

Manngerð og mikið breytt vatnshlot tillaga að aðferðafræði til að meta vatnsformfræðilegar breytingar á vatnshlotum á virkjanasvæðum



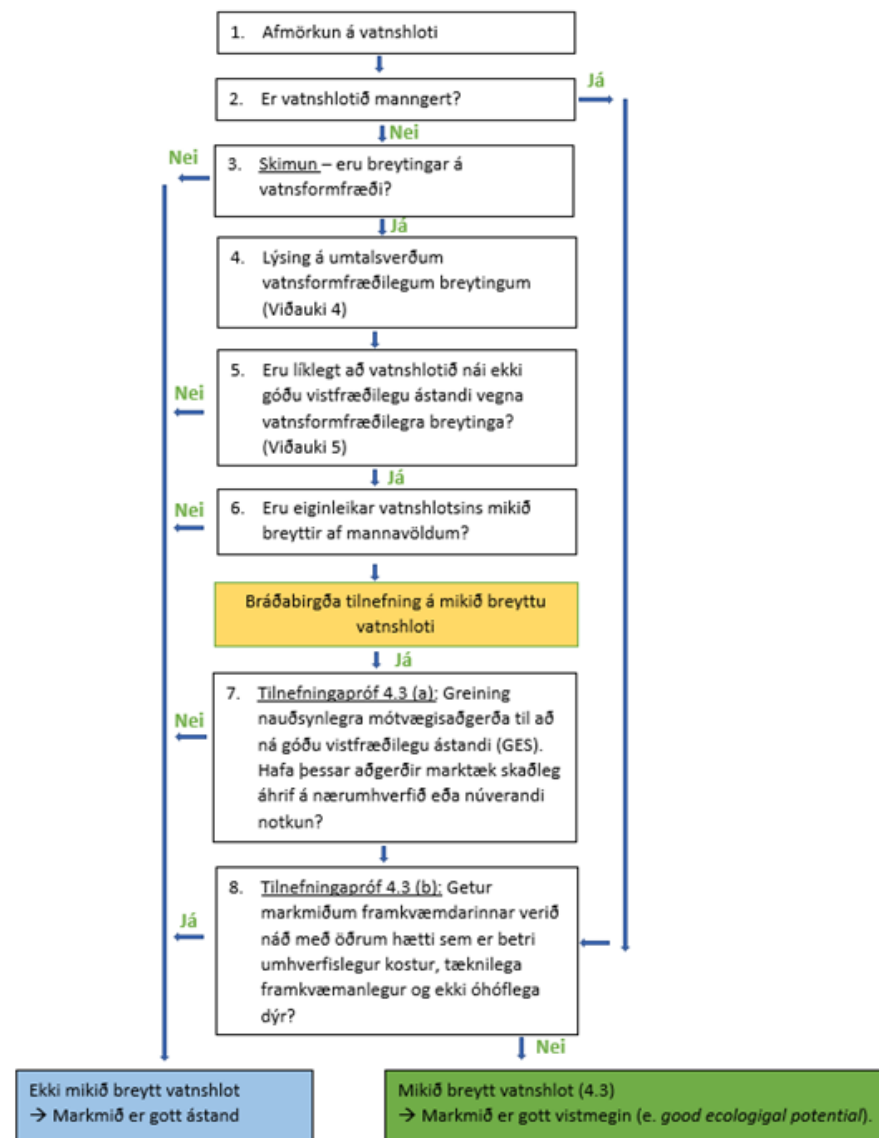
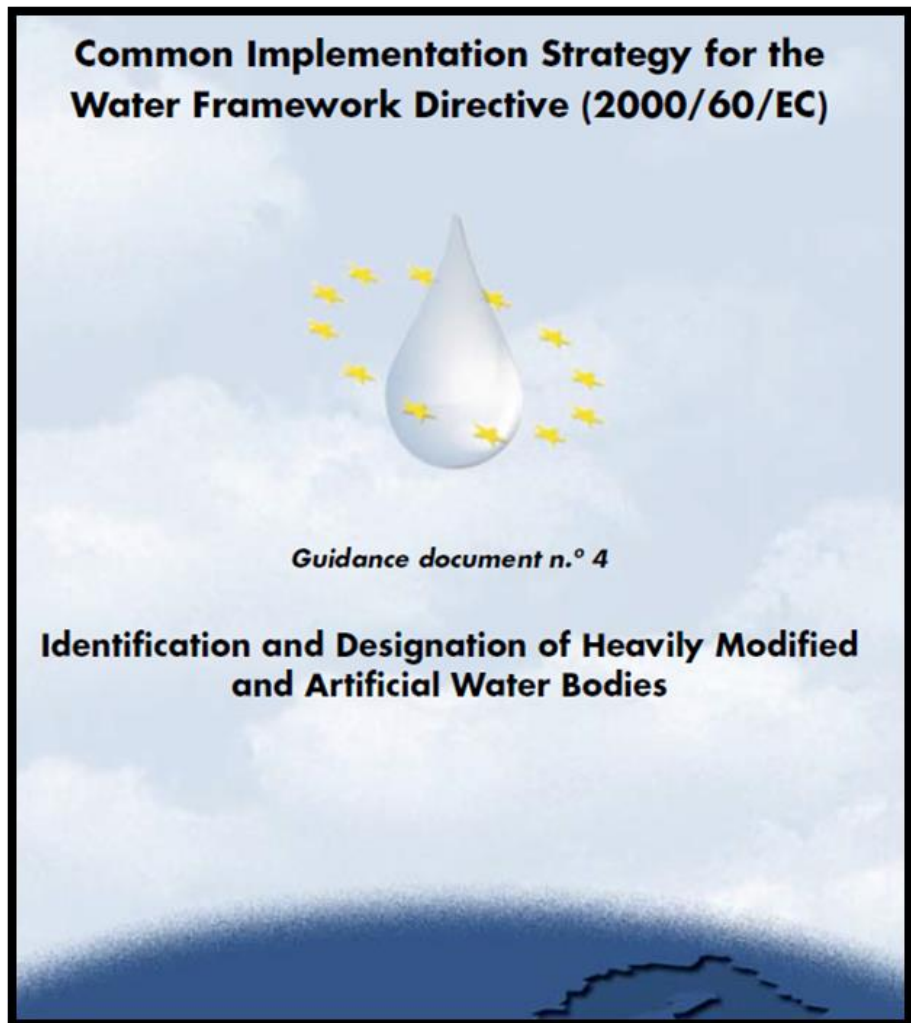
HAFFRANNSÓKNASTOFNUN
Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna



Frumsendingur fyrir ákvörðun á að vatnshlot skuli skilgreint sem mikið breytt eru

- a) Vatnshlotið hafi orðið fyrir umtalsverðum vatnsformfræðilegum breytingum af manna völdum
- b) Áhrifin af a) eru það mikil að vatnshlotið uppfyllir ekki viðmið um gott vistfræðilegt ástand
- c) Ekki er talið að hægt sé að ná fram markmiðum nýtingar á annan hátt né að mótvægisaðgerðir til að bæta vistfræðilegt ástand vatnshlotsins séu framkvæmanlegar

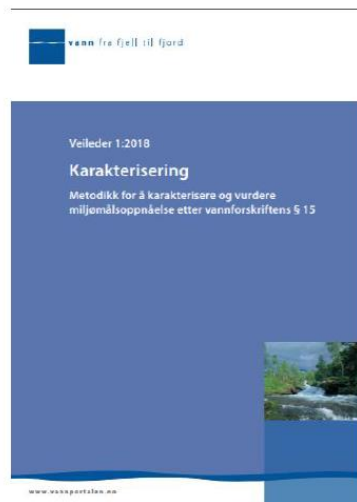
2. Forsendur



2.1 Manngerð og mikið breytt vatnshlot í Noregi

Characterisation and tentative designation of HMWB

- Guidance Documents
- Delineation of water bodies
- Typology
- Analysis of drivers, pressures and impact
- Methods for assessing status
- Risk-analysis
- Designation of HMWB



2.2 Aðstæður á Íslandi

Framkvæmdir við ár, vötn og strandsjó tengjast einkum fimm áhrifaþáttum

- vatnsaflsvirkjunum
- samgöngum (s.s. vegir, brýr, þveranir, hafnir)
- flóðavörnum
- vörnum gegn landbroti (t.d. strandrof, ágangur vatnsfalla á tún)
- landbúnaði (t.d. framræsluskurðir)

→ Í fyrstu umferð verður lögð áhersla á að meta þau vatnshlot sem hafa orðið fyrir umtalsverðum vatnsformfræðilegum breytingum af völdum vatnsaflsvirkjana

3. Aðferðir

Vatnsaflsvirkjanir-vatnsformfræðilegt álag

Tafla 2. Virkjanasvæði til umfjöllunar (Orkustofnun, 2018)

