

Umhverfis- og auðlindaráðueyti
Skuggasund 1
101 REYKJAVÍK
B.t. verkefnisstjórnar um rammaáætlun, Herdís Schopka

Reykjavík 18. mars 2014
Tilvísun vor: 07.08

Efni: **Athugasemd við tillögu verkefnisstjórnar að flokkun Hvammsvirkjunar í Þjórsá.**

Með auglýsingu dagsettri 19. desember 2013, óskaði verkefnisstjórn 3. áfanga rammaáætlunar eftir athugasemdum við tillögu sinni að flokkun virkjunarkosta eigi síðar en 19. mars 2014.

Samkvæmt tillögunni og með hliðsjón af mati faghóps um laxfiska í Þjórsá leggur verkefnisstjórn til að Hvammsvirkjun verði flokkuð í nýtingarflokk í samræmi við þingsályktun um áætlun um vernd og orkunýtingu landssvæða frá 14. janúar 2013.

Landsvirkjun fagnar þessari ákvörðun verkefnisstjórnar. Hvammsvirkjun mun verða reist fyrst af fyrirhuguðum virkjunum í neðanverðri Þjórsá og reynsla af mótvægisáðgerðum og mótvægisáhrifum mun verða til þess að sambærilegar áðgerðir í neðri virkjunum, einkum Urriðafossvirkjun, munu verða markvissari og árangursríkari.

Í meðfylgjandi greinargerð er m.a. fjallað um þær mótvægisáðgerðir sem sérstaklega eiga við um Hvammsvirkjun til upplýsinga fyrir verkefnisstjórn fyrir rammaáætlun 3.

Virðingarfyllt

Óli Grétar Blöndal Sveinsson
framkvæmdastjóri Þróunarviðs

Fylgiskjöl: Greinargerð
Fylgiskjal 1-5 með greinargerð



Greinargerð

Efni: um mótvægisáðgerðir vegna Hvammsvirkjunar sem miða að verndun fiskistofna ásamt um vöktuna og viðbragðsáætlun

Inngangur.

Í þessari greinargerð er í upphafi fjallað almennt um það hvernig mótvægisáðgerðir vegna fyrirhugaðra virkjana í neðanverðri Þjórsá hafa þróast, hvaða gögn og rannsóknir hefur verið stuðst við. Þá er fjallað um markmið mótvægisáðgerða almennt og gerð grein fyrir helstu mótvægisáðgerðum, vegna virkjana í neðanverðri Þjórsá sem miða að verndun fiskistofna árinna.

Í öðrum hluta greinargerðarinnar er fjallað sérstaklega um mótvægisáðgerðir er varða Hvammsvirkjun sérstaklega.

Í þriðja hluta er fjallað um vöktun á fiskistofnum og áhrifum mótvægisáðgerða almennt. Sá hluti ásamt fylgiskjöllum 2 og 3 fjallar um þær viðbótarrannsóknir sem talið er að þurfi að gera á búsvæðum laxfiska í Þjórsá í Þjórsárvísl neðan við Búða.

Í fjórða hluta er fjallað um viðbrögð við mismunandi aðstæðum ef fyrirhugaðar mótvægisáðgerðir virka ekki eins og gert hefur verið ráð fyrir.

1. Almenn atriði.

Markmið fyrir mótvægisáðgerðir vegna virkjana í neðanverðri Þjórsá koma fram í mörgum skýrslum og greinargerðum Landsvirkjunar og sérfræðistofnana sem unnið hafa að rannsóknum á lífríki árinna í 25 ár. Að auki koma fram í skýrslum um mat á umhverfisáhrifum margvísleg markmið í því skyni að tryggja það að lífríki árinna og fiskistofnar verði fyrir sem minnstum áhrifum af völdum virkjana á þessum hluta árinna.

Í skýrslu Skúla Skúlasonar og Haraldar Rafns Ingvarssonar (okt. 2013) til verkefnisstjórnar rammaáætlunar kom fram sú skoðun í almennum niðurstöðum að nauðsynlegt væri á að taka saman í sérstakri skýrslu allar áðgerðir sem unnið hefði verið að sem mótvægisáðgerðir við byggingu virkjana í neðanverðri Þjórsá við hönnun virkjananna. Lagt er til í skýrslunni að þar komi fram endanlegar mótvægisáðgerðir virkjunaraðila með ljósum hætti og áhrif þeirra á búsvæði



laxfiska, Landsvirkjunar, (sjá bls. 20, 1. mgr.) Sama sjónarmið koma einnig fram í álitu faghóps verkefnisstjórnar dags. 04.11.2013.

Í þessari greinargerð er fjallað um fyrirhugaðar mótvægisáðgerðir sem unnt er á lokastigi hönnunar að fullyrða að ráðast þurfi í til að ná helstu markmiðum vegna verndunar fiskistofna árinna. Ekki er unnt á þessu stigi að ákveða allar endanlegar áðgerðir svo sem gerð þröskulda og garða, í þær verður ekki ráðist fyrr en að framkvæmdum og/eða rekstri virkjunar kemur. Augljóst er að í jökulá með meðalrennsli um 350 m³/sek verður ekki unnt að fullyrða fyrirfram með nákvæmum hætti hvernig best verður fyrir komið áðgerðum í farvegi árinna til að tryggja hrygningar- og búsvæði, seiðaniðurgöngur og uppgöngu laxfiska í ánni.

Í úrskurði Skipulagsstofnunar og umhverfisráðherra koma fram mjög ákveðin skilyrði fyrir leyfisveitingu fyrir virkjununum hvað varðar mótvægisáðgerðir og vöktun lífríkis eftir að virkjanir hefja rekstur. Í útgefnum skýrslum Landsvirkjunar um mótvægisáðgerðir og vöktun fyrir hverja virkjun (Sjá skýrslur LV-2008/117, LV-2008/116, LV-2008/115) er gerð grein fyrir þeim mótvægisáðgerðum sem Landsvirkjun hyggst grípa til en þessar skýrslur eru að verulegu leyti byggðar á skýrslum um mat á umhverfisáhrifum virkjananna og skilyrðum fyrir leyfisveitingu virkjananna sem koma fram í úrskurði Skipulagsstofnunar frá árinu 2003.

