (1980-1985). Aðeins ein framkvæmd bættist við eftir að rennslismælingar hófust en þar var myndun Þjórsárlóns. Á Mynd 6.8 má sjá hvernig rennsli við Dýnk hefur breyst á tímabilinu frá 1988 til 2015. Eftir myndun Þjórsárlóns árið 1997 lækkar hárennsli snarlega. Tíðni tímabila með óvenjulágt rennsli að vetrarlagi eykst lítillega eftir 1997. Vatn er hins vegar alltaf til staðar í farveginum, með að meðaltali  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  lágrennsli. Eins og sjá má á Mynd 6.8 hefur aldrei komið stórt flóð í Þjórsá við Dýnk eftir 1997 og tíðni lítilla flóða hefur minnkað. Rennsli í farvegi hefur jafnast út og stórra flóða gætir ekki lengur.



**Mynd 6.8** Dagsmeðalrennsli ( $m^3/s$ ) Þjórsár við Dynk 1988-2015. Rautt sýnir óvenjulágt rennsli. Blátt sýnir hárennslispúlsa. Dökkgrænt sýnir meðal-lágrennsli. Skægrænt sýnir lítil flóð. Appelsínugult sýnir stór flóð. Gögn eru úr skýrslu Hafrannsóknastofnunar.

### Tungnaá og Kaldakvísl

Úr vatnshæðarmæli við Maríufossa í Tungnaá eru til samfelldar rennslisraðir frá 1988 til dagsins í dag, sjá Mynd 6.4. Mælirinn er staðsettur ofan við lón og virkjanir og er rennsli þar ótruflað. Mæligögn sýna því náttúrulegt rennsli árinna. Árlegt hárennsli í Tungnaá á þessum stað hefur lækkað lítillega en lágrennsli hefur ekki breyst. Annar vatnshæðarmælir er við Sigöldufoss sem staðsettur er milli Krókslóns og Hrauneyjalóns neðar á vatnasviðinu, sjá Mynd 6.4. Samfelldar rennslisraðir eru til úr mælinum frá 1983 til dagsins í dag. Samanburður á þessum tveimur mælum gefur hugmynd um hvert rennslið væri við Sigöldufoss ef það væri enn ótruflað.

### Samantekt breytinga á rennsli

Breyting á farvegum og myndun nýrra lóna hefur haft í för með sér breytingar á rennsli og rennslisáttum fallvatna á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Eftir að Þórisvatnsmiðlun var tekin í rekstur árið 1972 dró töluvert úr rennslissveiflum Tungnaá við Sigöldufoss og einnig í Þjórsá neðan Sultartanga. Myndun Þjórsárlóns og Kvíslaveitu hafði einnig í för með sér breytingar á rennsli Efri-Þjórsár og Köldukvíslar. Dæmi um það eru rennslisbreytingar við fossinn Dynk eftir myndun Þjórsárlóns 1997, en rennsli í farvegi hefur jafnast út, hárennsli lækkað og stórra flóða gætir ekki lengur.

Með tilkomu Hágöngulóns var öllu sumarrennsli Köldukvíslar safnað saman til þess að miðla vatni á öðrum tímum. Við þetta jókst miðlunargeta á vatnasviðinu um 320 Gl en það breytti rennslismynstri í farvegi Tungnaár við Sigöldufoss á þann veg að rennlistoppar urðu færri og tímabil yfirfallsrennslis er seinna á árinu en áður. Eftir þetta jókst vetrarrennsli í Þjórsá en vorflóð minnkuðu mikið.

Með tilkomu virkjana og lóna á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu breyttist ísmyndun í farveginum. Ísmyndun á efri hluta vatnasviðsins hefur ekki lengur áhrif á neðri hluta þess þar sem stöðugt rennsli er tryggt úr lónunum.

### Grunnvatn

Tilkoma lóna á vatnasviðinu hefur leitt til breytinga á grunnvatnskerfi í nágrenni þeirra, en vægi breytinganna ræðst af því hversu vel lónin eru einangruð frá grunnvatnskerfinu í kring. Áhrifa frá lónunum gætir mest neðan þeirra, vegna leka úr þeim. Vöktun á grunnvatnshæð á Þjórsár- og Tungnaárvæði hefur staðið yfir allt frá því um 1970. Mælingar sýna að það eru einkum miðlanir í

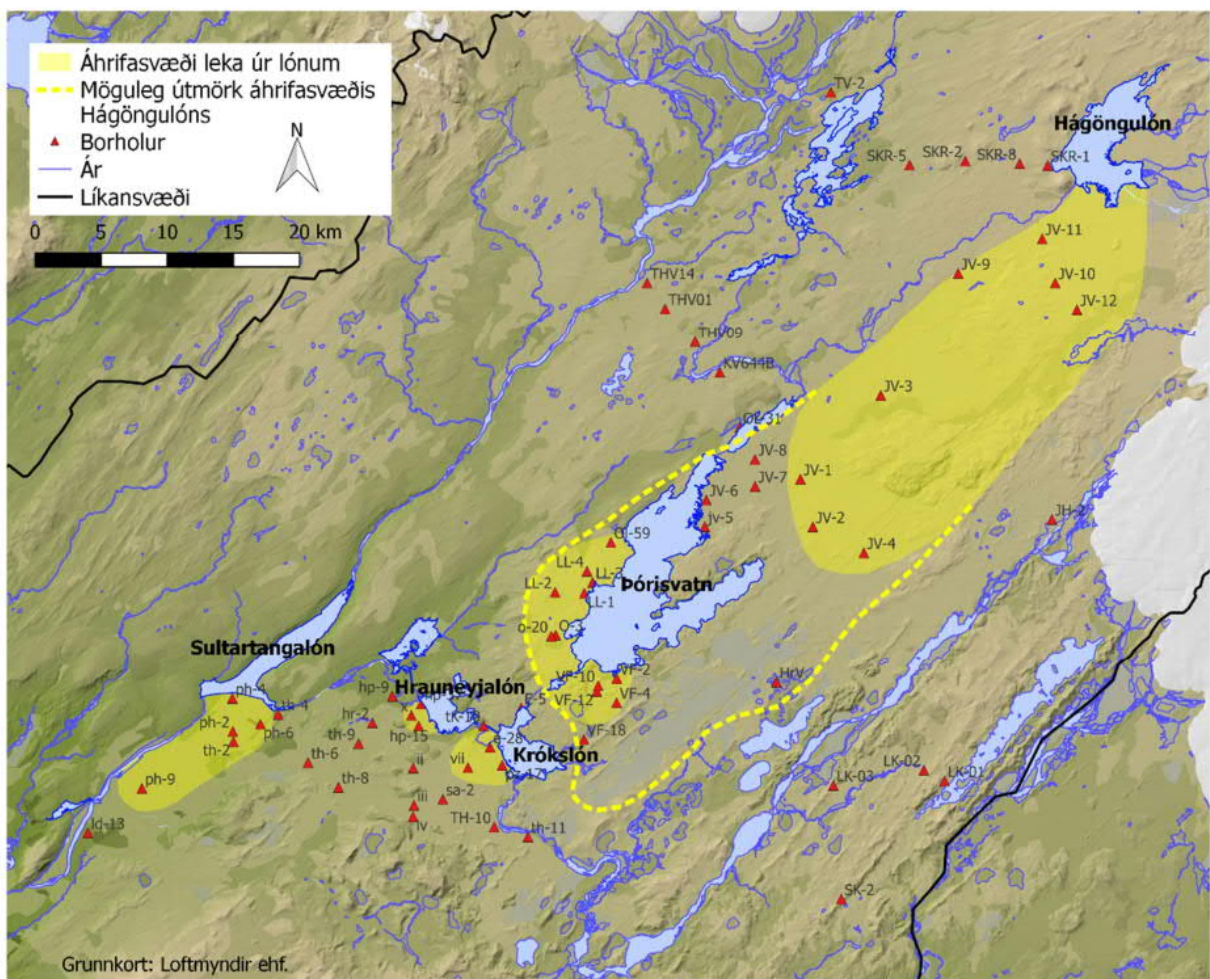


Þórisvatni og Krókslóni sem áhrif hafa á framrennsli grunnvatns. Áhrif eru einnig vel merkjanleg við Hágöngulón.<sup>58</sup>

Í skýrslu Vatnaskila um heildarendurskoðun rennslislíkans á Þjórsár- og Tungnaárvæði er sýnt áhrifasvæði leka úr helstu lónum á Þjórsár- og Tungnaárvæði, sjá Mynd 6.9.<sup>59</sup> Stærð áhrifasvæðis leka frá lónum ræðst af mörgum þáttum eins og stærð lóns, lekt bergsins undir því og í kringum það. Magn leka frá lónum sveiflast með lónhæð, en helstu áhrif eru hækkun grunnvatnsborðs og auknar sveiflur þess, vegna breytilegs leka.

Á Mynd 6.9 má sjá að áhrifasvæði Hágöngulóns teygir sig yfir stórt svæði eða um 25 km til suðvesturs, áhrifasvæðið nær um 3-5 km til suðausturs frá Þórisvatni, um 3-4 km til suðvesturs frá Krókslóni og um 2 km til suðvesturs frá Hrauneyjalóni. Áhrifasvæði Sultartangalóns nær um 10 km til suðvesturs.

Meðalleki úr Þórisvatni er meira en þrefaldur meðalleki úr Hágöngulóni. Engu að síður er áhrifasvæði Hágöngulóns mun stærra. Helsta ástæða þess er að lekt í Veiðivatnahrauni neðan Hágöngulóns er töluvert meiri en lekt neðan Þórisvatns.



**Mynd 6.9** Áhrifasvæði leka úr lónum á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Upplýsingar eru úr skýrslu Vatnaskila.<sup>59</sup>

### Rof og setmyndun

Svifaur er gjarnan mikill í óbeisluðum jökulám en getur verið breytilegur yfir árið.<sup>60</sup> Virkjun jökuláa og myndun lóna hefur haft í för með sér að stór hluti jökulaursins fellur til þar. Hlutfall þess sem sest til ræðst af grófleika efnisins sem berst inn í lónin og einnig viðstöðutíma vatns þar.

<sup>58</sup> Davíð Egilsson. 2016. Greining á grunnvatnsmælingum á Þjórsár- og Tungnaárvæði 2015. Veðurstofa Íslands. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2016-038.

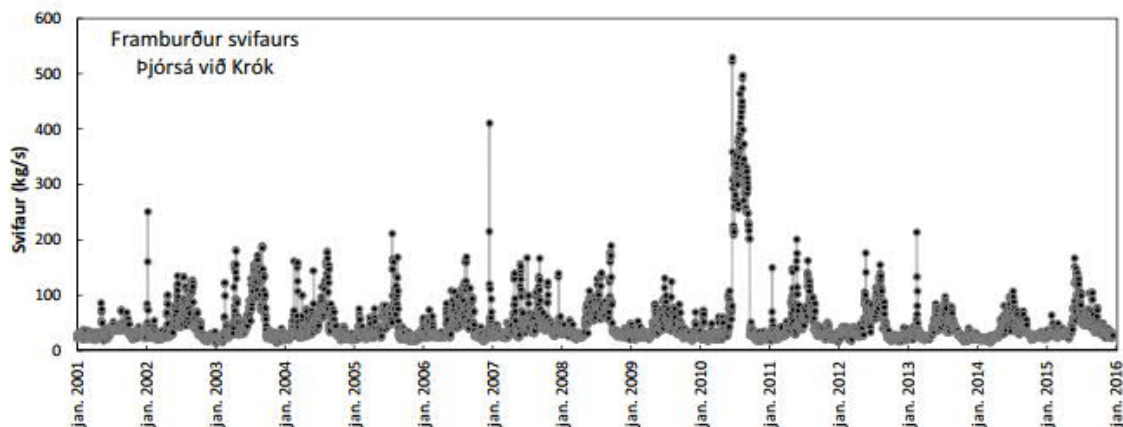
<sup>59</sup> Vatnaskil. 2018. Þjórsár-Tungnaárvæði. Heildarendurskoðun rennslislíkans. Unnið fyrir Landsvirkjun. Skýrsla nr. 18.03. Drög.

<sup>60</sup> Haukur Tómasson. 1982. Áhrif virkjunarframkvæmda á aurburð í Þjórsá. OS82044.

Almennt hefur stíflugerð í för með sér rennslisjöfnun er veldur minni aurburðargetu neðan stíflunnar, botnskrið og hluti svifaurs sest til í lónum auk þess að bakvatnsáhrifa gætir ofan stíflu s.s. vegna minni straumhraða í ánni er leiðir til minni burðargetu árinna. Þær virkjanaframkvæmdir á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár sem taldar eru hafa haft einna mest áhrif á aurburð eru stíflun Þjórsár við Búrfell árið 1969, þegar Vatnsfellsveita er tekin í notkun árið 1971, þegar Kaldakvísl er stífluð og henni veitt til Þórisvatns, þegar dælt er úr Bjarnalóni við Búrfell árið 1974, þegar Tungnaá er stífluð við Sigöldu árið 1974 og þegar Sultartangalón er myndað árið 1983.<sup>61</sup>

Á fyrstu árum eftir byggingu virkjana eða á árunum 1970-1979, minnkaði framburður svifaurs í Neðri-Þjórsá úr 3,1 milljónum tonna í 1,7 milljón tonna á ári. Minnkandi svifaur af efri hluta vatnasviðsins hefur haft í för með sér aukinn rofmátt á áreyrum neðan Búrfells. Þar hefur áin því grafið sig niður á áreyrum og leitað í ákveðna farvegi í stað þess að mynda ála, sem einkennandi voru fyrir farveginn fyrir virkjun. Niðurstöður svifaursmælinga á árum 2001-2010 benda til að svifaur við Urriðafoss sé um 39% af því sem hann var fyrir virkjanir.<sup>62</sup>

Svifaursstyrkur í Þjórsá getur verið breytilegur eftir rennslisárinna eins og áður hefur komið fram eða á bilinu 10-250 mg/l, en styrkurinn er að jafnaði mestur í flóðum. Vegna rennslisjöfnunar í Þjórsá eftir virkjun er minni munur á árstíðabundnum styrk en áður. Í júní 2010 var töluverðu vatni hleypt úr Sultartangalóni vegna viðgerða á Sultartangastíflu. Þessu fylgdi mikið magn af aur úr Sultartangalóni niður í Þjórsá. Samkvæmt svifaursmælingum fór styrkur svifaurs í 221 mg/l í byrjun júlí 2010 við 292 m<sup>3</sup>/s rennslis og í 339 mg/l við 448 m<sup>3</sup>/s rennslis í byrjun september sama ár. Á Mynd 6.10 má sjá reiknað dagsmeðaltal framburðar svifaurs (kg/s) í Þjórsá við Krók á tímabilinu 2001-2015 sem byggir á svifaurslyklum fyrir annars vegar sumar og hins vegar fyrir vetur.



Mynd 6.10 Reiknaður meðalframburður svifaurs (kg/s) í Þjórsá við Krók.<sup>63</sup>

Eftir Þórisvatnsmiðlun eða upp úr 1972 fór áhrifa að gæta vegna aurburðar sem rekja má til stíflun Köldukvíslar og byggingu veitu úr Þórisvatni. Eftir þær breytingar á vatnafari settist allur aurburður Köldukvíslar til í Sauðafellslóni og Þórisvatni, en á hinn bóginn grófst töluvert úr farvegi Vatnsfellsveitu frá Þórisvatni niður í Tungnaá veturinn 1972-1973. Mat á áhrifum Sigölduvirkjunar á aurburði við Sandafell fyrir og eftir virkjun, á árunum 1970-1975 og 1977-1979, sýndi að aurburður minnkaði um 0,7-0,9 milljónir tonna á ári eða sem nemur minnkun um 80-90%.<sup>64</sup> Aur sem áður hefði borist niður vatnakerfið settist nú til í Króklóni. Niðurstöður mælinga sem fram fóru vegna frekari virkjunarhugmynda á svæðinu benda til að meðal setmyndun í Króklóni sé um 0,5 GJ/ári.<sup>65</sup>

<sup>61</sup> Hörn Hrafnadóttir og Þórunn Á. Oddsdóttir. 1996. Aurburður í Þjórsá. Áhrif virkjana. Háskóli Íslands.

<sup>62</sup> Esther Hlíðar Jenssen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorlákadóttir, Snorri Zóphóniasson og Sigríður Magnea Óskarsdóttir. 2013. Heildarframburður neðri hluta Þjórsár árin 2001-2010. Veðurstofa Íslands, VÍ-2013/007, ISSN 1670-8261

<sup>63</sup> Eydis S. Eiríksdóttir. 2017. Áhrif virkjana á rennslis og vatnalíf á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár. Hafrannsóknastofnun – HV 2017-036. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2017-122.

<sup>64</sup> Haukur Tómasson. 1982. Áhrif virkjunarframkvæmda á aurburð í Þjórsá. OS82044.

<sup>65</sup> Sverrir Ó. Eilefsen og Jórunn Halldórsdóttir. 2011. Bjallavirkjun. Rennslis og aurburður Jökulgilskvíslar. Aursöfnun í Króklóni. Mannvit. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2011/001.

Eftir að rekstur Búrfellsstöðvar hófst varð fljótt vart við mikla setmyndun í Bjarnalóni og var ráðist í að dæla upp úr lóninu með sérstökum dælupramma. Svifaursmælingar við Urriðafoss á fyrstu árum eftir virkjun Þjórsár eða á árunum 1970-1975 bentu til þess að um 0,6-0,9 milljón tonna/ári af aur hefðu sest til í Bjarnalóni. Upp úr 1977 fór síðan að gæta áhrifa Sigölduvirkjunar á aurburð með tilkomu Krókslóns, en samanburður á aurburðarmælingum við Sandafell á árunum 1970-1975 og 1977-1979 benti til þess að 0,7-0,9 milljónir tonna/ári af aur hafi sest til í lóninu.<sup>66</sup> Eftir myndun Sultartangalóns var dæling úr Bjarnalóni hins vegar óþörf.<sup>67</sup>

Til að meta þróun setmyndunar í Sultartangalóni fóru þar fram dýptar- og sniðmælingar á árunum 1989, 2000 og 2010. Niðurstöður mælinga leiddu í ljós að umtalsverð setmyndun hafði átt sér stað í lóninu frá árinu 1989.<sup>68,69,70</sup> Við frekari athugun kom í ljós að hluti aurs sem berst inn í lónið stöðvast ekki þar heldur berst áfram en útreikningar bentu til að um 73% aursins setjst til í lóninu.<sup>71</sup> Áætlað var út frá mælingum frá 1989 og 2000 að magn aurburðar sem sest til í lóninu sé að jafnaði um 0,8 Gl/ári eða um 1.150 þúsund tonn/ári miðað við rúmpýngd um 1,4 m<sup>3</sup>/tonn.

Í verkhönnun fyrir Hágöngulón var lagt mat á árlega setmyndun í lóninu og talið að hún nemi um 0,6 Gl/ári.<sup>72</sup>

Af ofangreindu má draga þá ályktun að myndun lóna hefur haft mikil áhrif á aurburð á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár.

## 6.4 Gróður

Í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá árinu 2016 „Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells“ er lýst úttekt á gróðurfari lónasvæða Efri-Þjórsár og Tungnaár.<sup>73</sup> Í annarri skýrslu Náttúrufræðistofnunar frá árinu 2019 „Samantekt og kortlagning á stöðu landgræðslu, skógræktar og gróðurs á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu“ er gerð grein fyrir landgræðslu- og skógræktaraðgerðum Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði og lagt mat á breytingar á gróðri frá 1968 til 2018.

Í þessum kafla er byggt á niðurstöðum ofangreindra skýrslna, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega.

Viðmið fyrir mat á áhrifum virkjana á gróður eru í alþjóðlegum samningum, lögum um náttúruvernd, náttúruverndaráætlunum, Náttúruinjasráð og aðgerðaráætlun stjórnvalda um endurheimt votlendis.

- **Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun.** Markmið nr. 15 „Líf á landi“ leggur áherslu á að vernda, endurheimta og styðja sjálfbæra nýtingu vistkerfa á landi, en í því felst m.a. að grípa til aðgerða til að draga úr hnignun búsvæða og líffræðilegrar fjölbreytni og koma í veg fyrir útrýmingu tegunda í hættu.<sup>74</sup>
- **Samningar um líffræðilega fjölbreytni og vernd votlendis.** Samningur um líffræðilega fjölbreytni, Ramsar-samningurinn um votlendi sem hefur alþjóðlegt verndargildi, einkum fyrir fugla og Bernarsamningur um villtar plöntur og dýr og búsvæði þeirra í Evrópu.
- **Lög um um náttúruvernd.** Verndarmarkmið (2. gr.) og ákvæði um friðun vistkerfa, vistgerða og tegunda (56. gr.).
- **Válisti háplantna.** Náttúrufræðistofnun Íslands.

<sup>66</sup> Haukur Tómasson. 1982. Áhrif virkjunarframkvæmda á aurburð í Þjórsá. OS82044.

<sup>67</sup> Almenna verkfræðistofan. 2006. Setmyndun í Hagalóni; Rannsóknir, úrvinnsla og útreikningar. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2006/003.

<sup>68</sup> Kjartan Thors o.fl. 1989. Dýptarmælingar á Sultartangalóni og Þórisvatni í ágúst 1989. Hafrannsóknastofnun.

<sup>69</sup> Jarðfræðistofa Kjartan Thors. 2000. Sultartangalón: Dýptarmæling vorið 2000 og rúmmálsbreytingar frá 1989.

<sup>70</sup> Andri Gunnarsson, Landsvirkjun. Munnleg heimild dags. 12.12.2019.

<sup>71</sup> Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen. 2001. Aurburður og setmyndun í Efri Þjórsá. Unnið fyrir Landsvirkjun.

<sup>72</sup> Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen. 1996. Hágöngumiðlun; Verkhönnun. Unnið fyrir Landsvirkjun.

<sup>73</sup> Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen. 2016. Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells. Náttúrufræðistofnun NÍ-16003. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2016-088.

<sup>74</sup> Stjórnarráð Íslands. 2019. Heimsmarkmiðin. Stöðuskýrsla 2018. Forgangsmarkmið ríkisstjórnarinnar. Sótt 4. Júlí 2019 af <https://www.stjornarradid.is/>

- **Náttúruverndaráætlun.**
- **Náttúruminjaskrá.** Skrá um friðlýst svæði og aðrar náttúruminjar. Reykjavík, 7. útgáfa.
- **Endurheimt votlendis.** Aðgerðaráætlun samráðshóps frá 7/3/2016.

#### 6.4.1 Staða og þróun

Gróðurfar á vatnasviði Þjórsár, Köldukvíslar og Tungnaár ber merki um þann breytileika í náttúrufari sem finnst innan svæðisins. Nálægð við virkar eldisstöðvar ræður því að stór hluti svæðisins austan Þjórsár er þakinn groppnum nútímahraunum. Gjóska og vikrar eru víða áberandi í landslagi. Vestan Þjórsár er nokkuð samfelld gróðurþekja en ríkjandi gróðurlendi eru gamburmosagróður, mýrlendi, starmói og lyngmói. Í Þjórsárdal, á Hafinu og umhverfi Bjarnarlóns ofan Búrfells voru áður fyrr lítt gróin hraun og sandar en uppgræðslu- og skógræktaraðgerðir, sem og friðun lands, hafa breytt gróðurfari þessara svæða. Gróðurfar og gróðurlendi á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár er sýnt á Mynd 6.11.

Inn til landsins á mótis við Þórisvatn og Sauðafellslón er gróður mjög lítill. Þar sem gróður er að finna er hann gisinn en finna má gróna mosafláka í rökum gildirögum. Melar og hraun sem að hluta til eru sandorpin einkenna landið. Er ofar dregur, upp við Þjórsárvíslar, telst gróðurfar nokkuð fjölbreytt þótt enn sé land fremur lítið gróið. Gróður er helst að finna við ár og í lægðum og dældum og hélumosagróður og freðmýrarústir bera vitni um lágt hitastig. Þar eru melar algengustu landgerðirnar<sup>75</sup>. Þjórsárver eru víðáttumikil gróðurlendi við suðurjaðar Hofsjökul og stærsta samfellda gróðurvin miðhálandisins.<sup>76</sup> Friðland í Þjórsárverum er á skrá Ramsarsamningsins yfir alþjóðlega mikilvæg votlendissvæði. Í Þjórsárverum eru mestu rústamýrasvæði landsins.

Norðan og sunnan Tungnaár eru stór hluti landsins lítt gróinn eða með gisna gróðurþekju. Þar eru helstu landgerðir melar, vikrar, sandar og hraun. Eldgos úr Heklu og öðrum eldstöðvum hafa haft mikil áhrif á vistkerfi innan vatnasviðsins. Tíð gos hafa haft í för með sér gróður- og jarðvegseyðingu og uppsöfnun á sandi eins og í Þjórsárdal, austan Þjórsár og á Veiðivatnasvæðinu. Þessi svæði hafa verið flokkuð sem óstöðug eða mjög óstöðug sandsvæði þar sem sandfok og uppfok er títt.<sup>77,78,79</sup>

Stór hluti vatnasviðs Þjórsár- og Tungnaárvæðisins er hálent, en stór munur er á meðalárshita og meðalsumarhita á hálandi og láglandi. Ársmeðalhiti á láglandi er um 4°C, en hann lækkar er nær dregur hálandinu og um frostmark við Hágöngur. Frá því um miðja síðustu öld hefur hitastig sveiflast, en í heild hefur hitastig farið hækkandi með greinilegum sveiflum í meðalhita í júlí og ársmeðalhita, sjá Mynd 6.12. Meðalársúrcoma við Búrfell sem er á hálandisbrúninni telst vera um 900 mm og er nokkru lægri inn við Hágöngur. Alla jafna eru maí og júní þurrustu mánuðirnir og er úrkoma almennt meiri að hausti og vetri.

Auk náttúruvarsþátta mótar landnýting jafnframt gróðurfar svæðisins. Svæðið er að mestu innan hálandisins og hefur það verið nýtt sem afréttarland fyrir sauðfé um aldir. Hluti svæðisins er þó friðað gegn beit sbr. Þjórsárdalur, Búrfell, Veiðivötn, Vatnaöldur og Þjórsárver.

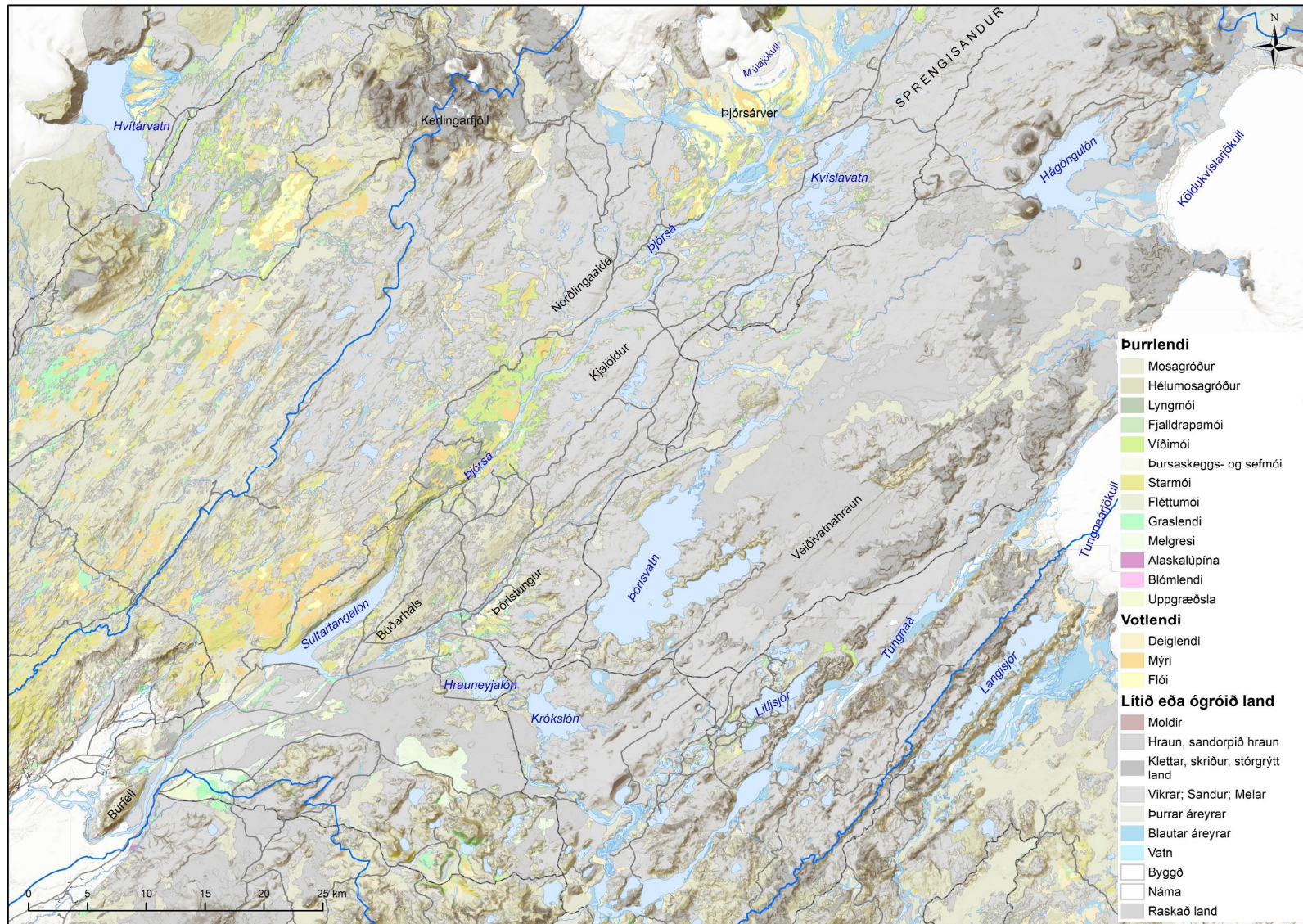
<sup>75</sup> Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen. 2016. Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells. Náttúrufræðistofnun NÍ-16003. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2016-088.

<sup>76</sup> Erling Ólafsson o.fl. 2009. Vistgerðir á miðhálandi Íslands.

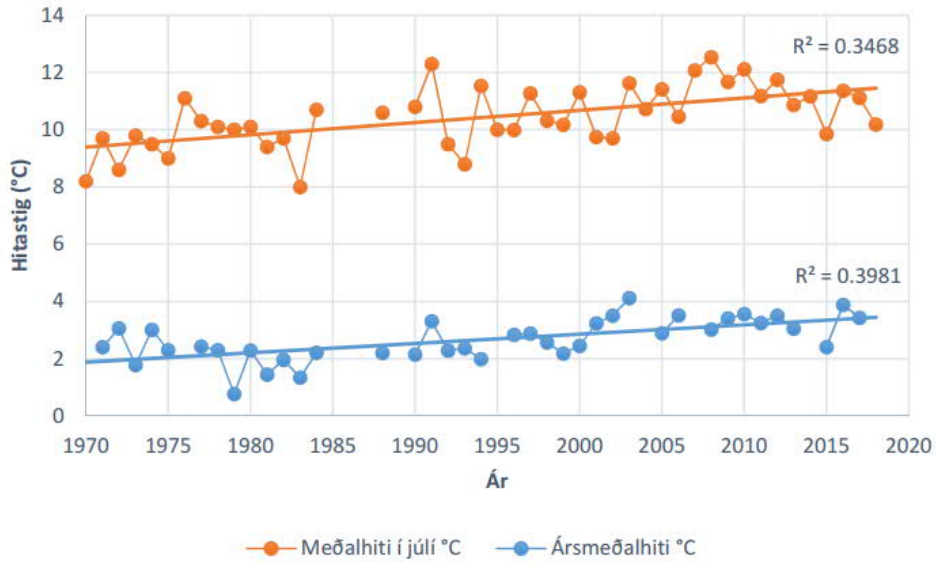
<sup>77</sup> Ólafur Arnalds o.fl. 1997. Jarðvegsrof á Íslandi. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

<sup>78</sup> Ólafur Arnalds. 2010. Dust sources and deposition of aeolian materials in Iceland. Icelandic Agricultural Sciences 23.

<sup>79</sup> Ólafur Arnalds o.fl. 2019. Sandauðnir, sandfok og ryk á Íslandi – I. Sandur og fok. Náttúrufræðingurinn 89 (1-2), 34-47.

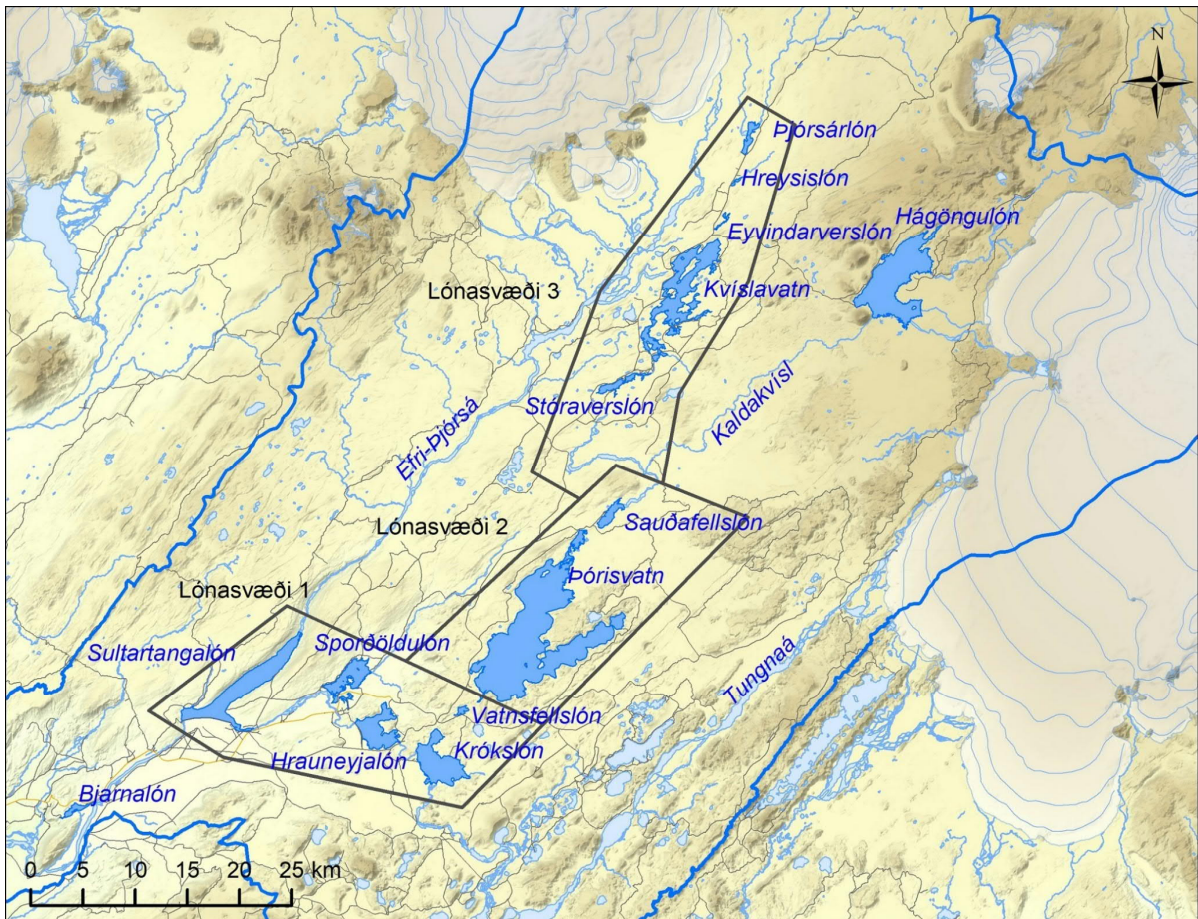


Mynd 6.11 Gróðurkort af hluta vatnasviðs Þjórsár og Tungnaár. Kortið sýnir gróðurlendi á svæðinu. Blá lína sýnir afmörkun vatnasviðsins (Byggt á gögnum frá NÍ).



**Mynd 6.12** Meðalhiti í júlí og ársmeðalhiti við Búrfell fyrir tímabilið 1970-2018. Gögn eru úr skýrslu Ní.<sup>80</sup>

Á virkjanasvæði Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells voru afmörkuð þrjú svæði (svonefnd lónasvæði), utan um uppistöðulón og miðlanir aflstöðvanna með að markmiði að gera úttekt á gróðurfari hvers svæðis fyrir sig, sjá Mynd 6.13.



**Mynd 6.13** Lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði, ofan Búrfells. Afmörkuð eru lónasvæði 1, 2 og 3, en þar er miðað við að ná utan um gróður í nágrenni lóna.

<sup>80</sup> Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Járngerður Grétarsdóttir og Sigmar Metúsalemsson. 2019. Samantekt og kortlagning á stöðu landgræðslu, skógræktar og gróðurs á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Náttúrufræðistofnun Íslands fyrir Landsvirkjun.

Yfirlit yfir flatarmál lónasvæða og hlutfall gróins og lítt gróins/ógróins lands auk gróðurlenda og helstu landgerða á lónasvæðunum þremur er sett fram í Tafla 6.2.

Á lónasvæði 1 eru Sultartangalón, Sporðöldulón, Hrauneyjalón, Krókslón og Vatnsfellslón, sjá Mynd 6.13. Svæðið er alls 407 km<sup>2</sup>, en þar af eru 151 km<sup>2</sup> (37%) gróið land þ.e. land með >10% gróðurþekju. Moslendi er ríkjandi gróðurlendi eða 61% af grónu landi. Hlutfall lítt gróins eða ógróins lands þ.e. land með <10% gróðurþekju nær yfir 63% af lónasvæðinu. Útbreiddustu landgerðir eru melar, hraun og vikrar auk vatns, sjá Tafla 6.2 og Mynd 6.14.

