

## Virkjun grunnvatnshluta vatnafræði- líkansins WaSiM, auk samanburðar við stakar rennslismælingar og stuttar rennslisraðir

---

Bergur Einarsson, Veðurstofu Íslands  
Sveinbjörn Jónsson, Veðurstofu Íslands



Lykilsíða

<b>Greinargerð nr.:</b> BE/SJ 2010-01	<b>Dags.:</b> Janúar 2010	<b>Dreifing:</b> Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/> <b>Skilmálar:</b>
<b>Heiti greinargerðar:</b> VirkJun grunnvatnshluta vatnafræðilíkansins WaSiM auk samanburðar við stakar rennslismælingar og stuttar rennslisraðir	<b>Upplag:</b> 10 <b>Fjöldi síðna:</b> 22	
<b>Höfundar:</b> Bergur Einarsson og Sveinbjörn Jónsson	<b>Framkvæmdastjóri sviðs:</b> Jórunn Harðardóttir	
	<b>Verkefnisstjóri:</b> Jórunn Harðardóttir	
<b>Gerð greinargerðar/verkstig:</b>	<b>Verknúmer:</b> 4313	
<b>Unnið fyrir:</b> Orkustofnun		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Farið er yfir hvernig virkjun grunnvatnshluta vatnafræðilíkansins WaSiM var framkvæmd. Niðurstöður líkanreikninga fyrir mismunandi stuðlasetningar eru bornar saman við stakar rennslismælingar í Jökuldal og Jökulsárhlið sem og við stuttar rennslisraðir í Hrafnkelu og Hölná. Einnig er kynnt uppbygging textaskráa með tímaröðum sem byggðar eru á eldri reikningum, sem liggja til grundvallar afrennsliskorti af Íslandi fyrir tímabilið 1961–1990.		
<b>Lykilorð:</b> Grunnvatnsreikningar, WaSiM, líkanreiknað afrennslí, stuttar rennslisraðir, stakar rennslismælingar, Jökulsárhlið, Jökuldalur, Hölná, Hrafnkela	<b>Undirskrift framkvæmdastjóra sviðs:</b> 	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>	
	<b>Yfirfarið af:</b> SG	



## Inngangur

Á árinu 2009 var aðal áherslan í verkefnum tengdum vatnafræðilegum líkanreikningum að bæta og þróa aðferðafræðina við notkun vatnafræðilega líkansins WaSiM. Í upphafi árs var sú gerð líkansins sem notast er við uppfærð í útgáfu 8.4 í stað útgáfu 6.4, en töluverðar lagfæringar hafa verið gerðar á innri reikningum líkansins milli þessarar útgáfna. Einnig var unnið að því að virkja grunnvatnshluta líkansins, en í reikningum hingað til hefur ekki verið tekið tillit til grunnvatns. Auk þessa voru tilraunir gerðar með að nota stuttar tímaraðir og stakar rennismælingar til að ákvarða stuðlasetningu líkansins.

Á Norðurlöndum er nú unnið að ítarlegum athugunum á áhrifum veðurfarsbreytinga á orkukerfi og orkuframleiðslu og hefur Norræni orkurannsóknasjóðurinn (Nordic Energy Research) styrkt fjögurra ára norrænt samstarfsverkefni á þessu sviði á árunum 2007–2010. Norræna verkefninu, Climate and Energy Systems (CES), er stjórnað af Veðurstofu Íslands (áður af Vatnamælingum) og er íslenska verkefnið „Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á orkukerfi og samgöngur“ (LOKS) unnið samhliða því norræna. Þessi verkefni tengjast forvera norræna samstarfsverkefnisins, rannsóknarverkefninu „Climate and Energy“ ([www.os.is/ce](http://www.os.is/ce)) og verkefni sem er enn eldra, „Climate, Water and Energy“ ([www.os.is/cwe](http://www.os.is/cwe)), auk fyrri íslenskum systurverkefnum þeirra, „Veður, Vatn og Orka“ og „Veður og Orka“ ([www.os.is/vvo](http://www.os.is/vvo)). Umtalsverður hluti verkefnanna snýr að notkun vatnafræðilíkans til að meta áhrif breytinga í veðurfari á vatnafar. Því er vinna við virkjun grunnvatnshluta vatnafræðilega líkansins að hluta fjármögnuð af þessum verkefnum.

## Vinna við WaSiM árið 2009

Vatnafræðilíkanið WaSiM hefur áður verið notað til að búa til afrennsliskort af Íslandi fyrir tímabilið 1961–1990 og reikna framtíðar sviðsmynd af afrennslis fyrir tímabilið 2071–2100 miðað við áætlaðar loftslagsbreytingar (Jóna Finndís Jónsdóttir, 2008). Við gerð afrennsliskortsins var líkanið kvarðað fyrir um 70 vatnasvið með hliðsjón af tiltækum rennislisgögnum í gagnagrunni Vatnamælinga. Við þessa vinnu var grunnvatnshluti WaSiM ekki nýttur því innleiðing hans þótti flókið mál. Því var ákveðið að notast við einföldun þar sem áhrif grunnvatns voru hermd með því að hækka geymslustuðla fyrir rennslis í jarðvegi og beint afrennslis, það er geymsla á vatni á yfirborði og í jarðvegi eftir úrkomu eða bráðnunaratburði var ýkt til að herma eftir geymslu í grunnvatnsgeymi. Einnig þurfti að skala úrkomu milli vatnasviða þar sem úrkoma fellur á eitt vatnasvið en flyst síðan með grunnvatnstraumum yfir á annað vatnasvið. Í tilvikum þar sem úrkoma skilar sér ekki sem yfirborðsafrennslis heldur sem grunnvatnstraumur yfir á annað vatnasvið, var úrkoman sköluð niður, en úrkoman sköluð upp á vatnasviðum þar sem grunnvatnstraumar koma inn á vatnasviði og afrennslis á yfirborði er meira en úrkoman sem fellur á vatnasviðið. Þótt þessi einföldun sé skýr og skili góðum niðurstöðum þegar lítið er til afrennslis þá hefur hún ýmis óæskileg áhrif. Á svæðum þar sem stór hluti úrkomu sígur niður í grunnvatn verður snjóhula t.d. of lítil þegar úrkoman er sköluð niður. Þetta veldur því að á vorin verður vatnsmagn sem streymir inn í kerfin vegna snjóbráðar of lítið. Geymslustuðlar fyrir beint afrennslis og rennslis í jarðvegi verða einnig óraunverulega háir því toppar eru teygðir inn í lágrennslistímabil til að líkja eftir áhrif grunnvatns-miðlunar. Þetta veldur því að rennslitoppar reiknast lægri og útflattari en eðlilegt er.

Til að bæta frammistöðu líkansins og komast framhjá einföldunum og óhagræði sem þessi skölnun hefur í för með sér var ákveðið að leggja út í þá vinnu að virkja grunnvatnshluta afrennslilíkansins. Við virkjun grunnvatnshluta WaSiM var byrjað að taka fyrir vatnasvið

með tiltölulega einföldu grunnvatni, þ.e. þar sem grunnvatn gegnir einhverju hlutverki í grunnrennsli, en ekki aðalhlutverki. Notast var við Austari Jökulsá við Skatastaði (vhm144) þar sem til eru mæld rennslisgögn síðan 1970 (Ríkey Hlín Sævarsdóttir og Vaka Antonsdóttir, 2004). Grunnvatnseiginleikar á svæðinu eru vel rannsakaðir og mat hefur verið lagt á lekt, grop jarðlaga og sprungulekt (Freysteinn Sigurðsson, 2004). Inntaksgögn um úrkomu, hita og vind eru tekin úr MM5 líkanreikningum Reiknistofu í veðurfræði og eru á 8x8 km neti. (Ólafur Rögnvaldsson o.fl., 2004).

Auk þess að grunnvatnshluti líkansins var virkjaður þá var útgáfan sem notast er við uppfærð úr 6.4, sem hafði verið notuð við gerð afrennsliskorts fyrir tímabilið 1961–1990, yfir í útgáfu 8.4. Í nýrri útgáfunni hefur grunnvatnshluti líkansins verið endurbættur og ýmsir innri reikningar lagfærðir. Með nýrri útgáfu þurfti að uppfæra stýriskrár og tók það lengri tíma en mátti búast við því ekki var búið að uppfæra handbókina sem lýsir notkun líkansins í samræmi við uppfærsluna á líkaninu. Fyrstu tilraunir með notkun grunnvatnshluta líkansins gáfu ekki góðar niðurstöður því mun meira vatn skilaði sér sem afrennsli af vatnasviðinu en búast mátti við miðað við úrkomu. Vegna þessa voru fræðin skoðuð enn frekar fyrir grunnvatnshluta WaSiM. Lengi vel var grunur um að skilningur á jaðarskilyrðum grunnvatnshlutans væri ekki réttur en svo beindist athyglin að sjálfum reikningunum.

