

Greining á áhrifapáttum vatnshita í straumvötnum

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2013-087

Dags: ágúst 2013

Fjöldi síðna: 58

Upplag: 20

Dreifing:

- ☐ Birt á vef LV
☒ Opin
☐ Takmörkuð til

Titill: Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum

Höfundar/fyrirtæki: Elín Björk Böðvarsdóttir

Verkefnisstjóri: Hákon Aðalsteinsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Greint er frá niðurstöðum tölfræðilegrar úrvinnslu gagna úr vatnshita- og rennismælum á vegum Landsvirkjunnar, Veðurstofu Íslands og Veiðimála- stofnunar. Sveiflur í vatnshita yfir sumartímann voru skoðaðar og lagt mat á hverjir helstu áhrifavaldar væru. Bestu líkön byggðu almennt bæði á lofthita og rennsli. Beint samband vatnshita við lofthita var einnig skoðað og notað til þess að bera saman ár með mismikið rennsli. Að lokum voru sett upp líkön sem nota gögn frá deginum áður til þess að spá fyrir um vatnshita.

Notast var við gögn úr eftirfarandi ám: Kelduá, Fellsá, Jökulsá á Dal (mælistaðir við Brú og við Hjarðarhaga), Jökulsá á Fjöllum (mælistaðir við Grímsstaði, Upptýppinga og í Kreppu), Svartá í Bárðardal, Selá í Vopnafirði, Silungakeldulækur Litla Skarði, Geirlandsá, Víðidalssá, Svartá í Skagafirði, Stóru Laxá og Jökulsá í Fljótsdal.

Lykilorð: vatnshiti, lofthiti, rennsli, straumvötn

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunnar

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Hósti Hannar', written over a horizontal line.

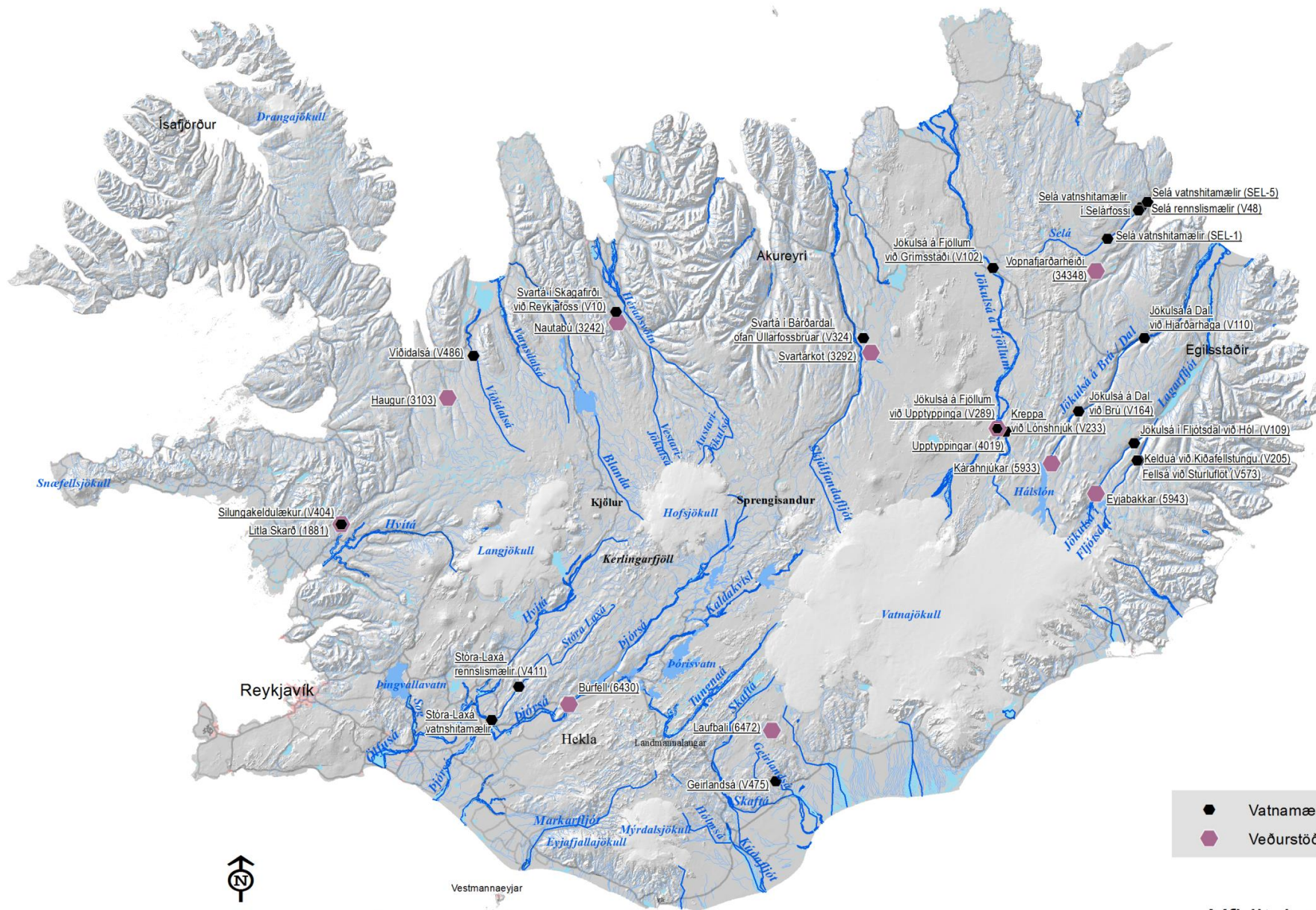
Greining á áhrifapáttum vatnshita í straumvötnum

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	1
1.1	Um gögnin	1
1.2	Aðferðafræði	2
2	KELDUÁ VIÐ KIÐAFELLSTUNGU	4
2.1	Helstu upplýsingar	4
2.2	Besta líkan	4
2.3	Samband við lofthita	4
2.4	Spálíkan	4
3	FELLSÁ VIÐ STURLUFLÖT	6
3.1	Helstu upplýsingar	6
3.2	Besta líkan	6
3.3	Samband við lofthita	6
3.4	Spálíkan	6
4	SAMANBURÐUR Á FELLSÁ OG KELDUÁ	8
5	JÖKULSÁ Á DAL	10
5.1	Helstu upplýsingar	10
5.2	Við Brú	10
5.2.1	Besta líkan	10
5.2.2	Samband við lofthita	10
5.2.3	Spálíkan	10
5.3	Við Hjarðarhaga	12
5.3.1	Besta líkan	12
5.3.2	Samband við lofthita	12
5.3.3	Spálíkan	12
5.4	Samanburður á mælistöðum	14
5.5	Skipt eftir vatnsmagni	14
6	JÖKULSÁ Á FJÖLLUM OG KREPPA	16
6.1	Helstu upplýsingar	16
6.2	Við Grímsstaði	16
6.2.1	Besta líkan	16
6.2.2	Samband við lofthita	16
6.2.3	Spálíkan	17
6.3	Við Upptyppinga	18

6.3.1	Besta líkan	18
6.3.2	Samband við lofthita	18
6.3.3	Spálíkan	18
6.4	Kreppa	20
6.4.1	Besta líkan	20
6.4.2	Samband við lofthita	20
6.4.3	Spálíkan	20
6.5	Samanburður á mælistöðum.....	22
7	SVARTÁ Í BÁRÐARDAL	24
7.1	Helstu upplýsingar	24
7.2	Besta líkan	24
7.3	Samband við lofthita	24
7.4	Spálíkan	24
8	SELÁ Í VOPNAFIRÐI	26
8.1	Helstu upplýsingar	26
8.2	Besta líkan	26
8.3	Samband við lofthita	26
8.4	Spálíkan	26
8.5	Aðrir mælistaðir.....	26
9	SILUNGAKELDULÆKUR LITLA SKARÐI	28
9.1	Helstu upplýsingar	28
9.2	Besta líkan	28
9.3	Samband við lofthita	28
9.4	Spálíkan	28
10	GEIRLANDSÁ	30
10.1	Helstu upplýsingar	30
10.2	Besta líkan	30
10.3	Samband við lofthita	30
10.4	Spálíkan	30
11	VÍÐIDALSÁ.....	32
11.1	Helstu upplýsingar	32
11.2	Besta líkan	32
11.3	Samband við lofthita	32
11.4	Spálíkan	32

12	SVARTÁ Í SKAGAFIRÐI.....	34
12.1	Helstu upplýsingar	34
12.2	Besta líkan	34
12.3	Samband við lofthita	34
12.4	Spálíkan	34
13	STÓRA-LAXÁ	36
13.1	Helstu upplýsingar	36
13.2	Besta líkan	36
13.3	Samband við lofthita	36
13.4	Spálíkan	36
14	JÖKULSÁ Í FLJÓTSDAL VIÐ HÓL.....	38
14.1	Helstu upplýsingar	38
14.2	Fyrir virkjun.....	38
14.2.1	Besta líkan	38
14.2.2	Samband við lofthita.....	38
14.2.3	Spálíkan	38
14.3	Eftir virkjun	40
14.3.1	Besta líkan	40
14.3.2	Samband við lofthita.....	40
14.3.3	Spálíkan	40
14.4	Samanburður fyrir og eftir virkjun.....	40
15	SAMANTEKT Á NIÐURSTÖÐUM.....	42
15.1	Besta líkan	42
15.2	Samband við lofthita	42
15.3	Spálíkan	47
16	ÞAKKIR	47
17	HEIMILDIR.....	47



1 INNGANGUR

Undanfarin ár hafa vatnshiti og rennsli verið mæld í ýmsum straumvötnum á landinu. Tilgangur þessa verkefnis var að framkvæma tölfræðilega úrvinnslu fyrir úrtak af tiltækum gögnum, með það markmið að greina helstu áhrifaþætti vatnshita og leita eftir því að ná fram sambandi milli vatnshita og rennslis. Notast var við breitt safn af ám til þess að fá sem almennasta niðurstöðu og marktækastan samanburð.

Í þessari skýrslu er farið yfir gagnavinnslu og aðferðafræði, gerð grein fyrir niðurstöðum á sérhverjum mælistað fyrir sig, auk samanburðar í lokin. Í viðauka má finna lista yfir staðsetningu allra mæla með hnitum. Einnig má sjá gröf sem sýna alla punkta sem notaðir voru við úrvinnsluna og það samband sem er mest lýsandi fyrir sérhvern áhrifaþátt.

1.1 Um gögnin

Mælistaðir þar sem bæði voru til vatnshita- og rennslismælingar voru notaðir og gögn fengin frá Veðurstofu Íslands og Veiðimálastofnun. Veðurgögn voru einnig fengin frá Veðurstofunni, en fyrir sérhvern mælistað var notast við gögn frá þeirri veðurstöð sem næst var mælistaðnum og helst ofar á vatnasviðinu. Misjafnt var hvort gögn í klukkustundar- eða dagsupplausn voru notuð. Fyrir þær ár sem hafa mikla dægursveiflu dugði ekki að nota gögn í dagsupplausn. Aftur á móti var ekki alltaf gott að nota klukkustundarupplausn vegna einstakra sveiflna sem gátu skekkt líkanið. Því var valið að notast við gögn í klukkustundarupplausn þegar unnið var með jökulár, en annars dagsupplausn.

Litlar sveiflur eru í vatnshita yfir vetrartímann og margar ár eru undir ís. Til þess að fá sem nákvæmastar niðurstöður þegar kemur að sveiflum í vatnshita var valið að sleppa þeim punktum þar sem ástandið telst vera stöðugt. Í upphafi var athugað hvort betra væri að sleppa gögnum með hliðsjón af ákveðnu hitastigi eða ákveðnu tímabili. Í ljós kom að töluvert betra var að einskorða gögnin við sumartímann, því annars var hætt á að fá inn einstaka punkta yfir vetrartímann sem féllu ekki að hinni almennu sveiflu. Erfitt var að skilgreina ákveðnar dagsetningar fyrir upphaf og lok sumars, en valið var að notast við 1. maí og 31. október sem staðlaðar dagsetningar. Ef með þurfti var tímabilið síðan endurskoðað og stytt út frá gögnunum.

Til þess að ákvarða hvað hefði áhrif á sveiflur vatnshita voru ýmsir þættir veðurfars skoðaðir fyrir ólíkar ár. Eins og við mátti búast hafði lofthiti áberandi mest áhrif. Rennsli hafði yfirleitt töluverð áhrif, en það fór þó að miklu leyti eftir vatnsmagni. Úrkoma virtist hvorki hafa áhrif ein og sér, né bæta einhverju við þegar tekið hafði verið tillit til lofthita og rennslis. Áhrif hennar koma þó að sjálfsögðu inn í auknu rennsli. Vindur hafði mismikil áhrif og fór það að einhverju leyti eftir afstöðu veðurstöðvar með tilliti til mælistaðs. Áhrifin virtust þó helst fólgin í því að magna upp áhrif lofthita eða rennslis. Vindur og úrkoma geta valdið aukinni jökulbráð, en þau áhrif komu að mestu leyti fram í breyttu rennsli. Litið var svo á að blöndun vatns í ánum væri almennt nægileg til að jafna út vatnshitann.

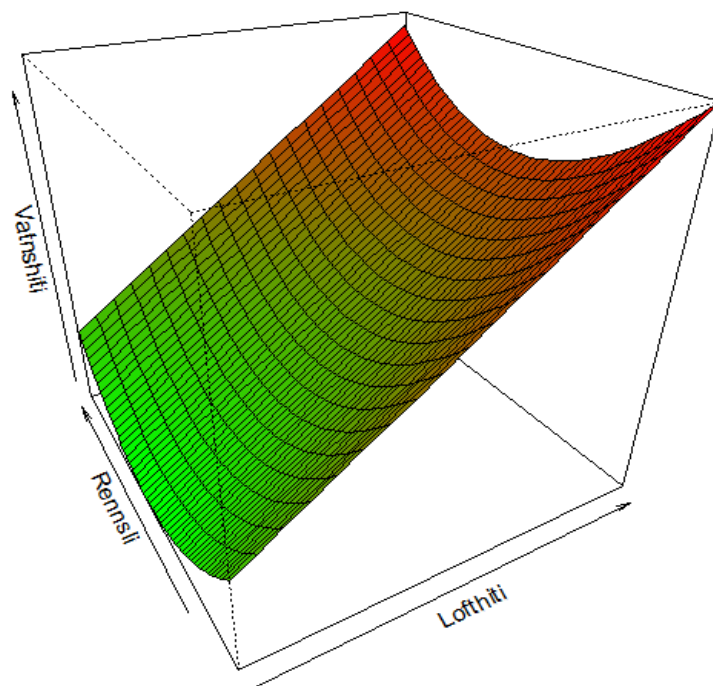
1.2 Aðferðafræði

Forritið R var notað við alla tölfræðilega úrvinnslu, en Excel fyrir gagnameðhöndlun. Aðhvarfsgreining var notuð til þess að setja upp líkön sem lýstu vatnshitunum. Við val á líkani var leitast eftir að hafa leiðréttan útskýringarstuðul R_{adj}^2 sem hæstan, án þess að taka inn ómarktæka stika. Leiðréttur útskýringarstuðull tekur tillit til fjölda stika sem metnir eru og því er mikilvægt að meta sem fæsta stika þegar lítið er af gögnum. Einnig er dreifing restliða borin saman við normaldreifingu og lítið á hlutfall restliða innan $\pm 3\sigma$ marka, en það skal vera 99,7% fyrir fullkomna normaldreifingu. Eðlilegur fjöldi restliða sem lendir utan marka er því mishár eftir því hversu marga gagnapunkta er unnið með.

Fyrsta skref fyrir hverja á var að ákvarða hliðrun veðurgagna út frá fylgni vatnshita og lofthita. Fyrir gögn í dagsupplausn var athugað hvort betra væri að nota veðurgögn frá sama degi eða einum degi fyrr. Fyrir gögn í klukkustundarupplausn voru skoðaðar hliðranir um mismargar klukkustundir og fylgst með sveiflu í fylgni. Besta hliðrun var síðan ákvörðuð út frá hæstu fylgninni.

Eftir að fylgni hafði verið metin þurfti að ákvarða hvaða samband skildi nota fyrir sérhvern áhrifaþátt. Það var gert með því að stilla upp líkönum fyrir einstaka áhrifaþætti og velja líkan út frá leiðréttum útskýringarstuðli, fjölda og marktækni stika, auk staðalfráviks restliða. Almennt var samband vatnshita við lofthita línulegt en samband við rennsli var breytilegt eftir ám og virtist að mestu leyti háð vatnsmagni. Út frá þeim samböndum sem fengust var sett upp líkan sem lýsir sveiflum í vatnshita en stikaval var síðan endurskoðað út frá marktækni.

Til þess að gera niðurstöðurnar sem aðgengilegastar voru sett upp þrívíddargröf fyrir sérhvert líkan, sambærilegt því sem sjá má á grafi 1. Lofthiti er greinilega ríkjandi áhrifaþáttur og vatnshiti eykst í hlutfalli við aukningu í lofthita. Aftur á móti er samband við rennsli flóknara og auk þess mismunandi eftir ám. Á grafinu höfum við samband þar sem vatnshitinn er hæstur fyrir mjög lítið eða mjög mikið rennsli. Þar á milli getur verið töluvert vatnsmagn í ánni en minni hreyfing á því og því fæst lægri vatnshiti.



Graf 1. Sýnishorn af þrívíddargrafi fyrir almennt líkan.

Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum

Einnig voru sett upp líkön sem byggðu eingöngu á lofthita og reynt að ná fram áhrifum rennslis með samanburði á ólíkum ám. Besta beina lína í gegnum punktastafnið var ákvörðuð, bæði með og án þess að þvinga skurðpunkta línanna í gegnum núllpunktinn. Hallatölur línanna voru að lokum bornar saman með tilliti til rennslis.

Líkönin sem lýst er hér að ofan nýtast ekki til þess að spá fyrir um vatnshita, þar sem þau byggja á rauntímaupplýsingum. Því var sett upp ein tegund líkana í viðbót, spálíkön sem byggðu á vatnshita, lofthita og rennsli frá deginum áður. Ferlið við uppsetningu var sambærilegt og áður, þ.e. samband við áhrifaþætti metið og stíkar valdir út frá marktækni. Fyrir gögn í klukkustundarupplausn var lofthita hliðrað um sólarhring, auk þeirra klukkustunda sem ákvarðaðar voru sem besta hliðrun í upphafi.

Í líkönunum sem kynnt verða hér á eftir er notast við eftirfarandi tákn:

- **WT:** Vatnshiti (eining: °C)
- **AT:** Lofthiti (eining: °C)
- **Q:** Rennsli (eining: m³/s)
- **WT_y:** Vatnshiti daginn áður (eining: °C)
- **AT_y:** Lofthiti daginn áður (eining: °C)
- **Q_y:** Rennsli daginn áður (eining: m³/s)
- **ε:** Restliður (normaldreifður með meðaltal 0 og staðalfrávik σ)

2 KELDUÁ VIÐ KIÐAFELLSTUNGU

2.1 Helstu upplýsingar

Kelduá er dragá með örlitlum jökulþætti. Kelduá á upptök sín í Kelduárvatni og fellur eftir Þorgerðarstaðadal og síðan Suðurdal. Við Sturluflöt fellur Fellsá í Kelduá og að lokum rennur Kelduá í Jökulsá í Fljótsdal. Vatnshita- og rennslismælingar voru úr mæli í Gerpishyl, ofan við ármót Fellsár og Kelduár. Notast var við veðurgögn frá Eyjabökkum með hliðrun um einn dag. Gögnin náðu yfir tímabilið 01.05.2006-30.08.2009.

2.2 Besta líkan

$$WT = 4,01 - 0,104 \cdot Q + 5,64 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2 + 0,753 \cdot AT + \varepsilon \quad (1)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,826$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,40$.

99,7% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 2 restliðir eru utan markanna. Þessi gildi eru bæði síðsumar 2007 þegar lofthiti er töluvert undir frostmarki daginn áður en stekkur svo töluvert upp fyrir frostmark án þess að ná að hafa áhrif á vatnshitann.

2.3 Samband við lofthita

$$WT = 2,58 + 0,681 \cdot AT + \varepsilon \quad (2)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,688$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,87$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

$$WT = 0,996 \cdot AT + \varepsilon \quad (3)$$

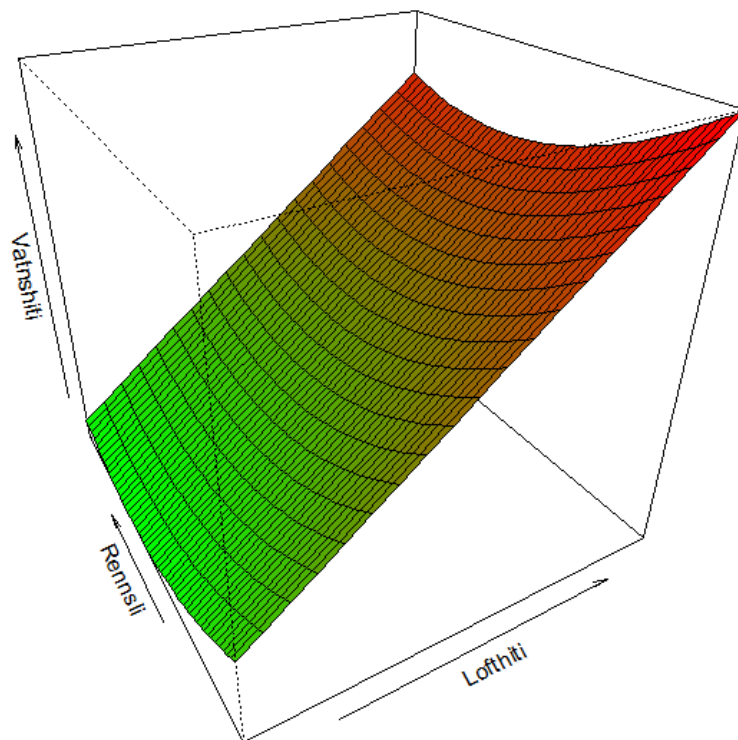
Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,848$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,55$.

2.4 Spálíkan

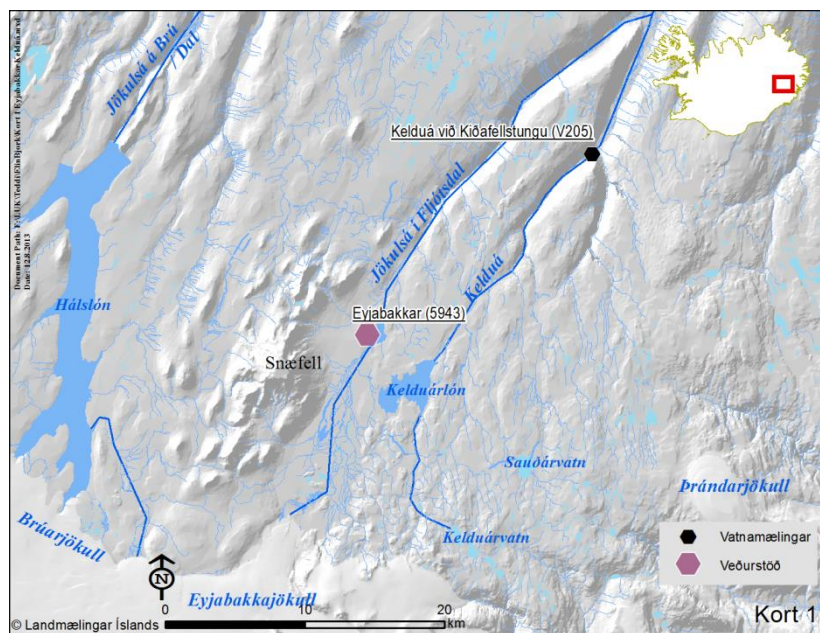
$$WT = 1,02 + 0,633 \cdot WT_y - 1,51 \cdot 10^{-2} \cdot Q_y + 0,194 \cdot AT_y + 1,41 \cdot 10^{-2} \cdot WT_y \cdot AT_y + \varepsilon \quad (4)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,963$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,666$.

Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum



Graf 2. Líkan sem lýsir vatnshita í Kelduá út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (1).



3 FELLISÁ VIÐ STURLUFLÖT

3.1 Helstu upplýsingar

Fellsá er bergvatnsá með töluverðu dragárvatni. Efstu drög Fellsár eru um 3 km austur af Sauðárvatni. Hún fellur ofan í Villingadal og rennur að lokum í Kelduá. Vatnshita- og rennslismælingar koma frá mælistað við Sturluflöt, ofan við ármót Fellsár og Kelduár. Notast var við veðurgögn frá Eyjabökkum með hliðrun um einn dag. Gögnin náðu yfir tímabilið 01.09.2006-31.10.2010.

3.2 Besta líkan

$$WT = 3,65 - 1,64 \cdot 10^{-2} \cdot Q^2 + 5,13 \cdot 10^{-4} \cdot Q^3 - 4,02 \cdot 10^{-6} \cdot Q^4 + 0,709 \cdot AT + \varepsilon \quad (5)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,793$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,58$.

99,7% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 2 restliðir eru utan markanna. Þessir restliðir lenda einnig utan $\pm 4\sigma$ marka. Annað gildið er vegna stökks í lofthita í október 2008. Ástæðan fyrir því að hinn restliðurinn er óvenju hár er ekki eins skýr vegna eyðu í gögnunum. Þó er líklegt að lofthiti sé töluvert lægri en dagana á undan og það valdi þessari skekkju.

3.3 Samband við lofthita

$$WT = 2,76 + 0,641 \cdot AT + \varepsilon \quad (6)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,638$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,08$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

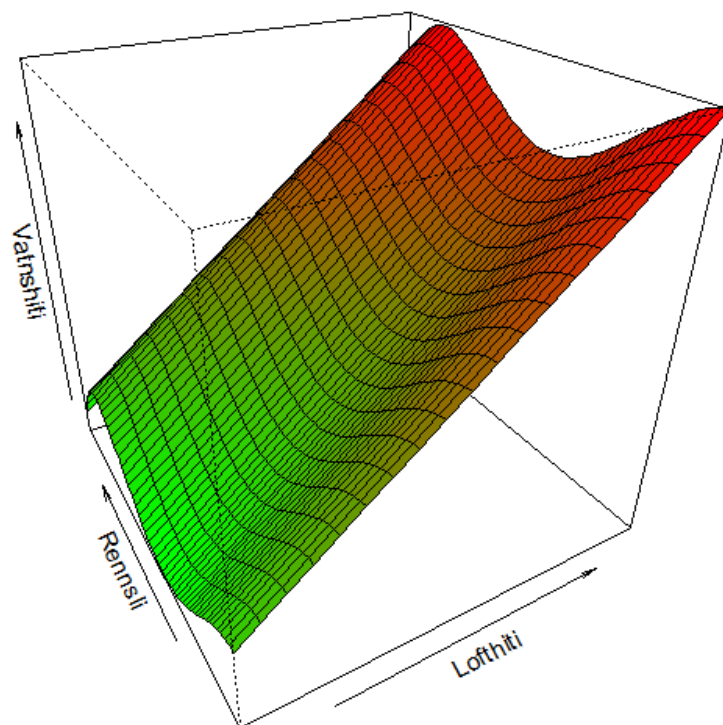
$$WT = 0,960 \cdot AT + \varepsilon \quad (7)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,797$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,88$.

