
Palmafossen kraftverk

Voss energi AS

OPPDRA

Palmafossen kraftverk

EMNE

Detaljplan for miljø og landskap

DOKUMENTKODE

418873-LARK-RAP-001



Multiconsult

Med unntak av de rettigheter oppdragsgiver har i henhold til avtalen med Multiconsult AS, tilhører alle rettigheter til dette dokument Multiconsult.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn forutsatt i avtalen. Multiconsult har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Dokumentet kan ikke kopieres uten tillatelse fra Multiconsult.

Forside: Illustrasjon, Multiconsult Norge AS

Foto: Multiconsult Norge AS

RAPPORT

OPPDRAG	Palmafossen kraftverk	DOKUMENT KODE	418873-LARK-RAP-001
EMNE	Detaljplan for miljø og landskap	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Voss Energi AS	ANSVARLIG ENHET	10105040 Vannkraft-Maskin
KONTAKTPERSON	Yngve Tranøy	UTARBEIDET AV	Heidi Solstad og Hilde Bruheim Johnsborg

SAMMENDRAG

Det er planlagt en oppgradering av det eksisterende Palmafossen kraftverk. Oppgraderingen vil bestå i en ny dam og et nytt kraftverk, begge deler lokalisert om lag som i dag, med en ny inntakskanal i samme trase som dagens inntaksrør.

Denne detaljplanen beskriver hvordan planlagte arbeider forholder seg til blant annet andre myndigheter, verneområder, rødlistearter og kulturminner. Videre beskriver den hvordan miljø og landskapshensyn er tenkt ivaretatt gjennom prosjektering av oppgraderingen av Palmafossen Kraftstasjon, med et spesielt fokus på opp- og nedvandringssløsninger for fisk.

I kapittel 8 og 9 redegjøres det for samsvar mellom prosjektet og henholdsvis vilkår fra konsesjon og Sintef-rapporten; Opprusting og utvidelse av Palmafossen kraftverk i Raundalselva i Vossovassdraget. Dette er sammenfattinger av beskrivelser som for øvrig følger de respektive anleggsdelene.

	02.12.2018	Endelig plan	HBJ		
	21.11.2018	Nytt utkast, revidert etter endringer i utforming, stasjon og dam	HBJ		
	17.09.2018	Detaljplan for miljø og landskap, utkast for kommentar	HS/HBJ		
REV.	REV. DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	5
1.1	OM ANLEGGSEIER.....	5
1.2	OM ANLEGGET.....	7
2	LOKALISERING OG EKSISTERENDE SITUASJON	8
2.1	FLOM- OG SKREDFARE	9
2.2	FORHOLDET TIL ANDRE MYNDIGHETER	9
2.2.1	Plan- og bygningsloven	9
2.2.2	Samlet plan	9
2.2.3	Verneplan for vassdrag	9
2.2.4	Nasjonale laksevassdrag	9
2.2.5	Verneområder	9
2.2.6	Kulturminner	10
2.2.7	Forhold til forurensningsloven	12
2.2.8	Veiloven	12
2.3	ANDRE FORHOLD.....	13
2.3.1	Viktige naturtyper	13
2.3.2	Akvatisk miljø	13
2.3.3	Rødlistearter	14
2.3.4	Spesielt verdifull vegetasjon	14
2.3.5	Svarteliste	14
2.4	FREMDRIFTSPLAN	14
3	BESKRIVELSE AV TILTAKET.....	15
3.1	STYRENDE FORUTSETNINGER FRA KONSESJONEN OG PROBLEMOMRÅDER OG AVBØTENDE TILTAK	15
3.2	AREALBRUKSPPLAN - OVERSIKT	17
3.3	ILLUSTRASJONSPLAN	18
4	ANLEGGSDELER	18
4.1	GENERELT.....	19
4.2	UTFORMING.....	20
4.2.1	Adkomst.....	20
4.2.2	Kraftstasjon.....	20
4.2.3	Inntakskanal.....	23
4.2.4	Dam.....	25
4.3	ARRANGEMENT FOR FISKEVANDRING OG MINSTEVANNSLIPP	26
4.3.1	Fisketrapp	26
4.3.2	Klappeluks	28
4.3.3	Flomvoll.....	28
4.4	SAMLA VURDERING.....	29
4.5	RIGGOMRÅDER	30
4.6	MASSEUTTAK, DEPONI OG TIPP	30
5	TILKNYTNING TIL NETTET	30
6	IK-VASSDRAG	30
7	OPPFØLGING OG TILTAK I ANLEGGS- OG DRIFTSFASEN	30
8	IVARETAKELSE AV FORUTSETNINGER- OPPSUMMERING	31
9	VALG AV LØSNINGER FOR FISKEVANDRING JAMFØR SINTEF RAPPORT TRA7396.....	34
9.1	KONKLUSJONER FRA SINTEF-RAPPORTEN	35
10	VEDLEGG	40
11	REFERANSER	41

1 Innledning

Detaljplanen for miljø og landskap skal godkjennes av NVE før arbeid i felt kan settes i gang. Planen legger rammer for hvordan inngrep i landskapet skal utføres.

Alle som skal arbeide på anlegget skal ha en innføring i planen, dens intensjoner og de rammene den setter for anleggsarbeidet. Byggherrens prosjektleder er ansvarlig overfor NVE og Voss kommune for at planens retningslinjer og avgrensninger overholdes. Byggeleder er byggherrens representant på anlegget. Byggeleder rapporterer til prosjektleder og har ansvar for at arbeider på anlegget skjer i henhold til vilkår i detaljplanen og innfor angitte områder i arealbruksplanen.

Entreprenøren skal, sammen med byggherren, merke fysisk i terrenget utsatte arealer som ikke skal berøres ved transport, lagring eller annen anleggsaktivitet. NVE kan komme med ytterligere pålegg og skjerper til hvordan inngrep og terrengarrondering skal utføres etter at arbeidet er igangsatt. Byggherrens prosjektleder plikter umiddelbart å gi slik informasjon videre til entreprenøren.

1.1 Om anleggseier

Tema	Beskrivelse	Kontakt
Konsesjonær	Navn: Voss Energi Produksjon AS	Tlf: 92210098
	Kontaktperson: Yngve Tranøy	Tlf: 92210098
Kommune	Voss	
Fylke	Hordaland	
Konsesjon	Vassdragskonsesjon til opprusting og utbygging av Palmafossen Kraftverk, datert 10.03.2015. OED-ref 11/781	
Vassdragsnr.	062.FA0	
Tiltakets navn	Voss Energi Produksjon AS	
Organisasjonsnr.	984665776	
Adresse	Brynalii 66	
	Pb 205, 5701 Voss	
Kontaktinformasjon byggefase	Kontaktperson: Yngve Tranøy	Tlf: 92210098
	Prosjektleder – byggefasen: Yngve Tranøy	Tlf: 92210098
	Byggeleder: Ole Reidar Flatby	Tlf: 90500819
	Fagkompetanse miljø – og landskap: Hilde Bruheim Johnsborg	Tlf: 95935838
Kontaktinformasjon driftsfase	Kontaktperson: Nils Fatland	Tlf: 97573682
	Daglig leder: Rune Nesheim	Tlf: 91710599
	Fagkompetanse miljø – og landskap: Yngve Tranøy	Tlf: 92210098
	Tilsynsperson/oppfølging miljø – og landskap: Yngve Tranøy	Tlf: 92210098
Sikkerhetsklasse	Sikkerhetsklasse dam: klasse 1	
	Sikkerhetsklasse inntakskanal: 0	
	Navn på ansvarlig ved klasse 1: Trine Indergård Carr	
Konsesjonær	Navn: Voss Energi Produksjon AS	

Organisasjonskart



Organisering Røystrand Entreprenør AS:

Prosjektansvarlig: Sven Johannes Røystrand

Aneggsleder: EricJan Kerkhof

- Underleverandør rivning, grunn og sprengningsarbeider: Kjosas Maskin AS

Elmek

Leverandør: Køssler

1.2 Om anlegget

Generelt

Grunnlagsdata for anlegget og eventuelle endringer i forhold til konsesjonssøknaden:

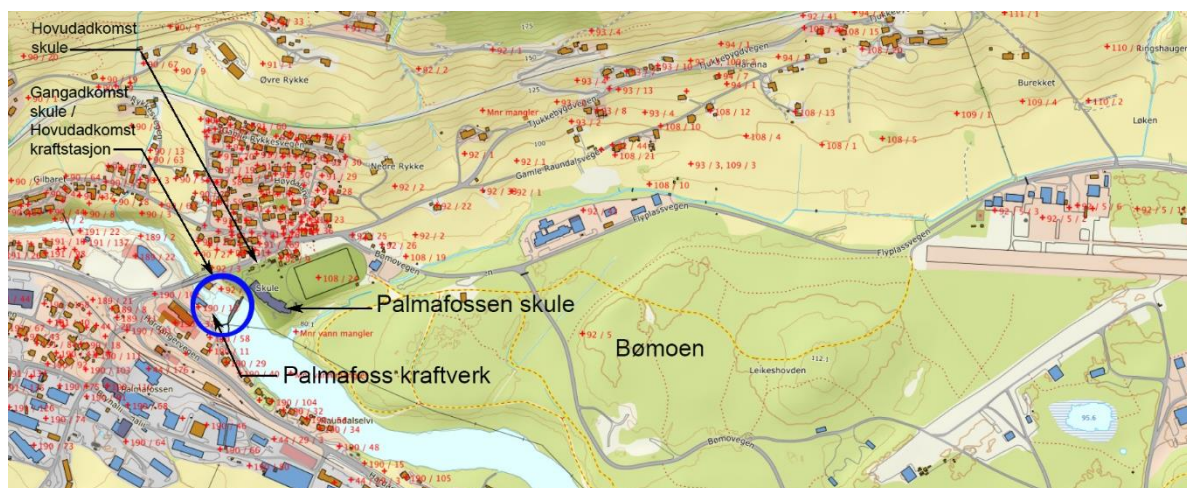
Tema	Fra NVE-notat til konsesjonen eller innstilling til OED	Eventuelle endringer
Inntak (kote)/type	Hovedinntaket i Raundalselvi er som nåværende kraftstasjon.	Åpen inntakskanal. Inntak kote 78,6. 14 m fall.
Dam	Ny damløsning har en lengre overløpsdam og gir en endring i inntakets konfigurasjon.	Damens form er noe endret. Lengde: 100m
Vannvei	80 m lang, inkludert 65 m kulvert med kjøresterkt dekke.	35 m åpen inntakskanal
Kraftstasjon (kote)	Kraftstasjonen plasseres om lag som i dag	Stasjonen er vridd i forhold til dagens stasjon, blant annet for bedre retning og plassering på utløpskanal i forhold til fisk.
Største slukeevne	30 m ³ /s	
Minste driftsvannføring	6 m ³ /s. Teknisk løsning for dokumentasjon av slipp av minstevannføring skal godkjennes av NVE.	
Installert effekt	Inntil 3,6 MW.	
Antall turbiner/turbintype	Søknaden oppgir en Kaplan turbin	Planlegges med SAXO Kaplan turbin. Som er et noe mer kompakt anlegg enn i søknaden.
Vei	Ny adkomstvei inkludert snuplass skal etableres i tråd med det som er oppgitt i søknaden.	
Avbøtende tiltak	Tiltak skal etableres når det gjelder opp- og nedvandring av fisk samt vannføringen i kraftverket. Tiltak skal også hindre at graving i anleggsfasen tilfører slam, silt og sement i elva.	Tiltak implementeres ihht Sintef, med unntak som beskrevet i 8 Ivaretagelse av forutsetninger- oppsummering
Tippmasser		Utsprengt masse ifbm kanal og kraftstasjon danner kjernen i planlagt flomvoll.
Annet		1 m flomvoll med kjernen av steinmasser langs sørsida av elva. Arronderes med naturlig tilslutning til terreng inn mot bebyggelse. Plastres med stor stein inn mot elva.

2 Lokalisering og eksisterende situasjon

Denne detaljplanen for miljø og landskap omhandler en oppgradering av det eksisterende Palmafossen kraftverk. Kraftverket ligger i Voss kommune ved Voss sentrum i Hordaland (Figur 2-1 og 2-2) og får vanntilførsel fra Raundalselvi som er en del av det vernede Vossavassdraget, et nasjonalt laksevassdrag.



Figur 2-1 Lokalisering av Palmafossen kraftverk.



Figur 2-2 Plassering av Palmafossen kraftverk i forhold til skolen og uteområdet Bømoen.

Kraftstasjonen med dam, inntak og rørgate ligger i et næringsområde som er betydelig påvirket av inngrep, med vannkraftutbygging, fisketrapp, bru, nedlagt sagbruk med mer. Kraftstasjonen har adkomst fra fylkesvei 307 like øst for kryssinga av Raundalselva. Anlegget ligger nær Palmafossen skole.

2.1 Flom- og skredfare

Dagens dam, med inngang til laksetrapp i forlengelsen, har en lengde på knappe 60m. Dette gir et relativt knapt tverrsnitt som medfører unødvendig oppstuvning ved flom og tilhørende fare for oversvømmelse i forhold til Tjukkbygdvegen og bosetting sørøst for dagens dam.

Det er foretatt flomberegning for inntaksdammen. Se vedlegg 1.

Som flomforebyggende tiltak er det planlagt et lengre flomoverløp samtidig som det etableres en 1m høy flomvoll langs elva, inn mot bebyggelsen i sørøst. Det er også planlagt opprensning og utvidelse av elvegjelet nedstrøms kraftstasjonen sitt avløp. Storstein og knauser som stikker inn i elva og lager passasjen treng på noen punkt vil bli fjerna. Dette vil ha en viss påvirkning av tilstuvningseffekten.

2.2 Forholdet til andre myndigheter

2.2.1 Plan- og bygningsloven

Tiltaksområdet er definert som industriområde tiltenkt kraftproduksjon i kommuneplanen jfr. bakgrunnsnotat.

