

JÄMTKRAFT AB, SAMRÅD GÄLLANDE ÖKAD AVLEDNINGSRÄTT VID HISSMOFORS VATTENKRAFTVERK

2023-05-12

Jämtkraft AB har för avsikt att söka tillstånd enligt miljöbalkens kapitel 11 för ökad avledningsrätt från Hissmofors kraftverk.

Enligt nuvarande vattendom får Jämtkraft avleda 440 m³/s genom kraftverksturbinerna. Den totala vattenföringen som kan tillgodogöras i Hissmofors via turbinerna för elproduktion är dock 550 m³/s. Då vattenflödet vid höglödessituationer överskrider 440 m³/s måste den överskridande volymen vatten under nuvarande förhållanden ledas förbi turbinerna via utskovsluckorna. Detta innebär att energin från detta vatten under nuvarande förhållanden inte kan tillgodogöras.

Under nuvarande driftsförhållanden bidrar Jämtkraft även med stödtjänster, reglerkraft, till Svenska Kraftnät. Tillsammans med Jämtkrafts planerbara elproduktion sker därför normalt flödesjusteringar-/korttidsregleringar med varaktighet normalt sett i sekunder till minuter. Jämtkraft har för avsikt att fortsätta tillhandahålla denna reglerkraft men med tillägget att det skall kunna ske även vid flöden mellan 440 – 550 m³/s.

Jämtkraft genomför ett samlat undersöknings- och avgränsningssamråd och vill ge er möjlighet att inkomma med synpunkter och frågor. Detta för att utformningen av den miljökonsekvensbeskrivning som ska tas fram i och med ansökan får en lämplig detaljeringsgrad.

Ytterligare information återfinns på www.jamtkraft.se/hissmofors Det går även bra att ta kontakt enligt nedan.

Har du frågor vänligen kontakta:

Johan Kjellgren

063-15 27 37 eller via e-post joan.kjellgren@jamtkraft.se

Har du synpunkter som du vill att vi skall beakta i ansökan och den miljökonsekvensbeskrivning som skall upprättas vill vi ha dessa skriftligt senast **16-juni**.

Skicka dessa i sådana fall till:

joan.kjellgren@jamtkraft.se

Eller via post till:

Jämtkraft

Johan Kjellgren

Kyrkgatan 21

831 50 Östersund

Innehåll

1	Bakgrund	3
2	Förnyat samråd	3
3	Beskrivningar	4
3.1	Hissmofors kraftverk.....	4
3.2	Storsjön och Indalsälven.....	5
4	Ökad avledningsrätt via turbinerna.....	8
4.1	Driftsätt och beskrivning av Stödtjänster.....	10
4.1.1	Hybrid drift	12
5	Förutsedd miljöpåverkan.....	12
5.1	Hydrologisk påverkan uppströms Hissmofors.....	12
5.1.1	Storsjön allmänt	12
5.1.2	Krokomsviken/Hissmofors.....	13
5.2	Hydrologisk påverkan nedströms Hissmofors.....	13
5.2.1	Risk för påverkan på intilliggande markföroreningar.....	14
5.2.2	Påverkan på fisk.....	14
5.2.3	Påverkan nedströms efterföljande kraftverk, Kattstrudeforsen	14
5.3	Bedömd miljöpåverkan - sammanfattning	14
6	Innehåll MKB	15

Bilagor

1. Påverkan uppströms och nedströms vid ökad avledningsförmåga
2. Mätning av vattenhastigheter nedströms Hissmofors kraftverk
3. Analys påverkan på fisk ny avledning Hissmofors

Administrativa uppgifter

Sökande:	Jämtkraft AB
Projektansvarig	Johan Kjellgren
Ombud	Joakim Nyman
Organisationsnummer	556001-6064
Adress:	Kyrkgatan 21, 831 31 Östersund

1 Bakgrund

Jämtkraft AB har för avsikt att söka tillstånd enligt 11 kap Miljöbalken för ökad vattenavledning genom turbinerna vid Hissmofors kraftverk. Kraftverksdammen dämmer Storsjön och avbördar vatten till Indalsälven.

Till Miljödomstolen kommer bolaget hemställa att tillstånd meddelas för:

- att avleda ytterligare 110 m³/s vatten genom kraftverkets turbiner så att en total vattenföring om 550 m³/s får avledas genom turbinerna och nyttjas för elkraftproduktion.
- att i spannet 440-550 m³/s reglera på samma sätt som för nuvarande flöden 50-440 m³/s

Behovet av reglerkraft ökar till följd av en ökad produktionsandel av andra slag av förnyelsebar energi såsom sol- och vindkraft. Med en utökad avledningsrätt kommer Jämtkraft att kunna tillhandahålla mer reglerkraft/ stödtjänster¹ till kraftsystemet.

2 Förnyat samråd

Redan under 2020 skedde samråd med fastighetsägare, myndigheter och andra intressenter. Efter avslutat samråd valde Jämtkraft att pausa ansökan i avvaktan på vägledande domar i liknande tillståndsproucesser. Då det gått tre år sedan samrådet utfördes gör Jämtkraft ett omtag för att säkerställa att eventuellt nya sakägare ges möjlighet att inkomma med synpunkter.

Med hänsyn till den samrådsprocess som skett har flera delar av de synpunkter som kom in 2020 inarbetats i detta samrådsmaterial. Även delar av det beslut som fattades av Länsstyrelsen i Jämtland 2021-04-22 har inarbetats i samrådsmaterialet. I samband med samrådet fattade Länsstyrelsen beslutet att förändringen av verksamheten innebar en betydande miljöpåverkan.

Samrådet från 2020 återfinns på hemsidan under www.jamtkraft.se/hissmofors. Om ni tidigare yttrat er i ärendet har ni därmed möjlighet att ta del av tidigare synpunkter. Vid det tidigare samrådet skickades samrådsmaterial till:

- Fastighetsägare som gränsar till Indalsälven mellan Hissmofors och Kattstrupeforsen
- Länsstyrelsen i Jämtlands län
- Hissmofors FVOF
- Vattenregleringsföretagen
- Indalsälvens vattenvårdsförbund
- Krokoms kommun
- Jonevaerie sameby
- Svenska kraftnät
- Kammarkollegiet
- Havs och vattenmyndigheten (Bottenhavets vattendistrikt)

¹ * <https://www.svk.se/siteassets/aktorsportalen/elmarknad/information-om-reserver/reservmarknader.pdf>

Av dessa samrådsintressenter inkom synpunkter från:

- Länsstyrelsen i Jämtlands län
- Vattenregleringsföretagen
- Krokoms kommun
- Kammarkollegiet

I och med det förnyade samrådet skickas ett något omarbetat material ut.

Till samebyn och fastighetsägare i närhet till Indalsälven skickas ett förenklat samrådsmaterial med hänvisning till hemsidan för ytterligare information.

3 Beskrivningar

3.1 Hissmofors kraftverk

Hissmofors kraftverk är belägen vid Storsjöns utlopp mellan Krokoms och Hissmofors, se figur 1.

Den första utbyggnaden av Hissmoforsen påbörjades redan år 1894 med kraftstation 1 på den högra sidan av älven något hundratal meter uppströms befintlig anläggning. Under åren 1905-1923 byggdes ytterligare två kraftstationer.

Den nuvarande dammen i Hissmofors anlades år 1940 tillsammans med station IV. 1993 togs station V, med en modern kaplanturbin, i drift. 2013 togs station VI på dammens högra sida i drift och är tillsammans med station V de enda stationerna som återstår.

Kraftverkets totala tillståndsgivna vattenföring genom kraftstationerna V och VI är idag 440 m³/s och fallhöjden är cirka 20 m, se figur 1 nedan.

Station V från 1993 medger ett tillgodogörande av vattenföring om 150 m³/s. Station VI färdigställdes 2013 och ger möjlighet att tillgodogöra 400 m³/s för elproduktion. Den totala vattenföringen som kan tillgodogöras i Hissmofors för elproduktion är således 550 m³/s.



Figur 1. Flygbilden visar Kraftverket med dess nuvarande kraftstationer.

3.2 Storsjön och Indalsälven

Indalsälven är 430 kilometer lång och rinner upp i Jämtlandsfjällen för att därefter rinna genom Jämtland och Medelpad innan den mynnar i Bottenhavet. Den är en av Sveriges vattenrikaste älvar och har sedan sekelskiftet 1900 blivit kraftigt utbyggd för elproduktion. Det totala avrinningsområdet är 26.727 km², tillsammans med biflödena Järpströmmen, Långan, Hårkan och Ammerån. På sin väg mot havet passerar den Storsjön.

Storsjön SE702172-143255 är Sveriges femte största sjö med en vattenareal på cirka 456 km² och sträcker sig mellan fyra kommuner (Östersund, Krokom, Åre och Berg). I sjön varierar vattendjupet från att inom

stora områden ligga på cirka 10 meter till den största djupsänkan på cirka 85 meter. Sjöns volym är cirka 8 km³. Sjövolymen omsätts i medeltal på cirka 1 år. För att vattnet skall nå utloppet vid Hissmofors skall det passera Frösön via två sund, antingen genom Rödösundet eller genom Frösösundet, se figur 2. Medelvattenföringen ut ur sjön vid Hissmofors kraftverk är cirka 240 m³/sekund och regleringen av sjön får enligt gällande vattendom uppgå till 2,75 meter.



Figur 2. Kartan visar Storsjön. I kartan framgår utloppet till Indalsälven vid Krokoms-Hissmofors.

Direkt uppströms Hissmofors kraftstation övergår vattenförekomsten Storsjön SE702172-143255 till vattenförekomsten Indalsälven SE702595-143405. Efter Hissmofors kraftverk ligger vattenförekomsten Indalsälven SE702371-143220 och därefter Kattstrupemagasinet SE702472-143859. De senare tre har förklarats som kraftigt modifierade vatten (KMV) på grund av vattenkraft. Se figur 3 nedan för lokaliseringar.



Figur 3. Kartan visar de olika vattenförekomsterna. Uppströms liggande Storsjön längst ned i bilden. I kartan framgår utloppet till Indalsälven vid Krokomben-Hissmofors.

De tre vattenförekomsterna har en väsentligt påverkad hydrologisk regim eller morfologiskt tillstånd. I tabell 1 nedan redovisas de olika vattenförekomsternas miljöstatus. Vattenförekomsterna uppnår i dagsläget inte beslutade miljö kvalitetsnormer enligt förvaltningscykel 3. Samtliga tre har en otillfredsställande ekologisk potential. Statusklassning och kvalitetskrav-2039 framgår i tabell 1 nedan. Kvalitetskraven-2039 för ekologisk potential utgår från påverkan på hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna konnektivitet i vattendrag, hydrologisk regim och morfologisk tillstånd.