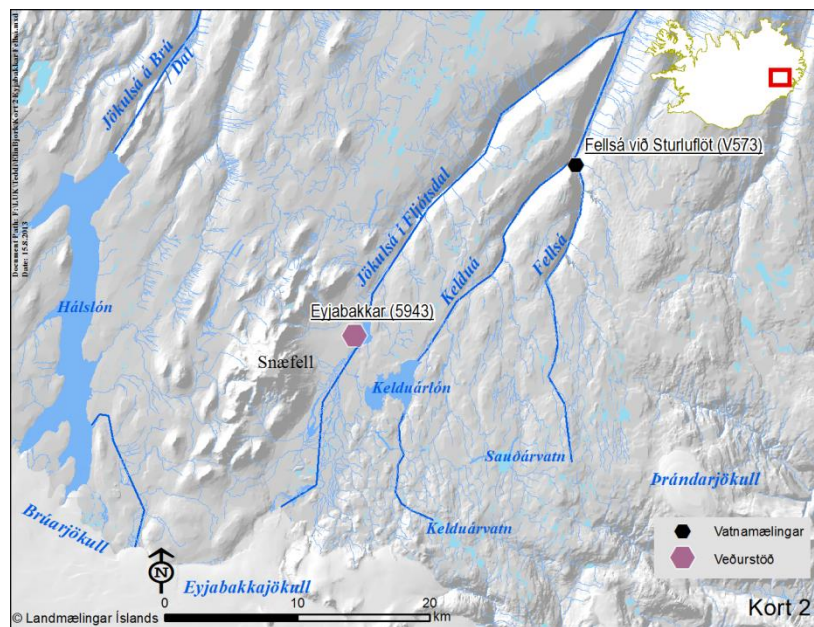
3.4 Spálíkan

$$WT = 1,12 + 0,617 \cdot WT_y - 5,94 \cdot 10^{-2} \cdot Q_y + 0,197 \cdot AT_y + 5,12 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot Q_y + 1,53 \cdot 10^{-2} \cdot WT_y \cdot AT_y - 2,84 \cdot 10^{-3} \cdot Q_y \cdot AT_y + \varepsilon \quad (8)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,974$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,562$.



Graf 3. Líkan sem lýsir vatnshita í Fellsá út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (5).

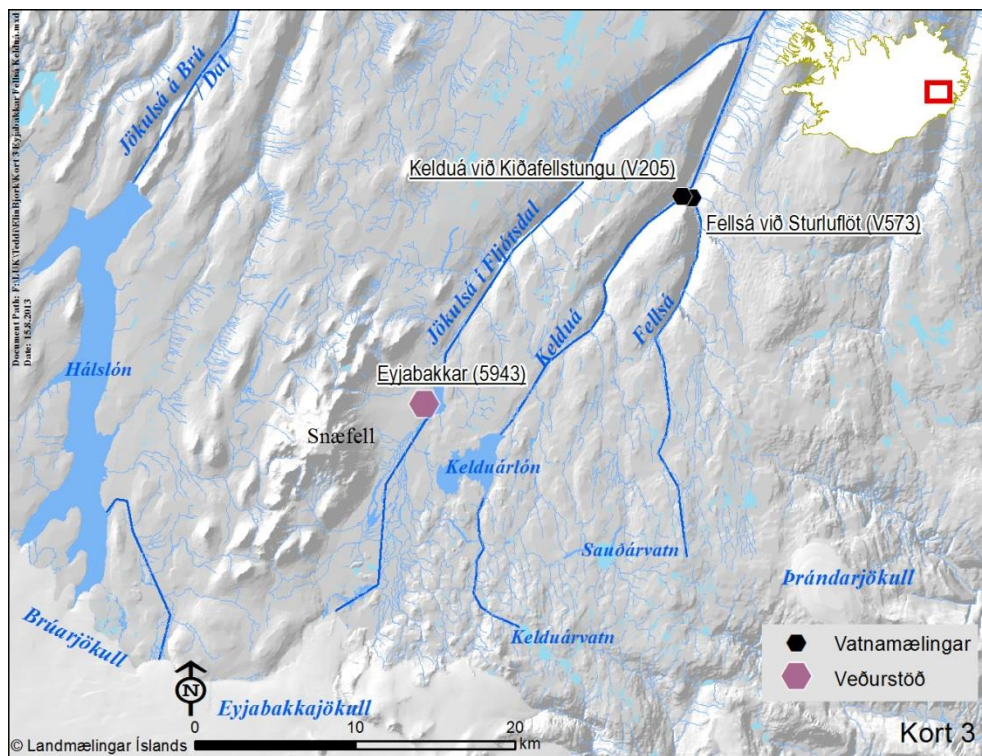


4 SAMANBURÐUR Á FELLSA OG KELDUÁ

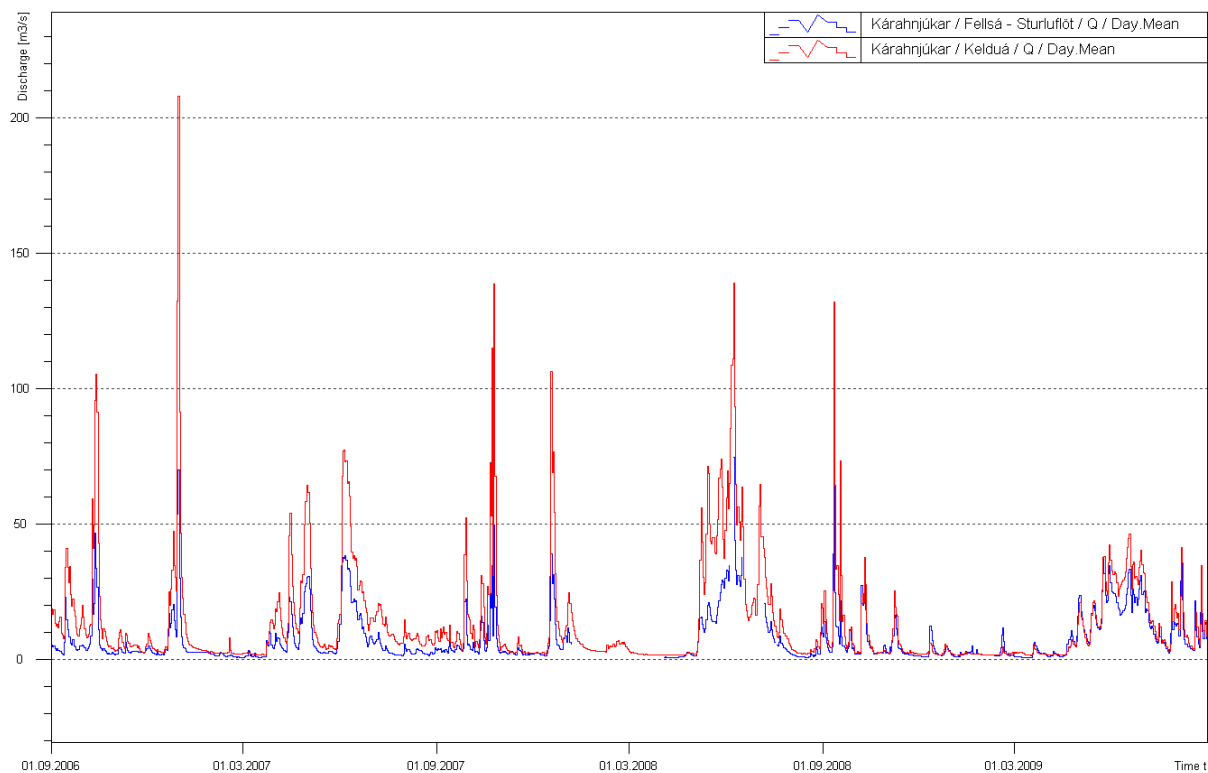
Línurit 1 og 2 sýna rennsli og vatnshita á mælistöðunum fyrir það tímabil þar sem til eru mælingar úr báðum mælum. Vatnshiti á báðum stöðum er mjög svipaður og sömu sveiflur fást í rennsli, en það er almennt meira í Kelduá heldur en í Fellsá.

Þónokkur munur er á niðurstöðum úr Fellsá og Kelduá. Ef litið er á besta líkan og samband við lofthita sést að Kelduá fylgir lofthitanum betur heldur en Fellsá. Áhrif annarra umhverfispátta virðast því töluvert meiri í Fellsá. Einnig er veðurstöðin við Eyjabakka nær farvegi Kelduár heldur en Fellsár auk þess sem Kelduá hefur runnið lengur frá upptökum. Kelduá fellur langan hluta leiðar sinnar í flúðum á meðan Fellsá fellur brattara, sem getur einnig útskýrt þennan mun. Aftur á móti fást betri niðurstöður fyrir Fellsá þegar spálíkanið er skoðað, sem bendir til þess að vatnshiti sé að miklu leyti undir áhrifum frá fyrri degi.

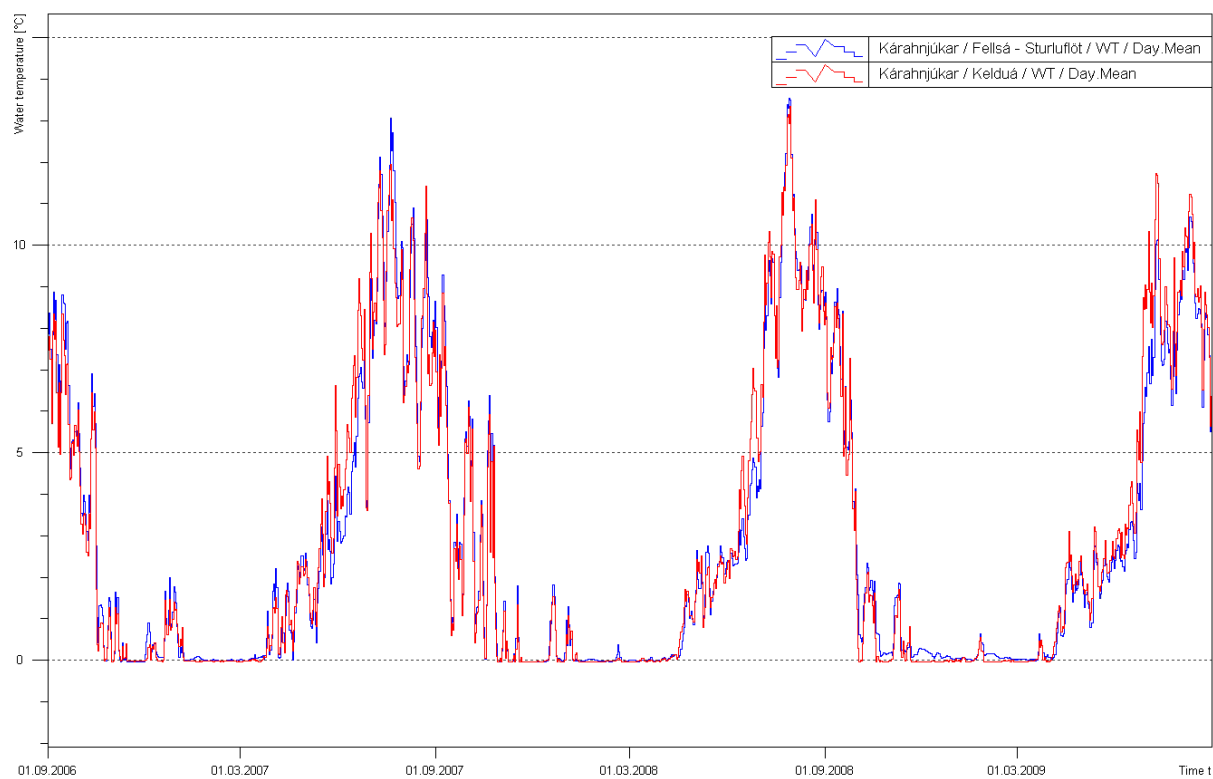
Að einhverju leyti er hægt að útskýra ólíkar niðurstöður með því að tímabil mælinga er ekki nákvæmlega það sama á báðum stöðum. Þar sem við höfum ekki margar mælingar er vægi hvernar mælingar töluvert og því meiri líkur á að ólík tímabil valdi skekkju þegar kemur að samanburði. Hæsti restliðurinn fyrir Fellsá, þegar litið er á besta líkanið, er utan þess tímabils sem skarast við mælingar úr Kelduá. Á þeim hlutum tímabilanna sem skarast eru allir restliðir sambærilegir.



Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum



Línurit 1. Samanburður á mældu rennsli í Fellsá við Sturluflöt og í Kelduá við Kiðafellstungu.



Línurit 2. Samanburður á mældu m vatnshita í Fellsá við Sturluflöt og í Kelduá við Kiðafellstungu.

5 JÖKULSÁ Á DAL

5.1 Helstu upplýsingar

Jökulsá á Dal á upptök sín í Brúarjökli, fellur um Jökuldal og til sjávar í Héraðsflóa. Fyrir virkjun var hún dæmigerð jökulá, með mikinn framburð og sveiflur í rennsli. Eftir virkjun fer megnið af jökulvatninu um jarðgöng til Fljótsdalsstöðvar og skilar sér til sjávar um Lagarfljót. Neðan stíflunnar líkist áin því oftast bergvatnsá, nema þegar Háslón er á yfirfalli, en þá rennur vatn til hennar með upphafshita um 6°C. Annars hefur áin öll einkenni dragáa.

Á tveimur mælistöðum í ánni, við Brú og Hjarðarhaga, hafa verið reknir bæði vatnshita- og rennislismælar. Brú er ofarlega í ánni, aðeins 50 km frá upptökum árinna. Hjarðarhagi er aftur á móti töluvert neðar í ánni og þar hafa fleiri þverár fallið í jökulána. Notast var við veðurgögn frá Kárahnjúkum. Besta hliðrun lofthita var 4 klukkustundir við Brú, en 3 klukkustundir við Hjarðarhaga. Gögn úr báðum mælum náðu yfir tímabilið 01.05.2009-31.08.2012. Það var því eingöngu hægt að skoða aðstæður eftir virkjun.

5.2 Við Brú

5.2.1 Besta líkan

$$WT = 5,82 - 1,59 \cdot \log(Q) + 0,844 \cdot AT + 0,159 \cdot \log(Q) \cdot AT + \varepsilon \quad (9)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,851$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,44$. 99,4% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 89 restliðir eru utan markanna. Þar af lenda 8 restliðir einnig utan $\pm 4\sigma$ marka. Flestir þessara punkta eru í upphafi sumars þegar rennsli er mikið og lofthiti hefur því ekki jafn mikil áhrif á vatnshitann og yfir hásumarið. Einnig eru þó nokkrir punktar sem hægt er að skýra með stökki í lofthita þegar farið er að kólna í lok sumars. Einnig eru háir restliðir seinni part sumars 2010 vegna skyndilegrar aukningar í rennsli og miklum sveiflum vatnshita í kjölfarið.

5.2.2 Samband við lofthita

$$WT = 4,04 + 0,672 \cdot AT + \varepsilon \quad (10)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,660$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,18$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

$$WT = 1,12 \cdot AT + \varepsilon \quad (11)$$

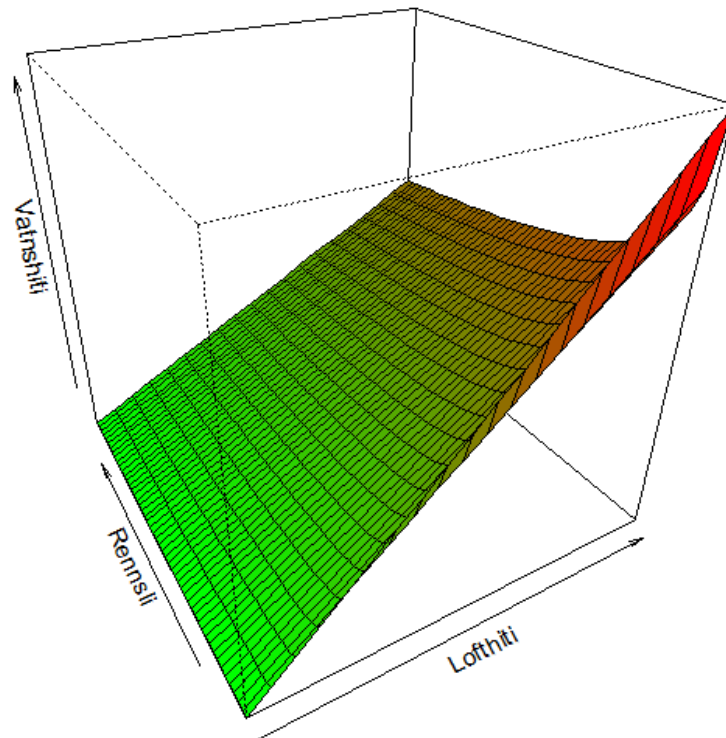
Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,815$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 3,52$.

5.2.3 Spálíkan

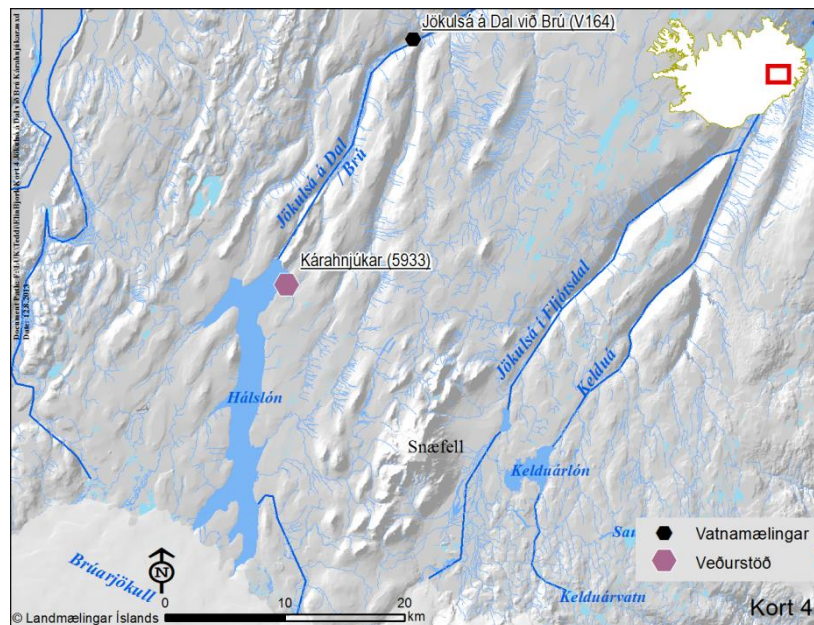
$$WT = 1,10 + 0,923 \cdot WT_y - 0,464 \cdot \log(Q_y) + 7,24 \cdot 10^{-2} \cdot AT_y - 7,83 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot AT_y + \varepsilon \quad (12)$$

Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,860$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,40$.



Graf 4. Líkan sem lýsir vatnshita í Jökulsá á Dal við Brú út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (9).



5.3 Við Hjarðarhaga

5.3.1 Besta líkan

$$WT = 5,32 - 3,31 \cdot 10^{-2} \cdot Q + 1,24 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2 - 1,29 \cdot 10^{-7} \cdot Q^3 + 0,841 \cdot AT - 6,07 \cdot 10^{-3} \cdot Q \cdot AT + 2,09 \cdot 10^{-5} \cdot Q^2 \cdot AT - 2,02 \cdot 10^{-8} \cdot Q^3 \cdot AT + \varepsilon \quad (13)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,783$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,65$.

99,1% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 131 restliðir eru utan markanna. Innan $\pm 4\sigma$ marka eru 99,8% restliða, þ.e. 26 restliðir lenda einnig utan þeirra marka. Af þessum restliðum lenda 4 einnig utan $\pm 5\sigma$ marka. Flestir þessara punkta eru í upphafi sumars þegar rennsli er mikið og lofthiti hefur því ekki jafn mikil áhrif á vatnshitann og yfir hásumarið. Einnig eru þó nokkrir punktar vegna stökks í lofthita þegar farið er að kólna í lok sumars. Einnig eru háir restliðir seinni part sumars 2010 vegna skyndilegrar aukningar í rennsli og miklum sveiflum vatnshita í kjölfarið.

5.3.2 Samband við lofthita

$$WT = 3,83 + 0,611 \cdot AT + \varepsilon \quad (14)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,606$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,22$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

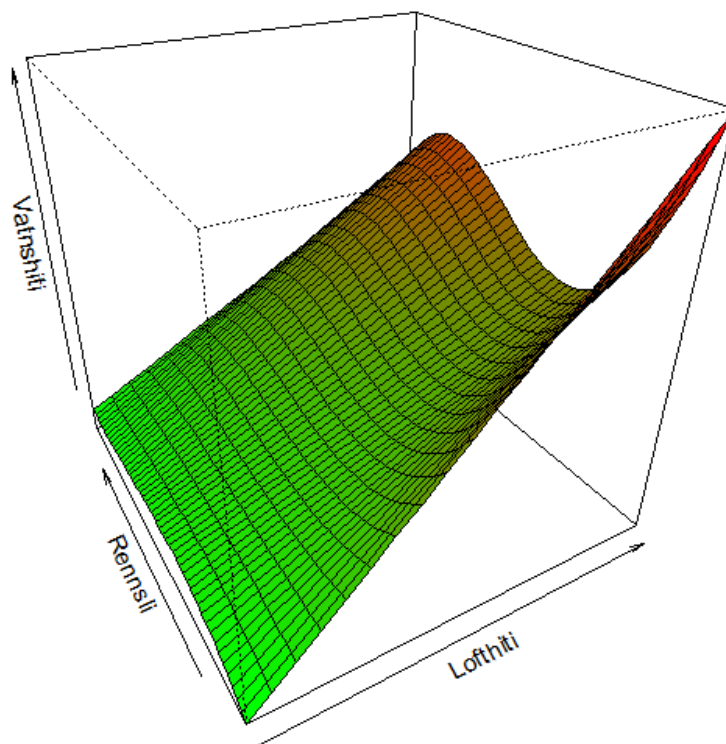
$$WT = 1,04 \cdot AT + \varepsilon \quad (15)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,784$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 3,49$.

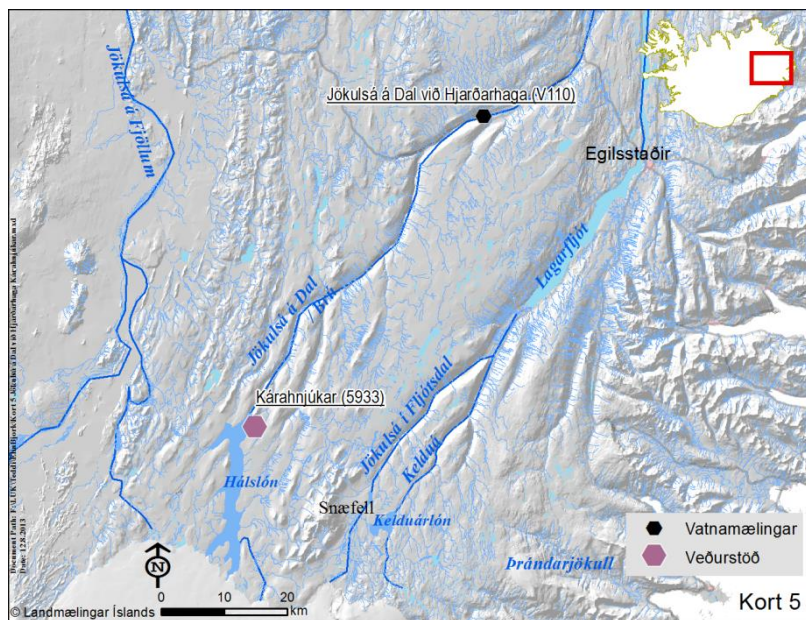
5.3.3 Spálíkan

$$\begin{aligned} WT = & 0,917 + 0,841 \cdot WT_y - 8,87 \cdot 10^{-3} \cdot Q_y + 2,40 \cdot 10^{-5} \cdot Q_y^2 + 0,105 \cdot AT \\ & + 1,26 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot Q_y - 3,76 \cdot 10^{-6} \cdot WT_y \cdot Q_y^2 - 2,50 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot AT_y \\ & - 8,82 \cdot 10^{-4} \cdot Q_y \cdot AT_y + 1,01 \cdot 10^{-6} \cdot Q_y^2 \cdot AT_y \\ & + 4,13 \cdot 10^{-5} \cdot WT_y \cdot Q_y \cdot AT_y + \varepsilon \end{aligned} \quad (16)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,914$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,03$.



Graf 5. Líkan sem lýsir vatnshita í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (13).



5.4 Samanburður á mælistöðum

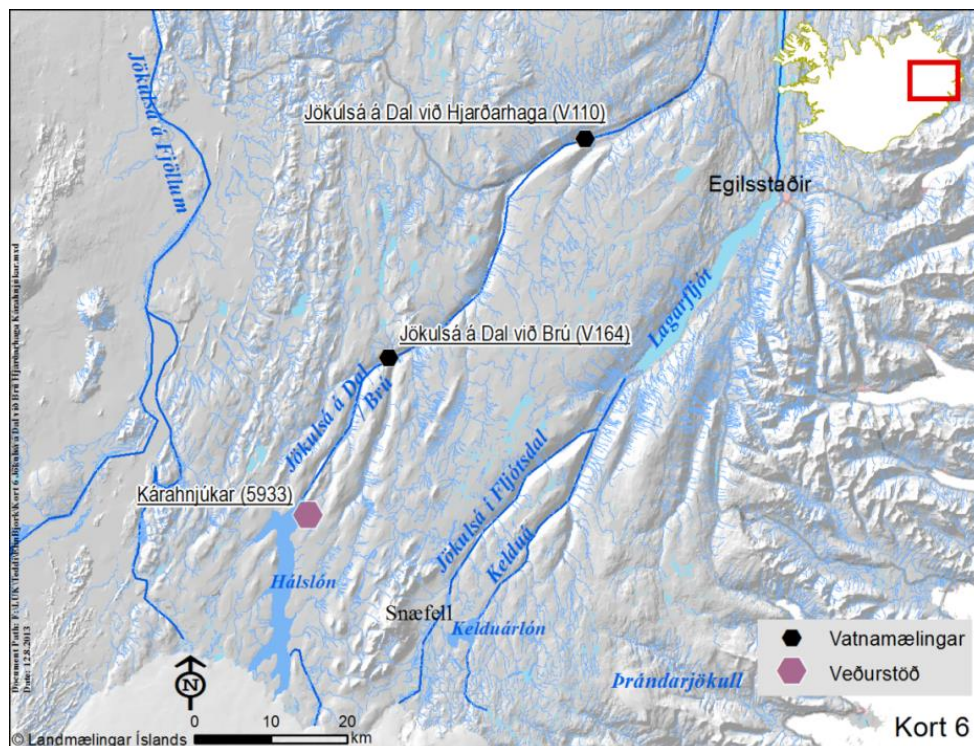
Gögn úr báðum mælum náðu yfir sama tímabil og á línuritum 3 og 4 má sjá mælt rennsli og vatnshita. Vatnshiti á báðum stöðum er mjög svipaður og sömu sveiflur fást í rennsli, en þær eru almennt meiri við Hjarðarhaga en Brú, sem er ofar á vatnasviðinu. Hæstu restliðir eru sambærilegir í báðum ám.