Nafn	Uppsett afl [kW]	Nafn	Uppsett afl [kW]
Blönduvirkjun	180.000	Mjólká 1	3.000
Búðarháls	120.000	Mjólká 2	7.000
Búrfellsvirkjun	310.000	Mjólká 3	1.200
Búrfellsvirkjun II stækkun	100.000	Sigalda	200.000
Hrauneyjafossvirkjun	280.000	Sogsv. - Írafossstöð	47.800
Kárahnjúkavirkjun	690.000	Sogsv. - Ljósafossstöð	1.500
Lagarfossvirkjun	27.200	Sogsv. - Steingrímsstöð	30.000
Laxárstöð I	4.000	Sultartangavirkjun	130.000
Laxárstöð II	8.576	Vatnsfellsvirkjun	110.000
Laxárstöð III	14.100		

3. Skimun – eru einhverjar breytingar á vatnsformfræðinni?

↓ Já

4. Lýsið umtalsverðum breytingum á vatnsformfræðinni

↓

6. Er vatnshlotið verulega mikið breytt vegna breytinga af mannavöldum?

↓ Já

5. Mun vatnshlotið falla á prófunum um gott vistfræðilegu ástandi vegna vatnsformfræðilegra breytinga?

↓ Já

Bráðabirgða tilnefning á mikið breyttu vatnshloti



3.1 Manngerð vatnshlot

→ Yfirborðsvatnshlot sem hefur verið búið til á svæði þar sem umtalsvert (e. significant) yfirborðsvatn var ekki áður til staðar.



3.2 Mikið breytt straumvatnshlot

- A. Inngrip meðfram árfarvegi (langsníð)
- B. Inngrip þvert á árfarveg (þversníð)
- C. Breytingar í árfarveginum
- D. Breytingar á vatnafari
 - D1. Rennslishættir
 - D2. Dægursveiflur
- E. Svifausbreytingar



Áhrifspáttur	Visir	Mælikvarði á breytingar	Vægi	Mörk flokka				
				Nátúrulegt	Litil áhrif	Nokkur áhrif	Mikil áhrif	Mjög mikil áhrif
	Einkunnagjöf			5	4	3	2	1
A. Langsnið	Flóðvarnargarðar	Hversu stór hluti árinna? (%)	3	<5	5-30	30-60	65-80	>80
	Rofvarnargarðar	Hversu stór hluti árinna? (%)	3	<5	5-33	35-50	50-80	>80
	Gróður á bökkum	Hágróður við árfarveg (%)	0	<10	10-33	33-50	50-75	>75
	Niðurgroftur árinna	Meðaldýpkun farvegarins (áin hefur grafið sig) [m]	2	<0,5		0,5-1	>1,5	
B. Þversnið	Stifflur í farvegi	Barriereffect (Sandlund et al 2013)	3	<0,2	0,5-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	>0,8
	Uppskipting farvegar	Fragmenteringsgrad (Sandlund et al 2013)	2	<0,5	0,5-0,65	0,65-0,8	0,8-0,83	>0,83
	Lónaáhrif	Hlutfall farvegar ofan stiflu undir áhrifum af stiflu	3	<10	10-30	30-50	50-80	>80
	Uppistöðuáhrif	Miðlunaráhrif (%)	1	<20	20-50	50-100	100-200	>200
C. í ánni	Efnistaka	Hversu stór hluti árinna er undir áhrifum? (%)	1	<5	5-33	33-50	50-80	>80
	Mannvirki önnur en stifflur	Hversu stór hluti árinna er undir áhrifum? (%)	2	<5	5-33	33-50	50-80	>80
	Straumvatnsflokkar*	Breytingar á fjölda straumvatnsflokka (Forseth og Harby 2013)	3	vantar engan flokk		vantar 1 flokk	vantar meira en 1 flokk	
	Botngerð	Breytingar á skjóli fyrir ungvíði	2	engin breyting		niður um einn flokk	niður um tvo flokka	
D1. Rennslisþættir	Heildarrennsli	Breyting á heildarrennsli (%)	3	<15	15-30	30-50	50-95	>95
	Lágrennsli sumar	7 daga lágrennsli jún-sept (m.v. óbreytt) (%)	2	<10	10-20	20-40	40-60	>60
	Lágrennsli vetur	7 daga lágrennsli nóv-mars (m.v. óbreytt) (%)	3	<5	5-10	10-30	30-60	>50
	Tíðni 1 árs flóða	Breyting á endurkomuhlutfalli	1	engin breyting		5-10 ár	sjaldnar en 10 ára fresti	
	Tíðni 10 ára flóða	Breyting á endurkomuhlutfalli	3	ekki sjaldnar en á 15 ára fresti		15-30 ár	sjaldnar en á 30 ára fresti	
D2. Rennslisþættir	Skammtíma rennslisbreytingar (peaking)	Hlutföll á milli há- og lágrennsli	1	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	Hraði rennslisbreytinga	Lækkunarhraði cm/klst	3	<5	5-13	13-20	20-30	>30
	Þurrkun farvegar vegna rennslisbreytinga	Hlutfallsleg minnkun farvegar undir vatni (%)	2	>5	5-10	10-20	20-30	>30
E	Svifausbreytingar	Hlutfallsleg minnkun svifaurs		<10	10-25	25-50	50-80	>80