Í þessari greinargerð verður stuðst við ofangreind gögn eftir því sem við á, en að öðru leyti er stuðst við rannsóknir, sem gerðar hafa verið á s.l. 10 árum í samræmi við tillögur að rannsóknum og mótvægisáðgerðum sem fram komu í yfirlitsskýrslu Veiðimálastofnunar árið 2002 (VMST-S/02001). Frá þeim tíma er mat fór fram hefur hönnun virkjananna breyst nokkuð og hún aðlöguð þeim skilyrðum er fram koma í mati á umhverfisáhrifum. Áætlanir um mótvægisáðgerðir hafa mótast af niðurstöðum umfangsmikilla rannsókna á árunum 2002-2012, en á þessu tímabili hefur tekist að afla mikilvægra upplýsinga um fiskistofna Þjórsár eins og koma fram í skýrslum Veiðimálastofnunar um rannsóknir á þessu tímabili.

1.1 Markmið fyrir mótvægisáðgerðir sem miða að verndun fiskistofna.

- **Meginmarkmið mótvægisáðgerða** er að laxastofn Þjórsár verði fyrir sem minnstum áhrifum af gerð virkjana í hinum laxgenga hluta árinna.
- Til að ná þessum markmiðum hefur Landsvirkjun á síðustu árum unnið í samvinnu við hönnuði virkjananna og sérfræðinga Veiðimálastofnunar að áætlunum um mótvægisáðgerðir og rannsóknir á lífríki Þjórsár þar sem stuðst hefur verið við



vísindalega þekkingu og reynslu af gerð mannvirkja og nauðsynlegum mótvægisáðgerðum í laxgengum fallvötnum við sambærilegar erlendar aðstæður.

1.2 Samantekt mótvægisáðgerða fyrirhugaðra virkjana sem miða að verndun fiskistofna.

Hér að neðan er samantekin áætlun um fyrirhugaðar mótvægisáðgerðir til að ná þeim markmiðum sem Landsvirkjun hefur sett sér til viðhalds og eflingar laxastofns árinna vegna áforma um virkjanir í neðanverðri Þjórsá. Rannsóknir og hönnun virkjanamannvirkja eru byggðar á öllum nýjustu rannsóknum hönnunaraðila og Veiðimálastofnunar á mögulegum áhrifum virkjananna á lífríki árinna.

- Tryggja verður nægjanlegt vatnsmagn í farvegi árinna neðan virkjana eða veitumannvirkja þar sem rennsli skerðist.
 1. Á göngutíma fyrir uppgöngufisk.
 2. Á niðurgöngutíma seiða og sjóbirtinga.
 3. Að vetrarlagi vegna seiðabúskapar, þ.e. að lágmarksrennsli sé í farvegum
- Vatnsborð í inntakslónum hefur verið lækkað m.a. til að auka stærð búsvæða laxfiska og auka rennlishraða um lónin.
- Fiskistigar við stíflur Urriðafossvirkjunar og Hvammsvirkjunar hafa verið frumhannaðir.
- Áætlun hefur verið unnin um endubætur fiskistiga við Búðafoss í samræmi við breytingar á rennsli neðan stigans og hækkað vatnsborð við inntaksmannvirki fyrir Árneslón.
- Frumhönnuð hefur verið seiðafleyta ofan inntaks Urriðafossvirkjunar og Hvammsvirkjunar.
- Áætlanir hafa verið gerðar um seiðafleytu við veitumannvirki fyrir Árneslón og Holtavirkjun ofan við Búðafoss.
- Frumhannaður hefur verið veituskurður með rennslisstýringu ofan Árnesflúða til að stýra rennsli niður farveg Murneyrarkvíslar og botnþröskuldur í ánni neðan skurðmunna mun jafnframt tryggja þar lágmarksrennsli að vetri til.
- Nákvæmar botnmælingar hafa verið gerðar í Búðafarvegi frá Búðafossi að Árnesflúðum. Á grundvelli þessara mælinga hefur verið unnið að mati á búsvæðagreiningu laxfiska á svæðinu og áætlunum um frekari rannsóknir á búsvæðum og gerð búsvæða fyrir lax, gerð þröskulda og veitugarða í farvegi til að halda uppi vatnsborði og stýra rennsli í afmarkaða farvegi þar sem nauðsynlegt er.
- Gerð þröskulda og veitugarða eru einnig áætlaðar neðan stíflu Hvammsvirkjunar að útrás frárennslisskurðar. Hið sama á við neðan stíflu Urriðafossvirkjunar, en vegna aðstæðna í farvegum og rennslis verður vart unnt að gera



endanlega hönnun slíkra aðgerða fyrr en við lok framkvæmdatíma virkjananna eða við upphaf reksturs þeirra þegar áhrif af breyttu rennsli koma í ljós.

- Fyrirhugað er ef þörf reynist á að fleyga klappir í Árnesflúðum og í Urriðafossi til að tryggja þar uppgöngu fiska við eðlilegt sumarrennsli (60-100 m³/sek).
- Við framkvæmdir skal tímasetja röskun eða breytingu ár rennsli árinna í samráði við sérfræðinga Veiðimálastofnunar og Veiðfélag Þjórsár þannig að sem minnst óhagræði eða tjón hljóti af.