Þegar besta líkan og samband við vatnshita er skoðað fást töluvert betri niðurstöður þegar notast er við gögn frá Brú. Það er eðlilegt þar sem Hjarðarhagi er fjær upptökum og ýmsir umhverfispættir hafa haft meiri áhrif. Þverár sem renna í jökulána milli mælistaðanna hafa mismunandi upphafshitastig, t.d. eftir því hvort þær rekja uppruna sinn til stöðuvatna og hafa verið undir áhrifum af lofthita í lengri tíma. Aftur á móti fást betri niðurstöður við Hjarðarhaga þegar spálíkanið er skoðað, líkt og búast mátti við þar sem Brú er nálægt upptökum og áhrif frá deginum áður því ekki jafn mikil.

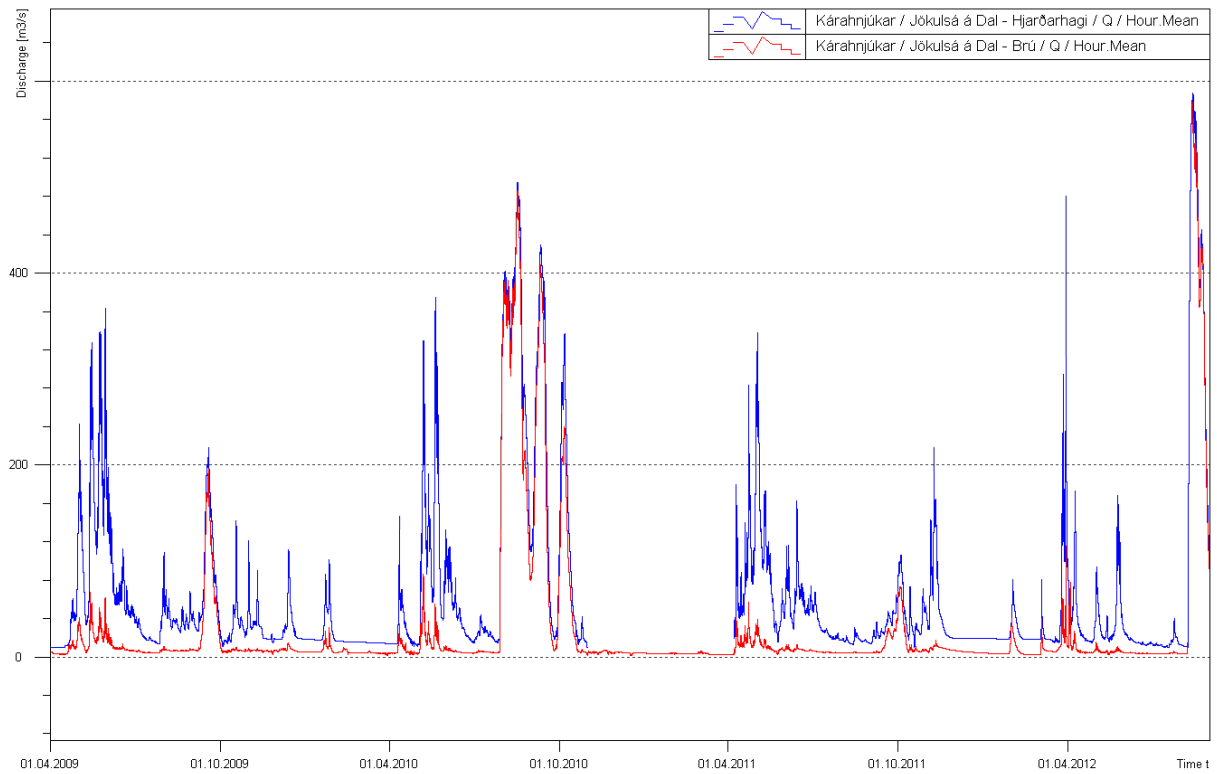
5.5 Skipt eftir vatnsmagni

Jökulsá á Dal getur bæði hegðað sér sem jökulá og sem dragá eftir því hvort Háslón er á yfirfalli. Líkan getur því gefið bjagaða mynd þegar reynt er að líkja eftir báðum þáttunum í einu. Til þess að fá sem nákvæmastar niðurstöður var gögnunum skipt í tvennt eftir rennsli og samband við vatnshita skoðað fyrir sitt hvort tilfellið.

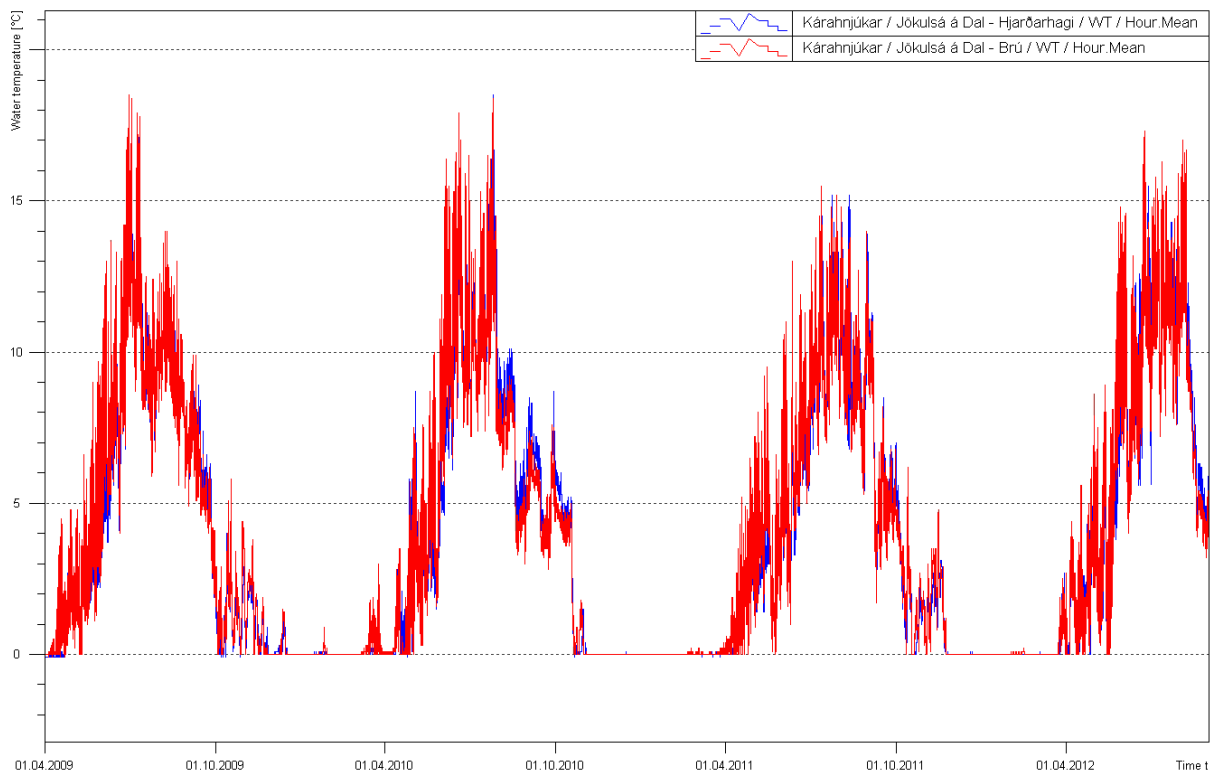
Til þess að fá sem bestan samanburð var skurðpunktur festur í (0,0). Hallatölurnar sem fengust við Brú voru 1,19 sem dragá og 0,737 sem jökulá, en við Hjarðarhaga fengust 1,10 sem dragá og 0,809 sem jökulá. Þessar niðurstöður eru í samræmi við það sem fæst almennt fyrir jökulár. Aftur á móti er óvenjulegt að vatnshitinn verði hærri en lofthitinn, en það virðist vera tilfellið þegar áin hegðar sér eins og dragá. Mögulega er hægt að útskýra það með því að samanlagt yfirborð allra þveráa sem renna í Jökulsá á Dal er mjög mikið og vatnið hitnar því fljótt. Athygli vekur að skiptingin er sterkari við Brú heldur en við Hjarðarhaga. Það er þó í samræmi við að ýmsir aðrir umhverfispættir hafa haft áhrif á ána þegar vatnið hefur runnið niður að Hjarðarhaga.



Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum



Línurit 3. Samanburður á mældu rennsli í Jökulsá á Dal við Brú og við Hjarðarhaga.



Línurit 4. Samanburður á mældum vatnshita í Jökulsá á Dal við Brú og við Hjarðarhaga.

6 JÖKULSÁ Á FJÖLLUM OG KREPPA

6.1 Helstu upplýsingar

Jökulsá á Fjöllum á upptök sín í Dyngjujökli og Brúarjökli og fellur til sjávar í Öxarfirði. Farvegur hennar er austan við Herðubreiðalindir og norður um Kelduhverfi. Áin er hvergi virkjuð og ekki stendur til að virkja hana. Mikið rennsli er í ánni, sér í lagi yfir sumartímenn þegar það sveiflast í takt við jökulleysingar.

Á tveimur mælistöðum í ánni, við Grímsstaði og Upptyppinga, hafa verið reknir bæði vatnshita- og rennslismælar. Upptyppingar eru mjög ofarlega, um 40 km frá jökli, og þar hefur vatnið runnið í einhverjar klukkustundir. Grímsstaðir eru aftur á móti töluvert fjær upptökunum, en þar hefur vatnið runnið í tæpan sólarhring. Notast var við veðurgögn frá Upptyppingum. Besta hliðrun lofthita var 2 klukkustundir við Grímsstaði, en 4 klukkustundir við Upptyppinga. Gögn úr mæli við Grímsstaði náðu yfir tímabilið 01.09.2006-31.08.2012. Gögn úr mæli við Upptyppinga náðu yfir tímabilið 08.09.2005-22.05.2012.

Kreppa er önnur helsta upptaka Jökulsár á Fjöllum og er að langmestu leyti jökulá. Það er því eðlilegt að fjalla um Kreppu í samanburði við Jökulsá á Fjöllum. Kreppa er jökulá sem á upptök sín í Brúarjökli og fellur í Jökulsá á Fjöllum við Arnardalsmúla. Vatnshita- og rennslismælingar voru úr mæli við Lónshnjúk og notast var við veðurgögn frá Upptyppingum með hliðrun um 4 klukkustundir. Gögnin náðu yfir tímabilið 01.09.2005-31.08.2011.

6.2 Við Grímsstaði

6.2.1 Besta líkan

$$WT = 4,86 - 0,457 \cdot \log(Q) + 0,687 \cdot AT - 0,127 \cdot \log(Q) \cdot AT + \varepsilon \quad (17)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,694$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,26$.

99,7% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 70 restliðir eru utan markanna. Þar af lendir 1 restliður einnig utan $\pm 4\sigma$ marka. Hæsti restliðurinn er vegna stökks í lofthita í október sem nær ekki að hafa áhrif á vatnshitann. Aðrir punktar eru annað hvort einnig vegna stökks í lofthita eða í grennd við rennslistoppa.

6.2.2 Samband við lofthita

$$WT = 3,80 + 0,364 \cdot AT + \varepsilon \quad (18)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,682$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,28$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

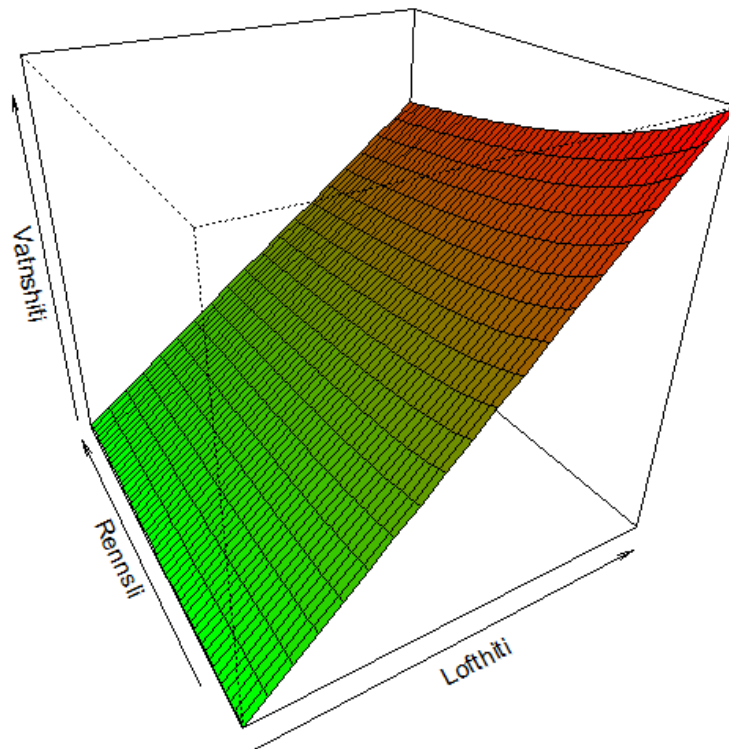
$$WT = 0,730 \cdot AT + \varepsilon \quad (19)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,783$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,90$.

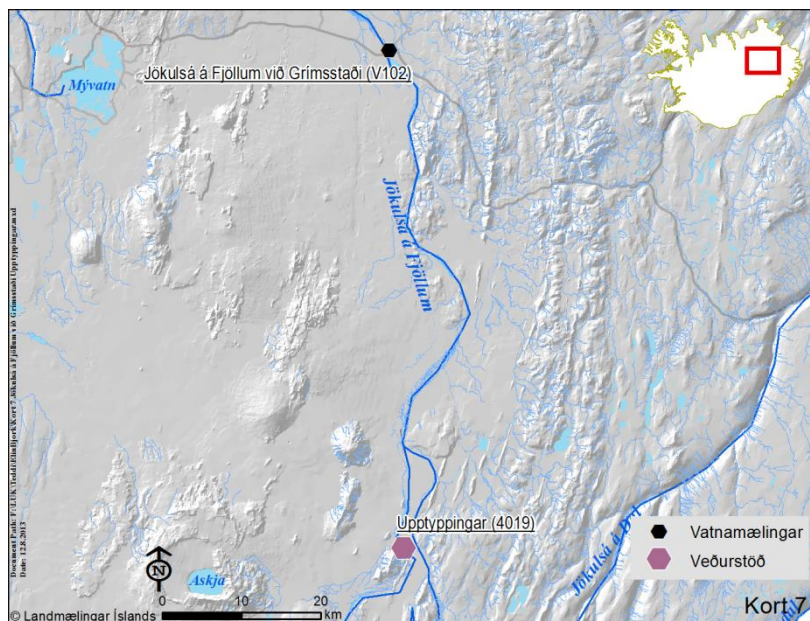
6.2.3 Spálíkan

$$\begin{aligned} WT = & 1,32 \cdot WT_y + 0,234 \cdot \log(Q_y) - 0,303 \cdot AT - 0,196 \cdot WT_y \cdot \log(Q_y) \\ & + 3,42 \cdot 10^{-2} \cdot WT_y \cdot AT_y + 0,163 \cdot \log(Q_y) \cdot AT_y \\ & - 1,64 \cdot 10^{-2} \cdot WT_y \cdot \log(Q_y) \cdot AT_y + \varepsilon \end{aligned} \quad (20)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,976$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,977$.



Graf 6. Líkan sem lýsir vatnshita í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (17).



6.3 Við Upptýppinga

6.3.1 Besta líkan

$$WT = 6,17 - 5,19 \cdot 10^{-2} \cdot Q + 1,53 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2 - 1,33 \cdot 10^{-7} \cdot Q^3 + 0,190 \cdot AT + 1,21 \cdot 10^{-3} \cdot Q \cdot AT - 5,52 \cdot 10^{-9} \cdot Q^3 \cdot AT + \varepsilon \quad (21)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,684$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,01$. 99,5% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 130 restliðir eru utan markanna. Þar af lenda 6 restliðir einnig utan $\pm 4\sigma$. Flestir þessara punkta eru í grennd við rennslistoppa eða vegna stökks í lofthita undir lok sumars.

6.3.2 Samband við lofthita

$$WT = 2,39 + 0,260 \cdot AT + \varepsilon \quad (22)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,563$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,19$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

$$WT = 0,491 \cdot AT + \varepsilon \quad (23)$$

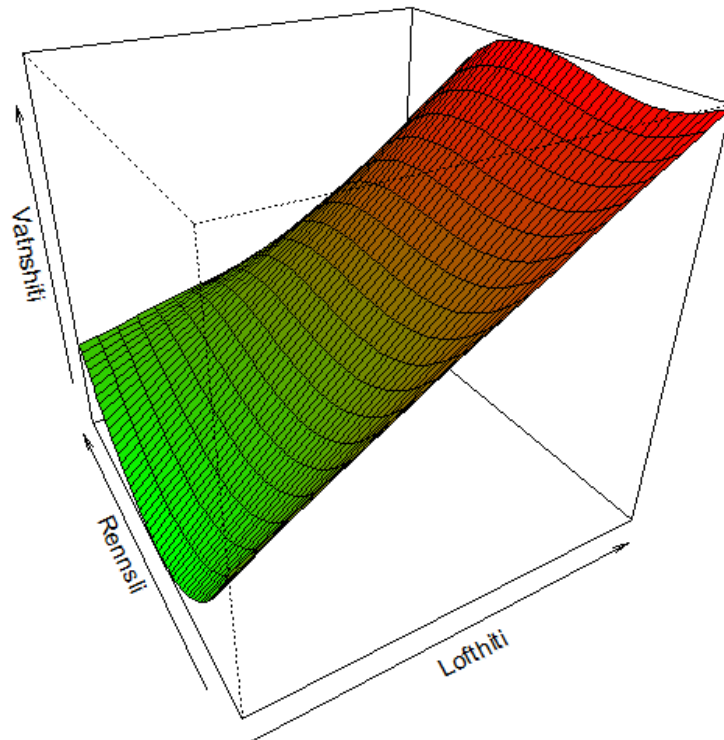
Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,743$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,08$.

6.3.3 Spálíkan

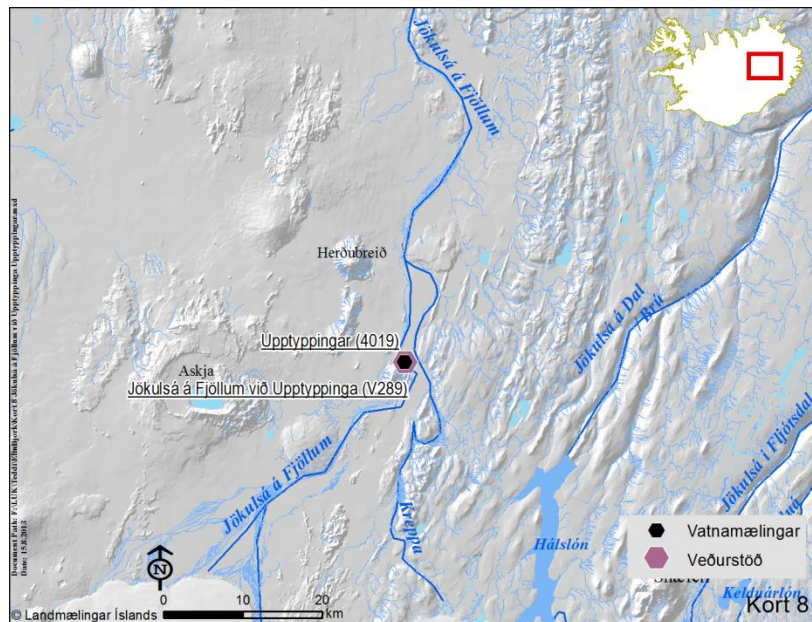
$$WT = 0,429 + 0,949 \cdot WT_y - 1,43 \cdot 10^{-2} \cdot AT - 5,97 \cdot 10^{-4} \cdot WT_y \cdot Q_y + 2,50 \cdot 10^{-4} \cdot Q_y \cdot AT_y - 1,68 \cdot 10^{-5} \cdot WT_y \cdot Q_y \cdot AT_y + \varepsilon \quad (24)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,732$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,932$.

Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum



Graf 7. Líkan sem lýsir vatnshita í Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (21).



6.4 Kreppa

6.4.1 Besta líkan

$$WT = 2,83 - 4,46 \cdot 10^{-2} \cdot Q + 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2 - 3,25 \cdot 10^{-7} \cdot Q^3 + 0,566 \cdot AT - 3,65 \cdot 10^{-6} \cdot Q^2 \cdot AT + \varepsilon \quad (25)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,657$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,46$.

99,3% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 115 restliðir eru utan markanna. Innan $\pm 4\sigma$ marka eru 99,9% restliða, þ.e. 9 restliðir lenda einnig utan þeirra marka og af þeim lendir 1 einnig utan $\pm 5\sigma$ marka. Hæstu restliðir eru annað hvort undir lok sumars, þegar vatnshiti fylgir lofthita ekki jafn vel og yfir hásumar, eða þegar vatnshiti er hærri en lofthiti (eftir hliðrun) sem má oft rekja til mikilla sviptinga í lofthitanum.

6.4.2 Samband við lofthita

$$WT = 1,47 + 0,426 \cdot AT + \varepsilon \quad (26)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,569$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,65$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

$$WT = 0,583 \cdot AT + \varepsilon \quad (27)$$

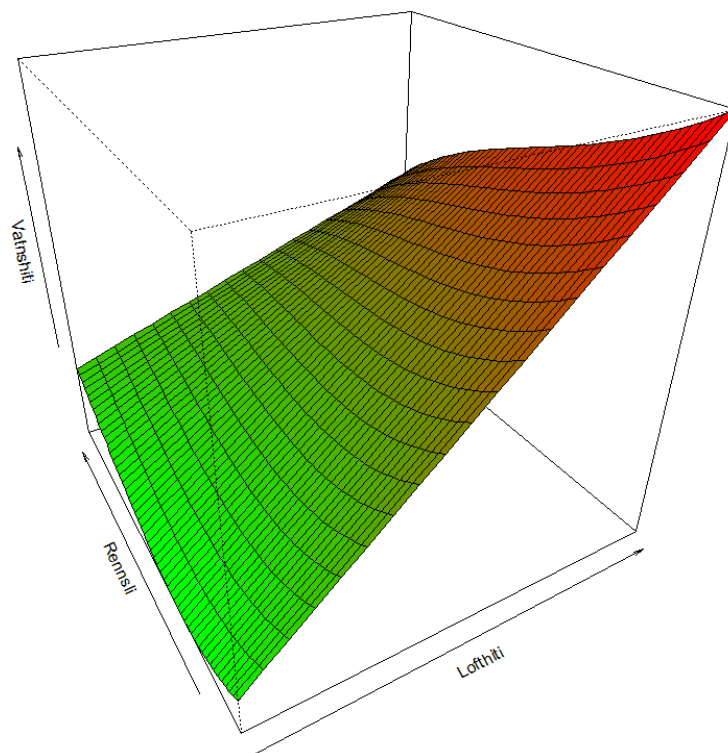
Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,849$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,86$.

6.4.3 Spálíkan

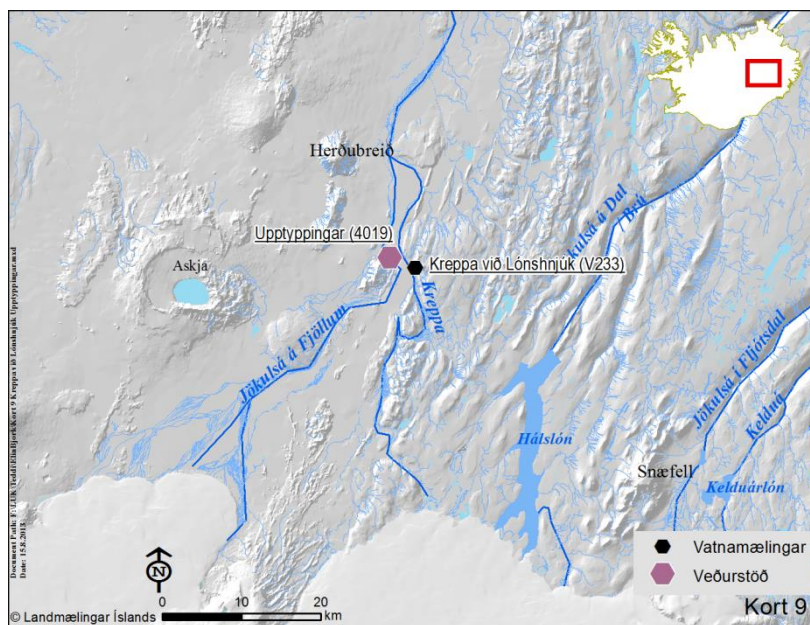
$$\begin{aligned} WT = & 1,34 + 0,658 \cdot WT_y - 2,25 \cdot 10^{-2} \cdot Q_y + 1,69 \cdot 10^{-4} \cdot Q_y^2 - 3,96 \cdot 10^{-7} \cdot Q_y^3 \\ & + 2,95 \cdot 10^{-2} \cdot AT + 6,83 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot Q_y - 5,65 \cdot 10^{-5} \cdot WT_y \cdot Q_y^2 \\ & + 1,31 \cdot 10^{-7} \cdot WT_y \cdot Q_y^3 - 5,84 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot AT_y + \varepsilon \end{aligned} \quad (28)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,680$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,42$.

Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum



Graf 8. Líkan sem lýsir vatnshita í Kreppu út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (25).