*Straumvatnsflokkar byggðir á fjórum þáttum: stærð yfirborðsbylgna, halla farvegar, rennslis hraða og vatnsdýpi

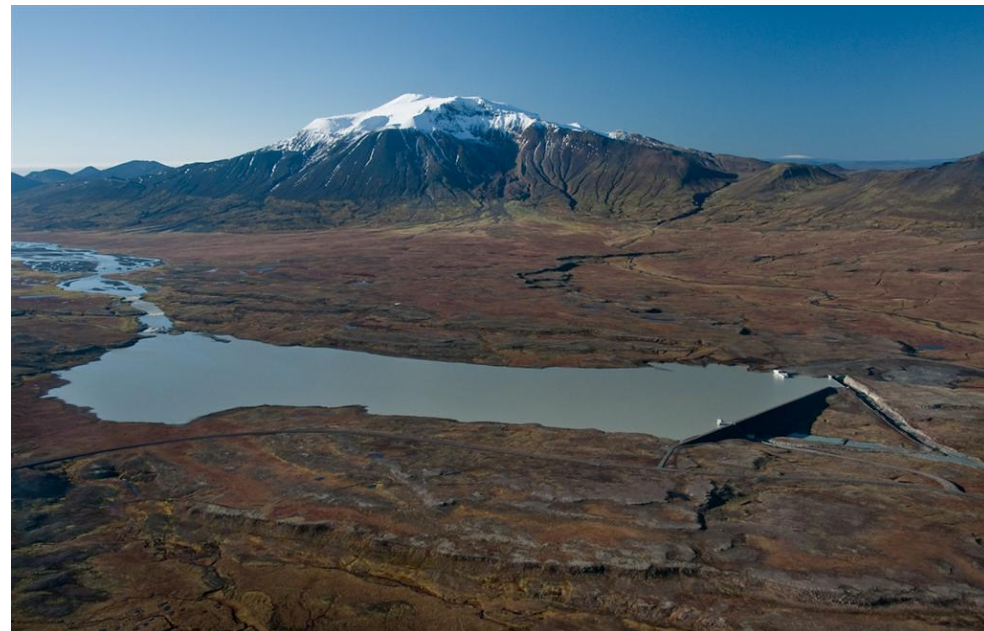
A. Inngríp meðfram árfarvegi (langsníð)

Áhrifabáttur	Vísir	Mælikvarði á breytingar	Vægi	Mörk flokka				
				Náttúrulegt	Lítill áhrif	Nokkur áhrif	Mikil áhrif	Mjög mikil áhrif
	Einkunnagjöf			5	4	3	2	1
A. Langsníð	Flóðvarnargarðar	Hversu stór hluti árinna? (%)	3	<5	5-30	30-60	65-80	>80
	Rofvarnargarðar	Hversu stór hluti árinna? (%)	3	<5	5-33	35-50	50-80	>80
	Gróður á bökkum	Hágróður við árfarveg (%)	0	<10	10-33	33-50	50-75	>75
	Niðurgröftur árinna	Meðaldýpkun farvegarins (áin hefur grafið sig) [m]	2	<0,5		0,5-1	>1,5	