Á lónasvæði 2 eru lónin Þórisvatn og Sauðafellslón, en svæðið er í heild 376 km<sup>2</sup> að flatarmáli. Þar af eru aðeins 41 km<sup>2</sup> (11%) gróið land. Moslendi er ríkjandi gróðurlendi eða 94% af grónu landi en einnig kom fyrir mólendi, graslendi og votlendi. Stærsti hluti lónasvæðisins eða um 335 km<sup>2</sup> (89%) er lítt eða ógróið land, en þar af eru útbreiddustu landgerðirnar melar, hraun, sandar og vikrar, auk vatns, sjá Tafla 6.2 og Mynd 6.15.

Á lónasvæði 3 eru alls 5 lón þ.e. Stóraverslón, Kvíslavatn, Eyvindarverslón, Hreysiskvíslarlón og Þjórsárlón. Svæðið er 409 km<sup>2</sup> að flatarmáli og þar af er um 70 km<sup>2</sup> (17%) þess gróið land. Moslendi er ríkjandi gróðurlendi, en auk þess er votlendi mikið og mólendi hefur allmikla útbreiðslu. Lítt gróið eða ógróið land er 339 km<sup>2</sup> (83%), en þar eru útbreiddustu landgerðirnar melar, vatn, hraun, sandar og vikrar, sjá Tafla 6.2 og Mynd 6.16.

**Tafla 6.2** Flatarmál (km<sup>2</sup>) og hlutfall (%) gróðursamfélaga, gróðurlenda og landgerða lítt gróins eða ógróins lands á lónasvæðum 1, 2 og 3.<sup>81</sup>

| Svæði                              | Lónasvæði 1     |                      |              | Lónasvæði 2     |                      |              | Lónasvæði 3     |                      |              |
|------------------------------------|-----------------|----------------------|--------------|-----------------|----------------------|--------------|-----------------|----------------------|--------------|
| Flatarmál (km <sup>2</sup> )       | 407             |                      |              | 376             |                      |              | 409             |                      |              |
| Gróið land <sup>82</sup>           | Km <sup>2</sup> | Hlutfall gróins (%)  | Af heild (%) | Km <sup>2</sup> | Hlutfall gróins (%)  | Af heild (%) | Km <sup>2</sup> | Hlutfall gróins (%)  | Af heild (%) |
| - Moslendi                         | 91,7            | 61                   | 23           | 38,8            | 94                   | 10           | 32,04           | 46                   | 8            |
| - Mólendi                          | 28,4            | 19                   | 7            | 1,3             | 3                    | <1           | 11,75           | 17                   | 3            |
| - Gras- og blómendi                | 14,4            | 10                   | 4            | 0,5             | 1                    | <1           | 1,55            | 2                    | <1           |
| - Votlendi                         | 12,4            | 8                    | 3            | 0,4             | 1                    | <1           | 24,41           | 35                   | 6            |
| - Ræktað land                      | 4,1             | 3                    | 1            |                 |                      |              |                 |                      |              |
| <b>Alls gróið</b>                  | <b>151</b>      | <b>100</b>           | <b>37</b>    | <b>41,1</b>     | <b>100</b>           | <b>11</b>    | <b>69,75</b>    | <b>100</b>           | <b>17</b>    |
| Lítt eða ógróið land <sup>83</sup> |                 | Hlutfall ógróins (%) | Af heild (%) |                 | Hlutfall ógróins (%) | Af heild (%) |                 | Hlutfall ógróins (%) | Af heild (%) |
| - Lítt eða ógróið land             | 200,2           | 78                   | 49           | 242,1           | 72                   | 64           | 294,86          | 87                   | 72           |
| - Vatn                             | 55,1            | 22                   | 14           | 92,4            | 28                   | 25           | 44,41           | 13                   | 11           |
| - .Byggð-mannvirki                 | 0,3             | <1                   | <1           | 0,1             | <1                   | <1           | 0,15            | <1                   | <1           |
| <b>Alls lítt eða ógróið</b>        | <b>255,6</b>    | <b>100</b>           | <b>63</b>    | <b>100</b>      | <b>89</b>            | <b>89</b>    | <b>339,43</b>   | <b>100</b>           | <b>83</b>    |

Gróðurkort af lónasvæðunum eru sýnd á myndum Mynd 6.14 til Mynd 6.16 hér að neðan. Lónasvæði ná ekki til Bjarnalóns og Hágöngulóns.

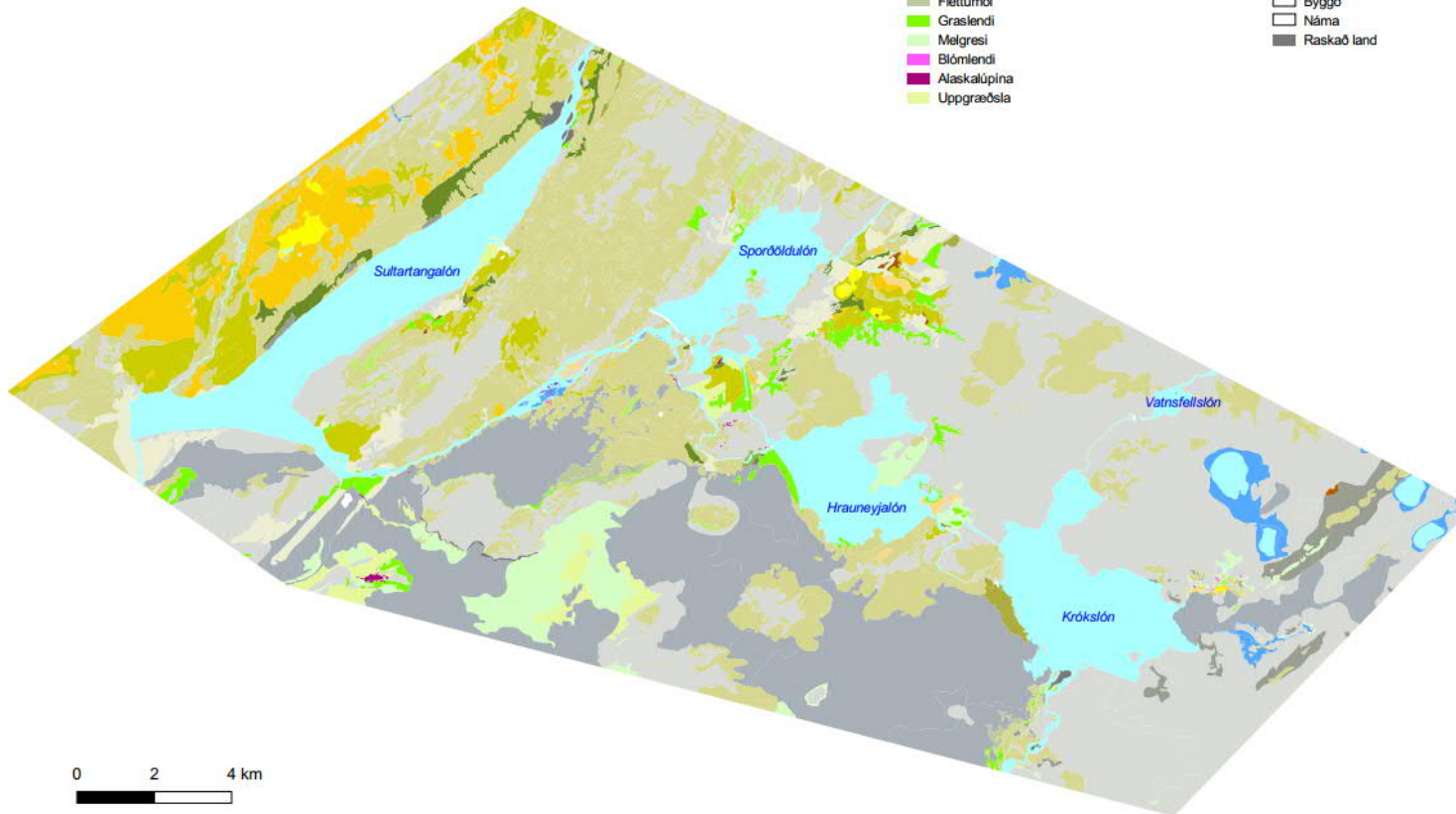
<sup>81</sup> Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen. 2016. Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells. Náttúrufræðistofnun NÍ-16003. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2016-088.

<sup>82</sup> Gróið land er land með > 10% gróðurþekju.

<sup>83</sup> Lítt eða ógróið land, er land með < 10% gróðurþekju.

EFRI- ÞJÓRSÁR OG TUNGNAÁRSVÆÐI  
GRÓÐURFAR Á LÓNASVÆÐI 1

Gróðurlendakort  
1:100.000



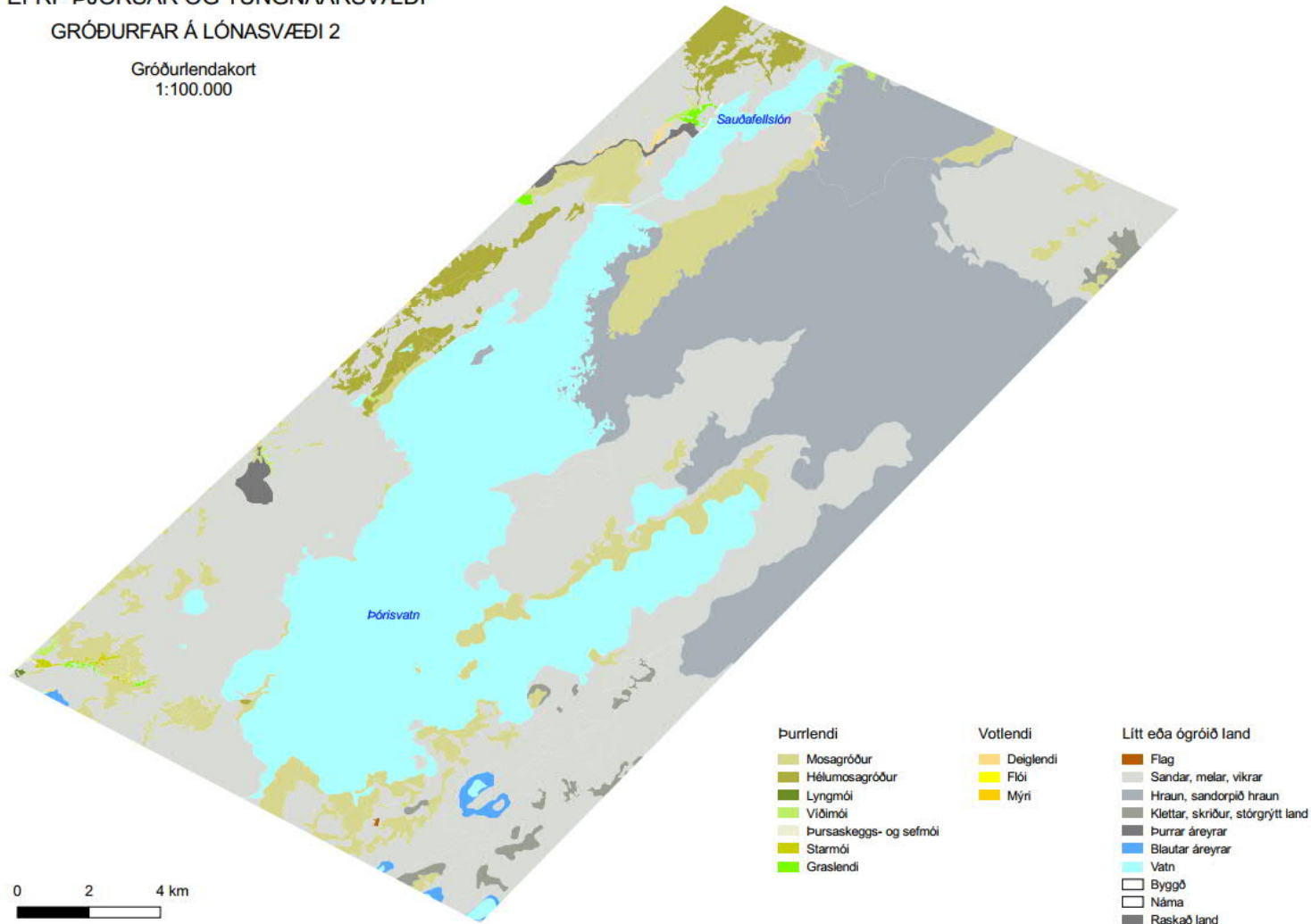
**Mynd 6.14** Gróðurfur og gróðurlendi við Sultartangalón, Sporðöldulón, Hrauneyjalón, Krókslón og Vatnsfellslón<sup>84</sup>.

<sup>84</sup> Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen. 2016. Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2016-088. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-16003.



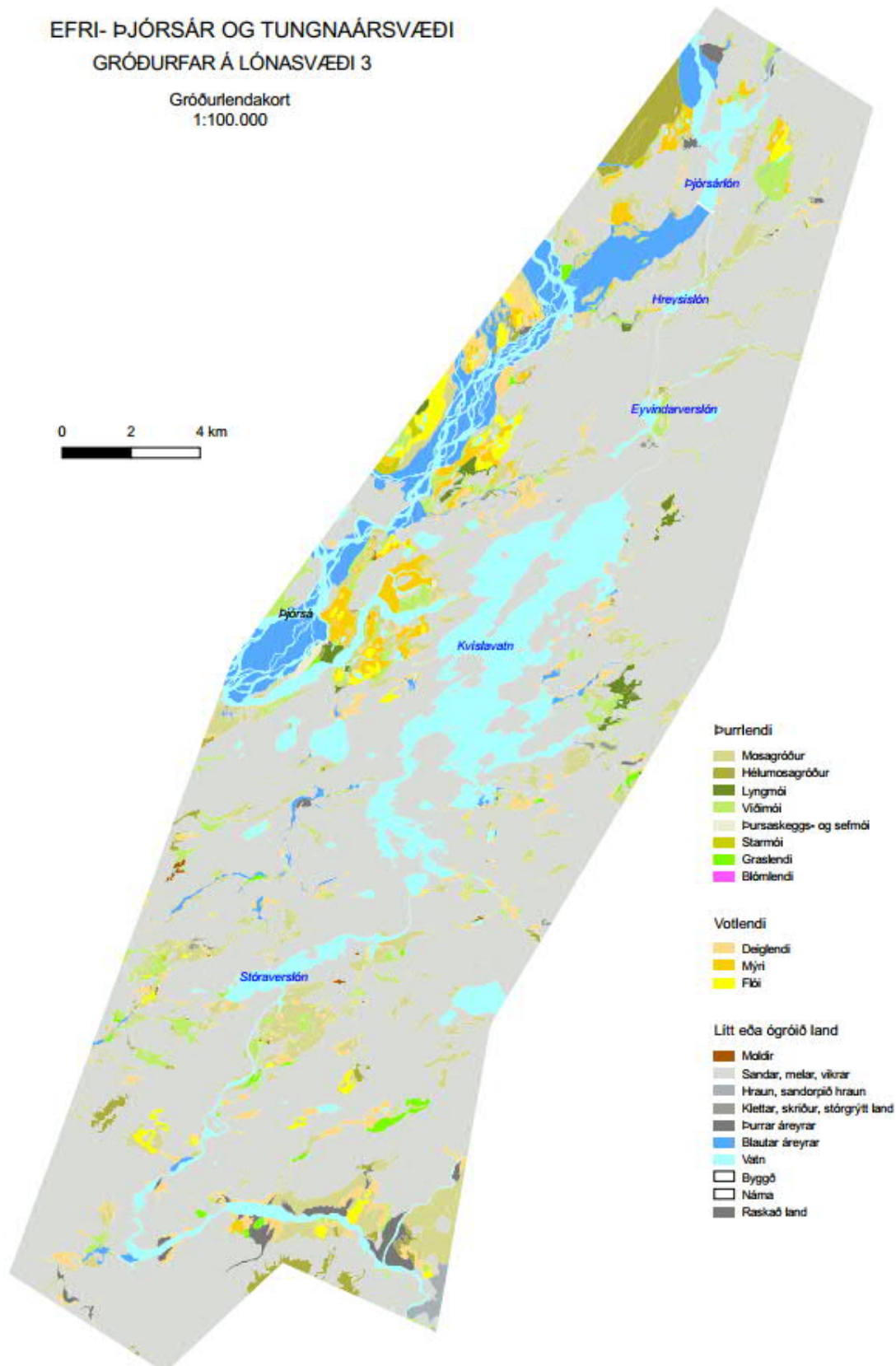
EFRI- ÞJÓRSÁR OG TUNGNAÁRSVÆÐI  
GRÓÐURFAR Á LÓNASVÆÐI 2

Gróðurlendakort  
1:100.000



Mynd 6.15 Gróðurfur og gróðurlendi við Þórisvatn og Sauðafellslón<sup>85</sup>.

<sup>85</sup> Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen. 2016. Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2016-088. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-16003.



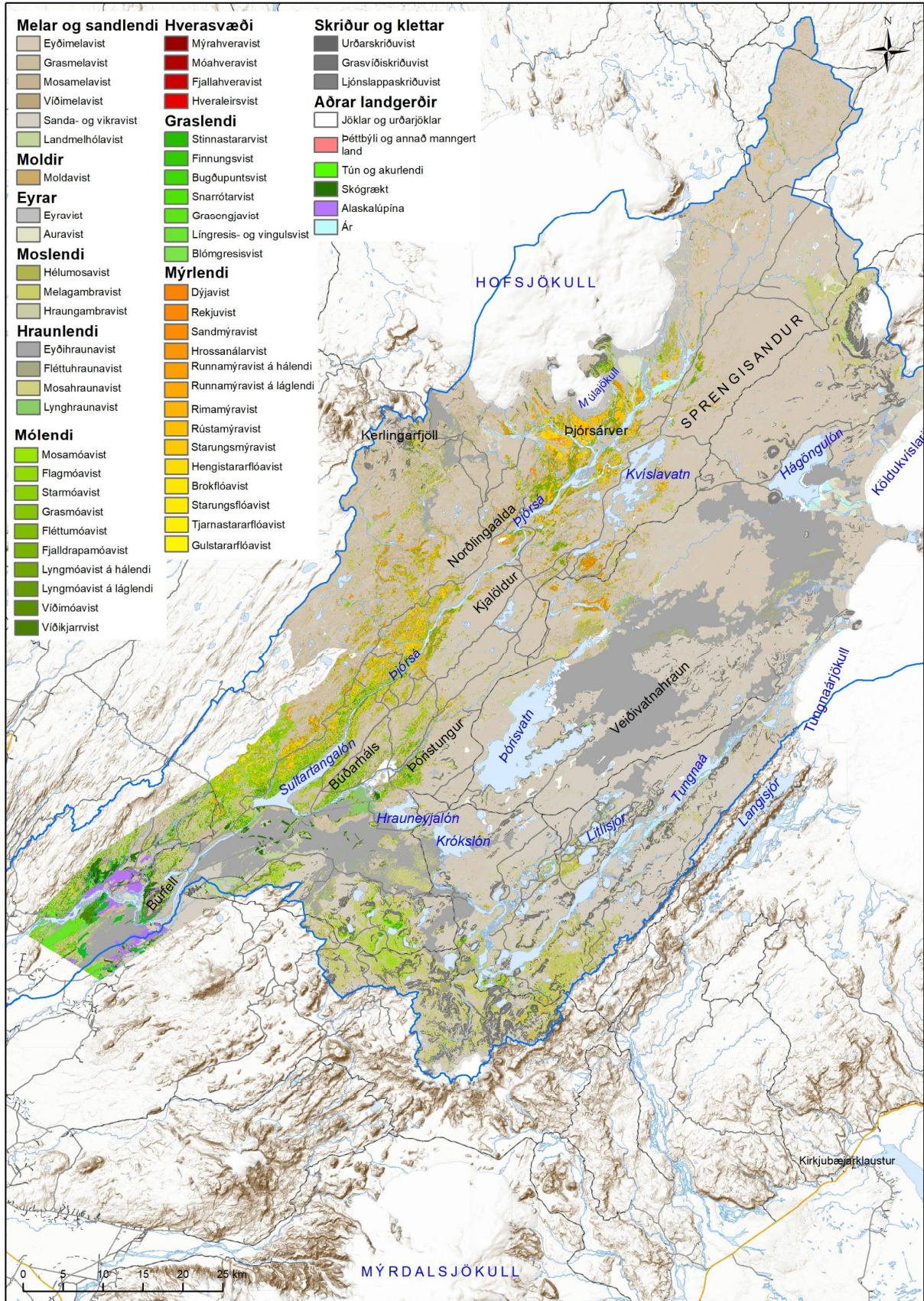
**Mynd 6.16** Gróðurfur og gróðurlendi við Stóraverzlón, Kvíslavatn, Eyvindarverzlón, Hreysislón og Þjórsárlón<sup>86</sup>.

<sup>86</sup> Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen. 2016. Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2016-088. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-16003.

Til að gera grein fyrir þróun vistgerða á tímabilinu frá 1967 til 2018 var gróðurkortum innan afmarkaðs áherslusvæðis umhverfis virkjanirnar, allt frá árinu 1967, umbreytt í vistgerðir og niðurstöðurnar bornar saman við vistgerðakort frá árinu 2018, sbr. skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands<sup>87</sup>. Samkvæmt eldri gróðurkortum frá Rannsóknastofnun landbúnaðarins einkenndist gróðurfar umhverfis virkjanir á hálendinu um 1970 af lítið grónum vistgerðum. Helstu vistgerðir á þeim tíma voru eyðimelavist, sanda- og vikravist og eyðihraunavist, auk þess að nokkuð var um grónar skriður, eyrar og moldir. Ef miðað er við vistgerðakort Náttúrufræðistofnunar frá 2018 þekur hlutfall lítið gróinna vistgerða um 69% vatnasviðs Þjórsár og Tungnaár, sem nær frá Þjórsárdal upp á miðhálandið, annað lítt gróið land s.s. skriður um 6% svæðisins en vel gróið land þekur um 18% svæðisins. Af vel grónum vistgerðum eru moslendi og mólendi með hæst hlutfall. Hélumosavist, melagambravist og hraungambravist þekja 7% svæðisins, votlendi um 3% og mólendi um 2,5%, sjá Mynd 6.17.

---

<sup>87</sup> Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Járngerður Grétarsdóttir og Sigmar Metúsalemsson. 2019. Samantekt og kortlagning á stöðu landgræðslu, skógræktar og gróðurs á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Náttúrufræðistofnun Íslands fyrir Landsvirkjun.



Mynd 6.17 Vistgerðakort af vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár. Gögn eru frá Náttúrufræðistofnun Íslands.<sup>88</sup>

<sup>88</sup> Náttúrufræðistofnun Íslands. 2019. Vistgerðakort Náttúrufræðistofnunar Íslands. Sótt af: <http://vistgerdakort.ni.is/>

## 6.4.2 Áhrif orkuvinnslu

Í eftirfarandi kafla er dregin saman helstu áhrif á gróður með sérstöku tilliti til þess lands sem fór undir lón á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu.

### Gróður undir lón

Tekið hefur verið saman hvaða gróðurfélög og helstu landgerðir ógróins lands fóru undir lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Lónin eru alls 14 talsins og eru þau allt frá því að vera 0,25 km<sup>2</sup> (Hreysislón) upp í 85 km<sup>2</sup> (Þórisvatn). Gróðurfur innan lónstæða reyndist vera ólíkt bæði m.t.t. gróðurþekju og ríkjandi gróðursamfélaga en einnig með tilliti til fjölbreytni gróðurfélaga og landgerða. Hlutdeild gróins lands með yfir 10% gróðurþekju er fór undir vatn var sjaldan mikil. Í Vatnsfellslóni var ekkert gróið land að finna og í Þórisvatni var hlutdeild gróins lands aðeins 1%. Í Eyvindarverslóni var hlutdeild gróins lands hæst eða 51% af lónstæði og í Sporðöldulóni var hlutdeild gróins lands 44%.

Moslendi er alls staðar ríkjandi gróðurlendi á lónasvæðunum þremur sem skoðuð voru og einnig var mólendi áberandi. Votlendi af að finna í rúmum helmingi lónstæða en hlutdeild þess var mismunandi. Melar voru langútbreiddasta landgerð lítt eða ógróins lands, en vatn var einnig algengt enda mörg lónanna í árfarvegum. Lítið af verðmætum gróðursamfélögum er talið hafa farið undir vatn, nema helst í Kvíslaveitu, þar sem töluvert af votlendi (17% af grónu landi) og talsvert af rústamýrum (14%) tapaðist vegna Kvíslavatns.

Í Tafla 6.3 er yfirlit yfir flatarmál og hlutfall gróins og ógróins lands sem fór undir lón á lónasvæðunum þremur. Á lónasvæði 1 eru Sultartangalón, Sporðöldulón, Hrauneyjalón, Krókslón og Vatnsfellslón og er heildarflatarmál þessara lóna alls 51 km<sup>2</sup>. Á lónasvæði 2 eru Þórisvatn og Sauðafellslón, með heildarflatarmál alls 90 km<sup>2</sup>. Á lónasvæði 3 eru 5 lón þ.e. Stóraverslón, Kvíslavatn, Eyvindarverslón, Hreysiskvíslarlón og Þjórsárlón með heildarflatarmál alls 29 km<sup>2</sup>.

**Tafla 6.3** Yfirlit yfir flatarmál og hlutfall gróins og ógróins lands sem fór undir lón á þremur lónasvæðum.<sup>89</sup>

| Svæði                                    | Lón á lónasvæði 1     |                             |                     | Lón á lónasvæði 2     |                             |                     | Lón á lónasvæði 3     |                             |                     |
|--|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Flatarmál (km <sup>2</sup> )             | 51                    |                             |                     | 90                    |                             |                     | 29                    |                             |                     |
| <b>Gróið land<sup>90</sup></b>           | <b>Km<sup>2</sup></b> | <b>Hlutfall gróins (%)</b>  | <b>Af heild (%)</b> | <b>Km<sup>2</sup></b> | <b>Hlutfall gróins (%)</b>  | <b>Af heild (%)</b> | <b>Km<sup>2</sup></b> | <b>Hlutfall gróins (%)</b>  | <b>Af heild (%)</b> |
| - Moslendi                               | 3,99                  | 39                          | 8                   | 0,91                  | 49                          | 1                   | 3,53                  | 56                          | 12                  |
| - Mólendi                                | 2,31                  | 22                          | 5                   | 0,52                  | 28                          | 1                   | 1,72                  | 27                          | 6                   |
| - Gras- og blómlendi                     | 3,71                  | 36                          | 7                   | <0,01                 | <1                          | <1                  | 0,12                  | 2                           | <1                  |
| - Votlendi                               | 0,27                  | 3                           | 1                   | 0,44                  | 23                          |                     | 0,97                  | 15                          | 3                   |
| - Ræktað land                            | 0,02                  | <1                          | <1                  |                       |                             |                     |                       |                             |                     |
| <b>Alls gróið</b>                        | <b>10,30</b>          | <b>100</b>                  | <b>20</b>           | <b>1,87</b>           | <b>100</b>                  | <b>2</b>            | <b>6,33</b>           | <b>100</b>                  | <b>22</b>           |
| <b>Lítt eða ógróið land<sup>91</sup></b> | <b>Km<sup>2</sup></b> | <b>Hlutfall ógróins (%)</b> | <b>Af heild (%)</b> | <b>Km<sup>2</sup></b> | <b>Hlutfall ógróins (%)</b> | <b>Af heild (%)</b> | <b>Km<sup>2</sup></b> | <b>Hlutfall ógróins (%)</b> | <b>Af heild (%)</b> |
| - Lítt eða ógróið land                   | 32,03                 | 79                          | 63                  | 12,99                 | 15                          | 14                  | 21,20                 | 94                          | 74                  |
| - Vatn                                   | 8,66                  | 21                          | 17                  | 75,20                 | 85                          | 84                  | 1,29                  | 6                           | 4                   |
| - .Byggð-mannvirki                       | 0,02                  | <1                          | <1                  | <0,01                 | <1                          | <1                  |                       |                             |                     |
| <b>Alls lítt eða ógróið</b>              | <b>40,71</b>          | <b>100</b>                  | <b>80</b>           | <b>88,19</b>          | <b>100</b>                  | <b>98</b>           | <b>22,49</b>          | <b>100</b>                  | <b>78</b>           |

<sup>89</sup> Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen. 2016. Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells. Náttúrufræðistofnun NÍ-16003. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2016-088.

<sup>90</sup> Gróið land er land með > 10% gróðurþekju.

<sup>91</sup> Lítt eða ógróið land, er land með < 10% gróðurþekju.

Eftirfarandi er samantekt á hlutfalli þeirra gróðurlenda sem fóru undir einstök lón á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Nánari útlitun á flatarmáli og hlutfalli einstakra gróðurlenda er fóru undir lón er að finna í Viðauka 4.

#### *Sultartangalón*

Sultartangalón er um 20 km<sup>2</sup> en það er þriðja stærsta lónið á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Gróið land í lónstæði var aðeins 11%, sem skýrist af því að lónið liggur að stærstum hluta í farvegi Þjórsár. Mólendi var langútbreiddasta gróðurlendið eða 71% af grónu landi. Moslendi var einnig nokkuð útbreitt eða 22% og gras og blómlendi var 5% af grónu landi. Ógróið eða lítt gróið land auk vatns þöktu 89% lónstæðisins. Þar af voru melar með mesta útbreiðslu eða 38% og blautar áreyrar og vatn 60%.

#### *Sporðöldulón*

Sporðöldulón eru um 8 km<sup>2</sup> og var gróið land innan lónstæði um 44%. Þar af var moslendi útbreiddasta gróðurlendi innan lónstæðisins eða um 58%. Gras- og blómlendi var einnig útbreitt eða 30% og votlendi 3% gróins lands. Ógróið eða lítt gróið land innan lónstæðis var 56%, en þar af höfðu melar mesta útbreiðslu eða 75% af ógrónu landi og vatn 21%.

#### *Hrauneyjalón*

Hrauneyjalón er um 9 km<sup>2</sup> og var gróið land í lónstæði um 13%. Þar af var gras- og blómlendi útbreiddasta gróðurlendið, eða um 59% af grónu landi. Moslendi var næst útbreiddast eða um 23% og votlendi 14% gróins lands. Ógróið eða lítt gróið land auk vatns voru 87% lónstæðisins, en þar af höfðu melar mesta útbreiðslu.

#### *Krókslón*

Krókslón er um 13,4 km<sup>2</sup>. Þar af var gróið land 26% með gras- og blómlendi sem útbreiddasta gróðurlendið eða 54%, moslendi koma þar á eftir í útbreiðslu og var 35% af grónu landi. Ekkert votlendi var innan lónstæðis. Ógróið eða lítt gróið land var 74% lónstæðisins, en þar af höfðu melar langmesta útbreiðslu eða 53% af ógrónu landi og vatn var 14%.

#### *Vatnsfellslón*

Vatnsfellslón er aðeins 0,63 km<sup>2</sup>, en innan þess var aðeins að finna landgerðina mela.

#### *Þórisvatn*

Þórisvatn er 85 km<sup>2</sup> og langstærst lóna á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Aðeins 1% lónstæðisins telst hafa verið gróið, en þar af var moslendi langútbreiddasta gróðurlendið (75%) auk mólendis (15%) og votlendis (9%). Ógróið eða lítt gróið land var 99% innan lónstæðisins, en þar af var vatn 89%.

#### *Sauðafellslón*

Sauðafellslón er um 5 km<sup>2</sup> og þar af var gróið land 15%. Af grónu landi var mólendi (48%) og votlendi (46%) útbreiddustu gróðurlendin. Ógróið eða lítt gróið land voru 85% lónstæðisins, en þar af voru melar 85% og vatn 15%.

#### *Stóraverslón*

Stóraverslón er um 2,2 km<sup>2</sup>. Þar af var gróið land í lónstæði 31%. Mólendi var útbreiddasta gróðurlendið eða 60%, votlendi var 16%, moslendi 14% og gras- og blómlendi var 10% gróins lands. Ógróið eða lítt gróið land var 69% lónstæðisins, en þar af voru melar 71% af ógrónu landi og blautar áreyrar 29%.

#### *Kvíslavatn*

Kvíslavatn er tæpir 24 km<sup>2</sup>. Þar af var gróið land í lónstæði 21% er einkenndist af moslendi (60%) og mólendi (24%). Votlendi var einnig nokkuð fjölbreytt (17%). Ógróið eða lítt gróið land var 79% lónstæðisins, en þar af voru melar 73% ógróins lands, blautar áreyrar 21% og vatn 6%.

### Eyvindarverslón

Eyvindarverslón er aðeins 0,54 km<sup>2</sup>. Rúmlega helmingur þess taldist vera gróið land (51%) með moslendi sem eina gróðurlendið. Ógróið eða lítt gróið land í lónstæði var 49%, með mela sem einu landgerðina.

### Hreysislón

Hreysislón er minnsta lónið á Þjórsár- og Tungnaárvæði eða aðeins 0,25 km<sup>2</sup>. Rúmlega fjórðungur lónsstæðis taldist vera gróið land (28%), með moslendi sem eina gróðurlendið. Ógróið eða lítt gróið land var 72% lónstæðisins, með mela sem einu landgerðina (86%), auk vatns (14%).

### Þjórsárlón

Þjórsárlón er tæplega 1,8 km<sup>2</sup>, þarf af var gróið land 11% lónstæðis. Þar af hafði mólendi mesta útbreiðslu eða 42%, gras- og blómlendi 24% og moslendi 17%. Ógróið eða lítt gróið land var 89% lónstæðisins, en þar af höfðu melar mesta útbreiðslu 58%, blautar áreyrar voru 27% og vatn var 11%.

## 6.5 Landgræðsla og skógrækt

Í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá árinu 2019 „*Samantekt og kortlagning á stöðu landgræðslu, skógræktar og gróðurs á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu*“ er gerð grein fyrir landgræðslu- og skógræktaraðgerðum Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði og lagt mat á breytingar á gróðri frá 1968 til 2018. Í þessum kafla er byggt á niðurstöðum skýrslunnar, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega.

Viðmið fyrir mat á áhrifum virkjana á landgræðslu og skógrækt eru í alþjóðlegum samningum, lögum um náttúruvernd, náttúruverndaráætlunum, Náttúruminjaskrá og aðgerðaráætlun stjórnvalda um endurheimt votlendis.

- **Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun.** Markmið nr. 15 „Líf á landi“ leggur áherslu á að vernda, endurheimta og styðja sjálfbæra nýtingu vistkerfa á landi, en í því felst m.a. að grípa til aðgerða til að draga úr hnignun búsvæða og líffræðilegrar fjölbreytni og koma í veg fyrir útrýmingu tegunda í hættu.<sup>92</sup>
- **Samningar um líffræðilega fjölbreytni og vernd votlendis.** Samningur um líffræðilega fjölbreytni, Ramsar-samningurinn um votlendi sem hefur alþjóðlegt verndargildi, einkum fyrir fugla og Bernarsamningur um villtar plöntur og dýr og búsvæði þeirra í Evrópu.
- **Lög um um náttúruvernd.** Verndarmarkmið (2. gr.) og ákvæði um friðun vistkerfa, vistgerða og tegunda (56. gr.).
- **Lög nr. 155/2018** um landgræðslu.
- **Lög nr. 33/2019** um Skóga og skógrækt.
- **Náttúruminjaskrá.** Skrá um friðlýst svæði og aðrar náttúruminjar. Reykjavík, 7. útgáfa.
- **Endurheimt votlendis.** Aðgerðaráætlun samráðshóps frá 7/3/2016.