2.2.2 Samlet plan

Vassdraget er behandlet i samlet plan, se 254 Vossovassdraget REIME/BJØRKE KLØVE SOLSÆ/ULVIK OSA:[http://www.miljodirektoratet.no/old/uversjonert/Vassdragsrapporter/Samla%20Plan/Hordaland/254%20Vossovassdraget%20%20\(Raundalsvassdraget\)%20-%20Reima-Bj%C3%B8rke,%20Kl%C3%B8ve,%20Sols%C3%A6-Ulvik,%20Osa.pdf](http://www.miljodirektoratet.no/old/uversjonert/Vassdragsrapporter/Samla%20Plan/Hordaland/254%20Vossovassdraget%20%20(Raundalsvassdraget)%20-%20Reima-Bj%C3%B8rke,%20Kl%C3%B8ve,%20Sols%C3%A6-Ulvik,%20Osa.pdf)

Tiltaket er imidlertid ikke vurdert i Samlet plan, og er under grensen for slik behandling.

2.2.3 Verneplan for vassdrag

Plassering av kraftverket vil være innenfor avgrensningen til det verna vassdraget Vossovassdraget (vassdragsnr. 062.F), men i ytre nedre deler av vassdraget. Verneplan III for vassdrag inkluderer Vossovassdraget ovenfor Vangsvatnet. Vassdraget strekker seg fra høyfjell til lavland med et stort naturmangfold knyttet til elveløpsformer, isavsmeltingsformer, botanikk, landfauna og vannfauna. Vassdraget inneholder store verdier både for vilt- og fiskeinteresser, friluftsliv, kulturminner og naturvitenskap. Tiltaksområdet er imidlertid definert som industriområde tiltenkt kraftproduksjon.

2.2.4 Nasjonale laksevassdrag

Vossovassdraget er lakse- og sjøørretførende, og laksebestanden i vassdraget er blitt regnet som en av de viktigste i Norge, bl.a. som følge av storvokste individer. Vassdraget ble nasjonalt laksevassdrag i suppleringen av nasjonale laksevassdrag, jf. St.prp. nr. 32 (2006-2007) vedtatt i Stortinget 15.5.2007.

Olje- og energidepartementet har gitt Voss Energi AS tillatelse til å oppruste og utvide Palmafossen kraftverk, etter at Voss energi endret planene blant annet i henhold til føringer fra NVE og Fylkesmannen. Departementet skriver at under visse forutsetninger vil utbyggingen gi større utnyttelse av vannressursen og at miljøforholda i vassdraget totalt sett vil være like gunstige som før utbygginga. Med krav om avbøtende tiltak av hensyn til fisk og krav til slipp av minstevannføring, vil virkningene for verneverdiene i vassdraget etter departementet sitt syn være akseptable. Se kapittel 2.3.2 og 3.1 for nærmere beskrivelse av forutsetninger og avbøtende tiltak.

2.2.5 Verneområder

Det berørte landområdet er ikke fredet eller omfattet av andre verneplaner.

2.2.6 Kulturminner

Hordaland fylkeskommune opplyser at det ikke finnes verneverdige kulturminner i prosjektområdet, men at Palmafossen kraftstasjon kan ha kulturminneverdi.

Utvendig er både utforming og fasaden til kraftstasjonen blitt endra i løpet av årene, og det er stor forskjell på uttrykket til originalbygget fra 1919 i forhold til dagens uttrykk. Kraftstasjonens kulturminneverdi vurderes derfor å være begrenset.

Et av utformingskriteriene for oppgraderingen av kraftverket er at oppgraderingen tilpasses de kulturhistoriske kvalitetene i området. Dette gjøres ved å tone ned nye inngrep. Dammen er planlagt med rett overløp, som gir et dempet inntrykk. Ytre vegg av inntakskanalen vil fungere som ekstra overløp i flomperioder. Det nye kraftverket skal bygges på samme sted som det gamle, noe som reduserer anleggets fotavtrykk. Bygningsmassen integreres dels i terrenget og tones med det ned slik at det gamle tresliperiet på motsatt side av elva fra kraftverket vil tre bedre frem i landskapsbildet.

Rivningen av kraftstasjonen kommer tydelig fram av godkjent konsesjonssøknad. Fylkeskommunen vurderer at det ikke er behov for en egen rivningssøknad, men ber om at det blir laget en kulturminnedokumentasjon av den gamle kraftstasjonen som en del av kulturmiljøet, og at det samla kulturmiljøet også vert dokumentert.

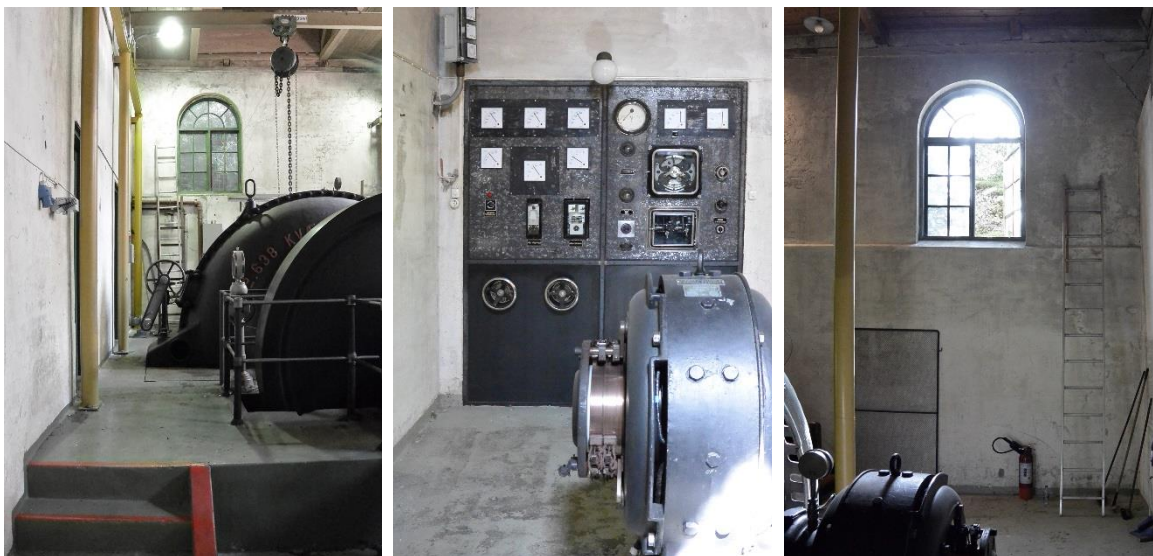
Dokumentasjon av bygninger vil være som foreslått av Hordaland fylkeskommune:

Fotodokumentasjon

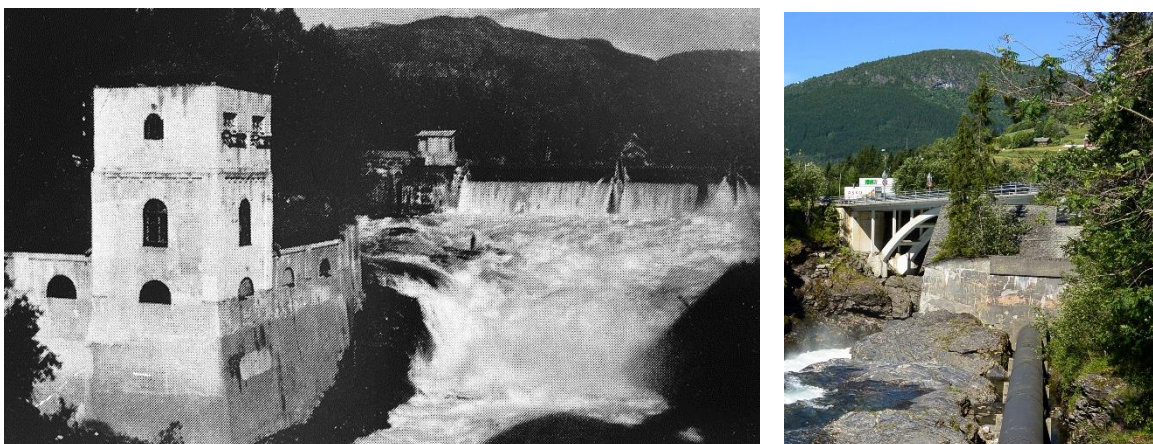
1. *Alle fasadar mot gate/veg, mot bakgard og naboar skal dokumenterast med foto. Om mogeleg skal takflater fotograferast. Foto bør streva etter å dokumentera bygningsvolum.*
2. *Interiør og detaljar skal dokumenterast med foto. Her er det ønskjeleg med ein representativ dekning av alle interiør. Eldre dører og vindauge, forutan andre karakteristiske detaljar skal dokumenterast særskilt.*
3. *Fotostandpunkt for alle foto skal markerast av på kart og planteikning. Ein "målestokk" skal inkluderast i alle foto.*

Bygningsdokumentasjon

1. *Med utgangspunkt i tilgjengelege byggeteikningar, vert enkle oppmålingar gjort for å supplere teikningane.*
2. *Ein kort historikk vert laga med utgangspunkt i tilgjengeleg data som branntakstar m.m. Den korte historikken bør ha med når huset vart bygd, arbeider som er byggjemeldt, bruk, eigar og andre relevante historiske data.*



Figur 2 Viser utsnitt fra maskinsalen, et flott rom med der velholdt inventar og originale vindu har stor virkning for opplevelsen.



Figur 3 Sett oppstrøms kan brua oppleves som et fint bakkeppe, men fra denne vinkelen dominerer rørgata og flomveggene i landskapsbildet. Flomveggene var ved oppføring en integrert del av bygningsmassen, som på den tida hadde et tårn over maskinsalen. I dag har disse en uheldig høyde i forhold til kraftstasjonen sin utforming, slik at kun kraftstasjonstaket blir synlig over flomveggene.



Figur 4 Oppføring av brua langs fv.307, Tjukkbygdvegen, like nedstrøms kraftstasjonen har stor innvirkning på opplevelsen av bygget sett nedstrøms. Det rødmalte panelet på gavlveggen ut mot elva drar oppmerksomheten mot en fasade uten spesiell verdi både historisk og estetisk. Bildet til høyre viser at fine detaljer i fasaden mot øst er skjult bak flomveggene.

2.2.7 Forhold til forurensningsloven

Det legges til grunn at det ikke er forurensing i grunnen i prosjektområdene, jfr. Miljørapporten (vedlegg 2).

I anleggsfasen skal avfallshåndtering og tiltak mot forurensing være i samsvar med gjeldende lover og forskrifter. Nødvendig avklaring i forhold til forurensningsloven vil bli i avklart med Fylkesmannen før anleggsstart. Faren for forurensing i hovedsak knyttet til fjell- /gravearbeid, sanitæravløp ved brakkerigg og transport, oppbevaring og bruk av olje, annet drivstoff og kjemikalier. Sanitærforhold og avfallhåndtering vil bli ivaretatt i henhold til gjeldende regelverk. Det er forutsatt at gråvann infiltreres lokalt eller samles på tett tank, mens kloakk samles på tett tank. Spilloljer samles på tett tank. Samlet skal dette forhindre at vassdraget blir påført skade på grunn av tilslamming eller annen forurensning. Dette er spesielt viktig slik at man unngår fiskedød.

Utbygger plikter å foreta en forsvarlig opprydding av anleggsområdene. Det legges opp til at alt avfall fjernes og bringes ut av området for dette tillattes ikke deponert på stedet. Eventuelt treverk som benyttes midlertidig i anleggsfasen vil bli kjørt til godkjent deponi. Rivningsarbeidet i forbindelse med eksisterende kraftverk vil følge egen utarbeidet miljørapport. (Se vedlegg 7, 418873-RIM-RAP-001_Miljøkartleggingsrapport Palmafossen Kraftverk, 04.juli 2018, Joar Hovda, Multiconsult)

Arbeidene vil foregå i et område som allerede er betydelig påvirket av inngrep, men uten mistanke om antropogent tilført forurensning. Det er derfor ikke krav om en miljøteknisk grunnundersøkelse med prøvetaking og kjemiske analyser i forkant av terrenginngrepene. Det vises likevel til Forurensningsforskriftens § 2-10 (Plikt til å stanse igangsatt terrenginngrep dersom det oppdages forurensning i grunnen).

Arbeidet må utføres iht. følgende lovverk:

- Forurensningsloven
- Forurensningsforskriften kapittel 2
- Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften)

Det er ikke ventet at støv og støy vil være et større problem, da sprengningsarbeider i dagen vil være begrenset. Det vil gjøres nødvendige tiltak for å redusere støv og støy i samsvar med støyforskriftene, og det vil være fokus på HMS under anleggsarbeidene.

2.2.8 Veiloven

Tiltaket innebærer bygging av en mindre adkomstvei til kraftstasjonen fra Tjukkygdveien. Gangvegen er som følge flytta permanent til motsatt side av hovedvegen for å trygge skolevegen. Tiltaket er allerede gjennomført i et samarbeid mellom SVV, Voss kommune og Voss energi.

2.3 Andre forhold

2.3.1 Viktige naturtyper

Tiltaket berører en svært kort elvestrekning. Det er ikke påvist verken truede eller viktige vegetasjonstyper i tiltaksområdet, se vedlegg 2.

2.3.2 Akvatisk miljø

Vossovassdraget er lakseførende og laksebestanden i vassdraget er regnet som en av de viktigste i Norge. Fra midten av 1980-tallet har imidlertid laksebestanden i vassdraget blitt kraftig redusert.

Det er dokumentert at laks har gått opp laksetrappa ved Palmafossen og gytt oppstrøms kraftverket, dog i svært begrenset omfang (Barlaup et al. 2013). Fra Palmafossen kan laksen vandre uhindret ca. 7 km videre oppover vassdraget. Raundalselva ovenfor Palmafossen har et betydelig potensial for naturlig rekruttering og produksjon av laksesmolt. Det er en tallrik bestand av stasjonær aure i Raundalselva ovafor Palmafossen. Andre ferskvannsbiologiske forhold er ikke nærmere undersøkt, men siden bunnsubstratet i elva i tiltaksområdet er preget av bart fjell og grov stein periodevis med høye vannhastigheter, er bunndyrfaunaen i selve tiltaksområdet trolig nokså artsfattig, vedlegg 2.