B. Inngrip þvert á árfarveg (þversnið)

Áhrifaþáttur	Vísir	Mælikvarði á breytingar	Vægi	Mörk flokka				
				Náttúrulegt	Lítill áhrif	Nokkur áhrif	Mikil áhrif	Mjög mikil áhrif
Einkunnagjöf				5	4	3	2	1
B. Þversnið	Stíflur í farvegi	Barriereffect (Sandlund et al 2013)	3	<0,2	0,5-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	>0,8
	Uppskipting farvegar	Fragmenteringsgrad (Sandlund et al 2013)	2	<0,5	0,5-0,65	0,65-0,8	0,8-0,83	>0,83
	Lónaáhrif	Hlutfall farvegar ofan stíflu undir áhrifum af stíflu	3	<10	10-30	30-50	50-80	>80
	Uppistöðuáhrif	Miðlunaráhrif (%)	1	<20	20-50	50-100	100-200	>200



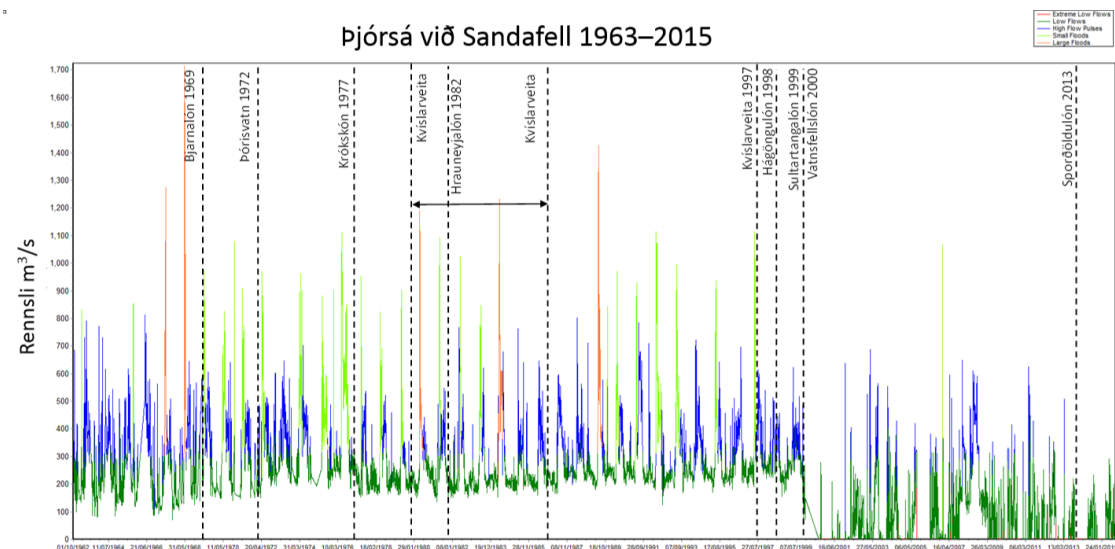
C. Breytingar í árfarvegi

Áhrifaþáttur	Vísir	Mælikvarði á breytingar	Vægi	Mörk flokka				
				Náttúrulegt	Lítill áhrif	Nokkur áhrif	Mikil áhrif	Mjög mikil áhrif
	Einkunnagjöf			5	4	3	2	1
C. í ánni	Efnistaka	Hversu stór hluti árinna er undir áhrifum? (%)	1	<5	5-33	33-50	50-80	>80
	Mannvirki önnur en stíflur	Hversu stór hluti árinna er undir áhrifum? (%)	2	<5	5-33	33-50	50-80	>80
	Straumvatnsflokkar*	Breytingar á fjölda straumvatnsflokka (Forseth og Harby 2013)	3	vantar engan flokk		vantar 1 flokk	vantar meira en 1 flokk	
	Botngerð	Breytingar á skjóli fyrir ungvíði	2	engin breyting	niður um einn flokk	niður um tvo flokka		



D. Breytingar á vatnafari – D1. Rennslishættir

Áhrifaþáttur	Vísir	Mælikvarði á breytingar	Vægi	Mörk flokka				
				Náttúrulegt	Lítill áhrif	Nokkur áhrif	Mikil áhrif	Mjög mikil áhrif
	Einkunnagjöf			5	4	3	2	1
D1. Rennslisþættir	Heildarrennsli	Breyting á heildarrennsli (%)	3	<15	15-30	30-50	50-95	>95
	Lágrennsli sumar	7 daga lágrennsli jún-sept (m.v. óbreytt) (%)	2	<10	10-20	20-40	40-60	>60
	Lágrennsli vetur	7 daga lágrennsli nóv-mars (m.v. óbreytt) (%)	3	<5	5-10	10-30	30-60	>50
	Tíðni 1 árs flóða	Breyting á endurkomuhlutfalli	1	engin breyting		5-10 ár	sjaldnar en 10 ára fresti	
	Tíðni 10 ára flóða	Breyting á endurkomuhlutfalli	3	ekki sjaldnar en á 15 ára fresti		15-30 ár	sjaldnar en á 30 ára fresti	