Tabell 1. Tabellen visar de olika vattenförekomsterna i anslutning till Hissmofors kraftverk. Beslutad statusklassning och kvalitetskrav-2039 enligt förvaltningscykel 3 framgår.

Vattenförekomst		Storsjön	Indalsälven	Indalsälven	Kattstrupegasinet
Vattenförekomst EU_CD		SE702172-143255	SE702371-143220	SE702595-143405	SE702472-143859
Tillkomst- /häromst		Naturlig	Kraftigt Modifierat	Kraftigt Modifierat	Kraftigt Modifierat
Statusklassning	Ekologisk status	Måttlig	-	-	-
	Kemisk status	Uppnår ej god	-	-	-
	Ekologisk potential	-	Otillfredsställande	Otillfredsställande	Otillfredsställande
	Kemisk status	-	Uppnår ej god	Uppnår ej god	Uppnår ej god
Kvalitetskrav 2039	Ekologisk status	God ekologisk status	-	-	-
	Kemisk status	God kemisk status	-	-	-
	Ekologisk potential	-	Måttlig ekologisk potential	Otillfredsställande ekologisk potential	Otillfredsställande ekologisk potential
	Kemisk status	-	God kemisk status	God kemisk status	God kemisk status

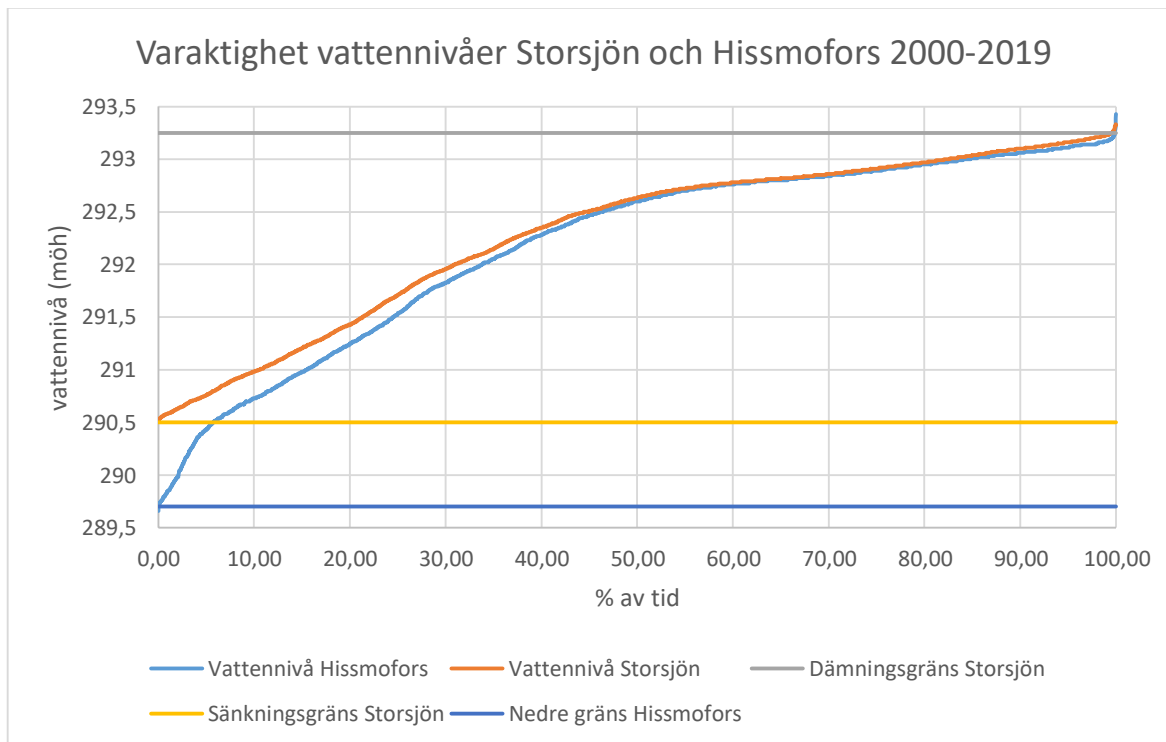
4 Ökad avledningsrätt via turbinerna

En utökad avledningsrätt via turbinerna skulle påverka vattenhushållningen i Hissmofors enligt följande:

- att avleda ytterligare 110 m³/s vatten genom kraftverkets turbiner så att en total vattenföring om 550 m³/s får avledas genom turbinerna och nyttjas för elkraftproduktion.
- att i spannet 440-550 m³/s reglera på samma sätt som för nuvarande flöden 50-440 m³/s

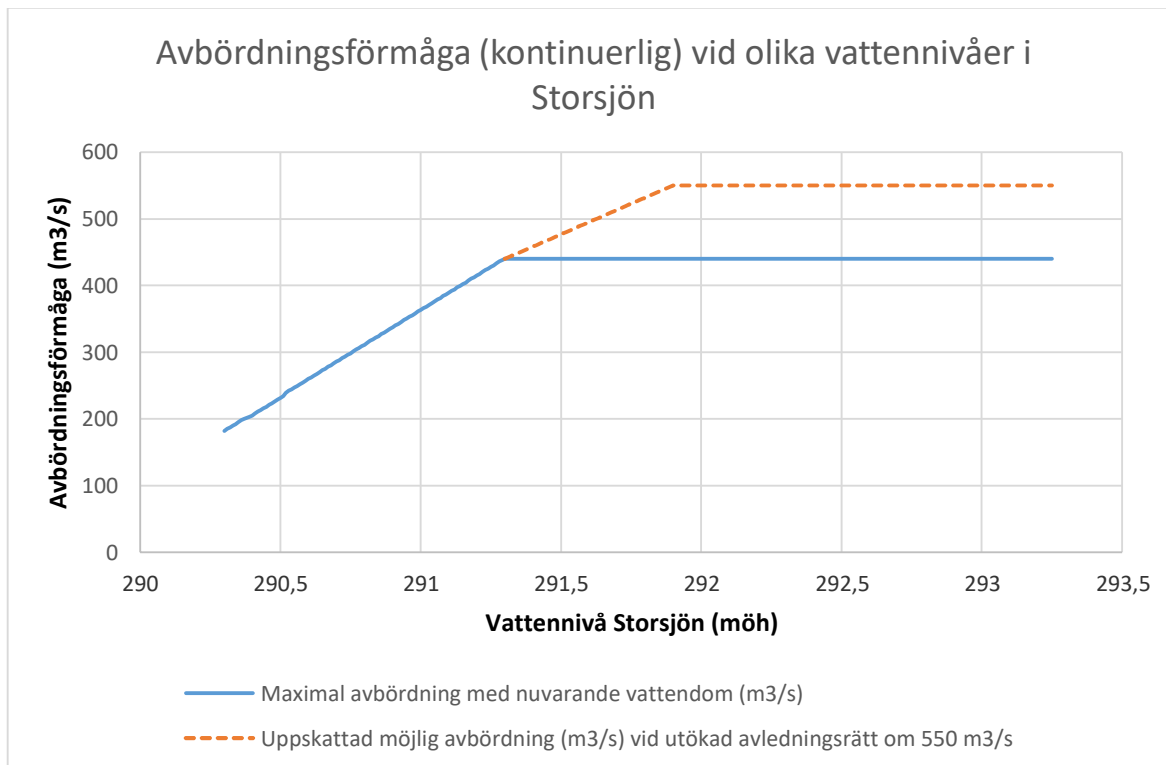
Vid vattenföring överstigande 440 m³/s måste vatten, enligt nu gällande dom, spillas genom utskovsluckorna. Jämtkraft vill ges möjlighet att utnyttja de båda kraftstationernas fulla kapacitet på 550 m³/s. Vid höga flöden över 440 m³/s kommer därmed mer vatten att köras genom turbinerna i stället för genom utskovsluckor. Dessa tillfällen inträffar statistiskt ca. var 3.e år (baserat på perioden 1995 och framåt) och under dessa år i genomsnitt under ca. 10 dygn. Spill via utskovsluckorna sker normalt sett då Storsjön närmar sig sin dämningssgräns.

I figur 4 nedan redovisas vattennivåernas varaktighet i Storsjön och Hissmofors under perioden 2000-2019.).



Figur 4. Diagrammet visar Vattennivåernas varaktighet i Storsjön och Hissmofors. Alla höjder i Sveriges nationella höjdsystem RH2000. Ytterligare information återfinns i bilaga 1.

Storsjöns nivå är styrande för när flöden över 440 m³/s går att avleda via turbinerna. En låg nivå i kombination med ett högt flöde genom kraftstationen gör att vattenytan direkt uppströms kraftstationen får en alltför kraftig lutning mot intagen. En kraftig lutning av vattenytan innebär att höjdskillnaden mellan uppströms och nedströms vattenytor blir mindre och därmed möjlig kraftproduktion. Detta kallas fallförlust och styr till viss del hur kraftstationen kan köras. En fallförlust på en meter ger en produktionsminskning på 6%. Enligt diagrammet i figur 5 framgår de sjönivåer som krävs för att tillgodogöra sig ett visst flöde genom turbinerna utan en oacceptabel fallförlust. För att kontinuerligt tillgodogöra sig ett flöde på 500 m³/s krävs att Storsjöns nivå enligt diagrammet är minst cirka +291,7 möh RH2000. Ett kontinuerligt tillgodogörande av 550 m³/s kräver en enligt diagrammet i figur 5 en ungefärlig nivå på +291,9 möh. Kortvarigt i storleksordningen några timmar, är det möjligt att avbörda mer vatten, med följderna att ytan i Hissmofors sjunker.



Figur 5. Diagrammet visar kontinuerlig avbördningsförmåga vid olika vattennivåer i Storsjön. Maximal tillåten avbördningsförmåga idag är 440 m³/s. Denna tappning utnyttjas då Storsjöns vattennivå är över ca. 291,30 möh. Den röda streckade linjen är beräknad avbördningsförmåga vid en avledningsrätt om 550 m³/s

4.1 Driftsätt och beskrivning av Stödtjänster

Grundproduktionen från kraftverket sker med ett stabilt flöde som vid behov i regel justeras på timbasis.

Avveckling av kärnkraft och annan termisk kraft såsom olja-, gas- och kolkraft kommer att innebära att tillgänglig stabil grundproduktion av el minskar samt att rotationsenergi som främjar en stabil frekvens i det nordiska kraftsystemet också minskar. Ökande andel icke planerbar elproduktion, såsom sol och vindkraft, ökar behovet av flexibilitet i kraftsystemet. I takt med dessa förändringar blir vattenkraftens reglerbarhet allt viktigare. Genom att bidra med stödtjänster (reglerkraft) uppnås balans mellan elproduktion och förbrukning i systemet och därmed en god frekvensstabilitet (50Hz).