### 6.5.1 Staða og þróun

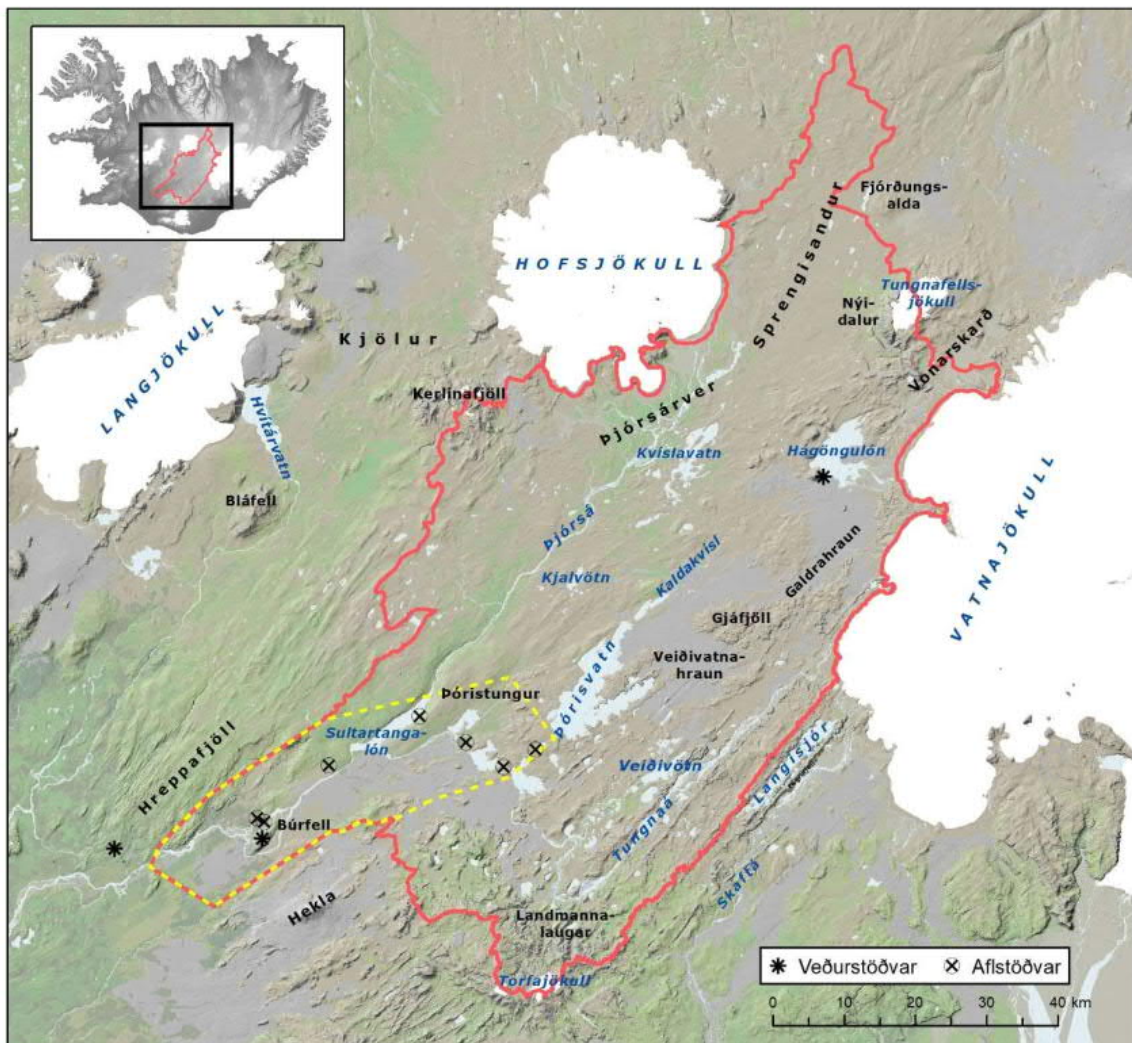
Saga landgræðslu og skógræktar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu spannar ein 50 ár. Á því tímabili hefur Landsvirkjun tekið þátt í viðamiklum landgræðslu- og skógræktaraðgerðum á svæðinu. Helstu aðgerðarsvæði hafa verið Þjórsárdalur og Búrfell, Hafið, Sporðöldulón, Hrauneyjar, Sigalda, Árskógar, Landskógar í Merkurhrauni og Skarðsland. Aðgerðarsagan er nátengd framkvæmdasögu svæðisins. Landgræðsla með grassáningum og áburðargjöf hófst á svæðum í Þjórsárdal, við Búrfell og á Hafinu ofan Búrfells vegna Búrfellsvirkjunar rétt fyrir 1970. Í framhaldi eða upp úr 1970 hófust umfangsmiklar

<sup>92</sup> Stjórnarráð Íslands. 2019. Heimsmarkmiðin. Stöðuskýrsla 2018. Forgangsmarkmið ríkisstjórnarinnar. Sótt 4. Júlí 2019 af <https://www.stjornarradid.is/>

landgræðsluaðgerðir við Hrauneyjafoss- og Sigöldustöð og árið 2009 hófust viðamiklar aðgerðir við Sporðöldulón, á Búðarhálsi og í Þóristungum vegna Búðarhálsvirkjunar. Þess á milli voru önnur stór svæði tekin til uppgræðslu og eldri uppgræðslum viðhaldið.

Í samantekt Náttúrufræðistofnunar á landgræðslu og skógrækt á Þjórsár- og Tungnaárvæði miðaði afmörkun athugunarsvæðis við vatnasvið Þjórsár, Köldukvíslar og Tungnaár, en þar sem aðgerðir eru mestmegnis nálægt aflstöðvum og miðlunarlónum í Þjórsá og Tungnaá var afmörkunin útvíkkuð suður með Hreppafjöllum að Skarðslandi austan Þjórsár og til norðaustur meðfram Heklu, sjá Mynd 6.18. Skilgreint var sérstakt áherslusvæði þar sem landgræðsla og skógrækt hefur farið fram með aðkomu Landsvirkjunar auk annarra aðila. Við afmörkun aðgerða Landsvirkjunar í landgræðslu og skógrækt var stuðst við landupplýsingagögn frá Landgræðslu ríkisins, Skógrækt ríkisins, Hekluskógum og Skógræktarfélagi Íslands. Alls eru landgræðslu- og skógræktarsvæði Landsvirkjunar talin þekja 36,5 km<sup>2</sup> lands, en þar af hefur skógrækt farið fram á 9,9 km<sup>2</sup> lands.

Þróun landgræðslu- og skógræktarsvæða á vegum Landsvirkjunar á tímabilunum 1977-1986, 1987-1996 og 1997-2006 er sýnd á Mynd 6.19 og Mynd 6.20. Öll landgræðslu- og skógræktarsvæði á vegum Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði eru sýnd á Mynd 6.21.



**Mynd 6.18** Athugunarsvæði afmarkast af vatnasviði Þjórsár, Köldukvíslár og Tungnaár (rauð lína). Áherslusvæði um aðgerðir í landgræðslu og skógrækt er afmarkað með gulri brotalinu.

### Landgræðsla

Landgræðsluaðgerðir Landsvirkjunar hófust árið 1968 og voru í fyrstu á formi grassáninga og áburðargjafar. Markmið þessara aðgerða hafa verið margvísleg í gegnum tíðina eins og að hefta



sandfok og bæta umhverfi starfsfólks virkjana, auka beitarmöguleika og uppfylla skilyrði mótvægisáðgerða um nýja gróðurþekju í stað þeirrar sem færi undir lón. Í upphafi voru landgræðsluáðgerðir unnar í samvinnu við Landgræðsluna. Helstu landgræðslu- og skógræktarsvæði eru í kringum Búrfell, við sundlaugina í Þjórsárdal, Bjarnarlón, á Hafinu ofan Búrfells, á Búðarhálsi, í Ársskógum austan Þjórsár, Þóristungum og við Sigöldu, sjá Mynd 6.19 og Mynd 6.20. Yfirlit yfir landgræðslu- og skógræktarsvæði og áðgerðaraðila er að finna í Tafla 6.3. Umfangsminni uppgræðsluáðgerðir eru á tímabilinu 1997-2006, en þær halda þó áfram í Þjórsárdal, við Búrfell, á Hafinu og í Hrauneyjum. Frá árinu 2007 hafa uppgræðsluáðgerðir fyrst og fremst farið fram við Sporðöldulón og Sultartangalón í tengslum við Búðarhálsvirkjun og í Skarðslandi við Neðri-Þjórsá. Heildarflatarmál þess lands sem Landgræðslan hefur sinnt uppgræðslum á með aðkomu Landsvirkjunar er um 27 km<sup>2</sup> en það var á tímabilinu 1977-2016.

Aðkoma Landsvirkjunar að Hekluskógum hófst árið 2008 með dreifingu tilbúins áburðar og síðar kjötmjöls árið 2009. Kjötmjöli hefur verið dreift í Þjórsárdal, við Búrfell, á Hafinu og Árskóga austan Þjórsár. Heildarflatarmál uppgræðslusvæða Hekluskóga á vegum Landsvirkjunar miðað við stöðuna árið 2017 er 4,3 km<sup>2</sup>.

Heildarflatarmál landgræðslusvæða á Þjórsár- og Tungnaárvæði á vegum Landsvirkjunar er metið alls um 27 km<sup>2</sup>.

#### Skógrækt

Skógræktaraðgerðir með aðkomu Landsvirkjunar og framkvæmdar hafa verið af Skógræktarfélagi Íslands hófust árið 1991 hafa þær að mestu verið bundnar við nágrenni Búrfells, við Bjarnarlón auk svæða Hekluskóga, sjá Mynd 6.19 og Mynd 6.20. Skógrækt við Bjarnarlón hófst á árinu 2013. Markmið skógræktar á þessum svæðum hafa verið að sameina áðgerðir uppgræðslu og skógræktar til að klæða rýr og illa gróin svæði skógi, endurheimta birkiskóga og kjarr í nágrenni Heklu og minnka líkur á foki vikurs í kjölfar eldgosa. Heildarstærð skógræktarsvæða Skógræktarfélags Íslands er 3,8 km<sup>2</sup>.

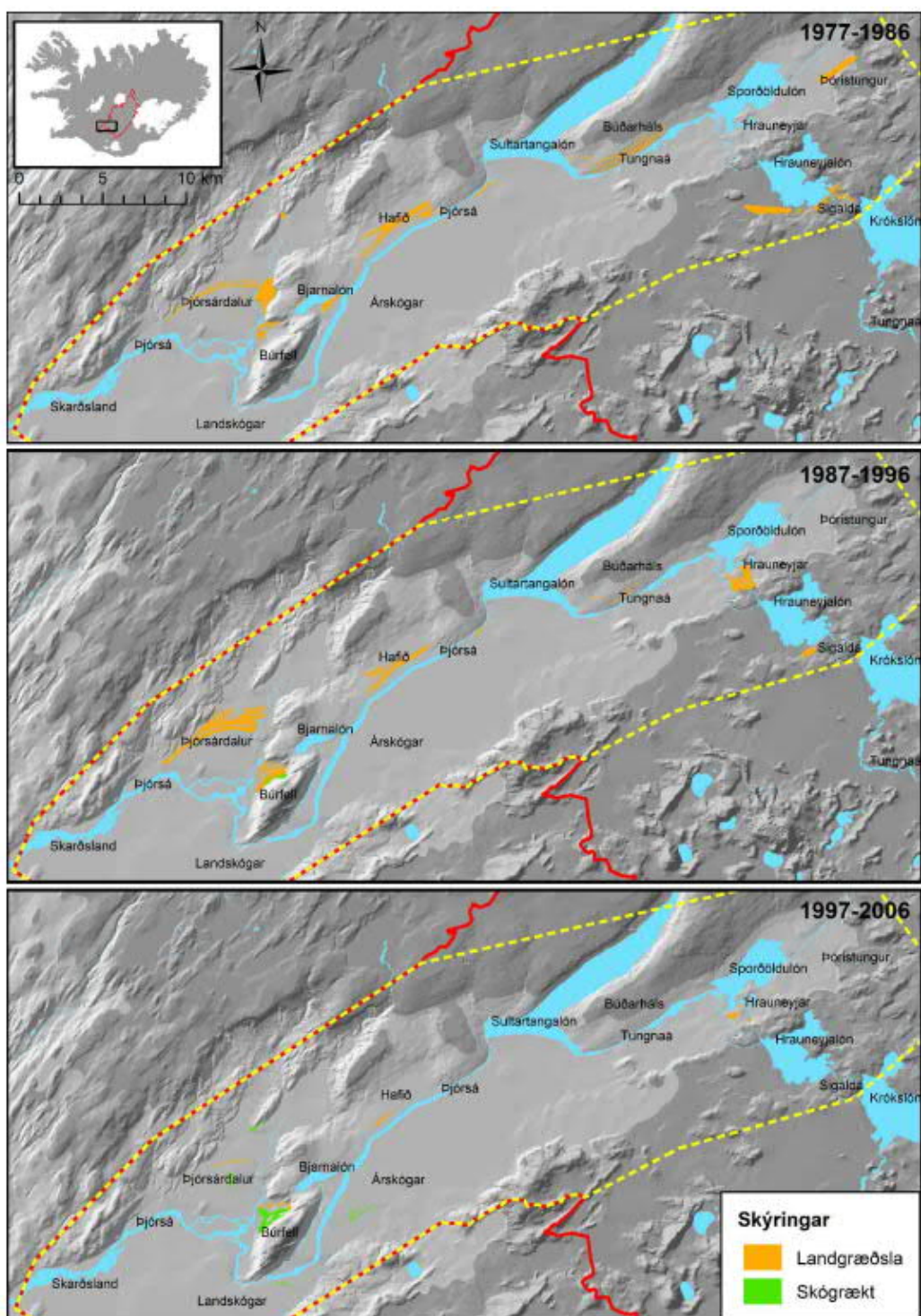
Birkiskógasvæði Hekluskóga eru fyrst og fremst í Þjórsárdal, á Hafinu, við Sultartangastöð, í Ársskógum og Landskógum. Birkiplöntun Hekluskóga fyrir Landsvirkjun hefur staðið yfir frá 2006-2018 og er heildarflatarmál skógræktar Hekluskóga áætlað 6,0 km<sup>2</sup>.

Heildarflatarmál skógræktarsvæða á vegum Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði að meðtöldum birkireitum Hekluskóga er alls 9,9 km<sup>2</sup>.

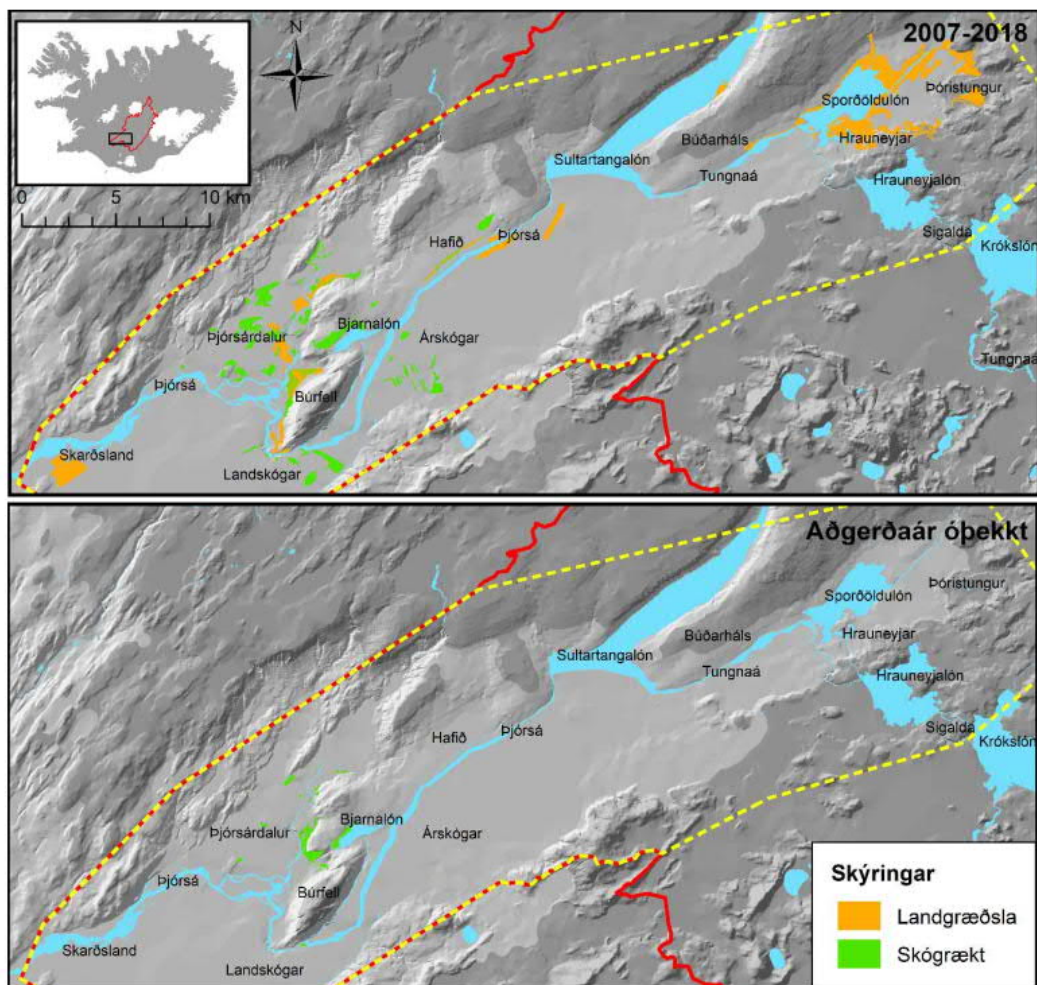
**Tafla 6.4** Landgræðslu- og skógræktarsvæði á vegum Landsvirkjunar í tímabilinu 1977 til 2018, skv. Landupplýsingagögnum Náttúrufræðistofnunar Íslands, byggt á gögnum frá Landgræðslunni, Hekluskógum og Skógræktarfélagi Íslands.<sup>93</sup>

| Tímabil   | Landgræðsla/aðgerðaaðili  | Svæði   |
|-----------|---|---|
| 1977-1986 | Landgræðsla-Landgræðslan  | Búrfell, Þjórsárdalur, v. sundlaug í Þjórsárdal, Bjarnarlón, Hafid, Árskógar austan Þjórsár, Búðarháls, Þóristungur og Sigalda  |
| 1987-1996 | Landgræðsla-Landgræðslan<br>Skógrækt-Skógræktarf. Ísl.  | Þjórsárdalur, Búrfell, Hafid, Árskógar austan Þjórsár, Hrauneyjar, Sigalda<br>Búrfell   |
| 1997-2006 | Landgræðsla-Landgræðslan<br>Skógrækt-Skógræktarf. Ísl.<br>Skógrækt-Hekluskógar                            | Þjórsárdalur, Búrfell, Hafid, Hrauneyjar<br>Búrfell<br>Þjórsárdalur, Árskógar („Milljón“), Landskógar   |
|           | Landgræðsla-Landgræðslan<br>Landgræðsla-Hekluskógar<br>Skógrækt-Skógræktarf. Ísl.<br>Skógrækt-Hekluskógar | Skarðsland, Sporðöldulón, Búðarháls, Hrauneyjar<br>Búrfell, Þjórsárdalur, Hafid, Árskógar austan Þjórsár<br>Búrfell, Bjarnarlón<br>Þjórsárdalur, Hafid, Árskógar, („Milljón“), Landskógar |

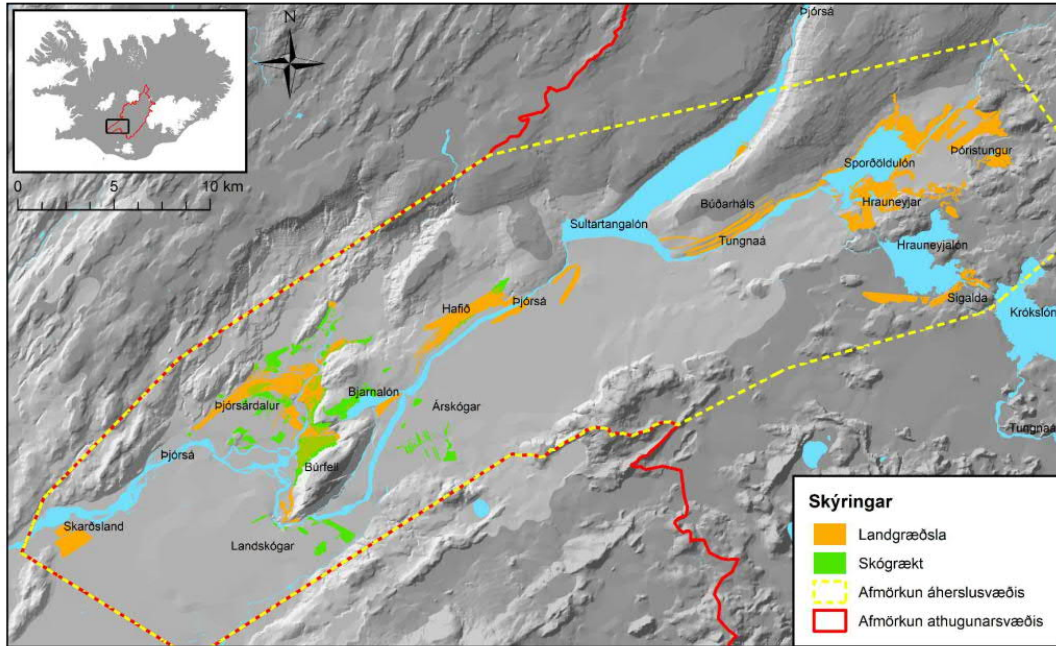
<sup>93</sup> Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Járngerður Grétarsdóttir og Sigmar Metúsalemsson. 2019. Samantekt og kortlagning á stöðu landgræðslu, skógræktar og gróðurs á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Náttúrufræðistofnun Íslands fyrir Landsvirkjun.



**Mynd 6.19** Landgræðslu- og skógræktarsvæði á vegum Landsvirkjunar innan áherslusvæðis á tímabilunum 1977-1986, 1987-1996 og 1997-2006. Landgræðslusvæði eru auðkennd með gulbrúnum lit og skógræktarsvæði í grænum lit. Gögn eru frá NÍ.



**Mynd 6.20** Á efri myndinni eru sýnd landgræðslu- og skógræktarsvæði á vegum Landsvirkjunar innan áherslusvæðis á tímabilinu 2007-2018. Neðri myndin sýnir svæði þar sem aðgerðarár er óþekkt. Landgræðslusvæði eru auðkennd með gulbrúnum lit og skógræktarsvæði í grænum lit. Gögn eru frá NÍ.



**Mynd 6.21** Á myndinni má sjá heildar landgræðslu- og skógræktarsvæði á vegum Landsvirkjunar á tímabilinu 1977-2018. Landgræðslusvæði eru auðkennd með gulbrúnum lit og skógræktarsvæði í grænum lit. Gögn eru frá NÍ.

## 6.5.2 Áhrif orkuvinnslu

Vatnasvið Þjórsár og Tungnaár frá Þjórsárdal upp á miðhálandið er markað af gróðureyðingu og jarðvegsrofi. En þrátt fyrir erfiðar aðstæður bendir ýmislegt til þess að náttúrulegur gróður sé þar almennt í framför.

Niðurstöður leitnigreininga á NDVI gildum gervitunglamynda sýna að gróskuaukning er greinanleg á náttúrulega grónum svæðum og er náttúrulega gróið land almennt í framför ef litið er til tímabilsins 1986-2017. Lítil aukning er hins vegar í grósku á auðnum, en á það bæði við um á hálandum og láglendum svæðum. Aukna þekju og grósku gróins lands má að öllum líkindum rekja til nokkurra þátta, samanber hagstæðari loftslagsskilyrði og minna beitarálag síðustu áratugi sem haft hefur jákvæð áhrif. Þá hefur inngríp uppgræðslu- og skógræktaraðgerða sem og friðun lands styrkt gróðurfar þessara svæða.

Samanlögð þekja þeirra vistgerða sem einkenndu svæðin umhverfis aflstöðvar, innan afmarkaðs áherslusvæðis samanber Mynd 6.21, um 1970 þ.e. eyðihraunavistar, melavistgerða og sanda- og vikravistar hefur dregist saman um 20% árið 2018. Í stað þess þekja nú skógar, graslendi, lúpína og landmelhólar 11% svæðanna. Einnig hefur mólendi og moslendi aukist samanlagt um 10%.

Aukning hefur orðið á gróðurþekju og grósku og hlutfall vel gróinna vistgerða hefur aukist, þá sérstaklega á landgræðslu- og skógræktarsvæðum. Draga má þá ályktun að margvíslegur vistfræðilegur ávinningur hafi hlotist af uppgræðslu- og skógræktaraðgerðum. Frumframleiðni gróðurs og lífmassi er meiri auk meiri líffræðilegs fjölbreytileika. Aukin gróðurþekja og gróska og aukin fjölbreytni gróðurs leiðir af sér aukið þanþol vistkerfa gegn áföllum til dæmis vegna áfoks, búfjárbeitar og gjóskufalls. Einnig fylgja aðrir kostir eins og bættur vatnsbúskapur, minna rof vatns og vinda, aukið jarðveglíf og næringarefnabúskapur jarðvegs auk kolefnisbindingar. Náttúruleg framvinda gróðurs á auðnum er aftur á móti hæg komi ekki til mannlegs inngríps.

## 6.6 Vatnalíf

Í skýrslu Hafrannsóknastofnunar frá árinu 2017 „Áhrif virkjana á rennsli og vatnalíf á vatnasvæði Þjórsár og Tungnaár“<sup>94</sup> er lýst og lagt mat á vatnsformfræðilegar breytingar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu af völdum virkjana og á möguleg áhrif þeirra á vatnalíf á vatnasviðinu. Í þessum kafla er byggt á niðurstöðum skýrslunnar, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega.

Viðmið fyrir mat á áhrifum virkjana á vatnalíf eru í eftirfarandi stefnu stjórnvalda, lögum og reglugerðum:

- **Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun.** Markmið nr. 15 „Líf á landi“ leggur áherslu á að vernda, endurheimta og styðja sjálfbæra nýtingu vistkerfa á landi, en í því felst m.a. að grípa til aðgerða til að draga úr hnignun búsvæða og líffræðilegrar fjölbreytni og koma í veg fyrir útrýmingu tegunda í hættu.<sup>95</sup>
- **Lög nr. 61/2006 um lax og silungsveiði.** Markmið laganna samkvæmt 1. gr. kveða á um veiðirétt í ferskvatni og skynsamlega, hagkvæma og sjálfbæra nýtingu fiskstofna í ferskvatni og verndun þeirra.
- **Lög nr. 60/2013 um náttúruvernd.** Markmið laganna er samkvæmt 1. gr. er að vernda til framtíðar fjölbreytni íslenskrar náttúru, þar á meðal líffræðilega fjölbreytni.
- **Lög nr. 36/2011 um stjórn vatnamála.** Markmið laganna samkvæmt 1. gr. er m.a. að vernda vatn og vistkerfi þess og hindra frekari rýrnun vatnsgæða. Einnig að stuðla að sjálfbærri nýtingu vatns og langtímavernd auðlindarinnar.

### 6.6.1 Staða og þróun

Þjórsá er að stofni til dragá ásamt blöndu jökuls- og lindáreinkennum. Áin er allfrjósöm þó jökuláhrif takmarki ljósmagn og þar að leiðandi frumframleiðslu á árbotni. Í ánni lifa allar tegundir íslenskra ferskvatnsfiska en það eru lax, urriði, bleikja, hornsili, flundra og áll, en tvær síðasttöldu finnast þó ekki ofan Urriðafoss. Í Köldukvísl og Tungnaá eru stofnar af bleikju og urriða, en þar er bleikja í miklum meirihluta.

#### **Fiskstofnar á Neðri-Þjórsá**

Sterkur laxastofn er í Þjórsá neðan Búrfells og er áin í hópi aflasælustu laxveiðiáa landsins. Staðbundinn urriða er að finna í Minnivallalæk sem er ein þveráa Þjórsár neðan Búrfells sem og í Þjórsá sjálfri niður af honum og ofan Búðafoss. Einnig veiðist töluvert af sjóbirtingi í ánni. Bleikju er helst að finna efst í Þjórsá neðan Búrfells og í Minnivallalæk. Fylgst hefur verið með lífríki Þjórsár og þveráa hennar um árabíl eða allt frá árinu 1993 en auk þess hafa farið fram frekari lífríkisrannsóknir í tengslum við fyrirhugaðar virkjanir neðan Búrfells. Búsvæði laxfiska í Þjórsá eru víða góð samkvæmt botnmati og umtalsverður hluti hins náttúrlega lax virðist vera uppallinn í ánni sjálfri. Lax og urriði eru ríkjandi tegundir.

Á árinu 1991 byggði Landsvirkjun laxastiga við Búðafoss í þeim tilgangi að nýta betur svæðið ofan fossins til uppeldis og hrygningar fyrir lax. Á fyrstu árum eftir byggingu stigans var laxaseiðum sleppt í Þjórsá og þverár hennar ofan laxastigans til að flýta fyrir landnámi lax ofan hans. Með tilkomu laxastigans stækkaði uppeldissvæði lax í ánni um helming.<sup>96</sup>

Talið er að um 6,5% af árlegum afla laxa á Íslandi veiðist á vatnasviði Þjórsár neðan Búrfells. Meðalveiði á tímabilinu 2008-2012 var 5.350 laxar en metveiði var árið 2010 en þá veiddust rúmlega 9.200 laxar í ánni. Stærð hrygningarstofns í ánni á árinu 2014 var metinn 8 þúsund laxar, sem reyndist 37% lægra en árinu 2013 er metinn var 12 þúsund laxar. Á árinu 2014 var mjög góð fiskigengd upp laxastiga við

<sup>94</sup> Eydís S. Eiríksdóttir. 2017. Áhrif virkjana á rennsli og vatnalíf á vatnasvæði Þjórsár og Tungnaár/The effect of hydropowerplants on the discharge and ecological systems in Þjórsá-Tungnaá Rivers. Hafrannsóknastofnun-HV 2017-036. Landsvirkjun, LV-2017-122.

<sup>95</sup> Stjórnarráð Íslands. 2019. Heimsmarkmiðin. Stöðuskýrsla 2018. Forgangsmarkmið ríkisstjórnarinnar. Sótt 4. Júlí 2019 af <https://www.stjornarradid.is/>

<sup>96</sup> Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson. 2002. Fiskrannsóknir á vatnasvæði Þjórsár 2002. Veiðimálastofnun, VMST-S/2009.

Búðafoss og sú besta frá upphafi talninga. Alls gengu tæplega 2.500 laxar upp á svæðið ofan Búðafoss. Um 95% aflans sem veiðist í ánni er veiddur í net. Aukning í veiði skýrist að stærstum hluta af aukinni laxgengd, en útbreiðsla laxa og framleiðsla laxaseiða hefur farið vaxandi ofan Búðafoss síðustu ár.

#### **Fiskstofnar í Efri-Þjórsá og Kvíslaveitu**

Rannsóknir á vatnasviði Efri-Þjórsár ofan Sultartangalóns á árinu 1988 leiddu í ljós að svæðið er fisklaust frá náttúrunnar hendi. Einkum voru kannaðar ár er falla til Þjórsár vestan af Gnúpverjafrétti. Á þessu svæði fundust urriðaseiði af sleppiuppruna, en nokkuð var um sleppingar urriða í ár og læki á þessum tíma.

Rannsókn á útbreiðslu laxfiska á svæðinu frá Dynk að Sóleyjarhöfða í Efri-Þjórsá leiddi í ljós að auk hornsílis var urriði eina fisktegundin á svæðinu. Urriðinn er talinn hafa borist þangað eftir sleppingar í aðliggjandi vötn. Talið er að vatnasvæði efri hluta Þjórsár hafi einnig verið fisklaust fyrir myndun Kvíslaveitu. Urriðaseiðum, sem flest voru af Veiðivatnastofni, var sleppt á veitusvæði Kvíslaveitu árið 1984 og næstu ár á eftir. Veiði hófst í vötnum Kvíslaveitu á árinu 1991, en þá var talsverður urriðastofn kominn upp í vötnunum. Engum seiðum var sleppt á vötn eða ár á svæði Kvíslaveitu frá árinu 2002.<sup>97</sup>

#### **Fiskstofnar í Köldukvísl og Þórisvatni**

Í Köldukvísl og Hágöngulóni eru búsvæði fyrir urriða rýr en urriðar hafa fundist í Hágöngulóni sem taldir voru vera af sleppiuppruna. Bleikja veiðist í Köldukvísl að fossinum Nefja.

Urriðaveiði var í Þórisvatni fyrir byggingu stíflumannvirkja og þá aðallega í svokölluðum Austurbotnum. Ekki þykir þó ljóst hvort urriði hafi verið til staðar í Þórisvatni og í Köldukvísl ofan fossins Nefja áður en hann var fluttur þangað úr Veiðivötnum um kringum 1950. Eins þykir óvíst hvort bleikja hafi verið til staðar í Tungnaá neðanverðri áður en bleikju var sleppt ofar á vatnasvæðið á sjötta áratug síðustu aldar. Bleikja er hins vegar ekki til staðar í Þórisvatni eða í Köldukvísl neðan við Nefja.<sup>98</sup> Stangveiði er í Köldukvísl neðan við fossinn Nefja og að ármótum við Tungnaá.

#### **Fiskstofnar í Tungnaá, Krókslóni, Hrauneyjalóni, Sporðöldulóni og Sultartangalóni**

Tungnaá rennur í sínum náttúrulega farvegi þar til hún fellur í Krókslón. Þaðan fellur vatnið áfram í Hrauneyjalón um veitugöng, en á milli lónanna er yfirfall í gamla Tungnaárfarveginum. Frá Hrauneyjalóni rennur vatn um veituskurði í Sporðöldulón, en lónið var myndað árið 2013 í farvegi Köldukvíslar ofan við ármót Tungnaár. Með myndun lónsins var tekið fyrir göngur fiska milli Tungnaár og Köldukvíslar og veiðistaðir á vatnaskilum þessara áa lögðust af. Til að viðhalda fiskgengd og tryggja vistrennsli í gamla farvegi Tungnaár er nú sírennsli í farveginum í stað þess að veita því vatni yfir til Sporðöldulóns. Í kjölfar þessa hefur skapast þarna töluverð veiði.

Eins og fram hefur komið barst bleikja af mannavöldum á vatnasvæði Tungnaár á sjötta áratug síðustu aldar og er nú ríkjandi tegund í Krókslóni, Hrauneyjalóni og Sultartangalóni. Eitthvað hefur hins vegar verið af urriða þar fyrir.<sup>99</sup> Urriði virðist eiga erfitt uppdráttar í lónunum sökum þess hve lítið er um hentug hrygningarsvæði. Bleikja á auðveldara með að hrygna í lónum þar sem hún getur hrygnt í kyrru vatni og er betur aðlöguð að lífi í jökulskotnum vötnum.

Sultartangalón var myndað árið 1984 og stækkað síðar árið 1999. Rannsóknir á fiskstofnum lónsins hafa leitt í ljós að þar er aðallega að finna bleikju og eitthvað af urriða. Fiskgengt er úr lóninu upp að Gljúfurleitarfossi.

### **6.6.2 Áhrif orkuvinnslu**

Almennt hafa rennissveiflur og aurframburður minnkað umtalsvert í Þjórsá og Tungnaá eftir virkjun. Rennsli er stöðugra og einnig hefur dregið verulega úr framburði aurs. Þessar breytingar hafa haft í för með sér að náttúrulegt álag á lífríki hefur minnkað til muna. Minni aurframburður veldur auknu rýni, sem aftur eykur möguleika frumframleiðenda lífvera sem eru undirstöðufæða fyrir smádýr sem aftur

<sup>97</sup> Hugrún Gunnarsdóttir. 2009. Vistheimt Landsvirkjunar og umhverfislegur ávinningur í kjölfar virkjana. Landsvirkjun, LV-2009/109.

<sup>98</sup> Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson. 1997. Kaldakvísl ofan Nefja. Skýrsla Veiðimálastofnunar. VMST-R

<sup>99</sup> Guðni Guðbergsson og Magnús Jóhannsson. 1999. Úttekt á fisksstofnum og uppeldisskilyrðum fiska á vatnasvæði Tungnaár. VMST-R/999024.

eru fæða fyrir fiska. Þrátt fyrir að svifaur hafi minnkað frá því sem var fyrir virkjun geta komið tímabil þar sem svifaursstyrkur er hár vegna reksturs mannvirkja sbr. opnun botnloka á stíflumannvirkjum.

### **Fiskstofnar í Neðri-Þjórsá**

Lífsskilyrði laxfisa í Þjórsá neðan Búrfells hafa batnað á stórum köflum í farvegi eftir virkjun árinna sökum minni rennissveiflna, stöðugra rennislis og minni svifaurs. Umhverfi er stöðugra en fyrir virkjun þegar áin var óbeisluð og hentar lífríki betur. Laxgengd hefur farið vaxandi í ánni í kjölfar seiðasleppinga og framkvæmda við gerð fiskistiga við Búðafoss 1991. Aðgengi að búsvæðum hefur aukist með tilkomu laxastigans sem hefur ásamt seiðasleppingum hraðað landnámi laxa þar. Þéttleiki laxa- og silungsseiða (0<sup>+</sup>, 1<sup>+</sup>, 2<sup>+</sup> og 3<sup>+</sup>) í straumvötnum hefur verið notaður til að meta ástand lífríkis í tengslum við Vatnatilskipun Evrópusambandsins.<sup>100</sup> Þéttleiki 0+ seiða segir til um árangur hrygningar og þéttleiki eldri seiða segir til um uppeldisskilyrði í ánni. Vöktun á seiðapéttleika á árunum 2000 til 2015 gefur til kynna að þéttleika laxaseiða í Þjórsá og þverám hennar ofan Búða hafi vaxið á þessu tímabili. Neðan við Búðafoss hefur þéttleiki einnig farið vaxandi en þar er hann enn meiri en ofan stigans.

### **Fiskstofnar í Efri-Þjórsá og Kvíslaveitu**

Rannsóknir hafa leitt í ljós að lífríki Þjórsár ofan Sultartanga og í Kvíslaveitu hafi verið fisklaust frá náttúrunnar hendi.<sup>101</sup> Gera má ráð fyrir að það vatnalíf sem kann að hafa verið til staðar á þessum kafla árinna og í Kvíslaveitu fyrir framkvæmdir hafi þegar verið undir miklu náttúrulegu álagi. Ekki eru vísbendingar um að vatnalífi hafi hrakað með tilkomu veitunnar.

Á fyrstu árum eftir Kvíslaveitu óx urriðinn mjög hratt í vötnunum sem líklega má rekja til aukinnar útskolunar næringarefna eftir myndun lónanna. Breytingar urðu þó á framvindu lífríkis í Kvíslaveitu árið 1997 þegar jökulvatni var veitt þangað úr Þjórsá, en þá dró úr gagnsæi vatnsins og ljóstillifun þörunga og minnkaði þar með fæðuframboð fyrir fiska. Urriði í Kvíslaveitu stendur samt sem áður undir náttúrulegri nýliðun.

### **Fiskstofnar í Þórisvatni og Köldukvísl**

Eins og fram hefur komið er ekki ljóst hvort urriði hafi verið til staðar í Þórisvatni og Köldukvísl ofan fossins Nefja áður en hann var fluttur þangað úr Veiðivötnum um miðja síðustu öld.<sup>102</sup> Lífríki Köldukvíslar hefur líklegast aldrei verið mikið né fjölbreytilegt fyrir myndun Hágöngulóns. Í Þórisvatni er talið að lífsskilyrði urriða hafi versnað eftir að tekið var fyrir hrygningu urriða í Austurbotnum eftir að miðlun hófst og vatnsborðið var hækkað. Reynt var að viðhalda urriða í Þórisvatni með seiðsleppingum fram til ársins 2000, en skortur á hrygningarstöðvum hamlar náttúrulegri framvindu urriða í vatninu.

