
NOTAT

14/08/2014

Vigda kraftverk - tilleggsdokumentasjon

TrønderEnergi Kraft AS har søkt om konsesjon for bygging av Vigda kraftverk i Skaun og Melhus kommuner. I den forbindelse har NVE bedt om tilleggsdokumentasjon angående minstevannføring mht. ivaretagelse av leveområder for elvemusling, vurdere ålesikkert inntak, samt kostnadsanslag for løsninger som skal redusere påvirkningen på anadrom strekning. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag har dessuten etterlyst ytterligere kunnskap om ålens vandringsevne og forutsetninger for vandring, samt en kompetent og underbygd vurdering av vandringsforholdene i dette konkrete tilfellet.

Det ble gjennomført en kort feltbefaring den 14. mars 2014 med formål å øke kunnskapen om elva, finne mulige leveområder for elvemusling og se på forholdene for anadrom fisk rett oppstrøms planlagt kraftstasjonsutløp.

Anbefaling om størrelse på minstevannføring fra Sagbergfossen kraftverk i forhold til elvemusling og bekkeørret

Sagbergfossen kraftverk oppstrøms dagens planlagte kraftverk har vært i drift siden 1916 og bruker Ånøya som reguleringsmagasin. Anlegget er konsesjonsfritt, og det har aldri vært krav om slipp av minstevannføring. I perioder hvor kraftverket ikke er i drift, har det derfor ikke blitt sluppet vann fra kraftverket. Siden midten av 60-tallet har det imidlertid vært en lekkasje fra lukehuset i Sagbergfossen kraftverk som har medført at det har gått vann i elva selv når kraftverket har stått (Figur 1). Lekkasjen antas å være opp mot 0,4 m³/s (Tor Bekk pers. medd.), men det er målt lavere vannføring i deler av året. Det er derfor grunn til å tro at størrelsen på lekkasjen varierer etter fyllingsgraden i Ånøya.

Middelvannføringen i Vigda er beregnet til 2,9 m³/s. I forbindelse med vannføringsmålinger gjennomført av Sweco for TrønderEnergi i perioden 2008-2011, ble laveste vannføring målt til under 0,1 m³/s (om vinteren).



Figur 1 Lekkasje fra lukehuset til Sagbergfossen kraftverk kommer ut i lia ovenfor kraftstasjonen. Rørgata i bakgrunnen.

I forbindelse med NVEs prosjekt «miljøbasert vannføring», gjorde Sweco forsøk i Vigda. Resultatet fra forsøket ble brukt til å utarbeide kriterier for anbefalinger om bruk av omløpsventil for å gjøre skadene på fisk så små som mulig ved utfall i kraftstasjoner. Forsøkene ble gjennomført ved å registrere grad av tørrfall og hastighet på vannstandsreduksjonen i ulike elveprofiler. Fiskestranding ble registrert. I den forbindelse ble Sagbergfossen kraftverk stoppet og startet samtidig som vannføringen ble målt. Det ble valgt ut tre prøvestasjoner i elva med ulik elveprofil.

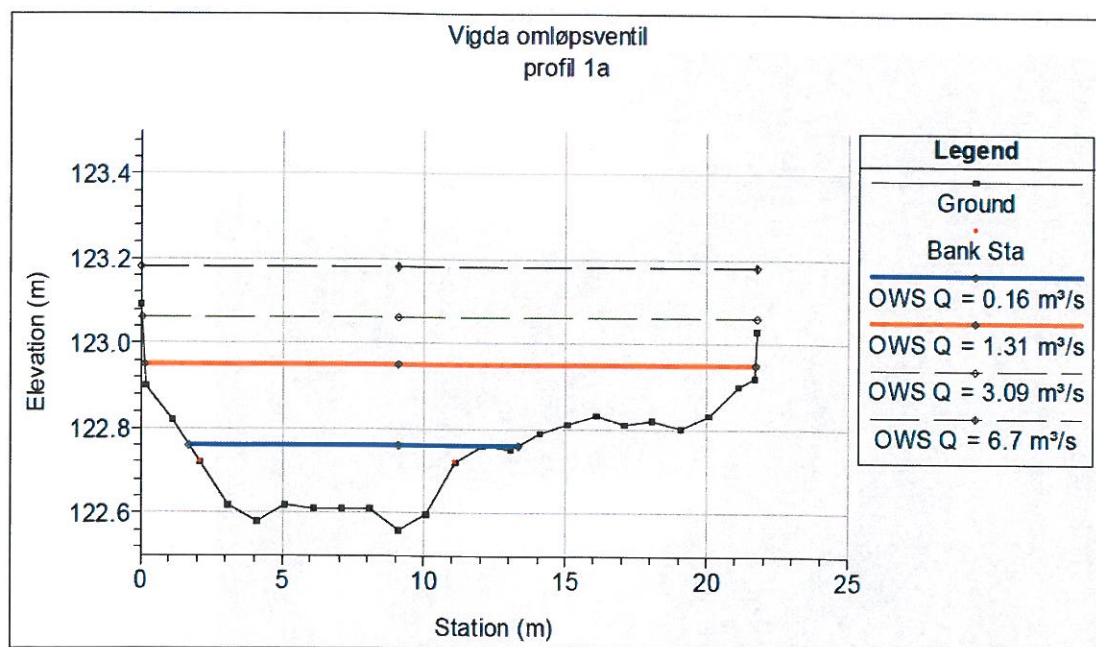
I det følgende er det tatt utgangspunkt i middelvannføring for å karakterisere de ulike elveprofilene:

Stasjon 1 (rett nedstrøms Sagbergfossen): V-lignende/terrasseprofil med forholdsvis bratte elvekanter og grunne partier på siden(e). Ved lave vannføringer står det igjen vann i kulpene mens arealer på «terrassene» blir tørrlagt (Figur 2).



Figur 2 Stasjon 1 ved en vannføring på $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$. Det grunneste partiet på østsiden av elva er tørrlagt.

Figur 3 viser profilet på stasjon 1 og i hvilken grad elvebunnen er vanddekt ved ulike vannføringer.



Figur 3 Profil 1 med observert vannstand ved fire ulike vannføringer (fra Størset (red.) 2004).

Stasjon 2: (like nedstrøms stasjon 1): U-profil med flat og bred elveseng (Figur 4). Karakteristisk er at vanndekt areal endrer seg forholdsvis lite så lenge elvesenga er vanndekt.



Figur 4 Stasjon 2 – vannføring 0,16 m³/s.

Stasjon 3: V-profil (rett nedstrøms planlagt inntak for Vigda kraftverk): vannstandsendingene er store, mens det er kun små arealer som blir tørrlagt (Figur 5).



Figur 5 Stasjon 3 – ved middels vannføring (størrelse ikke oppgitt).

Lave vannføringer er ofte en begrensende faktor for livet i elver. Det finnes imidlertid både ørret og elvemusling på strekningen mellom Sagbergfossen og planlagt kraftverksinntak. Disse artene har tilpasset seg de gitte vannføringsforholdene. Dette har gitt seg utslag i at elvemusling finnes i dypere partier av elva som bestandig vil være vanndekt, selv ved de laveste vannføringene.

Undersøkelser gjennomført av Sweco under arbeidet med konsesjonssøknaden for Vigda kraftverk, viste at den største enkeltbestanden av elvemusling på strekningen mellom 300 m oppstrøms planlagt inntak og eksisterende dam nedstrøms planlagt inntak (til sammen ca. 500 m), befinner seg i et dypområde av elva, rett nedstrøms planlagt inntaksdam for Vigda kraftverk. Det ble kun funnet ett individ oppstrøms planlagt dam.