I Hissmofors finns tre typer av stödtjänster som har som funktion att säkerställa att elnätets frekvens hålls stabilt. Dessa regleringar sker utifrån Svenska kraftnäts behov. Denna typ av reglering sker automatiskt eller manuellt vid störningar i elnätets frekvens.

Aktuella stödtjänster som tillhandahålls i Hissmofors:

mFRR – "manuell reserv"

Innebär att Jämtkraft på begäran av Svenska Kraftnät, inom 5–15 minuter, ökar eller minskar tappningen. Tappningsändringen är normalt 40–100 m³/s, vilken är jämförbar med de tappningsjusteringar som görs vid normal drift, oftast vid timskiften.

Denna stödtjänst tillhandahålls redan idag.

Att utnyttja den ökade avledningsförmågan för denna stödtjänst bedöms som osannolik. Risk för islossning samt att tappningsökningen blir svår att hantera i nedanförliggande kraftstationer Kattstruforsen och Granboforsen inom befintliga vattendomar, gör att lämpliga tillfällen för denna stödtjänst begränsas.

FCR-N – "normaldriftsreserv"

Innebär att aggregaten automatiskt reglerar tappningen för att hjälpa till att hålla elnätets frekvens på 50,0 Hz. FCR-N upphandlas av Svenska Kraftnät (SvK) dagligen för nästkommande två dygn och en förutbestämd kapacitet måste alltid finnas tillgänglig i kraftsystemet.

Hissmofors kan teoretiskt reglera som mest \pm ca. 55 m³/s, förutsatt att all FCR-N-kapacitet nyttjas. Hissmofors tillhandahåller FCR-N redan idag.

Med ökad avledningsrätt kan denna stödtjänst tillhandahållas även vid högre tappningar, då marginal till max tillåten tappning är en faktor som begränsar den reglerkraft som kan tillhandahållas.

FCR-D – "reserv vid störd drift"

Innebär att aggregaten vid en störning på stamnätet automatiskt ökar tappningen. Detta "driftmod" triggas vid en större avvikelse på elnätets frekvens (49,9–49,5 Hz). FCR-D upphandlas av SvK dagligen för nästkommande två dygn och en förutbestämd kapacitet måste alltid finnas tillgänglig i kraftsystemet.

Uppskattningsvis blir FCR-D aktiverat under ca 5000 minuter/år (Svenska Kraftnäts driftmål). För att FCR-D ska bli fullt aktiverat krävs att elnätets frekvens sjunker till 49,5 Hz. Tappningsökningen skulle vid ett extremfall som mest kunna uppgå till ca 180 m³/s under 20 minuter, förutsatt att all FCR-D-kapacitet är upphandlad i Hissmofors vid detta tillfälle. För att detta skulle bli verklighet skulle det dock krävas en mycket stor stamnätsstörning på nationell nivå. I dag sker endast en flödesjustering uppåt för att höja frekvensen (FCR-D upp). I framtiden planeras även stödtjänsten FCR-D ned tillhandahållas, vilket innebär en nedjustering av vattenflödet för att sänka frekvensen.

I tabell 2 nedan redovisas statistik från perioden 20220101-20221231² då FCR-D skulle ha aktiverats om stödtjänsten vid tillfället varit avropad av SvK.

² <https://www.svk.se/siteassets/aktorsportalen/bidra-med-reserver/oversiktlig-kravbild-for-reserver-december-2022-sve.pdf>

Tabell 2. Tabellen redovisar de tillfällen då FCR-D upp teoretiskt kunde ha aktiverats under 2022

Frekvensen understiger:	Antal tillfällen:	Sammanlagd tid:	Teoretisk maximal tappningsökning i Hissmofors pga. FCR-D**
49,90 Hz	109 362	65 timmar	23 m ³ /s
49,80 Hz	336	14 minuter	69 m ³ /s
49,70 Hz	10	66 sekunder	115 m ³ /s
49,60 Hz	3	18 sekunder	160 m ³ /s
49,50 Hz	1	5 sekunder	183 m ³ /s

*Jämtkrafts egna mätningar

** Förutsätter att all tillgänglig FCR-D är aktiverad.

Normalt är de frekvensavvikelser som triggar FCR-D idag strax under 49,9 Hz. Det är sällan som nätfrekvensen är under 49,8 Hz. Varaktighet för frekvensavvikelserna är normalt kortare än en minut.

Tappningsändringar som orsakas av FCR-D är jämförbara med tappningsjusteringar som görs vid normal drift, oftast vid timskiften.

Denna stödtjänst tillhandahålls redan idag. Med ökad avledningsrätt kan FCR-D tillhandahållas även vid högre tappningar, då marginal till max tillåten tappning är en faktor som begränsar den mängd FCR-D som kan tillhandahållas.

4.1.1 Hybriddrift

Parallellt med ansökan om förändrad avledningsrätt har Jämtkraft påbörjat ett arbete med att bygga en batterilagringsanläggning på 15 MW i anslutning till kraftstationen. En anläggning för batterilagring möjliggör i det närmaste en momentan frekvenskorrigerande av kraftnätet. Hybriddriften mellan batterilagret och vattenkraftverket medför att batterierna, som reagerar betydligt snabbare på frekvensavvikelse, initialt kommer att upprätthålla frekvensstabiliteten. Vattenkraftens effektökning kommer in senare i regleringssteget för att klara av uthållighetskravet som är 20 minuter.

5 Förutsedd miljöpåverkan

5.1 Hydrologisk påverkan uppströms Hissmofors

5.1.1 Storsjön allmänt

Den uppströmsliggande Storsjön bedöms påverkas obetydligt av den utökade avledningsrätten och kortidsregleringen. Vid fullt utnyttjad extra avledningsrätt, dvs 110 m³/s extra tappning, påverkas Storsjöns avsänkingshastighet med ca. 1 mm/timme. Denna avsänkning tar inte hänsyn till tillrinningen till Storsjön. I samband med högflödessituationer, vilket är en förutsättning för att kontinuerligt tillgodogöra sig ett flöde över 440 m³/s, kan man i regel förvänta sig att tillrinningen till Storsjön är förhöjd. Därmed blir verklig avsänkingshastighet lägre.

5.1.2 Krokomsviken/Hissmofors

Det är då Storsjön är låg på vårkanten, som höga tappningar och stora tappningsvariationer påverkar vattenståndet i Krokomsviken direkt uppströms Hissmofors (vattenförekomst Indalsälven SE702371-143220) som mest, eftersom det vid dessa tillfällen är avbördningsbegränsningar och stora fallförluster.

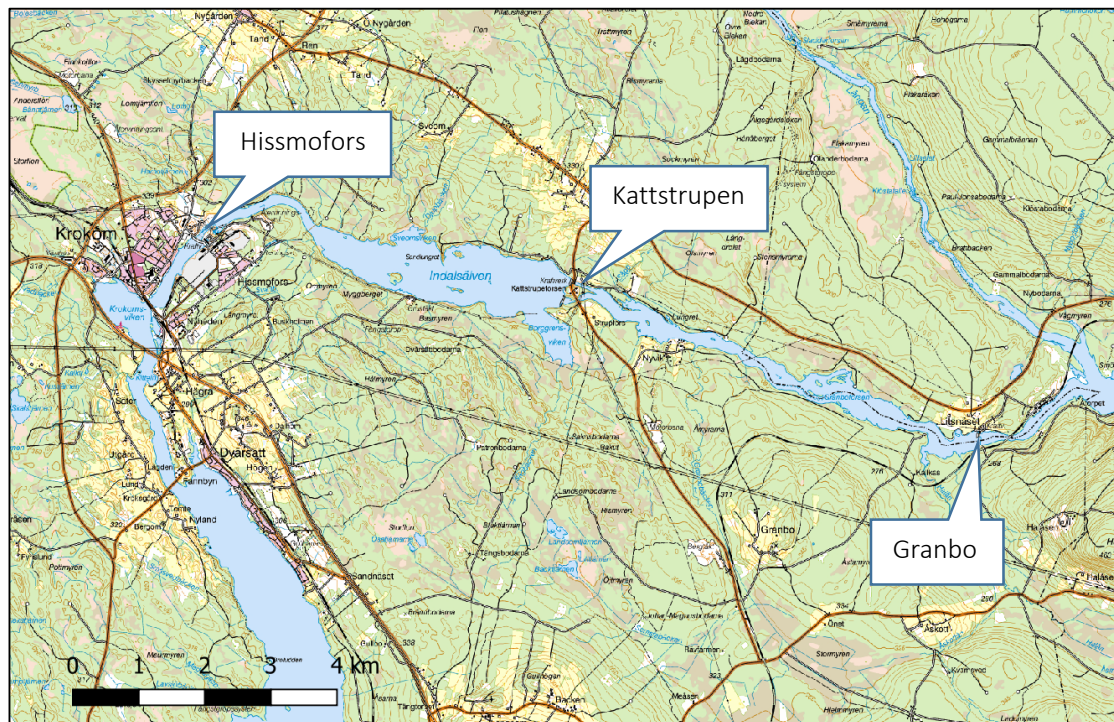
En utökad avledningsrätt upp till 550 m³/s kan innebära att vattennivån i Krokomsviken kommer att variera mer än tidigare vid dessa tillfällen. Se bilaga 1 för ytterligare information.

5.2 Hydrologisk påverkan nedströms Hissmofors

När stödtjänsterna aktiveras så sker detta normalt samtidigt i Hissmofors och nedanförliggande kraftstation Kattstrupeforsen. Därför påverkas inte nivån på Kattstrupens magasin nämnvärt (vattenförekomster SE702595-143405 och SE702472-143859).

Aktivering av stödtjänsterna i tappningsintervallet 440-550 m³/s kommer innebära att nedanförliggande magasin kommer att börja stiga eftersom de nedanför liggande kraftverken Kattstrupeforsen och Granboforsen har en tillåten avbördning på maximalt 465 m³/s respektive 450 m³/s, se figur 6 för lokaliseringar. Marginal måste därför finnas i Kattstrupens magasin för att kunna ta emot tappningsökningen från Hissmofors, utan att dämningensgränsen överskrids. Kattstrupens magasin får enligt tillstånd vid normala förhållanden variera 75 cm. Marginal till dämningensgräns måste finnas för de vattenvolymer som kan bli aktuella. Denna marginal finns normalt sätt även idag för att kunna hantera oförutsedda störningar.

Stigningshastigheten i Kattstrupemagasinet skulle vid en tappningsskillnad på 110 m³/s (extremfallet) mellan Hissmofors och Kattstrupen kunna uppgå till ca. 10 cm/timme. Denna stigningshastighet kan uppkomma även idag vid korttidsreglering inom gällande tillstånd, men är och kommer fortsatt att vara mycket sällsynt förekommande eftersom dessa driftsituationer sällan uppstår.