Í framhaldi af því var sett upp einfalt líkan af fjallshrygg með bjöllulaga formi og veðurgögn með jafnri úrkomu, jöfnu hitastigi og jöfnum vind á öllum keyrslutímanum. Þrátt fyrir það fékkst ekki raunveruleg útkoma þar sem grunnvatnshlutinn virtist gefa meira vatn en var til staðar. Eftir miklar vangaveltur kom í ljós að þegar notast er við tvo vatnsleiðara, einn þunnan vatnsleiðara sem hefur vatnafræðilega eiginleika jarðvegs og annan þykkari með eiginleikum berggrunnins, virtist sem efri vatnsleiðarinn héldi áfram að leka vatni í neðri vatnaleiðarann í tilvikum þar sem efri vatnsleiðarinn tæmist. Þegar það varð ljóst var haft samband við höfund WaSiM í Zurich og þeir beðnir um að staðfesta þetta. Dr. Jörg Schulla sendi endurbætta útgáfu þar sem þessi óendanlega vatnslind var lagfærð en varaði um leið við notkun á WaSiM með tveim vatnsleiðurum í grunnvatnshlutanum.

Eftir þessar lagfæringar voru niðurstöður enn ekki sannfærandi. Að þessu sinni virtist sem jökullinn væri uppspretta umframvatns sem kæmi fram við jökuljaðarinn. Undir eðlilegum kringumstæðum er grunnvatnshæð reiknuð á tveimur stöðum í WaSiM: í jarðvegshluta líkansins þar sem grunnvatnshæð er reiknuð með tilliti til innsigs vatns (e. infiltration) og flæði grunnvatns upp í lindum; og í grunnvatnshluta líkansins þar sem grunnvatnshæð er reiknuð eftir láréttu flæði grunnvatns milli reita. Þessir reikningar eru síðan samræmdir með ítrun. Við skoðun á uppruna umframvatnsins sem kom út undan jöklinum kom í ljós að grunnvatnshluti líkansins keyrði undir jöklinum en ekki jarðvegshluti líkansins. Samkvæmt fylgiskjöllum og höfundu líkansins, Dr. Jörg Schulla, þá er þetta villa því að líkaninu er hvorki ætlað að keyra grunnvatnshlutann né jarðvegshlutann undir jökli. Þegar einungis grunnvatnshluti líkansins er keyrður fyrir vissa reiti þá reiknast hæð grunnvatnsborðsins ekki eðlilega og reitirnir fara að virka eins og jaðarskilyrði með fastri þrýstingshæð. Það er grunnvatnshæðin í reitunum undir jökli verður ávallt sú sama óháð því hvað rennur út úr þeim og þeir virka sem óendanleg uppspretta vatns.

Þessi villa hefur enn ekki verið leiðrétt í grunnkóða líkansins, en hægt er að komast framhjá henni með því að setja lekt og grop jarðlaga undir jöklinum handvirkt sem núll. Með því móti er grunnvatnshlutinn undir jöklinum gerður óvirkur.

Niðurstöður úr reikningum með grunnvatnshlutann virkan, eftir að komist hefur verið framhjá fyrrgreindum vandamálum, gefa mun raunverulegri og eðlisfræðilegri geymslu-

stuðla fyrir rennsli í jarðvegi og beint afrennsli en fengust við fyrri kvörðun fyrir sama vatnasvið þegar grunnvatnshlutanum var sleppt. Þessir stuðlar voru áður 30–40-falt hærri en mæld rennislínurit gefa til kynna. Niðurstöðurnar gefa einnig betri lýsingu á árlegum breytileika en áður og fylgni milli líkanreiknaðra og mældra gagna er mun betri, aðeins eftir bráðabirgðakvörðun.

Upphitunarkeyrslutími (e. Spin up time) var sá sami fyrir bæði nýju og eldri kvörðunina (1961–1970). Taka skal fram að kvörðunartímabilið fyrir eldri kvörðunina er 1971–1990 en í nýju kvörðuninni var notast við 1971–1980, s.s. ekki það sama og notast var við í eldri kvörðuninni.

*Tafla 1. Samanburður geymslustuðla samkvæmt nýjustu kvörðun, eldri kvörðun og rennislögnum fyrir vatnshæðarmæli vhm144 í Austari Jökulsá.*

Geymslustuðlar	Nýjasta kvörðun [klst]	Eldri kvörðun [klst]	Einingar vatnsrit [klst]
$k_D$ (surface runoff)	50	81	20–50
$k_H$ (interflow)	150	5000	120–240

*Tafla 2. Helstu niðurstöður fyrir kvörðun á vatnshæðarmæli vhm144 í Austari Jökulsá, kvörðunartímabil 1971–1980.*

	$Q_m^*$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_r^*$ [m <sup>3</sup> /s]	Hlfl mism	$Q_r$ [m <sup>3</sup> /s]	$R^2$	$R^2_{\log}$
Ný kvörðun 71–80	41,7	40,7	-0,022	39,4	0,74	0,79
Eldri kvörðun 71–80	41,7	39,4	-0,054	38,1	0,69	0,70

*Tafla 3. Helstu niðurstöður fyrir kvörðun á vatnshæðarmæli vhm144 í Austari Jökulsá, sannreyingartímabil 1980–2005.*

	$Q_m^*$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_r^*$ [m <sup>3</sup> /s]	Hlfl mism	$Q_r$ [m <sup>3</sup> /s]	$R^2$	$R^2_{\log}$
Ný kvörðun 81–05	40,1	41,5	0,035	40,2	0,72	0,77
Eldri kvörðun 81–05	40,1	39,8	-0,007	38,6	0,70	0,70

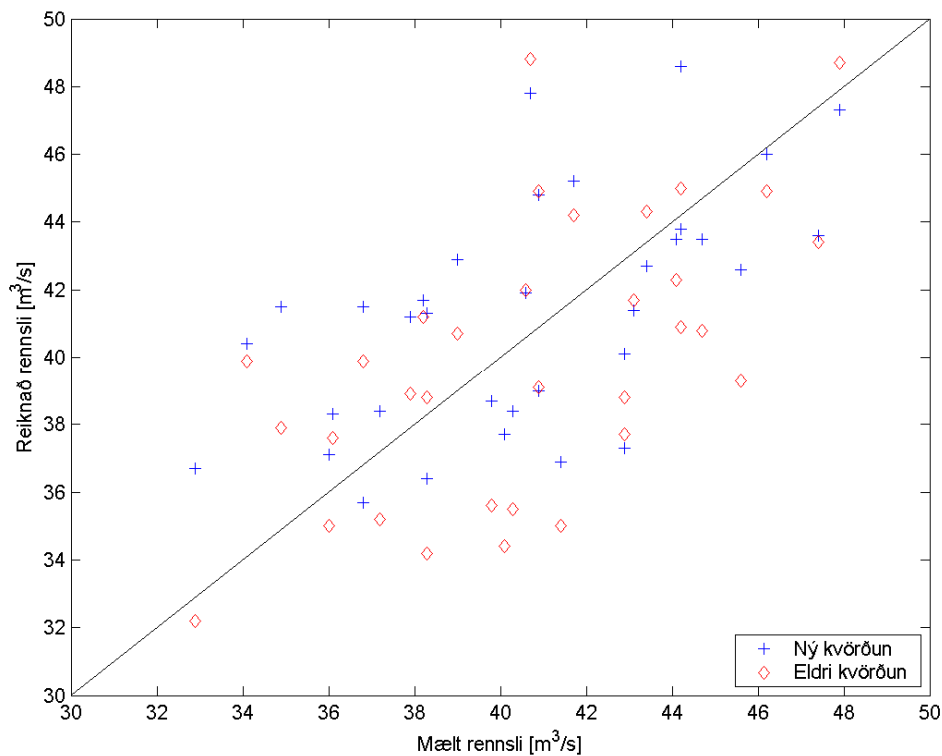
Með nýju kvörðuninni er breytileikanum í vatnsjöfnuði milli ára betur náð eins og sýnt er fram á í töflum 4 og 5. Í töflum 4 og 5 stendur ME fyrir meðal skekkju (e. Mean error), MAE stendur fyrir meðal tölugildi skekkju (e. Mean absolute error) og RMSE stendur fyrir staðalfrávik leifa (e. Root mean square error). Því lægra sem gildi meðal tölugildis skekkju og staðalfráviks leifa er, því minni er munur mælds og reiknaðs meðalrennslis hvers árs að meðaltali. Á mynd 1, þar sem reiknað meðalrennsli hvers árs er teiknað sem fall af mældu ársmeðalrennsli, sést einnig að punktar nýju kvörðunarinnar liggja nærri 1/1 línunni sem myndi gefa til kynna fullkomna hermunn. Á mynd 2 er mælt meðalársrennsli síðan borið saman við reiknað meðalársrennsli fyrir bæði nýju og eldri kvörðunina. Það er ljóst að fyrir viss árabíl, t.d. árin 1990–1995 ofmeta báðar kvarðanir líkansins rennslið, en ástæða þessa er væntanlega veðurfarslegu inntaksgögnin úr MM5 líkaninu. Það hefur verið sýnt fram á að fyrir árin 1990–1995 er meðal úrkoma í MM5 fyrir Ísland í heild heldur yfir mældum gildum (Tómas Jóhannesson o.fl., 2007) og þar með er líklegt að inntaksúrcoma fyrir vatnasvið Austari Jökulsár við Skatastaði (vhm144) sé ofmetin fyrir þessi sömu ár.