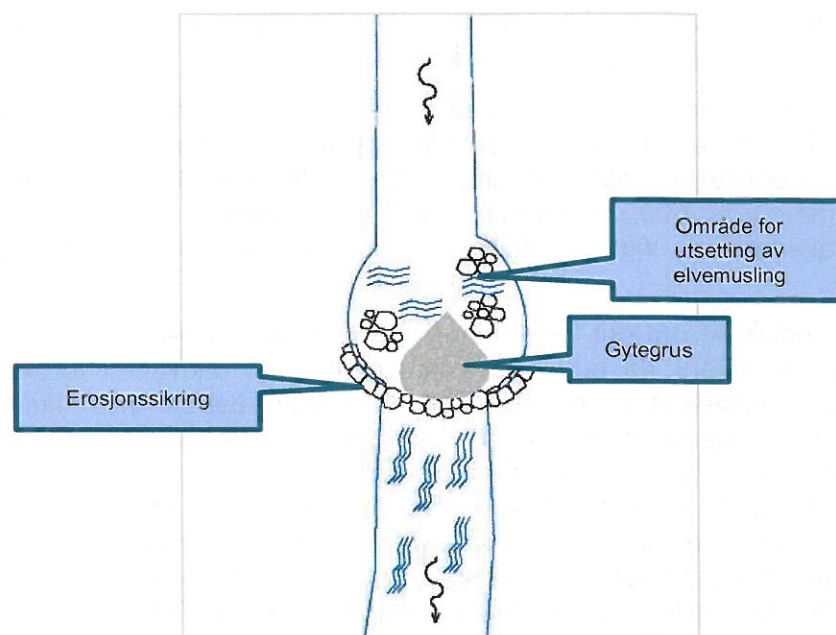
Det ble ikke undersøkt om det forekommer musling i kulper rett nedstrøms utløpet til Sagbergfossen kraftverk da dette ikke ble ansett som relevant i forbindelse med arbeidet med konsesjonssøknaden. Det foreligger derfor ikke kunnskap om elvemusling finnes i dette området i dag. Befaring av området i ettertid viste imidlertid at det er flere dype partier like nedstrøms kraftstasjonen som vil være vanndekt også i tørre perioder. Den dypeste delen av området som utgjorde stasjon 1 i omløpsventilprosjektet er godt egnet som leveområde for elvemusling, og er et aktuelt område dersom Vigda kraftverk får konsesjon og en skal flytte individene som står nedstrøms planlagt inntak i Vigda kraftverk. Området er vist på bilde under (Figur 6).



Figur 6 Område (stasjon 1) egnet for utsetting av elvemusling og tilrettelegging for ørretgyting (anvist med rød pil).

Siden elvemusling er avhengig av å parasittere ørretunger (0- og ettåringer) i larvestadiet, er elvemuslingens reproduksjonen ikke bare betinget av vanndekt areal, men også av at det finnes gyteområder for ørret i nærheten av leveområdene. Det må derfor etableres derfor et gyteområde i utløpet av kulpen der elvemuslingene plasseres. Det kan også bli aktuelt å legge ut egnet substrat for elvemuslingen dersom det er mangel på dette. Figur 7 viser hvordan dette kan gjøres. Vi sitter på erfaring om

hvordan utlegging av substrat for både elvemusling og gyteområder for fisk skal gjennomføres.



Figur 7 Skisse over nytt leveområde for elvemusling og med tilrettelegging av gyteområde for laksefisk.

Ut fra kunnskapen som foreligger om bunntopografi og vanndekt areal i Vigda, har vi kommet fram til at en minste vannføring på $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ fra Sagbergfossen kraftverk vil være tilstrekkelig til å opprettholde livsmiljøet for elvemusling og fisk i perioder hvor kraftverket står. Dette vil være en markant forbedring i forhold til dagens situasjon. Kraftverket går jevnt det meste av tiden, og perioder med minste vannføring vil sjelden oppstå. Minste vannføring i Sagbergfossen vil kun bli sluppet når kraftverket står. Minste slukeevne etter oppgradering av Sagbergfossen kraftverk vil være $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$. I perioder hvor Ånøya er tappet helt ned, og tilsiget er lite, kan det oppstå situasjoner hvor vannføringen vil bli mindre enn dette. Slike situasjoner kan også oppstå under naturlige forhold.

Det slippes som nevnt ikke minste vannføring fra Sagbergfossen kraftverk i dag, men kraftverkseier har sagt seg villig til å slippe minste vannføring dersom Vigda kraftverk får konsesjon. Dersom Vigda kraftverk ikke blir bygd, vil det imidlertid neppe bli gjennomført selvpålagt slipping. Lekkasje fra lukehuset planlegges dessuten reparert i forbindelse med opprustning av Sagbergfossen kraftverk. Situasjonen for elvemusling og ørret vil som følge av dette bli forverret dersom Vigda kraftverk ikke blir bygd.

Dammen til eksisterende mikrokraftverk nedstrøms planlagt inntak i Vigda kraftverk, sikrer pr. i dag stabil vannstand for elvemuslingpopulasjonen som lever i området. Inntaksdammen til mikrokraftverket er imidlertid gammel og i dårlig stand, og er ikke planlagt istandsatt. Det er derfor uvisst hvor lenge vannstandssituasjonen slik den er i dag vil bestå. Ved fjerning av inntaksmagasinet til dagens mikrokraftverk, vil dette

kunne senke vannstanden i dypområdene hvor dagens elvemuslingpopulasjon lever. Denne dammenes påvirkning på vannstanden i området like oppstrøms er muligens det som har gjort at restpopulasjonen har overlevd.