Eksisterende dam må antas å ha fungert som sand- og grusfang slik at mye oppsamlet elvegrus vil forsvinne nedover elva og legge seg på nye plasser. Det kan være positivt i forhold til nye og eksisterende gyteplasser. Finere materiale kan medvirke til redusert porøsitet i bunnsubstratet nedstrøms Palmafoss ved rivning av gammel dam, men dette kan kompenseres i stor grad ved å gjennomføre hydrologiske og hydrauliske utredninger i forkant.

Fisketrappa knyttet til Palmafossen kraftverk skal legge til rette for at laks og sjøørret skal kunne forsere Palmafossen kraftverk. Tidligere studier har vist at det har vært mulig for fisk å ta seg opp trappa, men uheldig utforming av trappa i form av for høge sprang har ført til at relativt få fisk har vært i stand til å forsere trappa. Laksetrappa skal derfor som et avbøtende tiltak opprustes for å øke oppvandring av laks og sjøørret. I tillegg skal en finmasket varegrind og tilhørende nedvandringsveier etableres ved nytt kraftverk og damanlegg.



Figur 2-3 Laksetrappa i Palmafossen, sett ovenfra mot vest ved lavføring og nedenfra mot øst ved høy vannføring. Bildet til venstre er fra Fjeldstad og Gaarder 2008.

2.3.3 Røddlistearter

Tiltaket berører en svært kort elvestrekning, og det er ikke funnet rødlista arter i tiltaksområdet. Et lite stykke nedstrøms kraftstasjonen utafor tiltaksområdet finnes et parti lauvskog med den sårbare (VU) arten alm (Norsk rødliste for arter 2015). Mosefloraen er kartlagt fra Palmafossen til Brynagjelet og potensialet for funn av trua arter anses som lite.

2.3.4 Spesielt verdifull vegetasjon

Det er ingen kjent verdifull vegetasjon i tiltaksområdet.

2.3.5 Svarteliste

Det er ikke registrert svartelistearter innenfor tiltaksområdet i Artsdatabankens Artskart per 09.04.2018. Det finnes imidlertid trolig svartelistearter i tiltaksområdet da dette er i et tett bebygd strøk. Det må gjøres en konkret vurdering av faren for spredning av fremmede arter med negativ økologisk effekt på det stedege biologiske mangfoldet dersom det er aktuelt å kjøre masser ut av området.

2.4 Fremdriftsplan

For fremdriftsplan, se vedlegg 6.

Grunnet flomforhold i forbindelse med snøsmeltinga fra april til august må hoveddeler av arbeidet i selve elvegelet skje om vinteren under stabile værforhold og lav vannføring (se utfyllende redegjørelse i kapittel 8).

3 Beskrivelse av tiltaket

3.1 Styrende forutsetninger fra konsesjonen og problemområder og avbøtende tiltak

Her omtales forutsetningene slik de er gitt gjennom OED sitt konsesjonsvedtak av 10 mars 2015. Hvordan forutsetningene ivaretas vil komme frem gjennom beskrivelsen av de ulike anleggsdelene og gjengis i en sammenfattet form i kapittel 8 Ivaretagelse av forutsetninger- oppsummering.

Søknad om konsekvensklasse for gitt alternativ er sendt over til NVE, som vil behandle denne søknaden samtidig med behandling av tekniske plan for dam og vannveg. Parallelt vil NVE sitt miljøtilsyn behandle plan for landskap og miljø.

Forholdet til andre lovverk:

Energilova

Tiltakshaver er selv ansvarlig for at avtale om nettilknytning er på plass før byggestart. NVE vil ikke behandle detaljplaner før tiltakshaver har dokumentert at det er tilgjengelig kapasitet og at kostnadsfordelinga er avklart. For dokumentasjon se vedlegg 8 (Nettilknytting).

Plan og bygningslova

Forholdet til plan- og bygningslova må avklares med kommunen før tiltaket kan settes i verk.

Forurensningsloven

Det må gjøres nødvendige avklaringer og ved behov søkes Fylkesmannen etter forurensningslova i anleggs- og driftsfasen.

Kulturminneloven

Utbygger må ta den nødvendige kontakten med fylkeskommunen for å klarere forholdet til kulturminneloven § 9 før innsending av detaljplan». Se mer om kulturminner i kapittel 2.2.6 Kulturminner.

Vannressurslova

Utfordringene er stort sett knyttet til opp- og nedvandring av fisk gjennom fiskepassasjene (fisketrapp, flomluker og øvrig overskuddsvann over damkrona. Det forutsettes *at tiltaket sørger for sikker toveis fiskepassasje etter skisserte løsninger i Sintef-rapporten (Fjeldstad et al 2015). Detaljplanlegging av avbøtende tiltak skal gjøres i samråd med høy fiskefaglig kompetanse og godkjennes av NVE under detaljplanleggingen.* Med hensyn til opp og nedvandring samt elva sin verdi som lokalt landskapselement skal det sleppes en minstevannføring på 10 m³/s i perioden 1. mai - 30. september, og 3,5 m³/s resten av året. Minstevannføringa skal fordeles mellom fiskepassasjer, fisketrapp og foss. En tverrfaglig rapport gjeldende minstevannsarrangement og produksjon ble oversendt NVE i februar 2018. Denne var grunnlag for diskusjon under et avklaringsmøte avholdt hos NVE i juni 2018. Der ble det fastsatt hvilke løsninger og vannføringer som skal inngå i prosjektet, som følger:

- Klappeluke ved inntak, med vannføringsspesifikasjoner
- Luke/overløp ved hovuddam, med vannføringsspesifikasjoner
- Åpninger ved inntakskonstruksjon, med vannføringsspesifikasjoner
- Fisketrapp, med vannføringsspesifikasjoner

Øvrige forutsetninger:

- Inntaksrist (fiskesperre) skal ha lysåpning påmaksimalt 10 mm. (NVE kan likevel godkjenne opptil 15 mm lysopning dersom det vurderes tilrådeleg)
- Vannhastighet mot inntaksrist skal ikke overstige 40 cm/s. (NVE kan likevel godkjenne vannhastighet opptil 50 cm/s dersom det vurderes tilrådelig)
- Opp- og nedvandring av fisk skal overvåkes. Tekniske løsninger og rutiner for rapportering av observasjoner skal planlegges i samråd med Fylkesmannen og Miljødirektoratet, og endelig godkjennes av NVE.
- Vinkling av inntaksrist, lysåpning på grind foran tunellutløpet, sprenging av berg i fossen, utviding av kulp ved fossefot og inngang til laksetrapp, samt behov for omløpsventil må avklares nærmere av NVE gjennom detaljplangodkjenningen.
- Anleggsarbeidet skal utføres mest mulig skånsomt for fisk.
- Konesjonæren er ansvarleg for å bygge,drifte og holde laksetrappa i god funksjonell stand.

Det skal etableres en måleanordning for registrering av minstevannføring. Tekniske løsning for dokumentasjon av slipp av minstevannføring skal godkjennes av NVE gjennom detaljplanen. Data skal legges fram for NVE på forespørsel og oppbevares så lenge anlegget er i drift.

Ved alle steder med pålegg om minstevannføring skal det settes opp skilt med opplysninger om krav til vannslepp som er lett synlig for allmennheten. NVE skal godkjenne merking, utforming og plassering av skilt.

Start-/stoppkjøring (effektkjøring) av kraftverket skal ikke forekomme. Kraftverket skal kjøres jamt og i takt med tilsiget.

Avbøtende tiltak: Anleggsarbeidet skal gjennomføres så skånsomt som mulig og til tider av året der det gir minst konsekvenser for fisk. I tillegg skal laksetrappa og kraftanlegget utbedres som skissert under 4.3.1.

Veger

- Veger skal bygges i tråd med det som er oppgitt i søknaden, men kan justeres i forbindelse med detaljplan. Det skal legges stor vekt på å bevare trafikktryggheten ved Palmafossen skole.
- Tillatelse til utvidet bruk av avkjørsel fra fv. 307 til kraftverket må avklares med Statens Vegvesen.

For øvrig skal det legges stor vekt på å tilpasse tiltaket til naturlig terreng og landskap. Dersom det ikke er oppgitt spesielle føringer kan mindre endringer godkjennes av NVE som del av detaljplangodkjenningen.

3.2 Arealbruksplan - oversikt



Tegnforklaring:

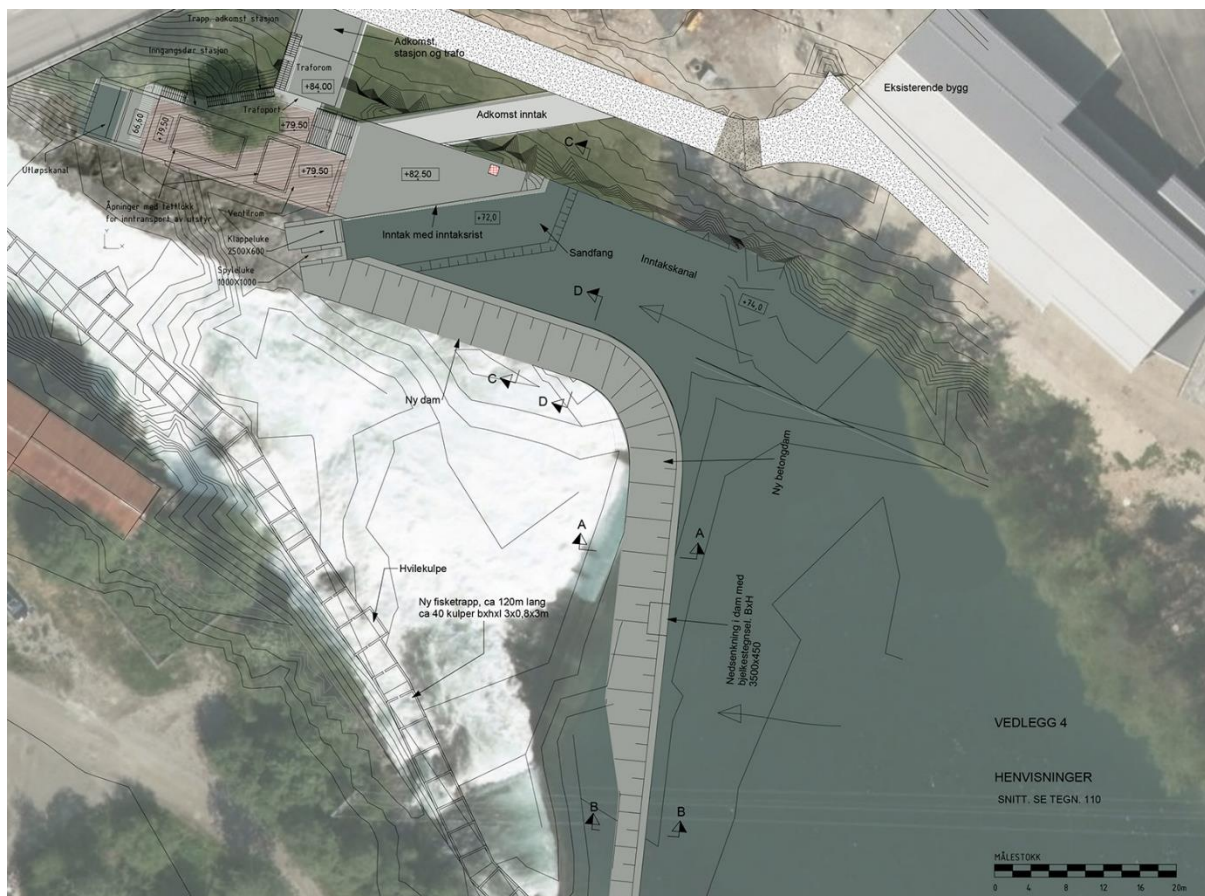
- Brakkerigg
- Parkering
- Byggmateriell
- Avfall, container
- Lager masser
- Oppstilling, maskiner og utstyr
- Stasjonsområde
- Betongkonstruksjon
- Lånt areal av skolen
- Arealbruksgrense
- Eiendomsgrense

MERKNADER:

- 1 Parkering etter avtale for arbeidere på anlegget.
- 2 Lån av areal etter avtale med Palmafossen skole
- 3 Organisering av areal bestemmes av entreprenør
- 4 Voss Energi er gunneier fra markert eiendomsgrense mot elv
- 5 Stasjonsområde
- 6 Betongkonstruksjon

Figur 5 viser arealbruken for Palmafoss kraftverk som for øvrig følger i fullstendig utgave i vedlegg 4.

3.3 Illustrasjonsplan



Figur 6 viser de ulike anleggsdelene med tilhørende høyde. Materialer er holdt i betong med dekke av grus på vegareal og tredekke på nedre platå, over kraftstasjonen. Illustrasjonsplan følger i fullstendig utgave i vedlegg 5.

4 Anleggsdelene

Under planprosessen er det gjort en samlet vurdering av blant annet fotavtrykk, som man vil minimalisere, og et ønske om et helskaplig anlegg. Opprustingen vil innebære bygging av ny dam med beliggenhet som eksisterende dam. Overløpet forlenges betydelig ved at dammen vinkles med elvebredden og utgjør yttersiden av en ny inntakskanal som vil dekke over sårene i svaberget som skyldes eksisterende rørgate. Det forlengte overløpet vil gi en vesentlig bedring av flomforholdene. Det gamle kraftverket vil bli revet og et nytt bygg blir ført opp på omtrent samme sted. Gjennomgående linjer og gjentakende retninger er med på å forenkle det visuelle uttrykket til anlegget som er plassert inn i terrenget med takflater som danner nye uteoppholdssteder. For øvrig har det vært et fokus på å få vandringsforholdene for fisk best mulig, både med hensyn til opp- og nedvandring

4.1 Generelt

Grenser for planlagte inngrep er vist på arealbruksplanen (se vedlegg 4). Planen viser avgrensning for både permanente og midlertidige inngrep. Arbeider og inngrep skal holdes til et minimum og foregå innenfor arealbruksgrensen.

Det er viktig å gå gjennom prinsipper for landskapsarbeider ved oppstart. Helst på stedet med entreprenør som skal utføre arbeidet.