### **Fiskstofnar (í Tungnaá), Krókslóni, Hrauneyjalóni, Sporðöldulóni og Sultartangalóni**

Bleikja og urriði í lónum á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár eru almennt stærri en í viðmiðunarovötnum, en þó hefur dregið úr stærð þeirra eftir því sem frá líður frá myndun lónanna. Urriði virðist eiga fremur erfitt uppdráttar í lónunum sökum skorts á hrygningarstöðvum. Bleikja á hins vegar auðveldara með að hrygna í kyrru vatni og er betur aðlagaðri vist sinni í lónunum en urriði.

Bleikja er ríkjandi í Krókslóni, Hrauneyjalóni og Sultartangalóni. Rannsóknir hafa sýnt hnignandi ástand fiskstofna í lónunum frá 1990 til 2011, en það má að líklega rekja til minnkandi útskolunar næringarefna. Í Sultartangalóni virðist svif- og botndýralíf virtist vera frábrotið og vöxtur fiska almennt lélegur. Af því má draga þá ályktun að lífsskilyrði í lóninu séu fremur rýr og má væntanlega rekja til jökuláhrifa. Í Sporðöldulóni er töluvert af bæði bleikja og urriði eins og þekkt er með nýmynduð lóna. Bleikja virðist hafa fært hrygningarstöðvar sínar ofar á vatnasvið Köldukvíslar.

<sup>100</sup> Bergan M.A. 2011. Laksefisk som indikator på økologisk tilstand og miljøkvalitet i lavereliggende småelver og bekker: Forslag til metodikk iht. Vanndirektivet. Rapport L. Nr. 6224-2011, NINA, 53 bls.

<sup>101</sup> Magnús Jóhannsson og Sigurður Guðjónsson. 1998. Rannsóknir á lífsskilyrðum fyrir laxfiska á vatnasvæði Efri-Þjórsár. Veiðimálastofnun, VMST-S/98005X.

<sup>102</sup> Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson. 1997. Rannsóknir á urriða í Þórisvatni 1996. Veiðimálastofnun VMST-R/97003X.

Það að meðalstærð fiska í lónunum er yfir meðalstærð sömu árganga í óröskuðum jökulskotnum viðmiðunarvötnum á Íslandi bendir til að lífsskilyrði séu þar síst lakari. Þó virðast stofnstærðir bleikju og urriða í lónunum hafa minnkað eftir því sem lengra líður frá myndun lónanna.

## 6.7 Fuglar og önnur dýr

Í skýrslu Verkís frá árinu 2016 „Áhrif virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði á fugla- og spendýr“<sup>103</sup> er gerð tilraun til að leggja mat á hver þróun fugla- og dýralífs hefur verið á Þjórsár- Tungnaárvæðinu síðan orkuvinnsla hófst og hvort þörf sé á frekari vöktun þess. Í þessum kafla er byggt á niðurstöðum skýrslunnar, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega.

Viðmið fyrir mat á áhrifum virkjana á fugla og önnur dýr eru í alþjóðlegum skuldbindingum og samningum, stefnu stjórnvalda og lögum og reglugerðum.

- **Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun.** Markmið nr. 15 „Líf á landi“ leggur áherslu á að vernda, endurheimta og styðja sjálfbæra nýtingu vistkerfa á landi, en í því felst m.a. að grípa til aðgerða til að draga úr hnignun búsvæða og líffræðilegrar fjölbreytni og koma í veg fyrir útrýmingu tegunda í hættu.<sup>104</sup>
- **Samningar um líffræðilega fjölbreytni og vernd votlendis.** Samningur um líffræðilega fjölbreytni, Ramsar-samningurinn um votlendi sem hefur alþjóðlegt verndargildi, einkum fyrir fugla og Bernarsamningur um villtar plöntur og dýr og búsvæði þeirra í Evrópu.
- **Lög um um náttúruvernd.** Verndarmarkmið (2. gr.) og ákvæði um friðun vistkerfa, vistgerða og tegunda (56. gr.).
- **Náttúruminjasráðgjafi.** Ráðgjafi gefur út náttúruminjasráðgjafi á fimm ára fresti og skiptist hún í þrjú hluta, þ.e. skrá yfir friðlýst svæði (A-hluti), framkvæmdaáætlun um friðlýsingar og friðun (B-hluti) og skrá yfir aðrar náttúruminjar sem ástæða þykir til að friðlýsa eða friða (C-hluti).
- **Náttúruverndaráætlun 2009-2013.** Unnið ennþá eftir áætluninni sem Alþingi samþykkti árið 2010.
- **Reglugerð nr. 252/1996 um friðun tiltekinna villtra fuglategunda o.fl.** Reglugerðin tekur m.a. til friðunar fálka, hafarnar, snæuglu, haftyrdöls, keldusvíns og þórshana, svo og friðlýsingu æðarvarps.
- **Válistar Náttúrufræðistofnunar Íslands.** Stofnunin birtir skrár yfir lífverutegundir sem eiga undir högg að sækja eða eru taldar vera í útrýmingarhættu í tilteknu landi eða svæði.

### 6.7.1 Staða og þróun

Á sjöunda áratug síðustu aldar var lítið um umhverfisránnsóknir vegna framkvæmda. Með lögum um mat á umhverfisáhrifum sem tóku gildi á Íslandi árið 1993 er farið að krefjast ítarlegri rannsóknna á lífríki, þar með töldum fuglum. Staða þekkingar á fuglalífi og öðru dýralífi innan Þjórsár- og Tungnaárvæðisins er mjög mismunandi eftir virkjanasvæðum.

#### Fuglar

Nokkur þekking er að byggjast upp á fuglategundum og þéttleika þeirra í vistgerðum í gegnum skráningu Náttúrufræðistofnunar Íslands eins og finna má í útgefnum skýrslum og í samantekt á vef stofnunarinnar. Út frá þessum gögnum má álykta að á þurru og sendnum svæðum er sandlóan áberandi ásamt sólskríkju, heiðlóu og sendlingi og einnig spóa á neðri svæðunum. Þar sem aukins raka gætir er meira um lóupræl og óðinshana þar sem tjarnir eru. Heiðagæs og andfugla er að finna þar sem grónara er. Álfir og endur eru á votlendum svæðum. Þúfutittlingur þar sem er þurrlendisgróður og steindeplar í grýttu landi, gjarnan við árbakka þar sem einnig má finna maríuerlur ásamt sólskríkjum.

<sup>103</sup> Arnór Þ. Sigfússon. 2016. Áhrif virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði á fugla- og spendýr. Landsvirkjun.

<sup>104</sup> Stjórnarráð Íslands. 2019. Heimsmarkmiðin. Stöðuskýrsla 2018. Forgangsmarkmið ríkisstjórnarinnar. Sótt 4. Júlí 2019 af <https://www.stjornarradid.is/>



Andfugla er að finna helst þar sem vatn er tært eins og straumendur, gulendur, stokkendur, rauðhöfðar og fleiri tegundir. Þar sem jökulvatn litar, minnkar fjöldi þeirra.

#### *Búrfell*

Bygging Búrfellsstöðvar á sjöunda áratug síðustu aldar var fyrir tíma laga um umhverfismat og því liggja ekki fyrir rannsóknir á fuglum á svæðinu frá því fyrir þann tíma. Í tengslum við matsskyldufyrirspurn til Skipulagsstofnunar um Búrfell II og áform um vindlund á Hafinu fóru fram þéttleikamælingar á fuglum auk talninga á Bjarnarlæk og Þjórsá. Árið 2014 kannaði Náttúrustofa Norðausturlands þéttleika fuglavarps við fyrirhugaðan vindlund og áflugshættu fugla við vindmyllur vegna mats á umhverfisáhrifum vindlunda við Búrfell. Þéttleiki mófugla á svæðinu var talinn mjög lágur líkt og í fyrri rannsókn á svæðinu en fleiri tegundir fundust verpandi, eða sex alls. Þéttleiki var nokkuð sambærilegur og þó nokkru muni á þéttleika sandlóu þá er sá munur ekki marktækur.

#### *Sultartangi og Búðarháls*

Framkvæmdir við Sultartangastöð og Búðarhálsvirkjun fóru fram eftir að lög um mat á umhverfisáhrifum komu til og því var náttúrufar á áhrifasvæðum þeirra rannsakað í tengslum við matið. Náttúrufræðistofnun Íslands kannaði fuglalíf á áhrifasvæði Sultartangavirkjunar árið 1996 í tengslum við mat á umhverfisáhrifum virkjunarinnar. Ekki var um þéttleikamælingar að ræða heldur skráðar tegundir sem sáust og að auki byggt á öðrum heimildamönnum. Talið var að 29 tegundir fugla væru þekktar á svæðinu og af þeim hefðu 19 orpið þar. Algengir mófuglar voru mest áberandi og talið að votlendistegundir hefðu notið góðs af byggingu fyrri áfanga stíflu við Sultartanga.



**Mynd 6.22** Heiðagæsir á flugi. Ljósmyndari Arnór Þ. Sigfússon.

Í tengslum við mat á umhverfisáhrifum Búðarhálsvirkjunar var kannað fuglalíf á áhrifasvæði virkjunarinnar og beitt var beitt sniðtalningum auk annarra athugana á fuglum á svæðinu á mismunandi árstímum. Fuglalíf var talið fjölbreytt, en 33 tegundir sáust á svæðinu og af þeim voru 17 staðfestar varptegundir og 6 tegundir taldar líklegar. Heiðagæsir voru taldar algengasti fuglinn og um 20-30 þör talin verpa í hólum í Tungnaá.

Algengustu fuglar í sniðtalningum reyndust vera heiðlóa og lóupræll en þéttleiki varpfugla á sniðum í lónsstæðinu var um 32 pör/km<sup>2</sup> sem er sagt vera lágt miðað við sambærileg kjörlendi á láglandi. Í athugunum sást talsvert af öndum sem grunur lék á að yrpu á svæðinu þó það væri ekki staðfest og voru það helst stökkönd, urtönd, straumönd, hávella og toppönd. Þá sáust gulönd og grafönd á varptíma.

#### *Sigalda – Hrauneyjar*

Framkvæmdir vegna Sigöldu- og Hrauneyjastöðvar fóru fram á áttunda og níunda áratug síðustu aldar og því fyrir tíma mats á umhverfisáhrifum. Ekki eru því til fuglarannsóknir frá svæðinu. Í tengslum við anna áfanga Rammaáætlunar vann Náttúrufræðistofnun Íslands náttúrufarsyfirlit um gróður og fugla á virkjanakostum á svæðinu (Bjallavirkjun og Tungnaárlón). Í náttúrufarsyfirlitinu kemur fram að unnin var rannsókn á gróðri og vistgerðum en fuglavarp var ekki kannað heldur leitt af vistgerðum og athugun á þéttleika fugla í sambærilegum vistgerðum í afréttum Skaftártungu og Síðumanna 2001. Út frá þeim gögnum var svo áætlaður fjöldi para mófugla sem myndu tapa búsvæði sínu yrði af þessum virkjunum sem væru um 210 pör af 11 tegundum. Þá var talið að búsvæði vatnafugla s.s. heiðagæsa og straumanda gæti skerst og óvíst um óbein áhrif á búsvæði fugla með farvegi Tungnaár utan lónsstæða. Á svæðinu eru þekktar 32 tegundir varpfugla og þar af 24 árvissar á svæðinu. Af þessum 32 tegundum eru fjórar sjaldgæfar á hálendinu og ellefu á valista Náttúrufræðistofnunar um fugla.

#### *Þórisvatnsmiðlun – Vatnsfellsveita – Vatnsfell*

Náttúrufræðistofnun Íslands vann að athugun á fuglum og öðru dýralífi við Vatnsfell árið 1996 í tengslum við fyrirhugaðar framkvæmdir við Vatnsfellsvirkjun og Krókslón. Fuglaathuganir fóru fram 13. júlí sem er nokkuð seint og því líkur á að varp fugla hafi verið að mestu afstaðið. Engir fuglar sáust í lónsstæðinu en ummerki um snjótittling. Í Vatnsfellinu sáust heiðlóa, sendlingur og snjótittlingur auk þess sem þar fannst hræ af rjúpu. Fuglalíf var talið lítið og fábrotið en talið að tilkoma lónsins gæti dregið til sín eitthvað af fuglum.

#### *Kvíslaveita og Hágöngumiðlun*

Könnun var gerð á fuglalífi á og í kringum fyrirhugað lónstæði 6. áfanga Kvíslaveitu á árinu 1999. Markmið könnunar var að meta hugsanleg áhrif framkvæmdarinnar á fuglalíf á svæðinu. Við athugunina var beitt sniðtalningum til að meta þéttleika varpfugla á magnbundinn hátt og sem má endurtaka eins og segir í skýrslunni. Alls sáust 15 tegundir í athuguninni en ein þeirra kom þó ekki fram við sniðtalningar. Algengustu tegundirnar voru heiðagæs, snjótittlingur, sendlingur, sandlóa og lóupræll.

Við gerð mats á umhverfisáhrifum fyrir Hágöngumiðlun var krafist frekara mats á lífríki svæðisins. Líffræðistofnun Háskóla Íslands framkvæmdi könnun á dýralífi austan Hágangna og í Vonarskarði í ágúst 1996 og var fuglaathugun hluti af þeirri könnun. Sökum þess hve seint könnunin var framkvæmd hefur varpi fugla á svæðinu verið lokið. Í lónsstæðinu sáust 8 tegundir fugla en á svæðinu öllu frá Hágöngum í Vonarskarð sáust alls 11 tegundir. Tófuskítur fannst einnig á svæðinu, við Sveðjuhraun nærri hverasvæðinu.

#### **Spendýr**

Í þeim athugunum sem fram hafa farið á lífríki á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu er ekki getið mikið um spendýr eða áhrif framkvæmda á þau. Vitað er að auk refa eru minnar á svæðinu, allt upp að Þjórsárverum, en ummerki um mink sáust í Þúfuveri við talningar á heiðagæsum 1996. Auk þess má búast við að hagamýs sé að finna víða þar sem gróið er. Það er helst í athugunum við Búðarháls, sbr. Skýrsluna „Fuglalíf á áhrifasvæði Búðarhálsvirkjunar“, að getið er um áhrif á refi og að eitt greni sé í fyrirhuguðu lónsstæði og vitað um þrjú önnur í hálsinum. Vegna lítilla upplýsinga um spendýr á svæðinu takmarkast umfjöllun um spendýr hér við refi.

Upplýsingar fengust frá Umhverfisstofnun um refaveiðar á virkjanasvæðinu. Þær ná frá árinu 1997 til 2014 og eru því ekki frá upphafi virkjana á svæðinu. Ákveðinn fyrirvara þarf að hafa á þessum gögnum, m.a. vegna breytinga á fyrirkomulagi greiðslna vegna refaveiði, endurgreiðslu ríkisins til sveitarfélaga og til refaveiðimanna. Í gögnunum eru upplýsingar um veidd grendýr og hlaupadýr. Samkvæmt þessum

gögnum hefur refaveiði aukist á virkjanasvæðinu til 2010 en eftir það dregur heldur úr veiði þar til að hún eykst á ný 2014. Þetta er svipað mynstur og sjá má á landinu öllu.

### 6.7.2 Áhrif orkuvinnslu

Staða þekkingar á fuglalífi innan Þjórsár- og Tungnaárvæðisins er mjög mismunandi eftir virkjanasvæðum. Út frá þeirri þekkingu sem aflað hefur verið í seinni tíð er þó hægt að álykta með nokkurri vissu um svæði þar sem framkvæmt var án undangenginna rannsókna. Ef skoðuð eru gróðurkort og vistgerðakort af svæðinu þá sést að á stórum hluta svæðisins er gróður nokkuð einsleitur, sérstaklega austan Þjórsár. Þar er um að ræða sanda, mela, vikra, sandorpin hraun og jökulurðir, sjá Mynd 6.11. Allt eru þetta gróðurlendi sem eru frekar rýr og þurr. Þjórsárver eru víðast vel gróin og svo neðar við Búðarháls og Sultartanga. Með Kvíslarveitu, Þórisvatni og Hrauneyjalóni eru víða grónir vatnsbakkar, en t.d. við Hágöngulón og Krókslón virðist vera gróðursnauðara. Ef gögnin eru skoðuð í stærri mælikvarða þá sést að samfelldur gróður leynist víða í lægðum í landinu, við bleytur og læki þar sem vatnsstaða er há og stöðug, sjá Mynd 6.14 til Mynd 6.16.

Ef gögn um tegundir fugla og þéttleiki ( $\text{pör}/\text{km}^2$ ) á athugunarsvæðum á Þjórsár- Tungnaárvæðinu eru skoðuð og borin saman við gróðurkort á Mynd 6.11 má sjá að á þeim svæðum sem eru lítt gróin, þá er það nokkuð sömu tegundir sem eru að sjást á þessum svæðum og þéttleiki yfirleitt ekki mikill. Og þó einhver munur virðist vera á meðalþéttleika er sá munur ekki marktækur þar sem vikmörk meðalþéttleikans eru mjög víð eða þau vantar. Það má því álykta sem svo að á þeim svæðum þar sem fuglalíf var ekki skoðað þá sé líklegt að það hafi verið áþekkt og á svæðum með svipað gróðurfur.

Út frá fyrirliggjandi upplýsingum og þeim rannsóknum sem getið er um hér að framan þá má leiða af því hver séu líkleg áhrif virkjana á svæðinu á fugla og önnur dýr. Stærstu áhrifavaldar vatnsaflsvirkjana með miðlun eru lónin sem myndast og breytingar sem verða á árfarvegum. Lónin þekja svæði sem áður voru búsvæði fugla sem hafa verið grónari svæðin. Það eru svæðin sem liggja að lækjum, ám og tjörnum eða vötnum. Á þessum svæðum er tegundafjölbreytni oftast meiri og varpþéttleiki oft hærri. Jökulöldur og hæðir sem eru þurrari og lítt grónar standa þá frekar uppúr. Það er því líklegt að grónari búsvæði fugla, með meiri tegundafjölbreytni, hafi tapast hlutfallslega í meiri mæli en þurrari og einsleitari svæði. Áhrifin eru því fyrst og fremst tap búsvæða og hægt er út frá þéttleikamælingum að reikna hve mörg pör þetta séu. Ekki er þó líklegt út frá fyrirliggjandi gögnum að einstökum tegundum hafi verið stefnt í hættu. Eitthvað af landi blotnar upp við það að stíflað er og einnig vegna leka úr lónum sem kemur þá að litlu leyti í staðinn fyrir gróið land sem tapast. Uppgræðsla á rýru landi hefur verið stunduð í nokkru mæli á Þjórsár- Tungnaárvæðinu og hún breytir tegundasamsetningu fugla og getur aukið þéttleika með aukinni fæðu. Almennt má þó reikna með að búsvæði fugla tapist undir lón og önnur mannvirki og það þýði þá fækkun í stofnum sem nemur meðalþéttleika á töpuðum svæðum ef gengið er út frá þeirri forsendu að það sé fæða og búsvæði sem takmarki stofnana.

Áhrif breytinga í árfarvegum og vötnum á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru annars vegar þau að sums staðar minnkar rennsli verulega og hlutar árfarvega þorna nær alveg eins og t.d. Þjórsá frá Bjarnarlóni og suður fyrir Búrfell. Hins vegar að ár og vötn sem áður voru tær litast af jökulvatni. Óreglulegt vatnsborð og jafnvel þornun hefur áhrif á smádyralíf, fiska og gróður sem þýðir minni fæðu fyrir vatnafugla og þar af leiðandi má ætla að þeim fækki þar sem svo háttar. Þegar farvegir þorna þá geta eyjar og hólmar sem áður voru örugg varpsvæði fugla gegn ágangi refa breyst í svæði þar sem refir eiga greiðan aðgang, en þeir synda ógjarnan og láta því eyjar og hólma vera. Í lónum myndast svo stundum eyjar sem veita fuglum vernd gegn refum og þekkt er að gæsir nýti sér uppistöðulón til að flýja á með ófleyga unga sína ef að þeim stafar hættu. Einnig er mögulegt að lón geti nýst sem fellistaður heiðagæsa ef vel er gróið á bökkum þeirra.

Ef breytingar í veiði endurspeglar breytingar í stofni refa þá bendir ekki til að framkvæmdir á svæðinu séu að hafa áhrif á stærð refastofnsins heldur fylgi sveifla í stofnstærð því sem virðist gerast á landinu öllu.

## 6.8 Náttúruvá

Í tengslum við verkefnið voru unnar tvær sérfræðiskýrslur vegna náttúruvá á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Annars vegar skýrsla Verkís frá árinu 2019 „Náttúruvá á Þjórsár-Tungnaárvæði. Flóðahætta“ þar sem fjallað er um flóðavá með tilliti til lagamma, orsakir flóðavár og hvernig Landsvirkjun tekur á málum er varða flóðahættu.<sup>105</sup> Hins vegar skýrsla Verkís frá árinu 2019 „Jökulhlaup og gjóskubrotsflóð. Náttúruvá á Þjórsár-Tungnaárvæði“ er fjallar um stærð og tíðni jökulhlaupa og annarra flóða tengdra eldvirkni inn á vatnasvið Þjórsár og Tungnaár.<sup>106</sup> Eftirfarandi kafli byggir á áðurnefndum skýrslum, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega.

Eftirfarandi viðmið eru sett fram fyrir mat á áhrifum virkjana á náttúruvá og náttúruvá á mannvirki.

- **Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun.** Markmið nr. 9 „Nýsköpun og uppbygging“ leggur m.a. áherslu á að þróa trausta innviði sem eru sjálfbærir og með viðnámsþol gagnvart breytingum, í því skyni að styðja við efnahagsþróun og velferð allra.<sup>107</sup>
- **Landsskipulagsstefna 2015-2026.** „Við skipulagsgerð á miðhálandinu verði tekið tillit til öryggis vegna náttúruvá“ (Markmið 1.6).
- **Raforkulög nr. 65/2003.** Markmið laganna er að stuðla að þjóðhagslega hagkvæmu raforkukerfi og efla þannig atvinnulíf og byggð í landinu. Í því skyni skal m.a. tryggja öryggi raforkukerfisins og hagsmuni neytenda.
- **Lög nr. 82/2008 um almannavarnir.** Markmið almannavarna er að undirbúa, skipuleggja og framkvæma ráðstafanir sem miða að því að koma í veg fyrir og takmarka, eftir því sem unnt er, að almenningur verði fyrir líkams- eða heilsutjóni, eða umhverfi eða eignir verði fyrir tjóni, af völdum náttúruhamfara eða af mannavöldum, farsóttu eða hernaðaraðgerða eða af öðrum ástæðum og veita líkn í nauð og aðstoð vegna tjóns sem hugsanlega kann að verða eða hefur orðið.

### 6.8.1 Staða og þróun

Náttúruhamförum hefur verið skipt upp í tvo flokka þ.e. annars vegar hamfarir vegna veðurfars og hins vegar vegna jarðhræringa.<sup>108</sup> Þessi skipting er viðhöfð í eftirfarandi kafla um náttúruvá þ.e. flóðahættu vegna veðurfars og flóðahættu vegna jarðhræringa. Til viðbótar er fjallað um flóðahættu sem skapast getur af mannlegum gjörðum.

#### **Flóðahætta vegna veðurfars**

Ýmsir veðurfarsþættir geta orsakað flóð t.d. úrkoma, snjó- og jökulbráð. Flóðin eru afrennslisflóð þar sem vatn sem fellur á eða bráðnar á vatnasviðinu rennur af því með samspili yfirborðsrennslis, írennslis og rennslis í farvegum. Þessi flóð stækka eftir því sem vatnasviðið er stærra er liggur ofan viðkomandi staðsetningar og eðli málsins samkvæmt stækka þau eftir því sem neðar dregur í farvegum.

Mælingar hafa farið fram um langt skeið á rennslis í farvegum á Þjórsár- og Tungnaárvæði en þær eru grunnar að tölfræðilegu mati á flóðum á svæðinu. Á árinu 2001 hófst endurskoðun flóðamats á vatnasviði Þjórsár og voru niðurstöður þessa mats teknar saman í skýrslu á árinu 2006.<sup>109</sup> Þessi vinna skilaði endurskoðuðu úrkomu- og snjóbráðarflóðamati á lykilstöðum á vatnasviðinu með mismunandi endurkomutíma. Flóðamat fyrir fyrirhugaðar virkjanir í Þjórsá neðan Búrfells var síðan endurskoðað á árinu 2013.<sup>110</sup>

<sup>105</sup> Hörn Hrafnadóttir 2019. Náttúruvá á Þjórsár-Tungnaárvæði. Flóðahætta. Unnið fyrir Landsvirkjun. Verkís.

<sup>106</sup> Kristín M. Hákonardóttir. Jökulhlaup og Gjóskubrotsflóð. Náttúruvá á Þjórsár- Tungnaárvæði-Drög. Unnið fyrir Landsvirkjun. Verkís. LV-2018-097.

<sup>107</sup> Stjórnarráð Íslands. 2019. Heimsmarkmiðin. Stöðuskýrsla 2018. Forgangsmarkmið ríkisstjórnarinnar. Sótt 4. Júlí 2019 af <https://www.stjornarradid.is/>

<sup>108</sup> Bryant, E.A. 1991. Natural Hazards. UK: Cambridge University Press.

<sup>109</sup> Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf., Almenna Verkfræðistofan hf. og Hönnun hf. 2006. Flóð á Þjórsár-Tungnaárvæði. Samantektarskýrsla. Skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun. LV-2011/052.

<sup>110</sup> Verkís. 2013. Flóð í Þjórsá – Endurmat 2013. Unnið í samvinnu við Mannvit fyrir Landsvirkjun. LV-2014-001.

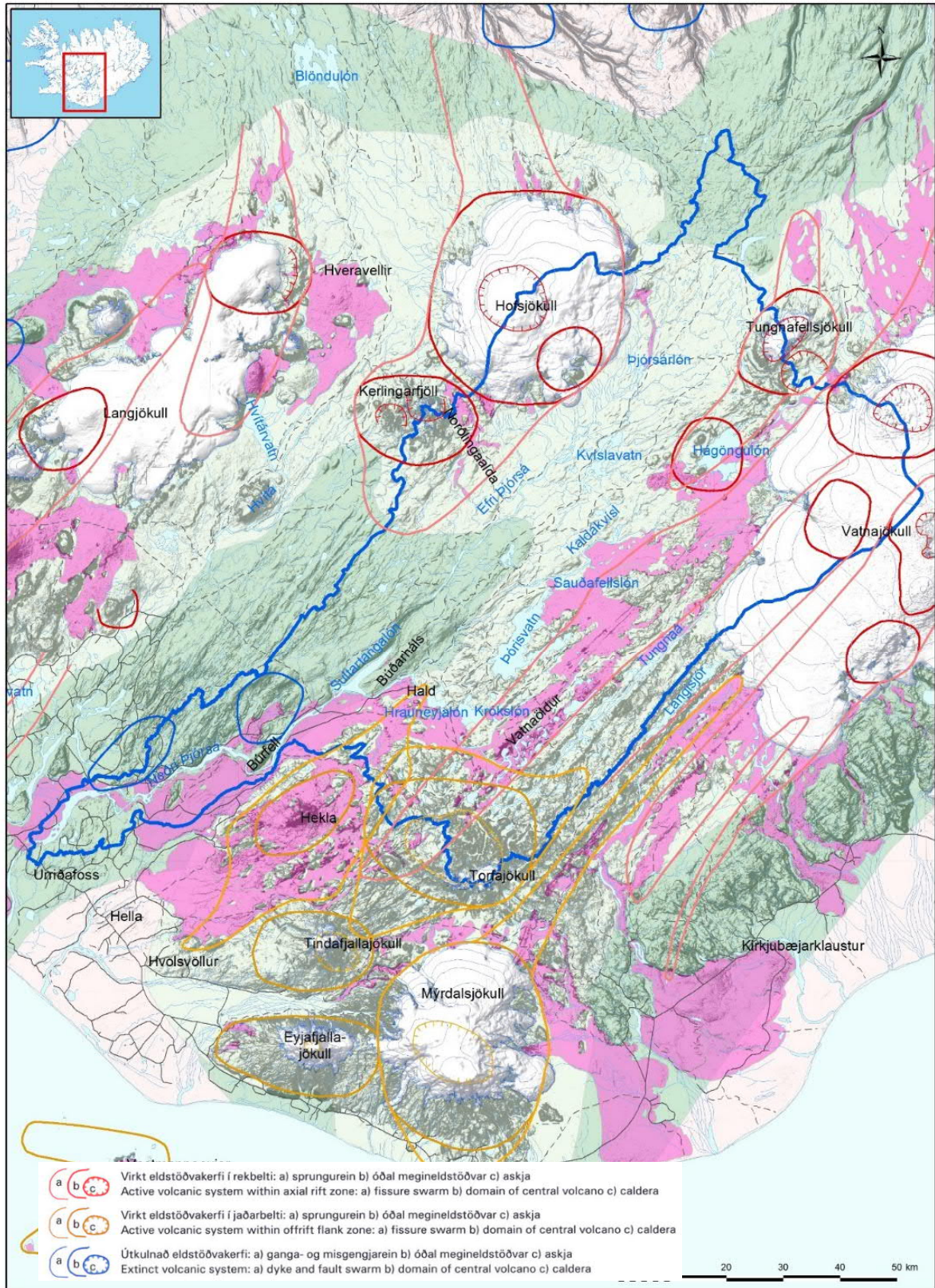
Flestar stíflur á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru hannaðar til þess að þola veðurfarsleg flóð með 1.000 ára endurkomutíma,  $Q_{1000}^{111}$ , án þess að skemmast. Stíflurnar eru jafnframt hannaðar til að þola stærri flóð án þess að breyta, en þær mega þó verða fyrir skemmdum. Rýmd lóna er breytileg eða allt frá því að vera 2 Gl í Hreysislóni til 1.500 Gl í Þórisvatni. Upprunaleg hönnunarflóð eru flest öll veðurtengd og eru því minni efst á vatnasviðinu. Stærðarbil hönnunarflóða til lóna er 280 - 4.000 m<sup>3</sup>/s, án þess að mannvirki verði fyrir skemmdum og á bilinu 350 – 7.500 m<sup>3</sup>/s, þar sem ákveðnar skemmdir geta átt sér stað, en leiða ekki til þess að stíflumannvirki bresti. Endurkomutími hönnunarflóða er um eða yfir 1.000 ár. Áhrif hlýnunar jarðar hafa ekki verið tekin inn í útreikninga á hönnunarflóðum, en áhrif hlýnunar á nýtilega rennslisaukningu á öllu svæðinu hefur verið metin samanber umfjöllun í kafla 6.3.1.

### ***Flóðahætta vegna jarðhræringa***

Dæmi um náttúruvá er eldvirkni og jarðskjálftar. Afleiðingar þeirra geta verið jökulhlaup og stíflubrot Vatnaskil á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu liggja um vesturhluta Vatnajökuls, suðurhluta Tungnafellsjökuls og stóran hluta Hofsjökuls, sjá Mynd 6.23. Um 15% vatnasviðs Þjórsár- og Tungnaárvæðisins er undir jökli. Fimm eldstöðvakerfi eru á vatnasviðinu en þau eru Bárðarbunga (Bárðabunga-Veiðivötn), Hofsjökull (Hofsjökull-Kerlingarfjöll), Tungnafellsjökull (Tungnafellsjökull-Hágöngur), Torfajökull og Hekla. Þrjú þessara eldstöðvakerfa ná undir stóra jökla, sjá Mynd 6.23.

---

<sup>111</sup> Q stendur fyrir rennsli í flóði og <sub>1000</sub> fyrir 1000 ára endurkomutíma.



**Mynd 6.23** Vatnasvið Þjórsár við Urriðafoss er afmarkað með þykkri blárrí línu. Sjá má afstöðu jökla og eldstöðvakerfa innan og í nálægð við vatnasviðið og nútímahraun eru auðkennd með bleikum lit.<sup>112</sup>

<sup>112</sup> Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson. 2009. Jarðfræðikort af Íslandi. 1:600.000. Berggrunnur. Náttúrufræðistofnun Íslands.

Flóð vegna jarðhræringa má flokka samkvæmt eftirfarandi:

- Jökulhlaup
  - Úr vötnum á jarðhitasvæðum undir jökli t.d. tæming katla undir Köldukvíslarjökli.
  - Vegna bráðnunar jökuls við eldgos undir jökli, t.d. í sprungugosi undir þykkum hluta Vatnajökuls, sunnan Bárðarbungu 1996 nálægt vatnasviðum Köldukvíslar og Jökulsár á Fjöllum (Gjálp). Bráðnunarvatn rann til Grímsvatna.
  - Úr jökulstífluðum vötnum við jökuljaðar t.d. lón við rætur Hofsjökuls og í Hamarskrika við rætur Köldukvíslar- og Sylgjujökuls.
- Flóð vegna eldgosa, önnur en jökulhlaup (gusthlaup, skammæjar gjóskustíflur og eðjuflóð).
- Flóð vegna stíflubrots í kjölfar jarðskjálfta.

Gos á Bárðarbungukerfinu eru talin vera helsta ógn við mannvirki á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár, þar sem flóðahætta skapast aðallega vegna gosa undir jökli eða vegna gjósku- og hraunstíflna í ám. Jökulhlaup inn á vatnasviðið leita líklega í farvegi Köldukvíslar, Sylgju og Tungnaár, sem renna til Hágöngulóns, Þórisvatns eða Krókslóns.

Gos frá öðrum eldstöðvakerfum: Hofsjökli, Tungnafellsjökli og Torfajökli eru ólíklegri en gos í Bárðarbungukerfinu.

Áhrifa upphleðslu gosefna frá Heklu, Veidivatnasvæðinu og Torfajökli kann að gæta á virkjunarsvæðinu. Vikur frá Heklu hefur stíflað Þjórsá, síðast fyrir um 2800 árum. Langalón er talið hafa myndast vegna gjóskustíflu í Tungnaá eftir Vatnaöldugosið 870 og dæmi eru um að fyrsti fasi Torfajökulsgosa hafi verið skammlíf sprengigos, síðast 1477 (samhliða gosi í Veidivötnum).

Búast má við stærstu jarðskjálftum á vatnasviðinu á Suðurlandsbrotabeltinu og verða mannvirki þar fyrir mestum áhrifum, sem deyja út til norðurs. Minni skjálftar geta orðið ofar á vatnasviðinu, flestir tengdir eldsumbrotum. Rannsóknamiðstöð Háskóla Íslands í jarðskjálftaverkfræði hefur reiknað stærð jarðskjálfta með mismunandi endurkomutíma og svörunarróf jarðskjálfta<sup>113</sup> á mismunandi svæðum þar sem mannvirki hafa verið hönnuð, sem liggur til grundvallar hönnun mannvirkjanna. Árið 1986 var unnin greining á jarðvegsstíflum á Íslandi m.t.t. jarðskjálfta<sup>114</sup>.

#### *Stærð og tíðni jökulhlaupa*

Lagt hefur verið mat á stærð og tíðni mögulegra jökulhlaupa á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu.<sup>115</sup> Í eftirfarandi upptalningu eru settir fram mögulegir hlaupatburðir, frá hinum algengari til hinna ólíklegri: Árlega má búast við að tæming jökullóna til Köldukvíslar og Þjórsár, frá Vatnajökli og Hofsjökli, hafi í för með sér snarpa rennislisaukningu sem sé að hámarki nokkur hundruð m<sup>3</sup>/s. Heildarmagn hlaupvatns er áætlað um 10 Gl.

- Á um tíu ára fresti má gera ráð fyrir að jarðhiti undir Vatnajökli orsaki hlaup í Köldukvísl, sem valdi rennislisaukningu að hámarki 1–2 þúsund m<sup>3</sup>/s. Heildarmagn hlaupvatns er áætlað um 10–300 Gl.
- Á nokkur hundruð ára fresti má búast við að meðalstór eldgos undir NV-Vatnajökli valdi hlaupi í Köldukvísl, Sylgju eða Tungnaá. Hámarksrennsli í slíku hlaupi er metið 600–6000 m<sup>3</sup>/s. Heildarmagn hlaupvatns er áætlað 500–1000 Gl. Gjósi á sprungu undir NV Vatnajökli er langlíklegast að jökulhlaupið sem fylgi verði af þessari stærðargráðu (Magnús Tumi Guðmundsson, 2014). Líkleg sprungulengd er undir 5 km.

<sup>113</sup> Svörunarróf jarðskjálfta lýsa áhrifum jarðskjálfta og skilgreina álag (t.d. hámarkshróðun eða hraði) á tilteknum stað (jarðgrunnnaðstæður) á tiltekið mannvirki (í einnar frelsisgráðu kerfi).

<sup>114</sup> Silver, M.L. et al. 1986. Evaluation of the seismic safety of embankment structures of the Thjorsa and Tungnaa river basin development in Iceland. Performed for Landsvirkjun. Marshall Silver and Associates Ltd.

<sup>115</sup> Kristín M. Hákonardóttir. Jökulhlaup og Gjóskubrotsflóð. Náttúruvá á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Unnið fyrir Landsvirkjun. Verkis.LV-2018-097.