Beregning av kostnad ved å slippe minstevannføring fra Sagbergfossen kraftverk

En produksjonsmodell i nMag er benyttet for å sjekke eventuelle konsekvenser av kravet om minimum vannføring lik $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ ved utløpet av Sagbergfossen kraftverk. Følgende mulige konsekvenser er sjekket:

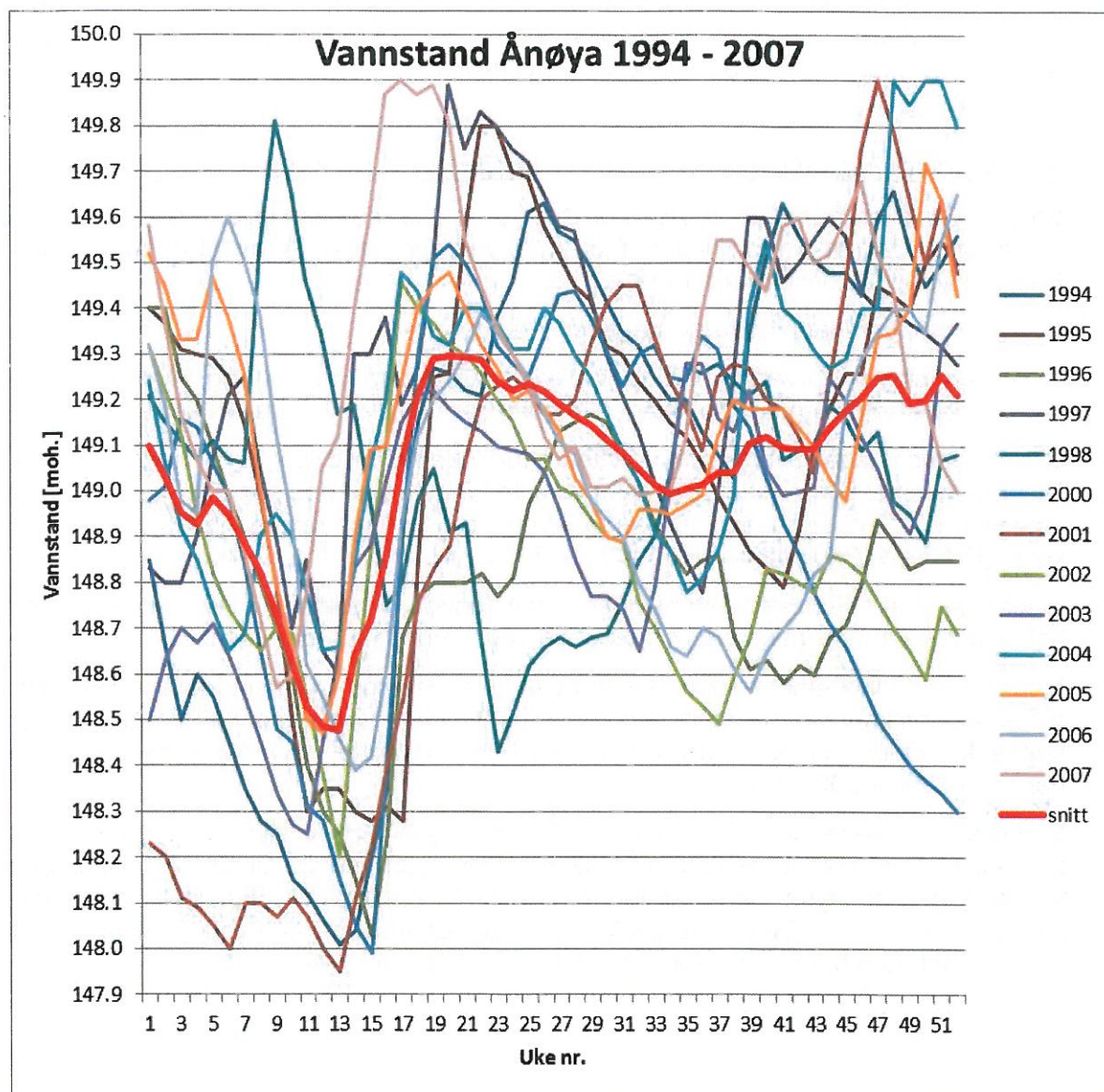
- endringer i tappingen av magasinet i Ånøya
- endringer i forventet produksjon i Sagbergfossen kraftverk og Vigda kraftverk. Dette sett i forhold til planlagt elektromekanisk utstyr for kraftverkene.