Sjá meðfylgjandi töflu um yfirlit yfir helstu mótvægisáðgerðir við fyrirhugaðar virkjanir í Þjórsá neðan Búrfells



Tafla 1: Yfirlit yfir helstu mótvægisáðgerðir við fyrirhugaðar virkjanir í Þjórsá neðan Búrfells

	Hvammsvirkjun	Holtavirkjun	Urriðafossvirkjun
Gerð véla	Kaplan minimum gap turbines	Kaplan minimum gap turbines	Kaplan minimum gap turbines
Ganga seiða til sjávar	Seiðaveita. Hönnun og líkanaprófunum lokið	Seiðaveita. Hönnun og líkanaprófunum ólokið	Seiðaveita. Hönnun og líkanaprófunum lokið
Ganga upp árfarveg	Fiskistigi við Hvammsstíflu. Hæð 11m., lengd 250m	Fiskistigi við Búða nýttur, þörf á smáhækkun	Fiskistigi við Heiðarlónsstíflu. Hæð 9m., lengd 150m
Rennsli neðan stíflu	Tryggt að farvegir munu hvergi þorna upp. Lágmarksrennsli 10m ³ /sek, sjálfvirk stýring. Sumarrennsli í meðalvatnsári 40-80m ³ /sek.	Tryggt að farvegir munu hvergi þorna upp. Lágmarksrennsli 15m ³ /sek, Sumarrennsli í meðalvatnsári 50-80m ³ /sek.	Tryggt að farvegir munu hvergi þorna upp. Lágmarksrennsli 10m ³ /sek, stýrt um fiskistiga og seiðaveitu. Sumarrennsli í meðalvatnsári 50-100m ³ /sek.
Aðgerðir í farvegi neðan stíflu	Farvegur aðlagður minna rennsli, tryggt að búsvæði og gönguleið laxfiska skerðist sem minnst.	Farvegur aðlagður minna rennsli, tryggt að búsvæði og gönguleið laxfiska skerðist sem minnst.	Farvegur aðlagður minna rennsli, tryggt að búsvæði og gönguleið laxfiska skerðist sem minnst.
Vatnsborð lóns Lækkun frá mati á umhverfisáhrifum		Vatnsborð Árneslóns lækkað um 1 m til að auka rennslishraða í lóni.	Vatnsborð Heiðalóns lækkað um 1 m til að auka rennslishraða í lóni.
Annað		Tryggt að rennsli til Murneyrarkvíslar skerðist ekki	Dregið úr veiðialagi með því að bæta veiðirétthöfum fyrir að nýta ekki rétt sinn til netaveiða



2. Hvammsvirkjun.

Fyrirhugaðar mótvægisáðgerðir við Hvammsvirkjun felast í eftirfarandi aðgerðum:

2.1. Val á gerð véla.

Vélar virkjunar verða af Kaplan gerð, sem sérstaklega eru hannaðar til að draga úr afföllum á niðurgönguseiðum (minimum gap turbines). Með notkun slíkra véla verður rennslisbil í inntaksristum minna en í venjubundnum vélagerðum og því hverfandi líkur á að fullvaxinn niðurgöngulax/sjóbirtingur komist þar um. Margar rannsóknir erlendra vélaframleiðenda liggja fyrir um mælingar á líflíkum niðurgönguseiða sem fara um slíkar vélar. **Sjá fylgiskjal 1.** (*Minnisblað um laxaseiði og hverfla dags. 7.1.2009.*)

2.2. Gerð seiðaveitu.

Seiðaveitu verður komið fyrir ofan inntaks virkjunar og vatni veitt þaðan niður í farveg árinna neðan við flóðlokur og yfirfall. Sjá yfirlitskort nr. –Seiðaveitan er hönnuð eins og veitan við Urriðafossvirkjun við inntak virkjananna, en veituskurður frá lokuvirki verður mismunandi eftir halla lands og öðrum aðstæðum. Miðað er við að um 35 m³/sek rennsli verði um seiðaveituna á tímanum frá 5. maí til 20. júní, en á því tímabili hafa rannsóknir sýnt að laxaseiði eru á niðurgöngu í ánni. Unnt er að koma fyrir sjálfvirkri stýringu á nauðsynlegu vatnsrennsli á niðurgöngutíma seiðanna.

2.3. Laxastigi við Hvammsstíflu.

Laxastigi verður gerður úr farvegi Þjórsár rétt ofan seiðaveiturásar og opnast hann að ofanverðu til hliðar við inntaksmannvirkið. Hann verður raufastigi líkt og stiginn við Búða, sem reynst hefur vel en halli stigans er minni og hæðarmunur þrepa verður einnig minni og ætti því að verða enn auðveldari fyrir fisk á uppgöngu. Sama grunnhönnun er notuð og við stigann við Urriðafossvirkjun. Gönguhæð fiskistigans er 11 m eða litlu hærri en núverandi stiga við Búðafoss. Lengd stigans verður mun meiri eða um 250 m. Líklegt er að fleyga þurfi hyl í farvegi árinna við enda stigans til að göngufiskur finni betur leiðina upp ána. Í stiganum verður komið fyrir tölvubúnum fiskiteljara af fullkomnustu gerð, sem tengist ljósleiðara og því auðvelt að fylgjast með för fiska um stigann.



2.4. Stýring á rennsli neðan stíflu.

Stýring á rennsli niður farveg árinna neðan stíflu verður um loku í seiðaveitrennu og um stýranlegt flóðayfirfall við stíflu. Sjálfvirk stýring verður á lágmarksrennsli, 10 m³/sek, að vetrarlagi niður í árfarveginn um loku í seiðaveitunni þannig að tryggt verður að farvegur þornar ekki upp. Að sumarlagi og í flóðum verður rennsli einnig stýrt um flóðlokur virkjunarinnar, sem verða staðsettar til hliðar við núverandi árfarveg. Gert er ráð fyrir að umframrennsli að sumarlagi verði á bilinu 40-80 m³/sek í meðalvatnsári, í rýrari vatnsárum en tryggt verður að nægjanlegt vatnsmagn verði í ávallt farvegi neðan stíflu fyrir göngufisk, sem miðast við 40 m³/sek rennsli.