- Stærri eldgos/sprungugos undir Vatnajökli geta valdið hlaupum í Köldukvísl, Tungnaá eða Sylgju (Hágöngulón, Þórisvatn, Krókslón) með hámarksrennsli á bilinu 6000–15 000 m<sup>3</sup>/s. Heildarmagn hlaupvatns er áætlað 1000–10 000 Gl. Líkleg sprungulengd er 5–10 km (Magnús Tumi Guðmundsson, 2014).
- Stór til mjög stór flóð eru ólíklegri inn á vatnasvið Köldukvíslar, Tungnaár eða Sylgju með hámarksrennsli frá 15 000–30 000 m<sup>3</sup>/s til 30 000–150 000 m<sup>3</sup>/s. Heildarmagn hlaupvatns er áætlað 5000–20 000 Gl. Líkleg lengd gossprungu er yfir 10 km. (Magnús Tumi Guðmundsson, 2014).
- Hamfarahlaup, með hámarksrennsli yfir hundrað þúsund m<sup>3</sup>/s úr Bárðarbunguöskjinni til vesturs út í Köldukvísl er hugsanlegt. Um fjórðungur öskjunnar er á vatnasviði Köldukvíslar. Í öskjinni eru um 40 000 Gl af ís, og við bráðnun jökulíss tekur ís að hníga að bráðunarstað.
- Eldgos undir vesturhluta Vatnajökuls eru mun líklegri en eldgos undir suðurhluta Hofsjökuls og Tungnafellsjökuls:
  - Meðalstór eða stærri gos á sprungu undir Hofsjökli gætu orsakað hlaup frá Hofsjökli inn á vatnasvið Þjórsár. Hámarksrennsli er metið um 5000–10 000 m<sup>3</sup>/s. Heildarmagn hlaupvatns er áætlað 500–1000 Gl. Líkleg lengd gossprungu er um 5 km. Nokkur þúsund ár eru síðan síðast gaus á kerfinu.
  - Frá Tungnafellsjökli gæti komið hlaup inn á vatnasvið Þjórsár með hámarksrennsli undir 5000 m<sup>3</sup>/s, vegna lítils til meðalstórs eldgoss. Heildarmagn hlaupvatns er áætlað 100–3000 Gl. Gossaga kerfisins er illa þekkt.

### **Flóðahætta af mannavöldum**

Manngerðar breytingar á farvegum áa geta mögulega haft í för með sér flóðahættu. Slík hætta getur skapast annars vegar vegna skyndilegra breytinga á rennslisstýringum og hins vegar vegna stíflurofs.

Skyndilegar breytingar á rennsli áa geta ógnað þeim sem eru í og við farvegi áa, t.d. ferðamenn að þvera ár. Ekki er talin mikil hætta stafa af skyndilegum rennslisbreytingum í árfarvegum á Þjórsár- og Tungnaárvæði þar sem Landsvirkjun fylgir ákveðnum reglum um stýringu rennslis til að lágmarka hættu er fela m.a. í sér að rennsli er aukið rólega. Gerðar eru vikulegar spár um innrennsli og er rennslisstýringum hagað í samræmi við þær. Ef útlit er fyrir aukna vatnavexti í ám á svæðinu eru aðgerðir samræmdar innan fyrirtækis og við viðeigandi aðila.

Rof á stíflumannvirkjum getur leitt til þess að flóð verða úr lónum. Orsakir stíflurofs geta verið ýmis konar, t.d. vegna innanrofs þ.e. ef hönnun, viðhaldi eða eftirliti með mannvirkinu er ábótavant eða vegna rennslis yfir stíflu vegna óvenju mikils innrennslis í lón. Til dæmis vegna flóðvarsrofs ofar á vatnasviðinu, keðjuverkandi stíflurofa eða vegna skemmdarverka. Einnig geta jarðlög gefið sig fjær stíflustæði þegar þrýstingur eykst við fyllingu lóns.

### **6.8.2 Áhrif orkuvinnslu**

Á Þjórsár- og Tungnaárvæði hefur Landsvirkjun látið reisa 23 stíflur, er mynda ein 14 lón sem rúmað geta samtals 2.300 Gl af vatni ef þau væru samtímis öll í hæstu stöðu. Hæst er Sigöldustífla sem er 44 m há, en lægstu stíflurnar er um 7 m háar. Allar stíflurnar og flóðvirki þeirra hafa verið hönnuð með tilliti til viðkomandi hönnunarflóða og jarðskjálftaálags. Mannvirkin eru hönnuð til að þola að minnsta kosti 1.000 ára veðurfarslegt flóð án þess að skemmast.

Landsvirkjun leggur áherslu á að uppfylla lög er varða neyðarstjórnun og viðbragðsáætlanir og við hönnun mannvirkja er fylgt norskum lagaramma en sú nálgun er talin tryggja ábyrgja hönnun. Vegna hættu á stíflurofi og annarri vó hefur Landsvirkjun skilgreint ferli viðbragða. Reglubundið eftirlit er með öllum mannvirkjum, auk aukaúttekta í kjölfar óvæntra atvika t.d. jarðskjálfta eða flóða, sem geta haft áhrif á grunnvatnsþrýsting eða valdið skemmdum á mannvirkjum. Farið hefur fram endurmat hönnunarflóða á vatnasviðinu og hafa allar stíflur á svæðinu verið flokkaðar gróflega í afleiðingarflokk



þar sem stuðst var við flokkun NVE.<sup>116</sup> Landsvirkjun reynir að lágmarka hættu af starfsemi sinni og hefur allt frá árinu 1995 verið í fararbroddi um neyðarstjórnun. Fyrirtækið vinnur að því að tryggja almannaöryggi í samvinnu við yfirvöld á viðkomandi starfssvæðum og almannavarnaryfirvöld, í samræmi við lög um almannavarnir.

Landsvirkjun leggur jafnframt áherslu á að tryggja rekstraröryggi raforkukerfisins. Ef til þess kæmi að nauðsynlegt yrði að skerða orkuvinnslu tímabundið vegna óvæntra atburða eru til staðar ferli í gæðakerfi fyrirtækisins, um skerðingar til notenda.

Landsvirkjun hefur látið herma rof á stíflumannvirkjum við Sigöldu (2011) og á fyrirhuguðum mannvirkjum í Þjórsá neðan Búrfells (2008).<sup>117,118</sup> Markmiðið er að meta versta tilfelli stíflurofs og mestu útbreiðslu vatns á svæðinu Landsvirkjun tók þátt í æfingu neyðarstjórnunar árið 2013 og lét þá meta útbreiðslu flóðs í kjölfar ímyndaðs jökulhlaups, sem svipar til sprungugossins í Gjálp, 1996, inn í Hágöngulón<sup>119</sup>. Þegar jarðhræringar voru á Bárðarbungukerfinu, 2014 var það mat uppfært<sup>120</sup>.<sup>121</sup> Afleiðingar slíks hlaups eru háðar stærð og tímalengd hlaupsins og hvar stíflur rofna en flóðvör í stíflunum hafa verið hönnuð til þess að rofna fyrst í slíkum atburðum og stýra þannig flóðum frá þeim. Til eru heimildir um stíflurof á Íslandi á tímabilinu frá 1959 til 2006, en á Þjórsár- og Tungnaárvæði hefur ekki átt sér stað rof á fullbyggðum mannvirkjum frá því að framkvæmdir hófust.

## 6.9 Ásýnd

Í greinargerð Verkís frá árinu 2019 „Þjórsár og Tungnaárvæðið; Greining á sjónrænum áhrifum mannvirkja og landmótunar ásamt tillögum að úrbótum“<sup>122</sup> er fjallað um sjónræn áhrif mannvirkja, frágang og landmótun við aflstöðvar á Þjórsár- Tungnaárvæðinu. Í þessum kafla er byggt á niðurstöðum greinargerðarinnar, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega. Viðmið fyrir mat á áhrifum virkjana á ásýnd eru í áætlunum stjórnvalda á landsvísu og stefnu Landsvirkjunar um landmótun og útlit mannvirkja.

- **Landsskipulagsstefna 2015-2026.** Í stefnu um skipulag á miðhálandinu er markmiðið að staðinn „...verði vörður um náttúru og landslag miðhálandisins vegna náttúruverndargildis og mikilvægis fyrir útivist. Uppbygging innviða á miðhálandinu taki mið af sérstöðu þess“. (markmið 1). Markmið um skipulag í dreifbýli er m.a. að mannvirki „...vegna orkuvinnslu og orkuflutnings falli sem best að landslagi og annarri landnotkun“ (markmið 2.5).
- **Menningarstefna í mannvirkjagerð; Stefna íslenskra stjórnvalda í byggingarlist.** Í stefnunni er lögð áhersla á að tryggja „...gæði í byggingarlist við hönnun og framkvæmd opinberra mannvirkja“ (markmið 1:1). „...Frágangur lands og lóða og hlutdeild listar eru órjúfanlegir þættir í heildarmynd verkefna“ (markmið 1:2). „Við hönnun, skipulag og byggingarframkvæmdir á viðkvæmum stöðum, svo sem í lítt snortinni náttúru eða landslagi menningarminja, skal viðhafa sérstaka aðgæslu sem tryggir að sjónrænt yfirbragð hins manngerða umhverfis rýri sem minnst hlut náttúrunnar í heildarmyndinni“ (markmið 2:4).<sup>123</sup>
- **Landmótun og útlit mannvirkja; Stefnumótun.** Landsvirkjun hefur markað sér umhverfisstefnu og skilgreint mikilvæga umhverfisþætti í starfseminni. Einn þessara umhverfisþátta tekur á áhrifum á náttúru, sjónrænum áhrifum og landmótun. „Stefna

<sup>116</sup> Forskrift um sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften) nr. 1600/2009.

<sup>117</sup> Verkís. 2011. Sigalda – stíflurof. Flóð á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun. LV-2011/052.

<sup>118</sup> Dóra Hjálmarsdóttir, Hörn Hrafnisdóttir, Kristín Martha Hákonardóttir og Ólöf R. Káradóttir. 2008. Áhættumat. Virkjanir í Þjórsá neðan Búrfells. Skýrsla unnin af VST fyrir hönd verkefnahóps VST, VGK-Hönnunar og Rafteikningar fyrir Landsvirkjun. LV-2008/057

<sup>119</sup> Verkís. 2013. Rakning hamfaraflóðs vegna æfingar 1311. Minnisblað nr. 91010005-1-MB. Dagsett 2013-11-05.

<sup>120</sup> Verkís 2014. Rakning jökulhlaups vegna æfingar 1311. Minnisblað nr. 9101005-1-MB-0184. Dagsett 2014-09-18.

<sup>121</sup> Verkís og Ríkislögreglustjóri. 2014. Greining á áhrifum flóða í kjölfar eldgosa í Bárðarbungu. Sviðsmynd II. Reykjavík.

<sup>122</sup> Erla B. Kristjánsdóttir. 2019. Þjórsár og Tungnaárvæðið; Greining á sjónrænum áhrifum mannvirkja og landmótunar ásamt tillögum að úrbótum. Greinargerð unnin af Verkís fyrir Landsvirkjun.

<sup>123</sup> Mennta- og menningarmálaráðuneytið. 2014. Menningarstefna í mannvirkjagerð: Stefna íslenskra stjórnvalda í byggingarlist. Sótt 14. ágúst 2019 af <https://www.stjornarradid.is/media/menntamalaraduneyti-media/media/frettir2014/Menningarstefna-i-mannvirkjagerd-Ny-utgafa-2014.pdf>

*Landsvirkjunar er að skapa sem best heildarjafnvægi milli útlits mannvirkja, landmótunar og náttúrulegs umhverfis*.<sup>124</sup>

### 6.9.1 Staða og þróun

Aflstöðvar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu standa í fjölbreyttu umhverfi og eru í mismunandi hæð yfir sjávarmáli en það hefur m.a. áhrif gróðurþekju og yfirbragð lands. Búrfellsstöð stendur í um 140 m hæð yfir sjávarmáli neðan Búrfells og á bökkum Fossár. Búrfellsstöð er utan hálendismarka og er sú aflstöð sem stendur lægst yfir sjávarmáli af þeim sem hér eru til umfjöllunar. Svæðið umhverfis hana ber einkenni byggðar, graslendis og ræktaðra skóga. Neðan stöðvarinnar opnast sýn yfir Suðurlandið.

Sultartangastöð er í um 270 m hæð yfir sjávarmáli við mörk miðhálandisins. Stöðin er felld inn í rætur Sandafells sem liggur að flatlendinu sem einkennir umhverfi Þjórsár milli Búrfells og Sultartangalóns. Flatlendið er rammað inn af fjallahring sem opnast til suðvesturs þar sem Búrfellið trónir fyrir miðju. Svæðið er grasi gróið og víða má sjá kjarrlendi en bakkar Þjórsár eru lítt grónir.

Sigöldustöð er í um 440 m hæð yfir sjávarmáli, á milli Krókslóns og Hrauneyjalóns. Svæðið ber einkenni af því að standa hátt yfir sjávarmáli og langt inn til landsins, landslagið er opið en þekja graslendis er þó þétt. Sérkenni svæðisins eru ávalir, uppgræddir ásar og fremur mjúkar en stórdregnar línur. Stöðvarhúsið stendur lágt í landslaginu.

Hrauneyjafossstöð stendur í um 350 m hæð yfir sjávarmáli á milli Hrauneyjalóns og Sporðöldulóns. Landslagið er opið hálendislandslag en ber þess þó merki að standa nokkru lægra en bæði Vatnsfellsstöð og Sigöldustöð. Gróðurþekjan einkennist af graslendi sem hefur náð sér vel á strik. Aflstöðin stendur lágt í landslaginu.

Vatnsfellsstöð er í um 510 m hæð yfir sjávarmáli, á milli Þórisvatns og Krókslóns. Af aflstöðvum á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu stendur Vatnsfellstöð hæst í landinu og lengst inni á hálendinu og ber svæðið einkenni þess. Landslagið er einsleitt, opið, hrjóstrugt og gróðursnautt. Sérkenni svæðisins eru dökkir ávalir ásar, vötn og fjalllendi í fjarska. Stöðvarhúsið stendur lágt í landinu.

Búðarhálsstöð fær vatn úr Sporðöldulóni og stendur í um 310 m hæð yfir sjávarmáli á bökkum Sultartangalóns. Undirlendi er lítið við lónið en það afmarkast af um 100 - 300 m háum hálsum til beggja hliða. Stöðvarhúsið er fellt inn í hlíðar Búðarháls en framan við það eru sléttar manngerðar eyrar. Gróðurþekja umhverfis lónið einkennist af lyngmóum og kjarri sem er nokkuð þétt.

### 6.9.2 Áhrif orkuvinnslu

Virkjanir á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru byggðar á mismunandi tíma, mannvirkin eru margvísleg og misstór og möguleikar til aðlögunar að landi eru ólíkir. Almennt séð eiga aflstöðvarnar það sammerkt að vera stærri í sniðum en almennt gerist um mannvirki í á miðhálandinu eða á jaðri þess. Inntaksmannvirki, stöðvarhús og spennivirki eru stórar, steinsteyptar byggingar sem að einhverju marki eru felldar inn í hallandi land eða eru að stórum hluta neðanjarðar. Tengivirki eru annað dæmi um mannvirki sem samanstanda af möstrum og háspennulínunum á afmörkuðu svæði, nálægt stöðvahúsum.

Veituskurðir á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru almennt séð áberandi í landslaginu vegna kantaðrar lögunar, einkum þar sem þeir þvera landform þvert á hallandi svæði. Vegir í tengslum við aflstöðvar hafa áhrif á ásýnd svæðisins, skera landslagið, en áhrif þeirra eru mjög háð útfærslu, svo sem hæðarsetningum, vegfláum, legu og sýnileika þeirra í landslaginu.

Áhrif orkuflutningsmannvirkja eru ekki hluti af greiningu á ásýnd og sjónrænum áhrifum virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu, að öðru leyti en þar sem fjallað er um samlegðaráhrif virkjana og flutningslína við aflstöðvar. Stór landsvæði á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu hafa farið undir lón og samfara því hafa orðið töluverðar breytingar á ásýnd lands. Nánar er fjallað um stærð þessara lóna í köflum 4 og 6.3.

<sup>124</sup> Landsvirkjun. 2016. Landmótun og útlit mannvirkja; Stefnumótun. Sótt 14. ágúst 2019 af <http://gogn.lv.is/files/2016/2016-039.pdf>

Eftirfarandi er umfjöllun um nærumhverfi aflstöðva á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu þar sem stuðst við aðferðir við landslagsgreiningu og mat á sjónrænum áhrifaþáttum í landslagi. Við matið er unnið með afmarkaða þætti, þ.e. áskýnd, efnisval, landmótun og frágang. Mikilvægt er að halda til haga að landmótun og frágangur við aflstöðvar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu er almennt til fyrirmyndar. Vitnisburður um það eru t.d. niðurstöður rannsóknar á viðhorfum íbúa í Skeiða- og Gnúpverjahreppi, Rangárþingi ytra og Ásahreppi í tengslum við fyrirhugaðan Búrfellslund.<sup>125</sup> Meirihluti íbúa telur svæðið, norðan Búrfells og sunnan Sultartangastöðvar, hafa náttúrulegt yfirbragð, vera fallegt, hreint og kyrrlátt. Einungis um tíundi hluti íbúa upplifir svæðið sem mannert. Í hugum þeirra er svæðið fyrst og fremst hrjóstrugur afréttur sem einkennist af gróðurlitlum sand- og hraunsléttum og mikilli víðáttu.

### **Búrfellsstöð**

Eldri mannvirki við Búrfellsstöð hafa lítil áhrif á heildaryfirbragð svæðisins og gróðurþekja þar virðist í góðu samræmi við umhverfið, sjá Mynd 6.24. Gott samræmi er í uppgræðslu á svæðinu í heild. Áskýnd eldri hluta Búrfellsstöðvar og umhverfis hennar er almennt gott og ber vitni um reglulegt og gott viðhald. Skurður við inntak Bjarnarlóns er beinn með skarpar brúnir sem gerir hann framandi í landslaginu. Fláar eru brattir og rof er sýnilegt. Botnlokur við lónið ofan Búrfellsstöðvar eru málaðar möttum lit sem fellur einkar vel að litatónum umhverfisins. Litur og áferð draga verulega úr sjónrænum áhrifum lokanna sem standa í miðju flötu landrými. Það sama á við um steypa fleti við Bjarnarlón.



**Mynd 6.24** Búrfellsstöð. Ljósmyndari Sigfús Pétursson.

### **Sultartangastöð**

Séð úr fjarska fellur Sultartangastöð nokkuð vel að landinu. Þegar komið er nær stöðinni virka mannvirkin framandi og áhrifin aukast því meira sem nær dregur. Efsti hluti mannvirkja skaga upp fyrir aðliggjandi land og sést langt að. Almennt er efnisval í samræmi við umhverfið, en það er einkum áferð sprautusteypu á veggjum við stöðina sem sker sig úr og bæði hæð og lóðréttir veggir auka við þá upplifun. Mosagróður mildar áskýndina nokkuð þar sem hann vex. Tengivirki Sultartangastöðvar ber við himinn og er sýnilegt langt að. Mannvirkið stendur hátt og fær lítinn stuðning í landslaginu. Hvassar

<sup>125</sup> Rannveig Ólafsdóttir o.fl. 2015. Áhrif vindmylla í Búrfellslundu á ferðaþjónustu og íbúa. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2015-072.

brúnir og brattar hliðar stíflu falla ekki vel að landi og yfirborðsefni stíflunnar sker sig úr grónu umhverfinu.

Frárennslisskurður Sultartangastöðvar er langur og nánast beinn alla leið í Bjarnarlón. Bakkar hans eru einsleitir, háir og brattir sem ýkir framandi ásýnd hans. Hæð skurðbakkans er mjög mikil á köflum og getur það reynst hættulegt þeim sem fara um landið. Hrun úr skeringu við aðkomuveg sýnir eðlilega eða náttúrulega aðlögun að landinu sem dregur úr sýnilegum hæðarmun.

### **Sigöldustöð**

Almennt falla mannvirki Sigöldustöðvar vel að landslaginu og efnisval er í góðu samhengi við umhverfið, svo sem varðandi hlutföll, áferð og liti. Samræmi skortir þó í gróðurþekju umhverfis stöðina. Stöðvarhúsið fellur vel að landslaginu og er lítið áberandi. Frágangur suðvestan stöðvarhússins er látlaus og litur og áferð á ómálaðri steypu fellur vel að einsleitu yfirborði í bakgrunni. Dökkt jarðvegsyfirborð við stöðvarhúsið er þó áberandi. Stífla í Krókslóni, fellur vel að landslagi hvað varðar form. Neðan Krókslóns falla mannvirki almennt vel að landslaginu en köntuð tjörn er þó áberandi.

Frárennslisskurður fangar athyglina og þrátt fyrir að hann sé sveigður er formið stíft og framandi í landslaginu. Svört brött svæði við stöðvarhús og skarpar brúnir bakka frárennslisskurðar falla ekki vel að landslaginu og draga jafnframt fram hæð þeirra. Stöllunin ýtir enn frekar undir neikvæð áhrif. Það gerir sveigur skurðarins einnig.

Vegur ofan Sigöldustöðvar fylgir landslaginu. Mörk vegfláa og aðliggjandi landslags eru ógreinileg og það dregur enn frekar úr sýnileika hans. Tengivirki er staðsett fremur lágt í landinu sem dregur úr neikvæðum áhrifum þess á ásýndina.

### **Hrauneyjafossstöð**

Almennt falla mannvirki Hrauneyjafossstöðvar vel að landslaginu og efnisval er í góðu samhengi við umhverfið. Stöðvarhúsið og byggingar í námunda við það falla vel að landslaginu, eru lítið áberandi og falla vel að umhverfi varðandi hlutföll, áferð og liti. Samfella er í gróðurþekju við stöðvarhús. Mannvirki ofan við stöðvarhúsið skera sjóndeildarhringinn og eru áberandi.

Fláar inntaks úr Hrauneyjalóni eru einsleitir en grjót í fláum er mosavaxið og tengist því vel litum í umhverfinu. Við inntak Hrauneyjafossstöðvar er ósamræmi í formum, lita- og efnisvali þar sem veðurkápa byggingarhluta er ólík, steypst og matt yfirborð dekkri hluta fellur betur að litum í umhverfinu en ljósari klæðningin sem einnig endurkastar birtu.

Frárennslisskurður Hrauneyjafossstöðvarinnar er breiður og nokkuð beinn næst húsi, en mjúk sveigja er á honum þegar lengra dregur frá stöðvarhúsinu. Afliðandi skurðbakkar draga verulega úr sýnileika skurðarins. Gróðurþekja nær að skurðbakka og er hún er í samræmi við aðliggjandi svæði. Skurður vestan Hrauneyjafossstöðvar er þráðbeinn og skurðbakkar snarbrattir. Form er framandi og sker sig úr umhverfinu.

### **Vatnsfellsstöð**

Mannvirki Vatnsfellsstöðvar falla almennt vel að landslaginu og efnisval er í samhengi við umhverfið þó litir bygginga séu mun ljósari en yfirborðsins umhverfis þær. Mótað land er víðast hvar í góðu samræmi við aðliggjandi landslag, svo sem hvað varðar landform og yfirbragð.

Lítið er um uppgræðslu á röskuðum svæðum en það er í góðu samræmi við gróðursnautt landslagið umhverfis stöðina. Notkun grjóts við stöðvarhús fellur nokkuð vel að umhverfinu en beinar línur með grjótröðum fanga þó athyglina. Auk þess eru ferköntuð steypst form, beinar línur og mismunandi yfirborðsáferð áberandi við stöðvarhúsið. Breið rás bak við stöðvarhús sker sig verulega úr og er frábrugðin aðliggjandi klettavegg. Rennan sker sig úr næsta nágrenni og verður ríkjandi, séð bæði nálægt og úr fjarska.

Efnisval á stíflu er í samræmi við aðliggjandi landslag sem einkennist almennt af brúnleitum tónum. Grá stíflan er nokkuð áberandi í umhverfinu, en bein lárétt lína við stíflukant og mörk stíflu og aðliggjandi lands eru skörp og draga fram hæð og form stíflunnar. Kverk við fláafót skapar skilyrði fyrir gróður sem ekki þrífst á bröttum fláanum og dregur enn frekar fram sýnileika stíflunnar.

Skurðbakkar falla að aðliggjandi landslagi þar sem þeir eru aflíðandi, en brattir bakkar og beinar línur neðan stöðvar undirstrika að skurðurinn er framandi þáttur í umhverfinu. Vegir falla víða vel að landslagi, hvað varðar fláa, legu og efnisval.

### **Búðarhálsstöð**

Búðarhálsstöð hefur talsverð áhrif á ásýnd svæðisins. Mannvirki, sértaklega plön og vinnusvæði, virka mjög umfangsmikil. Mikið er um beinar línur og stóra slétta kantaða fleti sem virka framandi á svæðinu. Mannvirki Búðarhálsstöðvar skera ekki sjóndeildarhringinn og eru því minna áberandi en ella, þrátt fyrir mikla stærð. Stöðvarhúsið er fellt inn í gróp í landið en mikið rými bak við húsið dregur úr jákvæðum sjónrænum áhrifum og aðlögun að landi. Stórir fletir með mismunandi form, áferð og liti fanga athyglina og falla ekki vel að landslaginu. Steyptir veggir stöðvarhússins falla þó betur að yfirbragði svæðisins en klæðning tengivirkisins.

Frárennisskurður Búðarhálsstöðvar fangar athyglina, þrátt fyrir að hann sé sveigður er formið stíft og framandi í landslaginu. Skarpar brúnir undirstrika þetta og hindra jafnframt myndun viðeigandi gróðurþekju. Kantað form tjarnar er einnig framandi og ekki lagað að umhverfinu.

Efnisval, svo sem í frágangi vega og vegrása, er í ósamræmi við umhverfið. Efni í vegfláum og vatnsrásum sést langt að og er framandi í landslaginu. Gróðurþekja er ekki í samræmi við gróðurfar í nágrenninu, t.d. við Sporðöldulón þar sem eru gróðurflákar í annars gróðursnauðu umhverfi. Röskuð svæði og plan vinnubúða falla ekki vel að landinu og eru sýnileg úr töluverðri fjarlægð.

## **6.10 Samfélag**

Í skýrslu Rannsóknamiðstöðvar Háskólans á Akureyri frá árinu 2018 „*Samfélagsáhrif virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði*“<sup>126</sup> eru greind helstu samfélags- og efnahagsleg áhrif sem orðið hafa á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu sem rekja má til virkjana frá því að framkvæmdir hófust við Búrfell árið 1965 og til dagsins í dag. Í þessum kafla er byggt á niðurstöðum skýrslunnar, en einnig vísað til annarra heimilda og er þeirra þá getið sérstaklega.

Viðmið fyrir mat á áhrifum virkjana á samfélag og efnahag eru í Heimsmarkmiðum Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun<sup>127</sup> og áætlunum stjórnvalda á landsvísu:

- **Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun.** Heimsmarkmiðin leggja m.a. áherslu á að auka hlut endurnýjanlegrar orku (markmið 7), stuðla að sjálfbærum hagvexti og góðum atvinnutækifærum fyrir alla (markmið 8) og að borgir og bæir umfaðmi alla þjóðfélagsþóp, séu örugg og sjálfbær og með viðnámsþol gagnvart breytingum (markmið 11).
- **Stefnumótandi byggðaaætlun 2018–2024.** Markmið um að jafna tækifæri til atvinnu (markmið b) og að stuðla að sjálfbærri þróun byggða um allt land (markmið c).
- **Landsskipulagsstefna 2015-2026.** Stefna um sjálfbæra byggð í dreifbýli, þ.e. markmið um að skipulag landnotkunar styðji við búsetu og samfélag í dreifbýli með langtímasýn um ráðstöfun lands til nýtingar og verndar og samþættri stefnu um byggðapróun í þéttbýli og dreifbýli (markmið 2.1). Einnig að skipulag byggðar og landnotkunar stuðli að samkeppnishæfni og eflingu samfélags og atvinnulífs (markmið 3.4).

### **6.10.1 Staða og þróun**

Við greiningu á samfélags- og efnahagslegum áhrifum virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru skoðaðir fjölmargir þættir á svæðinu þar sem áhrifa aflstöðvanna gætir einna mest en þetta eru sveitarfélögin í Árnessýslu- og vestanverðri Rangárvallasýslu.

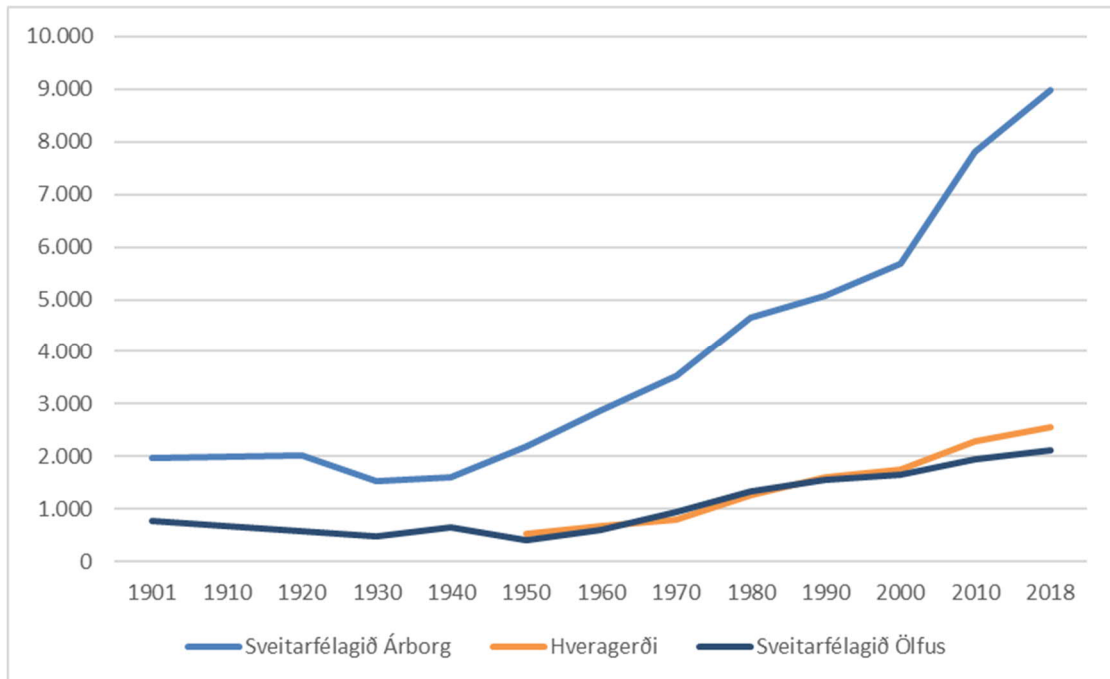
<sup>126</sup> Hjalti Jóhannesson. 2018. Samfélagsáhrif virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði: Staðan í dag og hvernig komumst við hingað? Rannsóknarmiðstöð Háskólans á Akureyri. Landsvirkjun, LV-2018-102.

<sup>127</sup> Heimsmarkmiðin um sjálfbæra þróun. 2019. Markmið um sjálfbæra þróun - áætlun til ársins 2030. Sótt 4. júlí 2018 af <http://heimsmarkmidin.is/>

### Íbúáþróun

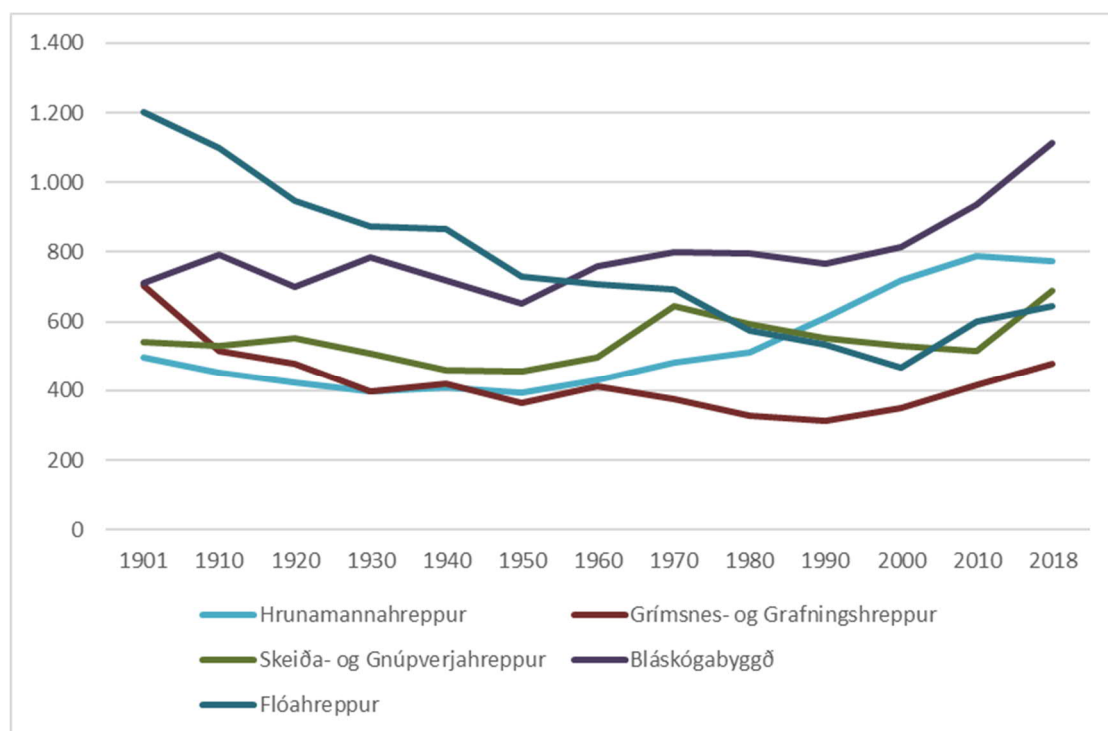
Íbúafjölgun í Árnessýslu á síðustu áratugi má að mestu leyti rekja til fjölgunar í stærstu þéttbýlisstöðunum, Selfoss, Hveragerði og Þorlákshöfn. Ör vöxtur Selfoss og nágrennis, þ.e. þess svæðis sem nú er Sveitarfélagið Árborg, er áberandi, sjá Mynd 6.25. Ef skoðuð er íbúáþróun í byggðakjarnanum Selfoss þá hefur hann notið samfellds vaxtar allt frá því að framkvæmdir hófust við Búrfellsvirkjun, fyrir utan árabilið 2009-2012.

Myndin er flóknari þegar fámennari sveitarfélög Árnessýslu eru skoðuð miðað við núverandi sveitarfélagaskipan, sjá Mynd 6.26. Mikil fækkun hefur verið í Flóahreppi og einnig hefur fækkað verulega í Grímsnes- og Grafningshreppi. Á svæði Skeiða- og Gnúpverjahrepps verður örli til fjölgun þegar litið er á upphaf og enda tímabilsins en miklar sveiflur hafa verið í þróun íbúafjölda. Mikil fjölgun er áberandi á fyrri hluta framkvæmdatímabilsins við virkjanirnar, eða milli 1960 og 1970. Byggð eða byggðakjarni við Búrfell varð beinlínis til vegna virkjunarframkvæmda.



**Mynd 6.25** Fjölmennari sveitarfélög Árnessýslu, þróun íbúafjölda 1901-2018, miðað við sveitarfélagaskipan 2018. Heimild: Hagstofa Íslands, 2018.

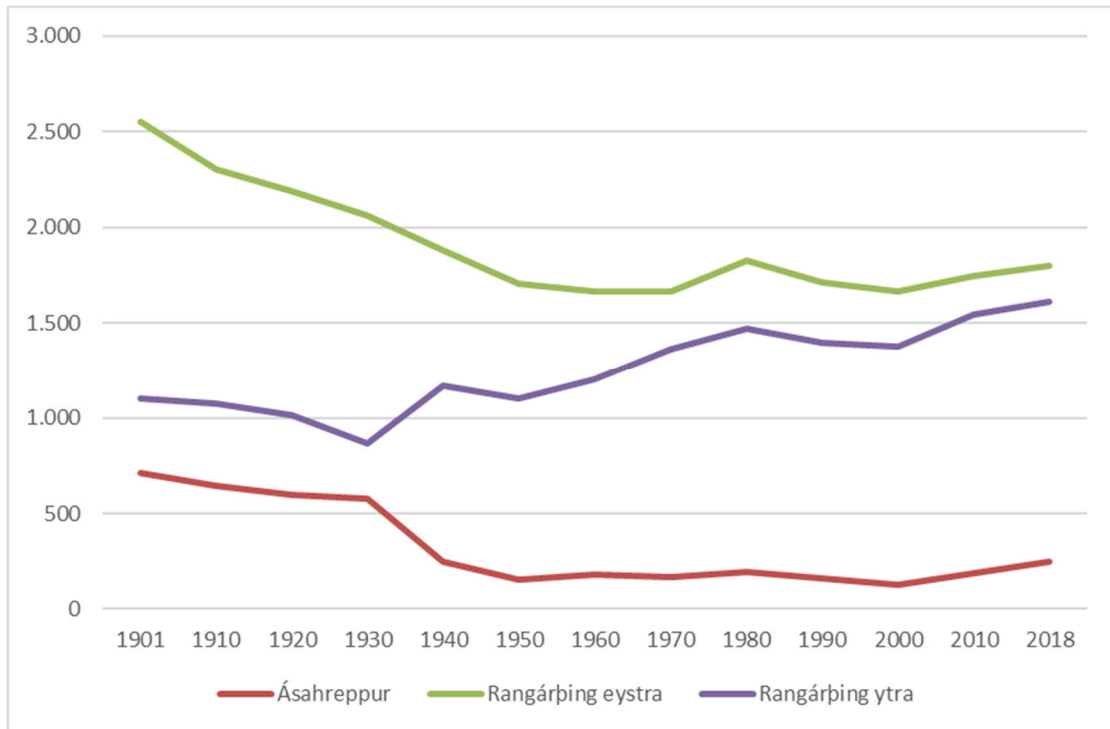
Á því svæði sem nú er Bláskógabyggð hefur orðið talsverð fjölgun og svipað gildir um Hrunamannahrepp. Í þessum tveimur sveitarfélögum er að finna þéttbýlisstaði sem hafa verið í vexti, svo sem á Flúðum og í Reykholti.



**Mynd 6.26** Fámennari og dreifbýlli sveitarfélög Árnessýslu, þróun íbúafjölda 1901-2018, miðað við sveitarfélagaskipan 2018. Heimild: Hagstofa Íslands, 2018.