Eksisterende magasin i Ånøya utnyttes i forbindelse med Sagbergfossen kraftverk. Dette magasinet kan reguleres mellom kote 147,5 og 149,9 noe som utgjør et volum på $19,7 \text{ mill. m}^3$. Sagbergfossen kraftverk utnytter vanligvis kun reguleringshøyden mellom kote 147,9 og 149,9, noe som utgjør volumet 17 mill. m^3 .

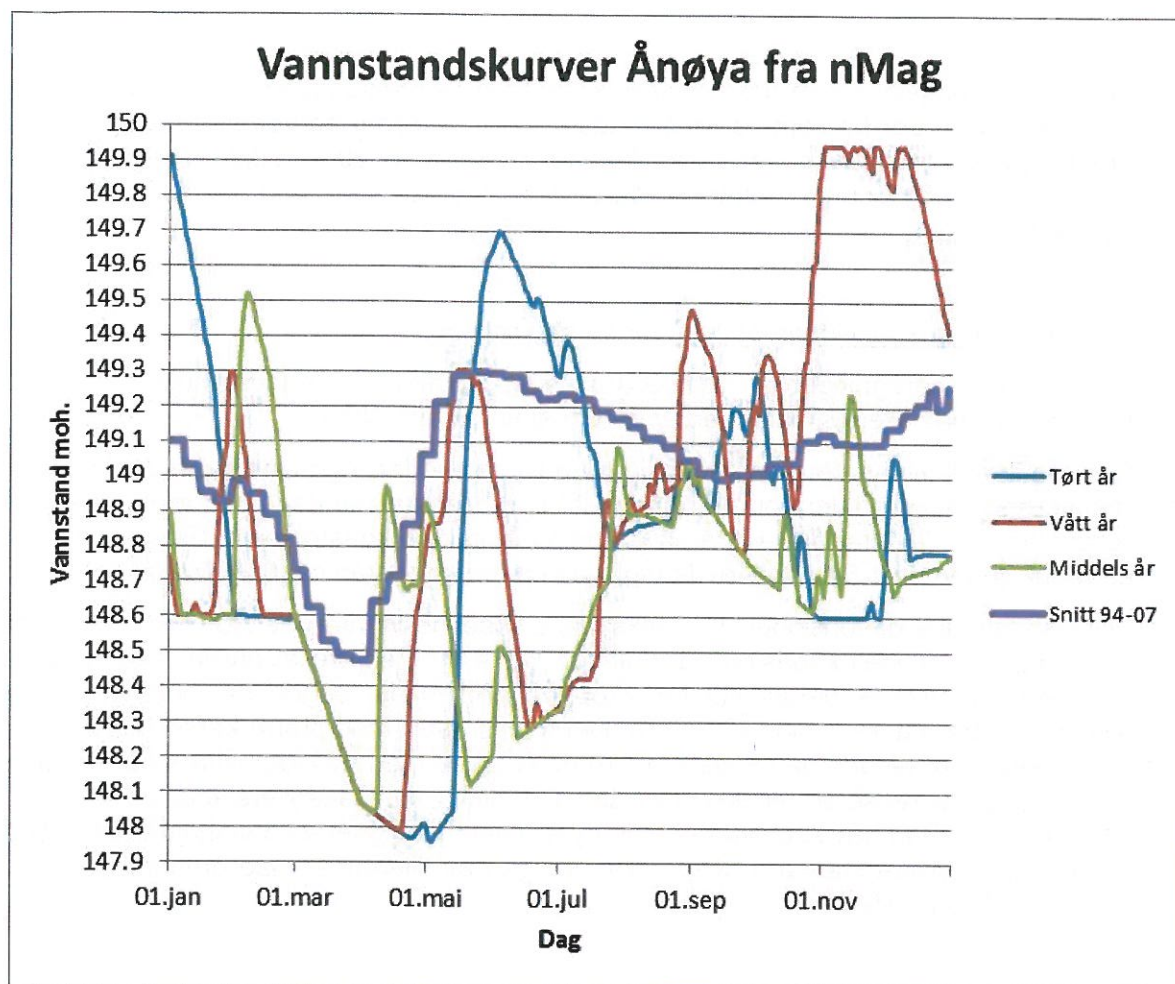
Figur 8 viser at det er store variasjoner i vannstanden i Ånøya fra år til år, og tilnærmet hele magasinet mellom kote 147,9 moh. og 149,9 moh. har vært utnyttet.