2.5. Mótvægisáðgerðir í farvegi neðan stíflu.

Farvegur Þjórsár neðan Minnanúpshólma að Ölmóðsey er afar breiður og því eru miklar líkur á að á þeim kafla árinna þurfi að koma fyrir þröskuldum og veitugörðum til að tryggja búsvæði laxfiska og gönguleið fyrir uppgöngufisk við minna rennsli. Mikil reynsla er af slíkum þröskuldum í norskum ám¹ og varnarstíflur í Þjórsá neðar í ánni með grjótkarga Þjórsárhrauns er reistar voru á árunum 1985-1995 hafa sýnt fram góða virkni og endingu. Tillögur að gerð þröskulda og veitugarða liggja eðlilega ekki fyrir en mælingar á farvegi frá stíflustæði niður fyrir Ölmóðsey verða gerðar vorið 2014 til að geta metið og gert tillögur um staðsetningu og gerð varnarþröskulda. Endanleg útfærsla þeirra verður þó ekki tekin fyrr en við upphaf reksturs virkjunar.

3. Vöktun á fiskistofnum og áhrifum mótvægisáðgerða.

Mikilvægt er að halda áfram eðlilegum grunnrannsóknum á lífríki árinna svo og vöktun á fiskistofnum og eftir að virkjanir hefja rekstur til að geta metið árangur mótvægisáðgerða, áhrif virkjunarframkvæmda og rekstur virkjana.

Í yfirlitsskýrslum Veiðimálastofnunar, (VMST/080020 og VMST/13043, óprentuð skýrsla) koma fram tillögur um vöktun og rannsóknir á næstu árum og eftir að virkjanir hefja rekstur. Vöktun fiskistofna og upplýsingar um gönguhegðun fiska verður auðveldari en áður með rafrænum fiskiteljurum í fiskistigum. Á næstu árum fæst mikilvægt mat á stofnstærð göngufiska á vatnasviði Þjórsár með þeim rannsóknum sem hafnar eru í Kálfá m.a. með rekstri á rafrænum fiskiteljara þar og

¹ (Sjá Jon Arne Eie: Miljöbasert vannføring NVE 2013)



vöktun og merkingu laxagönguseiða á leið til sjávar. Þá verður framhald á vöktun seiðastofna með árlegum rafveiðum og vöktun göngufiska til að fá sem bestar upplýsingar um hugsanlegar breytingar á fiskistofnum og seiðabúskap árið ásamt virkni mótvægisáðgerða.

Einnig er áætlað að seiðaveitur verði reyndar með merktum seiðum. Með því að merkja sjógönguseiði með rafeindamerkjum er unnt að mæla virkni veitumannvirkjanna. Þá fæst einnig mat á lifitölu seiða sem fara um virkjanamannvirki. Slíkar rannsóknir gefa þekkingargrunn til að meta hvort lagfæra þurfi veitumannvirki. Þar sem Hvammsvirkjun verður reist fyrst fyrirhugaðra virkjana fæst með byggingu hennar mikilvæg reynsla sem nýta má við hönnun og útfærslu mótvægisáðgerða við hinar virkjanirnar. Áformaðar mótvægisáðgerðir kunna því að taka breytingum í ljósi fenginnar reynslu af rekstri hennar.

Sjá nánar **fylgiskjal 3**. *Minnisblað um viðbótarrannsóknir á búsvæðum laxfiska í Þjórsá neðan Búða. Veiðimálastofnun 13. mars MJ/SG.*



4. Áætlun um viðbrögð við mismunandi aðstæðum ef fyrirhugaðar mótvægisáðgerðir virka ekki.

Eins og fram kemur hér að ofan eru fyrirhugaðar margháttáðar vöktunarrannsóknir á lífríki árinna til að fylgjast með breytingum á lífríki og fiskistofnum eftir að virkjanir hefja rekstur. Eigi að síður er mikilvægt að gera sér fyrirfram grein fyrir þeim atvikum, sem valdið geta því að lífríki fiska raskist meira en gert er ráð fyrir vegna virkjana í ánni þrátt fyrir að ráðist sé í margháttáðar mótvægisáðgerðir, og hvernig væri eðlilegast að bregðast við í þessum tilvikum.

Hér ber þó að hafa í huga að fyrst verður ráðist í gerð Hvammsvirkjunar, sem er efst virkjananna og er utan náttúrulegs útbreiðslusvæðis göngufiska árinna. Áhrif hennar á núverandi laxastofn árinna eru því en ella þar eð búsvæðið ofan virkjunarinnar er enn að byggjast upp. Reynslan af mótvægisáðgerðum strax á fyrstu rekstrarárum virkjunarinnar verður því dýrmæt og gera kleift, ef ástæður eru fyrir hendi, að endurbæta áðgerðir við neðri virkjanakosti umfram það sem ofangreindar áætlanir miðast við.

Þau ófyrirséðu atvik, sem kunna að koma upp og bregðast þarf við ef markmið mótvægisáðgerða ná ekki tilgangi sínum má greina í eftirfarandi meginflokka:

1. Hindranir skapast við minna rennsli í farvegi og tefja og/eða hindra eðlilega laxagöngu
2. Tafir eða hindranir verða í farvegi fyrir göngufisk.
3. Lax gengur ekki upp fiskistiga.
4. Seiðafleytur skila ekki tilætluðum árangri.
5. Náttúruleg seiðaframleiðsla minnkar verulega.

Hér verður fjallað nánar um fyrirliggjandi áætlanir um viðbrögð fari svo að mótvægisáðgerðir virki ekki vegna ofangreindra atvika.

4.1. Hindranir skapast við minna rennsli í farvegi

Líklegt má telja að minna rennsli um farvegi árinna, en þó öruggt lágmarksrennsli, geti valdið því að lax eigi erfiðari uppgöngu á ákveðnum hluta árfarvegar.

Vegna Hvammsvirkjunar er líklegt að flúðir í vesturkvísl árinna við Ölmóðsey geti verið hindrun fyrir uppgöngu þegar minna sumarvatn verður í ánni. Þar gæti þurft að fleyga úr árbotni eða grípa til sambærilegra áðgerða.



Vegna Holtavirkjunar fer minna vatn um Búðakvísl og við Árnesflúð kann að þurfa að beina sumarrennsli í afmarkaðan farveg til að auðvelda uppgöngu laxfiska og jafnvel fleyga niður flúðina, en fallið er aðeins um 1 metri þannig að ekki þarf mikið rennsli til að auðvelda uppgöngufiskum þar för. Einnig kemur til greina að minnka fallið um flúðina með því að gera fyrirstöðu úr stórgrýti neðan flúðarinnar og verður fallið þar með dreift í þrep.