Tafla 4. Samanburður skekkju á mældu og reiknuðu árlegu meðalrennsli samkvæmt nýjustu kvörðun og eldri kvörðun fyrir kvörðunartímabilið 1971–1981.

	ME [m <sup>3</sup> /s]	MAE [m <sup>3</sup> /s]	RMSE [m <sup>3</sup> /s]
Ný kvörðun 71–80	-0,91	2,29	2,77
Eldri kvörðun 71–80	-2,32	3,22	3,58

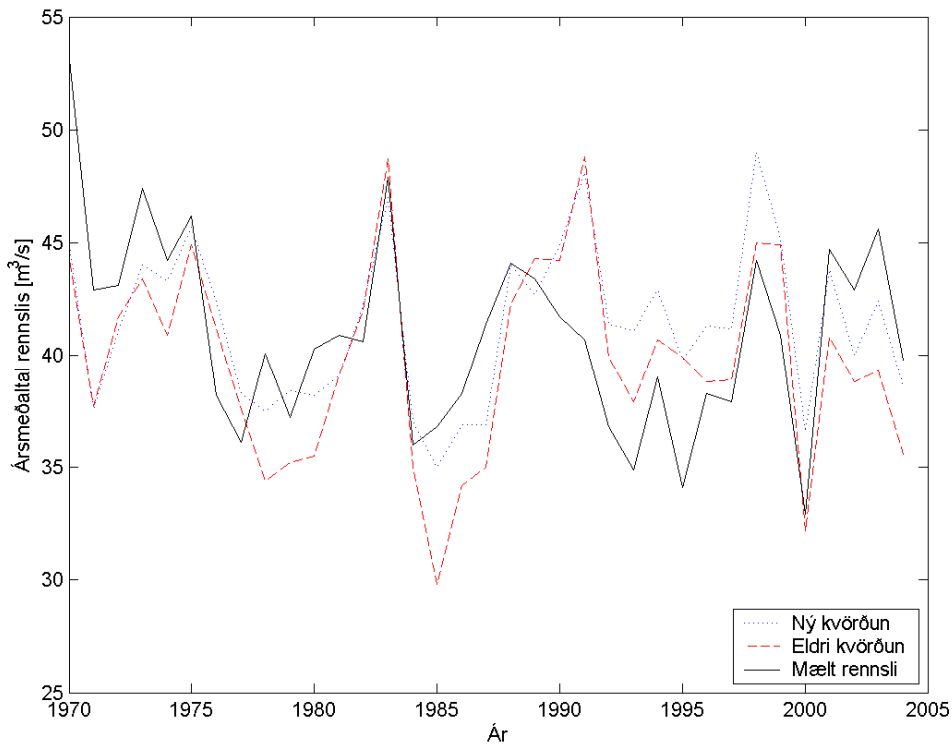
Tafla 5. Samanburður skekkju á mældu og reiknuðu árlegu meðalrennsli samkvæmt nýjustu kvörðun og eldri kvörðun fyrir sannreyingartímabil 1981–2005.

	ME [m <sup>3</sup> /s]	MAE [m <sup>3</sup> /s]	RMSE [m <sup>3</sup> /s]
Ný kvörðun 81–05	1,40	3,01	3,56
Eldri kvörðun 81–05	-0,32	3,12	3,83



Mynd 1. Reiknað ársmeðalrennsli með nýju og eldri kvörðuninni sem fall af mældu ársmeðalrennsli.





Mynd 2. Reiknað og mælt ársmeðalrennsli fyrir nýju og eldri kvörðun ásamt mældu ársmeðalrennsli.

Að lokum er hægt að mæla hlutfallslega bætingu á kvörðun líkansins með nýju kvörðuninni samanborið við eldri kvörðunina. Hér er bætingin sem næst með nýrri kvörðun og virkjun grunnvatnshlutans borin saman við mestu mögulega bætingu frá eldri kvörðuninni, þ.e. bætinguna frá eldri kvörðunin yfir í fylgnistuðul upp á 1 sem stendur fyrir fullkomna fylgni. Þessi aðferðafræði er kominn frá Nash og Sutcliffe (1970) og er lýst með eftirfarandi jöfnu,

$$r^2 = \frac{R_2 - R_1}{1 - R_1}$$

en jafnan gefur hlutfallslegu bætinguna  $r^2$  sem fall af fylgnistuðlum nýju kvörðunarinnar  $R_2$  og fylgnistuðlum eldri kvörðunarinnar  $R_1$ . Beita má aðferðafræðinni bæði á fylgnistuðulinn  $R^2$  og  $R^2_{\log}$  þar sem þeir taka báðir gildi á sama bilinu  $]-\infty, 1]$  (Perrin o. fl., 2003). Hlutfallsleg bæting milli kvarðana er 7% fyrir  $R^2$  og 23% fyrir  $R^2_{\log}$ .

## Samanburður við stakar rennslismælingar og stuttar rennslisraðir

Til að kanna möguleikann á því að nota vatnafræðilíkanið til að leggja frummat á smávirðjanakosti án þess að leggja út í mikinn tilkostnað og mælingar, var rennsli reiknað fyrir nokkur lítil vatnasvið á Jökuldal og Jökulsárhlíð á Norðausturlandi og borið saman við stakar rennslismælingar. Þar sem líkanið hefur ekki verið kvarðað sérstaklega fyrir þessi vatnasvið voru gerðar tilraunir með að nýta stuðlasetningu fyrir hvert svæði sem byggð er á flokkun vatnasviða eftir vatnafræðilegum eiginleikum (Freysteinn Sigurðsson o.fl., 2006) og kvörðun sem unnin var fyrir gerð afrennsliskorts fyrir áratugin 1961–1990 (Jóna Finndís Jónsdóttir, 2008). Til að leggja betra mat á hvaða stuðlasetning myndi henta vatnasviðunum voru tveir mismunandi stuðlasetningar flokkar bornir saman við rennslisraðir úr nálægum ám, Hrafnkelu (vhm146) og Hölkná (vhm215). Grunnvatnshluti líkansins var ekki notaður við þessar tilraunir vegna þess að notkun hans hefur áhrif á aðra stuðla innan líkansins og þá hefði ekki verið hægt að styðjast við fyrri stuðlasetningar.

Við gerð afrennsliskorts fyrir áratugin 1961–1990 var allstórt svæði á Fljótalsheiði, Fellaheiði, Héraði og allt niður að sjó flokkað í einn flokk með sameiginlega stuðlasetningu, stuðlasetningarflokkur SA 6,1. Þessi flokkur var samsettur úr þremur vatnafarslegum flokkum í nokkuð jöfnum hlutföllum: jarðvegsmiðlaðar dragár á láglandi, jarðvegs- og setmiðlaðar dragár á hálendi og votlendismiðlun á hálendi (Freysteinn Sigurðsson, 2006). Niðurstöður úr líkankeyrslu þar sem notast var við stuðlasetningu þessa safnflokks gáfu ekki góða raun í samanburði við rennslisraðir úr Hrafnkelu og Hölkná, en allnokkur ár eru til af samfelldum mælingum í hvorri á. Hrafnkela, Hölkná og mörg minni vatnasvið á Jökuldal eiga það sameiginlegt að falla undir votlendismiðlun á hálendi. Hluti vatnasviða á Jökuldal falla þó undir jarðvegs- og setmiðlun á hálendi og vatnasviðin í Jökulsárhlíð falla síðan undir votlendismiðlun á hálendi, jarðvegsmiðlaðar dragár á láglandi og snjómiðlaðar dragár.