Figur 9 viser vannstandskurvene for Ånøya hentet fra produksjonsmodellen nMag hvor det er lagt inn krav om minimum vannføring på $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ ved utløpet av Sagbergfossen kraftverk. I Figur 8 er også kurven som viser gjennomsnittet av vannstandskurvene for perioden 1994 – 2007 vist.

Vannstandskurvene fra nMag i Figur 9 viser at magasinet kan styres slik at kravet om en minimum vannføring på $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ tilfredsstilles uten unntak. Dette kravet medfører at magasinet må styres på en annen måte enn når en kun har fokus på å maksimere produksjonen for Vigda kraftverk og Sagbergfossen kraftverk. Slipping av minstevannføring har prioritet foran produksjon i nMag.



Figur 8 Historiske vannstandskurver 1994 – 2007.



Figur 9 Vannstandskurver fra produksjonsmodell.

I det planlagte Vigda kraftverk er minste slukeevne satt til $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ og det er foreslått $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ i minstevannføring. Det er forutsatt to like francisturbiner i Vigda. Det vil si at tilgjengelig vannføring må være minimum $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ for at det skulle produseres kraft i Vigda kraftverk. Et krav om $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Sagbergfossen vil fra et økonomisk ståsted medføre en utfordring med å styre magasinet slik at perioder med tilgjengelig vannføring lavere enn $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ unngås. Selv med $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ tilgjengelig, produseres det på 30 % last på en turbin, og dette tilsvarer en virkningsgrad ca. 15 % lavere enn bestpunkt. Forventet produksjon vil ikke bli endret for Sagbergfossen kraftverk som følge av et evt. krav om minimum vannføring $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$. Derimot for Vigda kraftverk vil en strengere styring av magasinet i Ånøya medføre ca. 0,5 GWh i forventet tapt produksjon sammenlignet med en fri styring av magasinet.

En eventuell innføring av krav om minimum $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Sagbergfossen vil medføre en mindre fleksibel kjøring av magasinet, og kanskje mer produksjon på dellast og lav virkningsgrad. Av denne grunn bør det i offentlige dokumenter vurderes å ta høyde for at det kan bli aktuelt med to maskiner med fordeling 30 / 70 i Vigda og Sagbergfossen

kraftverk. En 30 / 70 fordeling mellom to turbiner vil sannsynligvis medføre høyere forventet produksjon, men også høyere kostnad for elmek-utstyret. Sagbergfossen og Vigda kraftverk bør ha samme relative lastfordeling mellom aggregatene. På generelt grunnlag er det slik at ved kjøp av to like aggregat oppnås 20 % reduksjon i pris på det ene aggregatet. Denne kostnadsreduksjonen oppnår ikke ved kjøp av to ulike aggregat.

Beregning av pris på Coanda-inntak for Vigda kraftverk

Det er gjort beregninger av tilleggskostnader knyttet til Coandainntak for Vigda kraftverk. Denne tilleggskostnaden er beregnet til 1,6 mill. NOK.

Coanda-inntak vil medføre en vesentlig tilleggskostnad for Vigda kraftverk, noe som vil redusere sannsynligheten for at kraftverket blir realisert. Coanda-inntak vil medføre en reduksjon på 1 – 2 m i fallhøyde på grunn av inntakets konstruksjon. Eksempelvis vil en reduksjonen på 1,5 m i fallhøyde utgjøre et produksjonstap ca. 0,3 GWh/år.

Et Coandainntak dimensjonert for maksimal slukeevne vil få en lengde på 25 – 37 m avhengig av nominell kapasitet på inntaket. Dette vil medføre at elveleiet oppstrøms dammen må utvides betraktelig for å oppnå nødvendig lengde på inntaket. Selve elveleiet er fra naturens side 5 – 10 m. Det finnes rister med større kapasitet, og som kan medføre en lengde på inntaket på 10 m. Ristene med høy kapasitet er å betrakte som spesialleveranse og er ikke forutsatt benyttet i kostnadsoverslaget på 1,6 mill. NOK. Ristene med høy kapasitet er mye dyrere sammenlignet med standard rister. Det er forutsatt benyttet standard rister i beregningen av tilleggskostnad grunnet Coanda-inntak for Vigda kraftverk.