Á því svæði, þar sem nú er Rangárþing eystra, hefur orðið mikil fækkun á rúmri öld enda er svæðið að mestu leyti dreifbýli, að Hvolsvelli undanskildum, sjá Mynd 6.27. Nokkur fjölgun er á tímabilinu 1970-1980, en síðan fellur í sama farið og hefur íbúafjöldi í Rangárþingi eystra verið um eða rúmlega 1.700 manns frá aldamótum.

Annars varð fjölgun á svæði Rangárþings ytra allt fram til ársins 1980 þegar um 1.500 manns bjuggu á svæðinu. Fækkaði lítillega eftir 1980 og fram til aldamóta en síðan þá hafa búið rúmlega 1.500 manns í Rangárþingi ytra. Í Ásahreppi var íbúafjöldinn á bilinu 130-150 manns frá 1950 til aldamóta. Frá aldamótum til ársins 2017 hefur íbúum hreppsins fjölgað í rúmlega 250.



**Mynd 6.27** Rangárvallasýsla, íbúáþróun 1901-2018 miðað við sveitarfélagaskipan 2018. Hagstofa Íslands, 2018.

Gögn Hagstofunnar yfir búferlaflutninga eftir sveitarfélögum ná einungis aftur til ársins 1986, þannig að þau ná ekki að lýsa þróun búferlaflutninga á fyrstu árum virkjunarframkvæmda á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Á því tímabili sem gögn ná til eða frá árinu 1986 til dagsins í dag, má sjá að það eru einkum Sveitarfélagið Árborg og Hveragerði sem hafa notið aðflutnings, þegar tímabilið er skoðað sem heild. Sjá má að stærsti hluti aðflutnings er frá öðrum sveitarfélögum á Suðurlandi, þ.e. þéttbýlissvæðing og samþjöppun innan landshlutans. Einnig eru umtalsverðir búferlaflutningar til Árborgar og Hveragerðis frá öðrum landshlutum. Öll sveitarfélögin, nema Hveragerði, eru með jákvæða búferlaflutninga vegna aðflutnings erlendis frá.

Samkvæmt gögnum Þjóðskrár Íslands eru að jafnaði u.þ.b. 950 konur eru á hverja 1.000 karla á áhrifasvæðinu (í sveitarfélögum í Árnes- og Rangárvallasýslum) en árið 1991 voru um 920 konur á 1.000 karla. Þannig hefur staðan heldur jafnast að þessu leyti. Á árunum fyrir efnahagshrunið, 2008, hækkaði hlutfall karla tímabundið vegna aðflutnings erlendra verkamanna. Staðan á áhrifasvæðinu er í raun keimlík því sem gerist á svipuðum svæðum á landsbyggðinni.

### **Íbúðar- og atvinnuhúsnæði**

Til eru aðgengilegar upplýsingar um verð fasteigna hjá Þjóðskrár Íslands, fyrir landið allt, frá árinu 1982 en fyrir afmörkuð svæði svo sem Selfoss eru til gögn sem byrja síðar. Þannig ná þessar tölur ekki að lýsa stöðunni áður en bygging virkjana á Suðurlandi hófst. Sjá má að fasteignaverð á Selfossi fylgir nokkuð vel landsmeðaltali allt fram að efnahagshruninu 2008 og náði það reyndar landsmeðaltali árin 2005 og 2006. Fasteignaverð á Selfossi lækkaði meira á árunum sem á eftir fylgdu en hefur hækkað hratt síðustu ár og er að nálgast landsmeðaltal aftur og var um 93% af því árið 2017. Yfirtímabilið allt frá 1982 hefur fasteignaverð á Selfossi verið 87% af landsmeðaltali.

Á Hellu og Hvolsvelli hefur fasteignaverð verið sveiflukenndara og tengist það líklega því að færri sölur eru þar að baki en á fjölmennari stöðum og einstaka sölur geta haft nokkur áhrif á meðaltalið. Fasteignaverð á Hellu hefur frá árinu 1991 verið 70% af landsmeðaltali og 76% á Hvolsvelli.

Við Búrfell bjuggu um 80 manns þegar flest var árin 1977 og 1978 eftir að rekstur Búrfellsstöðvar hófst. Alls voru 21 íbúðarhús í þorpinu, auk annars húsnæðis til almennra nota, í tengslum við rekstur aflstöðvarinnar. Íbúðarhús og vinnubúðir voru einnig staðsettar við Sigöldu- og Hrauneyjafossstöð.



Smám saman hefur þetta húsnæði verið nýtt í þágu ferðapjónustunnar og breytt í hótलगistingu sem rekin er af einkaaðilum.

### **Samgöngur**

Bundið slitlag nær á þessum slóðum lengra inn á hálendið en víða annars staðar á landinu. Ágætur malarvegur er inn á hálendið og að Þjórsárverum.

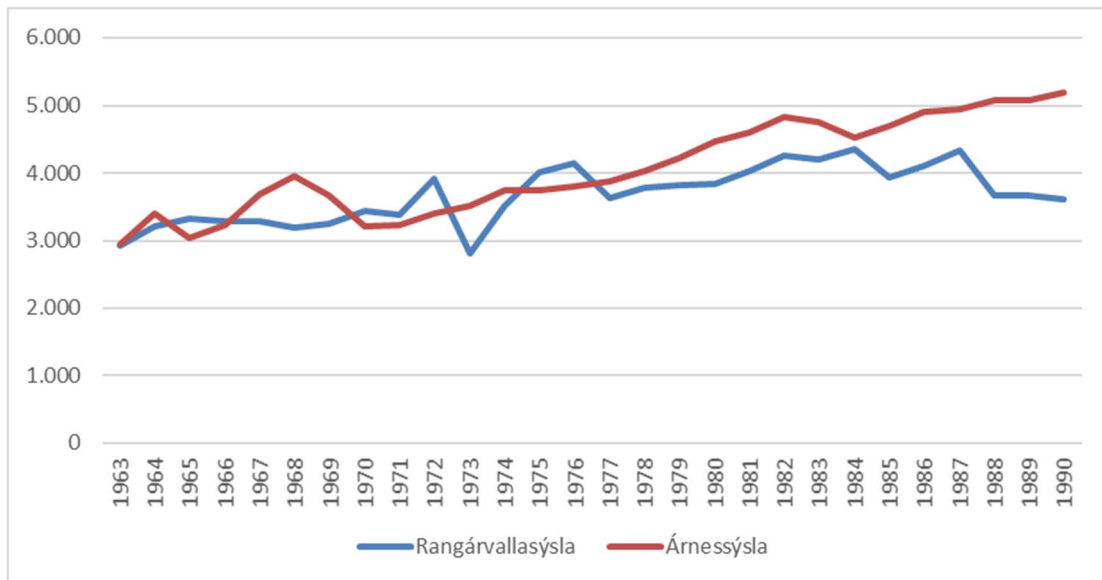
### **Flutningskerfi raforku**

Í tengslum við virkjanir á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu voru byggðar öflugar flutningslínur til suðvesturhornsins. Kerfið varð mjög gott á suðvesturhorni landsins. Sóru virkjanirnar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu voru einnig forsenda fyrir lagningu byggðalinnunnar.

### **Efnahagur, atvinnulíf og lífsafkoma**

Mikill fjöldi starfa varð til við byggingu virkjananna og síðar við rekstur þeirra en þau störf voru mun færri. Nokkur munur virðist hafa verið milli svæða á Suðurlandi, hvað varðar þátttöku í framkvæmdum annars vegar og hins vegar við rekstur virkjananna. Þannig virðast hlutfallslega margir starfsmenn við framkvæmdir hafa komið úr Rangárvallasýslu, svo sem frá Hellu og Hvolsvelli. Hins vegar eru starfsmenn sem vinna við rekstur aflstöðvanna að verulegu leyti úr Árnessýslu.

Störf við framkvæmdir eru, eðli málsins samkvæmt, tímabundin og þannig geta sveiflur í umfangi framkvæmda haft mikil áhrif á einstök svæði ef margir þaðan hafa lifibrauð sitt af þeim. Eftir að framkvæmdum við Hrauneyjafosstöð var lokið um 1983 var nokkurra ára hlé á virkjanavinnu á svæðinu. Mynd 6.28 sýnir samdrátt í fjölda ársverka í Rangárvallasýslu og samdrátt sem hefst í kringum 1984, eða um það leyti sem framkvæmdum við Hrauneyjafosstöð var að ljúka.



**Mynd 6.28** Fjöldi ársverka í Árnnes- og Rangárvallasýslum 1963-1990. Heimild: Hagstofa Íslands 1997.

Til eru tölur um hlutfall atvinnuleysis eftir einstökum landshlutum allt aftur til ársins 1980. Samkvæmt þeim tölum er ekki að sjá að Suðurland víki að ráði frá meðaltali atvinnuleysis fyrir landsbyggðina sem heild. Það var þó eftir efnahagshrunið 2008 sem Suðurland vék talsvert frá landsmeðaltalinu, þar sem atvinnuleysi þar var minna og reyndar mun minna en á höfuðborgarsvæðinu.

Til eru samfelldar tölur um hlutfall atvinnuleysis eftir sveitarfélögum á Suðurlandi aftur til ársins 2000. Þegar tölurnar eru skoðaðar kemur í ljós að atvinnuleysi í Skeiða- og Gnúpverjahreppi er að jafnaði hverfandi lítið. Atvinnuleysi var almennt mikið í kringum efnahagshrunið 2008 en þó minna í dreifbýli en í þéttbýlinu þar sem atvinnulífið hefur aðra samsetningu.

Samkvæmt gögnum frá Ríkisskattstjóra hafa tekjur einstaklinga í sveitarfélögunum á Suðurlandi verið heldur undir landsmeðaltali, á tímabilinu frá 1992 til 2016. Af þeim sveitarfélögum, sem upplýsingar eru teknar saman um hér, eru tekjur einna lægstar í Skeiða- og Gnúpverjahreppi og Rangárþingi eystra yfir tímabilið.

### **Þjónusta**

Á áhrifasvæði aflstöðvanna hefur Selfoss byggst upp sem þjónustumiðstöð en einnig eru smærri þjónustukjarnar víðsvegar um Suðurlandsundirlendið. Almenn þróun hefur hins vegar verið í þá átt að verslun og þjónusta þjappast saman. Þá hafa bættar samgöngur mikil áhrif. Fyrir tilstilli þeirra geta íbúar og fyrirtæki sótt verslun og þjónustu á einn stað af mun stærra svæði en áður. Frá því á fyrstu árum Búrfellsstöðvar má sjá miklar breytingar á þessu.

Opinber þjónusta hefur einnig þjappast saman á færri staði en áður og eru ástæður svipaðar, til dæmis hafa samgöngubætur mikil áhrif á slíka þjónustu en einnig hagræðingarkröfur, íbúafjöldi, samsetning mannfjöldans, tæknibreytingar og fleira.

### **Skatttekjur og afkoma sveitarfélaga**

Hvað fjárhag sveitarfélaga varðar er það einkum þrennt sem hefur áhrif. Fyrst má nefna sköpun starfa og útsvarsgreiðslur þeirra sem búa í viðkomandi sveitarfélögum. Í öðru lagi er um að ræða fasteignaskatta, sem eru annar mikilvægasti tekjustofn sveitarfélaga. Í þriðja lagi getur verið um að ræða vatnsréttindi, í tilvikum þar sem sveitarfélög eiga viðkomandi land.

Útvarstekjur sveitarfélaganna á svæðinu voru nokkuð undir landsmeðaltali 2016 og munar þar mestu hjá Ásahreppi enda er hreppurinn með lágmarksútsvar, sem er 12,44%. Sveitarfélagið fær ekki framlög út jöfnunarsjóði sveitarfélaga en forsenda fyrir tekjufjöfnunarförlögum er að fullnýta tekjustofna. Skeiða- og Gnúpverjahreppur nýtur mikilla fasteignaskatta en þar er meira jafnvægi milli tekjuliða og fær hreppurinn framlög úr jöfnunarsjóði þannig að heildartekjur á íbúa eru svipaðar og hjá Ásahreppi. Heildartekjur sveitarfélaganna, þar sem aflstöðvarnar eru staðsettar, víkja ekki ýkja mikið frá tekjum nágrannasveitarfélaga almennt.

## **6.10.2 Áhrif orkuvinnslu**

Allt frá árinu 1965 til dagsins í dag hafa sjö aflstöðvar og umfangsmikil veitumannvirki risið á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Fyrsta aflstöðin, Búrfellsstöð var formlega vígð 2. maí 1970. Litið var á byggingu hennar sem grundvallarþátt í eflingu íslensks samfélags og þróunar byggðar almennt með iðnvæðingu. Bygging þessara virkjana tengdist bæði iðnaði stórfyrirtækja, sem samið var við um kaup orkunnar og aukningu í almennri raforkunotkun á þessum árum. Eftirfarandi samantekt miðar að því að skoða hvaða samfélagslegu breytingar hafa átt sér stað á því svæði þar sem áhrifa virkjana gætir mest, þ.e. uppsveitum Árnes- og Rangárvallasýslu og helstu þéttbýliskjörnum landshlutans auk þess að leita að áhrifum sem gætir víðar um land.

### **Íbúapróun**

Ör vöxtur þess svæðis sem nú er Sveitarfélagið Árborg er mest áberandi þáttur í íbúapróun á Suðurlandi. Myndin verður flóknari þegar fámennari sveitarfélög Árnessýslu eru skoðuð. Mikil fjölgun á svæði Skeiða- og Gnúpverjahrepps er áberandi á fyrri hluta framkvæmdatímabils virkjanasögunnar, eða milli 1960 og 1970. Í Rangárvallasýslu varð mikil fjölgun á tímabilinu 1970-1980, þegar miklar framkvæmdir áttu sér stað, síðan fækkaði aftur og ákveðin stöðnun tók við. Áhrif virkjana á íbúapróun eru augljósust í Skeiða- og Gnúpverjahreppi en þegar litið er til þess hve samofin virkjanasagan er þróun atvinnulífsins á svæðinu má ætla að þær hafi haft jákvæð áhrif á hina almennu íbúafjölgun sem sjá má á Suðurlandi.

Byggðarkjarninn við Búrfell varð beinlínis til vegna virkjunarframkvæmda við Búrfell. Flestir urðu íbúarnir 278 talsins árið 1967. Þeim fækkaði hratt þegar byggingaframkvæmdum við Búrfell lauk og voru íbúar milli 80 og 90, lengst af á 8. áratugnum. Upp úr 1984 fór þeim að fækka hratt og síðasta skráning íbúa í þorpinu samkvæmt tölum Hagstofunnar um byggðarkjarna var árið 1990 og þá voru íbúar þorpsins 16. Síðasta fjölskyldan flutti brott árið 2004.

Á framkvæmdatíma virkjananna var nokkuð um að starfsmenn skráðu sig til búsetu á svæðinu og festu þar rætur, þrátt fyrir að almennt væru menn fyrst og fremst á svæðinu meðan á framkvæmdum stóð. Heimamenn gengu fyrir um vinnu og var það hvati til að skrá búsetu sína í sveitarfélögin.

### **Íbúðar- og atvinnuhúsnæði**

Áhrif virkjanaframkvæmda á húsnæðismál voru nokkur á fyrstu árum þeirra. Um 80 manns bjuggu í nýju þéttbýli við Búrfell þegar flest var árin 1977 og 1978. Alls voru 21 íbúðarhús í þorpinu, auk annars húsnæðis, í tengslum við rekstur Búrfells. Fasteignaverð á Selfossi fylgdi vel landsmeðaltali fram að efnahags hruginu 2008 og náði landsmeðaltali 2005 og 2006. Fasteignaverð á Selfossi lækkaði meira en á höfuðborgarsvæðinu eftir hrugin en hefur hækkað hratt síðustu ár og var um 93% af landsmeðaltali árið 2017. Staðsetning Selfoss, á áhrifasvæði höfuðborgarsvæðisins, virðist þó hafa haft meiri áhrif á verðþróun húsnæðis en gengi staðbundins atvinnulífs. Vinnusóknar- og þjónustusvæði höfuðborgarinnar nær austur á Suðurlandsundirlendið, um Reykjanes og sunnanvert Vesturland. Höfuðborgarsvæðið, ásamt nágrennanbyggðarlögum á Suðurnesjum, Vesturlandi og Suðurlandi, er líklega svæði sem kallast virk borgarsvæði (e. functional urban area) og virkar á ýmsan hátt sem efnahagsleg heild.

Á Hellu og Hvolsvelli hefur húsnæðisverð verið sveiflukenndara en á Selfossi og tengist það m.a. því að færri sölu húsnæðis eru þar að baki en á fjölmennari stöðum. Samhengi við virkjanasöguna er óljóst.

### **Samgöngur og fjarskipti**

Miklar breytingar urðu á vegakerfi með tilkomu aflstöðvanna. Þeir vegir sem fyrir voru á svæðinu, þ.e. úr byggð og upp á hálendisbrúnina, þar sem virkjunarmannvirkin voru byggð, dugðu almennt ekki fyrir þá umferð og þungaflutninga sem nauðsynlegir voru. Því var byggður upp vegur um Skeiðin og áfram í Þjórsárdal og upp á hálendisbrúnina. Legu vegarins var breytt mikið. Núna liggur hann beinna en áður, þegar hann þræddi bæjaröðina. Landsvirkjun greiddi fyrir flýtifjármögnun framkvæmda, s.s. Skeiða- og Hrunamannavegar, Þjórsárdalsvegur og Landvegur. Ágætur malarvegur heldur svo áfram inn á hálendið og nær að Þjórsárverum.

Meira er um uppbyggða vegi á svæðum virkjana á hálendinu, í kringum Þjórsá og Tungnaá, en annars staðar á landinu og bundið slitlag nær lengra inn á hálendið en annars staðar á landinu. Auk þess var farið var í brúargerð víða á virkjanasvæðunum, s.s. yfir Þjórsá, Tungnaá og Köldukvísl og kostaði Landsvirkjun hluta þeirra framkvæmda.

Þar sem hálendisvegirnir á þessum hluta hálendisins eru að stórum hluta uppbyggðir er umferð um þá ekki háð því að frost fari úr jörðu eins og óuppbyggðir vegslóðar víðast annars staðar á hálendinu. Landmannalaugar, Veiðivötn og Sprengisandur eru dæmi um ferðamannasvæði sem verða aðgengilegri fyrr en ella vegna þessara vega og brúa sem fylgja þeim.

Þrátt fyrir að helstu vegir á þessum hluta hálendisins séu uppbyggðir þá er einnig mikið um slóða sem lagðir voru vegna rannsókna, mælinga og fleira sem tengdist virkjanaundirbúningi og framkvæmdum. Hluta þessara slóða hefur verið lokað, en hluti þeirra er enn opin og nýtist meðal annars til þess að gera áhugaverða staði aðgengilega fyrir akandi ferðamenn, vegna hestaferða og fleira.

Farsímasamband hefur lengi verið betra á þessum slóðum vegna aflstöðvanna og er vegum frekar haldið opnum að vetrinum. Opnun hálendisins fyrir ferðamennsku á þessu svæði er því að miklu leyti til komin vegna virkjunarframkvæmda í Þjórsá og Tungnaá.

### **Flutningskerfi raforku**

Flutningskerfi raforku var byggt upp vegna aflstöðvanna. Kerfið varð mjög gott á suðvesturhorni landsins við að nýjar virkjanir voru byggðar á Suðurlandi, svo og öflugar flutningslínur til suðvesturhornins. Stóru virkjanirnar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu voru einnig forsenda fyrir lagningu byggðalínunnar svokölluðu, sem jók raforkuöryggi landsmanna til muna og aðgengi að meiri raforku, sem aftur skapaði forsendur fyrir notkun rafmagns í stað olíu, s.s. í iðnaði og til húshitunar á þeim köldu svæðum, sem ekki höfðu aðgang að jarðvarmaveitu. Raforkunotkun jókst mjög í kjölfar þessa. Hafist var handa við fyrsta áfanga byggðalínunnar árið 1972 en það var kaflinn á milli Akureyrar

og Varmahlíðar. Í kjölfar Laxárdeilunnar var ljóst að Akureyrarsvæðið þurfti að fá raforku annars staðar frá og draga þurfti úr framleiðslu rafmagns með dísilvélum á Akureyri.

### **Efnahagur, atvinnulíf og lífsafkoma**

Framkvæmdir við Búrfellsvirkjun komu á heppilegum tíma hvað vinnumarkaðinn varðar, þ.e. að Illa hafði árað á Íslandi og mikið atvinnuleysi var víða um land í kjölfar síldarkreppunnar. Mikil reynsla fékkst á fyrstu árum framkvæmdanna um tilhögun vinnunnar og gerðir voru sérstakir virkjanasamningar, sem voru í stórum dráttum notaðir allt til framkvæmda við Kárahnjúka. Hlutfallslega margir starfsmenn við framkvæmdirnar komu úr Rangárvallasýslu, einkum frá Hellu og Hvolsvelli. Eftir að framkvæmdum við Hrauneyjafossvirkjun lauk 1983, var nokkurra ára hlé í virkjanavinnu og lægð í atvinnulífinu þar. Fyrir einstök heimili á svæðinu skipti tilkoma aflstöðvanna miklu máli og í sumum tilvikum voru margir frá hverju heimili starfandi þar um tíma. Þegar rekstur virkjana tók við í kjölfar framkvæmdatímabils urðu til ýmis tæknistörf, sem framan af var að verulegu leyti sinnt af starfsmönnum sem bjuggu í starfsmannaþorpinu við Búrfell. Var þessum tæknistörfum aðallega sinnt af körlum og er svo enn. Um þessar mundir vinna 48 starfsmenn í Búrfellsstöð og þar af eru flestir búsettir í Árborg og á höfuðborgarsvæðinu. Um 40 ungmenni og háskólanemar vinna sumarvinnu á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu ár hvert.

Ný störf sköpuðust við framkvæmdir á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu, bæði tímabundin og varanleg. Þessar framkvæmdir voru af stærðargráðu sem Íslendingar höfðu ekki kynnst áður og fjöldi starfa eftir því. Störfin voru fjölbreytt og gerðu mismunandi kröfur til þeirra sem sinntu þeim. Mikil þekkingaryfirfærsla varð til við framkvæmdirnar, svo sem hjá verkfræðingum, verktökum og hjá Landsvirkjun sjálfri. Varð þetta meðal annars til þess að Íslendingar gátu í framhaldinu sinnt sjálfir krefjandi verkefnum sem áður hafði verið leitað til útlendinga með.

Í gögnum Vinnuálastofnunar verður ekki greint að Suðurland víki að ráði frá meðaltali atvinnuleysis fyrir landsbyggðina sem heild ef horft er á tímabilið frá 1980. Eftir efnahagshrunið 2008 vék Suðurland talsvert frá landsmeðaltalinu, þar sem atvinnuleysi varð mun minna en á höfuðborgarsvæðinu. Þetta er svipað og víða á landsbyggðarsvæðum, þar sem atvinnulíf er frábrugðið því sem er á höfuðborgarsvæðinu. Atvinnuleysi í Skeiða- og Gnúpverjahreppi hefur að jafnaði verið hverfandi lítið. Tekjur einstaklinga í sveitarfélögunum á Suðurlandi hafa verið heldur lægri en landsmeðaltal á tímabilinu frá 1992 til 2016. Skýringa á þessu má líklega leita í samsetningu atvinnulífsins á svæðinu, sem einkennist mikið af landbúnaði og úrvinnslu úr honum. Þó hefur ferðaþjónusta og fleiri greinar einnig vaxið mikið. Tekjur hafa verið nokkuð sveiflukenndar, einkum í kringum efnahagshrunið. Sveiflur í mannfjölda fámennra sveitarfélaga frá einu ári til annars geta leitt til þess að tekjur á íbúa sveiflast meira til en ella. Þannig hafa sveiflur í tekjum í Ásahreppi og Skeiða- og Gnúpverjahreppi verið nokkuð miklar á þessu tímabili. Sjá má lækkun tekna í sveitarfélögunum eftir árið 2000, sem ekki er ósennilegt að megi rekja til þess að þá var að ljúka vinnu við tvær virkjanir en Sultartangastöð var tekin í notkun 1999 og Vatnsfellsstöð 2001.

### **Þjónusta**

Almennt er framboð af verslun og þjónustu í hlutfalli við fjölda íbúa viðkomandi svæðis svo og almenna kaupgetu og efnahagsleg umsvif. Á áhrifasvæði aflstöðvanna hefur Selfoss byggst upp sem þjónustumiðstöð en einnig eru smærri þjónustukjarnar víðsvegar um Suðurlandsundirlendið. Umsvif í kringum virkjanaframkvæmdir hafa í gegnum tíðina rennt stoðum undir ýmsa verslun og þjónustu á Suðurlandi. Almenn þróun hefur hins vegar verið í þá átt að verslun og þjónusta þjappast saman. Frá því á fyrstu árum Búrfellsvirkjunar má sjá miklar breytingar á þessu sviði. Þannig ráku íbúarnir í starfsmannaþorpinu framan af pöntunarfélag og það fékk vörur sendar með milliferðabíl Landsvirkjunar. Með bættum samgöngum og mildara veðurfari, auk tilkomu stórmarkaða, þá lagðist þetta af og hver og ein fjölskylda fór að sjá um sín innkaup sjálf.

Þegar búseta í starfsmannaþorpinu lagðist af og búseta starfsmanna dreifðist um Suðurland og suðvesturhorn landsins þá dreifðust þjónustupörf starfsmanna sömuleiðis meira en áður var. Segja má að hér sé um að ræða þróun sem er sambærileg við það sem gerist víða í samfélaginu og sem virkjanirnar og starfsmenn þeirra eru bara hluti af.

Svipað gildir um þjónustu opinberra aðila og einkaaðila að hún hefur einnig þjappast saman á færri staði en áður og eru ástæður svipaðar, til dæmis hafa samgöngubætur mikil áhrif á slíka þjónustu en einnig hagræðingarkröfur, íbúafjöldi, samsetning mannfjöldans, tæknibreytingar og fleira.

### **Skatttekjur og afkoma sveitarfélaga**

Ásahreppur, Skeiða- og Gnúpverjahreppur, Rangárþing ytra og Flóahreppur er þau sveitarfélög svæðisins sem hafa fengið hæstu greiðslur frá Landsvirkjun síðastliðin fimm ár. Hæstu upphæðirnar voru vegna fasteignagjalda, þ.e. vegna stöðvarhúsa, tengivirkisbygginga, inntakshúsa auk íbúðar og geymsluhúsnæðis. Næst hæstu greiðslurnar á þessu tímabili voru vegna svokallaðra sveitarfélagasamninga samkvæmt upplýsingum Landsvirkjunar. Þar er ekki um reglulegar greiðslur að ræða, heldur greiðslur til fullnustu tiltekinna ákvæða í samningum milli Landsvirkjunar og viðkomandi sveitarfélaga en í þeim felst meðal annars að Landsvirkjun kostar tilteknar mótvægisáðgerðir vegna áhrifa virkjananna á viðkomandi svæði. Dæmi um það er uppgræðsla eftir Heklugosið 1970, uppbygging á Þjóðveldisbænum og uppgræðsla vegna Sultartangalóns. Einnig samningur sveitarfélaga austan Þjórsár og Landsvirkjunar á árinu 1981 varðandi áhrif allra fyrirhugaðra virkjana í Þjórsá á lífríki árinna og bætur fyrir skerðingu á gróðri í afréttarlöndum sveitarfélaganna.

Þegar framkvæmdir við Búrfell hófust fengu sveitarfélögin miklar tekjur í formi útsvars sem lagt var á tekjur starfsmanna. Margir erlendir starfsmenn voru skráðir með búsetu á svæðinu og greiddu útsvar. Þetta voru tekjuhærri íbúar en íbúar sveitarinnar að jafnaði. Þegar fjölskyldur og starfsmenn fluttu burt frá þorpinu við Búrfell á 9. og 10. áratugnum missti Gnúpverjahreppur mikið af þessum tekjum. Árið 2016 voru útsvarstekjur sveitarfélaganna á svæðinu nokkuð undir landsmeðaltali og munar þar mestu hjá Ásahreppi sem leggur á lágmarksútsvar.

Árið 2016 voru fasteignaskattar Landsvirkjunar til Ásahrepps 58% heildartekna sveitarfélagsins eða um 488.000 kr. á íbúa. Í tilviki Skeiða- og Gnúpverjahrepps greiddi Landsvirkjun um 116 milljónir kr. í fasteignaskatt árið 2016 eða um 223.000 kr. á íbúa og 26% af tekjum sveitarfélagsins. Rangárþing ytra fékk um 87 milljónir kr. í fasteignaskatta frá Landsvirkjun árið 2016 sem nemur um 57.000 kr. á íbúa og um 7% af tekjum sveitarfélagsins.

### **Önnur samfélagsleg áhrif**

Áhrif virkjana á Þjórsár- Tungnaárvæðinu á byggðamynstrið á Suðurlandi eru ekki augljós en meðal sérkenna svæðisins, á íslenskan mælikvarða, er fjöldi lítilla byggðarkjarna. Þéttbýlið við Búrfell var einn þessara kjarna. Að svo miklu leyti sem virkjanirnar hafa leitt af sér jákvæð efnahagsleg áhrif meðal íbúa og sveitarfélaga hafa þær haft jákvæð áhrif á yfirbragð byggðarinnar að ýmsu leyti. Má nefna Ásahrepp þar sem góð fjárhagsleg afkoma vegna fasteignagjalda af virkjunum hefur gert kleyft að setja upp raflýsingu og leggja bundið slitlag á heimreiðar og fleira. Landsvirkjun hefur styrkt skógrækt og uppgræðslu í Þjórsárdal og hefur umhverfi þar tekið stakkaskiptum frá því að vera þakið Hekluvíkri og er orðið vinsælt ferðamannasvæði. Aflagðar vinnubúðir eða fyrrum hús starfsmanna eru dæmi, þar sem yfirbragð byggðar eða mannvistarlandslag er mótað af þörfum virkjana. Sumt af þessu húsnæði hefur verið nýtt fyrir ferðaþjónustu. Einnig má nefna gangnamannahús og Þjóðveldisbæinn sem byggð voru af stórum hluta fyrir fé frá Landsvirkjun. Sundlaug var reist við Reykholt í Þjórsárdal á byggingatíma Búrfellsvirkjunar af verktökum og starfsmönnum og annaðist Landsvirkjun rekstur hennar að sumarlagi í áratugi. Byggðarkjarninn Árnes, þar sem félagsheimilið Árnes var byggt árið 1970, að verulegu leyti fyrir tekjur Gnúpverjahrepps af framkvæmdunum.

Miðlunarmannvirki hafa jafnað rennlissveiflur, mikil flóð eru fátíðari en fyrir virkjun og eins tímabil þar sem rennslí er lítið. Þetta og stórlega minni aurburður hefur aukið mjög laxveiði í ánni og skapað aðstæður til stangveiði. Áhrif virkjana á landslagið og yfirbragð byggðar í uppsveitum Árnessýslu og á suðvesturhorni landsins eru einna sýnilegust þegar kemur að flutningslínunum rafmagns. Fyrstu línurnar voru líklega verstar að þessu leyti, en við seinni línulagnir var leitast við að fella þær betur að landslaginu. Það kom þó fram í samtölum við íbúa á svæðinu að þeir telji raflínurnar orðnar hluta af landslaginu en yngri fólk upplifði línurnar á neikvæðari hátt. Þetta gæti verið hluti af almennri þróun – að fólk sé farið að „fjarlægjast þessar virkjanir“.

Aflstöðvar Landsvirkjunar á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár framleiða um 6.915 GWst á ári, sem voru um 48% heildarframleiðslu fyrirtækisins á árinu 2016. Virkjanirnar hafa stuðlað að uppbyggingu og yfirfærslu þekkingar. Almenn þekking á náttúru landsins jókst í tengslum við undirbúning og gerð virkjana, s.s. á vatnafari, jöklum, jarðfræði og lífríki, en það var meðvituð ákvörðun Landsvirkjunar að byggja upp þekkingu innanlands á öllum þáttum virkjunarframkvæmda. Smám saman byggðist upp þekking á hönnun virkjana og framkvæmdum sem leiddi til þess að hönnun og eftirlit færðist í stórum dráttum nokkuð fljótt til íslenskra verkfræðistofa.

Mikil þróun varð á verktakastarfsemi og verkþekkingu á sviði stórframkvæmda, bæði á Suðurlandi og víðar. Fyrstu verktakafyrirtækin við virkjanaframkvæmdir voru á vegum erlendra aðila að hluta til eða að öllu leyti. Þekking á verktakageiranum og þörfum hans varð líka til innan Landsvirkjunar. Kom þetta meðal annars fram í því að eftir fyrstu tvær virkjanirnar, Búrfell og Sigöldu, var farið að brjóta útboð niður í hæfilega verkþætti til að gera smærri verktökum betur kleyft að taka þátt í útboðum og verkefnum í kjölfarið. Í gegnum reynsluna af virkjunarframkvæmdum og vinnu með erlendum aðilum jókst einnig áhersla á öryggismál starfsmanna.

Landsvirkjun vinnur eftir samskiptaáætlun, sem gerð var til að halda utan um samskipti við hagsmunaaðila, svo sem sveitarfélögin, þar sem virkjanirnar eru staðsettar. Í tengslum við samskiptaáætlunina eru rædd hagsmunamál en vettvangurinn er líka hugsaður til þess að tryggja góð samskipti milli aðila. Íbúar þorpsins við Búrfell voru viðbót við samfélagið í Gnúpverjahreppi og juku fjölbreytni þess. Í viðtölum við núverandi og fyrrverandi starfsmenn Landsvirkjunar og sveitarstjórnarfólk kom fram að lítið sem ekkert sé um núningsfleti vegna núverandi aflstöðva á Þjórsár- Tungnaárvæðinu. Þessar virkjanir eru í talsverðri fjarlægð frá íbúum, í raun á hálendisbrúninni, sem kann að vera hluti af skýringunni.

## 7 Samantekt áhrifa orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði

Landsvirkjun rekur sjö aflstöðvar auk miðlunarlóna og veitna á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Í skýrslunni eru metin áhrif orkuvinnslunnar á þróun níu umhverfisþátta auk samfélags.

Misítarleg gögn liggja fyrir um áhrif einstakra virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Lög um mat á umhverfisáhrifum tóku gildi hér á Íslandi árið 1993 og fóru stjórnvöld þá að krefjast ítarlegri rannsókna á stöðu umhverfisþátta á fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum, svo og líklegum umtalsverðum áhrifum þeirra á umhverfið. Sultartangavirkjun, Vatnsfellsvirkjun og Búðarhálsvirkjun hafa farið í gegnum ferli mats á umhverfisáhrifum. Búrfellsstöð II, sem tekin í notkun 2018, var ekki háð mati á umhverfisáhrifum.

Gerður er fyrirvari um túlkun á niðurstöðum skýrslunnar í ljósi þess að virkjanir á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru reistar á rúmlega fimm áratuga tímabili og á þeim tíma hefur stefnumótun stjórnvalda og lagaumgjörð um skipulags- og byggingarmál og umhverfismat framkvæmda tekið breytingum. Þessi forsaga er því mikilvæg forsenda fyrir túlkun á niðurstöðum skýrslunnar.

### 7.1 Skipulag og vernd

Í skýrslunni er yfirlit yfir stefnu stjórnvalda, stöðu skipulagsmála, vernduð svæði og náttúruminjar og menningarminjar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Vatnasvið Þjórsár og Tungnaár nær til 10 sveitarfélaga en aflstöðvar og lón eru innan marka þriggja sveitarfélaga, þ.e. Ásahrepps, Rangárþings ytra og Skeiða- og Gnúpverjahrepps. Í gildi eru aðalskipulagsáætlanir sveitarfélaga á svæðinu og í þeim er sett markmið fyrir aflstöðvar og þær skilgreindar sem iðnaðarsvæði. Einnig er í aðalskipulagi ýmis önnur ákvæði sem marka stefnu um landnotkun svæðisins, svo sem hverfisvernd. Auk þessa eru fjölmargar áætlanir á landsvísu og alþjóðlegir samningar sem marka stefnu um landnotkun á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu og taka þarf mið af við skipulagsgeð. Dæmi um það eru rammaáætlun, landsskipulagsstefna og Ramsar-samningurinn um votlendi.

Á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru svæði sem njóta verndar samkvæmt náttúruverndarlögum og þar ber hæst að hluti Vatnajökulsþjóðgarðs liggur innan svæðisins og þar er einnig friðlýst svæði að Fjallabaki og Þjórsárverum. Auk þess eru svæði sem áformað er að friðlýsa samkvæmt náttúruverndaráætlun og eru á náttúruminjaskrá.

Samkvæmt lögum um menningarminjar teljast fornleifar vera hverskonar mannvistarleifar sem eru 100 ára eða eldri. Fram hefur farið kerfisbundin skráning á fornminjum hjá fjórum af þeim sveitafélögum sem eru á svæðinu. Í heildina eru 136 friðlýstar fornleifar og mikill fjöldi annarra fornleifa. Fornleifar sem hafa fundist á svæðinu eru m.a. rústir, gangnamannakofar, eyðibýli, vörður, fornleiðir, áningastaðir og garðar.

### 7.2 Helstu áhrif orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði

Í skýrslunni eru settar fram niðurstöður mats á áhrifum orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæði á umhverfi og samfélags, byggt á fyrirliggjandi gögnum. Grunnviðmið fyrir matið eru Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun. Heimsmarkmiðunum er ætlað að mynda jafnvægi milli þriggja stöða sjálfbærrar þróunar, þ.e. hinnar efnahagslegu, félagslegu og umhverfislegu stöðir. Auk þess er byggt á viðmiðum úr stefnu stjórnvalda í einstökum málaflokkum og lögum.