Norðan við þann stóra safnflokk sem notaður var til að lýsa stuðlasetningu Fljótalsheiðar og Héraðs (SA 6,1) við gerð afrennsliskortsins er annar flokkur sem er nær eingöngu samsettur úr svæðum þar sem votlendismiðlun á hálendi er ráðandi, stuðlasetningarflokkur NA 6,3. Niðurstöður úr líkanareikningum þar sem stuðst var við stuðlasetningu þess flokks gáfu mun betri niðurstöður í samanburði við rennslisraðir í Hölkná og Hrafnkelu. Það má því búast við að sú stuðlasetning gefi einnig betri niðurstöðu fyrir þau af stöku vatnasviðunum sem falla undir þann vatnafarslega flokk. Vert er að taka fram að stuðlar sem lýsa bráðnun snævar, markhita milli úrkomu og snjókomu og markhita sem snjóbráðnun hefst við eru þeir sömu fyrir SA 6,1 og NA 6,3; einungis stuðlar sem lýsa afrennsliseiginleikum eru mismunandi.

Samanburð stakra rennslismælinga í Jökuldal og Jökulsárhlíð má sjá í töflu 6 en samanburð mældra og reiknaðra rennslisraða í Hrafnkelu og Hölkná má sjá í töflum 7–14. Í öllum tilfellum er rennsli reiknað með bæði stuðlasetningu SA 6,1 og NA 6,3 borið saman við mælt rennsli hvort fyrir sig. Í töflum 7 til 14 stendur  $Q_m^*$  fyrir mælt meðalrennsli mánaðar eða árs; ekki er tekið tillit til daga þar sem rennsli er áætlað vegna ístruflana eða af öðrum orsökum.  $Q_r^*$  stendur fyrir reiknað meðalrennsli mánaðar eða árs fyrir þá sömu daga og mælingar eru til fyrir, en  $Q_r$  stendur fyrir reiknað meðalrennsli mánaðar eða árs fyrir alla daga innan viðkomandi tímabils burtséð frá því hvort að mælingar eru til fyrir sömu daga eða ekki. Hlfl mism stendur fyrir hlutfallslegan mun á reiknuðu og mældu rennsli en hann var reiknaður út frá eftirfarandi jöfnu:  $Q_r^*/Q_m^*-1$ .  $R^2$  stendur fyrir Nash-Sutcliffe stuðulinn en hann lýsir fylgninni milli mælds og reiknaðs

rennslis fyrir viðkomandi tímabil.  $R^2_{\log}$  er síðan Nash-Sutcliffe stuðulinn fyrir fylgnina milli lograns af mældu og reiknuðu rennsli, en það gefur lágrennslistímabilum meira vægi.

Samanburðurinn við stöku rennslismælingarnar sýnir að líkanreiknað rennsli er oftast of hátt fyrir báðar stuðlasætningarnar, en þó sértaklega NA 6,3. Það kemur þó einnig fyrir að líkanreiknað rennsli sé of lágt. Mynd 3 sýnir samanburð mælds og líkanreiknaðs rennslis með hvorri stuðlasætningunni fyrir sig fyrir stöku rennslismælingarnar. Tvær rennslismælingar skera sig úr: mælingin við Kringilsá 12.01.1980 en þar reiknast mun meira rennsli fyrir báðar stuðlasætningar en mælist, hún sker sig úr og kemur fram sem tveir punktar í hægra efra horni grafsins; seinni mælingin er rennslismæling í Eyvindará 10.08.1972 en þar reiknast mun minna rennsli með stuðlasætningu SA 6,1 heldur en mælist, sá samanburður liggur því að baki punktinum sem sker sig úr neðarlega fyrir miðjum x-ásnum. Stuðlasætning NA 6,3 gefur mun betri niðurstöðu fyrir mælinguna 10.08.1972 í Eyvindará. Almennt séð er frammistaða líkansins frekar slök samanborið við stöku rennslismælingarnar. Stuðlasætning SA 6,1 virðist þó vera nokkuð jafndreifð í kringum rétt rennsli, þ.e. að rennslið er ofmetið fyrir sumar mælingar en vanmetið fyrir aðrar, þó að það sé heldur oftar ofmetið. Stuðlasætning NA 6,3 virðist aftur á móti gefa ofmat fyrir mikinn meirihluta mælinganna. Ástæða þess er sú að stuðlasætning NA 6,3 gerir ráð fyrir mun meiri miðlun en stuðlasætning SA 6,1 og því verður rennsli á lágrennslistímabilum hærra, en flestar stöku rennslismælingarnar eru gerðar á lágrennslistímabilum.

Það geta einnig verið margar aðrar ástæður fyrir miklum mun á mældu og reiknuðu rennsli fyrir stakar mælingar. Flestar eru mælingarnar gerðar í litlum ám með lítil vatnasvið, minnst 4 km<sup>2</sup>, og þar sem allir reikningar hér eru framkvæmdir á 1x1 km neti þá getur skapast töluverð hlutfallsleg skekkja í flatarmáli vatnasviðanna fyrir hvern reit á jaðrinum sem annaðhvort er talinn með eða ekki, en slík villa gæti valdið skekkju í heildarafrennsli upp á allt að 25% fyrir minnstu vatnasviðin.

Þegar reiknaður og mældur vatnsjöfnuður er borinn saman fyrir Hrafnkelu og Hölkná kemur í ljós að reiknaður vatnsjöfnuður er of lágur fyrir báðar ár. Fyrri samanburður hefur sýnt að MM5 úrkomugögnunum sem notuð eru hér ber ágætlega saman við mælt afrennsli og ákomumælingar á jöklum (Ólafur Rögnvaldsson o. fl., 2007). Það eru því ekki forsendur til að skala upp úrkomuna. Ástæður fyrir of lágum reiknuðum vatnsjöfnuði miðað við mældan fyrir Hrafnkelu og Hölkná geta verið margar en það er mögulegt að grunnvatnsstreymi af öðrum svæðum, sem liggja utan yfirborðsvatnasviðanna, leggi til rennslisins.

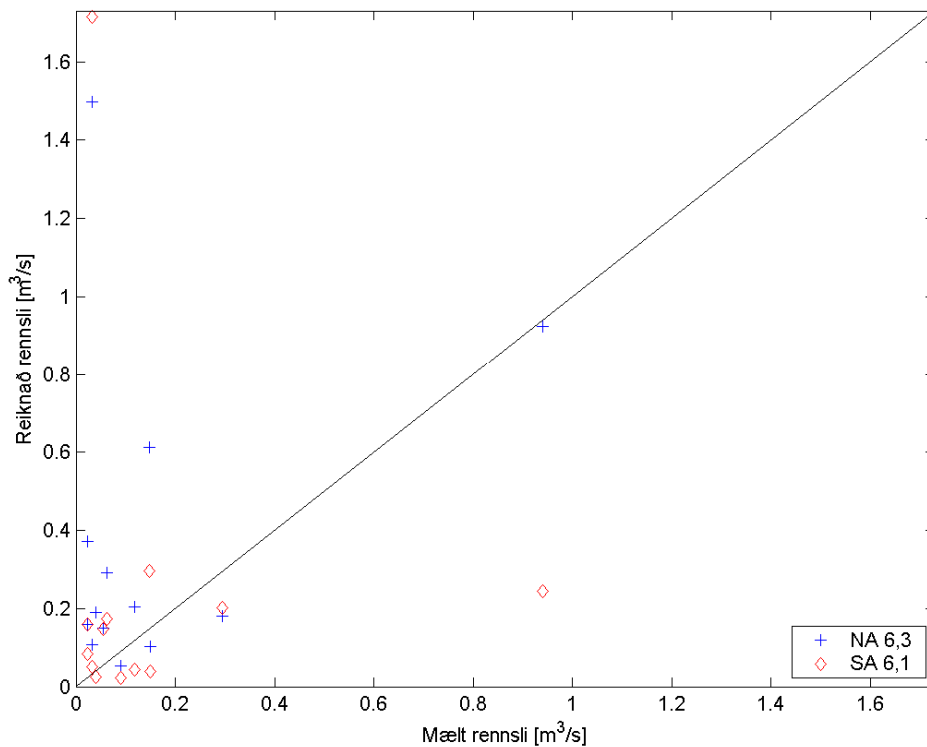
Mynd 4 sýnir að reiknað rennsli, vikumeðaltal, virðist hvorki ofmetið né vanmetið fyrir stuttu rennslisraðirnar úr Hölkná. Það sýnir að báðar stuðlasætningarnar eru óhlutdrægar. Hér fæst ekki fram sami munur á stuðlasætningu SA 6,1 og NA 6,3 og áður því rennslið er nokkuð jafndreift yfir árið og því hefur lágrennsli ekki óvenjulega mikið vægi líkt og fyrir stöku rennslismælingarnar.