Inntaksløsning for å minimere negative konsekvenser for ål

Dersom det bygges et konvensjonelt inntak som beskrevet i konsesjonssøknaden, er det mulig å gjøre tilpasninger som vil hindre ål i å gå gjennom kraftverket. Undersøkelser har vist at når ålen vandrer ut, svømmer den stort sett målrettet med strømmen, og sannsynligvis der den er raskest. Den holder seg dessuten helst til elvebunnen midt i strømmen. Vi vil derfor legge minstevannføringsrøret midt i dammen og nær bunnen. Risten foran inntaket skal ha lysåpning <20 mm. Dette gjør det fysisk umulig for ål å gå gjennom kraftverket. En slik løsning vil være rimeligere enn et Coanda-inntak, og vil gi et betydelig mindre naturinngrep.

Ålens vandringssevne og forutsetninger for vandring.

Ål har gjennom Sagbergfossen kraftverks historie vandret opp i Anøya, på tross av at fossen er tørrlagt det meste av tiden, i følge maskinist Tor Bekk. Bekk har jobbet ved kraftverket og observert ål i over 40 år. Han har observert at bestanden er drastisk redusert, som ellers i ålens utbredelsesområde. For ca. 10 år siden kunne det bli funnet opp til 100 åler på varegrinda når den ble rensset. Før dette kunne det være

enda flere. Da varegrindene til kraftverket sist ble rensset, ble det funnet fire ål på ristene.

Ål har, som tidligere nevnt ikke problem med å vandre opp Sagbergfossen. Det oppstår imidlertid problemer ved nedvandringen da store mengder ål legger seg på varegrinda og dør der. De som kommer seg gjennom går gjennom turbinene i kraftverket hvor dødeligheten er 100%. Selv om Ånøya er et godt oppvekstområde for ål, har vatnet etter at kraftverket ble satt i drift (for snart 100 år siden) bidratt lite til ålebestanden i og med at de fleste individene dør når de skal vandre ut. Problemet er altså utvandring, mens oppvandring ikke ser ut til å være problematisk.

Dersom Vigda kraftverk blir bygd ut, vil ikke oppvandringsforholdene blir endret i vesentlig grad. Utvandringsforholdene fra Ånøya vil imidlertid bedres da det vil bli sluppet minstevannføring. I Vigda kraftverk vil det bli lagt til rette for utvandring ved å bygge et ålevennlig inntak. Bygging av det nye kraftverket vil derfor i sum bedre forholdene for ål.

Bildet (Figur 10) viser inntaksdammen ved Fosstveit kraftverk hvor det er lagt til rette for utvandring av ål. Luke for åleutvandring er lagt langt nede på dammen.



Figur 10 Inntaksdam ved Fosstveit kraftverk med bunnluke for minstevannføringslipp.

Biotopjusterende tiltak for anadrom fisk

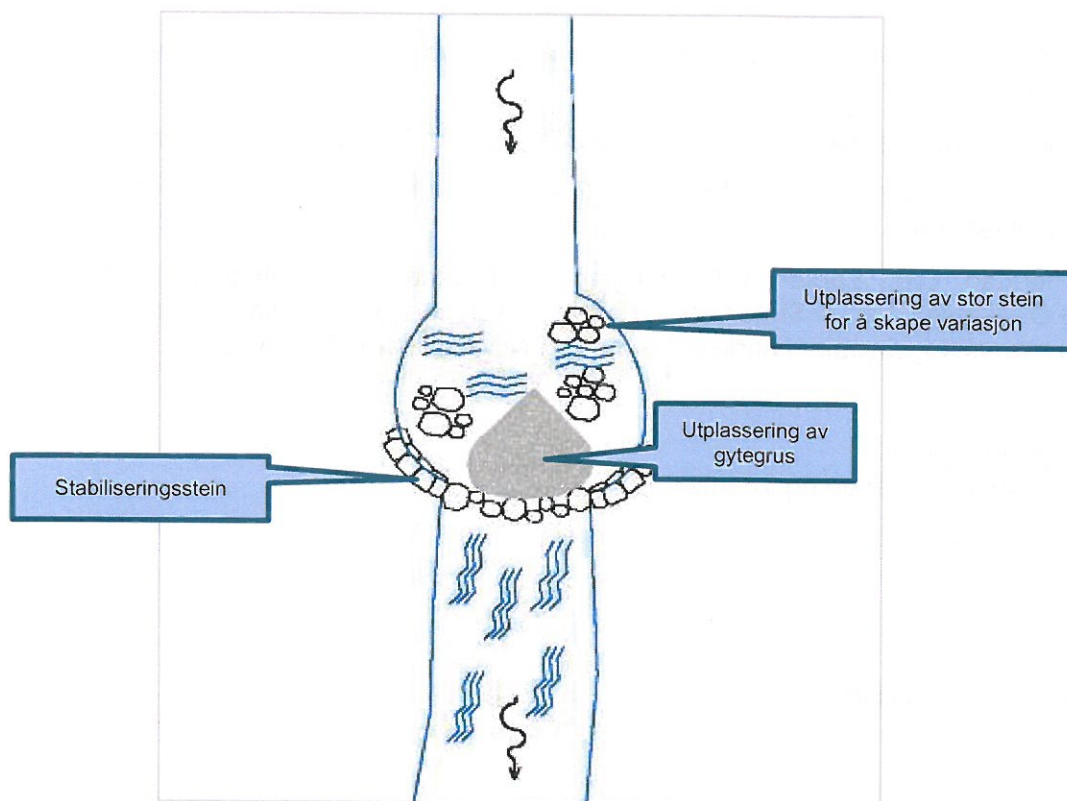
Utløpet fra Vigda kraftverk vil bli plassert ca. 50 m nedstrøms absolutt vandringshinder for anadrom fisk. Det ble vurdert å flytte utløpet et stykke lenger opp for å påvirke en kortere del av anadrom strekning. Seismiske undersøkelser viste imidlertid at dette ikke er mulig.