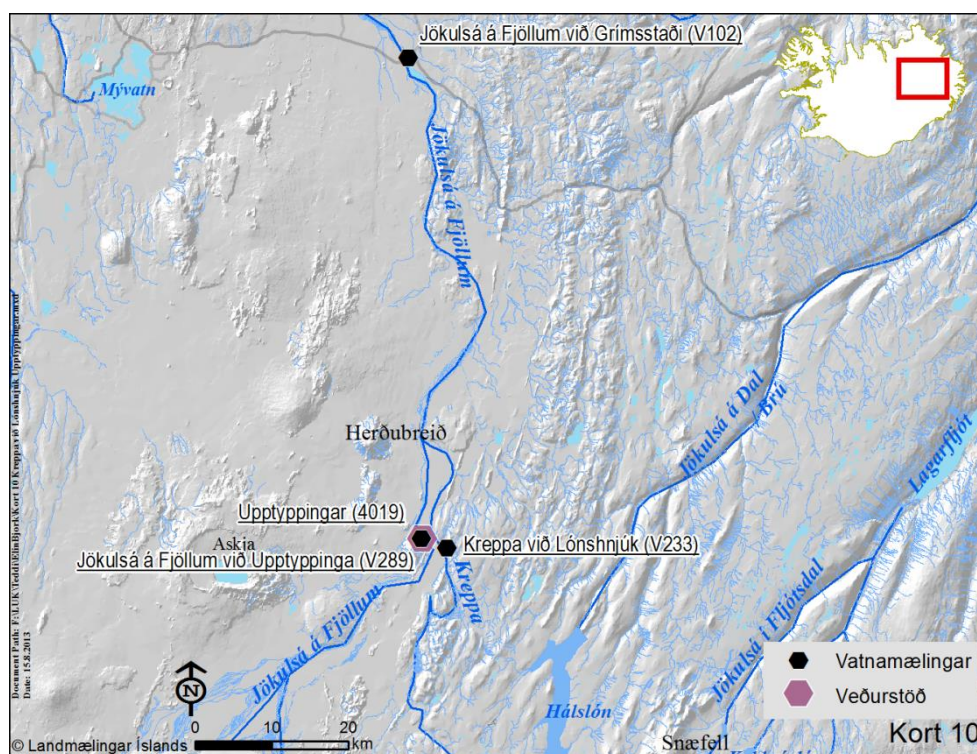
6.5 Samanburður á mælistöðum

Gögn úr þessum mælum ná ekki yfir nákvæmlega sama tímabil en þar sem gagnapunktarnir eru margir á það ekki að hafa áhrif. Á línuritum 5 og 6 má sjá rennsli og vatnshita úr báðum mælum í Jökulsá á Fjöllum. Vatnshiti á báðum stöðum er mjög svipaður og sömu sveiflur fást í rennsli, en það er almennt meira við Grímsstaði heldur en Upptyppinga, þar sem þeir eru neðar á vatnasviðinu. Á því tímabili þar sem til eru gögn úr báðum mælum eru hæstu restliðir sambærilegir milli þessara mæla.

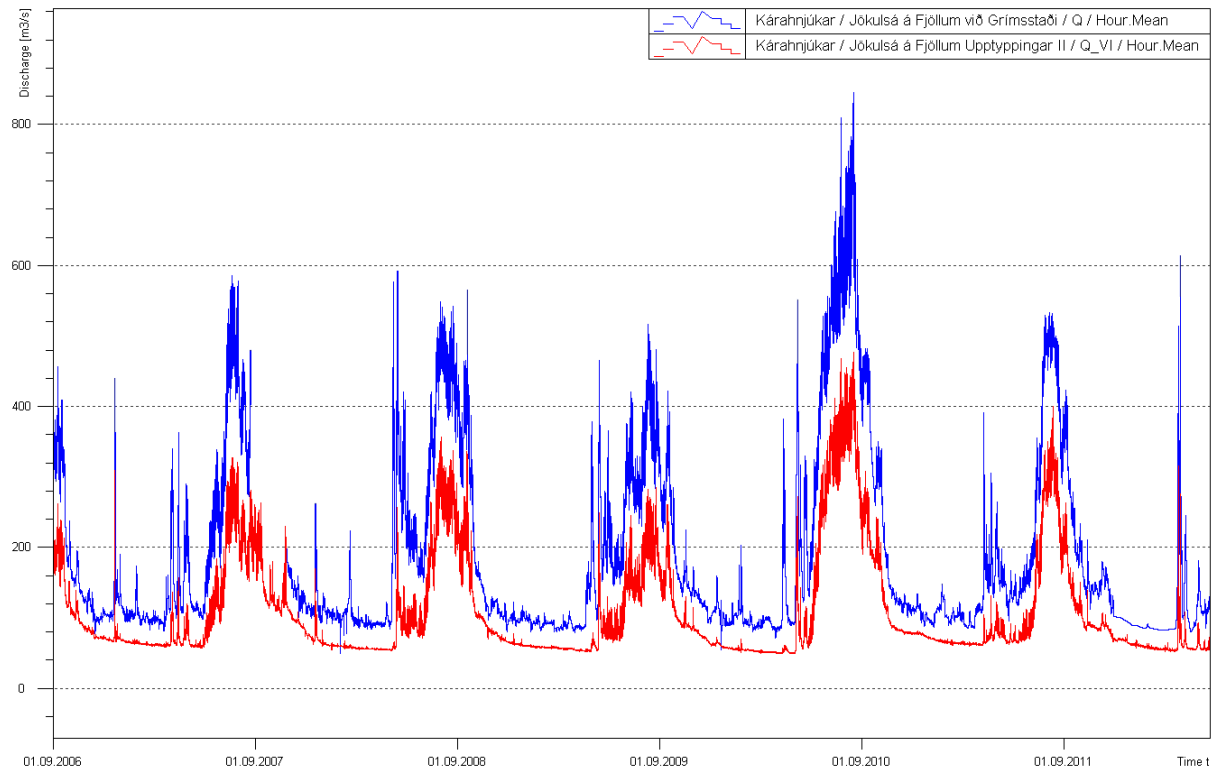
Ef litið er á besta líkan fást mjög svipaðar niðurstöður við Grímsstaði og Upptyppinga, en helsti munurinn er ólíkt samband við rennsli. Umtalsverður hluti af innrennsli til Jökulsár á Fjöllum er lindavatn með stöðugu rennsli og hita, sem kemur í ána milli mælistaðanna. Eins og áður sagði er Kreppa önnur helsta upptaka Jökulsár á Fjöllum. Þar er einskorðað er við sumartímann er jökulþáttur yfirgnæfandi.

Mikill munur er í samband vatnshita við lofthita eftir því um hvaða mæli er að ræða. Mesta fylgnin fæst við Grímsstaði, sem skýrist með því að Upptyppingar eru ofan við Grímsstaði á vatnasviðinu og veðurgögn þaðan lýsa því vel hvers konar aðstæður hafa verið meðan vatnið er að renna að mælistaðnum. Aftur á móti er það væntanlega ekki eins nákvæmt fyrir vatnamælingar frá Upptyppingum eða í Kreppu, þar sem engin veðurgögn eru til ofar á vatnasviðinu.

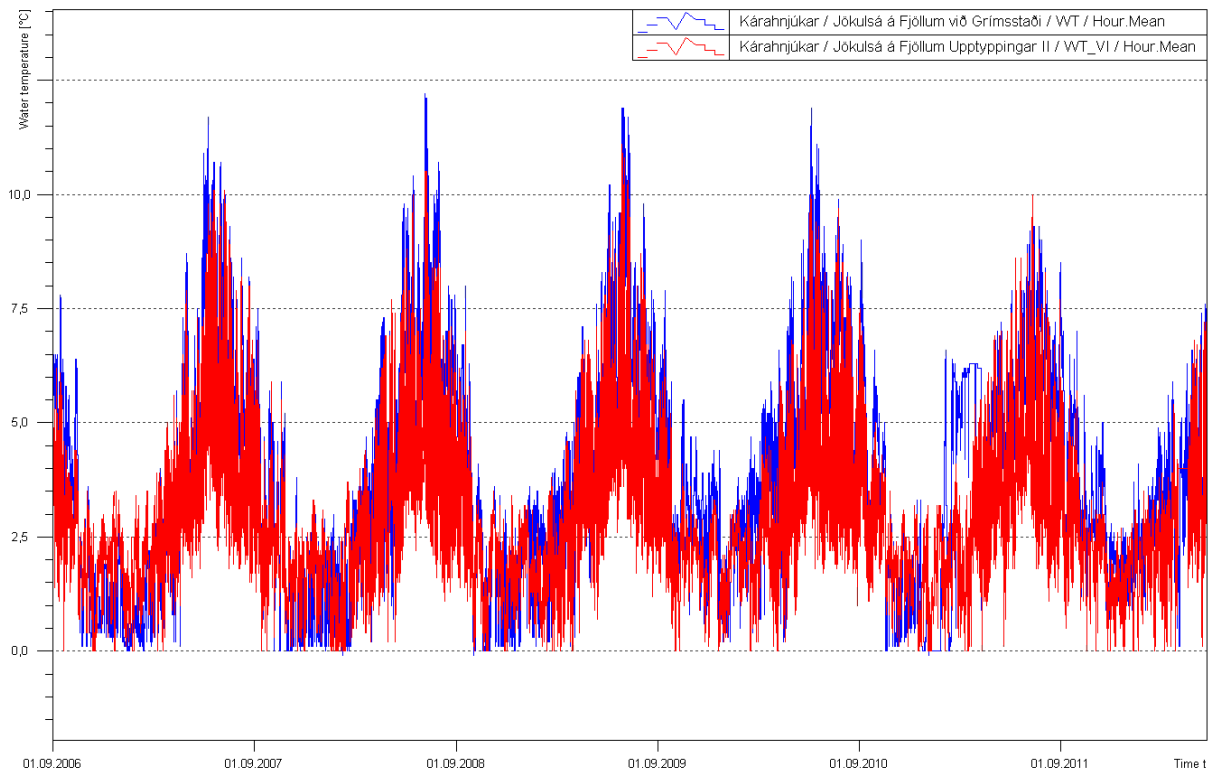
Bestu niðurstöður þegar kemur að notkun spálíkans fást við Grímsstaði, líkt og búast mátti við, þar sem hinir mælarnir eru nálægt upptökum og áhrif frá deginum áður því ekki jafn mikil.



Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum



Línurit 5. Samanburður á mældu rennsli í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði og við Upptýppinga.



Línurit 6. Samanburður á mældum vatnshita í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði og við Upptýppinga.

7 SVARTÁ Í BÁRÐARDAL

7.1 Helstu upplýsingar

Svartá í Bárðardal er lindá sem verður til eftir að Svartá úr Svartárvatni og Suðurá sameinast. Áin rennur um Bárðardal í Skjálfandafljót og til sjávar í Skjálfandaflóa. Vatnshita- og rennslismælingar koma frá mælistað ofan Ullarfossbrúar. Notast var við veðurgögn frá Svartáarkoti með hliðrun um einn dag. Gögnin náðu yfir tímabilið 09.10.2003-30.08.2012.

7.2 Besta líkan

$$WT = 20,1 - 1,40 \cdot Q + 2,97 \cdot 10^{-2} \cdot Q^2 + 0,475 \cdot AT + \varepsilon \quad (29)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,814$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,12$. 99,6% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 6 restliðir eru utan markanna. Þessir punktar eru allir í október vegna mikilla sveiflna í lofthita.

7.3 Samband við lofthita

$$WT = 3,66 + 0,477 \cdot AT + \varepsilon \quad (30)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,806$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,14$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

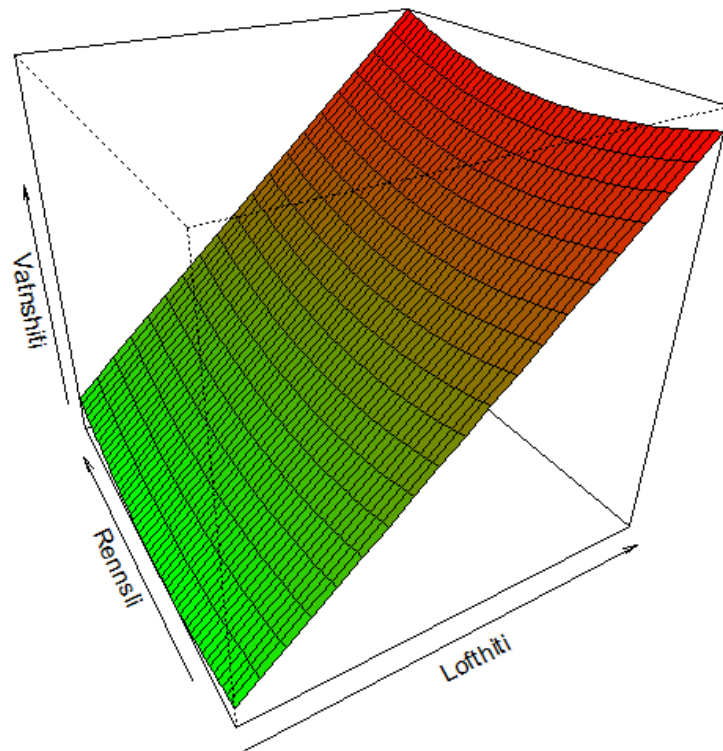
$$WT = 0,848 \cdot AT + \varepsilon \quad (31)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,856$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,63$.

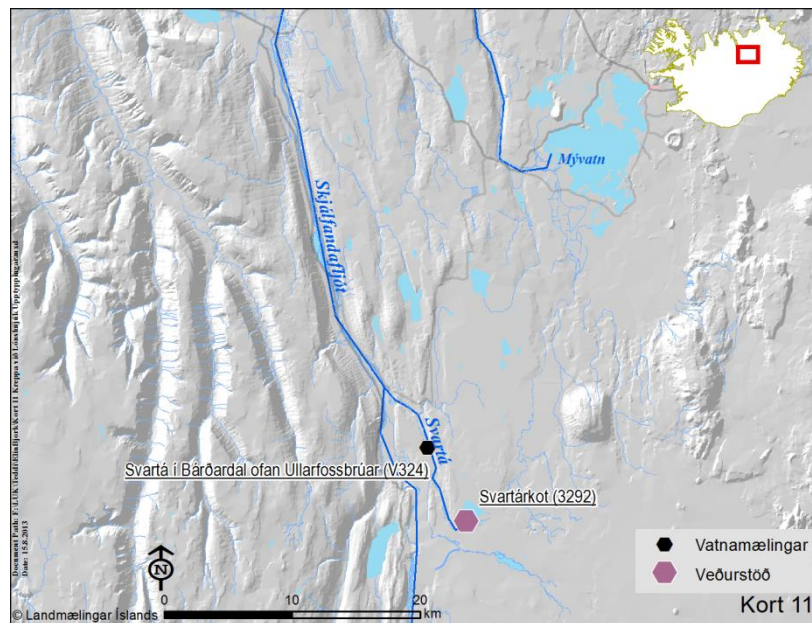
7.4 Spálíkan

$$WT = 0,468 + 0,890 \cdot WT_y + 3,91 \cdot 10^{-2} \cdot AT_y + \varepsilon \quad (32)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,897$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,833$.



Graf 9. Líkan sem lýsir vatnshita í Svartá í Bárðardal út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (29).



8 SELÁ Í VOPNAFIRÐI

8.1 Helstu upplýsingar

Selá í Vopnafirði er dragá sem á upptök nálægt Selárbotnum sunnan við Botnfjallagarð. Hún rennur eftir Selárdal til sjávar í Vopnafirði. Vatnshitamælingar voru gerðar í fossi ofan við sundlaug og rennslismælingar komu úr nálægum mæli. Notast var við veðurgögn frá Vopnafjarðarheiði. Gögnin náðu yfir tímabilið 26.06.2003-21.08.2012.

8.2 Besta líkan

$$WT = 5,02 - 1,56 \cdot \log(Q) + 0,993 \cdot AT - 0,233 \cdot \log(Q) \cdot AT + \varepsilon \quad (33)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,819$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,69$.

99,8% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 2 restliðir eru utan markanna. Þessir punktar eru báðir í lok október þegar lofthiti stekkur töluvert upp fyrir frostmark eftir að hafa verið undir frostmarki daginn áður.

8.3 Samband við lofthita

$$WT = 2,99 + 0,753 \cdot AT + \varepsilon \quad (34)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,788$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,83$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

$$WT = 1,07 \cdot AT + \varepsilon \quad (35)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,899$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,64$.

8.4 Spálíkan

$$WT = 9,90 \cdot 10^{-2} + 1,03 \cdot WT_y - 6,31 \cdot 10^{-2} \cdot AT_y + \varepsilon \quad (36)$$

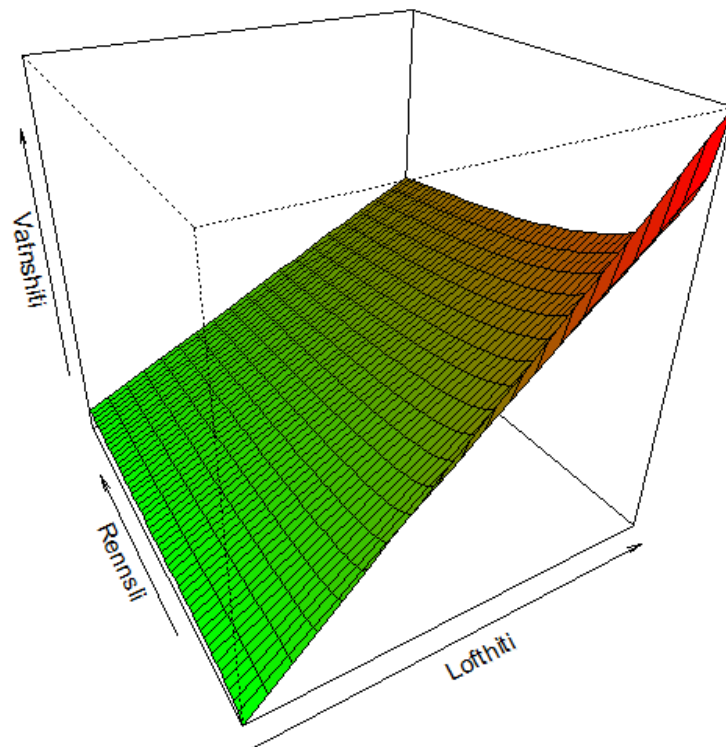
Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,931$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,05$.

8.5 Aðrir mælistaðir

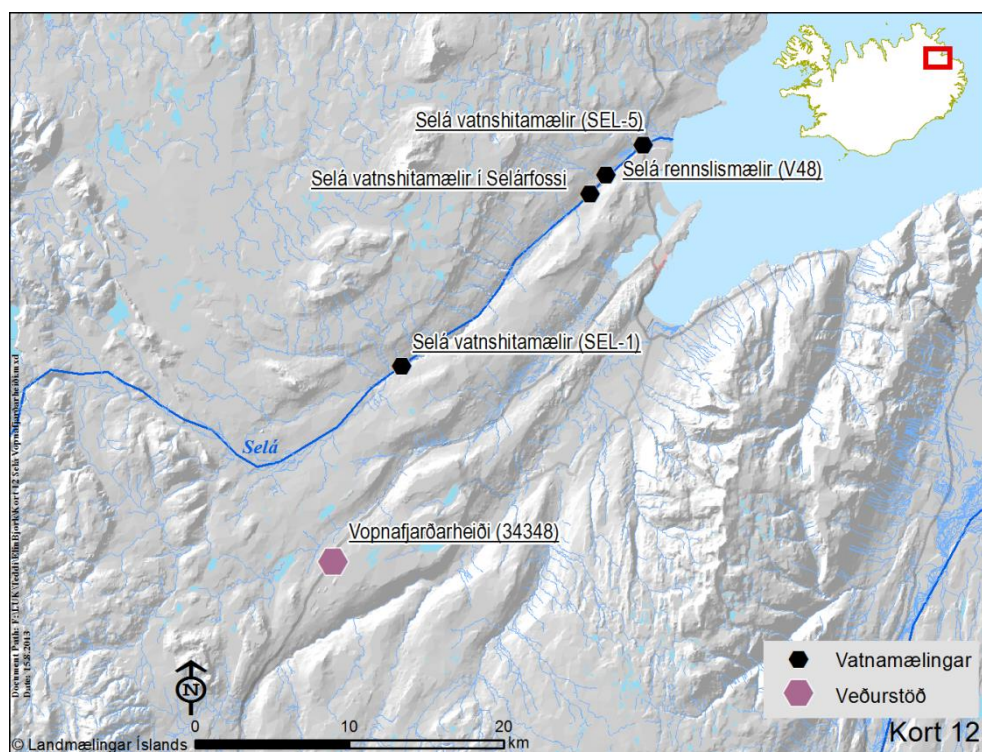
Sumarið 2010 voru reknir vatnshitamælar á tveimur öðrum stöðum í Selá, SEL-1 og SEL-5. Ef meðalhitastig úr hverjum mæli fyrir sig er skoðað sést að hækkun milli efri mælanna er að meðaltali $0,93^\circ\text{C}$ en milli neðri mælanna er það $0,32^\circ\text{C}$ að meðaltali. Ef mælingar úr öllum þremur mælunum eru bornar saman sést að fylgni milli sérhverra tveggja mæla er yfir 95%. Mest er fylgnin milli mælana sem eru ofar í ánni, en þegar neðar er komið hafa aðrir þættir einnig haft áhrif á vatnshitann.

Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum

Ef sett eru upp línuleg líkön fyrir samband milli mæla má útskýra 98% af vatnshitanum á tilteknum mælistað með mældum vatnshita úr næsta mæli fyrir ofan.



Graf 10. Líkan sem lýsir vatnshita í Selá í Vopnafirði út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (33).



9 SILUNGAKELDULÆKUR LITLA SKARÐI

9.1 Helstu upplýsingar

Silungakeldulækur er í landi Litla Skarðs, Borgarfirði. Rennsli er mjög lítið í læknum og því er áhugavert að skoða hann samanborið við vatnsmeiri ár. Vatnshita- og rennslismælingar koma frá sama mælistaðnum og notast var við veðurgögn frá Litla Skarði með hliðrun um einn dag. Gögnin náðu yfir tímabilið 01.05.2001-31.10.2005.

9.2 Besta líkan

$$WT = 1,61 + 0,844 \cdot AT + \varepsilon \quad (37)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,817$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,63$.

99,6% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 3 restliðir eru utan markanna. Þar af lenda 2 restliðir einnig utan $\pm 4\sigma$ marka og 1 restliður utan $\pm 5\sigma$ marka. Allir þessir punktar eru í október þegar stökk í lofthita ná ekki að skila sér í breyttum vatnshita, líklega vegna óvenju mikils vatnsmagns. Athygli vekur að rennsli er ekki marktækur áhrifaþáttur í líkaninu, ólíkt öðrum ám sem skoðaðar voru.

9.3 Samband við lofthita

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

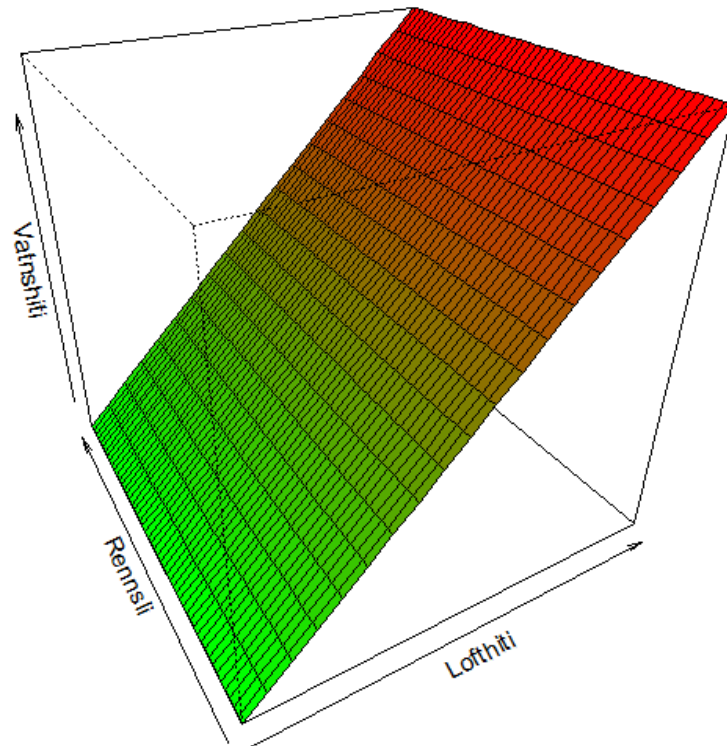
$$WT = 1,01 \cdot AT + \varepsilon \quad (38)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,960$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,80$.

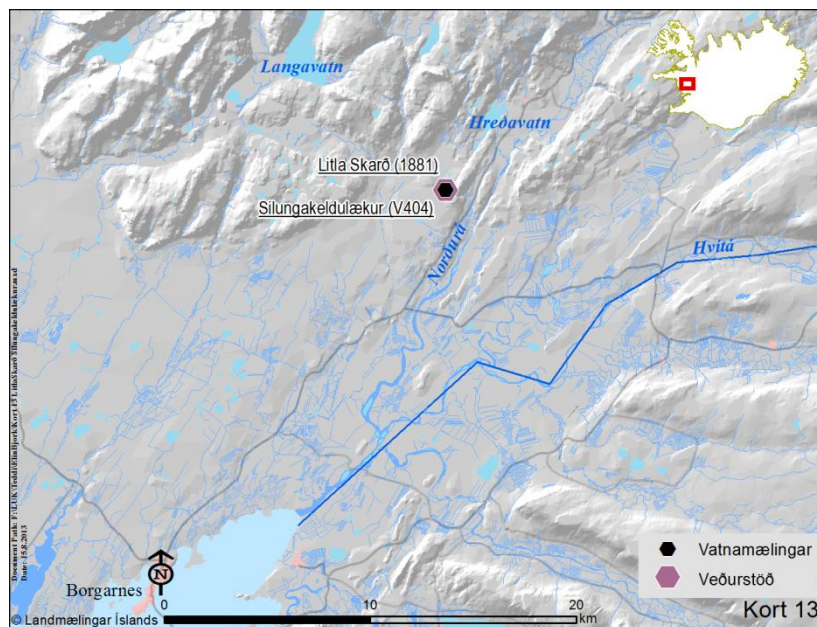
9.4 Spálíkan

$$WT = 0,522 + 0,782 \cdot WT_y - 3,88 \cdot 10^{-2} \cdot Q_y + 0,172 \cdot AT + 3,53 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot Q_y + \varepsilon \quad (39)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,940$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,941$.



Graf 11. Líkan sem lýsir vatnshita í Silungakeldulæk Litla Skarði út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (37).



10 GEIRLANDSÁ

10.1 Helstu upplýsingar

Geirlandsá er dragá í Vestur-Skaftafellssýslu sem á upptök sín í Geirlandsbotnum. Ásamt Geirlandsá sameinast Miðhúsaá, Þverá og Stjórn í Breiðbalakvísl sem fellur síðan í Skaftá. Vatnshita- og rennslismælingar koma frá mælistað í Flatarhyl. Notast var við veðurgögn frá Laufbala. Gögnin náðu yfir tímabilið 01.10.2004-31.08.2012.

10.2 Besta líkan

$$WT = 4,64 - 1,13 \cdot \log(Q) + 0,615 \cdot AT + \varepsilon \quad (40)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,902$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,848$. 99,7% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 4 restliðir eru utan markanna. Þessir punktar eru allir seinni part sumars vegna mikilla sveiflna í lofthita.