Figur 6. Kartan visar Hissmofors, Kattstrupeforsens och Granbos kraftverk.

5.2.1 Risk för påverkan på intilliggande markföroreningar

Direkt nedströms Hissmofors finns det på den högra stranden en deponi, den sk "industrideponin". De förändrade flödesförhållandena genom kraftstationerna bedöms med stöd av utredningen i bilaga 2 inte påverka deponins stabilitet och därmed öka risken för negativ påverkan på Indalsälven från deponin.

5.2.2 Påverkan på fisk

I bilaga 3 redovisas en analys av påverkan på fisk med hänsyn till den förändrade avbördningen. Enligt analysen uppstår ingen beaktansvärd påverkan på omgivningen av planerad åtgärd. En förändrad flödesbild på nedströmssidan kan ge viss påverkan på fiskens vandringsmönster och därmed även till viss del påverka fisket, men påverkan bedöms som ringa. Detsamma gäller en eventuell riskökning för nedströmsvandrande fisk.

5.2.3 Påverkan nedströms efterföljande kraftverk, Kattstrupeforsen

Ingen utökad avledning är aktuell för Kattstrupeforsen. Därför kommer inte en utökad avledningsrätt i Hissmofors orsaka ändringar i vattenflöden och stigningshastigheter nedströms Kattstrupeforsen.

5.3 Bedömd miljöpåverkan - sammanfattning

Åtgärderna bedöms medföra en marginellt förändrad miljöpåverkan eftersom driftsättet inte ändras jämfört med idag. Skillnaden består i att Jämtkraft kan avbörda vatten via turbinerna upp till 550 m³/s jämfört med dagens tillstånd som möjliggör ett tillgodogörande av maximalt 440 m³/s. Vattenkraftverket kommer korttidsregleras på samma sätt som idag med tillägget att det dessutom kan ske vid ett tillgodogörande av flöden på upp till 550 m³/s.

Produktionsökningen beräknas bidra årligen med en produktion av ytterligare ca 1 GWh förnyelsebar energi. Reglerbarheten bidrar till att möjliggöra en utbyggnad av väderberoende miljövänlig grön el såsom vind- och solkraft.

Då Länsstyrelsen vid samrådet 2020 fattade beslutet att förändringen medför en betydande miljöpåverkan kommer en specifik miljöbedömning/MKB att upprättas.

6 Innehåll MKB

I den MKB som skall upprättas inom ramen för ansökan kommer i tillämpliga och relevanta delar att utgöras av det som anges i uppradningen nedan. Uppradningen motsvarar det som Länsstyrelsen, i det tidigare samrådet 2020, angav i beslutet om betydande miljöpåverkan 2021-04-22 dnr 531-2054-2020. Vissa delar är inarbetade i detta samrådsunderlag.

- Av 6 kap. 35 – 37 §§ miljöbalken, samt även vad som i relevanta delar anges i 15 – 19 §§ miljöbedömningsförordningen (2017:966), följer de uppgifter som miljökonsekvensbeskrivningen (MKB:n) ska omfatta.
- Inverkan av den utökade korttidsregleringen på vattennivåerna uppströms och nedströms kraftverket samt även på regleringen vid nedströmsliggande kraftverk Kattstrupeforsen och eventuella konsekvenser nedströms detta. Redovisningen bör omfatta både nuvarande reglering och hur den avses att bedrivas med den planerade förändringen samt redovisas på dygns-, vecko- och årsbasis.
- Beskrivning av hur bolaget tillämpar bästa möjliga teknik (BMT) vid en utökad korttidsreglering, samt eventuella skydds- och skadeförebyggande åtgärder som kan bli aktuella för att begränsa påverkan. I detta bör ingå redovisning av fingaller, fiskavledare, begränsad vattenståndsförändring (maximal vattenstånds-förändring/timme), mintapping och faunapassage.
- Påverkan på anlagda lek- och uppväxthabitat av de flödes- och vattenståndsförändringar som följer av den utökade korttidsregleringen.
- Redovisning av förekomst av föroreningar i mark- och vattenområden som kan komma att påverkas av den sökta verksamheten uppströms och nedströms kraftverket och risk för spridning av dessa, även risk för påverkan på skredkänsligt område nedströms Granboforsen.
- Redovisning av hur de planerade åtgärderna påverkar möjligheterna att nå beslutade miljö kvalitetsnormer.
- Redovisning av hur den planerade verksamheten förhåller sig till icke-försämringskravet samt 11 kap. 7 § miljöbalken.
- Hur mycket nyttan av kraftverket ökar med de planerade effektiviserings-åtgärderna i form av intäkter, elproduktion, reglerförmåga och beredskapsfunktion i det lokala, regionala och nationella elnätet.
- I viken omfattning de planerade åtgärderna inverkar på drift och produktion vid vattenkraftverken nedströms Hissmofors.

”Påverkan uppströms och nedströms vid en ökad avledningsförmåga om 550 m³/s i Hissmofors”

Föreliggande utredning beskriver förväntad påverkan på uppströms och nedströms vattenyta i anslutning till Hissmofors kraftverk.

Upprättat 2023-04-26 av Magnus Jämting, Jämtkraft AB

Uppströms Hissmofors

Avbördningsförmåga:

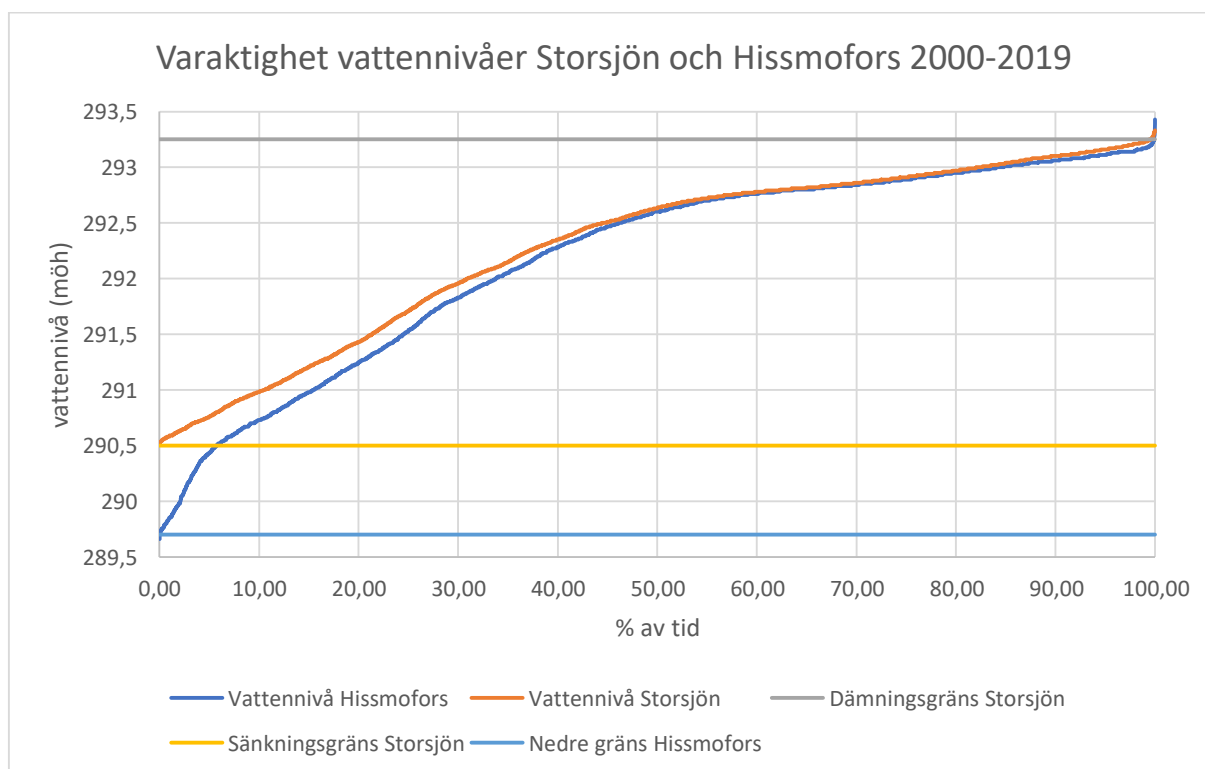


diagram 1

Ytan uppströms kraftverket i Hissmofors (Krokomsviken) påverkas som mest då Storsjöns yta är låg. Storsjöns yta är som lägst på vårvintern innan vårfloden sätter igång. På diagrammet syns det att vattennivån i Hissmofors aldrig har varit under 289,70 möh. Denna lägstanivå är ett riktvärde som används för att inte riskera att förstöra sjökablar som ligger uppströms Hissmofors. En låg yta i Hissmofors innebär också låg fallhöjd med minskad elproduktion som följd, vilket inte är önskvärt.

Värdet 289,70 möh nämns även i ansökan till Storsjötunneln som ett förutsatt nytt lägsta vattenstånd i Hissmofors

Storsjötunneln

För att öka avbördningsförmågan mellan Storsjön och Hissmofors, så byggdes för ca. 30 år sedan Storsjötunneln. Storsjötunneln börjar i vid bron i Dvårsätt och slutar strax uppströms Hissmofors kraftverk. Med avbördningsförmåga menas den tappning som kan avbördas i kraftverket kontinuerligt med stabila vattennivåer.

Vattenfördelningen mellan tunneln och älven varierar såväl med vattenståndet i Storsjön som den totala vattenföringen. Tunnelns kapacitet är beroende av tryckdifferensen mellan intaget och utloppet, dvs skillnaden i vattennivå mellan Storsjön och Hissmofors.

En utökad avledningsrätt i Hissmofors medför inte att vattennivåerna i Storsjön och Hissmofors kommer att hamna utanför dagens nivåer och därför bedöms inte vattenflödet genom Storsjötunneln att bli högre eller lägre än tidigare, vilket skulle kunna medföra påverkan vid Storsjötunnelns inlopp.