Generelt gjelder at på anleggsområder der det er organisk toppsjikt som kan benyttes til revegetering, skal dette tas av og legges til side før arbeidene starter. Massene skal lagres nær områdene de tas ut fra. For å unngå kompaktering skal massene plasseres i ranker med maks høyde 2 meter. For kortere tids deponering kan rankene legges med en høyde på opptil 4 meter. Ulike massetyper skal ikke blandes ved mellomlagring.

Etter endt anleggsarbeid skal massene legges tilbake der det er naturlig. Massene skal tilpasses tilstøtende terreng og vegetasjon, og vil legge til rette for en god og rask istandsetting av området med naturlig revegetering. Toppsjiktet skal fordeles jevnt og løst utover der det legges tilbake, og skal ikke komprimeres.

Der arbeidene berører elveløpet skal steiner tas til side og mellomlagres. Steinene legges tilbake mot konstruksjonene for å skape en forankring, kamuflering og naturlikt uttrykk.

Etter endt anleggsarbeid skal massene legges tilbake der det er naturlig å legge til rette for naturlig revegetering. Det er ikke gjort grunnundersøkelser i området. Det er derfor usikkerheter om dybde av toppsjikt som kan benyttes til tilbakeføring. Men det skal i hovedsak bare legges tilbake toppsjikt der det var toppsjikt tidligere og der det er naturlig.

Tykkelsen på toppsjiktet skal være:

- Omlag 20 cm der det antas at området vil revegeteres med gress.
- Minimum 30 cm der det antas at området vil revegeteres med busker og små trær avhengig av hvor mye masser som er tilgjengelig.

Etter endt anleggsfase skal alle midlertidige inngrep fjernes og områdene skal tilbakeføres så godt som mulig til slik de var før inngrepet. Tilbakeføringen skal utføres med gode overganger både i utforming, materialer, utstrekning og nivå.

For naturlig revegetering forventes det at arealene er begrodd i løpet av de 3 første årene. Hvis ikke skal det følges opp og eventuelt tilsås med stedstilpasset frøblanding fra NIBIO.

I sidebratt terreng må erosjonsfare og eventuell følge av dette vurderes. Dersom risiko for erosjon ses som betydelig anbefales det å sprøyteså med stedstilpasset frøblanding for å fremskynde revegetering for raskere forankring av jorda.

4.2 Utforming

For å få til et visuelt godt anlegg, med best mulig landskapstilpasning, må man vurdere omfanget av de samla inngrepene, med dette eksisterende som nye inngrep og konstruksjoner samt eventuell virkning av sanering av tidligere konstruksjoner. Inn i regnskapet går og dagens verdi av nye areal som må tas i bruk.

Kriteriene for god funksjonell utforming med hensyn til fisk samt vannmengde for respektive slipp har sammen med kravet om et flomoverløp som håndterer en Q500 flom, vært styrende for utformingen.

I tillegg er tilpassing i forhold til de kulturhistoriske kvalitetene i området ivaretatt.

4.2.1 Adkomst

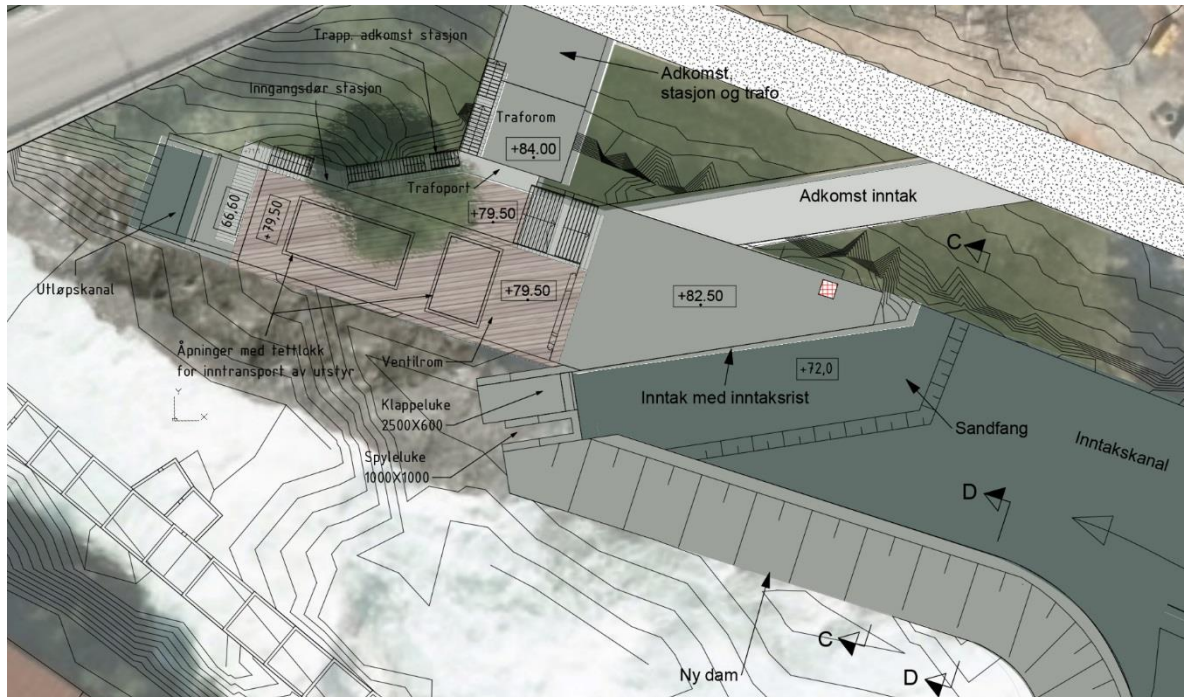
Eksisterende adkomst for kjøretøy benyttes både i anleggs- og driftsfase. Fortau og fotgjengerovergang blir lagt om permanent før byggefase, for å sikre trygg skoleveg forbi tiltaksområdet.

4.2.2 Kraftstasjon

Gjennom planprosessen har man sett på ulike løsninger for å ta vare på eksisterende kraftstasjon. Ut fra en samla vurdering av blant annet samla fotavtrykk, et helskaplig anlegg og eksisterende kraftstasjon sin tilstand, ble det bestemt at eksisterende kraftstasjon rives og en ny settes opp på samme sted. Det vil ikke bli behov for omløpsventil da kraftstasjonen ligger rett ved dam og klappeluke og vannet ved stans umiddelbart vil ledes over klappeluke og dam og ut i elva.



Figur 7 viser at en plassering av ny kraftstasjon vest for eksisterende kommer i konflikt med brua langs fv. 307. Om man velger å beholde eksisterende kraftstasjon må nytt bygg i tilfelle legges til kraftstasjonens østside. Dette vil gi et nytt stort bygg tett på det gamle, noe som er utfordrende både under bygging og i forhold til det å få til en god helhet. I tillegg vil man sitte igjen med et langt større bygningsvolum enn man har behov for.



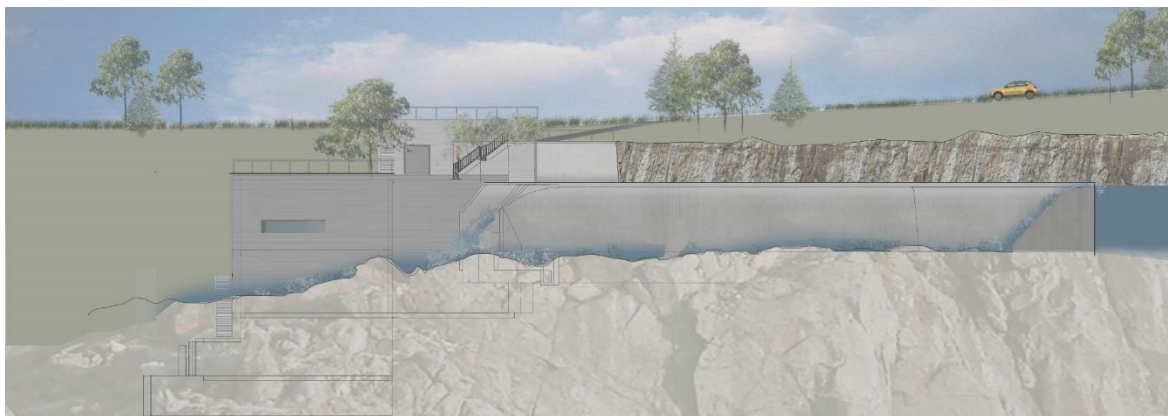
Figur 8 viser plantegning for kraftstasjon med trafo og indre deler av inntakskanal med tiltak som fremmer nedvandring for fisk.

Ny kraftstasjonen er vinkla slik at den ligger i forlengelsen av eksisterende utløpskanal og parallelt med nedre del av damveggen, med en mindre forskyvning i forhold til denne, som følge av bruddet der klappeluka er plassert i forlenginga av inntaket. Dette gir en ryddig struktur.

Taket til kraftstasjonen ligger på kote +79,5 mens nivået ved inntakskonstruksjonen ligger på kote +82,5 og vil med det utgjøre et flomvern i forhold til kraftstasjonen. Sammen utgjør disse et nytt uteoppholdsrom med fin nærhet til elva.

Traforommet er plassert inn i den øvre delen av skråningen, parallelt med kraftstasjonen, med inngang fra uterommet på kote +79,5. Parkeringsarealet er lagt til taket på koblingsanlegget, som flukter med høyde veg på kote +84, med rom for oppstilling av kran. Adkomst skjer via trapper. Vest for trafostasjonen fører en smalere, brattere trapp ned til inngang trafo, videre vinkles den med samme retning som inntaksristen ned til inngang kraftstasjon og runder til sist fasaden og følger sørlig fasade ned mot areal for manøvrering av bjelkestengsel. En breiere og noe slakere trapp øst for trafo utgjør hovedadkomst til anlegget. Denne trappen vil også egne seg til samling av større grupper, eksempelvis skoleklasser, for informasjonsdeling.

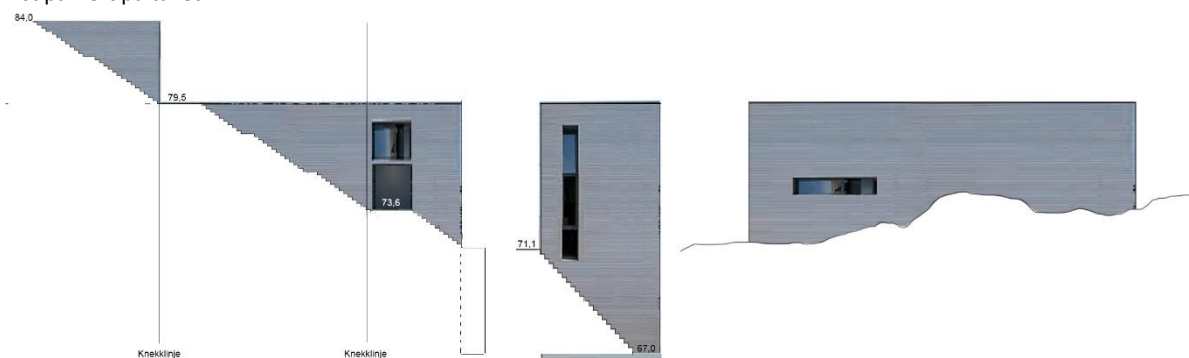
Taket på kraftstasjonen vil ha et tredekke der lokk på åpninger for innføring av utstyr integreres i dekket og flukter med dette. Tredekket vil utvides til også å dekke arealet mellom kraftstasjon og trafo, avgrenset av trappene mot øst og vest. Dette gir rom for vegetasjon som vil være med å tone ned anlegget og gi det et frodigere preg.



Figur 9 viser oppriss A-A, sett inn mot anlegget fra sør.



Figur 10 Snitt B-B viser kraftstasjonen og trafo fra vest mot øst og hvordan anlegget er arbeidet inn i terrenget. er bilen er vist parkert på taket.



Figur 11 viser forslag til fasade for kraftstasjonsbygget, med fasade mot nord/vest til venstre, fasade mot vest i midten og fasade mot sør til høyre. Et langsmalt, stående vindu på fasade vest gir lys til trapperommet. På fasade sør gir et langsmalt liggende vindu fint utsyn mot elva og dammen, mens et kvadratisk vindu over døra på fasade nord sørger for gjennomgående lys. Betongen har struktur av liggende panel, som vil være med på å ta ned den visuelle høyden på bygget.

Detaljtegninger for fasade og trappeanlegg utarbeides i samråd med arkitekt/ landskapsarkitekt.

4.2.3 Inntakskanal

Inntakskanalen er lagt inn mot nordre skråning, der indre vegg er lagt på terreng langs kote +82,5, den same høyden som man har på topp inntak. Kanalen har en bredde på 13,5m i bunn, og har med det god plass for den skråstilte varegrinda. Konstruksjonen vil dekke over dagens inngrep i svaberget samtidig som mest mulig av uberørt svaberg fortsetter å være nettopp det.

Med relativt god bredde og god forankring inn mot terrenget blir konstruksjonen mindre ruvende og vannspeilet vil oppleves som et positivt landskapselement.



Figur 12 viser oppriss C-C sett mot vest, i enden av inntakskanalen. Gode overganger mellom ulike konstruksjoner med aktiv bruk av terrenget for god forankring og tilpassing gjør et stor anlegg relativt lite fremtredende.