10.3 Samband við lofthita

$$WT = 3,57 + 0,628 \cdot AT + \varepsilon \quad (41)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,887$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,913$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

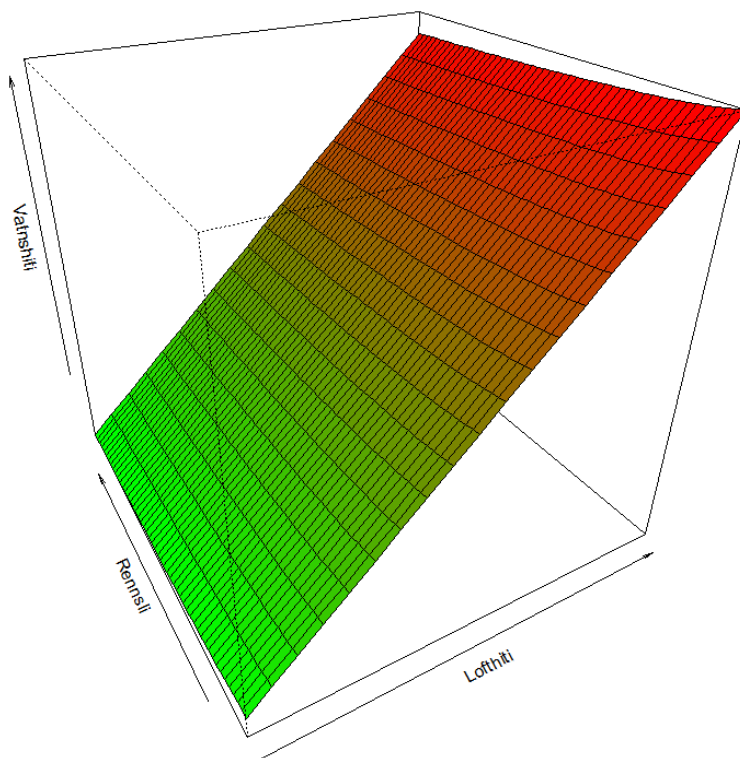
$$WT = 1,04 \cdot AT + \varepsilon \quad (42)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,915$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,25$.

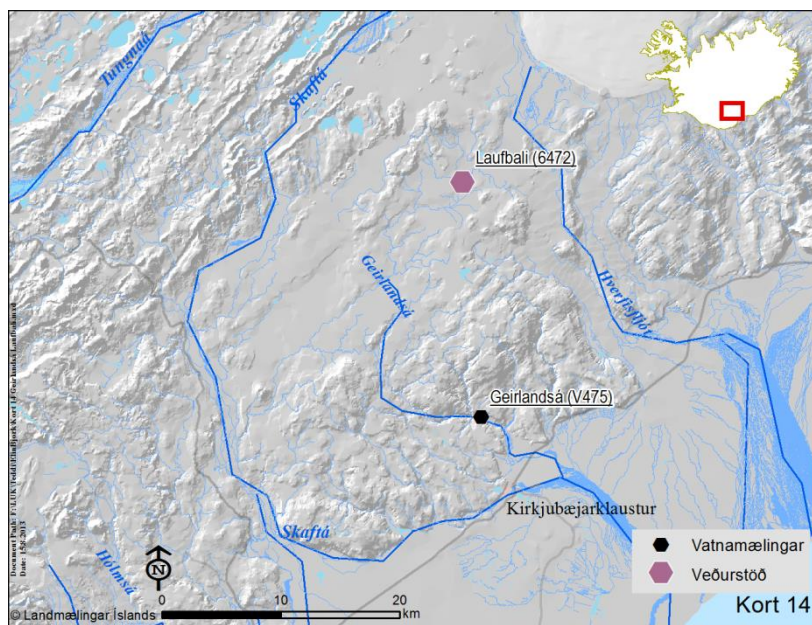
10.4 Spálíkan

$$WT = 1,12 + 0,944 \cdot WT_y + 0,172 \cdot AT - 0,252 \cdot WT_y \cdot \log(Q_y) + 2,10 \cdot 10^{-2} \cdot WT_y \cdot AT_y + 2,15 \cdot 10^{-2} \cdot WT_y \cdot \log(Q_y) \cdot AT_y + \varepsilon \quad (43)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,903$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,845$.



Graf 12. Líkan sem lýsir vatnshita í Geirlandsá út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (40).



11 VÍÐIDALSÁ

11.1 Helstu upplýsingar

Víðidalsá er dragá sem á upptök sín á Víðidalstunguheiði. Hún rennur um Víðidal og fellur að lokum í Hópið. Vatnshita- og rennslismælingar koma frá mælistað í Kolugili. Notast var við veðurgögn frá Haugi. Gögnin náðu yfir tímabilið 13.10.2003-31.08.2012.

11.2 Besta líkan

$$WT = 5,02 - 3,84 \cdot \log(Q) + 0,812 \cdot AT + \varepsilon \quad (44)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,798$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,75$.

99,6% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 5 restliðir eru utan markanna. Þar af lendir 1 restliður einnig utan $\pm 4\sigma$ marka. Þessir punktar eru allir í október vegna mikilla sveiflna í lofthita.

11.3 Samband við lofthita

$$WT = 1,33 + 0,918 \cdot AT + \varepsilon \quad (45)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,729$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,03$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

$$WT = 1,06 \cdot AT + \varepsilon \quad (46)$$

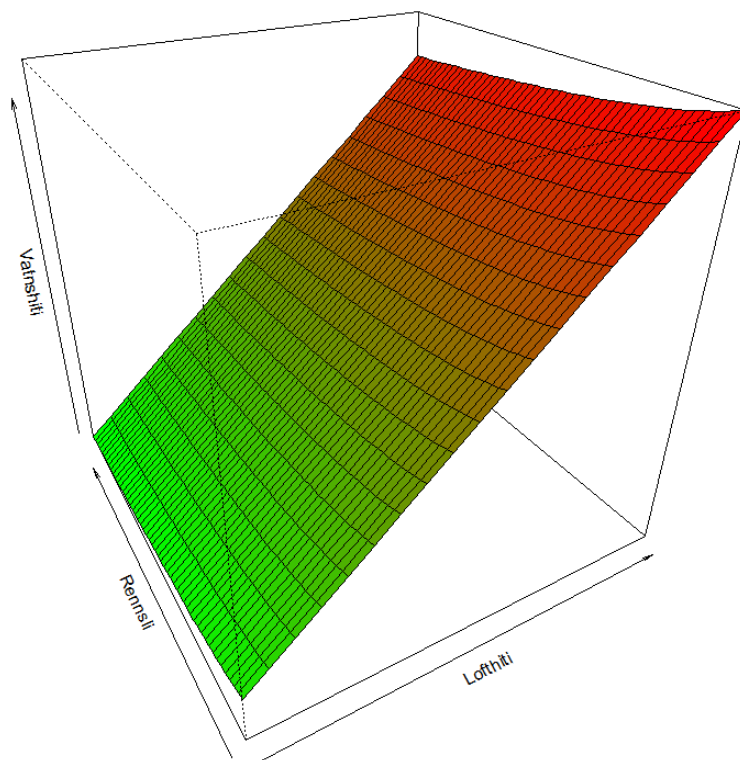
Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,946$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,11$.

11.4 Spálíkan

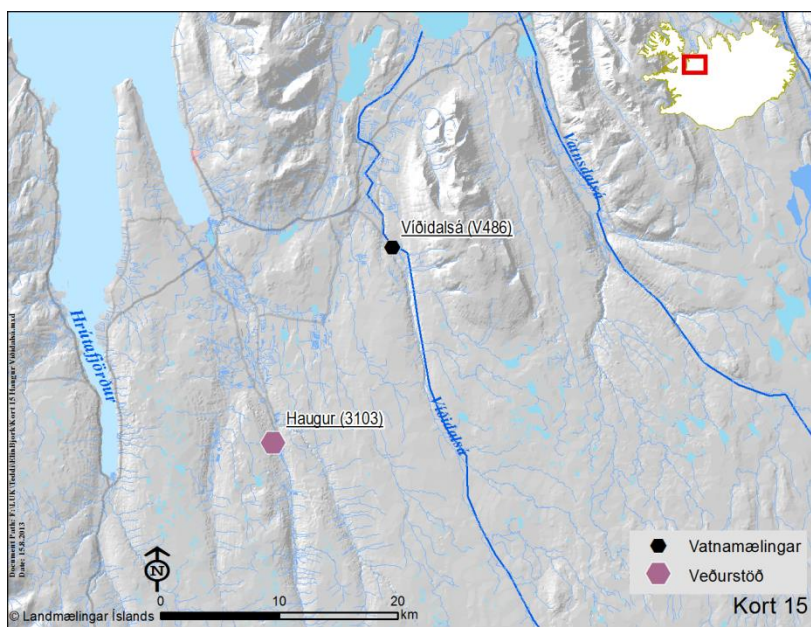
$$WT = 0,788 + 0,847 \cdot WT_y - 0,576 \cdot \log(Q_y) + 0,119 \cdot AT + \varepsilon \quad (47)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,926$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,06$.

Greining á áhrifabáttum vatnshita í straumvötnum



Graf 13. Líkan sem lýsir vatnshita í Víðidalssá út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (44).



12 SVARTÁ Í SKAGAFIRÐI

12.1 Helstu upplýsingar

Svartá í Skagafirði er dragá sem á upptök sín á Eyvindarstaðaheiði. Hún rennur um Svartárdal og fellur í Blöndu. Vatnshita- og rennslismælingar koma frá mælistað við Reykjafoss. Notast var við veðurgögn frá Nautabúi. Gögnin náðu yfir tímabilið 17.09.2001-31.08.2012.

12.2 Besta líkan

$$WT = 3,34 + 1,20 \cdot AT - 0,606 \cdot \log(Q) \cdot AT + \varepsilon \quad (48)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,818$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,41$.

99,8% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 4 restliðir eru utan markanna. Þar af lendir 1 restliður einnig utan $\pm 4\sigma$ marka. Þrír af þessum punktum eru í október þegar lofthiti stekkur upp án þess að hafa mikiláhrif á vatnshita. Sá fjórði er í ágúst vegna hástöks í lofthita.

12.3 Samband við lofthita

$$WT = 3,04 + 0,666 \cdot AT + \varepsilon \quad (49)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,740$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,69$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

$$WT = 0,964 \cdot AT + \varepsilon \quad (50)$$

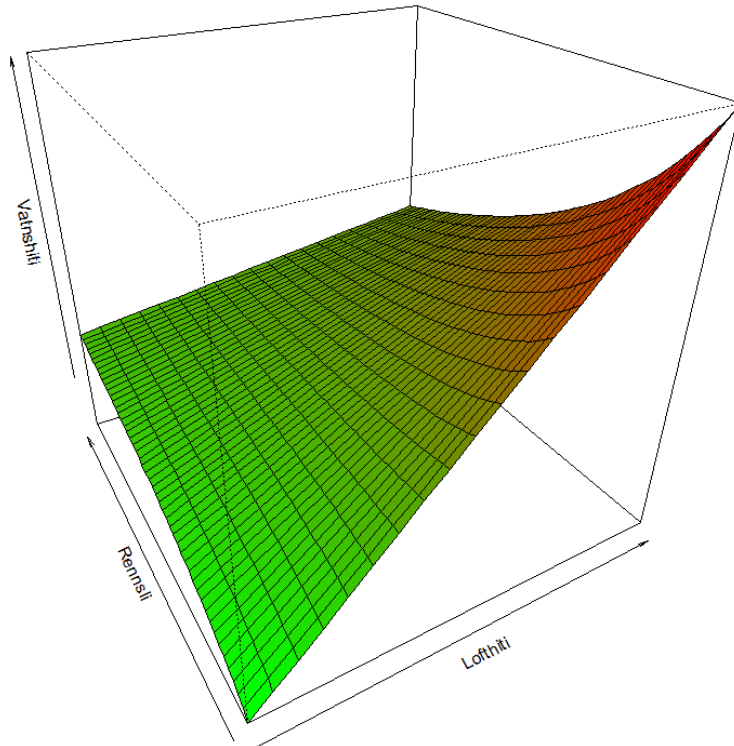
Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,938$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,22$.

12.4 Spálíkan

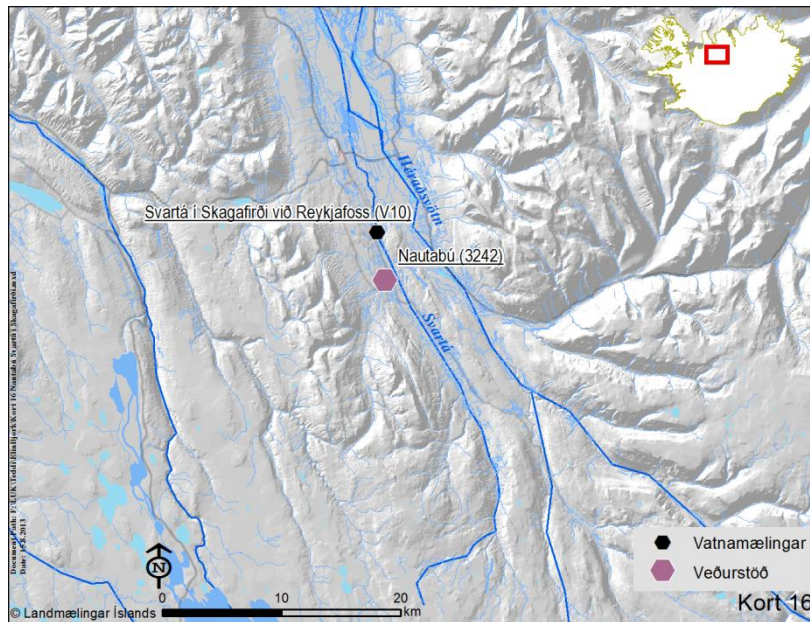
$$WT = 1,15 + 0,906 \cdot WT_y - 0,851 \cdot \log(Q_y) + 0,104 \cdot AT - 4,93 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot AT_y + \varepsilon \quad (51)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,910$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,993$.

Greining á áhrifabáttum vatnshita í straumvötnum



Graf 14. Líkan sem lýsir vatnshita í Svartá í Skagafirði út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (48).



13 STÓRA-LAXÁ

13.1 Helstu upplýsingar

Stóra-Laxá er dragá sem á upptök sín í Grænavatni sunnan Kerlingafjalla. Hún rennur á mörkum Hrunamanna- og Gnúpverjahrepps og fellur í Hvítá við lðu. Vatnshitamælingar koma frá mælistað nálægt brú á þjóðvegi, en rennslismælingar koma úr mæli ofan við Miðfell. Notast var við veðurgögn frá Búrfelli með hliðrun um einn dag. Gögnin náðu yfir tímabilið 14.08.2002-18.10.2009.

Gögnin sem notast var við voru frumgögn og því nauðsynlegt að taka þeim með fyrirvörum. Í einhverjum tilfellum hefur mælirinn farið á þurrt og í öðrum tilfellum bilað. Það þurfti því að yfirfara gögnin vel og sleppa þónokkrum punktum. Mikið af þeim punktum var yfir hásumarið þegar vatnshiti fylgir lofthita vel eftir. Þau tímabil þar sem lofthitinn hefur minni áhrif á vatnshitann voru því ríkjandi í þeim gögnum sem eftir voru. Niðurstöðurnar eru því bjagaðar og ekki hægt að nota í samanburði við aðrar ár. Aftur á móti voru þær látnar fylgja með og vonast til þess að það geti verið hvati í þá átt að leggja meiri áherslu á umsjón vatnshitamælinga.

13.2 Besta líkan

$$WT = 4,03 - 0,637 \cdot \log(Q) + 0,433 \cdot AT + \varepsilon \quad (52)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,632$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,29$.

99,2% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 7 restliðir eru utan markanna. Þar af lendir 1 restliður einnig utan $\pm 4\sigma$ marka. Fjórir þessara punkta eru seinni hluta sumars vegna sveiflna í lofthita. Hinir eru um mitt sumar þegar mældur vatnshiti er hærri en lofthiti.

13.3 Samband við lofthita

$$WT = 3,18 + 0,445 \cdot AT + \varepsilon \quad (53)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,627$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,30$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

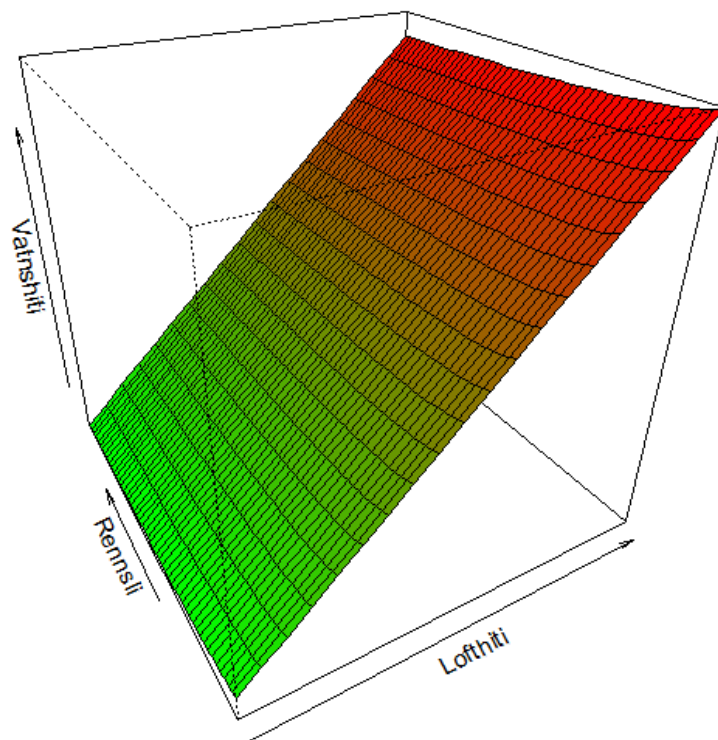
$$WT = 0,775 \cdot AT + \varepsilon \quad (54)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,926$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,90$.

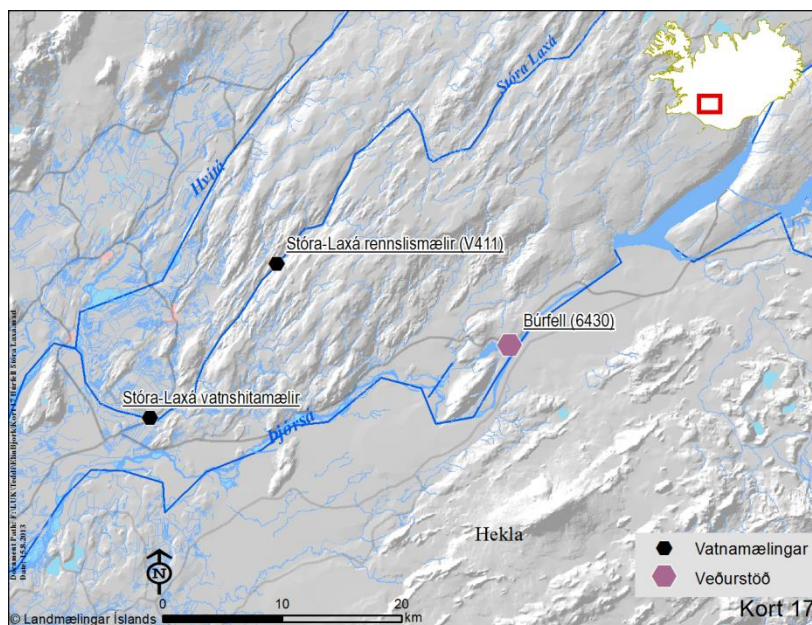
13.4 Spálíkan

$$WT = 0,661 + 1,14 \cdot WT_y - 0,153 \cdot AT - 0,320 \cdot WT_y \cdot \log(Q_y) + 0,218 \cdot \log(Q_y) \cdot AT_y + \varepsilon \quad (55)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,890$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 0,676$.



Graf 15. Líkan sem lýsir vatnshita í Stóru Laxá út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (52).



14 JÖKULSÁ Í FLJÓTSDAL VIÐ HÓL

14.1 Helstu upplýsingar

Jökulsá í Fljótsdal á upptök sín í Eyjabakkajökli fellur um Fljótsdal og að lokum í Lagarfljót. Áin var virkjuð með Kárahnjúkavirkjun og við það breyttust eiginleikar hennar töluvert. Rennsli frá Ufsarstíflu og niður að Lagarfljóti varð mun minna en áður, sérstaklega yfir sumarmánuðina. Fyrirfram var talið að ársrennslið við mælistaðinn Hól yrði um 40% af rennslinu fyrir virkjun.

Vatnshita- og rennismælingar við Hól voru notaðar ásamt veðurgögnum frá Eyjabökkum. Gögnunum var skipt upp í tímabil, fyrir og eftir Kárahnjúkavirkjun, þar sem töluverð breyting varð á ánni við virkjunina. Gögn fyrir virkjun náðu yfir tímabilið 01.09.2005-31.12.2008 en gögn eftir virkjun 01.01.2009-31.08.2012. Besta hliðrun lofthita var 6 klukkustundir fyrir virkjun, en 4 klukkustundir eftir virkjun.

14.2 Fyrir virkjun

14.2.1 Besta líkan

$$WT = 4,49 - 1,16 \cdot \log(Q) + 0,490 \cdot AT + \varepsilon \quad (56)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R_{adj}^2 = 0,717$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,36$. 99,6% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 63 restliðir eru utan markanna. Þar af lenda 4 restliðir einnig utan $\pm 4\sigma$. Flestir punktanna eru vegna stökks í lofthita undir lok sumars. Nokkrar mælingar eru um miðnætti í maí þegar vatnshiti er farinn að lækka en uppsveifla í lofthita frá því fyrr um daginn veldur því að líkanið spáir of háu gildi.

14.2.2 Samband við lofthita

$$WT = 2,90 + 0,429 \cdot AT + \varepsilon \quad (57)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,701$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,40$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

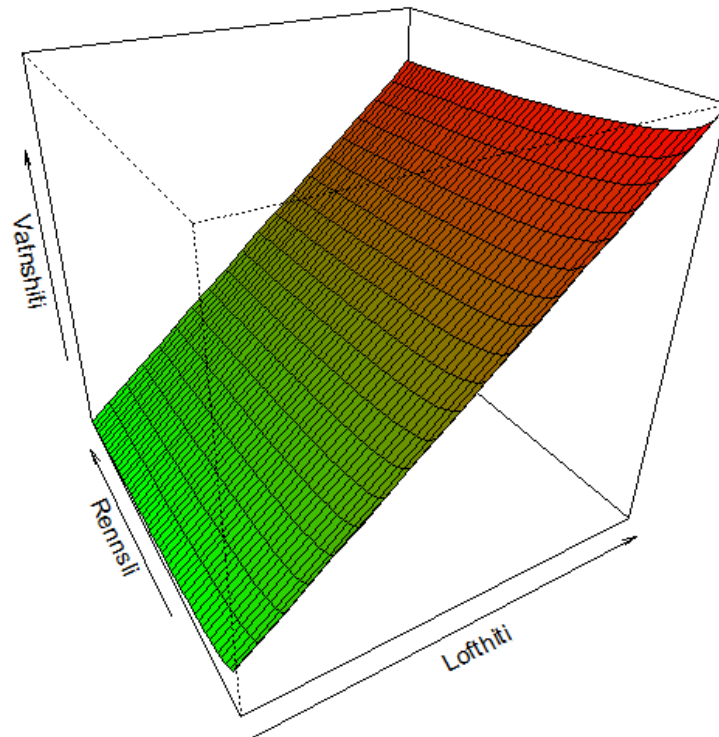
$$WT = 0,706 \cdot AT + \varepsilon \quad (58)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R_{adj}^2 = 0,726$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 2,71$.

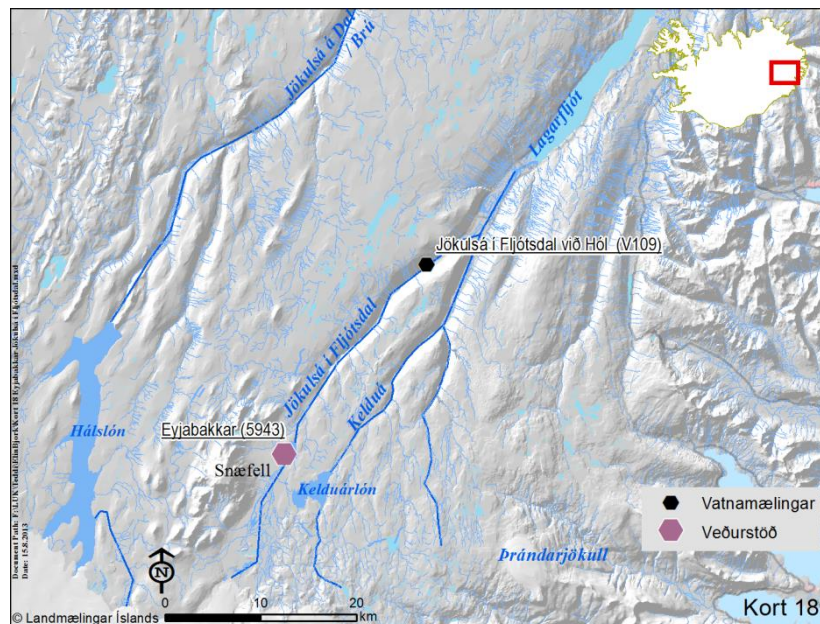
14.2.3 Spálíkan

$$WT = 0,953 + 0,812 \cdot WT_y - 0,375 \cdot \log(Q_y) + 0,127 \cdot AT_y + 7,81 \cdot 10^{-2} \cdot WT_y \cdot \log(Q_y) - 5,58 \cdot 10^{-2} \cdot \log(Q_y) \cdot AT_y - 4,06 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot \log(Q_y) \cdot AT_y + \varepsilon \quad (59)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R_{adj}^2 = 0,812$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,11$.



Graf 16. Líkan sem lýsir vatnshita í Jökulsá í Fljótsdal við Hól fyrir virkjun út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (56).



14.3 Eftir virkjun

14.3.1 Besta líkan

$$WT = 3,80 - 0,146 \cdot \log(Q) + 0,858 \cdot AT - 0,260 \cdot \log(Q) \cdot AT + \varepsilon \quad (60)$$

Leiðréttur útskýringarstuðull líkansins er $R^2_{adj} = 0,691$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,55$.

99,4% restliða eru innan $\pm 3\sigma$ marka, þ.e. 131 restliðir eru utan markanna. Þar af lenda 12 restliðir einnig utan $\pm 4\sigma$ marka og 1 restliður utan $\pm 5\sigma$ marka. Flestir punktanna eru vegna stökks í lofthita undir lok sumars. Einnig eru einhverjir punktar í grennd við rennslistoppa.

14.3.2 Samband við lofthita

$$WT = 3,48 + 0,478 \cdot AT + \varepsilon \quad (61)$$

Líkanið hér að ofan er besta líkan fyrir samband vatnshita og lofthita. Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R^2_{adj} = 0,621$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,72$.

Ef skurðpunktur er festur í (0,0) má lýsa sambandi lofthita og vatnshita, óháð áhrifum rennslis, með eftirfarandi líkani:

$$WT = 0,855 \cdot AT + \varepsilon \quad (62)$$

Það hefur leiðréttan útskýringarstuðul $R^2_{adj} = 0,751$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 3,08$.