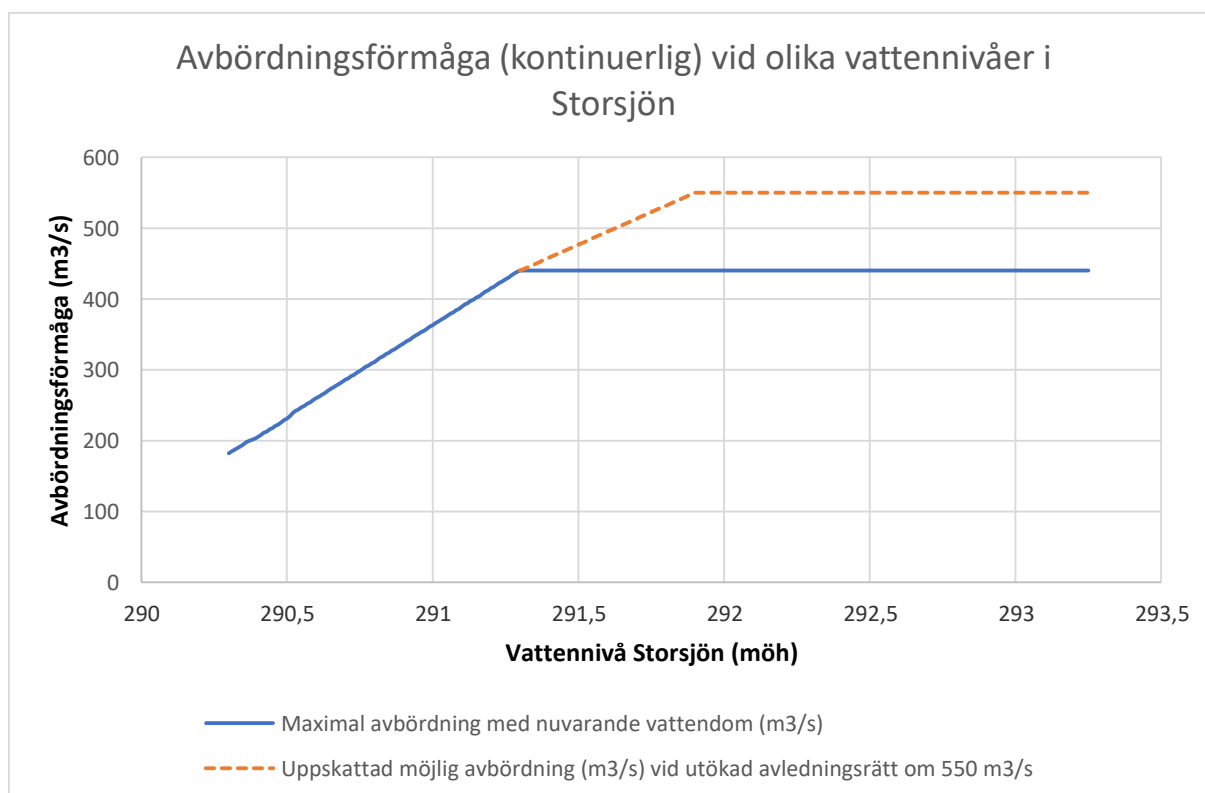


diagram 2

För att inte vattennivån ska bli för låg i Hissmofors, så påverkas maximal avbördningsförmåga i Hissmofors av vattennivån hos Storsjön. Maximal tillåten avbördningsförmåga idag är 440 m³/s. Som synes på diagram 2 kan denna tappning utnyttjas då Storsjöns vattennivå är över ca. 291,30 möh. Den röda streckade linjen är beräknad avbördningsförmåga vid en avledningsrätt om 550 m³/s.

Det bör tydliggöras att avbördningsförmågan som visas i diagram 2 gäller för kontinuerlig tappning. Kortvarigt i storleksordningen några timmar, så är det möjligt att avbörda mer vatten, med följden att ytan i Hissmofors sjunker.

Fallförluster:

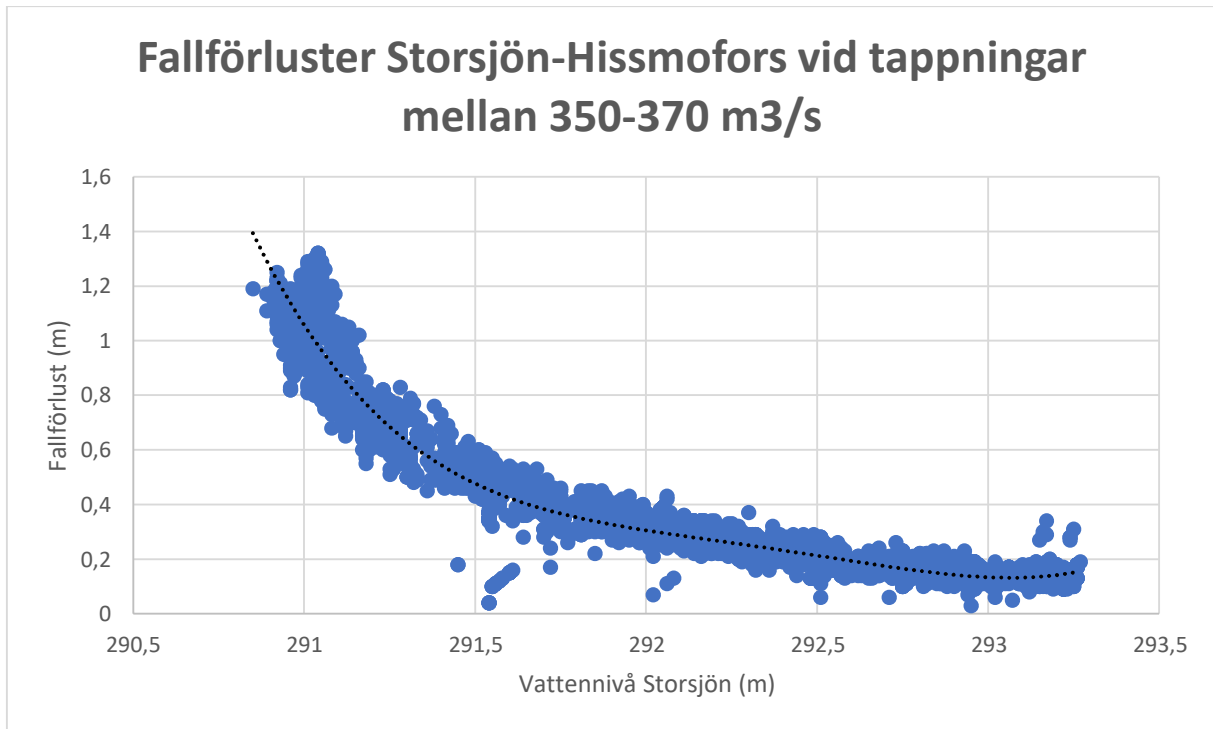


diagram 3

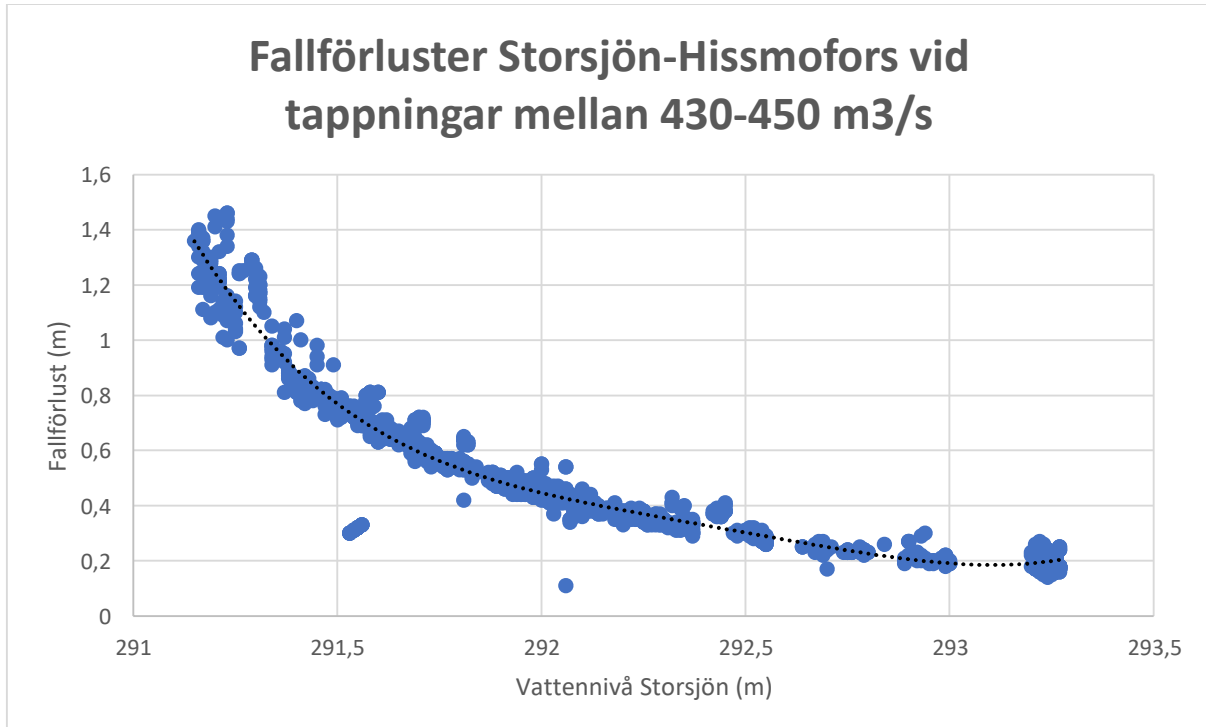


diagram 4

BILAGA 1

Diagram 3 och 4 visar fallförluster mellan Storsjön och Hissmofors vid tappningar mellan 350-370 m³/s, samt vid tappningar 430-450 m³/s, vid olika vattenstånd i Storsjön. Varje blå prick motsvarar ett historiskt timvärde under perioden 2009-2019. Med fallförlust menas skillnad i vattennivå. Fallförlusterna ökar med högre tappningar och med lägre vattennivå på Storsjön. Fallförluster innebär lägre fallhöjd och därmed lägre produktion i ett vattenkraftverk. En fallförlust på 1 meter påverkar elproduktionen i Hissmofors med ca 6%.

Teoretiskt möjliga scenarion:

Nedan beskrivs två extrema scenarion som skulle vara teoretiskt möjliga. Scenario 1 är vid nuvarande avledningsrätt (440 m³/s) och scenario 2 är vid en utökad avledningsrätt på 550 m³/s. I bägge scenariorna ökas tappningen genom kraftstationen till ett värde som är högre än tillflödet från Storsjön, med följden att vattennivån i Hissmofors sjunker.

Scenario 1

Vattennivå Storsjön:	291,00 möh
Tappning (maxavbördning)	360 m ³ /s
Fallförlust	1,1 m
Vattennivå Hissmofors	291,00 – 1,1 = 289,90 möh

Tappningen ökas till 440 m³/s

Resultat: Vattennivån i Hissmofors kommer att sjunka 20 cm under 4 timmar. Sedan är vattennivån nere på riktvärdet 289,70 möh i Hissmofors och tappningen måste minskas.

Scenario 2

Vattennivå Storsjön:	291,00 möh
Tappning (maxavbördning)	360 m ³ /s
Fallförlust	1,1 m
Vattennivå Hissmofors	291,00 – 1,1 = 289,90 möh

Tappningen ökas till 550 m³/s

Resultat: Vattennivån i Hissmofors kommer att sjunka 20 cm under 2 timmar. Sedan är vattennivån nere på riktvärdet 289,70 möh i Hissmofors och tappningen måste minskas.