Ef litið er nánar á lágt rennsli fyrir rennslisraðirnar úr bæði Hrafnkelu og Hölkná (myndir 5 og 7) sést að fyrir lágt reiknað rennsli mælist oft mun hærra gildi. Samanburður á rennslislínuritum fyrir reiknað og mælt rennsli leiðir í ljós að á vetrum leggst líkanreiknaða rennslið niður í lágrennsli sem vetrarigningar og blotar hafa lítil áhrif á þó að raunverulegt mælt rennsli gefi topp við þessa atburði. Ástæða þessa er að WaSiM tekur ekki tillit til áhrifa frosts í jörðu á vatnafræðilega eiginleika jarðvegs. Líkanið nær því ekki að herma atburði á vetrum þegar jarðvegur er þéttur vegna frosts í jörðu og vatnasviðin skila allri úrkomu og bráðnun beint út í árnar með mjög skilvirkum hætti.

Mynd 6 sýnir að vikumeðaltal reiknaðs rennslis virðist vera vanmetið fyrir rennslisröðina úr Hrafnkelu. Þetta sýnir að báðar stuðlasetningarnar eru hlutdrægar, sérstaklega þar sem mælt rennsli er hátt. Þetta kemur einnig fram á mynd 7.

*Tafla 6. Samanburður stakra rennslismælinga í Jökuldal og Jökulsárhlíð við reiknuð dags- og vikumeðaltöl.*

Dagsetning mælingar	Qm [m <sup>3</sup> /s]	NA 6,3 dagsgildi [m <sup>3</sup> /s]	NA 6,3 vikumeðaltal [m <sup>3</sup> /s]	Hlfi mism	Hlfi mism <sub>meðaltal</sub>	SA 6,1 dagsgildi [m <sup>3</sup> /s]	SA 6,1 vikumeðaltal [m <sup>3</sup> /s]	Hlfi mism	Hlfi mism <sub>meðaltal</sub>
<b>V2558, Bæjarlækur Hallgeirsstaðir</b>									
20.2.1984	0,03	0,11	0,14	2,36	3,49	0,05	0,09	0,57	1,82
<b>V2559, Melrakkaá</b>									
20.2.1984	0,06	0,15	0,20	1,74	2,55	0,15	0,19	1,67	2,43
<b>V147, Laxá Fossavöllum</b>									
4.4.1970	0,15	0,61	0,61	3,14	3,14	0,30	0,30	1,00	1,00
<b>V550 og V2560, Sandá í Jökuldal</b>									
7.3.1984	0,30	0,18	0,74	-0,39	1,52	0,20	0,71	-0,32	1,42
24.7.2004	0,12	0,20	0,20	0,73	0,73	0,04	0,04	-0,64	-0,64
19.8.2004	0,04	0,19	0,19	3,75	3,75	0,02	0,02	-0,38	-0,41
<b>V2554, Hvanná</b>									
26.3.1980	0,06	0,29	0,29	3,61	3,66	0,17	0,17	1,75	1,73
21.2.1980	0,02	0,37	0,89	14,52	36,03	0,16	0,57	5,60	22,85
<b>V2547, Hnúksá</b>									
8.8.1971	0,09	0,05	0,05	-0,41	-0,41	0,02	0,02	-0,75	-0,74
<b>V2553, Eyvindará</b>									
10.8.1971	0,94	0,92	0,92	-0,02	-0,02	0,25	0,24	-0,74	-0,74
<b>V2550, Kringilsá</b>									
9.8.1971	0,15	0,10	0,10	-0,32	-0,32	0,04	0,04	-0,74	-0,73
12.1.1980	0,03	1,50	0,75	44,40	21,78	1,71	0,56	50,96	15,91
28.3.1980	0,02	0,16	0,16	5,97	6,01	0,08	0,08	2,65	2,66



Mynd 3. Reiknað rennsli sem fall af mældu rennsli fyrir stakar rennismælingar.

Tafla 7. Meðalrennsli eftir mánuðum – Hrafnkela, vhm146. Stuðlasetning NA 6,3. Miðað er við vatnsáratímabilið 1969–2005.

	$Q_m^* [m^3/s]$	$Q_r^* [m^3/s]$	Hlfi mism	$Q_r [m^3/s]$
sep	3,87	3,00	-0,225	2,94
okt	3,89	3,59	-0,076	3,70
nóv	3,39	3,94	0,163	3,77
des	2,63	3,55	0,35	3,68
jan	2,00	3,45	0,73	3,56
feb	2,35	3,39	0,443	3,19
mar	2,56	3,55	0,388	3,36
apr	5,08	5,44	0,07	4,68
maí	13,1	11,3	-0,138	11,5
jún	12,7	10,6	-0,168	11,7
júl	4,88	1,79	-0,632	2,25
ág	3,04	1,55	-0,49	1,64

Tafla 8. Meðalrennsli eftir vatnsárum – Hrafnkela, vhm146. Stuðlasetning NA 6,3.

	Qm*[m <sup>3</sup> /s]	Qr*[m <sup>3</sup> /s]	Hlfl mism	Qr [m <sup>3</sup> /s]	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>log</sub>
1969/70	8,17	4,51	-0,449	3,36	0,537	-0,068
1970/71	5,72	3,90	-0,318	3,90	-0,013	-0,644
1971/72	6,29	4,13	-0,343	4,13	0,114	-0,702
1972/73	5,53	5,25	-0,051	5,25	-0,86	-0,61
1973/74	5,20	5,32	0,022	5,32	0,401	0,503
1974/75	4,53	5,41	0,195	5,41	0,043	0,575
1975/76	6,62	3,92	-0,407	3,92	0,363	0,166
1976/77	4,64	4,92	0,061	4,92	0,429	0,727
1977/78	5,30	5,27	-0,006	5,27	0,422	0,52
1978/79	4,78	4,62	-0,035	4,60	0,685	0,587
1979/80	4,96	4,52	-0,089	4,52	0,341	0,097
1980/81	3,74	4,75	0,269	4,75	-0,317	0,355
1981/82	4,69	5,25	0,118	5,25	0,20	0,356
1982/83	5,22	5,04	-0,036	5,04	0,611	0,192
1983/84	4,70	4,71	0,002	4,70	-0,195	-0,216
1984/85	5,08	3,87	-0,238	3,87	0,13	-0,088
1985/86	5,82	4,61	-0,208	4,61	0,712	0,504
1986/87	4,79	3,84	-0,199	3,84	0,573	0,155
1987/88	5,21	4,70	-0,097	4,70	0,553	0,479
1988/89	4,67	3,94	-0,156	5,43	0,478	0,198
1989/90	NaN	NaN	NaN	5,13	NaN	NaN
1990/91	NaN	NaN	NaN	4,68	NaN	NaN
1991/92	NaN	NaN	NaN	4,77	NaN	NaN
1992/93	NaN	NaN	NaN	5,82	NaN	NaN
1993/94	NaN	NaN	NaN	4,50	NaN	NaN
1994/95	NaN	NaN	NaN	5,47	NaN	NaN
1995/96	NaN	NaN	NaN	4,94	NaN	NaN
1996/97	4,01	4,49	0,119	3,77	-0,367	0,344
1997/98	3,68	4,44	0,208	4,44	-0,297	-0,046
1998/99	4,86	5,54	0,14	5,53	-0,015	0,214
1999/00	4,20	4,31	0,026	4,31	-0,199	0,315
2000/01	4,66	5,28	0,134	5,28	-1,56	0,085
2001/02	4,47	4,56	0,019	4,56	0,165	0,051
2002/03	5,93	4,52	-0,238	4,52	0,44	-0,081
2003/04	3,81	4,19	0,1	4,19	-0,757	-0,078
2004/05	3,64	3,15	-0,135	3,15	-0,222	-2,22
meðaltal	4,98	4,60	-0,076	4,66	0,253	0,22

Tafla 9. Meðalrennsli eftir mánuðum – Hölná, vhm215. Stuðlasetning NA 6,3. Miðað er við vatnsáratímabilið 1977–1989.

	Qm*[m <sup>3</sup> /s]	Qr*[m <sup>3</sup> /s]	Hlfl mism	Qr [m <sup>3</sup> /s]
sep	1,58	1,38	-0,13	1,24
okt	1,61	1,01	-0,37	1,15
nóv	1,20	1,23	0,023	0,93
des	1,09	1,18	0,083	1,01
jan	0,44	0,72	0,616	0,68
feb	0,39	0,60	0,544	0,65
mar	0,38	0,50	0,318	0,49
apr	0,69	0,90	0,31	1,15
maí	3,20	2,69	-0,159	3,42
jún	8,39	4,95	-0,411	6,00
júl	3,10	0,73	-0,766	0,83
ág	1,45	0,54	-0,629	0,58

Tafla 10. Meðalrennsli eftir vatnsárum – Hölná, vhm215. Stuðlasetning NA 6,3.