14.3.3 Spálíkan

$$WT = 0,566 + 0,943 \cdot WT_y - 0,159 \cdot \log(Q_y) + 3,68 \cdot 10^{-2} \cdot AT_y - 5,99 \cdot 10^{-3} \cdot WT_y \cdot AT_y + \varepsilon \quad (63)$$

Líkanið hér að ofan má nota sem spálíkan fyrir vatnshita byggt á aðstæðum daginn áður. Leiðréttur útskýringarstuðull þess er $R^2_{adj} = 0,843$ og staðalfrávik restliða $\sigma = 1,11$.

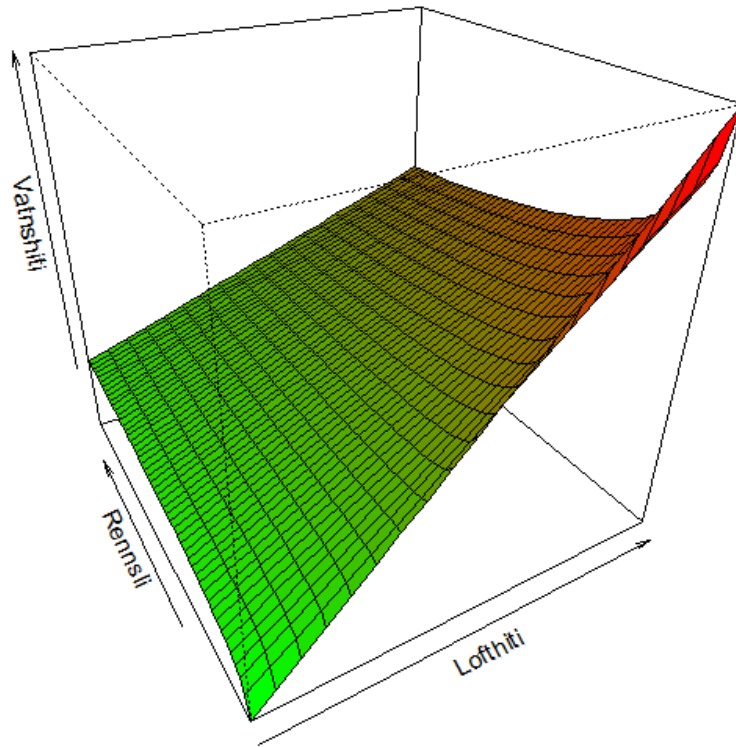
14.4 Samanburður fyrir og eftir virkjun

Við virkjun Jökulsá í Fljótsdal mátti búast við ýmsum breytingum í rennslisháttum árinna. Áætlað var að við Hól myndi ársrennsli eftir virkjun verða innan við helmingur af því sem það var og að minnkunin yrði mest vor og sumar. Munur í vatnshita sést einnig í meiri sveiflum eftir virkjun sem stafa af því að vatnsmagn er oftast minna en fyrir virkjun. Minni fylgni er milli lofthita og vatnshita eftir virkjun vegna aukinna sveiflna. Hárennsli tengist lokun Jökulsárveitu þegar áskilið er að jökulsáin skili sér óskipt í sinn gamla farveg í stað virkjunarinnar. Ólíkt því sem áður var hefur vatnið haft viðdvöl í Ufsarlóni í einhvern tíma og hitnað þar. Vegna minna rennslis eftir virkjun hefur veðrið fyrr áhrif á vatnshitann heldur en það gerði fyrir virkjun.

Ef bestu líkön og samband við lofthita er skoðað sést að niðurstöður fyrir virkjun eru að einhverju leyti betri og er það vegna aukinnar sveiflu vatnshita eftir virkjun. Ef restliðir eru skoðaðir sést að fyrir virkjun eru þeir hæstu allir vegna breytinga í lofthita. Eftir virkjun koma einnig inn háir restliðir í

Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum

grennd við rennslistoppa. Þegar spálíkönin eru skoðuð fást örlítið betri niðurstöður eftir virkjun heldur en fyrir, sem stafar væntanlega af því að vatnið hefur beðið í Ufsarlóni í einhvern tíma.



Graf 17. Líkan sem lýsir vatnshita í Jökulsá í Fljótsdal við Hól eftir virkjun út frá lofthita og rennsli skv. jöfnu (60).

15 SAMANTEKT Á NIÐURSTÖÐUM

15.1 Besta líkan

Við fyrstu sýn virðast bestu líkönin nokkuð misjöfn eftir mælistöðum. Það verður væntanlega að teljast eðlilegt, þar sem unnið er með ólíkar ár með ólíka eiginleika. Ýmislegt getur orsakað mun, t.d. farvegur ár, aurburður og fjarlægð frá upptökum. Einnig getur afstaða veðurstöðvar haft áhrif, en misjafnt var hversu vel tiltekin veðurstöð var staðsett á vatnasviðinu. Í einhverjum tilvikum hefur vatn legið í uppistöðulóni í lengri tíma og hitnað þar, eða þá að þverár renna í ána með annað upphafshitastig.

Gögnin geta einnig haft eitthvað að segja um gæði líkansins sem fæst. Almenn tókst verra líkan þegar notast var við klukkustundarupplausn þar sem sveiflur í lofthita sem vara í stuttan tíma jafnast út þegar notast er við dagsupplausn. Gögn í dagsupplausn skila almennt einfaldara líkani sem inniheldur færri stika, en það gæti mögulega orðið nákvæmara ef notast væri við fulla upplausn gagna. Einnig geta eyður innan tímabilsins haft töluverð áhrif, t.d. skert áhrif hásumars fyrir Stóru-Laxá.

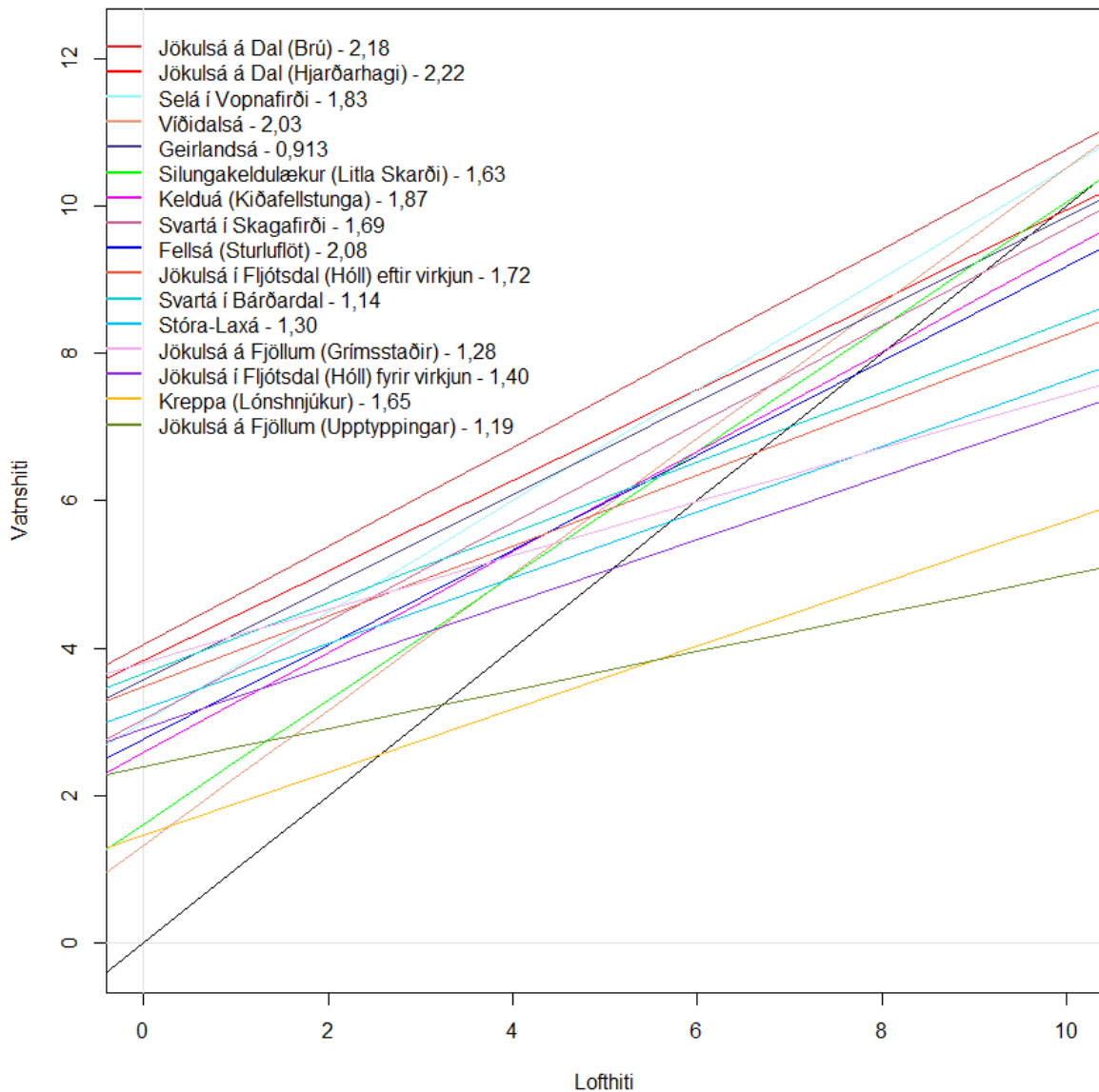
Líkönin höndluðu seinni hluta október almennt illa, þegar upphafshitastig er orðið lægra og áhrif lofthita minni þar sem hita þarf vatnið frá grunni. Ýmis hástökk lofthita sem og rennslis reyndust einnig erfið, þar sem ekki var tekið tillit til hver vatnshiti var þegar breytingarnar hófust. Spálíkönin taka þó vel á þessum vandamálum og gefa betri niðurstöður, en segja þó ekki eins mikið til um hvað það er sem veldur sveiflunum.

Samband við rennslis var mjög breytilegt eftir ám, og ekki endilega augljóst hvað stýrði því. Nauðsynlegt er að hafa í huga að þegar gæði tiltekins sambands voru metin var litið til nokkurra þátta. Oft var það samband sem valið var aðeins örlítið betra heldur en annað, og því geta líkönin sem fást verst ólíkari en þau eru í raun og veru. Einnig þarf að hafa í huga að munur milli þessara sambanda er einnig háður þeirri stærðargráðu sem unnið er með, þ.e. háð hversu mikið rennslis er í ánum.

15.2 Samband við lofthita

Fyrir sérhvern mælistað voru sett upp líkön sem byggðu eingöngu á línulegu sambandi vatnshita og lofthita, en með samanburði á þessum líkönum var reynt að ná fram áhrifum rennslis. Á gröfum 18 og 19 má sjá bestu línurnar sem fengust fyrir sérhvern mælistað, bæði með og án þvingunar skurðpunkts í gegnum núllpunktinn. Gögnin sem liggja að baki gröfunum má sjá í viðauka 2. Á bæði gröfin hefur verið sett inn svört viðmiðunarlína sem lýsir því ef vatnshiti er jafn lofthita. Línurnar sem fást eru mismarktækar þar sem gögnin falla aldrei fullkomlega að beinni línu. Aftan við hvern mælistað kemur fram staðalfrávik, en eftir því sem það er meira þeim mun ómarktækari er línun. Staðalfrávik er almennt lægra þegar engar skorður eru settar á skurðpunktinn, þar sem óeðlilegt er að gera ráð fyrir að upphafshitastig í öllum ám sé 0°C. Aftur á móti er útskýringin töluvert hærri þegar búið er að þvinga í gegnum núllpunkt, þ.e. gögnin falla jafnara um línuna þrátt fyrir að falla lengra frá henni. Eins og áður kom fram eru niðurstöður fyrir Stóru-Laxá ekki marktækar, en þær eru þó látnar fylgja með á gröfunum.

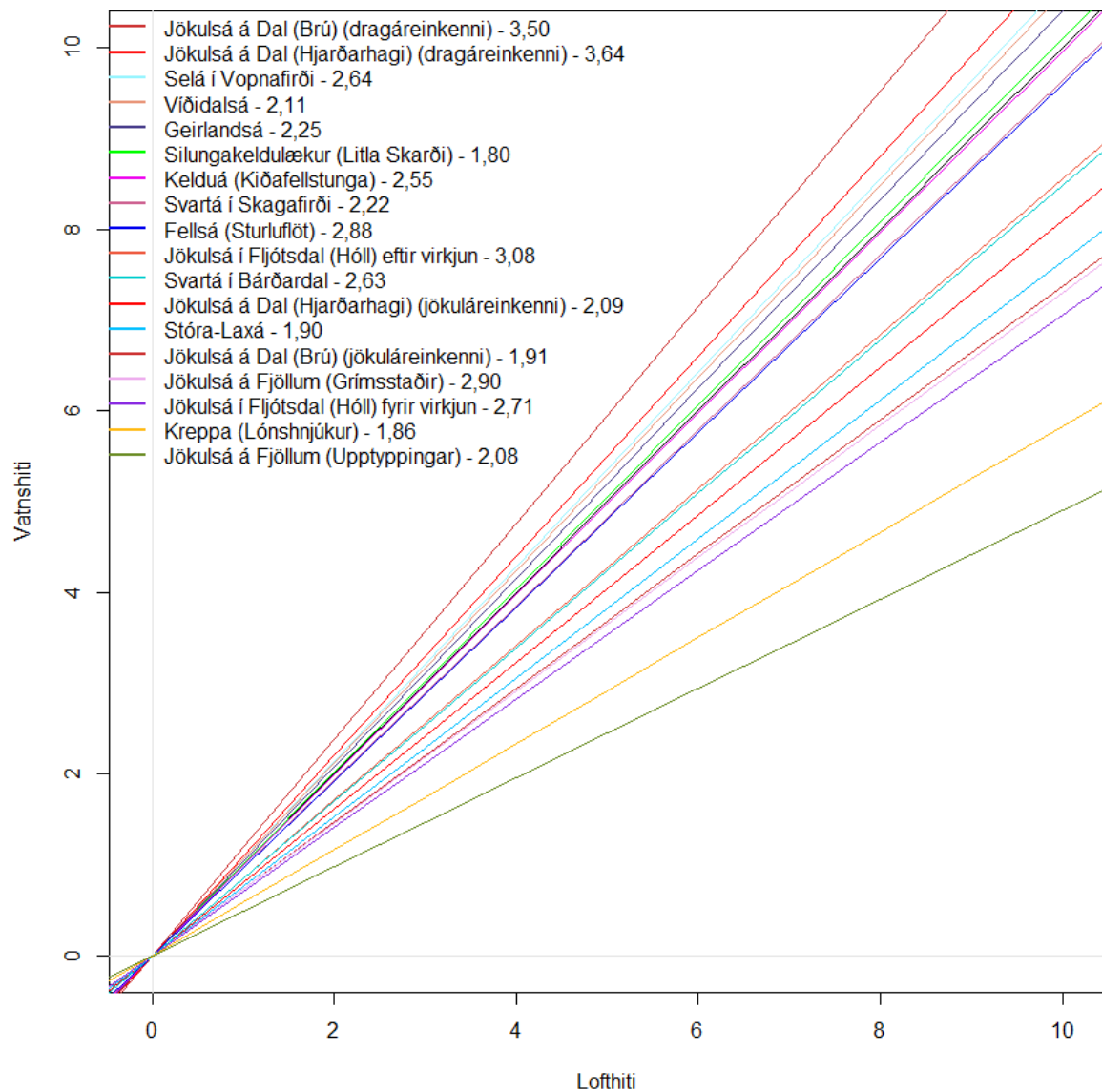
Greining á áhrifaþáttum vatnshita í straumvötnum



Graf 18. Samanburður á línulegu sambandi vatnshita og lofthita fyrir ólíka mælistaði ef engar skorður eru settar á skurðpunkt.

Grafið hér að ofan lýsir ekki eingöngu hvernig vatnshiti fylgir lofthita heldur gefur það einnig ákveðna vísbendingu um upphafshitastig. Þó ber að hafa í huga að upphafshitastig fyrir tiltekna á getur verið mismunandi, t.d. eftir árstíðum eða aðstæðum daginn áður. Einnig renna þverár í margar af þessum ám, sem hafa annað hitastig heldur en áin sem þær renna í. Skurðpunkturinn á grafinu hér að ofan gefur því ákveðna hugmynd um meðalupphafshita.

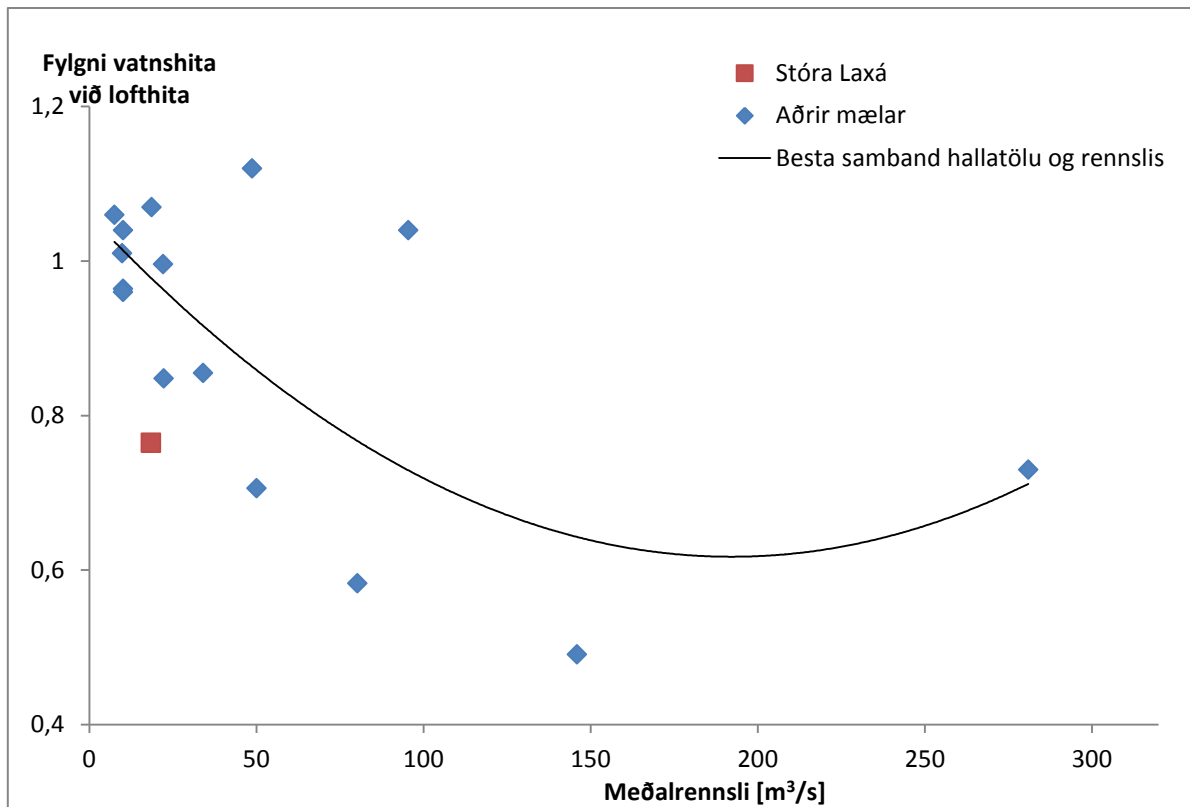
Jökulsá á Dal er að ákveðnu leyti ómarktæk á þessari mynd, þar sem miðað er við öll gögn og þar með blandað saman jökulá og dragá. Betra væri að taka mið af dragaréinkennum og jökularéinkennum í sitthvoru lagi með því að skipta gögnunum upp. Þegar lónið er á yfirfalli og jökulvatn í ánni fengjust sambærilegar niðurstöður og fyrir aðrar jökulár, en upphafhitastigið er þó annað vegna viðstöðu í Hálslóni þar sem vatnið hefur hitnað.



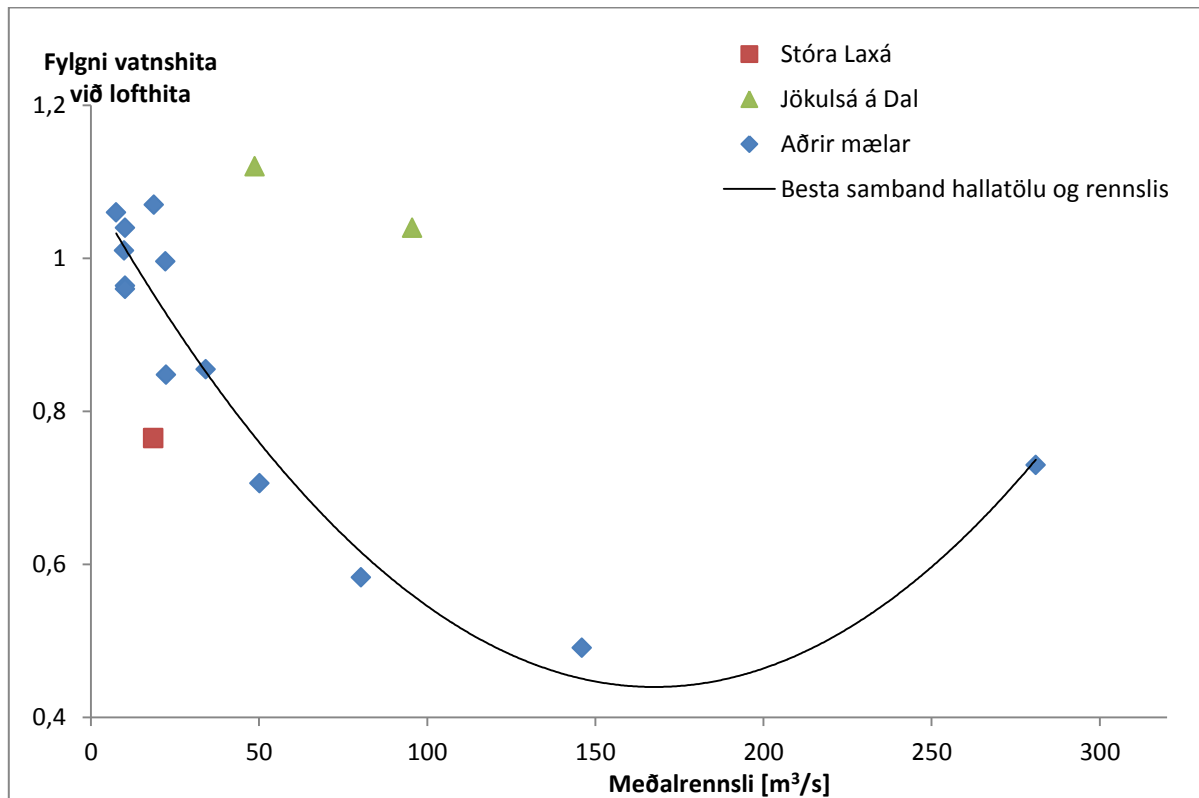
Graf 19. Samanburður á línulegu sambandi vatnshita og lofthita fyrir ólíka mælistaði ef skurðpunktur er þvingaður í gegnum (0,0). Listinn yfir mælistaðina er í sömu röð og línurnar.

Á grafi 19 hefur Jökulsá á Dal verið skipt í tvennt út frá rennsli, sbr. kafla 5.5. Línurnar sem koma fram á grafinu eru notaðar í nánari samanburð á fylgni vatnshita og lofthita með tilliti til meðalrennslis í gögnunum. Þann samanburð má sjá á gröfum 20-22. Á grafi 20 hefur Jökulsá á Dal ekki verið skipt upp með tilliti til rennslis og bjagar því besta samband sem fæst töluvert. Ef Jökulsá á Dal er sleppt fæst besta samband sem fellur mjög vel að punkturnum, líkt og sjá má á grafi 21. Ætla má að þetta graf sé meira lýsandi fyrir samband vatns- og lofthita í öðrum ám en jökulám.

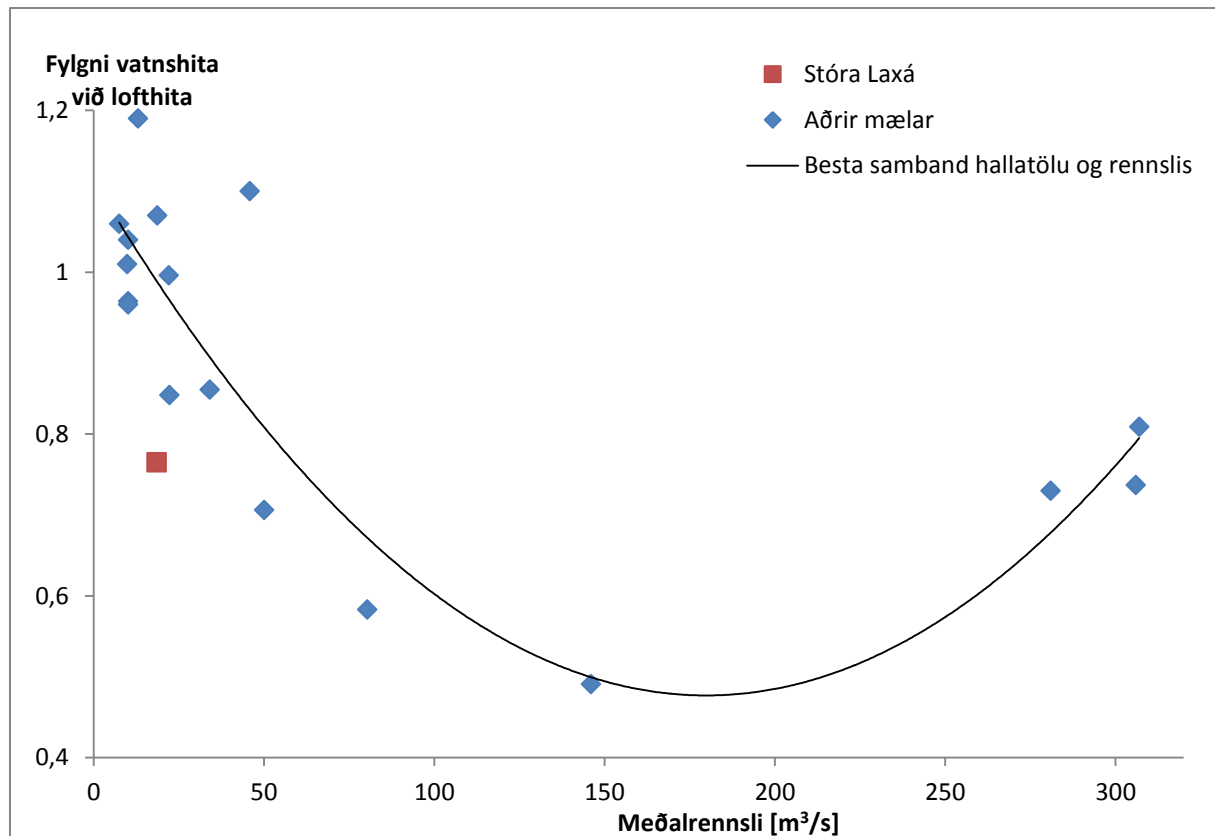
Á grafi 22 sést að það samband helst vel þótt Jökulsá á Dal sé bætt við þegar búið er að skipta gögnunum upp eftir því hvort jökulvatn er í ánni eða ekki. Sambandið er í miklu samræmi við það sem fékkst á grafi 21.