Slutsats

Det är då Storsjön är låg på vårkanten, som höga tappningar och stora tappningsvariationer påverkar vattenståndet uppströms Hissmofors som mest, eftersom det vid dessa tillfällen är avbördningsbegränsningar och stora fallförluster. Ytan i Hissmofors påverkas vid dessa tillfällen mest.

I praktiken hålls tappningen så att vattennivån i Hissmofors är stabil vid dessa tillfällen och mindre reglerkraft tillhandahålls till elsystemet pga. ovan nämnda omständigheter.

En utökad avledningsrätt på 550 m³/s kan innebära att vattennivån i Hissmofors kommer att variera mer än tidigare vid dessa tillfällen.

Nedströms Hissmofors

Vattenståndet nedströms Hissmofors påverkas av tappningen i stationen. I diagram 5 representeras varje punkt av ett historiskt timvärde under perioden 1995-2020. Ytan blir ca. 20 cm högre vid 550 m³/s jämfört med 440 m³/s.

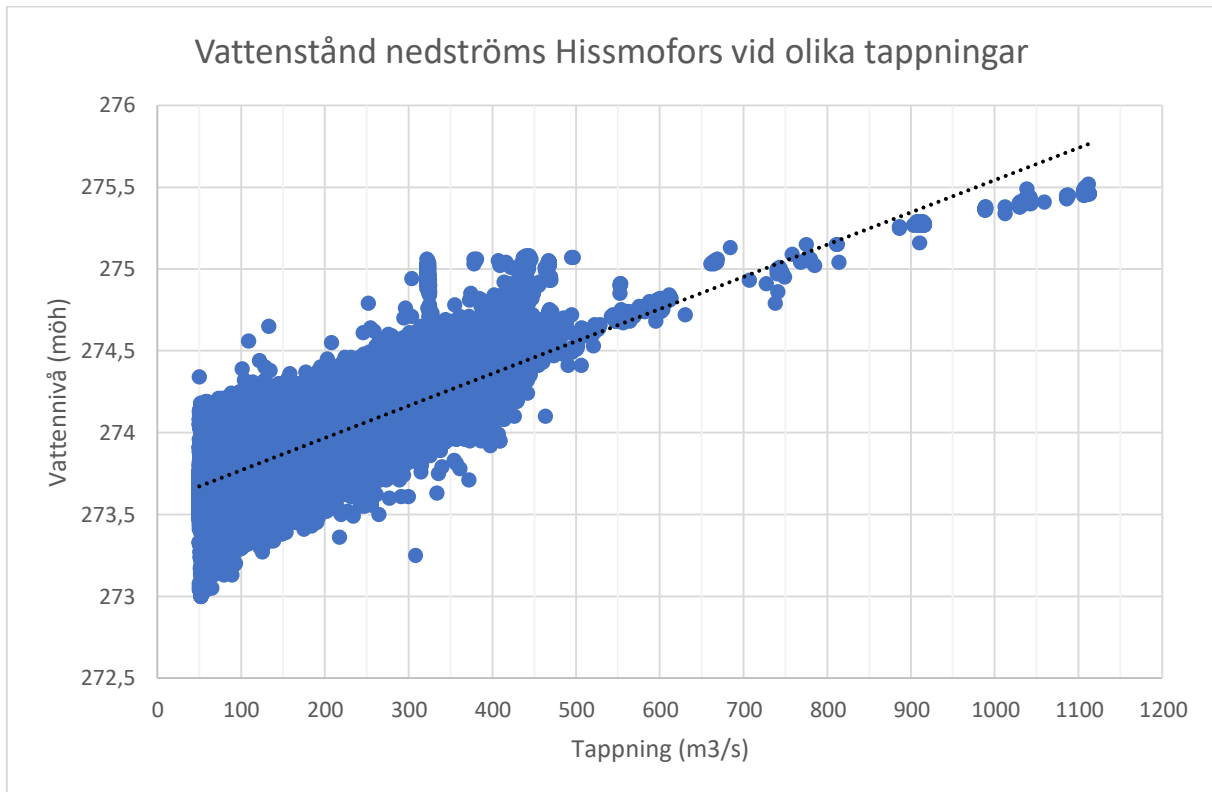


diagram 5

Mätning av vattenhastigheter nedströms Hissmofors kraftverk



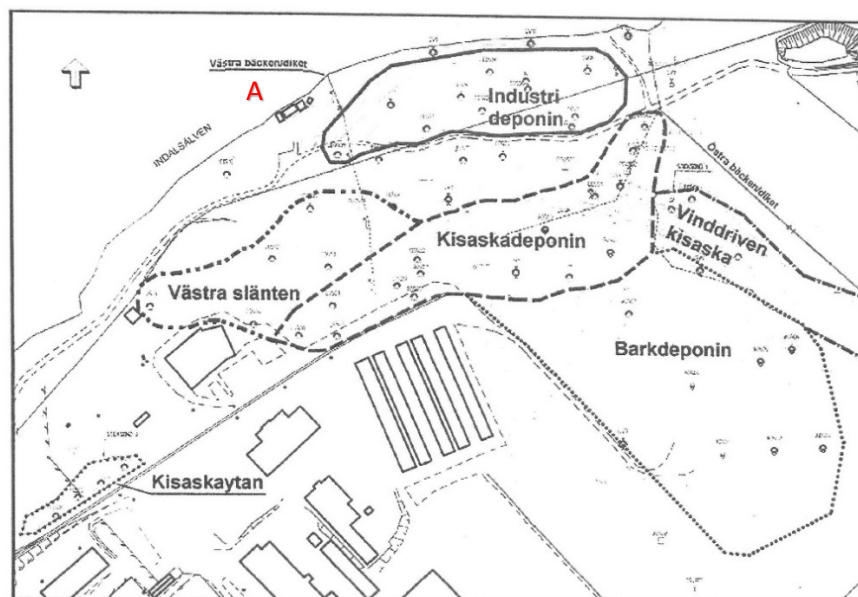
Figur 1 Övre delen av sträckan där vattenhastighetsmätningarna utfördes, A:et markerar mätsträckans uppströmsände och är även markerad som en lägesreferens i figur 2 och 3.

Bakgrund

VDM AB har på uppdrag av Jämtkraft AB mätt vattenhastigheter i Indalsälven utanför en industrideponi norr om Hissmofors. Syftet med mätningarna är få underlag till att bedöma om det finns någon ökad risk för erosion av farligt avfall från en gammal industrideponi om tillåten maxtapning genom Hissmofors vattenkraftverks turbiner ökas från 440 m³/s till 550 m³/s. En översikt av områdets deponier visas i figur 2.



Bilaga 1. Delområden som undersökts i huvudstudien 2005-2006



Postadress 831 86 ÖSTERSUND Besöksadress Residensgränd 7 Telefon 010-225 30 00 Telefax 063-225 30 10 E-post jamtland@lansstyrelsen.se

Figur 2 Utdrag från länsstyrelsens skrivelse "Information om ansvarsutredning Hissmofors, Krokoms kommun", diarienummer 575-4640-2014.

Metod

Vattenhastighetsmätning med flygel (fabrikat OTT, modell C2) i 13 punkter längs den 230 m långa sträcka av älven som närmast angränsar till den industrideponi som ses i figur 2, positionen för de enskilda mätpunkterna visas i figur 3. Vattenstånd och koordinater vid mätsträckans start, position A, mättes in med RTK-GPS.

Mätningarna gjordes 6 cm ovanför botten ca 0,5 m ut från vattenlinjen där vattendjupet vid mättillfället var 12cm, resultatet redovisas som ett 30 sekunders medelvärde. Mätningarna upprepades vid tre olika tappningar, 57 m³/s, 250m³/s och 440 m³/s, efter tappningsändring inväntades en stabilisering av strömningsförhållandena innan ny mätning påbörjades.



Figur 3 Markeringarna, A-M, anger ungefärlig platser för utförda mätningar.

Resultat

Resultatet från vattenhastighetsmätningarna, som utfördes 2020-12-07 mellan 09:00-12:30, redovisas i tabell 1. Koordinaterna för den översta mätpunkten, A, var 7022963,29; 473831,49 (Sweref99tm).

Tabell 1 Uppmätta vattenhastigheter (m/s) i respektive punkt vid de tre olika tappningarna, negativ hastighet betyder att mätpunkten var placerad i ett bakvatten.

Position	Flöde		
	57 m ³ /s	250 m ³ /s	440 m ³ /s
A	0,10	0,02	0,00
B	0,00	-0,12	-0,28
C	0,00	-0,04	0,24
D	0,10	0,22	0,51
E	0,00	-0,03	0,12
F	0,00	0,13	0,22
G	0,02	0,14	0,08
H	0,00	0,15	0,51
I	0,01	0,19	0,15
J	0,00	0,13	0,38
K	-0,01	-0,06	0,06
L	0,00	0,00	0,02
M	0,02	0,35	0,24

Kommentar

De låga och ibland negativa hastigheterna i punkt A och B förklaras av en strax uppströms liggande stenpir som skapade strömlä, se figur 4. Vilken storlek på partiklar som en viss vattenhastighet riskerar erodera kan utläsas i ett Hjulström-Sundborg diagram, se bilaga 1. Den högst uppmätta hastigheten 0,5 m/s kan tex erodera sand med millimeterstora korn medan grus i centimetergrovlek ligger stabilt.



Figur 4 Stenpir strax uppströms mätsträckan.

För att få underlag till att uppskatta vilken vattenståndshöjning som kan väntas vid en ökning av tappningen från 440 till 550 m³/s noterades vattenståndet vid de tre tappningarna i Hissmofors kraftverks utloppskanal, vid position A samt uppströms Kattstrupens kraftverk, se tabell 2.

Tabell 2 Uppmätta vattenstånd (RH00) i Hissmofors kraftverks utloppskanal, vid position A samt uppströms Kattstrupens kraftverk.

Tappning \ Plats	57 m ³ /s	250 m ³ /s	440 m ³ /s
NVY Hissmofors	273,51	273,90	274,40
Position A	273,50	273,70	274,05
ÖVY Kattstrupen	273,49	273,49	273,53

I tillägg till ovanstående avvägdes även vattenståndsskillnaden mellan punkt A och M till 23cm vid den högsta tappningen.