	Qm*[m <sup>3</sup> /s]	Qr*[m <sup>3</sup> /s]	Hlfl mism	Qr [m <sup>3</sup> /s]	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>log</sub>
1977/78	1,10	0,31	-0,717	1,65	-31	-103
1978/79	1,61	1,48	-0,081	1,48	0,466	0,447
1979/80	2,39	1,45	-0,392	1,45	0,428	-0,461
1980/81	1,91	1,51	-0,21	1,51	-0,015	-0,959
1981/82	2,31	1,66	-0,281	1,66	0,476	-0,55
1982/83	2,28	1,61	-0,294	1,61	0,434	-0,259
1983/84	1,91	1,00	-0,477	1,47	0,347	-2,92
1984/85	2,36	1,05	-0,552	1,25	0,22	-0,044
1985/86	1,49	0,6	-0,594	1,46	0,225	-0,017
1986/87	1,7	0,86	-0,496	1,21	-0,45	-0,889
1987/88	1,79	1,52	-0,149	1,56	0,429	-0,051
1988/89	2,42	2,26	-0,067	1,78	0,56	0,188
meðaltal	1,98	1,33	-0,325	1,51	0,364	-0,325

Tafla 11. Meðalrennsli eftir mánuðum – Hrafnkela, vhm146. Stuðlasetning SA 6,1. Miðað er við vatnsáratímabilið 1969–2005.

	Qm*[m <sup>3</sup> /s]	Qr*[m <sup>3</sup> /s]	Hlfl mism	Qr [m <sup>3</sup> /s]
sep	3,87	3,63	-0,062	3,45
okt	3,89	4,41	0,133	4,45
nóv	3,39	4,12	0,216	3,90
des	2,63	3,24	0,233	3,37
jan	2,00	2,84	0,422	2,99
feb	2,35	2,67	0,135	2,51
mar	2,56	2,98	0,164	2,77
apr	5,08	4,63	-0,089	3,90
maí	13,1	10,7	-0,182	10,7
jún	12,7	12,4	-0,022	13,4
júl	4,88	2,61	-0,465	3,18
ág	3,04	1,61	-0,47	1,73

Tafla 12. Meðalrennsli eftir vatnsárum – Hrafnkela, vhm146. Stuðlasetning SA 6,1.

	Qm*[m <sup>3</sup> /s]	Qr*[m <sup>3</sup> /s]	Hlfl mism	Qr [m <sup>3</sup> /s]	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>log</sub>
1969/70	8,17	4,55	-0,443	3,47	0,431	-0,295
1970/71	5,72	3,97	-0,306	3,97	-0,069	-0,797
1971/72	6,29	4,81	-0,236	4,81	0,095	-0,756
1972/73	5,53	5,36	-0,032	5,36	-1,20	-1,12
1973/74	5,20	5,66	0,088	5,66	0,193	0,675
1974/75	4,53	5,29	0,169	5,29	-0,072	0,176
1975/76	6,62	3,82	-0,423	3,82	0,306	-0,365
1976/77	4,64	4,95	0,066	4,95	0,112	0,139
1977/78	5,30	5,33	0,005	5,33	0,216	0,403
1978/79	4,78	4,72	-0,014	4,70	0,60	0,552
1979/80	4,96	4,59	-0,074	4,59	0,203	-0,056
1980/81	3,74	4,64	0,24	4,64	-1,07	0,122
1981/82	4,69	5,27	0,124	5,27	0,05	0,366
1982/83	5,22	5,02	-0,039	5,02	0,476	0,133
1983/84	4,70	4,59	-0,024	4,58	-0,373	-0,887
1984/85	5,08	4,11	-0,191	4,11	0,291	-0,27
1985/86	5,82	4,62	-0,206	4,62	0,69	0,252
1986/87	4,79	3,62	-0,244	3,62	0,634	-0,241
1987/88	5,21	4,99	-0,041	4,99	0,294	0,382
1988/89	4,67	5,43	0,162	5,73	-0,162	0,363
1989/90	NAN	NAN	NAN	4,93	NAN	NAN
1990/91	NAN	NAN	NAN	4,49	NAN	NAN
1991/92	NAN	NAN	NAN	4,96	NAN	NAN
1992/93	NAN	NAN	NAN	5,94	NAN	NAN
1993/94	NAN	NAN	NAN	4,32	NAN	NAN
1994/95	NAN	NAN	NAN	5,49	NAN	NAN
1995/96	NAN	NAN	NAN	4,73	NAN	NAN
1996/97	4,01	4,31	0,076	3,81	-0,771	-0,016
1997/98	3,68	4,60	0,252	4,60	-0,848	0,058
1998/99	4,86	5,44	0,119	5,43	-0,576	-0,111
1999/00	4,20	4,31	0,027	4,31	-0,538	-0,333
2000/01	4,66	5,33	0,144	5,33	-1,31	-0,024
2001/02	4,47	4,91	0,098	4,91	-0,123	-0,435
2002/03	5,93	4,41	-0,257	4,41	0,433	-0,79
2003/04	3,81	4,02	0,053	4,02	-1,26	-1,54
2004/05	3,64	2,93	-0,193	2,93	-0,312	-5,60
meðal	4,98	4,66	-0,064	4,70	0,093	-0,075

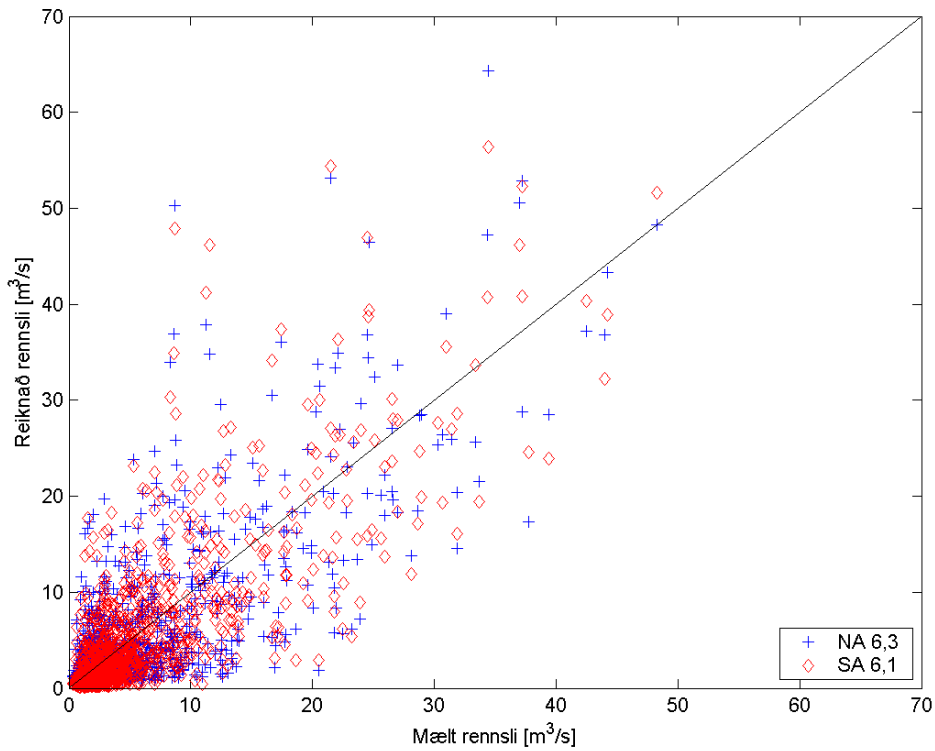


Tafla 13. Meðalrennsli eftir mánuðum – Hölkna, vhm215. Stuðlasetning SA 6,1. Miðað er við vatnsáratímabilið 1977–1989.