Við Urriðafoss gengur lax upp farveg við vesturlandið, en þar er fall um fossinn og nokkuð samfelld flúð. Við mikið sumarrennsli í dag gengur lax ekki upp fossinn, en bíður hagstæðari skilyrða og gengur þegar vatn minnkar í ánni. Við breytt sumarrennsli eftir Urriðafossvirkjun væri eðlilegt að beina sumrvatni að vesturbakkanum ofan við fossinn. Fari svo að lax fari þar ekki um yrði að fleyga úr klöppum og lækka hindranir. Ef slíkt tækist ekki yrði að fleyga uppgönguþrep eða gera stiga þar í bakkanum.

4.2 Tafir eða hindranir verða í farvegi fyrir göngufisk.

Að sumarlagi verður tryggt að lágrennsli fyrir uppgöngufisk verði um 50 m³/sek í slæmum vatnsárum, í betri árum verður rennsli í farvegi mun meira. Í farvegi árinna frá Hvammsvirkjun og niður fyrir Urriðafossvirkjun verður veruleg breyting á rennsli árfarvegar á eftirtöldum köflum:

- a) Frá stíflu Hvammsvirkjunar ofan við Minnanúpshólma niður fyrir Ölmóðsey,
- b) frá Búðafossi niður fyrir Árnesflúð.
- c) Frá stíflu við Heiðartanga að úrás frárennslisganga um 1,2 km neðan við Urriðafoss.

a) Við gerð Hvammsvirkjunar mun fást mikilvæg þekking á því með hvaða hætti er heppilegast að þrengja að rennsli í breiðum farvegi til að skapa skilyrði fyrir uppgöngu laxfiska þegar rennsli um farveginn stórminnkar. Eftir að botn farvegar hefur verið kortlagður verður unnt að gera sér grein fyrir hvort gera þurfbreytingar á honum til að beina straumi í ákveðinn farveg og tryggja með því uppgönguleið fyrir göngufisk og eðlilegan farveg við lágrennsli á vetri og sem best búsvæðifyrir laxfiska. Við upphaf reksturs virkjunar má bæta þær aðgerðir með t.d. gördum eða þröskuldum ef áformaðar aðgerðir teljast ekki nægjanlegar. Tekið skal fram að þegar rætt er hér um garða og þröskulda í farvegi er aðeins um að ræða fyrirstöður í árfarvegi, sem gerðar eru úr hraunkarga og verða ekki hærri en 0,5 m á hæð til að beina lágrennsli ákveðna leið innan farvegar.

b) Ekki er talið líklegt að ráðast þurfi í breytingar á botngerð á efsta hluta árkaflans frá Búðafossi að Stóra-Hofi samkvæmt fyrirbyggjandi botn- og rennslislíkani. Komi í ljós við upphaf reksturs Holtavirkjunar að lagfæra eða bæta þurfi



rennslisfarveg fyrir göngufisk verður unnt að bæta þar um með aðgerðum, t.d. görðum eða þröskuldum. Á árkaflanum frá Stóra-Hofi að Árnesflúð verða gerðar tillögur um aðgerðir til að tryggja uppgöngu fiska og auka sem mest búsvæði á árbotni með þröskuldum.

Sjá meðfylgjandi minnisblað Veiðimálastofnunar á fylgiskj.3.

c) Eins og lýst er í kafla um mótvægisáðgerðir er gert ráð fyrir að gera leiðigarða og /eða þröskulda á kaflanum frá Heiðarlóni niður fyrir Urriðafoss til að beina rennsli í sem eðlilegastan farveg fyrir göngufisk og skapa þar lífvænlegar aðstæður fyrir seiði. Á þessum árkafla er farvegur árinna einna brattastur. Reynslan af lágrennsli í farveginum á þessum kafla verður að skera úr um það hversu marga garða þarf að gera og þá væri einnig fengin mikilvæg reynsla frá sambærilegum aðgerðum við Hvammsvirkjun.

Hylurinn sem gerður verður í farvegi árinna þar sem rennsli úr göngum virkjunar kemur út í farveg að nýju verður mótaður samkvæmt reynslu frá Blönduvirkjun. Komi í ljós að lax freisti þess að ganga inn í göngin má koma fyrir tæknibúnaði til að fæla hann frá þeim, í ljósi reynslunnar frá Blönduvirkjun má telja það ólíklegt að slíkt gerist, enda er vatnshraði í göngum um 2 m/sek.

4.3 Lax gengur ekki upp fiskistiga.

Virgni laxastiganna í tengslum við byggingu virkjananna er grunnþáttur í öllum mótvægisáðgerðum. Góðu heilli er fengin verðmæt reynsla af rekstri laxastigans við Búða, sem unnt er að byggja á við gerð stiganna tveggja við Hvammsvirkjun og Urriðafossvirkjun, en hæð þessara stiga er svipuð þó svo að lengd þeirra sé mismunandi.

Ástæður þess að lax gangi ekki í stiga geta verið nokkar. Fyrsta atriði er þó að laxinn finni ekki með auðveldum hætti aðkomu að stigaopi. Skili lax sér ekki að stigaopi þarf að bæta hylinn neðan stigans eða rennslisfarveg að stigaopi ef um truflanir er að ræða frá öðru rennsli. Fari lax ekki upp stiga en hópist neðan hans þarf væntanlega að skoða rennsli um stiga og breyta því. Af þess konar vandamálum er fengin reynsla við Búðastiga. Þá er rétt að benda á að mikil reynsla verður fengin af rekstri Hvamms og Búðastiga við breytt rennsli þegar kemur að gerð stiga við Urriðafoss, en hann er raunar lykilmannvirki fyrir árangursríkum mótvægisáðgerðum. Loks má benda á að í stigunum verða rafeindateljarar og með þeim búnaði sést fljótt hver virkni stiganna verður.