Den anadrome strekningen som blir berørt er kort, men den omfatter en liten kulp som kan fungere som både gyteområde og standplass for fisk. Elvestrekningen mellom kulpen og fossen som fungerer som absolutt vandringshinder er stri og bratt, og har ingen viktig funksjon for fisk. Bilder fra strekningen er vist i Figur 11.



Figur 11 Til venstre: Kulp oppstrøms planlagt kraftverksutløp. Til venstre: stri strekning nedstrøms absolutt vandringshinder.

Bygging av kraftverket vil altså gi en liten negativ påvirkning på anadrom fisk. For å kompensere den negative påvirkningen, kan en etablere en kulp med gytesubstrat like nedstrøms kraftverksutløpet. Et slikt tiltak vil fungere både som egnet oppholdsområde for voksen fisk og som et godt gyteområde. Figur 12 viser en skisse over hvordan dette kan løses. Kostnaden ved å opparbeide en kulp etter dette prinsippet vil beløpe seg på omkring 40 000,- kr.



Figur 12 Prinsippskisse over utforming av hvilekulp med gyteområde for laks- og sjøørret nedstrøms utløpet av Vigda kraftverk.

Kilder:

Gregersen, H., 2010. Rafossen kraftverk – konsekvenser for ål. Sweco-rapport 683432. Utarbeidet for Sira-Kvina kraftselskap AS.

Gurandsrud, Å.E., 2009. Notat – Vigda vannføringsmåling. Beregning av spesifikk avrenning til Vigda kraftverk basert på vannføringsmålinger.

Johnsen, B.O. og Hvidsten, N.A, 2004. NVE-rapport nr. 4-2004. Krav til vannføring i sterkt regulerte laksevassdrag.

Kaasa, H., Gregersen, H. og Hveding, Ø., 2011. Økologiske korridorer i vassdrag. Nedstrøms passasje for ål og laksefisk i regulerte vassdrag: utfordringer og muligheter – oppsummering med bakgrunn i tilgjengelig litteratur. Sweco-rapport 01-2011. (FoU-prosjekt for EB Kraftproduksjon AS).

Kroglund, F., Gjelland, K.Ø., Güttrup, J., Haraldstad, T., Hegeland, P.V. og Thorstad, E.B. 2013. Overvåking av ål i Storelva og evaluering av tiltak for nedvandring forbi Fosstveit kraftverk. Resultater fra undersøkelser i 2012.

NVE, 2010. Ål og konsekvenser av vannkraftutbygging – en kunnskapsoppsummering. Rapport nr. 1 – 2010.

Lund, R. (Miljødirektoratet) og Kroglund, F. (NIVA). Presentasjon av ålesikre inntak.

Størset, L. (red.), 2012. NVE-rapport 2 – 2012. Kriterier for bruk av omløpsventil i små vannkraftverk.

Thorstad, E.B., Larsen, B.M., Finstad, B., Hesthagen, T., Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Næsje, T.F. & Sandlund, O.T. 2011. Kunnskapsoppsummering om ål og forslag til overvåkingssystem i norske vassdrag. - NINA Rapport 661. 69 s.

Muntlige kilder:

Tor Bekk, Salvesen og Thams

Kjetil Vaskinn, Sweco

Med vennlig hilsen



Åshild Rian Opland

Siv.ing.



Aslaug T. Nastad

Miljørådgiver