Graf 20. Samband vatnshita við lofthita með tilliti til meðalrennslis. Jökulsá á Dal hefur ekki verið skipt upp eftir rennsli.



Graf 21. Samband vatnshita við lofthita með tilliti til meðalrennslis. Ekki er notast við Jökulsá á Dal við útreikning besta sambands.



Graf 22. Samband vatnshita við lofthita með tilliti til meðalrennslis. Jökulsá á Dal hefur verið skipt upp eftir rennsli. Örlítill bjögun verður vegna efstu punkta vinstra megin, en þeir lýsa dragárhhluta Jökulsár á Dal.

Það er greinilegt að rennsli hefur töluverð áhrif á hversu vel vatnshiti fylgir eftir lofthita. Fylgni minnkar með auknu rennsli upp að ákveðnu marki, en virðist síðan aukast aftur fyrir mikið rennsli, líkt og sést með Jökulsá á Dal og Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði. Líklegt er að í Jökulsá á Fjöllum sé það vegna þess að áin fljóti út á aura, yfirborð aukist og lofthiti nái því að hita vatnið meira, en jökulvatnið sem kemur í Jökulsá á Dal hefur hærri upphafshita þar sem það hefur legið í Háslóni. Hafa ber í huga að lægsta fylgnin sem fæst er fyrir Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga annars vegar og Kreppu hins vegar, en þeir mælistaðir eru ekki langt frá upptökum ána og því hefur lofthiti aðeins haft áhrif í stuttan tíma.

Sem framhald af þessari greiningu væri áhugavert að skoða jökulár sér, sem og dragár og lindár. Líklega væri þá hægt að ná fram enn sterkara sambandi, þar sem eiginleikar ána í hverjum flokki yrðu þá svipaðir og minni líkur á bjögun vegna þeirra.

15.3 Spálíkan

Þegar litið er á spálíkönin er sameiginlegt með öllum að áhrifamesti þátturinn er vatnshiti daginn áður. Það er í samræmi við það sem búast mátti við, en þó þarf að hafa í huga að þættirnir eru háðir innbyrðis og áhrif lofthita og rennslis því að einhverju leyti fólgin í áhrifum vatnshita. Spálíkönin gáfu almennt mjög góða útskýringu, um og yfir 90%, þar sem breytingar á vatnshita milli daga eru litlar, nema miklar sviptingar eigi sér stað í veðri eða rennsli. Flækjustig líkananna var mismunandi eftir mælistað, en í samræmi við flækjustig besta líkans.

Niðurstöður fyrir jökulár voru almennt verri en fyrir dragár, en það getur að einhverju leyti stafað af því að gögnin eru í ólíkri upplausn. Einnig voru líkön misgóð eftir því hversu langt frá upptökum vatnshitamælirinn var staðsettur. Það fengust til að mynda allt aðrar niðurstöður í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði heldur en við Upptyppinga og í Kreppu. Þetta skýrist með því að það vatn sem var undir áhrifum veðurfars o.fl. daginn áður er komið neðar í ána, á meðan það vatn sem er við mælistaðinn hefur ekki verið komið út í ána degi fyrr.

16 ÞAKKIR

Sérstakar þakkir fara til starfsfólks Veðurstofu Íslands og Veiðimálastofnunar fyrir gögn, aðstoð og góð ráð.

17 HEIMILDIR

Victor Kr. Helgason og Egill Axelsson 2009. *Vatnshitamælingar Landsvirkjunar og Vatnamælinga á Austurlandi árin 1995-2007*. Landsvirkjun, LV-2009/062.

VST. *Kárahnjúkavirkjun. Áhrif á vatnafar*. Landsvirkjun, LV-2001/004

Viðauki 1

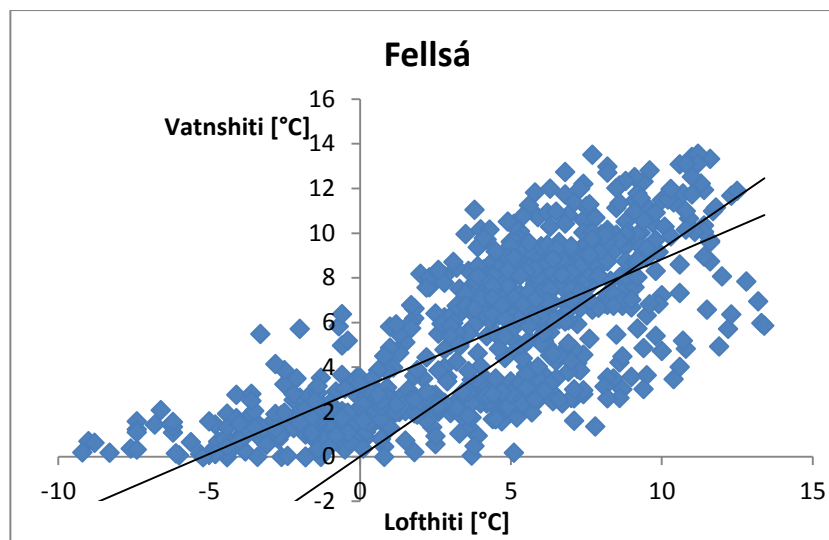
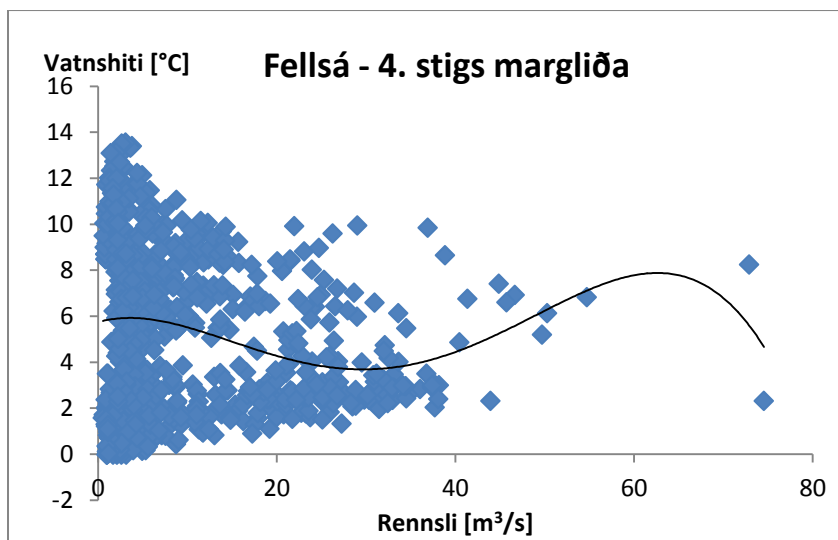
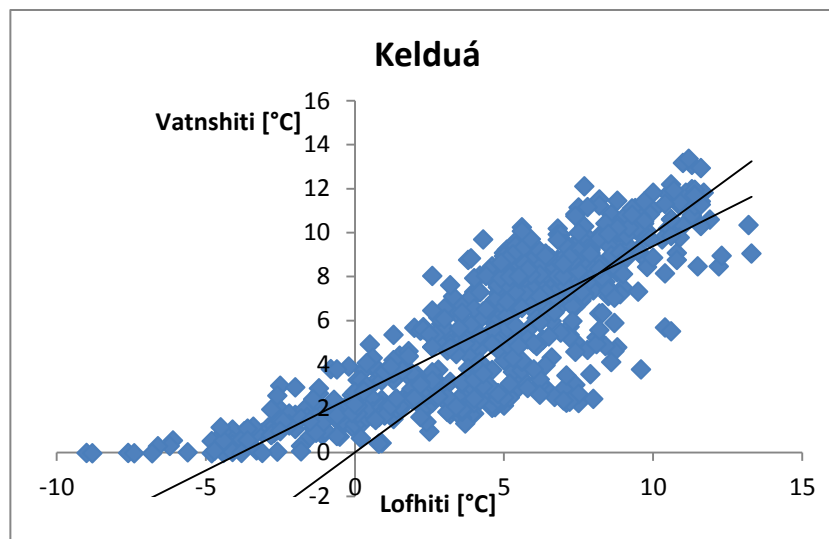
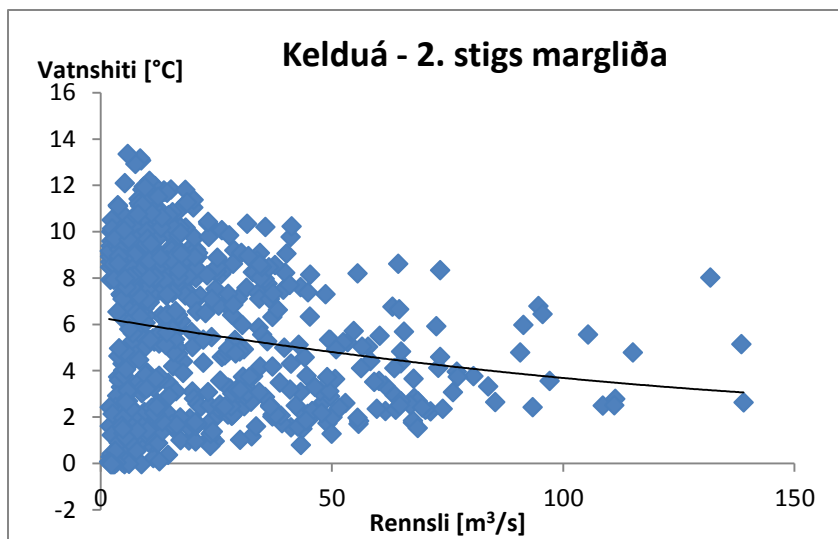
Hnitatafla

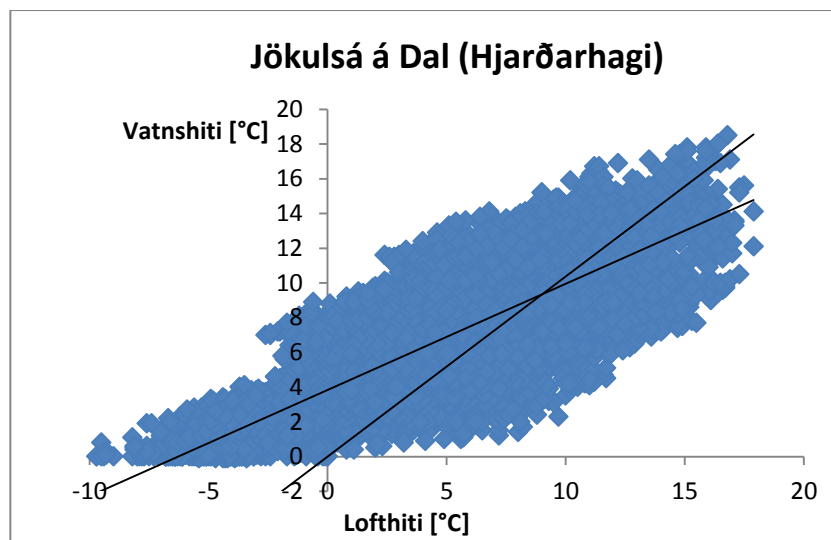
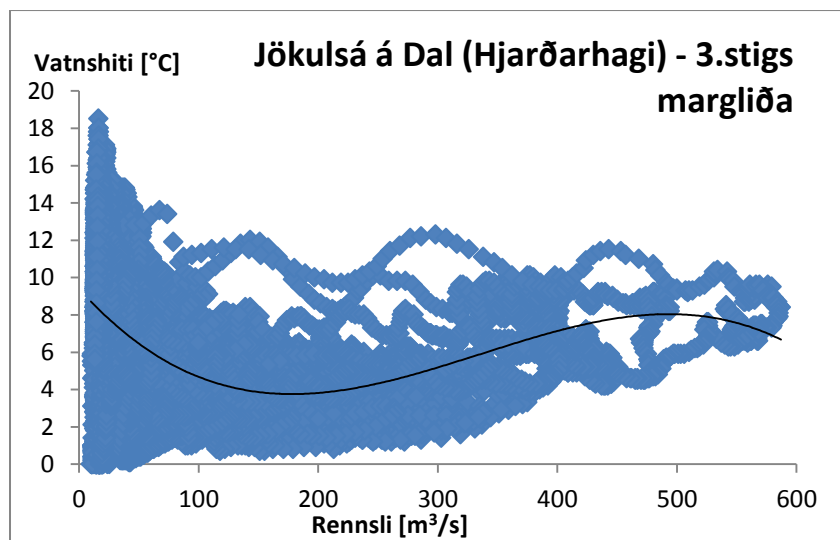
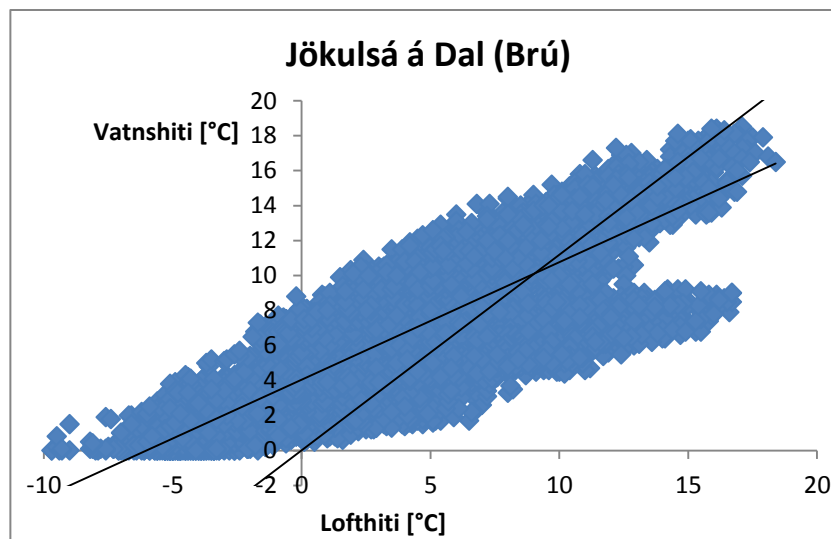
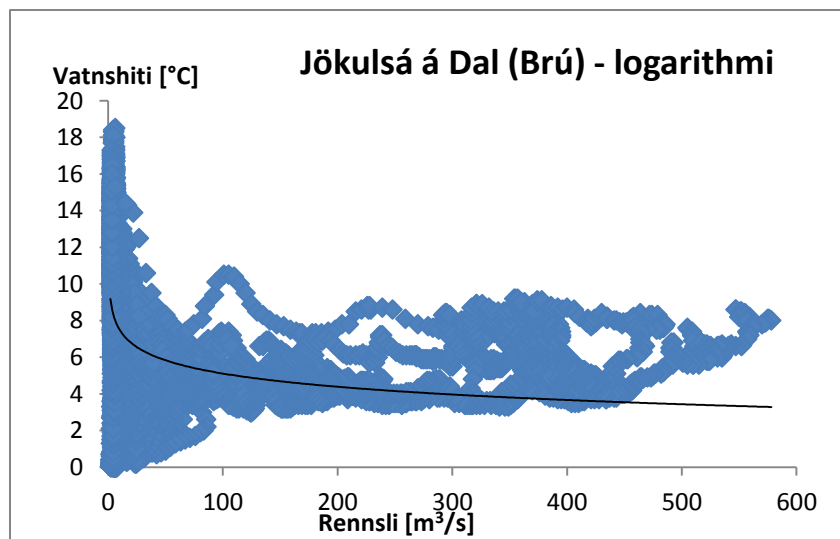
Nafn	Austurhnit (ÍS93)	Norðurhnit (ÍS93)	Hæð yfir sjávarmáli [m]	Flokkur
Búrfell (6430)	463.703	401.754	249	Veðurstöð
Eyjabakkar (5943)	669.761	484.179	655	Veðurstöð
Fellsá við Sturluflöt (V573)	686.441	497.053		Vatnamælingar
Geirlandsá (V475)	544.630	371.626		Vatnamælingar
Haugur (3103)	416.389	521.683	130	Veðurstöð
Jökulsá á Dal við Brú (V164)	662.914	516.374		Vatnamælingar
Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga (V110)	688.620	545.116		Vatnamælingar
Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði (V102)	629.443	572.397		Vatnamælingar
Jökulsá á Fjöllum við Upptyppinga (V289)	631.179	509.665		Vatnamælingar
Jökulsá í Fljótsdal við Hól (V109)	684.619	503.967		Vatnamælingar
Kárahnjúkar (5933)	652.377	495.858	639	Veðurstöð
Kelduá við Kiðafellstungu (V205)	685.849	497.108		Vatnamælingar
Kreppa við Lónshnjúk (V233)	634.505	508.405		Vatnamælingar
Laufbali (6472)	543.045	391.439	556	Veðurstöð
Litla Skarð (1881)	374.723	472.149	115	Veðurstöð
Nautabú (3242)	482.887	551.145	115	Veðurstöð
Selá rennismælir (V48)	687.502	596.266		Vatnamælingar
Selá vatnshitamælir í Selárfossi	686.465	595.054		Vatnamælingar
Selá vatnshitamælir (SEL-1)	674.272	583.888		Vatnamælingar
Selá vatnshitamælir (SEL-5)	689.928	598.238		Vatnamælingar
Silungakeldulækur (V404)	374.718	472.148		Vatnamælingar
Stóra-Laxá rennismælir (V411)	444.211	408.550		Vatnamælingar
Stóra-Laxá vatnshitamælir	433.580	395.639		Vatnamælingar
Svartá í Bárðardal ofan Ullarfossbrúar (V324)	578.797	544.968		Vatnamælingar
Svartá í Skagafirði við Reykjafoss (V10)	482.221	555.195		Vatnamælingar
Svartárkot (3292)	581.804	539.250	405	Veðurstöð
Upptyppingar (4019)	631.249	509.658	563	Veðurstöð
Víðidalsá (V486)	426.442	538.131		Vatnamælingar
Vopnafjarðarheiði (34348)	669.830	571.247	440	Veðurstöð

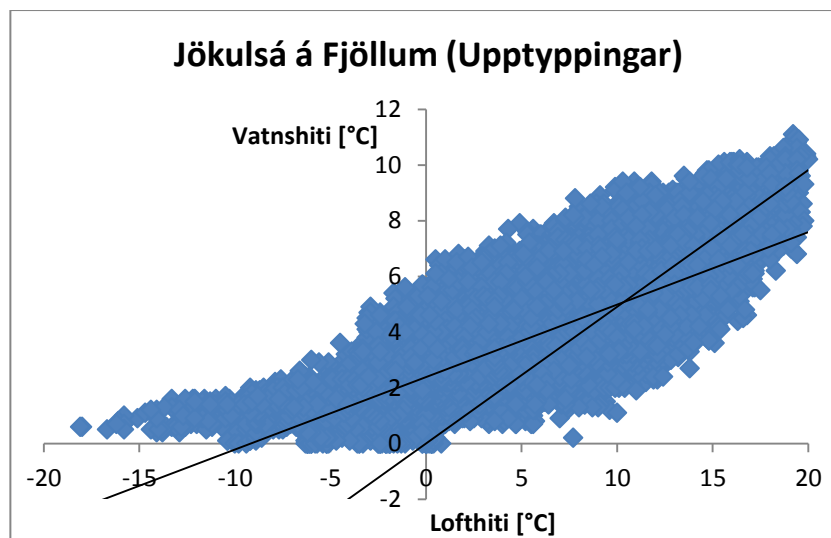
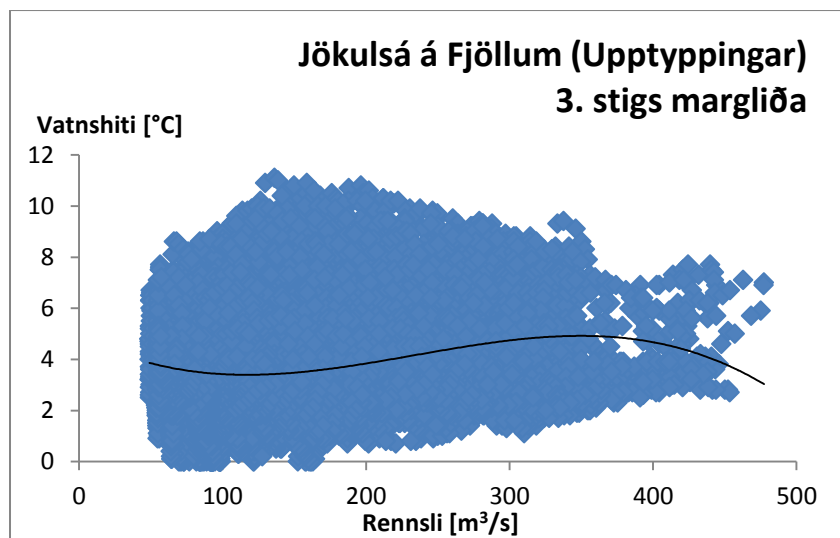
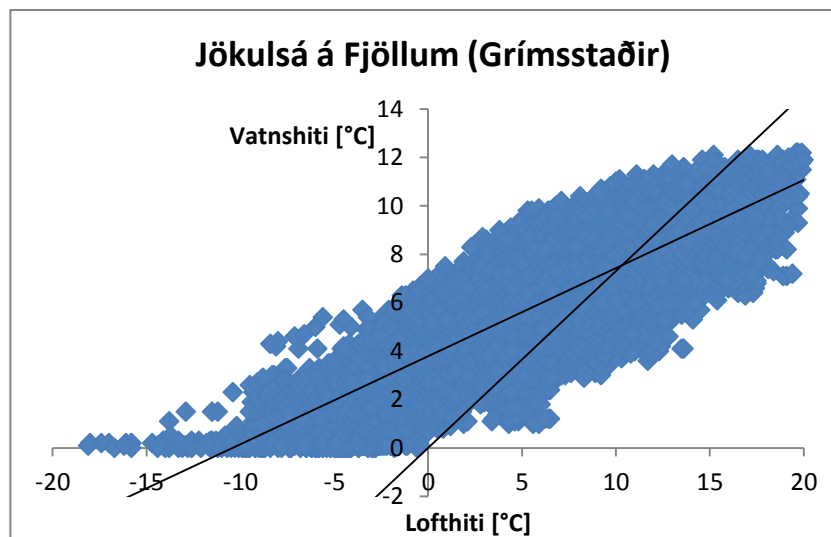
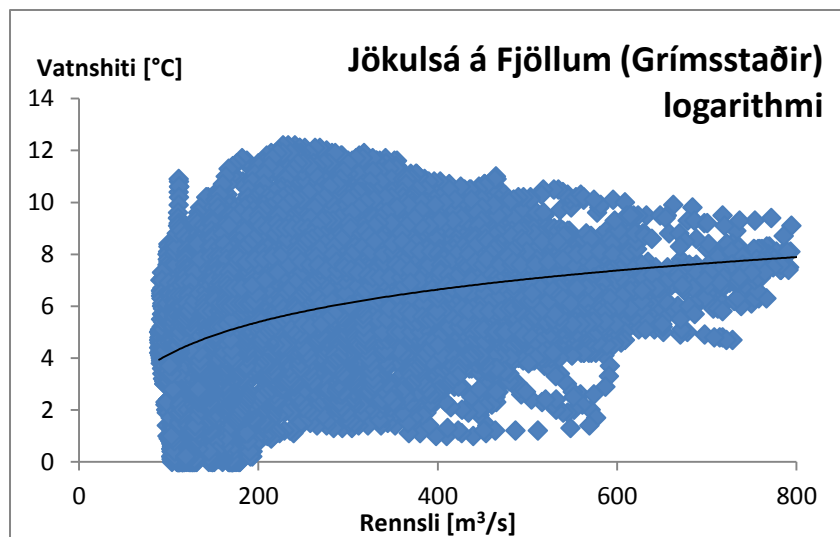
Viðauki 2