Virkning for fisk

Varegrind som sperreanordning for nedvandrende fisk

Dersom varegrinder skal fungere som en effektiv barriere for nedvandrende fiskearter må lysåpningen mellom spilene (elementene) i grinda være mindre enn fiskens bredde (vertikalstilte spiler) eller kroppshøyde (horisontalstilte spiler). Som en tommelfingerregel er bredden hos laksefisk om lag 8-12 % av fiskens totale lengde, mens kroppshøyden er anslagsvis ca 20 % av totallengden. Dette innebærer at man må kjenne til størrelsesfordelingen hos fisk som vandrer i elvesystemet, noe som er godt dokumentert for smolt. Dimensjoneringen av varegrindas lysåpninger må ta utgangspunkt i de minste smoltstørrelsene som er kjent. Vanligvis vil lysåpninger som er i henhold til ovenfor nevnte forhold til fiskens lengde eller bredde være tilstrekkelig for å hindre at fisk passerer gjennom varegrinda, men noe fisk vil likevel kunne sette seg fast i lysåpningene. Generelt anbefales derfor lysåpninger som er noe underdimensjonert (Larinier & Travade 2002). For å unngå seleksjon på fiskestørrelse bør lysåpningene derfor være såpass finmaskede at de fungerer som barriere for hele den vandrende delen av bestanden. Dersom dødeligheten blir skjevt fordelt som følge av at den småvokste fraksjonen av bestanden dør hyppigere etter turbinpassasje induseres en størrelsesseleksjon hos vandrende fisk. En forutsetning for at slik seleksjon skal oppstå, er tilgangen til alternativ nedvandringsvei. I dette

tilfellet vil klappeluka sørge for at nedvandrende fisk kommer raskt innenfor deteksjonsområdet (visuelt og hydraulisk) til den utgående strømmen over klappeluka.

Vannstrømmen i forkant av varegrinda bør ideelt sett være skråstilt i forhold til varegrindas normalvektor. Dersom den likevel faller perpendikulært mot varegrinda må den være betydelig lavere enn den aktuelle artens (og fiskestørrelsens) normale svømmehastighet. Dette vil tillate fisken å gjennomføre søk på tvers av strømmene etter alternative nedvandringsveier. Fisk som utmattes under dette søket kan også kile seg fast mellom to elementer på varegrinda og dø av respirasjonsproblemer eller andre skader (Calles et al. 2010). Vanligvis måles maksverdien for den anbefalte perpendikulære vannhastigheten (APV) om lag 10 cm foran varegrinda, og beregnes med følgende formel (etter Videler 1993);

$$APV = 0,15 + 2,4KL \quad (KL = \text{fiskens kroppslengde målt i m})$$

For laks og ørret har denne beregningsmetoden gitt anbefalte maksverdier på 15 cm/s for fisk under 6 cm og 50 cm/s for smolt mellom 15 og 20 cm (Aitken et al. 1966; Clay 1995; ASCE 1995). Vannhastigheter over 50 cm/s anbefales generelt aldri dersom det vandrer fisk forbi kraftverket (Larinier & Travade 2002). Ved Palmafoss vil vannhastigheten foran varegrinda være 40 cm/s ved full driftsbelastning, og er derfor innenfor internasjonale anbefalinger.

Klappeluka som alternativ vandringsrute for nedvandrende fisk

Vannveier som slipper overflatevann, som for eksempel klappeluker, tømmerrenner og isluker er regnet som godt egnede alternative vandringsveier for nedvandrende fisk forbi kraftverk (Johnson & Dauble 2006), og er relativt trygge fordi de ikke har mekaniske konstruksjoner som kan skade fisken (Larinier & Travade 2002). Slike vannveier fungerer ofte som gode alternativer for nedvandrende fisk under følgende forutsetninger: 1) de bør være lokalisert svært nær varegrinda foran turbininntaket (Larinier & Travade 1999; Gosset et al. 2005) og at det bør slippes overflatevann i den tiden det er vandringsvillig fisk foran turbininntaket (Larinier et al. 2002; Arnekleiv et al. 2007; Kraabøl et al. 2008). Begge disse forholdene er godt ivaretatt i den planlagte løsningen ved Palmafoss kraftverk.

Nedvandrende fisk som slipper seg over luker med overflatetapping kan imidlertid påføres skader og økt dødelighet dersom forholdene er ugunstige. Fritt fall av fisk gjennom lufta kan gi fallhastigheter som dreper all fisk når de treffer vannflata i undervannet nedenfor dammen. Grenseverdien for skader på øyne, gjeller og indre organer ved fritt fall er 15-16 m/s. Denne kritiske hastigheten oppnås etter fall på 30-40 meter for fisk i lengdeintervallet 15-18 cm, mens større fisk over 60 cm oppnår denne skadelige fallhastigheten allerede etter 13 meter (Bell & Delacy 1972). Vannsøylen som slippes over lukekanter oppnår den skadelige hastigheten på 15-16 m/s etter 13 meter med fritt fall. Den anbefalte maksimale fritt-fall-høyden for fisk som slipper seg utfor overflateluker er derfor 13 meter, og helst under 10 meter, uavhengig av om fisken faller utenfor eller innenfor vannsøylen. Forholdene ved Palmafoss kraftverk ligger godt innenfor disse faregrensene. Det bør imidlertid foretas en sprengning/pigging av oppstikkende bergknauser som kan komme i fysisk kontakt med nedvandrende fisk nedstrøms klappeluka.

Foran det nye inntaket er det planlagt en horisontal-spila β -rist som er vinklet 30° i forhold til vannstrømmen. Vannhastigheten gjennom rista vil være 0,4 m³/s ved full driftsbelastning (full slukeevne). Rista vil ha horisontale spiler med en lysåpning på 12 mm mellom ristene. Når spilene er lagt i horisontalplanet er det fiskens kroppshøyde, og ikke bredde, som er avgjørende for passasjemuligheter gjennom lysåpningene mellom spilene. En åpning på 12 mm vil derfor gi en

fullstendig sperrefunksjon for de minste lakse- og sjøørretsmoltene, mens sperrefunksjonen hadde blitt noe redusert ved vertikalstilte spiler i varegrinda.

Fisken vil med dette bli leda langsetter rista og direkte bort til en klappeluke som ligger i forlengelsen av inntaksveggen. Dette antas å være en stor forbedring for fiskens nedvandring i forhold til løsningen som er skissert i forprosjektet. Klappeluka vil gi en betydelig attraksjonsvannføring sammenlignet med rørsystemer med lavere dreneringskapasitet, og den er plassert helt i tråd med internasjonale anbefalinger (Lariniere & Travade 2002). Med denne løsningen vil rørsystemer bli overflødige og er derfor tatt ut av planene.

4.2.4 Dam

Det var et ønske at nytt anlegg skulle ivareta flomsituasjoner betydelig bedre enn dagens anlegg. Flomberegningene viser en vesentlig mindre flomstigning med ny dam i forhold til det gamle flomoverløpet og at anlegget kan håndtere en Q500 flom.

Tidligere er det vurdert å bygge et labyrintoverløp for å tilfredsstille dette. Et labyrintoverløp blir gjerne opplevd som en bastant konstruksjon med kompliserte former som fort virker ruvende i landskapsbildet.



Figur 13 viser et mindre labyrintoverløp ved Savalen sett fra oppstrøms side, der konstruksjonen gjør seg mindre gjeldende, men likevel blir et blikkfang.

Som et alternativ til et labyrintoverløp er dammen lagt med en noe rotert vinkel på elveløpet før den vinkles av og ligger parallelt med nordre elvebredd, der den utgjør ytre vegg til inntakskanalen. Slik oppnår man tilstrekkelig lengde på dammen (ca. 100m) samtidig som man opprettholder dammen som et rolig bakteppe som lar fossen komme til sin rett. Høyden på dammen legges noe høyere, på kote +78,70, parallelt med elvebredden slik at vannstrømmen ved lågere vannføringer blir konsentrert langs den delen av dammen som ligger på tvers av elva, på kote +78,6. Konstruksjonen langsmed elva vil slik tre i kraft som overløp først ved større vannmengder.

Med det grepet som er gjort i forhold til vannkonsentrasjon og utforming står man igjen med et damanlegg som har noen av de samme visuelle fordelene som eksisterende dam, samtidig som man ivaretar den flomdempende effekten til et labyrintoverløp.

Virkning for fisk

Den nye damløsningen har et lengre overløp og en endring i inntakets konfigurasjon. Endringene som er knyttet til overløpsdammen blir vurdert som uproblematisk i forhold til nedvandring av smolt og vinterstøing av laks, samt voksen ål på utvandring. Økt lengde på overløpet vil medføre at vannsøylen over damkrona blir lågere sammenlignet med en kortere dam. Strømmen vil ved normal vannføring, mindre enn 40 m³/s, lede fisken tydelig mot henholdsvis inntakskanal eller fisketrapp. Først ved flomsituasjoner antas fisken å trekke mot damkrona. I flomsituasjoner vil vannsøylen over dammen være stor nok til at fisken kan ta seg trygt over damkrona. Som ein kan sjå av årsmiddel for vannstandvariasjoner i Palmafossen, varierer vannføringen mellom 40 - 100 m³/s i perioden april - juli. Det forventes derfor at mesteparten av smolt vil følge over damkrona i forbindelse med snøsmeltinga i utvandringsperioden. Det er likevel planlagt et overløp med 3,5 m bredde og 45 cm høyde og en kapasitet på 1,5 m³ /s. Denne vil primært sikre en viss vannføring i Palmafossen. Det etableres et bjelkestengsel ved overløpet slik at det kan stenges vinterstid.

Berg i fossen vil pigges og renskes nedstrøms dammen for å redusere faren for slagskader ved nedvandring. Tilsvarende vil elveløpet bli renska og noe utvida nedstrøms turbinutløpet for å bedre oppvandring, samtidig som kontroll med vannivå bedres og kapasiteten på flomavledning økes.

4.3 Arrangement for fiskevandring og minstevannslipp.

Det slippes en minstevannføring på 10 m³/s i perioden 1. mai - 30. september, og 3,5 m³/s resten av året. Minstevannføringa skal fordeles mellom fiskepassasjer og fisketrapp.

4.3.1 Fisketrapp

Fallgradienten i fiskepassasjer for oppvandrende fisk er derfor en avgjørende faktor fordi den i stor grad bestemmer vannhastigheten. Den vanligste fallgradienten i kulpetrapper for laksefisk varierer mellom 1:4 og 1:9. Fallhøyden mellom kulpene i laksetrapper er gjerne 30 cm, og vannhastigheten mellom kulpene er gjerne 2,4 m/s eller høyere (Mallen-Cooper 1989; 1999; Clay 1995). Fisketrappens fallgradient og utforming er også avgjørende for dannelsen av turbulens i trappekulpene. Turbulens skapes av energien i det innfallende vannet i hver kulp, samt hvilke muligheter kulpene gir for absorpsjon av denne energien. Denne fallenergien betegnes som energifordelingsfaktor (EFF) og måles som Watt pr. m³. For laksefisk anbefales om lag 200 W/m³ (Bell 1973).

Fisketrappa skal først og fremst fungere for oppvandring av fisk, men den kan også få en viss betydning for nedvandringen. Antatt nødvendig vannføring i trappa er ca. 1 m³/s. Planlagt vannføring i trappa er satt til Q₂ = 1,5 m³/s året rundt. Måling av sluppet vannføring blir gjort ved at en av kulpene blir utstyrt med nivåmåler. Vannføringen kan beregnes ved konvensjonell spalteberegning. Målingen vil skje i en av hvilekulpene der strømningsforholdene er best kontrollert. Det er ønskelig å kunne justere vannføringen i trappa for å optimalisere virkningsgraden for alle størrelsesgrupper av laks og sjøaure. Det er spesielt småvokst sjøaure som kan dra fordel av redusert vannføring i trappa i oppgangsperioden.. Dette kan gjøres ved å regulere innløpet sitt tverrsnittareal.

Trasevalget for fisketrappa er som for eksisterende. En tidligere alternativ plassering på motsett side, med trase inntil kraftverket, har utgått som følge av ny infrastruktur mellom bilvegen og kraftverket.



Figur 14 viser henholdsvis eksisterende situasjon til vestre og vandringsvei med parallelt løp i midten. For å beholde vannspeilene oppe i dagen må vandringsvegen med parallelt løp bukte seg oppover trappa. Siden retningsendringer gjør vandringen vanskeligere vil en slik trapp bli lite funksjonell. Eksisterende trapp er derfor tenkt forlenga både på oppstrøms og nedstrøms side, som vist til høyre.

Ny fisketrapp blir etablert som en utbedring og utvidelse av eksisterende trapp. For å få en trapp med hensiktsmessig stigning må lengden på eksisterende trapp økes betraktelig. Ut fra funksjonelle forhold er man tjent med å bygge på eksisterende trapp både oppstrøms og nedstrøms, for slik å kunne redusere spranghøgda i det enkelte kammer.

Det er planlagt å beholde et innhopp på samme sted som dagens, tilpasset ny høyde i trappa. Et nytt innhopp etableres naturlig ved ny inngang i forlengelsen av trappa i nedstrøms ende. Utbedringer i de gamle trappekulpene vil skje i samsvar med beskrivelsen i Sintefrapporten. Trappa vil bli utforma som en vertikalspaltetrapp, som er lettere fremkommelig enn en horisontalspaltetrapp, spesielt for de mindre fiskene. Trappa kan unntaksvis komme til å få noen horisontalspaltekulper om det må til for å ta opp nødvendig høyde i området ved dagens innhopp.

Trappas innhopp like nedstrøms turbinutløpet vil bli plassert der dette er hydraulisk mest gunstig. Det vil derfor bli gjennomført hydrauliske vurderinger av strøm- og turbulensforhold ved ulike totalvannføringer, samt fordeling av vann mellom drift og forbi-slipp. Det kan ikke påregnes at de hydrauliske forholdene er tilfredsstillende ved enhver vannføring, men det bør legges til rette for at det oppstår gunstige dagstandplasser for laks og sjørret ved innhoppet ved lave og middels store vannføringer.

De moderne tekniske løsningene på fiskepassasjene vil kunne medføre at kraftstasjonen blir brukt i undervisningssammenheng. I samarbeid med Voss Klekkeri vil man ved opprusting av fisketrappa vurdere montering av overvåkningskamera i trappa, som kan nyttes i forvaltningen (bestandsovervåking) og eventuelt som et opplevelsestilbud for publikum som besøker kraftstasjonen.

Plan for overvåking av fiskevandring vil utarbeides i samråd med fiskefaglig kompetansemiljø og FMH, samt at dette skal endelig godkjennes av NVE. Dette vil inkludere kamera ved inntaksrist.