4.4 Seiðafleytur skila verri árangri en reiknað var með.

Unnt verður að skoða árangur seiðafleytna með verulegum seiðamerkingum á efri hluta vatnasviðsins um leið og Hvammsvirkjun hefur rekstur og fylgjast með hvernig merktum seiðum reiðir af á niðurgöngu. Nokkuð ljóst er að meginþorri þeirra mun fara um fleytuna en hluti seiðanna kann að fara um vélar virkjunar. Komi í ljós óeðlileg dauðatíðni verði á leið seiða um seiðafleytuna kann að þurfa að lagfæra farveg frá henni niður í árfarveg og skoða rennslis hraða og rennslismagn í farveginum frá loku.

Verði raunin sú að fleiri seiði en gert hefur verið ráð fyrir fari um vélar Hvamms- og Urriðafossvirkjunar vegna þess að þau drægjust niður með inntaksrennsli að vélum virkjana má netklæða efsta hluta inntaksrista á niðurgöngutíma seiðanna til að koma í veg fyrir að þau berist niður í inntaksstrauminn. Lokist seið af í lygnum nærri inntak og finni ekki vatnsstraum að seiðafleytu þarf að breyta straumlagi þar t.d. með notkun lokubúnaðar. Líkantilraunir vegna seiðafleytu við Urriðafossvirkjun sýndu að slíkt er unnt að gera.

4.5 Náttúruleg seiðaframleiðsla minnkar verulega.

Áratuga rannsóknir í neðanverðri Þjórsá munu fljótlega geta sýnt fram á raunverulegan samburð á seiðaframleiðslu í ánni á þeim svæðum er verða fyrir röskun á rennsli miðað við núverandi rennsli. Rannsóknir á seiðum í inntakslónum virkjana munu verða jafnframt gerðar til að kanna breytingar á seiðaframleiðslu á þeim hluta árfarvegar frá því sem nú er. Mikilvægar vísbindingar um þetta munu fást strax við byggingu Hvammsvirkjunar, þó svo að þau búsvæði er þar raskast teljist ekki mikilvæg fyrir seiðaframleiðslu árinna í heild mun þær rannsóknir gefa vísbindingar um breytingar í neðri virkjunum.

Komi til þess að náttúruleg seiðaframleiðsla minnki verulega stafar það annað hvort af minni laxastofni (fiskgengd) og/eða verri hrygningar- og uppeldisaðstæðum. Innan fárra ára munu fást marktækar niðurstöður á göngustofni árinna út frá þeim rannsóknnum sem nýlega eru hafnar í Kálfá sem varpa munu ljósi á stofnstærð laxfiska í Þjórsá á hverjum tíma eftir að virkjanir verða reistar. Unnt er að bregðast við minni búsvæðum seiða með ýmsum hætti. Stækka má möguleg búsvæði laxfiska með endurbættum mótvægisáðgerðum á svæðinu ofan Árneshlíða og jafnvel í Murneyrarkvísl, eins og kemur fram í fylgiskjali 3.

Í efsta hluta árinna frá Búðafossi að Búrfellsvirkjun er lax enn að nema land og þar er unnt að auka fiskgengd og framleiðslu. Ef ofangreindar aðgerðir bera ekki árangur þyrfti að skoða allar hugmyndir um að nýta ófiskgeng svæði og svæði með skertri framleiðslu á þessum hluta árinna til seiðaframleiðslu, t.d. í Þverá, Fossá og í Bjarnarlæk ofan Þjófafoss.



Fylgiskjöl:

Fylgiskjal 1: *Minnisblað um laxaseiði og hverfla dags. 7.1.2009.*

Fylgiskjal 2: *Minnisblað um Búðakvísl og áhrif rennslis á búsvæði laxfiska.*

Fylgiskjal 3: *Minnisblað um viðbótarrannsóknir á búsvæðum laxfiska í Þjórsá neðan Búða. Veiðimálastofnun 13. mars MJ/SG.*

Fylgiskjal 4: *Veita úr farvegi Þjórsár ofan Murneyra.*

Fylgiskjal 5: *Mælingar á botni Þjórsár neðan Búðafoss.*

Fylgiskjal 1

7. janúar 2009

LAXASEIÐI OG HVERFLAR Í VIRKJUNUM Í NEÐRI ÞJÓRSÁ

Almennt um Neðri Þjórsá

Almennt gildir að stærð á fiski miðað við stærð á vél skiptir máli. Því smærri sem fiskurinn er miðað við vélina því meiri eru lífslíkur hans. Þetta ætti að vera tiltölulega hagstætt í Neðri Þjórsá þar sem um er að ræða litla fiska (laxaseiði) og stórar vélar með hönnunarrennsli inn á hvora vél 155 m³/s við Hvamm, 165 m³/s við Holt og 185 m³/s við Urriðafoss.

Almennt er talið að saman fari mestar líkur á að fiskur lifi af ferð í gegnum vélina og að vélin sé keyrð við hámarks nýtni. Þetta ætti að vera hagstætt við Neðri Þjórsá því að vélarnar þar eru keyrðar á nánast föstu rennsli allan ársins hring. Í þessu sambandi er þó rétt að benda á að Mathur o.fl. (2000) fengu ekki marktækt samband á milli nýtni vélar og affalla á seiðum í rannsókn sem gerð var við Lower Granite Dam í Snake River í Bandaríkjunum.

Almennt um Kaplan vélar

Eldri rannsóknir við virkjanir í Columbia ánni í Bandaríkjunum bentu til að 81-92% af laxaseiðum lifðu það af að fara í gegnum Kaplanvélnar þar (Ferguson o. fl. 2005). Nýrri rannsóknir hafa staðfest þetta en þó hafa fundist dæmi þar sem aðeins lifðu 72% seiðanna (Ferguson o. fl. 2005). Þá eru einnig heimildir um að tæp 98% laxaseiða hafi lifað af að fara í gegnum vélar virkjana sbr. rannsókn Brown og Garnant (2006) á Wanapum Dam í Columbia ánni.