Heildarniðurstaðan í mati á áhrifum orkuvinnslu Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæði er að hún styður við mörg Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna svo sem Heimsmarkmið nr. 7 um sjálfbæra orku. Það markmið leggur áherslu á að tryggja öllum aðgang að öruggri og sjálfbærri orku á viðráðanlegu verði. Orkuvinnslan styður auk þess við önnur markmið eins og Heimsmarkmið 8 um sjálfbæran hagvöxt, markmið 13 um aðgerðir í loftslagsmálum og að einhverju leyti markmið 11 um sjálfbærar borgir og samfélög.

Orkuvinnslan er auk þess í samræmi við fjölmörg önnur viðmið. Í eftirfarandi köflum er samantekt á áhrifum orkuvinnslunnar á tíu umhverfisþætti.

### **Áhrif á loftslag**

Landsvirkjun hefur staðið að rannsóknum á losun gróðurhúsalofttegunda (GHL) frá lónum frá árinu 2003. Rannsóknirnar hafa leitt til þess að mat á losun frá lónum er nákvæmara og jafnframt lægra en fyrra mat sem byggði á losunarstuðlum frá IPCC.

Í miðlunarlónum myndast koldíoxíð (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) og hláturgas (N<sub>2</sub>O) við niðurbrot lífrænna efna í þeim gróðri sem fer undir vatn. Alþjóðlegar rannsóknir hafa sýnt að losunin er breytileg og að með tímanum dregur úr losun frá lónum, þ.e. lausbundið kolefni hverfur með tímanum úr lónstæðinu og dæmi eru um að meginhluti kolefnis hafi þegar losnað eftir 10-20 ár.

Landsvirkjun birtir árlega upplýsingar um losun frá lónum fyrirtækisins í ársskýrslu og grænu bókhaldi. Árlega er losun GHL frá lónum metin og byggir matið á rannsóknum hér á landi svo og fjölda daga á ári sem lón eru íslaus. Losun GHL frá lónum er talin lítil á meðan þau eru ísilögð. Árið 2018 var losun GHL (tonn CO<sub>2</sub> ígildi) frá lónum á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu 928 tonn CO<sub>2</sub>-ígilda eða ríflega 12% af heildarlosun lóna Landsvirkjunar sem var alls 7.422 tonn CO<sub>2</sub>-ígilda. Losun frá lónum var um 15% af beinni losun frá starfsemi Landsvirkjunar árið 2018.

### **Áhrif á jarðminjar**

Almennt séð hafa virkjanaframkvæmdir mikil áhrif á jarðminjar og landslagsheildir. Mikil þörf er á jarðefnum í tengslum við byggingu aflstöðva og veitumannvirkja. Námur á hálandinu eru mikið í lausum jarðlögum og laus jarðlög á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru nær undantekningarlaust jökulmenjar sem verða fyrir raski við efnisnám. Eftir að framkvæmdum er lokið eru misfellur í landinu sléttaðar út og jafnvel fyllt upp með jarðefnum sem fengin eru annars staðar frá. Jarðminjar hafa farið undir lón á stórum svæðum. Efnistaka hefur einnig farið fram innan lónstæða á framkvæmdatíma í því skyni að lágmarka rask á yfirborði utan lóns. Með virkjunum breytist einnig vatnsrennsli og aurburður fallvatna og fossar hafa farið undir lón.

Á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru skilgreind 12 jarðminjasvæði, þ.e. stór svæði með jarðfræðilegum heildum eða landslagsheildum þar sem jarðmyndun og landmótun endurspeglar jarðsögu svæðisins. Einnig 33 jarðminjastaðir sem innihalda áhugaverð jarðfræðileg fyrirbæri eða jarðminjar með hátt vísinda- og fræðslugildi og eru jafnframt mikilvægir fyrir jarðsögu svæðisins eða á landsvísu. Á aðeins einu jarðminjasvæði eru mannvirki vegna orkuvinnslu, en það er við Búrfells- og Sultartangastöð. Nokkrir jarðminjastaðir eru á eða í nágrenni við aflstöðvar og miðlunarmannvirki, svo sem við Þórisvatnsmiðlun og við Hrauneyjalón. Samspil vatnafars og jarðminja svæðisins hefur töluvert aðdráttarafl fyrir ferðamenn, svo sem fossar, ár, lón og vötn. Virkjanir á svæðinu hafa því mikil áhrif á þessar minjar, bæði jákvæð og neikvæð áhrif.

### **Áhrif á vatnafar, rof og setmyndun**

Breyting á farvegum og myndun nýrra lóna hefur haft í för með sér breytingar á rennsli og rennlisháttum fallvatna á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Eftir að Þórisvatnsmiðlun var tekin í rekstur árið 1972 dró töluvert úr rennissveiflum Tungnaá við Sigöldufoss og einnig í Þjórsá neðan Sultartanga. Myndun Þjórsárlóns um og Kvíslaveitu hafði einnig í för með sér breytingar á rennsli Efri-Þjórsár og Köldukvíslar. Dæmi um það eru rennislisbreytingar við fossinn Dynk eftir myndun Þjórsárlóns 1997, en rennsli í farvegi hefur jafnast út, hárennsli lækkað og stórra flóða gætir ekki lengur.

Með tilkomu Hágöngulóns var öllu sumarrennsli Köldukvíslar safnað saman til þess að miðla vatni á öðrum tímum þegar afrennsli af vatnasviðinu er minna. Við þetta jókst miðlunargeta á vatnasviðinu en það breytti rennismynstri í farvegi Tungnaár við Sigöldufoss á þann veg að rennlistoppar urðu færri og tímabil yfirfallsrennslis er seinna á árinu en áður. Eftir þetta jókst vetrarrennsli í Þjórsá en vorflóð minnkuðu mikið. Með tilkomu virkjana og lóna á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu breyttist ísmyndun í farveginum. Ísmyndun á efri hluta vatnasviðsins hefur ekki lengur áhrif á neðri hluta þess þar sem stöðugt rennsli er tryggt úr lónunum.

Tilkoma lóna á vatnasviðinu hefur leitt til breytinga á grunnvatnskerfi í nágrenni þeirra, en vægi breytinganna ræðst af því hversu vel lónin eru einangruð frá grunnvatnskerfinu í kring. Áhrifa frá lónunum gætir mest neðan þeirra, vegna leka úr þeim. Vöktun á grunnvatnshæð á Þjórsár- og



Tungnaárvæði hefur staðið yfir allt frá því um 1970. Mælingar sýna að það eru einkum miðlanir í Þórisvatni og Krókslóni sem áhrif hafa á framrennsli grunnvatns. Áhrif eru einnig vel merkjanleg við Hágöngulón. Stærð áhrifasvæðis leka frá lónum ræðst af mörgum þáttum eins og stærð lóns og lekt bergsins undir því og í kringum það. Magn leka frá lónum sveiflast með lónhæð, en helstu áhrif eru hækkun grunnvatnsborðs og auknar sveiflur þess, vegna breytilegs leka. Áhrifasvæði leka frá Hágöngulóni teygir sig yfir stórt svæði eða um 25 km til suðvesturs, áhrifasvæði nær um 3-5 km til suðausturs frá Þórisvatni, um 3-4 km til suðvesturs frá Krókslóni og um 2 km til suðvesturs frá Hrauneyjalóni. Áhrifasvæði leka frá Sultartangalóni nær um 10 km til suðvesturs. Meðalleki úr Þórisvatni er meira en þrefaldur meðalleki úr Hágöngulóni, en áhrifasvæði Hágöngulóns mun stærra.

Svifaur er gjarnan mikill í óbeisluðum jökulám en getur verið breytilegur yfir árið. Virkjun jökuláa og myndun lóna hefur haft í för með sér að að stór hluti jökulaursins fellur til þar. Hlutfall þess sem sest til ræðst af grófleika efnisins sem berst inn í lónin og einnig viðstöðutíma vatns þar. Svifaursmælingar við Urriðafoss á fyrstu árum eftir virkjun Þjórsár á árunum 1970-1975 bentu til þess að um 0,6-0,9 milljón tonna/ári af aur hefðu sest til í Bjarnalóni ofan Búrfells. Niðurstöður svifaursmælinga á árum 2001-2010 benda til að svifaur við Urriðafoss sé um 39% af því sem hann var fyrir virkjanir. Minnkandi svifaur af efri hluta vatnasviðsins hefur m.a. haft í för með sér aukinn rof mátt á áreyrum neðan Búrfells. Svifaursstyrkur í Þjórsá getur verið breytilegur eftir rennsli árinna eða á bilinu 10-250 mg/l, en styrkurinn er að jafnaði mestur í flóðum. Vegna rennslisjöfnunar í Þjórsá eftir virkjun er minni munur á árstíðabundnum styrk en áður.

Eftir Þórisvatnsmiðlun eða upp úr 1972 fór áhrifa að gæta vegna aurburðar er aurburður Köldukvíslar settist til í Sauðafellslóni og Þórisvatni og með tilkomu Sigölduvirkjunar minnkaði aurburður við Sandafell um 0,7-0,9 milljónir tonna á ári eða sem nemur minnkun um 80-90%. Aur sem áður hefði borist niður vatnakerfið settist nú til í Krókslóni.

Eftir að rekstur Búrfellsstöðvar hófst varð fljótt vart við mikla setmyndun í Bjarnalóni og var ráðist í að dæla upp úr lóninu með sérstökum dælupramma. Eftir myndun Sultartangalóns var dæling úr Bjarnalóni hins vegar óþörf. Niðurstöður mælinga á setmyndun í Sultartangalóni leiddu í ljós að umtalsverð setmyndun hafði átt sér stað í lóninu frá árinu 1989. Útreikningar sýna að um 73% aursins sest til í lóninu og því má áætla að magn aurburðar sem sest til í lóninu sé um 1.150 þúsund tonn/ári eða 1,15 Gt/ári. Myndun lóna hefur haft mikil áhrif á aurburð á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár.

### **Áhrif á gróður**

Tekið hefur verið saman hvaða gróðurfélög og landgerðir ógróins lands fóru undir lón Landsvirkjunar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Gróðurfur innan lónstæða reyndist vera ólíkt bæði m.t.t. gróðurþekju og ríkjandi gróðursamfélaga en einnig með tilliti til fjölbreytni gróðurfélaga og landgerða. Hlutdeild gróins lands með yfir 10% gróðurþekju er fót undir vatn var sjaldan mikil. Í Vatnsfellslóni var ekkert gróið land að finna og í Þórisvatni var hlutdeild gróins lands aðeins 1%. Í Eyvindarverslóni var hlutdeild gróins lands hæst eða 51% af lónstæði og í Sporðöldulóni var hlutdeild gróins lands 44%.

Moslendi var alls staðar ríkjandi gróðurlendi á þeim svæðum innan lónstæða sem tekin voru til skoðunar og mólendi var einnig áberandi. Votlendi var að finna í rúmum helmingi lónstæða en hlutdeild þess var mismunandi. Melar voru útbreiddasta landgerð ógróins eða lítt gróins lands, en vatn var einnig algengt enda mörg lónanna í árfarvegum. Lítið af verðmætum gróðursamfélögum hafa farið undir vatn, nema helst í Kvíslaveitu, en í Kvíslavatni fór töluvert af votlendi (17% af grónu landi) og talsvert af rústamýrum (14%) undir vatn.

### **Áhrif landgræðslu og skógræktar**

Landsvirkjun hefur tekið þátt í viðamiklum landgræðslu- og skógræktaraðgerðum á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu undanfarnin 50 ár. Samanlögð þekja þeirra vistgerða sem einkenndu svæðin umhverfis aflstöðvar um 1970, þ.e. eyðihraunavistar, melavistgerða og sanda- og vikravistar, hefur dregist saman um 20%. Í stað þess þekja nú skógar, graslendi, lúpína og landmelhólar 11% svæðanna. Einnig hefur mólendi og moslendi aukist samanlagt um 10%.

Samkvæmt niðurstöðum leitnigreininga er náttúrulega gróið land almennt í framför ef litið er til tímabilsins 1987-2017. Lítil aukning er hins vegar í grósku á auðnum, en á það bæði við um á hálandum og láglendum svæðum. Aukna þekju og grósku gróins lands má að öllum líkindum rekja til nokkurra þátta. Hagstæðari loftslagsskilyrði og minna beitarálag síðustu áratugi hefur haft jákvæð áhrif. Þá hafa uppgræðslu- og skógræktaraðgerðir og friðun lands stuðlað að aukinni gróðurþekju á stórum svæðum. Aukin gróðurþekja og gróska og aukin fjölbreytni gróðurs leiðir af sér aukið þanþol vistkerfa gegn áföllum eins og áfok, búfjárbreit og gjóskufall. Einnig fylgja aðrir kostir eins og bættur vatnsbúskapur, minna rof vatns og vinda, aukið jarðvegslíf og næringarefnabúskapur jarðvegs auk kolefnisbindingar.

### **Áhrif á vatnalíf**

Þjórsá er að stofni til dragá ásamt blöndu jökuls- og lindáreinkennum. Áin er allfrjósöm þó jökuláhrif takmarki ljósmagn og þar að leiðandi frumframleiðslu á árbotni. Almennt hafa rennslissveiflur og aurframburður minnkað umtalsvert í Þjórsá og Tungnaá eftir virkjun. Rennsli er stöðugra og einnig hefur dregið verulega úr framburði aurs. Þessar breytingar hafa haft í för með sér að náttúrulegt álag á lífríki hefur minnkað til muna. Minni aurframburður veldur auknu rýni, sem aftur eykur möguleika frumframleiðenda lífvera sem eru undirstöðufæða fyrir smádýr sem aftur eru fæða fyrir fiska. Þrátt fyrir að svifaur hafi minnkað frá því sem var fyrir virkjun geta komið tímabil þar sem svifaursstyrkur er hár svo sem vegna opnun botnloka á stíflumannvirkjum. Tímalengd og tíðni slíkra atburða getur ráðið því hvort áhrif reynist neikvæð fyrir lífríki.

Lífsskilyrði laxfisa í Þjórsá neðan Búrfells hafa batnað á stórum köflum í farvegi eftir virkjun árinna sökum minni rennslissveiflna, stöðugra rennslis og minni svifaurs. Laxgengd hefur farið vaxandi í ánni í kjölfar seiðasleppinga og framkvæmda við gerð fiskistiga við Búðafoss. Vöktun á seiðapéttleika á árunum 2000 til 2015 gefur til kynna að péttleika laxaseiða í Þjórsá og þverám hennar ofan Búða hafi vaxið á þessu tímabili. Neðan við Búðafoss hefur péttleiki einnig farið vaxandi en þar er hann enn meiri en ofan fiskstigans.

Rannsóknir hafa leitt í ljós að lífríki Þjórsár ofan Sultartanga og í Kvíslaveitu hafi verið fisklaust frá náttúrunnar hendi. Ekki er talið að lífríki svæðisins ofan Gljúfurleitarfoss og í Kvíslaveitu hafi hrakað eftir virkjun vatnsfallsins. Á fyrstu árum eftir Kvíslaveitu óx urriðinn mjög hratt í vötnunum sem líklega má rekja til aukinnar útskolunar næringarefna eftir myndun lónanna. Breytingar urðu þó á framvindu lífríkis í Kvíslaveitu árið 1997 þegar jökulvatni var veitt þangað úr Þjórsá, en þá dró úr gagnsæi vatnsins og ljóstillífur þörungum og minnkaði þar með fæðuframboð fyrir fiska. Urriði í Kvíslaveitu stendur samt sem áður undir náttúrulegri nýliðun.

Urriði var fluttur úr Veiðivötnum í Þórisvatn og Köldukvísl um miðja síðustu öld, en ekki er ljóst hvort urriði hafi verið til staðar fyrir þann tíma. Lífríki Köldukvíslar hefur líklegast aldrei verið mikið né fjölbreytilegt fyrir myndun Hágöngulóns. Í Þórisvatni er talið að lífsskilyrði urriða hafi versnað eftir að miðlun hófst, vatnsborðið var hækkað og tók fyrir hrygningu urriða í Austurbotnum. Reynt var að viðhalda urriða í Þórisvatni með seiðasleppingum fram til ársins 2000, en skortur á hrygningarstöðvum hamlað náttúrulegri nýliðun urriða í vatninu.

Bleikja er ríkjandi í Krókslóni, Hrauneyjalóni og Sultartangalóni. Rannsóknir hafa sýnt hnignandi ástand fiskstofna í lónunum frá 1990 til 2011, en það má að líklega rekja til minnkandi útskolunar næringarefna. Í Sultartangalóni virðist svif- og botndýralíf vera frábrotið og vöxtur fiska almennt lélegur og draga má þá ályktun að lífsskilyrði í lóninu séu fremur rýr er væntanlega má rekja til jökuláhrifa. Í Sporðöldulóni er töluvert af bæði bleikju og urriði eins og þekkt er með nýmyndun lóna.

Bleikja og urriði í lónum á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár eru almennt yfir meðalstærð sömu árganga í óröskuðum jökulskotnum viðmiðunarvötnum á Íslandi, en þó hefur dregið úr stærð þeirra eftir því sem frá líður frá myndun lónanna. Stofnstærð bleikju og urriða í lónunum hefur einnig minnkað eftir því sem lengra hefur liðið frá myndun lónanna. Urriði virðist eiga fremur erfitt uppdráttar í lónunum sökum skorts á hrygningarstöðvum. Bleikja á hins vegar auðveldara með að hrygna í kyrru vatni og er betur aðlöguð að vist sinni í lónunum en urriði.

### **Áhrif á fugla og önnur dýr**

Nokkur þekking hefur byggst upp á fuglategundum og þéttleika þeirra í vistgerðum í gegnum skráningu Náttúrufræðistofnunar Íslands. Út frá þessum gögnum má sjá að á þurrum og sendnum svæðum er sandlóan áberandi ásamt sólskríkju, heiðlóu og sendlingi og einnig spóa á neðri svæðunum. Þegar aukins raka gætir fer lóuprællinn að sjást, óðinshani þar sem tjarnir eru og heiðagæs og andfuglar þar sem grónara er. Álftrir og endur eru á votlendum svæðum. Þúfuttlingur þar sem er þurrlendisgróður og steindeplar í grýttu landi, gjarnan við árbakka þar sem einnig má finna maríuerlur ásamt sólskríkjum. Andfugla er að finna helst þar sem vatn er tært eins og straumendur, gulendur, stokkendur, rauðhöfðar og fleiri tegundir. Þar sem jökulvatn litar, minnkar fjöldi þeirra.

Út frá fyrirliggjandi gögnum má leiða af því hver séu líkleg áhrif orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu á fugla. Stærstu áhrifavaldar vatnsaflsvirkjana með miðlun eru lónin sem myndast og breytingar sem verða á árfarvegum. Lónin þekja svæði sem áður voru búsvæði fugla. Áhrifin eru því fyrst og fremst tap búsvæða. Byggt á fyrirliggjandi gögnum, er ekki talið líklegt, að einstökum tegundum hafi verið stefnt í hættu á svæðinu. Eitthvað af landi hefur blotnað upp við það að stíflað var og einnig vegna leka frá lónum sem kemur þá að litlu leyti í staðinn fyrir gróið land sem fór undir lón. Uppgræðsla á rýru landi hefur verið stunduð í nokkrum mæli á Þjórsár- Tungnaárvæðinu sem hefur haft í för með sér breytingu á tegundasamsetningu fugla og getur hafa aukið þéttleika fugla á þeim svæðum vegna aukinnar fæðu. Megin niðurstaðan er þó að búsvæði fugla hafi tapast undir lón og önnur mannvirki er þýðir fækkun í stofnum sem nemur meðalþéttleika á töpuðum svæðum, ef gengið er út frá þeirri forsendu að það sé fæða og búsvæði sem takmarki stofnana.

Áhrif breytinga í árfarvegum og vötnum á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru annars vegar þau að sums staðar hefur rennsli minnkað verulega og hlutar árfarvega þorna nær alveg eins og t.d. Þjórsá frá Bjarnalóni og suður fyrir Búrfell. Hins vegar hafa ár og vötn sem áður voru tær, litast af jökulvatni. Óreglulegt vatnsborð og jafnvel þornun hefur almennt áhrif á smádýralíf, fiska og gróður sem þýðir minnkaða fæðu fyrir vatnafugla. Einnig geta eyjar og hólmar sem áður voru örugg varpsvæði fugla breyst í svæði þar sem refir eiga greiðan aðgang. Í lónum myndast eyjar sem veita fuglum vernd gegn refum. Þekkt er að gæsir hafa nýtt sér uppistöðulón á svæðinu til að flýja á með ófleyga unga sína ef að þeim hefur stafað hætta.

Ef breytingar í refaveiði endurspeglar breytingar í stofni refa þá bendir ekki til að framkvæmdir á svæðinu séu að hafa áhrif á stærð refastofnsins heldur fylgi sveifla í stofnstærð því sem virðist gerast á landinu öllu. Önnur þekkt dýr á svæðinu eru minkar og hagamýs en ekki eru fyrirliggjandi gögn um stofnstærðir þeirra og óverulega er um þau fjallað í umhverfismati virkjana á svæðinu.

### **Áhrif vegna náttúruvá**

Greining á náttúruvá sem valdið getur flóðahættu á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu, varðar annars vegar hamfarir vegna veðurfars og hins vegar vegna jarðhræringa. Auk þess getur skapast flóðahætta af mannlegum gjörðum þó almennt séu ekki taldar miklar líkur á því. Mikilvæg grunngögn fyrir mat á flóðum eru mælingar sem hafa farið fram um langt skeið á rennsli í farvegum á Þjórsár- og Tungnaárvæði.

Á Þjórsár- og Tungnaárvæði hefur Landsvirkjun látið reisa 23 stíflur, er mynda ein 14 lón sem rúmað geta samtals um 2.300 GL af vatni ef þau væru samtímis öll í hæstu stöðu. Hæst er Sigöldustífla sem er 44 m há, en lægstu stíflurnar er um 7 m háar. Allar stíflurnar og flóðvirki þeirra hafa verið hönnuð með tilliti til viðkomandi hönnunarflóða og jarðskjálftaálags. Þær eru hannaðar til að þola 1000 ára flóð án þess að skemmast.

Ýmsir veðurfarsþættir geta orsakað flóð t.d. úrkoma, snjó- og jökulbráð. Flóðin eru afrennslisflóð þar sem vatn sem fellur á eða bráðnar á vatnasviðinu rennur af því með samspili yfirborðsrennslis, írennslis og rennslis í farvegum. Náttúruvá má einnig rekja til eldvirkni og jarðskjálfta og dæmi um það eru jökulhlaup vegna eldsumbrota eða jarðhitavirkni undir jökli. Vatnaskil á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu liggja um vesturhluta Vatnajökuls, suðurhluta Tungnafellsjökuls og stóran hluta Hofsjökuls. Fimm eldstöðvakerfi eru á vatnasviðinu en þau eru Bárðarbungukerfið, Hofsjökull, Tungnafellsjökull, Torfajökull og Hekla. Þrjú þessara eldstöðvakerfa ná undir jökla. Gos á Bárðarbungukerfinu eru talin

vera helsta ógn við mannvirki á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaárvæðinu þar sem flóðahætta skapast aðallega vegna gosa undir jökli eða vegna gjósku- og hraunstíflna í ám.

Landsvirkjun leggur áherslu á að uppfylla viðmið um neyðarstjórnun og viðbragðsáætlanir og við hönnun mannvirkja er fylgt norskum lagaramma en sú nálgun er talin tryggja ábyrga hönnun. Fyrirtækið vinnur að því að tryggja almannaoýruggi í samvinnu við yfirvöld á viðkomandi starfssvæðum og almannavarnaryfirvöld, í samræmi við lög um almannavarnir. Vegna hættu á stíflurofi og annarri vátta hefur Landsvirkjun skilgreint ferli viðbragða. Reglubundið eftirlit er með öllum mannvirkjum, auk aukaúttekta í kjölfar óvæntra atvika t.d. jarðskjálfta eða flóða, sem geta haft áhrif á grunnvatnsþrýsting eða valdið skemmdum á mannvirkjum.

Landsvirkjun leggur jafnframt áherslu á að tryggja rekstraröryggi raforkukerfisins og stuðla að þoli kerfisins gagnvart breytingum. Ef til þess kæmi að nauðsynlegt yrði að skerða orkuvinnslu tímabundið vegna óvæntra atburða eru til staðar ferli í gæðakerfi fyrirtækisins um skerðingar til notenda.

### **Ásýnd og sjónræn áhrif**

Virkjanir á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru byggðar á mismunandi tíma, mannvirkin eru margvísleg og misstór og möguleikar til aðlögunar að landi eru því ólíkir. Almenn er aflstöðvarnar stærri í sniðum en almennt gerist um mannvirki í á miðhálandinu eða á jaðri hálandisins. Inntaksmannvirki, stöðvarhús og spennivirki eru stórar, steinsteyptar byggingar sem að einhverju marki eru felldar inn í hallandi land eða eru að stórum hluta neðanjarðar. Stöðvarhúsin eru lítt eða ekki sýnileg úr fjarlægð en þegar nær dregur eru þau áberandi í landinu. Tengivirki eru annað dæmi um mannvirki sem samanstanda af möstrum og háspennulínunum á afmörkuðu svæði, nálægt stöðvahúsum.

Veituskurðir á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu eru almennt séð áberandi í landslaginu vegna kantaðrar lögunar, einkum þar sem þeir þvera landform þvert á hallandi svæði. Vegir í tengslum við aflstöðvar hafa áhrif á ásýnd svæðisins, skera landslagið, en áhrif þeirra eru mjög háð útfærslu, svo sem hæðarsetningar, vegfláa, legu og sýnileika þeirra í landslaginu. Stór landsvæði á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu hafa farið undir lón og samfara því hafa orðið miklar breytingar á ásýnd lands.

Landmótun og frágangur lands við við aflstöðvar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu er almennt til fyrirmyndar. Því til stuðnings eru t.d. niðurstöður rannsóknar á viðhorfum íbúa á nærsvæðinu en samkvæmt rannsókninni upplifa þeir svæðið norðan Búrfells og sunnan Sultartangastöðvar hafi náttúrulegt yfirbragð, sé fallett, hreint og kyrrlátt.

### **Áhrif á samfélag**

Áhrif orkuvinnslu á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu á samfélag eru margþætt og þeirra gættir á Suðurlandi og víðar. Áhrif orkuvinnslu á íbúapróun eru augljósust í Skeiða- og Gnúpverjahreppi. Þegar litið er til þess hve virkjanasagan er samofin þróun atvinnulífsins á Suðurlandi má ætla að uppbygging og rekstur virkjananna hafi haft jákvæð áhrif á hina almennu íbúafjölgun á svæðinu. Framkvæmdir við Búrfellsvirkjun komu á heppilegum tíma fyrir vinnumarkaðinn, illa hafði árað og mikið atvinnuleysi var víða um land. Með framkvæmdunum sköpuðust ný störf, bæði tímabundin og varanleg. Þessar framkvæmdir voru af stærðargráðu sem Íslendingar höfðu ekki kynnst áður og fjöldi starfa eftir því. Sveitarfélögin á nærsvæðinu fengu miklar tekjur í formi útsvars sem lagt var á tekjur starfsmanna sem unnu við framkvæmdirnar. Núna vinna 48 starfsmenn í Búrfellsstöð og þar af eru flestir búsettir í Árborg og á höfuðborgarsvæðinu. Auk þess hafa Skeiða- og Gnúpverjahreppur, Ásahreppur og Rangárþing ytra umtalsverðar tekur af fasteignagjöldum á aflstöðvum og tengdum byggingum.

Áhrif virkjanaframkvæmda á húsnæðismál voru nokkur á fyrstu árum þeirra. Um 80 manns bjuggu í nýju þéttbýli við Búrfell þegar flest var árin 1977 og 1978. Staðsetning Selfoss, á áhrifasvæði höfuðborgarsvæðisins, virðist þó hafa haft meiri áhrif á verðþróun húsnæðis en gengi staðbundins atvinnulífs. Á Hellu og Hvolsvelli hefur húsnæðisverð verið sveiflukenndara og samhengi við virkjanasöguna óljóst.

Miklar breytingar urðu á vegakerfi með tilkomu aflstöðva á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Þeir vegir sem fyrir voru á svæðinu, úr byggð og upp á hálandisbrúnina, voru byggðir upp með bundnu slitlagi. Auk þess voru fjölmargir malarvegir byggðir í tengslum við virkjanir á svæðinu. Farsímasamband hefur

lengi verið betra á þessum slóðum vegna aflstöðvanna og er vegum þar frekar haldið opnum að vetrinum. Opnun hálendisins fyrir ferðamennsku á þessu svæði er því að miklu leyti til komin vegna virkjunarframkvæmda í Þjórsá og Tungnaá. Flutningskerfi raforku varð mjög gott á suðvesturhorni landsins við að nýjar virkjanir voru byggðar á Suðurlandi og öflugar flutningslínur til suðvesturhornsins. Stóru virkjanirnar á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu voru einnig forsenda fyrir lagningu byggðalínu.

Á áhrifasvæði aflstöðvanna hefur Selfoss byggst upp sem þjónustumiðstöð en einnig eru smærri þjónustukjarnar víðsvegar um Suðurlandsundirlendið. Umsvif í kringum virkjanaframkvæmdir hafa í gegnum tíðina rennt stoðum undir ýmsa verslun og þjónustu á Suðurlandi. Almenn þróun hefur hins vegar verið í þá átt að verslun og þjónusta þjappast saman.

Virkjanir á Þjórsár- og Tungnaárvæði hafa stuðlað að uppbyggingu og yfirfærslu þekkingar. Almenn þekking á náttúru landsins jókst í tengslum við undirbúning og gerð virkjana, s.s. á vatnafari, jöklum, jarðfræði og lífríki.



## 8 Heimildir

Almenna verkfræðistofan. 2006. Setmyndun í Hagalóni; Rannsóknir, úrvinnsla og útreikningar. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2006/003.

Andri Gunnarsson, Landsvirkjun. Munnleg heimild dags. 12.12.2019.

Arnór P. Sigfússon. 2016. Áhrif virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði á fugla- og spendýr. Landsvirkjun. Auglýsing nr. 870/2017 um friðland í Þjórsárverum. Útgefið í B deild Stjórnartíðinda. 12. október 2017.

Árni Hjartarson. 2001. Vatnafar við Neðri-Þjórsá. Athugasemdir vegna virkjunarhugmynda. OS-2001/075.

Bergan M.A. 2011. Laksefisk som indikator på ökologisk tilstand og miljøkvalitet i lavereliggende småelver og bekker: Forslag til metodikk iht. Vanddirektivet. Rapport L. Nr. 6224-2011, NINA, 53 bls.

Björn J. Björnsson og Matthías Loftsson. 2003. Miðlunarlón vatnsaflsvirkjana. Athugun á rofi og setburði. Áfangaskýrsla II. Athuganir árin 2001 og 2002. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2003/120.

Bryant, E.A. 1991. Natural Hazards. UK: Cambridge University Press.

Davíð Egilsson. 2016. Greining á grunnvatnsmælingum á Þjórsár- og Tungnaárvæði 2015. Veðurstofa Íslands. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2016-038.

Dóra Hjálmarasdóttir, Hörn Hrafnasdóttir, Kristín Martha Hákonardóttir og Ólöf R. Káradóttir. 2008. Áhættumat. Virkjanir í Þjórsá neðan Búrfells. Skýrsla unnin af VST fyrir hönd verkefnahóps VST, VGK-Hönnunar og Rafeikningar fyrir Landsvirkjun. LV-2008/057

Elsa G. Vilmundardóttir og Árni Hjartarson. 1985. Vikurhlaup í Heklugosum. Náttúrufræðingurinn 54 (1), bls. 17-30.

Erla B. Kristjánsdóttir. 2017. Þjórsár- og Tungnaárvæðið. Greining á stöðu skipulagsmála. Skýrsla unnin af Verkís fyrir Landsvirkjun. LV-2017-108.

Erla B. Kristjánsdóttir. 2019. Þjórsár og Tungnaárvæðið; Greining á sjónrænum áhrifum mannvirkja og landmótunar ásamt tillögum að úrbótum. Greinargerð. Verkís. Unnið fyrir Landsvirkjun.

Erling Ólafsson o.fl. 2009. Vistgerðir á miðhálandi Íslands.

Esther Hlíðar Jenssen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir, Snorri Zóphóníasson og Sigríður Magnea Óskarsdóttir. 2013. Heildarframburður neðri hluta Þjórsár árin 2001-2010. Veðurstofa Íslands, VÍ-2013/007, ISSN 1670-8261

Eydís S. Eiríksdóttir o.fl. 2016. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XIX. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Jarðvísindastofnun Háskólans RH-03-2016.

Eydís S. Eiríksdóttir. 2017. Áhrif virkjana á rennsli og vatnalíf á vatnasvið Þjórsár og Tungnaár/The effect of hydropowerplants on the discharge and ecological systems in Þjórsá-Tungnaá Rivers. Hafrannsóknastofnun. HV-2017-036. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2017-122.

Forskrift um sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften) nr. 1600/2009.

Greenhouse Gas Protocol. <https://ghgprotocol.org/standards/project-protocol>.

Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen. 2016. Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells. Náttúrufræðistofnun NÍ-16003. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2016-088.

Guðni Guðbergsson og Magnús Jóhannsson. 1999. Úttekt á fisksstofnum og uppeldisskilyrðum fiska á vatnasvæði Tungnaár. VMST-R/999024.

Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson. 1997. Kaldakvísl ofan Nefja. Skýrsla Veiðimálastofnunar. VMST-R.

Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson. 1997. Rannsóknir á urriða í Þórisvatni 1996. Veiðimálastofnun VMST-R/97003X.

- Guðrún Gísladóttir, Utra Mankasingh og Jóhann Þórsson 2014. Physical and chemical soil properties of different land cover types, related to soil carbon, at Sporðöldulón. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-06-2014.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson. 2009. Jarðfræðikort af Íslandi. 1:600.000. Bergrunnur. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Haukur Tómasson. 1982. Áhrif virkjunarframkvæmda á aurburð í Þjórsá. OS82044.
- Hákon Aðalsteinsson. 1998. Gróðurhúsaáhrif virkjunarlón – Heimildakönnun. Orkustofnun, OS-98064.
- Heimsmarkmiðin um sjálfbæra þróun. 2019. Markmið um sjálfbæra þróun - áætlun til ársins 2030. Sótt 4. júlí 2018 af <http://heimsmarkmidin.is/>
- Hjalti Jóhannesson. 2018. Samfélagsáhrif virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði: Staðan í dag og hvernig komumst við hingað? Rannsóknarmiðstöð Háskólans á Akureyri. Landsvirkjun, LV-2018-102.
- Hlynur Óskarsson og Jón Guðmundsson. 2004. Rannsóknir við Gilsárlón árið 2003. Upphaf verkefnis og þróun aðferða. Unnið af Rannsóknastofnun Landbúnaðarins. Landsvirkjun, LV-2004/083.
- Hlynur Óskarsson og Jón Guðmundsson. 2008. Gróðurhúsaáhrif uppistöðulóna. Rannsóknir við Gilsárlón 2003-2006. Unnið af Landbúnaðarháskóla Íslands. Landsvirkjun, LV-2008/028.
- Hugrún Gunnarsdóttir. 2009. Vistheimt Landsvirkjunar og umhverfislegur ávinningur í kjölfar virkjana. Landsvirkjun, LV-2009/109.
- Hugrún Gunnarsdóttir. 2015. Samantekt umhverfis- og samfélagsmála á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Minnisblað um náttúruminjar, friðlýst svæði og hverfisvernd. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2017-071. Verkís, 05126-006.
- Hugrún Gunnarsdóttir. 2015. Samantekt umhverfis- og samfélagsmála á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Minnisblað um fornleifar. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2017-071. Verkís, 05126-006.
- Hugrún Gunnarsdóttir. 2016. Virkjanir og veitur á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Framkvæmdasaga 1965 til 2015. Landsvirkjun, LV-2016-003.
- Hugrún Gunnarsdóttir. 2017. Samantekt umhverfis- og samfélagsmála á Þjórsárvæði. Minnisblöð efnisflokka. Skýrsla unnin af Verkís fyrir Landsvirkjun. LV-2017-071.
- Hugrún Gunnarsdóttir. 2019. Samantekt á umhverfis- og samfélagsmálum á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Minnisblað um losun GHG frá lónum. Dags. 13.08.2019.
- Hönnun, VST og Stuðull. 2001. Miðlunarlón vatnsaflsvirkjana. Athugun á rofi og setburði. Áfangaskýrsla. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2001/016.
- Hörn Hrafnadóttir og Þórunn Y. Oddsdóttir. 1996. Aurburður í Þjórsá. Áhrif virkjana. Háskóli Íslands.
- Hörn Hrafnadóttir og Sigmundur Freysteinnsson. 2009. Þjórsá River – South Iceland, Hvammur and Urriðafoss Hydroelectric Projects, Ice Jam Evaluation. Prepared of Verkís for Landsvirkjun. LV-2009/127.
- Hörn Hrafnadóttir 2019. Náttúruvá á Þjórsár-Tungnaárvæði. Flóðahætta. Unnið fyrir Landsvirkjun. Verkís.
- Hydropower Sustainability Assessment Protocol. 2013. Official Assessment. Landsvirkjun. Blanda Power Station. Iceland. Final. International Hydropower Association. 2012. Hydropower Sustainability Assessment Protocol.
- International Hydropower Association. 2012. Hydropower Sustainability Assessment Protocol.
- Jarðfræðistofa Kjartan Thors. 2000. Sultartangalón: Dýptarmæling vorið 2000 og rúmmálsbreytingar frá 1989.
- Kjartan Thors o.fl. 1989. Dýptarmælingar á Sultartangalóni og Þórisvatni í ágúst 1989. Hafrannsóknastofnun.
- Kristín M. Hákonardóttir. Jökulhlaup og Gjósukubrotsflóð. Náttúruvá á Þjórsár- Tungnaárvæði. Unnið fyrir Landsvirkjun. Verkís. LV-2018-097.