4.3.2 Klappeluke

Nedstrøms passasje av fisketrapper, damluker og terskler kan skade fiskene i form av friksjonssår, øyeskader, blødninger og i verste fall dødsfall (Bell & DeLacy 1972). Telemetristudier har også vist at fisk kan opptre nølende og unnvikende ved slike nedstrøms passasjer (Kynard & Buerkett 1997; Aarestrup & Koed 1998; Jepsen et al. 1998; Haro et al. 2000; Behrmann-Godel & Eckmann 2003; Arnekleiv et al. 2007). Til en viss grad har denne nølingen vist seg å være relatert til utformingen av terskelens øvre strukturer (O'Connor et al. 2006). Nølende nedvandring over terskler er satt i sammenheng med flere fysiske forhold som varierer med konstruksjonen av tersklene og øvrige omgivelser. Raskt akselererende vannhastighet, skarpe kontraster mellom lys og mørke, minkende areal og vannvannvolum i kombinasjon med akselererende vannhastighet, visuelle oppfatninger av terskelen hos fisk og trykk- og lydbølger som genereres av tekniske innretninger ved passasjepunktet er forhold som kan medvirke til nøling hos nedvandrende fisk (Haro et al. 1998; Coutant & Whitney 2000; Behrmann-Godel & Eckmann 2003). Avbøtende tiltak for lakse- og sjøørretsmolt kan i denne sammenheng være økt vannføring, lysmanipulering og redusert turbulens ved terskelen (Haro et al. 1998). Videre har det vist seg at avrundete og jevne terskeltopper gir lavere grad av nøling enn skarpe og kantede utforminger (Haro et al. 1998). Ved Palmafoss bygges klappeluka etter disse spesifikasjoner, og det er fullt mulig å gjennomføre senere tilpasninger ved behov. Konstruksjonen gir rom for senere tilpasninger av de ovennevnte forhold.

For å gi nedvandringmulighet for smolt og utgytt voksenfisk som samler seg ved inntaksrista blir det installert ei klappeluke. Her vil det bli sluppet 7 m³/s i sommerhalvåret og 2 m³ om vinteren. Luka vil bli operert fra kontrollrommet. Vannføringen blir beregnet teoretisk ut fra vannstand i dam. Klappeluka er prosjektert med 2,5 m bredde og 1,6 m høyde, med plassering i forlengelsen av inntaksveggen. Dette gir gode marginer for nødvendig vannsøyle over lukekanten og en naturlig, optimal nedvandningsrute for laks og sjøørret (smolt og voksen fisk), samt ål. Videre etableres det en vegg som skrår fra klappeluke ned til bunn inntaksdam, langsmed damveggen, for å få eventuell ål opp og ut gjennom samme klappeluka. Samlet sett vil derfor klappeluka og tilhørende arrangement kunne fungere for alle mållartene som er relevante for Raundalselvas nedre deler. Det legges vekt på muligheter for tekniske justeringer på senere tidspunkt.

4.3.3 Flomvoll

Det etableres en flomvoll på sørsida av elva, oppstrøms dammen. Utsprengte masse ifbm kanal og kraftstasjon skal danner kjernen i planlagt flomvoll. Flomvollen vil ha en overhøgde på 1m i forhold til eksisterende terreng. Vollen arronderes med naturlig tilslutning til terreng inn mot bebyggelse og plastres med stor stein inn mot elva.

4.4 Samla vurdering



Figur 15 Sett fra elveleie oppstrøms dam på sørsida av elva, henholdsvis eksisterende situasjon øverst og planlagt ny situasjon nederst.

Med fokus på terrengtilpassing har man landet på en enkel løsning der terrenget er dratt ned mot og over konstruksjonene. Høyden på ulike konstruksjoner glir over i hverandre og forenkler det totale visuelle bildet. Svaene ned mot elva blir sett på som en fin kvalitet og det er lagt vekt på å holde disse mest mulig intakt. De nye inngrepene dekker samtidig over tidligere inngrep og anlegget står frem med en hevet standard. Den gamle saga på motsatt side av elva trer bedre frem, mens det nye uteoppholdsrommet gjør at man kan komme ned til elva der anlegga kan betraktes fra et nytt og spennende standpunkt.

Etter vår vurdering vil oppgraderinga av Palmafossen kraftverk ikke bare bedre forholdene for fisk, både med hensyn til opp og nedvandring, men også rydde opp i et område der utviklingen til nå har skjedd noe tilfeldig og av og til med et uheldig visuelt resultat. De kulturelle verdiene i området blir ivaretatt og framheva ved å tone ned nye inngrep og utbyggingen vil ha positive konsekvenser for kulturmiljøet i området. Tiltaket viderefører en lang tradisjon med utnytting av vannressursene med et tidsriktig fokus på miljø, estetikk og opplevelse.

Det vil bli arbeidet videre med et lyssettingsprogram som vil bidra til å gjøre anlegget til et positivt element i et mørklagt landskap.

4.5 Riggområder

Det er satt av ca. 1400m² til riggområde, inkludert parkeringsbehov, fordelt på område vest for Tjukkebygdevegen, ved kraftstasjonen og på sørsida av elva ved utgangen av fisketrappa. Se arealbruksplan, vedlegg 4

4.6 Masseuttak, deponi og tipp

Deler av massene vil bli brukt i flomvoll på sørsida av elva, oppstrøms dam. Det antas et masseoverskudd på ca. 3500 m³. De av disse massene som ikke benyttes i flomvoll vil bli frakta ut av anlegget til egnet deponi eller mellomlagring. Entreprenør har egen grunn, regulert til næringsformål i nærheten der det kan være aktuelt med midlertidig lagring av massene.

5 Tilknytning til nettet

Det er bekreftet kapasitet for produksjonen for Palmafoss kraftverk i overliggende nett. Tilknytning vil skje via nedgravd kabel til tilknytningspunkt med eksisterende anlegg ca. 150 m lengre oppe i Tjukkebygdevegen (mot nordøst). Se for øvrig avtale, vedlegg 8 Nettilknytning.

6 IK-vassdrag

Det vil bli utarbeidet internkontrollsystem for byggefasen og driftsfasen etter forskriften om IK-vassdrag (FOR 2010-10-28 nr. 1058) og med utgangspunkt i NVE-veileder (nr 2/2013). Dette vil bli utarbeidet før byggestart.

7 Oppfølging og tiltak i anleggs- og driftsfasen

Generelt skal føringer i denne rapporten legges til grunn for alle arbeider som påvirker landskap og miljø med gjennomføringen og driften av Palmafoss kraftverk. For øvrig skal landskapsarkitekt være med på oppstartsbeifaring og bidra i forhold til tilpassing til terreng og revegetering ved behov. Landskapsarkitekt skal også kontaktes om det oppstår uforutsette situasjoner der landskap eller miljø påvirkes utenom det som er beskrevet her.

8 Ivaretagelse av forutsetninger- oppsummering

Det er søkt om konsekvensklasse 1. I tråd med korrespondanse med NVE vil søknaden behandles parallelt med Teknisk plan og Detaljplan for miljø og landskap.

Nettilknytning og tilgjengelig kapasitet er beskrevet med to alternative løsninger i skrevet; Nettilknytning av nye Palmafoss kraftverk, frå Voss Energi Nett AS datert 5.10.2017. (Vedlegg 8)

Plan og bygningsloven

Forholdet til plan- og bygningslova avklares med kommunen før byggestart. De vil få detaljplan for miljø og landskap til info og som underlag for dialog om eventuelle uklarheter, som vil bli avklart før tiltaket settes i verk. Fremgangsmåten er avklart med NVE.

Forureiningsloven

Nødvendige søknader er under utarbeiding av miljøgeologer i Multiconsult.

Kulturminneloven

Utbygger må ta den nødvendige kontakten med fylkeskommunen for å klarere forholdet til kulturminneloven § 9 før innsending av detaljplan».

Rivningen av kraftstasjonen kommer tydelig fram av godkjent konsesjonssøknad. Fylkeskommunen vurderer det at det ikke er behov for en egen rivningssøknad, men ber om at det blir laget en kulturminnedokumentasjon av den gamle kraftstasjonen som en del av kulturmiljøet, og at det samla kulturmiljøet også vert dokumentert.

Vannressurslova

Det vil slippes en minstevannføring på 10 m³/s i perioden 1. mai - 30. september, og 3,5 m³/s resten av året. Minstevannføringa skal fordeles mellom fiskepassasjer, fisketrapp og foss, i tråd med vilkår.

Løsninger og vannføringer som skal inngå i prosjektet er som avklart med NVE i juni 2018:

- Klappeluke ved inntak, med vannføring
Det vil slippes 7 m³/s i sommerhalvåret og 2 m³ om vinteren. Til dette vil buntappeluke ved klappeluka gi muligheter til utspyling.
Luke ved hovuddam, med vannføring
Det vil slippes 1,5 m³ /s i sommerhalvåret. Denne vil primært sikre en viss vannføring i Palmafossen.
Åpninger ved inntakskonstruksjon, med vannføring
Ny inntaksløsning med 8-rist med 30 ° vinkling som ender i klappeluka er en forbedret løsning som gjør åpningene overflødige.
- Fisketrapp, med vannføring
Antatt nødvendig vannføring i trappa er ca. 1 m³/s. Planlagt vannføring i trappa er satt til Q2= 1,5 m³/s året rundt.

- Inntaksrist (fiskesperre) skal ha lysåpning påmaksimalt 10 mm. (NVE kan likevel godkjenne opptil 15 mm lysopning dersom det vurderes tilrådeleg.)

*Rista vil ha horisontale spiler med en lysåpning på 12mm mellom ristene. **

- Vannhastighet mot inntaksrist skal ikke overstige 40 cm/s. (NVE kan likevel godkjenne vannhastighet opptil 50 cm/s dersom det vurderes tilrådelig)

*Vannhastigheten ved rista vil være 40 cm/s. **

* Inntaket er nå planlagt med en horisontal-spila β -rist lagt med 30° vinkling i forhold til vannstrømmen, noe som anses som en bedre løsning enn løsningen med en vertikal- som beskrevet i SINTEF-rapporten (vedlegg 3). Dette medfører at både vannhastighet og spileåpning kan økes samtidig som løsningen forblir bedre enn løsningen med vertikal- spila α -rist med mindre lysåpning og lavere vannhastighet. Løsningen er utarbeidet i samråd med Hans Petter Fjellstad (SINTEF)

- Opp- og nedvandring av fisk skal overvåkes. Tekniske løsninger og rutiner for rapportering av observasjoner skal planlegges i samråd med Fylkesmannen og Miljødirektoratet, og endelig godkjennes av NVE.

Voss Energi AS har opprettet kontakt med Fylkesmannen i Hordaland. Kontaktperson angående fisk er Gry Walle. Fylkesmannen har uttalt at dette kan avklares og bestemmes etter at selve miljøplanen er godkjent. Fylkesmannen og fiskemiljøet (Uni Miljø og Voss Klekkeri) vil involveres i en snarlig og god prosess med å velge riktig utstyr og riktig leverandør. Valg av løsning skal godkjennes av Fylkesmannen, miljødirektoratet og NVE før montering og igangsetting av anlegget.

- Vinkling av inntaksrist, lysåpning på grind foran tunellutløpet, sprenging av berg i fossen, utviding av kulp ved fossefot og inngang til laksetrapp, samt behov for omløpsventil må avklares nærmere av NVE gjennom detaljplangodkjenningen.

Vinkling av inntaksrist og lysåpning på grind er avklart med NVE v/Lars Midttun.

Berg i fossen vil pigges og renskes nedstrøms dammen for å redusere faren for slagskader ved nedvandring. Tilsvarende vil elveløpet bli renska og noe utvida nedstrøms turbinutløpet for å bedre oppvandring

Det er planlagt å beholde et innhopp på samme sted som dagens, tilpasset ny høyde i trappa. Et nytt innhopp etableres naturlig ved ny inngang i forlengelsen av trappa i nedstrøms ende. Innhoppet vil bli plassert der dette er hydraulisk mest gunstig. Utbedringer i de gamle trappekulpene vil skje i samsvar med beskrivelsen i Sintefrapporten. Med unntak for spalteredningen. I SINTEF-rapporten er det beskrevet en horisontalspalte trapp. Det er likevel besluttet å bygge en vertikalspaltetrapp, som er lettere fremkommelig enn en horisontalspaltetrapp, spesielt for de mindre fiskene. Trappa kan unntaksvis komme til å få noen horisontalspaltekulper om det må til for å ta opp nødvendig høyde i området ved dagens innhopp.

Det vil ikke bli behov for omløpsventil da kraftstasjonen ligger rett ved dam og klappeluken og vannet ved stans umiddelbart vil ledes over klappeluken og dam og ut i elva.

- Anleggsarbeidet skal utføres mest mulig skånsomt for fisk.

Grunnet flomforhold i forbindelse med snøsmeltinga fra april til august må hoveddelen av arbeidet i selve elvegjelet skje om vinteren under stabile værforhold og lav vannføring. Det er ikke mulig å lede store vannmasser forbi elvegjelet og samtidig ha trygg og tørr byggegrop under arbeid med utløpskanal, innhopp laksetrapp og opprensning i elvegjelet like nedstrøms utløpskanalen. Man kan være heldig med vannforholdene sensommer og høst, men om høsten vil det være stor risiko forbundet med hurtig vannstigning i elva. Egg og Smolt er mest utsatt for påvirkning om vinteren i forbindelse med låge vannføringer. Arbeidet gjelder imidlertid en sesong og i et mindre avgrensa område. Mye av arbeidet gjelder forbedring av fiskevandring i elvegjelet, slik at fordelene for fisk vurderes større enn ulempene i eit lengre perspektiv.

- Konesjonæren er ansvarleg for å byggje og drifte og holde laksetrappa i god funksjonell stand.

Minstevannsføring

Klappelukavil bli operert fra kontrollrommet og vannføringen blir beregnet teoretisk ut fra vannstand i dam. Klappeluka er prosjektert med 2,5 m bredde og 1,6 m høgde.

Overløpet dimensjoneres med 3,5m bredde og 45 cm høyde og vil da ha en kapasitet på 1,5 m³ /s.