Diskussion

Utifrån uppmätta vattenhastigheter och vattenstånd bedöms inte en ökad maxtappning genom turbinerna i Hissmofors kraftverk till 550 m³/s innebära någon ökad risk för erosion av material i industrideponin. Detta eftersom deponin, enligt figur 2, ligger skyddad av en beväxt landremsa som historiskt utsatts och formats av betydligt högre flöden. Högflöden har blivit mindre frekventa efter Indalsälvens reglering men förekommer fortfarande även om det numera ofta är med flera års mellanrum. Under flödet år 2000 var tex vattenföringen nedströms Hissmofors kraftverk över 1100 m³/s vilket på mätplatsen bör ha inneburit ett vattenstånd av storleksordningen en meter högre än vad som kan förväntas vid 550 m³/s. De delvis igenväxta spår av erosion ganska högt över vattenytan, som kan ses i figur 5, härrör sannolikt från tillfällena med sådana höga flöden.



Figur 5 Strandbrink som uppvisar gamla spår av erosion vid tidigare höglöden.

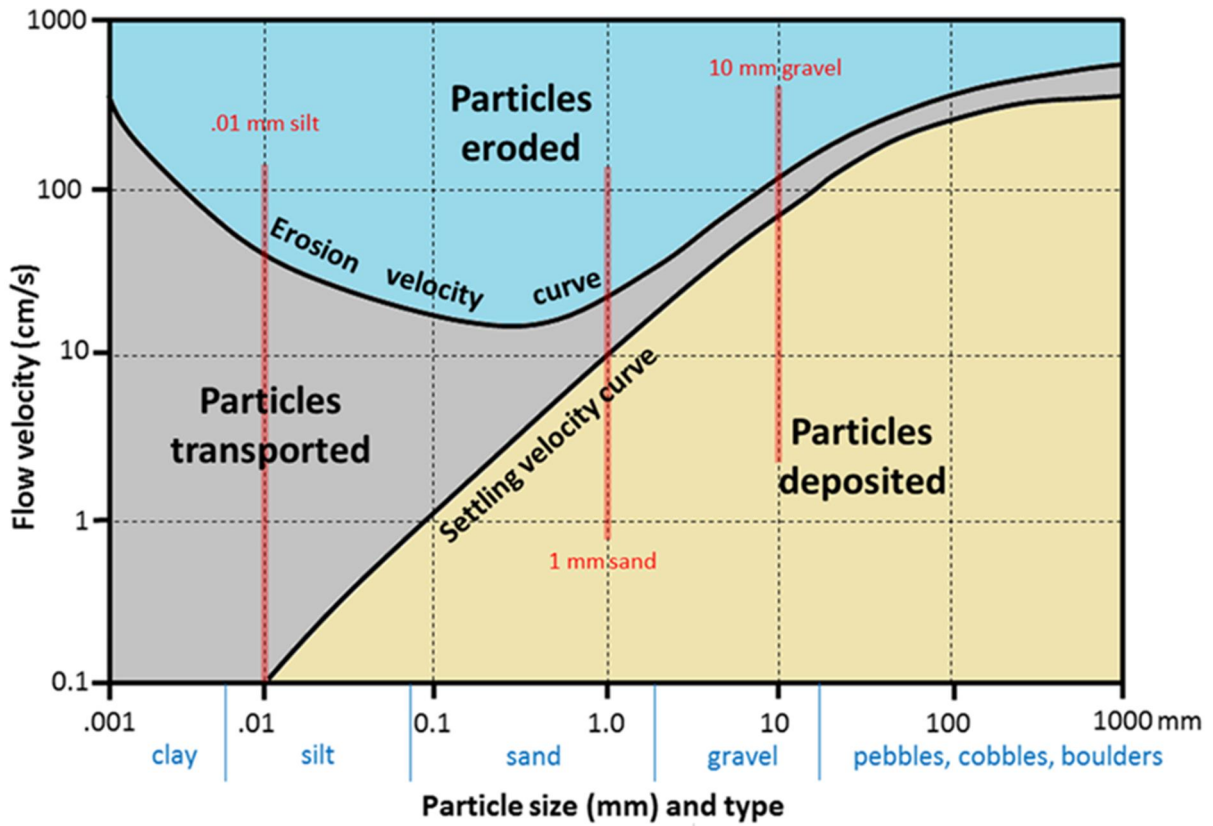
Frösön 2021-01-11

Ola Hammarberg, VDM AB

Bilagor

Bilaga 1

Hjulström-Sundborg diagram



Figur Ett Hjulström-Sundborg diagram som visar vid vilka vattenhastigheter partiklar med olika storlek eroderar, transporteras och sedimenterar.



Kund: Jämtkraft

Projekt: Analys påverkan på fisk ny avledning Hissmofors

Handläggare
Mats Andersson
Mobil
+46 72 528 280 0
E-post
mats.l.andersson@afry.com

Datum
2021-11-22
Projekt-ID
D0007257

Kund
Jämtkraft

Analys påverkan på fisk vid ökad avledning Hissmofors 2021

Deltagare från AFRY:

Uppdragsansvarig
Granskning

Mats Andersson

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
2	Bakgrund och syfte	3
3	Flöde.....	3
4	Bedömda förändringar med fokus på fisk	4
4.1	Naturfåran.....	4
4.2	Förändrad flödesbild	4
4.3	Anlockning intag.....	4
5	Konsekvenser av bedömda förändringar	4
5.1	Fisk	4
6	Samlad bedömning	6
7	Referenser och underlagsmaterial	7

1 Inledning

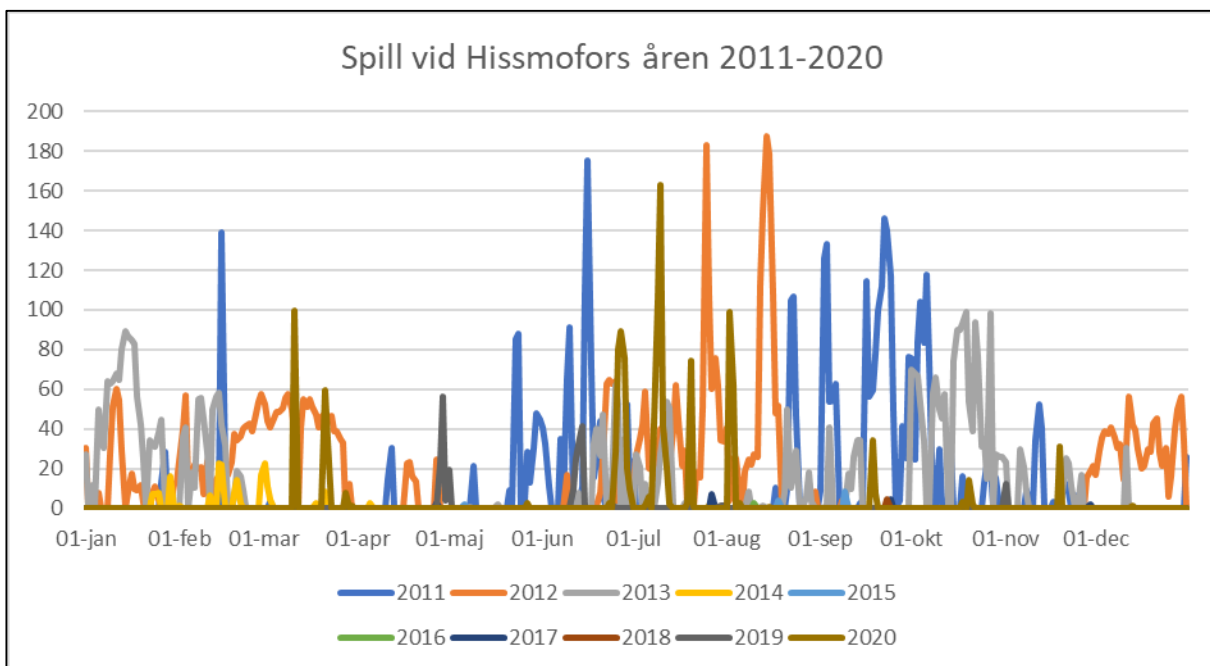
Föreliggande analys och bedömning har tagits fram för att biläggas tillståndsansökan om att, till Hissmofors kraftverk, avleda ytterligare vattenmängd motsvarande 110 m³/s för kraftproduktion.

2 Bakgrund och syfte

Hissmofors V och VI har kapacitet att via befintliga aggregat nyttja en större vattenmängd än den idag tillståndsgivna. Vattenavledning är i dagsläget begränsad till 440 m³/s. Planerad ansökan avser tillstånd att avleda ytterligare vattenmängd motsvarande 110 m³/s för kraftproduktion samt att korttidsreglering medges upp till den nya avledningsvolymen.

3 Flöde

Under perioden 2011–2019 har vattenföring som har överstigit 440 m³/s förekommit under 3 av åren och då i genomsnitt ca 4–5 dagar. Spill av vatten över utskoven under samma period har dock skett med i genomsnitt cirka 54,6 dagar per år med en variation från 4 dagar upp till 179 dagar. Spill har följaktligen inte bara förekommit när flödet överstigit 440 m³/s utan även förekommit av andra anledningar. Spill har förekommit under hela året men de högsta volymerna noteras under sensommar-höst (figur 1).



Figur 1. Faktiskt spill vid Hissmofors för perioden 2011–2019 (Driftdata Hissmofors, 2021).

Under perioden 2011–2019 har vattenföring som överstigit den ansökta avledningsvolymen på 550 m³/s inte förekommit vid något tillfälle, vilket medför att behovet av spill kopplat till tillrinnande flöde upphör om ansökan bifalls. Om utgångspunkten istället är att ytterligare 110 m³/s avräknas från det spill som de facto skett minskar antalet dagar till i medeltal 1,6 dagar per år med en variation mellan 1–10 dagar.

4 Bedömda förändringar med fokus på fisk

Följande avsnitt redogör för bedömda förändringar med fokus på fisk. Att beakta är att det är den relativa skillnaden mellan flöden på 440 m³/s relativt 550 m³/s som skall bedömas.

4.1 Naturfåran

I naturfåran finns i dagsläget inga förutsättningar för en fungerande sötvattensekologi, vilket medför att konsekvenserna av förändringen i spill blir ringa.

4.2 Förändrad flödesbild

Den förändring den planerade verksamheten kan förväntas medföra, i jämförelse med dagsläget, är en periodvis förändrad strömbild nedströms anläggningen. Ett ökat flöde genom kraftverket ger en större vattenvolym i kraftverksutloppet med därmed följande högre vattenhastigheter samtidigt som det minskar omfattningen och varaktigheten av spill genom dammluckorna.

Via korttidsreglering med ett högre maximalt flöde uppstår även en viss förändring i flöden i utloppet nedströms stationen. Skillnad mot dagens situation bedöms bli att det uppstår något snabbare flödesstegring respektive sänkning.

En förändrad strömbild på sträckan nedströms kan medföra att fisken periodvis väljer andra ståndplatser eller en annan vandringssväg in mot anläggningen i jämförelse med dagsläget samt att snabbare flödesförändringar genererar mer rörelser och förflyttningar för fiskbestånden.