Samkvæmt Winchell et al. (1992) deyja almennt 7,6% laxa og silungaseiða sem fara í gegnum Kaplanvél. Larnier (2008) telur að almennt séu afföll á laxaseiðum í Kaplan vélum á bilinu 5-20%. Hægt er að reikna afföll af laxaseiðum sem fara í gegnum Kaplan vélar með eftirfarandi jöfnu frá Larnier og Dartiguelongue (1989):

$$\text{Afföll (\%)} = 100 * [\text{SIN (AMO)}]^2 \quad (1)$$

þar sem

$$\begin{aligned} \text{AMO} &= 12,2 + 72,7 \left(\text{TL}^{1,125} / \text{esp}^{0,843} \right) \text{ gráður} \\ \text{TL} &= \text{heildarlengd á fiski (m)} \\ \text{esp} &= \pi \text{Dm} / \text{NAP} \\ \text{Dm} &= \text{þvermál hverfils (m)} \\ \text{NAP} &= \text{fjöldi blaða} \end{aligned}$$

Þann fyrirvara verður að hafa á notkun jöfnu (1) að hluti gagnanna sem hún byggir á er við aðstæður þegar vélar eru ekki keyrðar við hámarks nýtni. Því má búast við að jafnan ofmeti aðeins afföll á seiðum þegar vélar eru keyrðar nærri hámarks nýtni (Therrien og Bourgeois 2000). Þá er virkjað fall aldrei meira en 30 m í þeim gögnum sem jafna (1)

byggir á og því eru afföll vegna þrýstingsbreytinga ekki innifalin í jöfnunni ef verið er að nota jöfnuna við aðstæður þar sem þrýstingsbreytingar skipta máli.

Til að prófa jöfnu (1) er hægt að nota ný gögn úr rannsókn Mathur o. fl. (2000) sem fyrir Lower Granite Dam í Snake River (Fall 29,7 m, rennsli = 512,8 m³/s, NAP = 6 m, Dm = 7,9 m og TL = 0,15 m) fengu 2,8–6,3% afföll. Jafna (1) gefur hins vegar 6,5% afföll.

Jafna (1) var einnig prófuð á gögnum úr rannsókn Brown og Garratt (2006) sem fyrir Wanapum Dam í Columbia River (Fall 24,4 m, NAP = 6 m, Dm = 7,75 m og TL = 0,15 m) fengu 2,2% afföll. Jafna (1) gefur hins vegar 6,6% afföll.

Fyrir Urriðafossvirkjun, eins og henni er lýst í verkhönnunarskýrslu (Dm = 4,6 m og NAP = 5) fæst að afföll á 0,14 m löngum laxaseiðum verða 7,1% skv. jöfnu (1).

Almennt um áhrif þrýstingsbreytinga

Ef lægsti þrýstingur í vélasamstæðunni fer ekki niður fyrir 30% af “acclimation pressure”, sem fyrir laxaseiði í efsta 1 m inntakslóna er nánast loftþrýstingur 101 kPa, þá er mögulegt að engin afföll verði á þeim seiðum sem fara niður í gegnum vélina af völdum þrýstingsbreytinga (Therrien o. fl. 2000). Hægt er að reikna afföll af laxaseiðum vegna þrýstingsbreytinga með eftirfarandi jöfnu frá Turnpenny et al. (2000):

$$\text{Afföll (\%)} = -3,997 \ln(x) + 1,571 \quad (2)$$

þar sem $x = P_e/P_a$ og P_e er “exposure pressure” þ.e. lægsti þrýstingur sem seiðin verða fyrir á leið sinni í gegnum vélarnar og P_a er acclimation pressure. Fyrir t.d. $x = 0,3$ fæst að afföll verða 6,4%. Lagt er til að jafna (2) sé notuð þannig að ef hlutfallið P_e/P_a er stærra en 0,3 þá sé litið svo á að áhrif þrýstingsbreytinga séu hverfandi og í raun innifalin í jöfnu (1). Ef hins vegar hlutfallið P_e/P_a er lægra en 0,3 verður að reikna afföll vegna þrýstingsbreytinga með jöfnu (2) og bæta þeim við afföll skv. jöfnu (1).

Niðurstaða

Meðan ekki liggja fyrir nákvæmar upplýsingar frá hönnuðum varðandi Kaplan vélarnar sem nota á í Neðri Þjórsá er rétt að miða við að fyrir allar þrjár virkjanir gildi að 80-95% þeirra laxaseiða sem fara í gegnum vél lifi ferðina af. Seiði sem fer í gegnum vél við allar þrjár virkjanirnar hefur þar með 51-85% lífslíkur. Stór hluti búsvæða lax er í dag á milli Urriðafossvirkjunar og Holtavirkjunar. Megnið af laxaseiðunum þarf því aðeins að fara framhjá einni virkjun á leið sinni til sjávar.

Rétt er að endurskoða ofangreint mat á lífslíkum seiðanna í samráði við hönnuði þegar búið er að fara yfir þær þrýstingsbreytingar sem seiði verða fyrir sem fara í gegnum vélar virkjananna. Þá er jafnframt rétt að fá mat vélaframleiðanda á afföllum á laxaseiðum við virkjanirnar og bera saman við okkar mat.

Sigurður Guðjónsson og Helgi Jóhannesson

Heimildir

- Brown, S. R. and Garnant, G. M. 2006. Advanced-Design Turbine at Wanapum Dam Improves Power Output, Helps Protect Fish. *Hydro Review*, april, SR2-SR7.
- Ferguson, J. W., Matthews, G. M., McComas, R. L., Absolon, R. F., Brege, D. A., Gessel, M. H., and Gilbreath, L. G. 2005. Passage of Adult and Juvenile Salmonids through Federal Columbia River Power System Dams. NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-64, 160 p.
- Larnier, M. 2008. Fish passage experience at small scale hydro-electric power plants in France. *Hydrobiologia*, vol. 609, p. 97-108.
- Larnier, M. and Dartiguelongue, J. 1989. La circulation de poissons migrateurs: le transit a travers les turbines des installation hydroelectriques. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture Special Issue 312/313*, 94 p.
- Mathur, D., Heisey, P. G., Skalski, J. R. and Kenney, D. R. 2000. Samonid Smolt Survival Relative to Turbine Efficiency and Entrainment Depth in Hydroelectric Power Generation. *Journal of the American Water Resources Association*. Vol. 36, NO. 4, p. 737-747.
- Therrien J. and Bourgeois G. 2000. Fish Passage at Small Hydro Sites. IEA Technical Report, 118 p.
- Turnpenny, A. W. H., Clough, S., Hanson, K. P., Ramsey, R. and McEwan, D. 2000. Risk Assessment for Fish Passage Through Small, Low-Head Turbines. ETSU H/06/00054/REP, 58 p.
- Winchell, F., Downing, H., Taft, N., Churchill, A. and Marin, P. 1992. Fish Entrainment and Turbine Mortality Review and Guidelines. Report prepared for Electrical Power Research Institute, Paolo Alto, California. 256 p.