- Landsvirkjun. 2008. Umhverfisskýrsla raforkuvinnslu Landsvirkjunar 2007. Landsvirkjun, LV-2008/068.
- Landsvirkjun. 2009. Umhverfisskýrsla Landsvirkjunar 2008. Landsvirkjun, LV-2009/064.
- Landsvirkjun. 2010. Umhverfisskýrsla og kolefnisspor Landsvirkjunar 2009. Landsvirkjun, LV-2010/063.
- Landsvirkjun. 2011a. Loftslagsáhrif Landsvirkjunar. Samantekt og tillögur að aðgerðum. Landsvirkjun, LV-2011-016.
- Landsvirkjun. 2016. Landmótun og útlit mannvirkja; Stefnumótun. Sótt 14. ágúst 2019 af <http://gogn.lv.is/files/2016/2016-039.pdf>
- Landsvirkjun. 2019. Grænt bókhald 2018.
- Lovísa Ásbjörnsdóttir. 2017. Áhugaverðar jarðminjar á Tungnaár- og Þjórsárvæðinu. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-16004. Landsvirkjun, LV-2017-052.
- Magnús Jóhannsson og Sigurður Guðjónsson. 1998. Rannsóknir á lífsskilyrðum fyrir laxfiska á vatnasvæði Efri-Þjórsár. Veiðimálastofnun, VMST-S/98005X.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson. 2002. Fiskrannsóknir á vatnasvæði Þjórsár 2002. Veiðimálastofnun, VMST-S/2009.
- Mennta- og menningarmálaráðuneytið. 2014. Menningarstefna í mannvirkjagerð: Stefna íslenskra stjórnvalda í byggingarlist. Sótt 14. ágúst 2019 af <https://www.stjornarradid.is>.
- Minjastofnun 2019. Þjórsárdalur - friðlýsing búsetulandslags. Sótt 12. Ágúst 2019 af <http://www.minjastofnun.is/media/skjol-i-grein/Thjorsardalur-fridlysing-busetulandslags.pdf>
- Náttúruminjasrá. Umhverfisstofnun.
- Náttúrufræðistofnun Íslands. 2019. Vistgerðakort Náttúrufræðistofnunar Íslands. Sótt af: <http://vistgerdakort.ni.is/>
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Járngerður Grétarsdóttir og Sigmar Metúsalemsson. 2019. Samantekt og kortlagning á stöðu landgræðslu, skógræktar og gróðurs á Þjórsár- og Tungnaárvæðinu. Náttúrufræðistofnun Íslands fyrir Landsvirkjun.
- Ólafur Arnalds o.fl. 1997. Jarðvegsrof á Íslandi. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Ólafur Arnalds. 2010. Dust sources and deposition of aeolian materials in Iceland. Icelandic Agricultural Sciences 23.
- Ólafur Arnalds o.fl. 2019. Sandauðnir, sandfok og ryk á Íslandi – I. Sandur og fok. Náttúrufræðingurinn 89 (1-2), 34-47.
- Ólöf R. Káradóttir og Arnar Ágústsson. 2012. Flóð á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Flóð í desember 2006. Verkís. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2012/092.
- Ólöf Rós Káradóttir, Þorbergur Steinn Leifsson og Halldór Árnason. 2014. Flóð í Neðri Þjórsá – Endurmat frá 2013. Verkís. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2014-001.
- Ólöf Rós Káradóttir, Auður Atladóttir. 2014. Flóð í Kvíslaveitu. Endurmat 2014. Verkís. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2014-080.
- Ramsar. 1992. Iceland. Sótt þann 16.02.2018 af: <https://www.ramsar.org/wetland/iceland>
- Rannveig Ólafsdóttir o.fl. 2015. Áhrif vindmylla í Búrfellslundi á ferðaþjónustu og íbúa. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2015-072.
- Richter, B.D, Baumgartner, J.V., Powell, J., Braun, D.P. 1996. A method for assessing hydrological alteration within ecosystems. Conservation Biology, 10 (4): 1163-1174.
- Sigurjón Rist. 1962. Þjórsárísar. Jökull, 6, 1-29.
- Silver, M.L. et al. 1986. Evaluation of the seismic safety of embankment structures of the Thjorsa and Tungnaa river basin development in Iceland. Performed for Landsvirkjun. Marshall Silver and Associates Ltd.

- Skeiða- og Gnúpverjahreppur. 2006. Aðalskipulag Skeiða- og Gnúpverjahrepps 2004-2016; Stefnumörkun og skipulag. Sótt 13. júní 2019 af <http://www.skipulag.is/>.
- Snævar Ö. Georgsson. 2016. Samspil grunnvatns og rennslis Tungnaár. Mastersritgerð við Háskóla Íslands.
- Stjórnarráð Íslands. 1998. Ósnortin víðerni – niðurstaða starfshóps. Umhverfis- og auðlindaráðuneytið. Sótt þann 05.02.2018 af: <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir/stok-frett/1998/10/20/Osnortin-viderni-nidurstada-starfshops/>
- Stjórnarráð Íslands. Ó.d. Þjóðgarðar og önnur friðlýst svæði. Sótt þann 20.02.2018 af: <https://www.stjornarradid.is/verkefni/umhverfi-og-natturuvernd/natturuvernd/thjodgardar-og-fridlyst-svaedi/>
- Stjórnarráð Íslands. 2019. Heimsmarkmiðin. Stöðuskýrsla 2018. Forgangsmarkmið ríkisstjórnarinnar. Sótt 4. Júlí 2019 af <https://www.stjornarradid.is/>
- Sverrir Ó. Elefsen og Jórunn Halldórsdóttir. 2011. Bjallavirkjun. Rennsli og aurburður Jökulgilskvíslar. Aursöfnun í Krókslóni. Mannvit. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2011/001.
- Tómas Jóhannesson et al. 2007. Effect of climate change on hydrology and hydro-resources in Iceland. National Energy Authority-Hydrological Service. OS-2007/011.
- Umhverfisstofnun. Ó.d. Viðey í Þjórsá. Sótt þann 20.02.2018 af: <http://www.ust.is/einstaklingar/nattura/fridlyst-svaedi/sudurland/videy-i-thjorsa/>
- Umhverfisstofnun. Ó.d. Þjórsárver. Sótt þann 16.02.2018 af: <http://www.ust.is/einstaklingar/nattura/fridlyst-svaedi/sudurland/thjorsarver/>
- Auglýsing nr. 870/2017 um friðland í Þjórsárverum. Útgefið í B deild Stjórnartíðinda. 12. október 2017.
- Umhverfisstofnun. Ó.d. Friðland að Fjallabaki. Sótt þann 16.02.2018 af: <http://www.ust.is/einstaklingar/nattura/fridlyst-svaedi/sudurland/fridland-ad-fjallabaki/>
- Umhverfisstofnun. Ó.d. Náttúruverndaráætlun. Sótt þann 19.02.2018 af: <http://www.ust.is/einstaklingar/nattura/natturuverndaraaetlun/>
- Umhverfisstofnun. 2019. Þjórsárver; Friðlýsing Þjórsárvera. Sótt 13. júní 2019 af <https://www.ust.is/>.
- Utra Mankasingh og Guðrún Gísladóttir 2019. Early indicators of soil formation in the Icelandic sub-arctic highlands. Geoderma, 337: 152-163.
- Vatnaskil. 2018. Þjórsár-Tungnaárvæði. Heildarendurskoðun rennislíkans. Unnið fyrir Landsvirkjun. Skýrsla nr. 18.03. Drög.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen. 1996. Hágöngumiðlun; Verkhönnun. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen. 2001. Aurburður og setmyndun í Efri Þjórsá.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf., Almenna Verkfræðistofan hf. og Hönnun hf. 2006. Flóð á Þjórsár-Tungnaárvæði. Samantektarskýrsla. Skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun. LV-2011/052.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 2007. Flóðvör á Þjórsár- Tungnaárvæði: 1 - Kvíslaveita. Landsvirkjun, LV-2007/062.
- Verkís. 2011. Sigalda – stíflurof. Flóð á Þjórsár- og Tungnaárvæði. Skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun. LV-2011/052.
- Verkís. 2013. Flóð í Þjórsá – Endurmat 2013. Unnið í samvinnu við Mannvit fyrir Landsvirkjun. LV-2014-001.
- Verkís. 2013. Rakning hamfaraflóðs vegna æfingar 1311. Minnisblað nr. 91010005-1-MB. Dagsett 2013-11-05.
- Verkís 2014. Rakning jökulhlaups vegna æfingar 1311. Minnisblað nr. 9101005-1-MB-0184. Dagsett 2014-09-18.
- Verkís og Ríkislögreglustjóri. 2014. Greining á áhrifum flóða í kjölfar eldgosa í Bárðarbungu. Sviðsmynd II. Reykjavík.

Þóra Ellen Þórhallsdóttir Þorvarður Árnason o.fl. 2010. Íslenskt landslag; Sjónræn einkenni, flokkun og mat á fjölbreytni. Unnið fyrir Orkustofnun vegna Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma.



## **Viðaukar**

- Viðauki 1** Sérfræðiskýrslur og minnisblöð
- Viðauki 2** Áætlanir á landsvísu sem marka stefnu um landnotkun
- Viðauki 3** Yfirlit yfir jarðminjar og jarðminjasvæði
- Viðauki 4** Flatarmál og hlutfall gróins og ógróins lands undir lón



## Viðauki 1 Sérfræðiskýrslur og minnisblöð

Eftirfarandi sérfræðiskýrslur og minnisblöð voru unnin í tengslum við verkefnið vegna skilgreindra umhverfisþátta auk samfélagsþátta.

|    | Umhverfisþáttur         | Minnisblöð <sup>128</sup>                                   | Sérfræðiskýrsla  |
|----|-------------------------|---|--|
| 1  | Loftslag                | Minnisblað um losun GHG                                     |  |
| 2  | Jarðmyndanir            | Minnisblað um jarðmyndanir                                  | Lovísa Ásbjörnsdóttir. 2017. Áhugaverðar jarðminjar á Tungnaár- og Þjórsársvæðinu. Náttúrufræðistofnun Íslands. Skýrsla unnin af Náttúrufræðistofnun fyrir Landsvirkjun. NÍ-16004. LV-2017-052.  |
| 3  | Vatnafar: Grunnvatn     | Minnisblað um grunnvatn                                     |  |
| 4  | Vatnafar: Yfirborðsvatn | Minnispunktur Verkís  |  |
| 5  | Gróður                  | Minnisblað um gróður  | Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen. 2016. Úttekt á gróðurfari á þremur lónasvæðum Þjórsár og Tungnaár ofan Búrfells. Unnið fyrir Landsvirkjun LV-2016-088.  |
| 6  | Landgræðsla og skógrækt | Minnisblað um landgræðslu og skógrækt                       | Olga K. Vilmundardóttir, Járngerður Grétarsdóttir og Sigmar Methúsalemsson. 2019. Samantekt og kortlagning á stöðu landgræðslu, skógræktar og gróðurs á Þjórsár- og Tungnaársvæðinu. Unnið af Náttúrufræðistofnun fyrir Landsvirkjun. NÍ-19008. LV-2019-047. |
| 7  | Vatnalíf                | Minnisblað um vatnalíf                                      | Eydís S. Eiríksdóttir. 2017. Áhrif virkjana á rennsli og vatnalíf á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár. Skýrsla unnin af Hafrannsóknastofnun fyrir Landsvirkjun. HV 2017-036. LV-2017-122.   |
| 8  | Fuglar                  | Minnisblað um fugla   | Arnór Þ. Sigfússon. 2015. Áhrif virkjana á Þjórsár- og Tungnaársvæði á fugla og spendýr. Greinargerð. Skýrsla unnin af Verkís fyrir Landsvirkjun.  |
| 9  | Dýralíf - spendýr       | Minnisblað um dýralíf                                       |  |
| 10 | Rof                     | Minnisblað um rof og setmyndun                              |  |
| 11 | Setmyndun               |   |  |
| 12 | Náttúruvá               | Minnisblað um náttúruvá                                     | Kristín M. Hákonardóttir. 2019. Jökulhlaup og gjóskubrotsflóð. Náttúruvá á Þjórsár-Tungnaársvæði. Skýrsla unnin af Verkís fyrir Landsvirkjun. LV-2018-097.   |
|    | Náttúruvá               |   | Hörn Hrafnsdóttir, Dóra Hjálmsdóttir. 2019. Náttúruvá á Þjórsár-Tungnaársvæði. Flóðahætta. Skýrsla unnin af Verkís fyrir Landsvirkjun. LV-2019-098.  |
| 13 | Náttúruminjar           | Minnisblað um náttúruminjar, friðlýst svæði og hverfisvernd |  |
| 14 | Fornleifar              | Minnispunktur um fornleifar                                 |  |
| 15 | Ásýnd                   | Greinargerð um landslag og ásýnd                            | Áslaug K. Aðalsteinsdóttir og Erla B. Kristjánsdóttir. 2019. Þjórsár og Tungnaársvæðið; Greining á sjónrænum áhrifum mannvirkja og landmótunar ásamt tillögum að úrbótum. Greinargerð. Verkís. Unnið fyrir Landsvirkjun.                                     |

<sup>128</sup> Hugrún Gunnarsdóttir. 2017. Samantekt umhverfis- og samfélagsmála á Þjórsársvæði. Minnisblöð efnisflokka. Skýrsla unnin af Verkís fyrir Landsvirkjun. LV-2017-071.

|    | Umhverfispáttur | Minnisblöð <sup>128</sup>  | Sérfræðiskýrsla  |
|----|-----------------|----------------------------|--|
|    |                 |                            | Erla B. Kristjánsdóttir. 2017. Þjósár- og Tungnaárvæði. Greining á stöðu skipulagsmála. Skýrsla unnin af Verkis fyrir Landsvirkjun. LV-2017-108.                               |
| 16 | Hljóðvist       | Minnisblað um hljóðvist    |  |
| 17 | Samfélag        | Minnisblað um samfélagsmál | Hjalti Jóhannesson. 2018. Samfélagsáhrif virkjana á Þjósár- og Tungnaárvæði: Staðan í dag og hvernig komumst við þangað? Skýrsla unnin af RHA fyrir Landsvirkjun. LV-2018-102. |



## Viðauki 2      Áætlanir á landsvísu sem marka stefnu um landnotkun

Yfirlit yfir helstu áætlanir á landsvísu sem marka stefnu landnotkun og skipulag sveitarfélaga.

- Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum 2018–2030, staðfest af umhverfis- og auðlindaráðherra, 2018.
- Áætlun um vernd og orkunýtingu landsvæða, samþykkt á Alþingi, 2013 og 2015.
- Ferðamálaáætlun 2011–2020, samþykkt á Alþingi 2011.
- Fjarskiptaáætlun 2011–2022, samþykkt á Alþingi 2012.
- Forgangsmarkmið ríkisstjórnarinnar – Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna, samþykkt í ríkisstjórn 2018.
- Kerfisáætlun 2018–2027, staðfest af Orkustofnun 2019.
- Landgræðsluáætlun, samþykkt á Alþingi 2002.
- Landsáætlun í skógrækt (hefur enn ekki verið unnin).
- Landslagssamningur Evrópu (undirritaður af íslenskum stjórnvöldum 2012, en hefur ekki verið staðfestur).
- Landsskipulagsstefna 2015–2026, staðfest af Alþingi 2016.
- Menningarstefna í mannvirkjagerð; Stefna íslenskra stjórnvalda í byggingarlist staðfest af mennta- og menningarmálaráðherra 2014.
- Náttúruminjasrá, staðfest af umhverfisráðherra 1999.
- Náttúruverndaráætlun 2009–2013, samþykkt á Alþingi 2010.
- Samgönguáætlun 2019–2033, samþykkt á Alþingi 2019.
- Stefna stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku, samþykkt á Alþingi 2018.
- Stefna um lagningu raflína, samþykkt á Alþingi 2015.
- Stefna um samþykki fyrir nýtingu lands og landsréttinda í þjóðlendum, staðfest af forsætisráðherra 2019.
- Stefnumótandi byggðaáætlun 2018–2024, samþykkt á Alþingi 2018.
- Stefnumarkandi landsáætlun um uppbyggingu innviða til verndar náttúru og menningarsögulegum minjum 2018–2029, samþykkt á Alþingi 2018.
- Velferð til framtíðar: Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi - Áherslur 2010–2013, staðfest af umhverfis- og auðlindaráðherra 2010.



### Viðauki 3 Yfirlit yfir jarðminjar og jarðminjasvæði

Í eftirfarandi töflum er yfirlit yfir helstu jarðminjasvæði og jarðminjastaði á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár.

Yfirlit yfir helstu jarðminjasvæði á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár og nálægar aflstöðvar, veitur og miðlanir. Nánari lýsing á jarðminjasvæðum er í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands.

| Nr. | Nafn                                   | Lýsing   | Nálægar aflstöðvar og veitur        | Nálægar aflstöðvar, veitur eða miðlanir                                       |
|-----|--|--|-------------------------------------|---|
| A   | Búrfell og eldri berggrunnur svæðisins | Myndanir á svæðinu draga upp nokkuð heildstæða mynd af jarðsögu svæðisins  | Búrfell<br>Sultartangi              | Búrfellsstöð liggur að stærstum hluta innan jarðminjasvæðis                   |
| B   | Hekla                                  | Megineldstöð, eitt þekktasta eldfjall landsins. Á náttúruminjaskrá   | Búrfell<br>Sigalda og Hrauneyjar    | Að mestu fyrir utan vatnasviðs Þjórsár- og Tungnaár                           |
| C   | Torfajökull                            | Megineldstöð sem einkennist af stórrí öskju. Líparísvæði. Stærsta og öflugasta háhitasvæði landsins. Friðland að Fjallabaki frá 1979   | Sigalda og Hrauneyjar               | Um 8 km suður af Sigöldustíflu  |
| D   | Tungnaárhraunagígur                    | Gossprungusvæði, gígaröð allt að 20 km á lengd. Vernd skv. 61 gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd   | Sigalda og Hrauneyjar               | Um 4 km austur af Vatnafellsstíflu og Sigöldustíflu                           |
| E   | Vatnaöldugígur                         | Gossprungusvæði, gígaröð á um 42 km langri gossprungu. Að hluta til á náttúruminjaskrá og innan Friðlands að Fjallabaki  | Sigalda og Hrauneyjar               | Um 9 km austur af Sigöldustíflu og 10 km austur af Vatnafellsstíflu           |
| F   | Veiðivatnagígur                        | Gígur sem mynduðust við sprengigos, gossprungan er um 40 km löng. Á náttúruminjaskrá og nær til suðurs inn í Friðland að Fjallabaki  | Sigalda og Hrauneyjar               | Um 12 km austur af Vatnafellsstíflu og Sigöldustíflu                          |
| G   | Móbergshryggir                         | Móbergshryggir Tungnaárfjöllum myndaðir á ísöld við sprungugos undir jökli. Að hluta innan Vatnajökulspjöldgarðs og að hluta til á náttúruminjaskrá                                  | Sigalda og Hrauneyjar               | Um 15 km austur af Sigöldustíflu og 16 km austur af Vatnafellsstíflu          |
| H   | Vonarskarð                             | Megineldstöð með vel afmarkaðri öskju. Háhitasvæði. Innan Vatnajökulspjöldgarðs  | Hágöngumiðlun                       | Um 17 km norðaustur af Hágöngustíflu  |
| I   | Jökulgarðar á Sprengisandi             | Jökulgarðar sem mynduðust við hörfun ísaldarjökulsins og jökulruðningur og malarásar   | Kvíslaveita                         | Um 27 km norður af Hágöngustíflu  |
| J   | Þjórsárver                             | Jarðgrunnur sem einkennist af þykkum jökulruðningi og jökulmenjum frá síðjökultíma og nútíma, m.a. jökulgarðar og áhugaverð landmótunarform. Innan Friðlands í Þjórsárverum frá 1981 | Svæði áformaðrar Norðlingaölduveitu | Að hluta til innan Kvíslaveitu og stífla við Kvíslavatn er á jarðminjasvæðinu |
| K   | Fjórðungssandur                        | Einstakir endasleppir sandar og malarásar sem segja hörfunarsögu jökulsins í lok síðustu ísaldar. Landslagsheild jökulmenja  | Svæði áformaðrar Norðlingaölduveitu | Um 7 km vestur af Svartárstíflu við Kvíslavatn                                |
| L   | Kerlingarfjöll                         | Proskuð megineldstöð með tvær öskjur. Jarðfræðilegur breytileika í gosmyndunum og háhitasvæði. Á náttúruminjaskrá. Í friðlýsingarferli   | Sultartangi                         | Um 21 km vestur af Svartárstíflu við Kvíslavatn                               |

Yfirlit yfir helstu jarðminjastaði með áhugaverð jarðfræðileg fyrirbæri á Þjórsár- og Tungnaárvæði og nálægar aflstöðvar, veitur og miðlanir. Nánari lýsing á jarðminjastöðum er í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands.

| Nr. | Heiti                           | Lýsing   | Nálægar aflstöðvar og veitur | Nálægar aflstöðvar, veitur eða miðlanir                             |
|-----|---------------------------------|--|------------------------------|---|
| 1   | Hekluvikrar                     | Stór svæði þakin ljósum súrum virkri frá Heklugosi árið 1104 og í súru eldgosi fyrir um 3000 árum  | Búrfell                      | Um 5 km suður af Bjarnalónsstíflu við Búrfell. Við árfarveg Þjórsár |
| 2   | Sámsstaðaklif                   | Mólög, 3-5 m þykk, á um 2-7 m dýpi frá yfirborði og gætu gefið vísbendingar um gróðurfar á svæðinu í upphafi nútíma  | Búrfell                      | Um 0,5 km suður af Sámsstaðarklifsstíflu við Búrfell                |
| 3   | Tröllkonuhlaup og Þjófafoss     | Fossar sem falla framan af hraunstalli Tungnaárhrauna  | Búrfell                      | Um 7 km suður af Bjarnalónsstíflu við Búrfell. Í árfarveg Þjórsár   |
| 4   | Vaðalda                         | Opnur í jarðlög sem tilheyra Sandafellsmynduninni sem er talin vera um 1 milljón ára gömul   | Búrfell                      | Um 0,5 km suður af leiðigörðum Sultartangalóns                      |
| 5   | Skúmstungnalón                  | Jarðminjar eftir jökullón frá því í lok ísaldar þegar jökull hörfaði af svæðinu  | Sultartangi                  | Um 1,5 km norður af Sultartangastíflu, á bakka Sultartangalóns      |
| 6   | Fitjaskógar                     | Líparít er útbreitt á yfirborði neðst í hlíðum Fitjaskóga vestan Þjórsár. Þar er talið vera 15 m misgengi með norðaustur-suðvestlæga stefnu  | Sultartangi                  | 8 km norður af Sultartangastíflu, á bakka Sultartangalóns           |
| 7   | Dynkur                          | Foss í Þjórsá, 38 m hár, sunnan Kóngsáss. Fellur fram af mörgum bergstöllum og myndar smáfossa   | Sultartangi                  | 20 km norður af Sultartangastíflu, 8 km frá Sultartangalóni         |
| 8   | Berggrunnur frá ísöld og nútíma | Austan við Búðarháls, frá syðri hluta Sporðöldulóns, meðfram Tungnaá og niður að Haldi, má sjá eldri berggrunn frá ísöld í vesturbakka árinna en hraun frá nútíma í austurbakkanum | Sigalda og Hrauneyjar        | Á svæði Búðarháls- og Hrauneyjafossstíflu                           |
| 9   | Þórisvatn                       | Myndunarsaga Þórisvatns. Stærsta stöðuvatn landsins og jafnframt stærsta miðlunarlón virkjana, umlukið móbergs- og bólstrabergshryggjum allt um kring, nema að norðanverðu         | Þórisvatnsmiðlun-Vatnsfell   | Við Þórisóssstíflu og Þórisvatn                                     |
| 10  | Álftafitjar                     | Grunnur dalur með þykkum setmyndunum. Álftafitjakvísl hefur grafið farveg í setið  | Búðarhálsvirkjun             | 11 km suðvestur af Þórisóssstíflu og 4 km vestur af Þórisvatni      |
| 11  | Þóristungur                     | Fjölbreyttar jarðmyndanir, basalthraunlög, móbergsmyndanir og þykk laus jarðlög frá síðjökultíma. Einnig mikil lindasvæði  | Búðarhálsvirkjun             | 2 km norðaustur af Búðarhálsstíflu. Í og við Sporðöldulón           |
| 12  | Gígurinn Brandur                | Gígur, gerður úr lagskiptu gosbergi. Frá honum gengur sprunga sem smáhraun hafa runnið frá. Í hlíðum Brands eru grettistösk  | Þórisvatnsmiðlun-Vatnsfell   | Um 0,5 km frá austurbakka Þórisvatns. 14 km suður af Þórisóssstíflu |
| 13  | Útkvísl                         | Lindasvæðið milli Krókslóns og Fellsendavatna. Á svæðinu eru hverahrúðursskellur sem bendir til þess að þar hafi eitt sinn verið mikil hveravirkni                                 | Sigalda og Hrauneyjar        | 6 km austur af Sigöldustíflu. 1,5 km frá Krókslóni                  |
| 14  | Blautakvísl                     | Lindasvæði sem koma upp í sandi og melum, en einnig úr bólstrabergi. Hverahrúðursmyndun og í því finnast steingerðir vatnabobbar og gróðurleifar                                   | Sigalda og Hrauneyjar        | 6 km austur af Sigöldustíflu. 0,5 km frá Krókslóni                  |

| Nr. | Heiti                              | Lýsing  | Nálægar afstöðvar og veitur | Nálægar afstöðvar, veitur eða miðlanir                           |
|-----|------------------------------------|---|-----------------------------|--|
| 15  | Hnubbafossar                       | Jarðfræði Veiðivatna, m.a. ummerki um stórt og mikið lón sem myndaðist við hraunrennsli fyrir 2000 árum. Við Hnubbafossa má m.a. sjá fallega bólstra í hraunjaðrinum í suðurbakka Tungnaár                  | Sigalda og Hrauneyjar       | 4 km suður af Sigöldustíflu. 1 km frá Krókslóni                  |
| 16  | Forna Krókslón                     | Fornar strandlínur í um 500 m hæð yfir sjávarmáli sem sýna stöðu vatnsborðsins í forna Krókslóni  | Sigalda og Hrauneyjar       | 0,5 norður af Sigöldustíflu. Í Krókslóni                         |
| 17  | Forna Hrauneyjalón                 | Malarhjallar í um 450 m hæð yfir sjávarmáli sem marka forna strandlínu lóns sem myndaðist þegar Tungnaárhraun runnu   | Sigalda og Hrauneyjar       | 1 km austur af Hrauneyjafossi. Í Hrauneyjalóni                   |
| 18  | Sigöldufoss                        | Foss, um 10 m hár og fellur fram af bólstrabergsstalli. Sigöldugljúfrið sker í gegnum Sigöldu innri og er dýpst um 60 m. Berggrunnur gljúfursins er aðallega úr bólstrabergi, en einnig talsvert af móbergi | Sigalda og Hrauneyjar       | 2 km vestur af Sigöldustíflu. Á milli Hrauneyjalóns og Krókslóns |
| 19  | Hrauneyjafoss                      | Foss, um 29 m hár og fellur fram af bólstrabergsstalli. Meðfram norður- og austurvegg gljúfursins má greina mismunandi bergmyndanir   | Sigalda og Hrauneyjar       | 1,5 km vestur af Hrauneyjafossstíflu                             |
| 20  | Fornir árfarvegir í Tungnaárhrauni | Tungnaárhraunið vestan við Bjallavað ber þess merkið að vatnsmiklar ár hafi flæmst um nýrunnið hraunið, borið í það grófan aur og sléttað yfirborðið  | Sigalda og Hrauneyjar       | 5 km suður af Sigöldustíflu. 3 km frá Krókslóni                  |
| 21  | Sveðjuhraun                        | Hraunið er plagíoklasdílótt apalhraun og sandorpið. Það er komið úr óþekktum eldstöðvum undir sunnanverðum Köldukvíslarjökli sem tilheyrir Bárðarbungueldstöðinni   | Hágöngumiðlun               | 5 km norðaustur af Hágöngustíflu. 1 km frá Hágöngulóni           |
| 22  | Hágöngur                           | Fjöll, mynduð á ísöld í jökli og tilheyrir eldstöðvakerfi Tungnafellsjökuls. Líparítmyndunum áberandi   | Kvíslaveita                 | 4 km norður af yfirfalli Hágöngustíflu. 2 km frá Hágöngulóni     |
| 23  | Hágöngugljúfur                     | Gljúfur, um 50-100 m á breidd og 10-20 m djúpt. Gljúfurveggurinn sem snýr að Hágöngu er úr líparíti og móbergi, en veggurinn sem snýr að Hágönguhrauni er grófstuðlað og beltótt                            | Kvíslaveita                 | 2 km suðvestur af Hágöngustíflu. Við Köldukvísl                  |
| 24  | Miðfell – jaðarrás                 | Jaðarrásir utan í lágu líparítelli norðaustan Miðfells  | Kvíslaveita                 | 2,5 km norður af yfirfalli Hágöngustíflu. 2 km frá Hágöngulóni   |
| 25  | Hágöngudalur                       | Dalverpi þar sem lækjadrög renna í og mynda lítil afrennslislaus vötn. Stór og mikil grettistöð sem jöklar hafa borið með sér eru áberandi og einkenna svæðið   | Kvíslaveita                 | 5 km norðvestur af yfirfalli Hágöngustíflu. 5 km frá Hágöngulóni |
| 26  | Rauðkollur                         | Lágt en áberandi rauð-móleitt móbergfell gert úr bergtegundinni andesít   | Kvíslaveita                 | 7 km norðvestur af yfirfalli Hágöngustíflu. 7 km frá Hágöngulóni |
| 27  | Sveðja                             | Áin á upptök í sunnanverðum Köldukvíslarjökli og rennur að lokum út í Hágöngulón. Upp af árósum er falleg aurkeila um 1 km á breidd   | Hágöngumiðlun               | 4 km austur af Hágöngustíflu. Við Hágöngulón                     |

| Nr. | Heiti                          | Lýsing   | Nálægar afstöðvar og veitur | Nálægar afstöðvar, veitur eða miðlanir                           |
|-----|--------------------------------|--|-----------------------------|--|
| 28  | Vonaráfoss                     | Foss, 15-20 m hár og fellur í frjálsu falli niður í djúpan hyl. Gljúfrið er innst úr bólstrabergi, það er þröngt og þverbratt                  | Hágöngumiðlun               | 7 km norðaustur af yfirfalli Hágöngustíflu. 3 km frá Hágöngulóni |
| 29  | Versalir                       | Vestan við Versali við Sprengisandsleið eru yngstu ummerki um jaðar ísaldarjökulsins sem hörfaði til austurs í loks síðasta jökulskeiðs        | Kvíslaveita                 | 5 km suður af Stóraversstíflu. 4 km suður af Dratthalavatni      |
| 30  | Sprungur SA við Kerlingarfjöll | Sprunguþyrpingar með ákveðna stefnu til norðausturs í átt til Hofsjökuls norðan við Arnarfell  | Sultartangi                 | 27 km austur af Stóraversstíflu                                  |
| 31  | Þjórsárhraun                   | Stærsta hraun frá nútíma á Íslandi sem myndast hefur í einu gosi. Það er um 970 km <sup>2</sup> að flatarmáli og 25 km <sup>3</sup> að rúmmáli | Neðri hluti Þjórsár         | Við Þjórsá   |
| 32  | Búðaröðin                      | A.m.k. sjö samsíða jökulgarðar af mismunandi aldri sem marka framrás og hörfun ísaldarjökulsins á Suðurlandi undir lok síðustu ísaldar         | Neðri hluti Þjórsár         | Við Þjórsá   |
| 33  | Urriðafoss                     | Neðsti foss Þjórsár og vatnsmesti foss landsins.   | Neðri hluti Þjórsár         | Í Þjórsá   |

## **Viðauki 4 Flatarmál og hlutfall gróins og ógróins lands undir lón**





Flatarmál (km<sup>2</sup>) og hlutfall (%) gróins og ógróins lands er fóru undir lónstæði á lónasvæði 1.

| Svæði                        | Lón á lónasvæði 1 |                   |              | Sultartangalón    |              | Sporðöldulón      |              | Hrauneyjalón      |              | Króklón           |              | Vatnsfellslón     |              |
|------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Flatarmál (km <sup>2</sup> ) | 151               |                   |              | 20                |              | 8                 |              | 9                 |              | 13                |              | 1                 |              |
| Gróðursamfélög               | Km <sup>2</sup>   | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) |
| - Moslendi                   | 3,99              | 39                | 8            | 22                | 2            | 58                | 26           | 23                | 3            | 35                | 9            |                   |              |
| - Mólendi                    | 2,31              | 22                | 5            | 71                | 8            | 10                | 4            | 4                 | 1            | 11                | 3            |                   |              |
| - Gras- og blómlendi         | 3,71              | 36                | 7            | 5                 | 1            | 30                | 13           | 59                | 8            | 54                | 14           |                   |              |
| - Votlendi                   | 0,27              | 3                 | 1            | 1                 | <1           | 3                 | 1            | 14                | 2            |                   |              |                   |              |
| - Ræktað land                | 0,02              | <1                | <1           |                   |              | <1                | <1           |                   |              |                   |              |                   |              |
| Landgerð                     |                   | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) |
| - Lítt gróið eða ógróið land | 32,03             | 79                | 63           | 75                | 67           | 79                | 44           | 81                | 71           | 82                | 61           | 100               | 100          |
| - Vatn                       | 8,66              | 21                | 17           | 25                | 22           | 21                | 12           | 19                | 16           | 18                | 14           |                   |              |
| - Byggð og mannvirki         | 0,02              | <1                | <1           |                   |              | <1                | <1           |                   |              |                   |              |                   |              |

**Flatarmál (km<sup>2</sup>) og hlutfall (%) gróins og ógróins lands er fóru undir lónstæði á lónasvæði 2.**

| <b>Svæði</b>                 | <b>Lón á lónasvæði 2</b> |                          |                     | <b>Þórisvatn</b>         |                     | <b>Sauðfellslón</b>      |                     |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| Flatarmál (km <sup>2</sup> ) | 90                       |                          |                     | 85                       |                     | 5                        |                     |
| <b>Gróðursamfélög</b>        | <b>Km<sup>2</sup></b>    | <b>% af grónu landi</b>  | <b>Af heild (%)</b> | <b>% af grónu landi</b>  | <b>Af heild (%)</b> | <b>% af grónu landi</b>  | <b>Af heild (%)</b> |
| - Moslendi                   | 0,91                     | 49                       | 1                   | 75                       | 1                   | 6                        | 1                   |
| - Mólendi                    | 0,52                     | 28                       | 1                   | 15                       | <1                  | 48                       | 7                   |
| - Gras- og blómlendi         | <0,01                    | <1                       | <1                  |                          |                     |                          |                     |
| - Votlendi                   | 0,44                     | 23                       |                     | 9                        | <1                  | 46                       | 7                   |
| - Ræktað land                | 0,00                     | 0                        |                     |                          |                     |                          |                     |
| <b>Landgerð</b>              | <b>Km<sup>2</sup></b>    | <b>% af ógrónu landi</b> | <b>Af heild (%)</b> | <b>% af ógrónu landi</b> | <b>Af heild (%)</b> | <b>% af ógrónu landi</b> | <b>Af heild (%)</b> |
| - Lítt gróið eða ógróið land | 12,99                    | 15                       | 14                  | 11                       | 11                  | 85                       | 72                  |
| - Vatn                       | 75,20                    | 85                       | 84                  | 89                       | 88                  | 15                       | 13                  |
| - Byggð og mannvirki         | <0,01                    | <1                       | <1                  |                          |                     |                          |                     |

Flatarmál (km<sup>2</sup>) og hlutfall (%) gróins og ógróins lands er fóru undir lónstæði á lónasvæði 3.

| Svæði                        | Lón á lónasvæði 3 |                   |              | Stóraverslón      |              | Kvísarvatn        |              | Eyvindarverslón   |              | Hreysiskvísarlón  |              | Þjórsárlón        |              |
|------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Flatarmál (km <sup>2</sup> ) | 28,8              |                   |              | 2                 |              | 24                |              | 0,5               |              | 0,3               |              | 2                 |              |
| Gróðursamfélög               | Km <sup>2</sup>   | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) | % af grónu landi  | Af heild (%) |
| - Moslendi                   | 3,53              | 56                | 12           | 14                | 4            | 60                | 13           | 100               | 51           | 100               | 28           | 17                | 2            |
| - Mólendi                    | 1,72              | 27                | 6            | 60                | 19           | 24                | 5            |                   |              |                   |              | 42                | 5            |
| - Gras- og blómlendi         | 0,12              | 2                 | <1           | 10                | 3            |                   |              |                   |              |                   |              | 24                | 3            |
| - Votlendi                   | 0,97              | 15                | 3            | 11                | 5            |                   |              |                   |              |                   |              |                   |              |
| - Ræktað land                |                   | 0                 |              |                   |              |                   |              |                   |              |                   |              |                   |              |
| Landgerð                     | Km <sup>2</sup>   | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) | % af ógrónu landi | Af heild (%) |
| - Lítt gróið eða ógróið land | 21,20             | 94                | 74           | 100               | 69           | 94                | 74           | 100               | 49           | 86                | 62           | 100               | 89           |
| - Vatn                       | 1,29              | 6                 | 4            |                   |              | 6                 | 4            |                   |              | 14                | 10           | 12                | 11           |
| - Byggð og mannvirki         |                   |                   |              |                   |              | 6                 |              |                   |              |                   |              |                   |              |