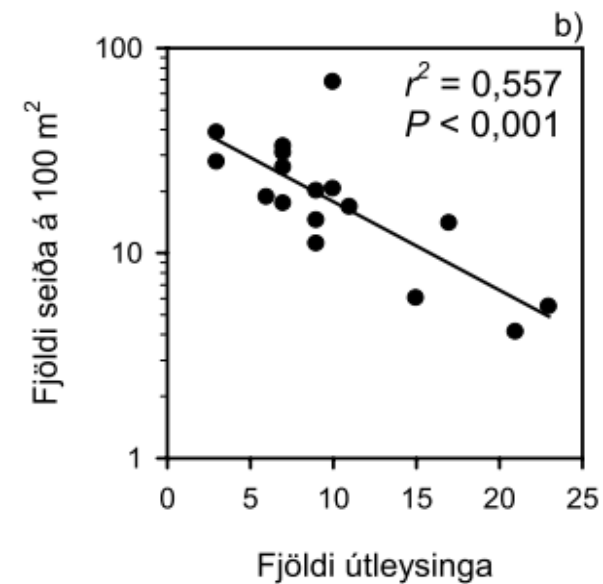


Rennsli í Þjórsá við Sandafell breyttist mjög eftir að Sultartangavirkjun tók til starfa árið 1999. Heimild: Eyðis Salome Eiríksdóttir, 2017. HV 2019-036

D. Breytingar á vatnafari – D2. Dægursveiflur

Áhrifaþáttur	Vísir	Mælikvarði á breytingar	Vægi	Mörk flokka				
				Náttúrulegt	Lítill áhrif	Nokkur áhrif	Mikil áhrif	Mjög mikil áhrif
	Einkunnagjöf			5	4	3	2	1
D2. Rennslisþættir	Skammtíma rennslisbreytingar (peaking)	Hlutföll á milli há- og lágrennslis	1	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	Hraði rennslisbreytinga	Lækkunarhraði cm/klst	3	<5	5-13	13-20	20-30	>30
	Þurrkun farvegar vegna rennslisbreytinga	Hlutfallsleg minnkun farvegar undir vatni (%)	2	>5	5-10	10-20	20-30	>30

Magnús Jóhannsson o.fl. 2011. Lífríki Sogs 1985–2008



E. Svifausbreytingar

Áhrifaþáttur	Vísir	Mælikvarði á breytingar	Vægi	Mörk flokka				
				Náttúrulegt	Lítill áhrif	Nokkur áhrif	Mikil áhrif	Mjög mikil áhrif
	Einkunnagjöf			5	4	3	2	1
Ei	Svifausbreytingar	Hlutfallsleg minnkun svifaus		<10	10-25	25-50	50-80	>80



Mat á straumvatnshlotum á virkjanasvæðum

- Vegin meðaleinkunn reiknuð fyrir hvern áhrifapátt A-E
- Heildareinkunn fyrir vatnsformfræðilegar breytingar í jökulám (jafna 4) og lindám (jafna 5)
- Virkjaðar dragár metnar út frá rennslisbreytingum (jafna 6)

$$HyMo = \left(\frac{(A+B+C)}{3} + D1 \right) * \frac{1}{2} \quad \text{jafna 4}$$