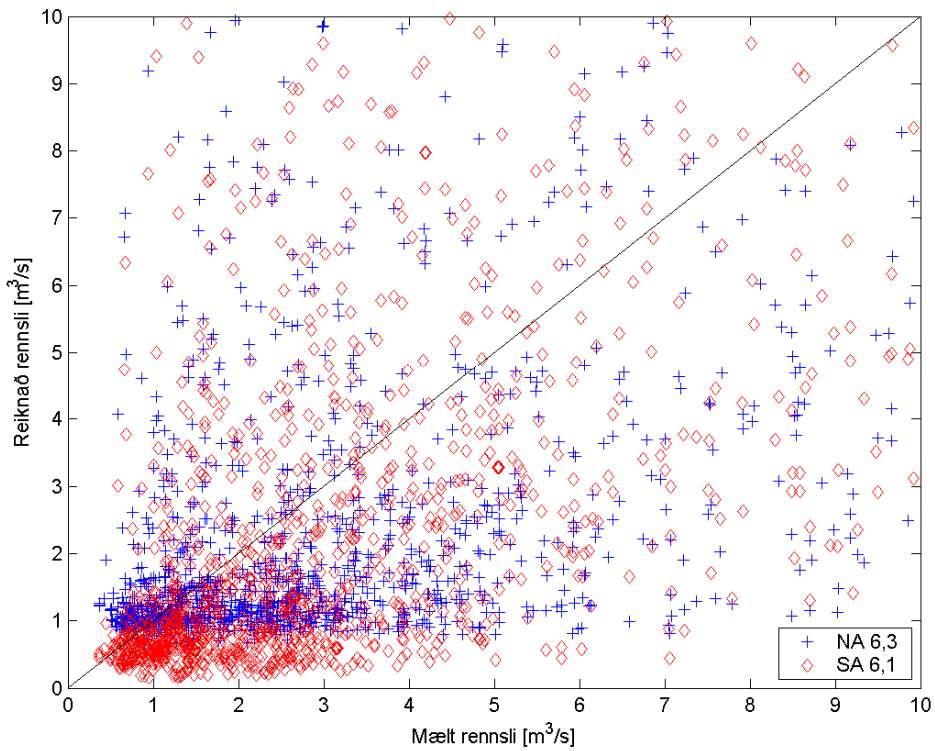
	Qm*[m <sup>3</sup> /s]	Qr*[m <sup>3</sup> /s]	Hlfl mism	Qr [m <sup>3</sup> /s]
sep	1,58	1,58	-0,003	1,42
okt	1,61	1,08	-0,329	1,21
nóv	1,20	1,06	-0,115	0,80
des	1,09	1,01	-0,079	0,85
jan	0,44	0,54	0,209	0,52
feb	0,39	0,47	0,208	0,49
mar	0,38	0,34	-0,113	0,32
apr	0,69	0,72	0,051	0,96
maí	3,20	2,50	-0,216	3,16
jún	8,39	5,57	-0,336	6,46
júl	3,10	1,19	-0,618	1,36
ág	1,45	0,65	-0,551	0,72

Tafla 14. Meðalrennsli eftir vatnsárum – Hölkna, vhm215. Stuðlasetning SA 6,1.

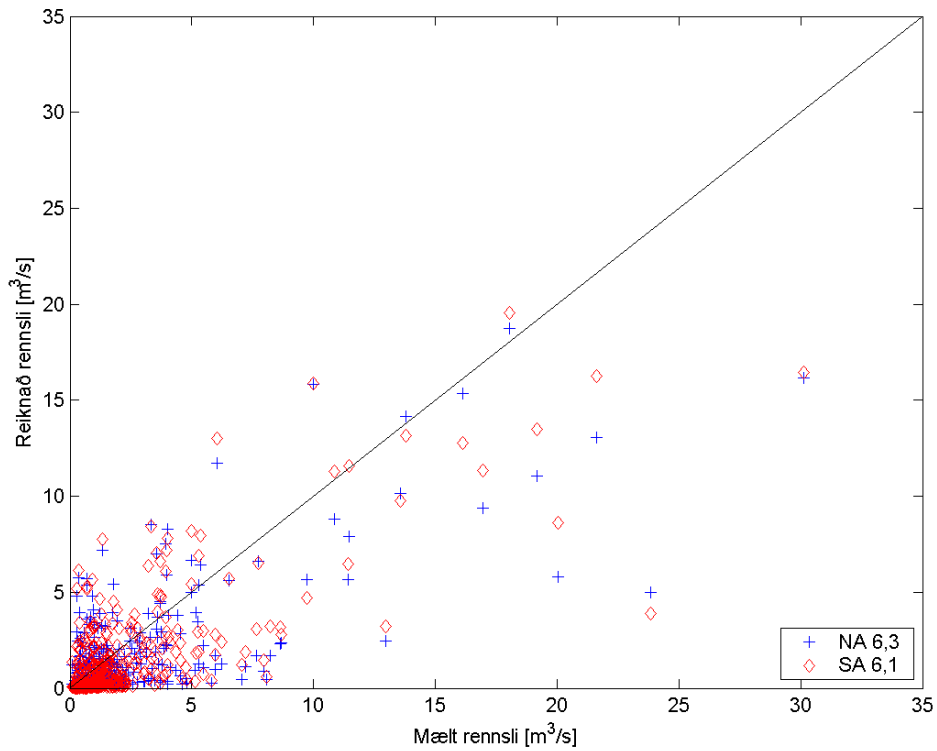
	Qm*[m <sup>3</sup> /s]	Qr*[m <sup>3</sup> /s]	Hlfl mism	Qr [m <sup>3</sup> /s]	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>log</sub>
1977/78	1,10	0,33	-0,703	1,68	-31	-137
1978/79	1,61	1,50	-0,069	1,50	0,148	-0,042
1979/80	2,39	1,47	-0,382	1,47	0,319	-1,49
1980/81	1,91	1,47	-0,229	1,47	-0,528	-2,84
1981/82	2,31	1,68	-0,272	1,68	0,119	-1,77
1982/83	2,28	1,60	-0,299	1,60	0,304	-1,11
1983/84	1,91	1,09	-0,427	1,45	0,183	-5,57
1984/85	2,36	1,36	-0,421	1,33	0,374	-0,734
1985/86	1,49	0,63	-0,581	1,45	0,303	-1,58
1986/87	1,70	0,88	-0,483	1,17	-0,278	-1,82
1987/88	1,79	1,58	-0,116	1,64	0,262	-1,03
1988/89	2,42	2,91	0,20	1,81	-1,03	0,262
meðaltal	1,98	1,38	-0,303	1,52	0,227	-1,38



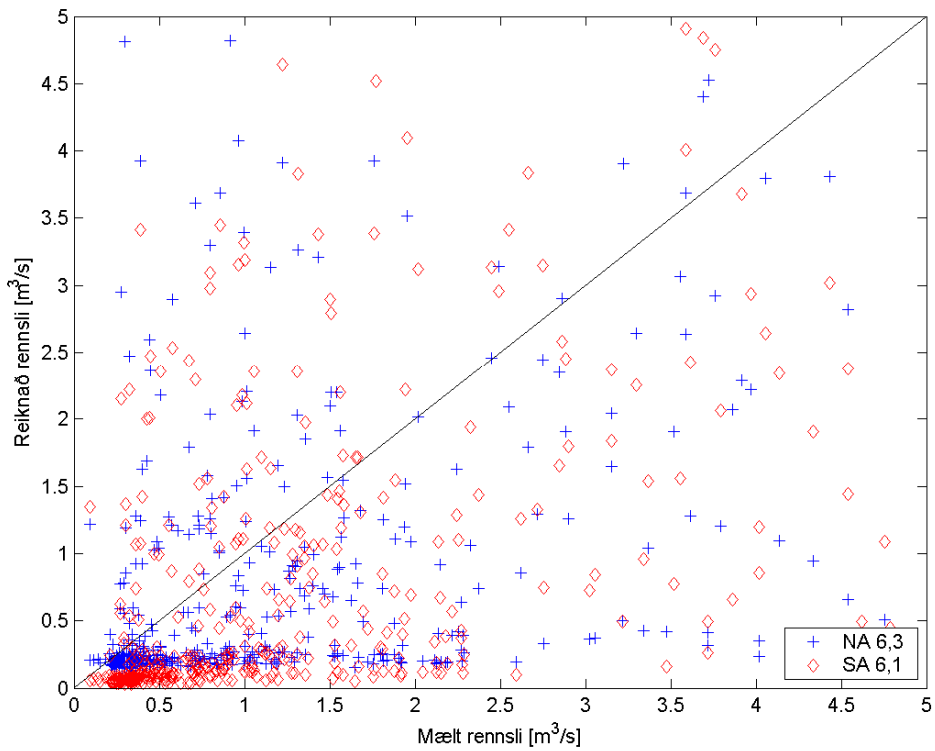
Mynd 4. Reiknað rennsli sem fall af mældu rennsli fyrir stuttar rennslisraðir í Hólkná, vhm215, vikumeðaltalsgildi.



Mynd 5. Reiknað rennsli sem fall af mældu rennsli fyrir stuttar rennslisraðir í Hólkná, vhm215, vikumeðaltalsgildi, þar sem lág gildi eru sérstaklega skoðuð.



Mynd 6. Reiknað rennsli sem fall af mældu rennsli fyrir stuttar rennslisraðir í Hrafnkelu, vhm146, vikumeðaltalsgildi.