Måling av sluppet vannføring blir gjort ved at en av kulpene blir utstyrt med nivåmåler. Vannføringen kan beregnes ved konvensjonell spalteberegning. Målingen vil skje i en av hvilekulpene der strømningsforholdene er best kontrollert.

Ved alle steder med pålegg om minstevannføring skal det settes opp skilt med opplysninger om krav til vannslepp som er lett synlig for allmennheten. NVE skal godkjenne merking, utforming og plassering av skilt.

Start-/stoppkjøring av kraftverket skal ikke forekomme. Kraftverket skal kjøres jamt og i takt med tilsiget.

Trafikktryggheten ved Palmafossen skole er ivaretatt gjennom omlegging av gangveg, til motsett side av vegen, dette samt tillatelse til utvidet bruk av avkjørsel fra fv. 307 til kraftverket er avklart med Statens Vegvesen.

9 Valg av løsninger for fiskevandring jamfør Sintef rapport TRA7396

Sintef rapport TRA7396; *Opprusting og utviding av Palmafossen kraftverk i Raundalselva i Vossovassdraget* (Fjeldstad et al. 2015) skisserte trygge løsninger for sikker og effektiv toveis vandring hos laks og sjørret forbi konstruksjonene i et nytt Palmafossen kraftverk. Tekniske løsninger for å hindre fisk fra å vandre inn i turbiner er foreløpig lite påaktet i Norge. Forfatterne har benyttet internasjonal litteratur for å beskrive noe av bakgrunnskunnskapen og prinsippene for hvordan en sikker toveis for laksefisk vandring kan utformes i Palmafossen.

Detaljerte løsninger, som de fremstår i *Teknisk plan* og i *Detaljplan for miljø og landskap* for Palmafossen kraftverk har tatt utgangspunkt i de beskrevne prinsippene fra rapport TRA7396 og er videreutvikla i den grad man har sett det formålstjenlig ut fra bedringer av fiskens vandringsmuligheter, eller der man har sett endringer gunstig for kraftverkets funksjonalitet, eller formspråk uten at dette har forringet vandringsløsningene. Det er lagt vekt på å unngå komplekse rørløsninger for nedstrøms fiskepassasje fordi en løsning som involverte klappeluke som nedvandringsvei er mindre komplisert og enklere å sikre funksjonalitet. EN horisontaltstilt varegrind med 12 mm lysåpning mellom spilene er også en vesentlig sikrere teknisk løsning, ettersom forholdet mellom lysåpning og kroppshøyde gir mindre rom for fastkiling og passasje hos de minste fiskene sammenlignet med forholdet mellom lysåpning og kroppsbredde.

I dette kapittelet følger vi i hovedsak prinsippene som beskrevet i SINTEF rapporten og kommenterer ut løsningene som er valgt for anlegget. Der disse avviker fra SINTEF rapporten redegjør vi i tillegg for hvorfor de valgte løsningene blir ansett som tilsvarende eller bedre enn de som er beskrevet i rapporten.

Forskning og tiltak har tidligere vært forbeholdt oppvandring, og turbinpassasje har gjerne vært eneste nedvandringsmulighet i deler av vandringsperioden. Viktigheten av toveis vandring kan illustreres ved at nesten alle arter av ferskvannsfisk er flergangsgytende og derfor trenger å vandre eller forflytte seg nedstrøms i vassdragene til ulike tider i livssyklusen. Denne løsningen for Palmafoss sikrer best mulig passasje for laks, sjøaure og ål (det er for øvrig høyst usikkert om det finnes ål i Raundalselva).

Bruk av finmaskede varegrinder som er tilpasset kroppsstørrelsene på vandrende fisk vil med stor sikkerhet representere en vesentlig reduksjon, eller eliminering, av negative miljøkonsekvenser for vandrende fiskearter. Dette forutsetter at det samtidig opprettes alternative nedvandringsruter i form av overflateluker og vannveier som leder fisk trygt forbi turbinene. Dette er sikret i form av den beskrevne klappeluka.

Følgende forhold må avklares og utformes for å oppnå en god løsning med finrist foran et inntak:

- Spalteåpning mellom spilene
- Finristas areal og vannhastigheter mot rista
- Finristas plassering og helning, enten vertikalt eller horisontalt
- Alternative vandringsveier for fisk og eventuell sikker transport ned forbi dammen

Ut fra tre ulike kilder sier rapporten at den best mulige teknikken er en spalteåpning på 10–13 mm om man ikke kan vise at samme resultat kan oppnås med ei rist med spalteåpning opp til 18 mm, som kan være tilfellet for fisketilpassede, skråstilte rister, fordi den lave helningen da ser ut til å medføre at fisken unnviker risten.

9.1 Konklusjoner fra SINTEF-rapporten

I teksten nedenfor er konklusjonene fra Sintef rapporten nummerert og gjengitt som i rapporten, *svart tekst i kursiv* er utfyllende informasjon fra Sintef rapporten mens *grå tekst i kursiv* besvarer henholdsvis konklusjoner og utfyllende informasjon.

1. Forutsetningen for å sette i drift gyte- og oppvekstområder for laks og sjøørret ovenfor Palmafossen er at fisken kan komme opp til, og oppholde seg i vannmassene ved fossefoten og fiskeinngangen til fisketrappa. Disse forutsetningene er trolig i liten grad til stede under dagens reguleringsforhold. Økt slukeevne i kraftverket kan bedre på dette, ved at det etableres et stillere parti mellom kraftverksutløpet og fossefoten der inngangen til trappa er. En viktig forutsetning for at oppvandringsforholdene skal bedres er at det skapes en tilstrekkelig stor kulp med relativt rolig vann nedstrøms trappeinngangen, og at det installeres en varegrind foran kraftverksutløpet som hindrer oppvandrende fisk i å gå inn i utløpstunnelen. Utforming og plassering av kraftverksutløpet er således viktig.

Trappas innhopp like nedstrøms turbinutløpet vil bli plassert der dette er hydraulisk mest gunstig. Det vil derfor bli gjennomført hydrauliske vurderinger av strøm- og turbulensforhold ved ulike totalvannføringer, samt fordeling av vann mellom drift og forbi-slipp. Det kan ikke påregnes at de hydrauliske forholdene er tilfredsstillende ved enhver vannføring, men det bør legges til rette for at det oppstår gunstige dagstandplasser for laks og sjøørret ved innhoppet ved lave og middels store vannføringer. Elveløpet vil bli renska og noe utvida nedstrøms turbinutløp og trappeinngang for å bedre oppvandring, samtidig som kontroll med vannivå bedres og kapasiteten på flomavledning økes.

Ved drift vil vannstrøm ut fra aggregatet være for stor for at fisk vil gå mot løpehjul. Når aggregatet stanser vil derimot fisk kunne ta seg inn i turbin. Siden løpehjul vil kunne være dykket ved stor vannføring i elv, kan også fisken bli stående mellom skovler ved løpehjul og risikere å bli skadet ved oppstart. Av den grunn er det ønskelig å stenge utløpskanal mot fisk ved stans av aggregatet. Dette gjøres ved at det installeres en grind i utløpskanal. Grinda står i åpen posisjon når anlegget er i drift.

2. Det anslås at vassføringen i fossen ikke bør overstige 15 m³/s i oppvandringsperioden for laks og sjøørret. Oppvandringsmulighetene for laks og sjøørret forbi samløpet mellom utslippet fra kraftverket og fossen kan ivaretas ved at vassføringsforholdet varierer mellom 1:6 og 1:1. Utvidelse av samløpshølen vil være fordelaktig, slik at forholdene for oppholdstid og stimuli fra fossen og trappa blir optimalisert. De naturgitte forholdene er gunstige for dette formålet fordi elvegjelet medfører stor grad av samlokalisering av vannveiene.

Det bør slippes miljøbasert minstevassføring i fossen i oppvandringsperioden om sommeren. En foreløpig vurdering tilsier at vannføringer i foss (og trapp) mellom 5 og 15 m³/s vil gi gunstige oppvandringsforhold.

I utvandringsperioden for smolt, som antas å være mellom 1. mai og 15. juni, bør det alltid slippes minst 1,5 m³/s (5 % av turbinvassføringen) via vandringspassasjene rundt inntaket.

Det slippes en minstevannføring på 10 m³/s i perioden 1. mai - 30. september. Vannføring gjennom klappeluka ledes inn i elva ved inngang til eksisterende trappeløp. Mens nytt innhopp ender opp vis a vis utløpskanalen fra kraftverket. Denne samlokaliseringen av vannveien er positivt, da inngangene ligger der fisken naturlig søker etter en vandringsveg og man unngår missvisende attraksjoner. Dette

samsvarer med konklusjonene i blant annet; Sikker toves vandringsveg forbi vannkraftverk, som sier at inngangen til en fisketrapp, et naturtypisk omløp eller en rampe kan være avgjørende for trappas funksjon og bør plasseres i det området fisken må stanse under vandringshinderet, og generelt inntil en fossefot eller utløpet fra et kraftverk. Behov for utvidelse av samløpene vurderes under bygging.

3. Minstevassføringen i fossen bør kalibreres slik at laks og sjøørret kan vandre opp til foten av Palmafossen og oppholde seg i denne hølen gjennom hele døgnet uten for mye energiforbruk.

Overvåkning vil være grunnlag for kalibrering av vannføring slik at denne kan optimaliseres med hensyn til oppvandring.

4. En ny fisketrapp designet for stor laks og sjøørret bør bygges i samme trase som eksisterende fisketrapp. Dette innebærer at hver enkelt kulp må ha betydelig økt areal og vannvolum. Fallhøyden mellom hver kulp bør ikke overstige 50 cm. En kulpetrapp med både overflate- og bunn tapping mellom hver kulp anbefales for å forbedre oppvandringsforholdene. Trappa bør dimensjoneres for vassføring opp til 1 m³/s. Noen ekstra store kulper bør etableres, og to eller flere fiskeinnganger ved foten av Palmafossen.

Trase for ny fisketrapp er som for eksisterende, der ny trapp blir etablert som en utbedring og utvidelse av eksisterende trapp. For å få en trapp med hensiktsmessig stigning må lengden på eksisterende trapp økes betraktelig. Ut fra funksjonelle forhold er man tjent med å bygge på eksisterende trapp både oppstrøms og nedstrøms, for slik å kunne redusere spranghøgda i det enkelte kammer. Trappa vil bli utforma som en vertikalspaltetrapp, som er lettere fremkommelig enn en horisontalspaltetrapp, spesielt for mindre svømmesterke arter og aldersklasser. Trappa kan unntaksvis komme til å få noen horisontalspaltekulper om det må til for å ta opp nødvendig høyde i området ved dagens innhopp. Planlagt vannføring i trappa er satt til Q₂= 1,5 m³/s året rundt.

Type tiltak	Laks	Resident Ørret	Harr	Gulåt ³⁾	Glassål
Andre arter/økotyper	Sjøørret, storørret	Røye	Sik, stam, mort, gullbust, lake, asp	Brasme, sørv, abbor, gjedde, gjørs	
Fjerning av barrieren	godt egnet	godt egnet	godt egnet	godt egnet	godt egnet
Naturtypiske ramper og celleterskler	godt egnet	godt egnet	godt egnet	godt egnet	godt egnet
Naturtypiske sideløp	godt egnet	godt egnet	godt egnet	godt egnet	godt egnet
Spaltetrapper	godt egnet	godt egnet	godt egnet	godt egnet	Ikke egnet
Kulpetrapp	godt egnet	delvis egnet	delvis egnet	ikke egnet	ikke egnet
Kulpetrapp med bunnutsporing	godt egnet	delvis egnet	delvis egnet	delvis egnet	Ikke egnet
Deniltrapp	delvis egnet	delvis egnet	Ikke egnet	ikke egnet	ikke egnet

Figur 16 viser egnethet til ulike trapper for ulike arter. (Fra Sikker toves vandringsveg forbi vannkraftverk, vedlegg 9).

Fiskeinngangen til dagens fisketrapp er gunstig plassert under forutsetning av at vassføringen i fossen reduseres til 5-15 m³/s i oppvandringsseongen (1. juni-1. september).

Det slippes en minstevannføring på 10 m³/s i perioden 1. mai - 30. september.

Som tilfellet er ved dagens trapp kan det legges til rette for to eller flere innganger som kan betjene ulike vassføringer og vannstandsnivåer. Ved tilrettelegging av trappas inngang bør den nederste kulpen lages ekstra stor i forhold til de øvrige kulpene. Det kan også med fordel lages en eller flere større kulper oppover i trappa som gir rom for hvile under oppvandring.

Det er planlagt å beholde et innhopp på samme sted som dagens, tilpasset ny høyde i trappa. Et nytt innhopp etableres naturlig ved ny inngang i forlengelsen av trappa i nedstrøms ende. Måling av sluppet vannføring blir gjort ved at en av kulpene blir utstyrt med nivåmåler. Vannføringen kan beregnes ved konvensjonell spalteberegning. Målingen vil skje i en av hvilekulpene der strømningsforholdene er best kontrollert. Det er ønskelig å kunne justere vannføringen i trappa for å oppnå ønska fiskevandring. Dette kan gjøres ved å regulere innløpet sitt tverrsnittareal.

Vanninntaket (fiskens utgang til ovenforliggende elvestrekning) er i dag lokalisert på motsatt side av turbininntaket (gjelder alle skisserte alternativ). Dette er fordelaktig fordi det reduserer faren for at utmattet fisk blir trukket inn mot den finmaskede varegrinda. I tillegg er det fordelaktig at vanninntaket ligger langt unna flomløp, slik at ufrivillig nedvandring hos fisk som har passert fisketrappa unngås.

Vanninntaket til ny fisketrapp vil være lokalisert på motsatt side av turbininntaket.

5. Nedvandringmulighetene for laks, sjøørret og ål ivaretas ved å etablere et nytt damanlegg med moderne miljødesign som er tilpasset internasjonalt kjente forutsetninger for trygg nedvandring både hos smolt og voksne individer. Dette gjøres ved å etablere spesialdesignede luker som både tapper overflatevann (laks og sjøørret) og bunnvann (ål) i umiddelbar nærhet av turbininntaket.