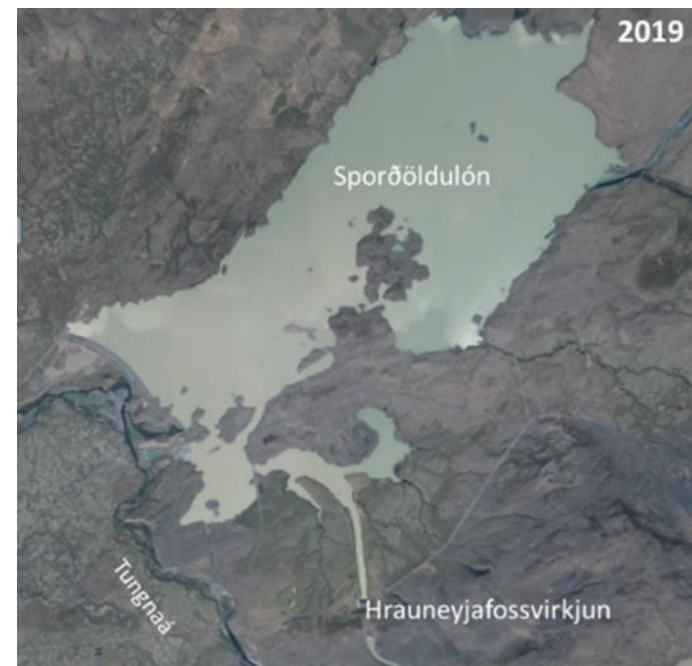
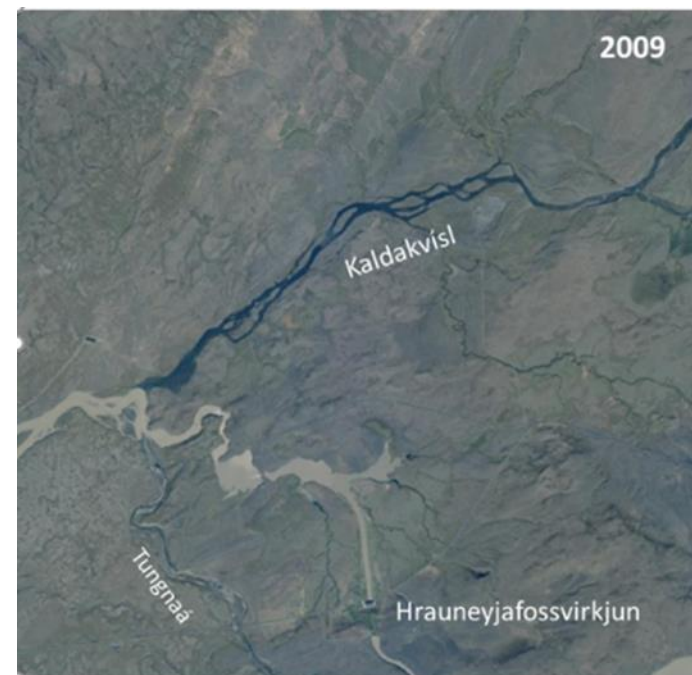
$$HyMo = \left(\frac{(A+B+C)}{3} + D1 + E \right) * \frac{1}{3} \quad \text{jafna 5}$$

$$HyMo = D1 \quad \text{jafna 6}$$

Einkunn	Ástand
4,51-5,00	Náttúrulegt
3,51-4,50	Lítill áhrif
2,51-3,50	Nokkur áhrif
1,51-2,50	Mikil áhrif
1,00-1,50	Mjög mikil áhrif

3.3 Mikið breytt stöðuvötn

- 1) ef straumvötnum hefur verið breytt í stöðuvötn sem eru stærri en $0,5 \text{ km}^2$
- 2) ef vatnshæð stöðuvatna hefur breyst meira en nemur 10 m
- 3) ef árlegar breytingar á vatnshæð eru meira en 3 metrar á milli há- og lágstöðu vatns í stöðuvatni/lóni vegna miðlunar á vatni
- 4) ef jökulvatni hefur verið veitt í stöðuvatn sem áður var tært bergvatn



4. Niðurstöður

4.1 Manngerð vatnshlot

Númer vatnshlots	Nafn vatnshlots	Virkjunarsvæði
103-964-R	Hreysislón og veituskurðir	Þjórsár-Tungnaár
103-1285-R	Veituskurður úr Eyvindarlóni	Þjórsár-Tungnaár
103-596-R	Veituskurður úr Kvíslavatni	Þjórsár-Tungnaár
103-710-R	Veituskurður úr Stóravarslóni	Þjórsár-Tungnaár
103-699-R	Veituskurður úr Sauðafellslóni	Þjórsár-Tungnaár
103-979-R	Veituskurður úr Þórisvatni	Þjórsár-Tungnaár
103-828-R	Veituskurður úr Vatnsfellslóni	Þjórsár-Tungnaár
103-970-R	Veituleið Sigölduvirkjunar	Þjórsár-Tungnaár
103-814-R	Flutningskvísl	Þjórsár-Tungnaár
103-673-R	Frárennslisskurður Sultartanga	Þjórsár-Tungnaár
103-906-R	Trjáviðarlækur	Þjórsár-Tungnaár
101-1864-R	Veituskurður úr Blöndulóni	Blanda
101-1862-R	Veituskurður úr Þristiklu	Blanda
101-1653-R	Stuttilækur	Blanda
102-1054-R	Frárennslisskurður Fljótisdalsvirkjunar	Kárahnjúkavirkjun