Fylgiskjal 2.

NTH-60 NEÐRI ÞJÓRSÁ

MINNISBLAÐ

VERKNÚMÉR: 5.481.203

DAGS.: 2014-03-07

VERKHLUTI: 308

MB NR.: ME-MANNVIT/BJTH-006

HÖFUNDUR: Bjarki Þórarinnsson og Einar Júlíusson, MANNVIT

DREIFING: Helgi Bjarnason, Landsvirkjun, Ómar Örn Ingólfsson, MANNVIT.

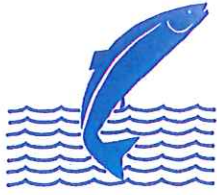
Málefni: Búðakvísl og áhrif rennslis á búsvæði laxfiska.

Eftir byggingu Holtavirkjunar verður skerðing á rennslis í Búðakvísl frá því sem er við náttúrulegt ástand. Óskað var eftir mati á flatarmáli þeirra svæða sem verða á 0-0,5 m dýpi við mismunandi rennslis í Búðakvísl. Stuðst var við allar tiltækar mælingar í farvegi Þjórsár á kaflanum frá Búðafossi og niður að Árnescvísl. Straumsjármælingar, þversniðsmælingar, mælingar á vatnsborði við mismunandi rennslis, landmælingar, hæðalínulíkan af landi sem og upplýsingar sem hægt var að ráða af ljósmyndum þar sem sést til botns í ánni voru notaðar til að búa til líkan af farveginum í forritinu HEC-RAS. Forritið var svo notað til að reikna vatnsborðshæð við mismunandi rennslis. Reiknað er með föstu rennslis á öllum kaflanum frá Búðafossi niður að Árnescvísl.

Alls var reiknað fyrir átta mismunandi rennslis. Niðurstöður er að finna í meðfylgjandi töflu. Meðfylgjandi átta teikningar sýna útbreiðslu vatns og dýpi við mismunandi rennslis í Búðakvísl. Skipting í svæði var unnin í samráði við Magnús Jóhannsson hjá Veiðimálastofnun. Svæðaskipting kemur fram á teikningum.

Rennslis [m ³ /s]	Flatarmál á 0-0,5 m dýpi [m ²]		
	Kafla ÞVIII	Kafla ÞIX	Kafla ÞXI
15	251.000	529.000	125.000
30	256.000	548.000	142.000
45	215.000	531.000	150.000
60	202.000	489.000	161.000
100	156.000	377.000	147.000
200	116.000	243.000	116.000
300	100.000	379.000	110.000
400	76.000	383.000	79.000

Fylgiskjal 3.



VEIÐIMÁLASTOFNUN

Veiðinýting • Lífríki í ám og vötnum • Rannsóknir • Ráðgjöf

Árleynir 22, 112 Reykjavík, Sími 5806300, Símbréf 5806301,

Netfang: veidimalastofnun@veidimal.is, Veffang: www.veidimal.is

Minnisblað um viðbótarrannsóknir á búsvæðum laxfiska í Þjórsá neðan við Búða. Veiðimálastofnun 13. mars MJ/SG

Gert er ráð fyrir að nýtt mat verði gert á áhrifum af skertu rennsli vegna virkjunar við Akbraut (Holtavirkjun) í farvegum Þjórsár neðan við Búða. Þegar hafa verið gerðar ítarlegri þversniðs- og straumsjármælingar á dýpi í farvegi neðan Búða (Búðakvísl). Líkan hefur gert út frá landhæð og dýpi. Þannig má reikna vatnshæð við mismunandi rennsli og reikna flatarmál í farvegum sem er undir vatni og flatarmál sem nýtist til framleiðslu seiða laxfiska við mismunandi rennsli (sjá minnisblað frá Verkfræðistofunni Mannviti 7. mars (ME-MANNVIT/BJTH-006)). Fyrstu mælingar nú benda til að búsvæði laxfiska á þessum kafla skerðist ekki frá því sem nú er þó að rennsli minnki eins og áður hefur komið fram í skýrslu Veiðimálastofnunar frá 2002. Frekar verður unnið með þessi gögn og til viðbótar verða gerðar frekari rannsóknir á botngerð á búsvæðum laxfiska í Búðakvísl báðum megin kvíslarinnar. Þannig má komast að nákvæmari niðurstöðu um stærð og gæði búsvæða laxfiska við mismunandi rennsli.

Þessar mælingar á dýpi gefa einnig upplýsingar hvaða mótvægisáðgerðir koma til greina til að skerðing búsvæða verði sem minnst og jafnframt um aðgerðir til að tryggja fiskgengd um farvegina. Hvaða aðgerða er þörf og hvernig skerðing búsvæða verður kemur ekki að fullu í ljós fyrr en lækkar í farvegi eftir framkvæmdir.

Heimild:

Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson, Erla Björk Örnólfsdóttir, Sigurður Guðjónsson, og Ragnhildur Magnúsdóttir, 2002. Rannsóknir á lífríki Þjórsár vegna virkjana í Þjórsá neðan Búrfells. Veiðimálastofnun VMST-S/02001: 124 bls.

Fylgiskjal 4.



Fylgiskjal 5.