Utgytt fisk kan vandre ned i to puljer gjennom året, både kort tid etter gyting (fra anslagsvis 1. november og fram mot årsskiftet) og om våren (anslagsvis fra andre halvdel av mai). I denne perioden må fisken ha tilgang til en fiskepassasje med overflatetapping og en dybde på minst 30 cm. Her vil en vassføring på 2 m³/s vil være tilstrekkelig.

For nedvandring av smolt som samler seg ved inntaksrista blir det installert ei klappeluke. Her vil det bli sluppet 7 m³/s i sommerhalvåret og 2 m³ om vinteren. Klappeluka er prosjektert med 2,5 m bredde og 1,6 m høgde, med plassering i forlengelsen av inntaksveggen. Plassering av fluktåpninger anses som særlig viktig. Generelt skal disse ligge nært varegrinder, tilpasset stedsavhengige hydrauliske forhold. (Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk, vedlegg 9). Plasseringen i forlengelsen av inntaksveggen sees som optimal i så måte. Videre etableres det en vegg som skrå fra klappeluke ned til bunn inntaksdam, langsmed damveggen, for å få eventuell ål opp og ut gjennom samme klappeluke.

Rapporten har kommet med noen konkrete anbefalinger. Anbefalingene er knyttet opp mot den designen som den gang forelå, med buet damkonstruksjon. Vannstanden ved dammen bør være tilnærmet konstant gjennom hele året, med turbininntak på nordsiden flomluker (overflatevann) i midtre seksjon og vanninntak til fisketrappa på sørsiden.

Den nye damløsningen har et lengre overløp og en endring i inntakets konfigurasjon. Endringene som er knyttet til overløpsdammen blir vurdert som uproblematisk i forhold til nedvandring av smolt og vinterstøing av laks, samt voksen ål på utvandring. Økt lengde på overløpet vil medføre at vannsøylen over damkrona blir lågere sammenlignet med en kortere dam. Strømmen vil ved normal vannføring være mindre enn 40 m³/s og lede fisken tydelig mot henholdsvis inntakskanal på nordsiden, planlagt overløp med 3,5 m bredde og 45 cm høyde og en kapasitet på 1,5 i dammens midtre seksjon eller fisketrapp på sørsiden.

Betongvegg fra varegrindas nordre ende og inn til fast bakke på nordsiden vil hindre fisk fra å samle seg på denne siden av inntaket. På motsatt side av inntaket lages ei luke helt inntil øvre del av varegrinda. Her slippes overflatevann (ca. 2 m³/s) kontinuerlig, og dette vil gi gode nedvandringmuligheter både for smolt og vinterstøing.

Ny løsning har også en betongvegg fra varegrindas nordre ende, inn til fast bakke samt en luke inn mot øvre del av varegrida på motsatt side, med den forbedringen at inntaksristens vinkling vil føre smolt og vinterstøing rett mot luka. Luka er en klappeluke som vil ha en vannføring på 7 m³/s om sommeren og 2 m³/s om vinteren.

I tillegg etableres fire hull i rammeverket på varegrinda (to oppe og to nede) for nedvandring av smolt og voksen ål. Hullene gir nedvandringmulighet både for fisk som vandrer nær overflaten (i hovedsak smolt) og langs bunnen (vanlig hos ål).

Siden vannstrømmen vil lede smolt og voksen ål mot klappeluka blir løsningen med rørsystemer bli overflødige og disse er følgelig tatt ut av planene. Dette forenkler nedvandringen og medfører at individene er mindre desorienterte når de kommer ut i elva, som igjen gjør de mindre utsatt for predatorer nedstrøms vandringshinderet. (Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk, vedlegg 9).

Flomlukene i dammens midtseksjon designes for slipp av overflatevann (Pelican-luker). Dette representerer en vesentlig miljømessig forbedring sammenlignet med vanlige flomluker som slipper bunnvann. Nedvandrende laksefisk tiltrekkes sterkere av denne typen flomløp, og det vil derfor til enhver tid være svært gode nedvandringmuligheter gjennom det nye damanlegget til Palmafossen kraftverk. Det antas at de aller fleste smolt og støinger vil passere over disse pelicanlukene i flomperioder.

Først ved flomsituasjoner antas fisken å trekke mot damkrona. I flomsituasjoner vil vannsøylen over dammen være stor nok til at fisken kan ta seg trygt over damkrona. Som man kan se av årsmiddel for vannstandvariasjoner i Palmafossen, varierer vannføringen mellom 40 - 100 m³/s i perioden april - juli. Det forventes derfor at mesteparten av smolt vil følge over damkrona i forbindelse med snøsmeltinga i utvandningsperioden. Det er likevel planlagt et overløp med 3,5 m bredde og 45 cm høyde og en kapasitet på 1,5 i dammens midtre seksjon. Denne vil primært sikre en viss vannføring i Palmafossen. Teknisk spesifisering av en slik luke er ikke avgjørende for funksjonaliteten. Det viktigste er at luka slipper tilstrekkelig vann i form av overflatetapping.

6. Foran turbininntaket bør det installeres ei skråstilt varegrind med 15 mm lysåpninger. Dette vil være ei fysisk sperre som hindrer all fisk fra å passere gjennom turbinene. De alternative nedvandringsveiene lokaliseres i umiddelbar nærhet av varegrinda, slik at de lett finnes av fisken.

Det nye inntaket er utført som en horisontal-spila 6-rist lagt med 30° vinkling i forhold til vannstrømmen. Sannsynligheten for god funksjon av varegrinda større jo mindre vinkelen på risten avviker fra retningen til hovedstrømmen. Det anbefales en vinkel på 35 grader eller mindre, relativt til hovedstrømmen (Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk, vedlegg 9). Planlagt rist vil ha spiler med en lysåpning på 12mm mellom ristene. Fisken vil med dette bli leda langsetter rista mot en klappeluke som ligger i forlengelsen av inntaksveggen. Med horisontale spiler vil høyden på fisken være avgjørende for hvor vidt den kan passere gjennom rista, kontra vertikale spiler, der bredden er avgjørende. Siden fisken er større i høyde enn i bredde er dette et insitament for å kunne gå opp på lysåpningen mellom spilene.

I henhold til litteraturoversikt i Calles m.fl. (2013) kan høy passasjeeffekt, der opptil 90 % av fisken passerte uskadet, oppnås med følgende utforming:

- Vinkel mot bunnen $\leq 30^\circ$ (Palmafoss: 28°)
- Dimensjonering slik at vinkelrett vannhastighet holdes under 0,5 m/s. (Palmafoss 0,47m/s)
- Spaltevidde i rist: 10--18 mm, avhengig av art og vinkel. (Palmafoss 12mm)
- 0,9-3 % av vannføringen i fluktåpning (Palmafoss: 23% sommer/6,7% vinter)

Herting i Åtran, Sverige, er et kraftverk med mange likhetstrekk til Palmafossen. Her er det innstalert en beta-varegrind med 30graders vinkling, en vannhastighet på 0,4 m/s og en spalteåpning på 15mm. Løsningen har gitt meget gode resultater for nedvandring av blankål (95 %), laksestøinger (96 %) og laksesmolt (91-98%). Studiene ved Herting er omfattende, metodisk avansert og inkluderer før- og etter-data. Løsningen betraktes som «beste mulige praksis» i Sverige (Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk, vedlegg 9).

7. Utsprengninger av utstikkende berg i fossen kan være nødvendig for å redusere faren for slagskader for nedvandrende fisk som passerer Palmafossen.

Berg i fossen vil pigges og renskes nedstrøms dammen for å redusere faren for slagskader ved nedvandring.

8. Det må påregnes en periode på 10-15 år fra det nye anlegget er ferdigstilt og til det blir etablert gytebestander av laks og sjørørret som passerer kraftverket. Oppfølgende studier og kalibrerings tiltak bør gjennomføres underveis i denne perioden.

I samarbeid med Voss Klekkeri vil man ved opprusting av fisketrappa vurdere montering av overvåkningskamera i trappa, som kan nyttes i forvaltningen (bestandsovervåking) og eventuelt som et opplevelsestilbud for publikum som besøker kraftstasjonen. Plan for overvåkning av fiskevandring vil utarbeides i samråd med fiskefaglig kompetansemiljø og FMH, samt at dette skal endelig godkjennes av NVE. Dette vil inkludere kamera ved inntaksrist. Overvåkninga vil samtidig være et grunnlag for kalibrering av tiltakene.

10 VEDLEGG

1. 418873-RIVann-NOT-001 Detaljprosjektering Palmafossen Kraftverk. Flomrapport.
2. Miljøvurdering Multiconsult 2009 - Opprustning og utvidelse av Palmafossen kraftverk i Voss kommune, Hordaland. Inkludert Miljøfaglig Utredning, biologisk mangfold (Fjeldstad, H. & Gaarder G. 2008) ISBN 978-82-8138-330-2 (Vedlegg 7 i konsesjonssøknad 2009).
3. Fjeldstad H.P., Kraabøl M. & Forseth T. 2014. Opprusting og utvidelse av Palmafossen kraftverk i Raundalselva i Vossovassdraget. Sintef Energi AS, TR A7396, ISBN 978-82-594-3587-3
4. Arealbruksplan
5. Illustrasjonsplan
6. Fremdriftsplan
7. 418873-RIM-RAP-001_Miljøkartleggingsrapport Palmafossen Kraftverk, 04.juli 2018, Joar Hovda, Multiconsult
8. Nettilknytting
9. Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk, Kunnskapsoppdatering og mønsterpraksis, HP Fjellstad (Sintef), U Pulg (UNI Research Miljø, T Forseth, NINA, 01.02.2001 ISBN 978-82-14-06617-3

11 Referanser

- Aarestrup, K. & Koed, A. 2003. Survival of migrating sea trout (*Salmo trutta*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts negotiating weirs in small Danish rivers. *Ecology of Freshwater Fish* 12; 169-176.
- Aitken, P.L., Dickerson, L.H., Menzies, W.J.M. 1966. Fish passes and screens at water works. *Proc. Inst. Civ. Eng.* 35; 29-57.
- ASCE 1995. Fish passage and protection. I: Guidelines for design of intakes for hydroelectric plants. American Society of Civil Engineers, New York, side 469-499.
- Arnekleiv, J.V., Kraabøl, M. & Museth, J. 2007. Efforts to aid downstream migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) kelts and smolts passing a hydroelectric dam and a spillway. *Hydrobiologia* 582; 5-15.
- Barlaup, B. T. (redaktør). (2013) Redningsaksjonen for Vossolaksen. DN-utredning 1-2013. 224 pp.
- Behrmann-Godel, J. & Eckmann, R. 2003. A preliminary telemetry study of the migration of silver European eel (*Anguilla anguilla*) in the River Mosel, Germany. *Ecology of Freshwater Fish* 12; 196-202.
- Bell, M.C. & Delacy, A.C. 1972. A compendium of the survival of fish passing through spillways and conduits. *Fish. Eng. Res. Prog. U.S. Army Corps of Eng., North Pacific Div., Portland, Oregon*, 121 sider.
- Calles, O., Olsson, I.C., Comoglio, C., Kemp, P., Blunden, L., Schmitz, M. & Greenberg, L. 2010. Size-dependent mortality of migratory silver eels at a hydropower plant, and implications for escapement to the sea. *Freshwater Biology* 55; 2167-2180.
- Coutant, C.C. & Whitney, R.R. 2000. Fish behaviour in relation to passage through hydropower turbines: a review. *Transactions of the American Fisheries Society* 129; 351-380.
- Clay, C.H. 1995. Design of fishways and other fish facilities. Lewis Publisher, Boca Raton, Ann Harbor, London, Tokyo, 248 sider.
- Haro, A., Castro-Santos, T. & Boubee, J. 2000. Behaviour and passage of silver-phase American eels, *Anguilla rostrata* (LeSueur), at a small hydroelectric facility. *Dana* 12; 33-42.
- Jepsen, N., Aarestrup, K., Økland, F., & Rasmussen, G. 1998. Survival of radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. *Hydrobiologia* 371/372; 347-353.
- Johnson, G.E. & Dauble, D.D. 2006. Surface flow outlets to protect juvenile salmonids passing through hydropower dams. *Reviews in Fisheries Science* 14; 213-244.
- Kraabøl, M., Arnekleiv, J.V. & Museth, J. 2008. Emigration patterns among trout, *Salmo trutta* (L.) kelts and smolts through spillways in a hydroelectric dam. *Fisheries Management and*

Ecology 15; 417-423. Kynard, B. & Buerkett, C. 1997. Passage and behaviour of adult American shad in an experimental

louver bypass system. North American Journal of Fisheries Management 17; 734-742.

Larinier & Travade . (2002). Downstream migration: problems and facilities. I: Larinier, M. Travade, F. & Porcher, J.P. (Red.). Bull. Fr. Peche Piscic. 364 pp

Larinier, M., Travade, F. & Porcher, J.P. 2002. Fishways: biological basis, design criteria and monitoring. Bull. Fr. Peche Piscic. 364, 208 sider.

Larinier, M., Travade, F. & Porcher, J.P. 2002. Fishways: biological basis, design criteria and monitoring. Bull. Fr. Peche Piscic. 364, 208 sider.

Mallen-Cooper, M. 1989. Fish passage in the Murray-Darling Basin. I: (Red.: Lawrence, B.).

Proceedings of the workshop on native fish management – Canberra 16.-17- June 1988.

Canberra: Murray-Darling Basin Commission, side 123-136.

Mallen-Cooper, M. 1999. Developing fishways for nonsalmonid fishes: a case study from the

Murray River in Australia. I: (Red.: Odeh, M.). Innovations in Fish Passage Technology.

Bethesda, MD: American Fisheries Society, side 173-195.

O'Connor, J.P., O'Mahony, D.J., O'Mahony J.M. & Glenane, T.J. Some impacts of low and medium head weirs on downstream fish movement in the Murray-Darling Basin in southeastern Australia. Ecology of Freshwater Fish 15; 419-427.

Videler, J. 1993. Fish swimming. Chapman & Hall, Fish and Fisheries Series 10, 260 sider.