Veituleið Sigölduvirkjunar

4.2 Mikið breytt straumvatnshlot



Gamli farvegur Tungnaár, Sporðöldulón og Hrauneyjalón

	Vatnshlota- númer	Vatnshlot	Matseinkunn fyrir jökulár	Lægsta einkunn
Mikil áhrif	103-777-R	Þjórsá 2	1,8	
	101-1861-R	Blanda 2	1,9	
	103-811-R	Kaldakvísl 1	1,9	
	103-894-R	Kaldakvísl 2	1,9	
	103-614-R	Kaldakvísl 3	1,9	
	103-790-R	Kaldakvísl 4	2,0	
	103-973-R	Tungnaá 3	2,1	
	103-812-R	Tungnaá 2	2,2	
	102-1088-R	Jökulsá á Dal/Brú 1 (Jökla)	2,3	
	102-1140-R	Jökulsá á Dal/Brú 2 (Jökla)	2,3	
	101-426-R	Mjólká		2,4
	102-1254-R	Kelduá 2		2,5
	104-974-R	Sog 4		1,4
	Nokkur áhrif	101-1674-R	Blanda 1	3,0
102-1248-R		Jökulsá í Fljótssdal 3	3,5	
103-663-R		Þjórsá 1	3,5	
102-1203-R		Kelduá 1		3,1
102-1073-R		Grjótá 1		3,0

4.3 Mikið breytt stöðuvötn

Númer vatnshlots	Nafn vatnshlots	Líkleg upprunaleg gerð	Gerð í vefsjá	Straumvatni breytt í stöðuvatn > 0,5 km ²	Munur á hæsta og lægsta vatnsborði > 3 m	Vatnshæð í stöðuvatni hefur breyst meira en 10 m	Bergvatni breytt í jökulskotið vatn
103-2077-L	Sultartangelón	RG	LG	X	X		
103-2445-L	Þjórsárlón	RG	LG	X			
103-2092-L	Kvíslavatn	RG/RH2	LG	X			
103-2093-L	Stóraverslón	RH2	LG	X			
103-2135-L	Hrauneyjalón	RG	LG	X			
103-2162-L	Þórisvatn	LH2	LG	X	X	X	X
103-2167-L	Sauðafellslón	RG	LG	X			
103-2427-L	Eyvindarlón	RH2	LG	X			
103-2447-L	Krókslón	RG	LG	X			
103-2449-L	Vatnsfellslón	RH2	LG	X			
	Sporðöldulón	RG	LG	X			
103-2446-L	Hágöngulón	RG	LG	x	x		
101-1220-L	Blöndulón	RG	LG	X	X		
101-1216-L	Þrístikla	LL4	LG				X
101-1215-L	Smalatjörn	LL4	LG				X
101-1189-L	Austara-Friðmundarvatn	LH1	LG				x
101-1221-L	Gílsárlón	RL3	LG	x			
101-1210-L	Gílsvatn	LL2	LG				x
102-2448-L	Háslón	RG	LG	x	x		
101-754-L	Langavatn/Hólmavatn	LL3	LL3		X		



Háslón

Næstu skref við tilnefningu mikið breyttra vatnshlota

A. Aðferðafræðin

- i. Fá faglega umræðu og mat á veikleika og styrkleika framlagðra tillagna og mögulegar endurbætur þar á
- ii. Endurskoðun á aðferðafræði og lista yfir vatnshlot í ljósi ábendinga

B. Ljúka mati á vatnshlotum á virkjanasvæðum

- i. Greina hvort þau vatnshlot sem hafa orðið fyrir umtalsverðum vatnsformfræðilegum breytingum nái a.m.k. góðu vistfræðilegu ástandi. Þau vatnshlot sem ná góðu vistfræðilegu ástandi verða ekki skilgreind sem mikið breytt vatnshlot
- ii. Mat á þjóðhags- og samfélagslega mikilvægri auðlindanýtingu
- iii. Setja fram endanlegan lista yfir mikið breytt vatnshlot

C. Vinna að sambærilegri greiningu fyrir aðra álagsþætti sem líklegt er að valdi mikið breyttu ástandi vatnshlota. Þar má m.a. nefna álag vegna flóðavarna og garða, vegagerðar og framræsingar.