Mynd 7. Reiknað rennsli sem fall af mældu rennsli fyrir stakar rennslismælingar í Hrafnkelu, vhm146, vikumeðaltalsgildi, þar sem lág gildi eru sérstaklega skoðuð.

## Gerð tímaráða

Við vinnu vegna afrennsliskorts fyrir tímabilið 1961–1990 (Jóna Finndís Jónsdóttir, 2008) var mánaðarlegt afrennsli reiknað fyrir sama tímabil. Afrennslið er geymt á asci netum, einu neti fyrir hvern mánuð þar sem meðal afrennsli mánaðarins er gefið fyrir hvern 1x1 km reit í mm/dag. Til að draga fram tímaröð fyrir afrennsli fyrir hvern 1x1 km reit var gögnum endurraðað í textaskrár þar sem mánaðarlegt meðalafrennsli hvers reits sem fall af tíma er gefið í dálk. Gögnin eru lesin úr netunum á japanska vísu, það er byrjað í norðvestur horni netsins og reitaröðin lesin til suðurs þar til allir reitir með gildum eru komnir, en þá er fært um eina reitalínu til austurs. Þar sem þessi uppröðun gefur einn dálk fyrir hvern ferkílómetur lands verða þetta yfir hundrað og þrjú þúsund dálkar og skráin óþægilega stór. Til að komast hjá þessu var gögnunum skipt upp í sex skrár en netið sem gögnin eru geymd á er 600 km breitt í vestur-austur stefnuna og því eru hundrað dálkar úr netinu í hverri skrá. Reitum sem ekki eru á landi og innihalda því aðeins gildi sem ekki eru til er sleppt og því verða fáir dálkar í t.d. fyrstu textaskránni, en á vestustu 100 km netsins er mikið af sjó og land aðeins vestustu annes. Svipuð rök liggja að baki því að sjötta og seinasta textaskráin er með fáum dálkum. Hún er byggð á austustu 100 km netsins, en netið nær aðeins austur fyrir land. Í hverri skrá er haus sem inniheldur norður og austur ISNET hnit neðra vinstra horn reitsins sem dálkurinn gildir fyrir. Fyrstu tveir dálkar hverrar skrár eru síðan tímasetning raðarinnar, gefin sem ártal og mánaðarnúmer.

## Samantekt

Hér hefur verið farið yfir gang mála við virkjun á grunnvatnshluta vatnafræðilega líkansins WaSiM sem og niðurstöður fyrir samanburð á líkanreiknuðu rennsli og stökum rennslismælingum í Jökuldal og Jökulsárhlið, þar sem stuðlasetning líkansins var byggð á samanburði við nálægar rennslisráðir.

Tilraunir með virkjun grunnvatnshluta líkansins gáfu góða raun fyrir vatnasvið vatns-hæðarmælis 144, í Austari Jökulsá við Skatastaði. Eftir virkjun grunnvatnshlutans eru stuðlar sem lýsa afrennsli orðnir mun nær áætluðum gildum og því má búast við að lýsing líkansins af náttúrulegum ferlum sé nær raunveruleikanum en áður. Fylgni líkanreiknaðra gagna við mæld gögn jókst einnig og þá einna helst fyrir lágrennsli.

Samanburður við stakar rennslismælingar gefur ekki góða raun og er líkanið oft langt frá mældum gildum. Flestar eru rennslismælingarnar gerðar á lágrennslistímabilum seinni-hluta vetrar eða síðsumars og þetta bendir því til þess að líkanið gefi ekki rétt mynd af grunnrennsli ána. Það er þó einnig mögulegt að samanburður reiknaðs meðal dagsgildis við augnabliksmælingu gefi ekki rétta mynd þar sem rennsli í ánum getur verið mjög breytilegt innan dagsins. Það getur einnig verið að úrkomuatburðir séu ekki rétt tímasettir í líkanreiknuðu veðurgögnunum og því sé óeðlilegur toppur í líkanreiknuðu rennsli þann dag sem rennslismælingin er gerð. Til að komast hjá þessu má skoða meðaltal líkanreiknaðs rennslis dagana í kringum mælinguna og bera það saman við mælda gildið. Slíkur samanburður fyrir vikumeðaltal bætir stundum samanburðinn en þó ekki alltaf.

Í þeim tilraunum sem lýst er hér er ekki reynt að nota stöku rennslismælingarnar til kvörðunar heldur er frekar reynt að nýta þá kvörðun sem unnin var við gerð afrennsliskorts fyrir tímabilið 1961–1990 til meta stuðlasetningu fyrir ómæld svæði. Rennslisráðir úr nálægum ám eru síðan nýttar til að leggja mat á hvaða stuðlasetning henti.

Þessi aðferðafræði virðist ekki gefa góða raun þegar niðurstöðurnar eru bornar saman við stakar rennslismælingar. Að nýta stuðlasetningu byggða á fyrri kvörðun fyrir afrennsliskortið virðist ekki duga nægjanlega vel. Það má vera að betri raun fengist með því að nýta rennslisraðir úr nálægum ám með svipuðum vatnafarslegum eiginleikum til kvörðunar en það bindur reikninga sem þessa við svæði þar sem mæld rennslisgögn eru til frá nálægum vatnsföllum. Að nýta eina og staka rennslismælingu til að breyta stuðlasetningu líkansins er síðan varhugavert því mikil hættu væri á að niðurstaðan væri stuðlasetning sem myndi einungis lýsa rennsli þennan eina dag en gæfi síðan óásættanlegar niðurstöður fyrir t.d. aðrar árstíðir. Það mætti þó gera tilraunir til að nýta stakar rennslismælingar á lágrennslis-tímabilum til að kvarða geymslustuðul fyrir rennsli í jarðvegi en hann hefur einna mest áhrif á reiknað lágrennsli. Æskilegt væri að gera þessar tilraunir á vatnasviðum þar sem til eru samfelldar rennslismælingar og hafa áður verið kvörðuð. Þar væri hægt að draga út stakar punktmælingar og nýta þær við tilraunir á kvörðun lágrennslis, síðan væri eðlilegt að skoða áhrif nýju stuðlasetningarinnar á gæði reiknaðs rennslis fyrir önnur tímabil.

Það er ljóst að nýting WaSiM við mat á afrennsli af litlum ómældum vatnasviðum er takmörkunum háð og nauðsynlegt er að gera úrbætur á aðferðafræðinni sem lýst er hér að ofan.

## Heimildir

- Freysteinn Sigurðsson (2004). *Vatnasvið jökulsáanna í Skagafirði, Grunnvatn og grunnvatnsaðstæður*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2004/014.
- Freysteinn Sigurðsson, Jóna Finndís Jónsdóttir, Stefania Guðrún Halldórsdóttir og Þórarinn Jóhannsson (2006). *Vatnafarsleg flokkun vatnsfalla á Íslandi*. Reykjavík: Orkustofnun, GRG FS/JFJ/SGH/THJ-2006/001.
- Jóna Finndís Jónsdóttir og Bergur Einarsson (2006). *Nýtt mat á afrennsli Íslands, frumniðurstöður*. Reykjavík: Orkustofnun, GRG JFJ-BEE-2006/01.
- Jónsdóttir, J. F. (2008). A runoff map based on numerically simulated precipitation and a projection of future runoff in Iceland. *Hydrological Sciences Journal*, **53**(1), 100–111.
- Nash, J.E. & Sutcliffe, J.V. (1970). River flow forecasting through conceptual models. Part I—A discussion of principles. *Journal of Hydrology*, **27**(3), 282–290.
- Ólafur Rögnvaldsson, Philippe Crochet & Haraldur Ólafsson (2004). Mapping of precipitation in Iceland using numerical simulations and statistical modeling. *Meteorologische Zeitschrift*, **13**(3), 209–219.
- Perrin, C., Michel, C. & Andréassian, V. (2003). Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology*, **279**(1-4), 275–289.
- Ríkey Hlín Sævarsdóttir og Vaka Antonsdóttir (2004). *Vatnasvið jökulsáanna í Skagafirði Stakar rennismælingar*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2004/018.
- Tómas Jóhannesson, Guðfinna Aðalgeirsdóttir, Helgi Björnsson, Philippe Crochet, Elías B. Eliasson, Sverrir Guðmundsson, Jóna Finndís Jónsdóttir, Haraldur Ólafsson, Finnur Pálsson, Ólafur Rögnvaldsson, Oddur Sigurðsson, Árni Snorrason, Óli Grétar Blöndal Sveinsson & Thorsteinn Thorsteinsson (2007). *Effect of climate change on hydrology and hydro-resources in Iceland*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2007/011.