4.3 Anlockning intag

Vid högre avledning av vatten igenom ett kraftverk uppstår vanligen en viss risk för ökad anlockning av nedströmsvandrande fisk till intagskanalen/kraftverk och därmed kan en viss ökad risk för skador på fisk uppstå. I Hissmofors fall bör dock denna risk vara mer begränsad eftersom flödesökningen fördelas på två kraftverk. Detta medför att den relativa flödesökningen, jämfört med dagsläget, blir mindre än om hela tas ut i ett kraftverk.

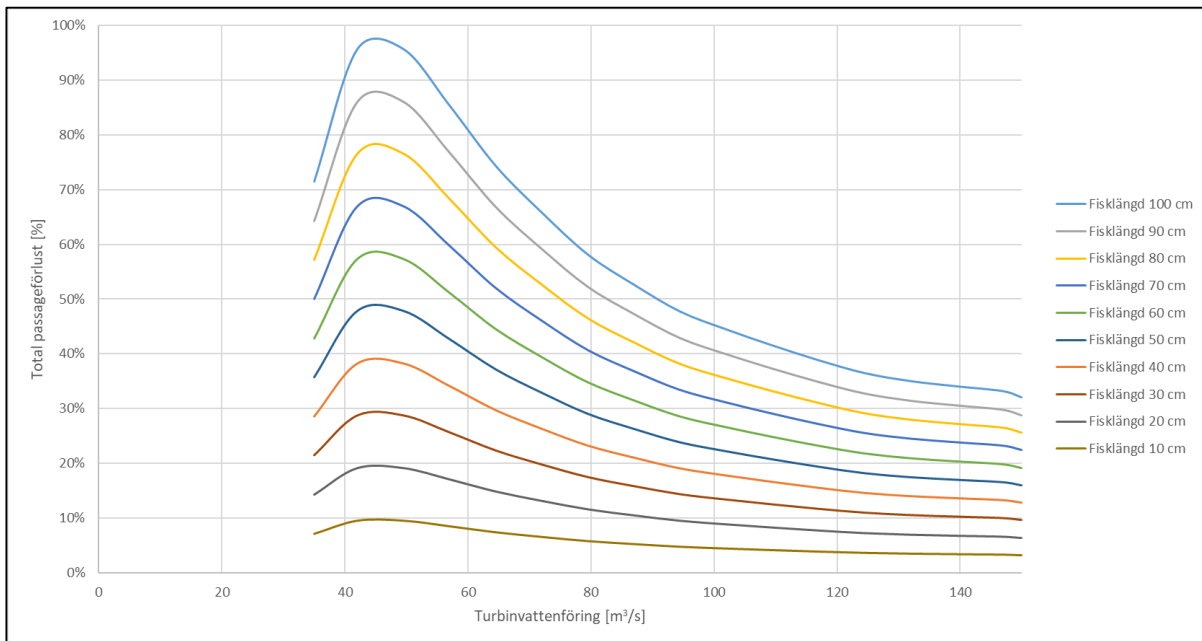
5 Konsekvenser av bedömda förändringar

I följande kapitel redogörs för konsekvenser av bedömda förändringar på fisk samt eventuella skadeförebyggande åtgärder som planeras.

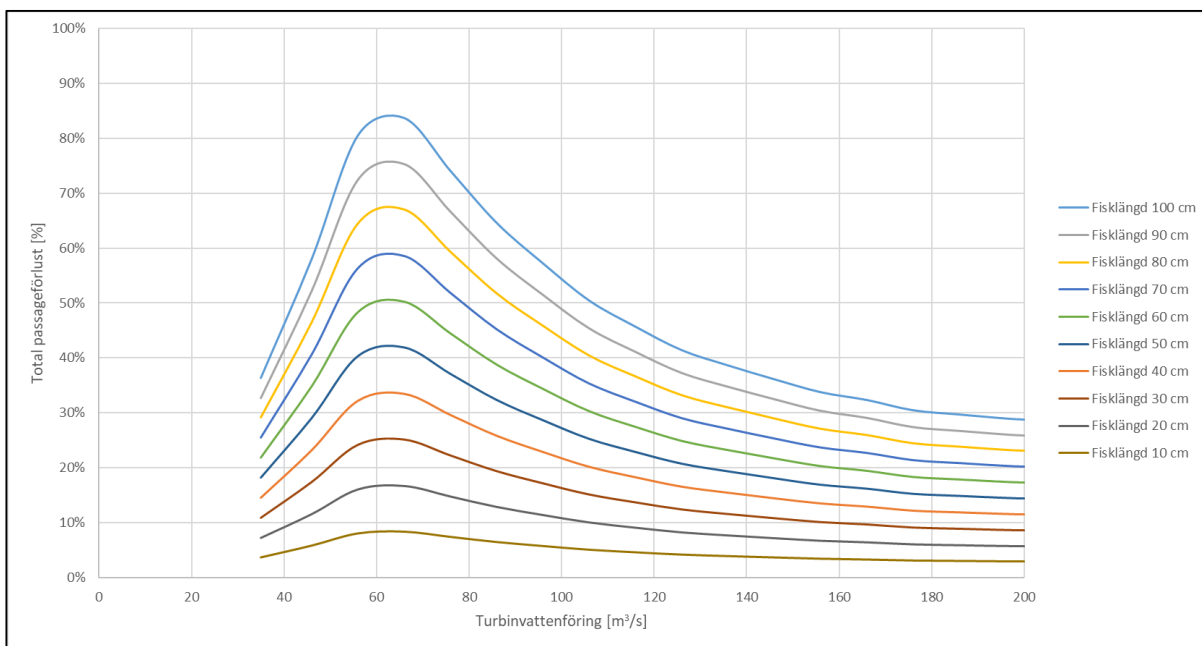
5.1 Fisk

Området saknar havsvandrande bestånd och saknar därmed i dagsläget förutsättningar för annat än en viss begränsad nedströmsvandring av stationära arter. En analys av mortalitetsrisk hos fisk på grund av turbinbladsträff vid turbinpassage har likväl genomförts enligt vedertagen standard för båda kraftverken vid Hissmofors. Beräkningarna har utförts med en beräkningsmodell baserad på ett modellverktyg framtaget av Leonardsson (2014). Leonardssons verktyg är baserat på teori och datainsamling av Montén (1985) tillsammans med en empirisk modellanpassning som har visat sig stämma väl överens med observationer. Beräkningen har utförts för fisklängder med 10 cm intervall. Dödlighet har ej beräknats för fisklängder som överstiger den största längd som kan antas passera genom installerade intagsgaller vilket utgörs av ca 10 ggr intagsgallrets spaltöppning (Larinier och Travade, 2002).

Utifrån beräkningarna kan konstateras att dödligheten minskar med ökande drivvattenföring och följaktligen blir risken lägre om kraftverken kan köras nära sin maximala drivvattenföring (figur 2 och figur 3). Högsta dödligheten uppstår kring körningar med 50–60 m³/s. Följaktligen minskar mortalitetsrisken i och med ökningen av drivvattenföringen.



Figur 2. Beräknade passageförluster i procent för fisklängder från 100 cm till 10 cm för turbin G5 i Hissmofors V. Linjernas ordning motsvaras av ordningen i legenden till höger i figuren.



Figur 3. Beräknade passageförluster i procent för fisklängder från 100 cm till 10 cm för turbin G6 och G7 i Hissmofors VI. Linjernas ordning motsvaras av ordningen i legenden till höger i figuren.

Vidare brukar anföras att jämförelsen skall ske mellan dödlighet vid passage genom turbin eller passage över utskoven. Dödlighet vid utskovspassage varierar mycket beroende på flöden och i en studie från Piteälven konstaterades att skillnaden i dödlighet mellan utskov-turbin var 20–31 %, men det konstaterades även att vid höga spillflöden i utskov ökade dödligheten till 86 % (Vikström, 2016).

Då spill kopplat till tillrinningen förekommer mycket sällan redan i dagsläget blir skillnaden mycket liten avseende eventuella ytterligare fiskar som anlockas till intaget. Att beakta är även att övrigt spill, som förekommer av tekniska eller andra skäl, förväntas förekomma i motsvarande omfattning även framgent så därvidlag uppstår ingen reell förändring. Därav bedöms förändringen av risk för skador på fisk kopplat till ansökt verksamhet vara mycket ringa.

Ett visst förändrat rörelsemönster och ändrade ståndplatser för fiskbestånden kan förväntas men eventuell påverkan av detta är ej kvantitativt påvisbart utan får bedömas. Då nuvarande förhållanden redan innefattar korttidsreglering och förändrade flöden och vattenhastigheter bedöms den relativa förändringen som uppstår mellan 440 m³/s och 550 m³/s vara mycket begränsad.

Den ansökta verksamhetens påverkan på fiskbeståndens ekologi och fiske bedöms sammantaget som mycket begränsad/ringa. Det finns inget behov av skadeförebyggande åtgärder kopplade till ansökt åtgärd.

6 Samlad bedömning

Indalsälven är kategoriserad i grupp 2 i HaV:s och Energimyndighetens strategi för åtgärder i vattenkraften. Enligt strategin bör möjligheter till effektivisering av kraftverken ses över, vilken aktuell ansökan avser. I Hissmofors kraftverk finns i nuvarande utförande kapacitet att producera mer förnybar el än vad dagens tillstånd på 440 m³/s ger möjlighet till. Istället för att spilla vatten över utskoven finns möjlighet nyttja ytterligare 110 m³/s via turbin och antalet spilldagar de år det spills på grund av flödet förväntas då minska från cirka 4–5 till cirka 1,6 dagar.

Det uppstår ingen beaktansvärd påverkan på omgivningen av planerad åtgärd. En förändrad flödesbild på nedströmssidan kan ge viss påverkan på fiskens vandringsmönster och därmed även till viss del påverka fisket men påverkan bedöms som ringa. Detsamma gäller en eventuell riskökning för nedströmsvandrande fisk.

7 Referenser och underlagsmaterial

- **Larinier M. Travade F., 2002. Bull. Fr. Peche Piscic. 2002.** Chapter 13. Downstream migration: Problems and facilities.
- **Leonardsson.K. 2014.** Interaktiv analys av förluster av nedströmsvandrande fisk i samband med kraftverkspassager - version för lax. Ver 2.0 cdf.
- **Montén, E. 1985.** Montén Erik. Fisk och turbiner – Om fiskars möjlighet att oskadda passera genom kraftverksturbiner. Vattenfall. Stockholm, 1985. ISBN 91-7186-243-9
- **Vattenweb.** www.smhi.se.2018.
- **Vikström, L.2016. SLU.** Effektiviteten av en fiskledare på nedströmsvandrande smolt av Atlantlax (*Salmo salar* L.) i Piteälven, norra Sverige.