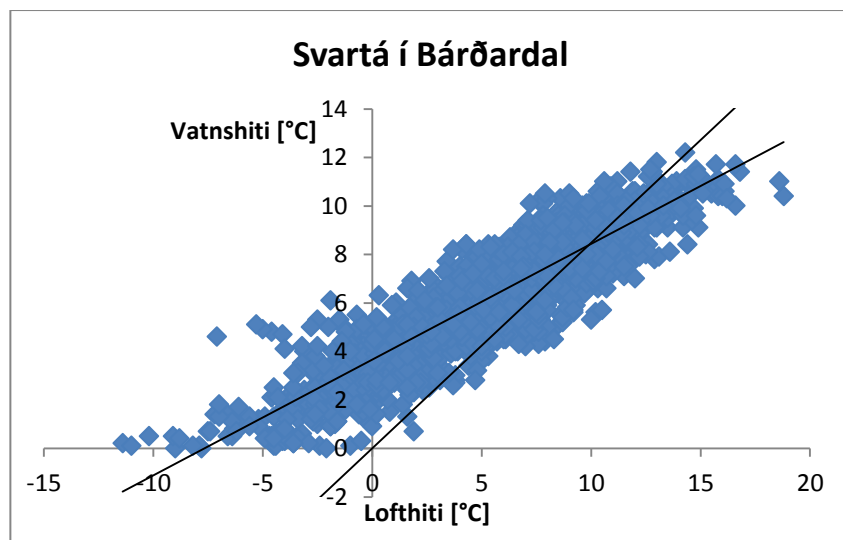
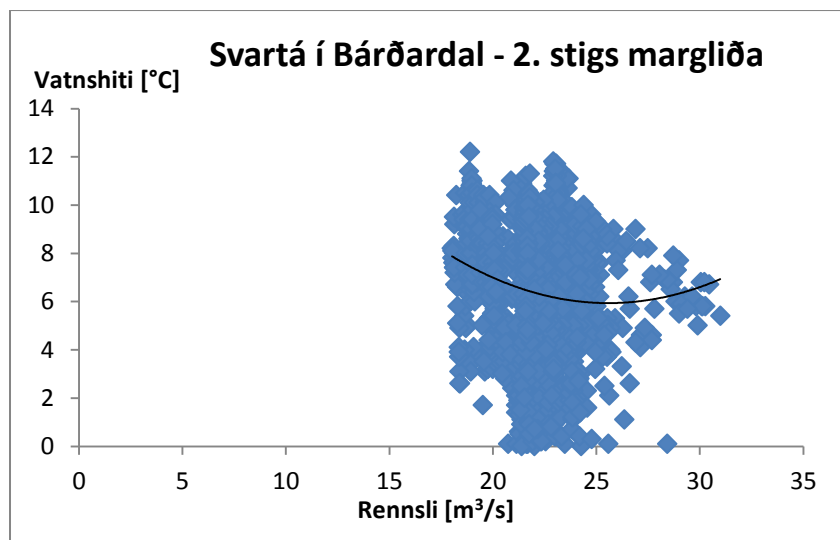
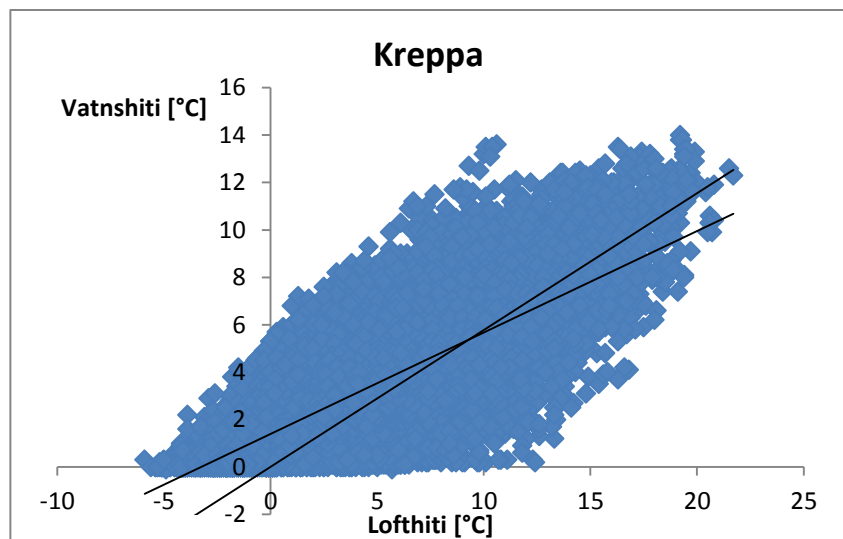
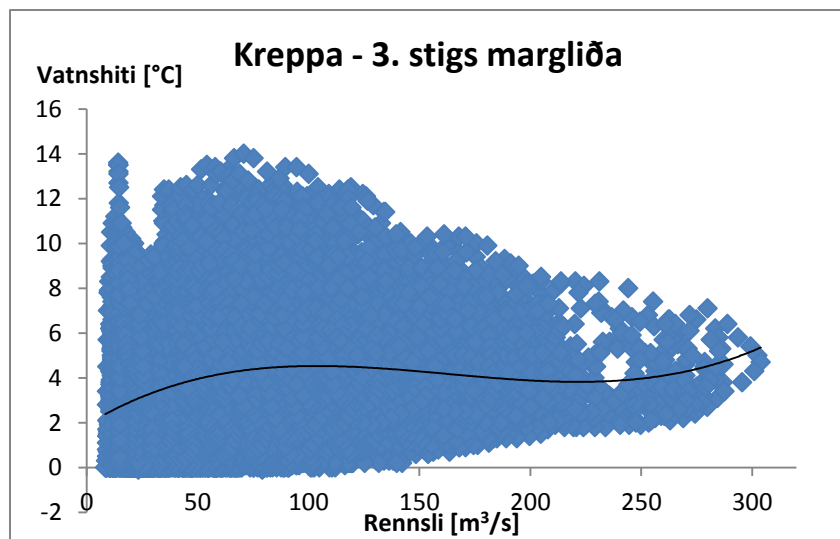
Besta samband við áhrifaþætti ásamt gögnum

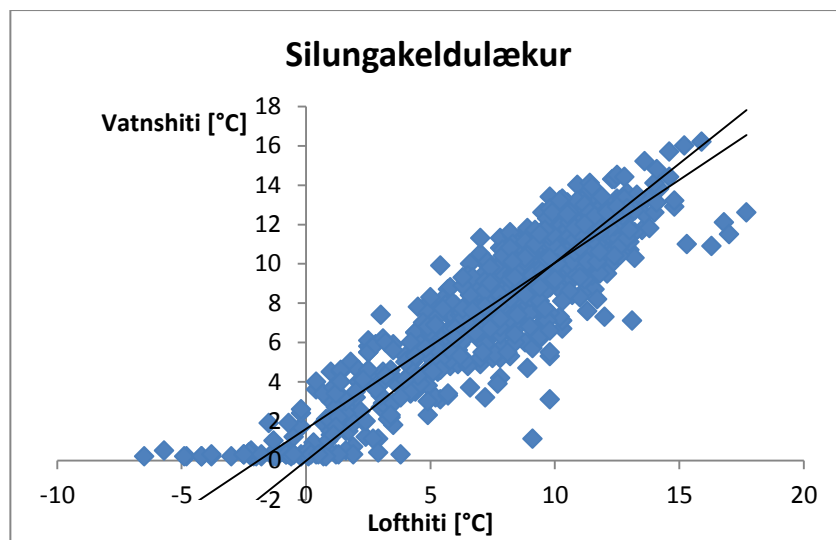
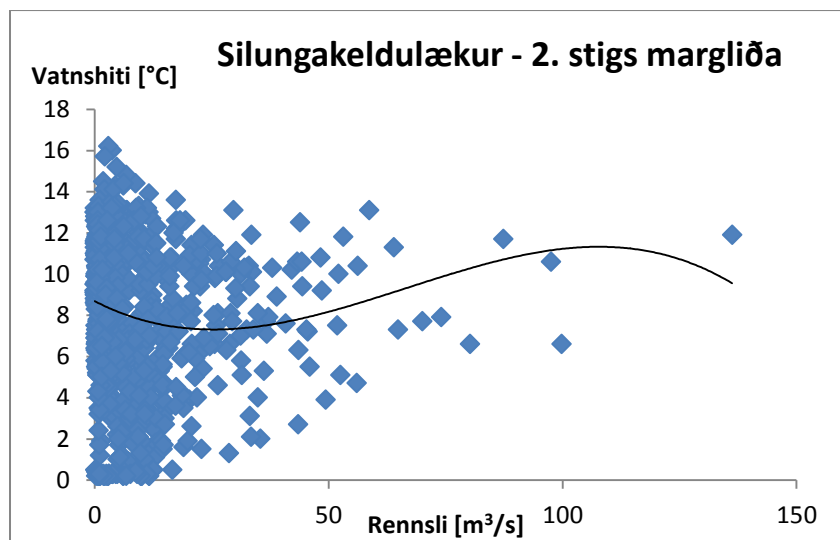
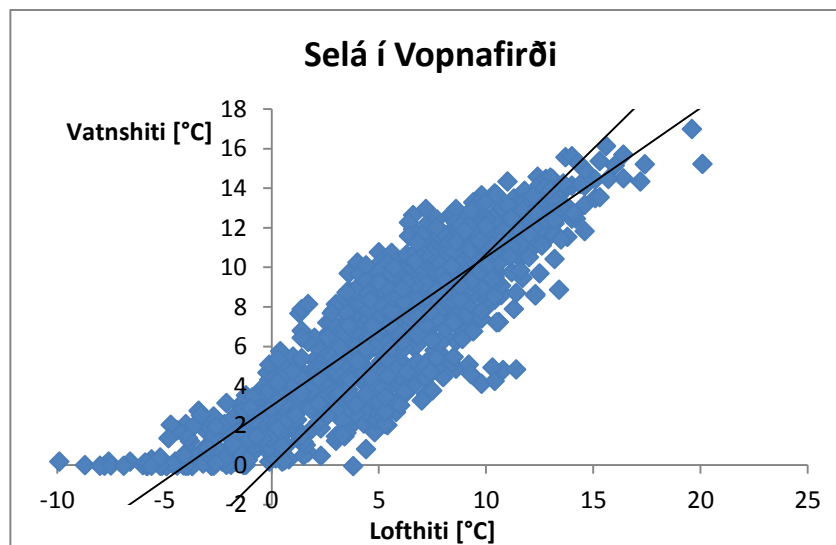
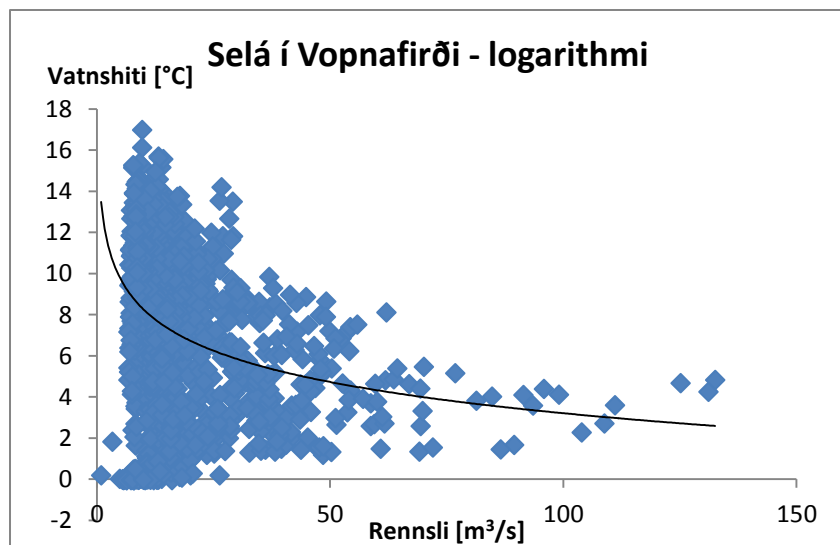
Fyrir hvern mælistað eru mæld gildi vatnshita sett upp sem fall af rennsli annars vegar og lofthita hins vegar. Besta samband út frá þeim gögnum er einnig sett upp á gröfin. Samband við rennsli er breytilegt eftir ám, en samband við lofthita er línulegt og sett upp bæði með og án þvingunar í gegnum núllpunkt.

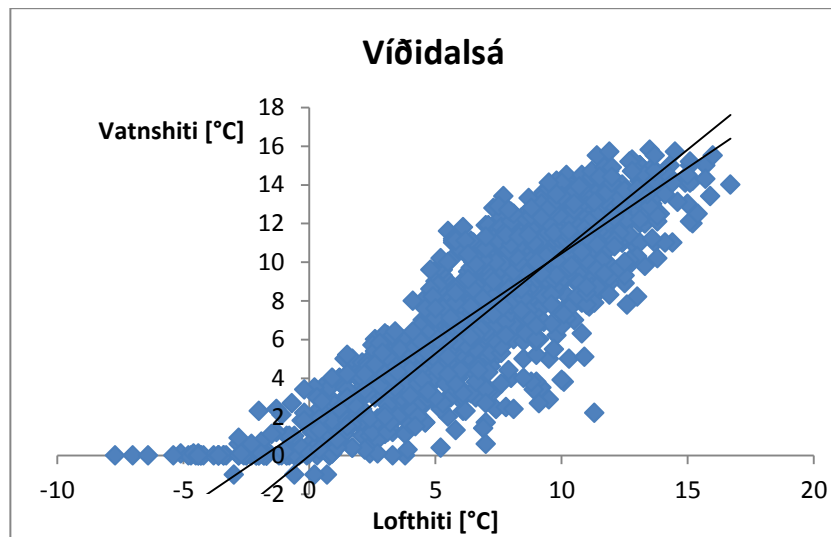
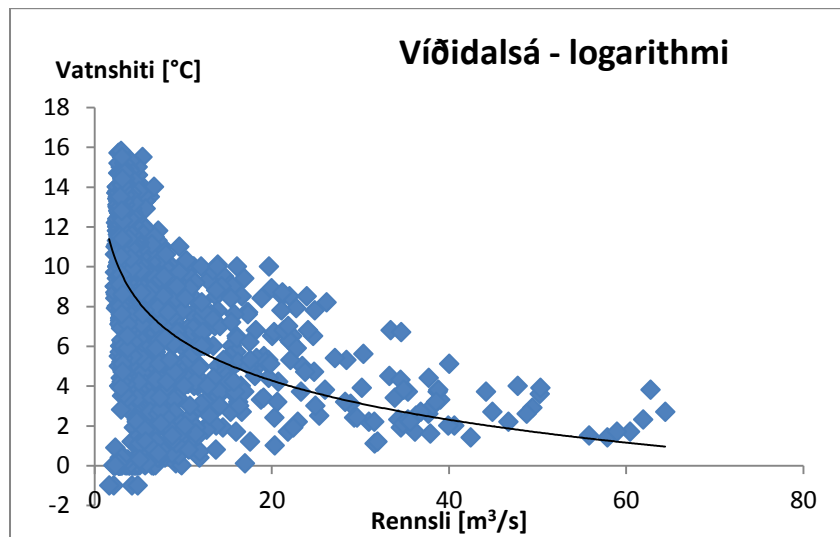
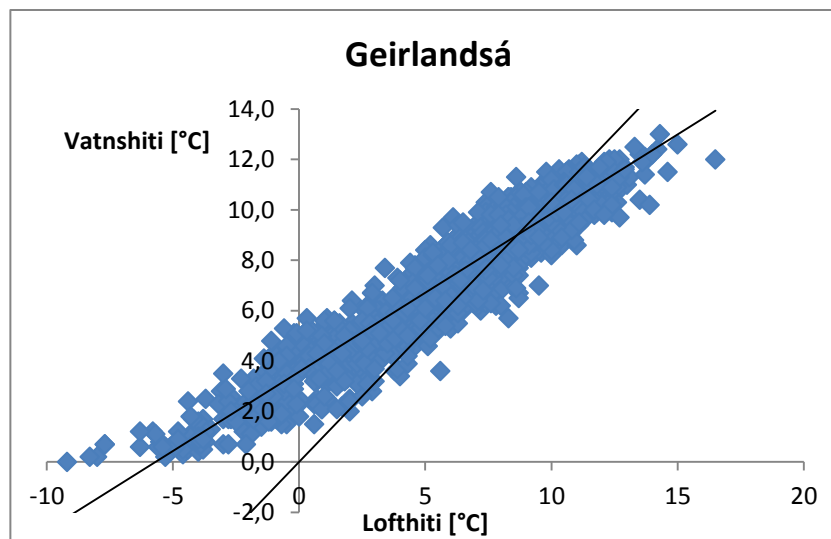
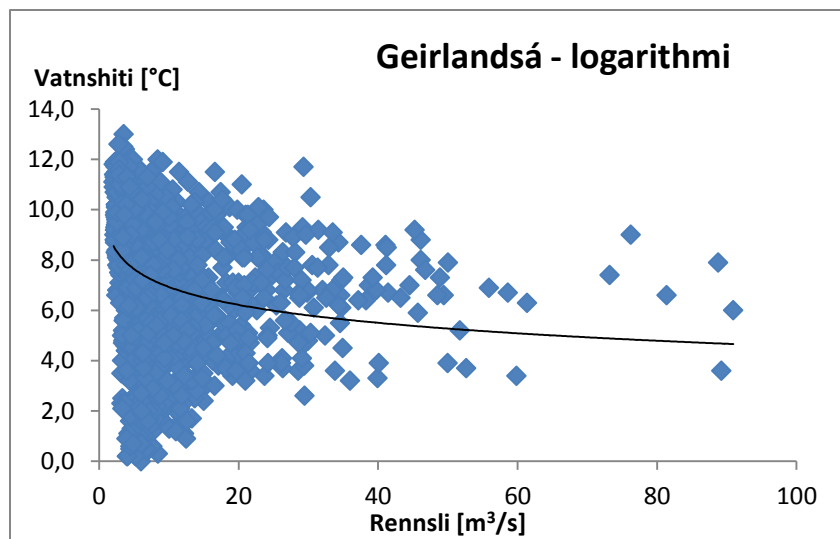


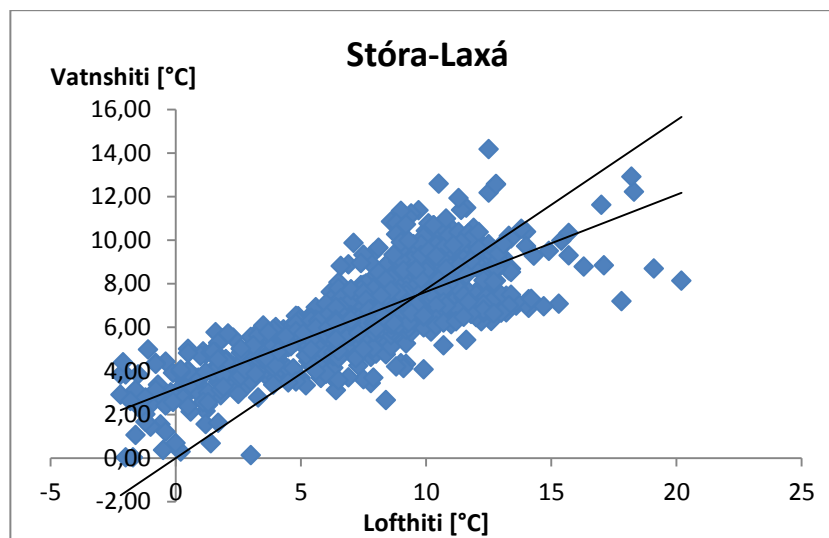
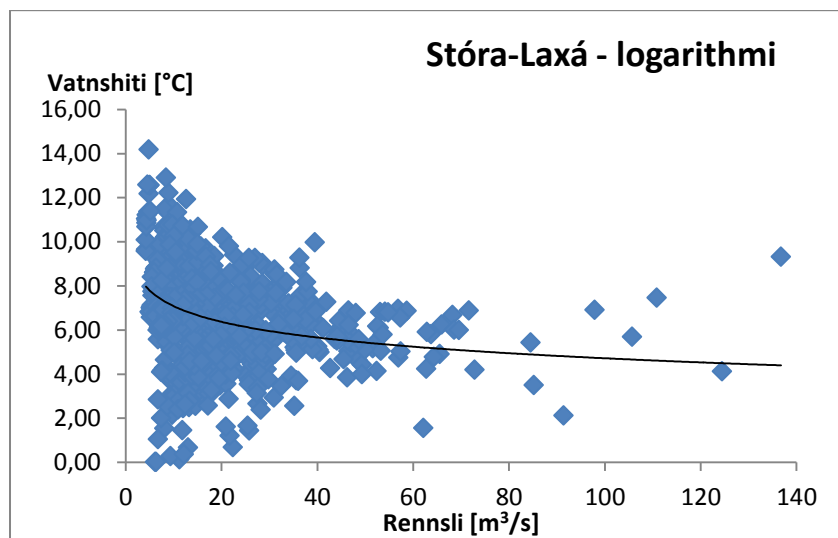
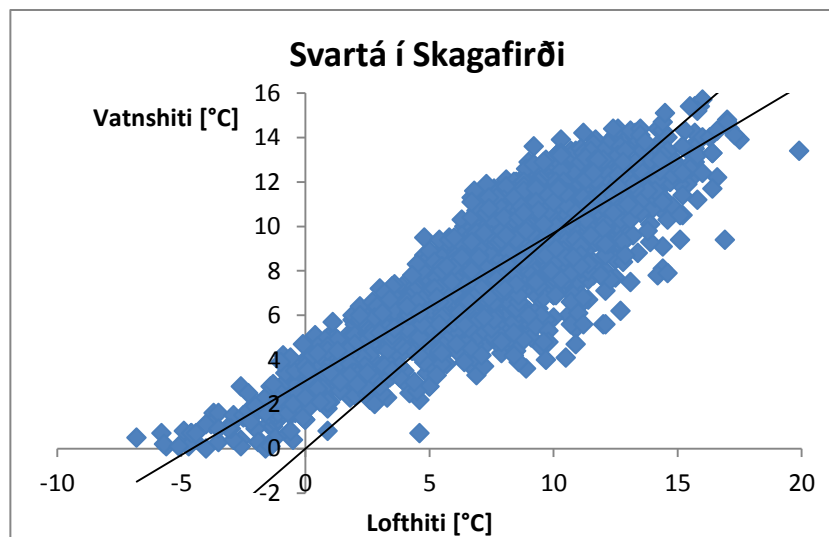
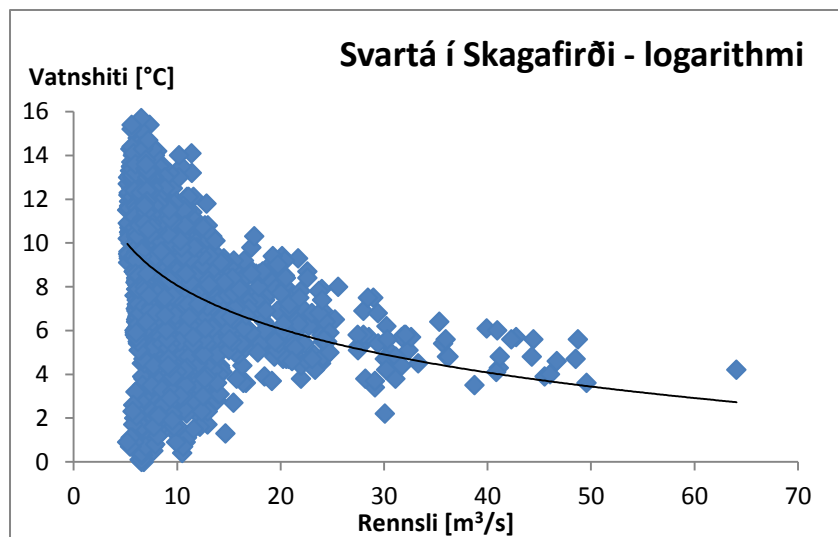


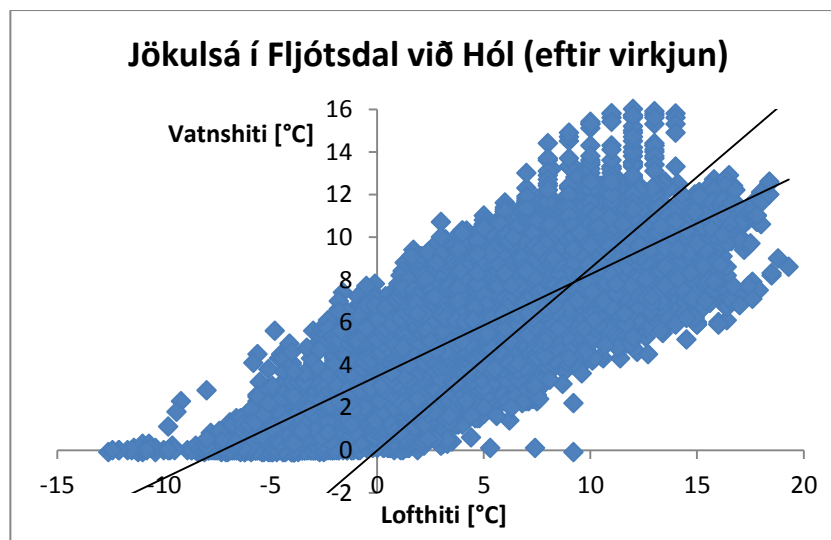
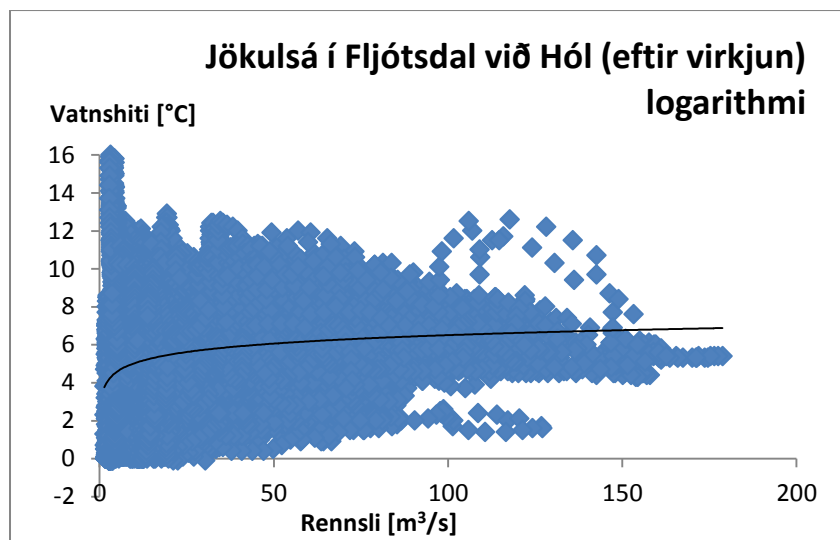
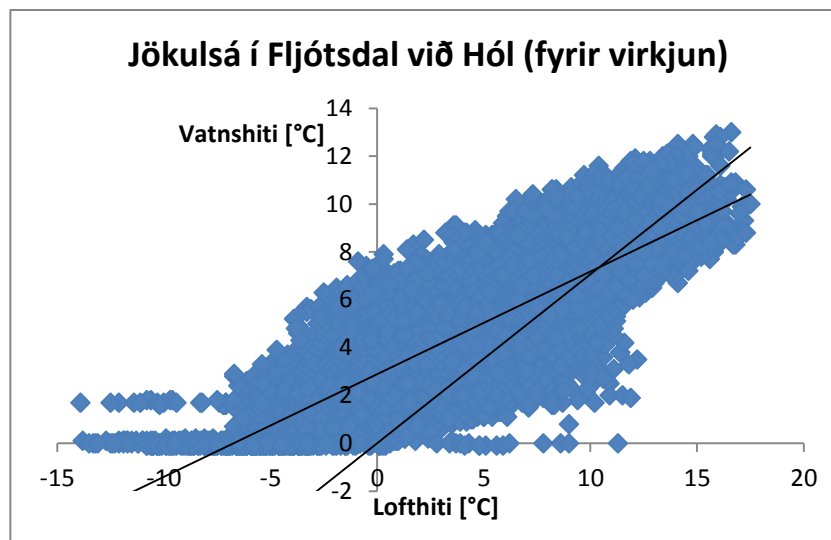
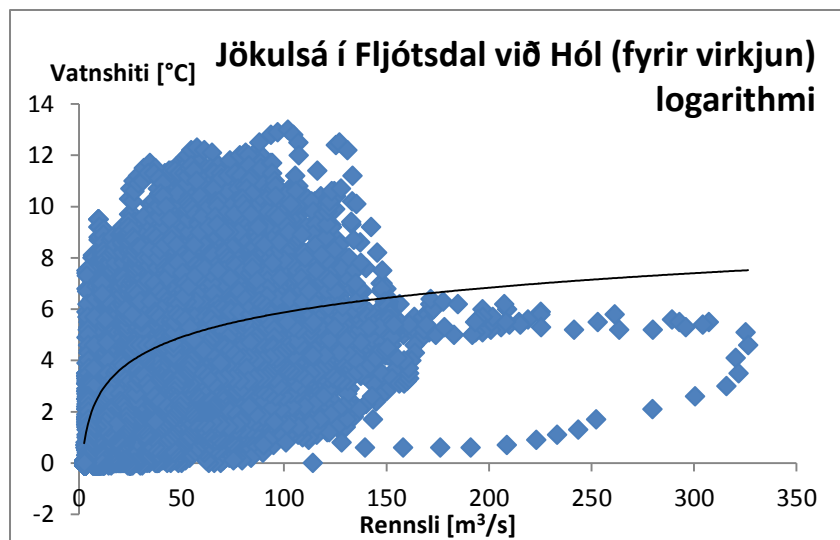














Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

