



Hardanger Energi AS



**KONSESJONSSØKNAD
FOR
TVEITAFOSS KRAFTVERK**

Februar 2021

NVE – Konesjonsavdelingen
Postboks 5091 Majorstua
0301 Oslo

16.02.2021

Søknad om konsesjon for Tveitafoss kraftverk

Hardanger Energi AS ønsker å utnytte vannfallet i Bjoreio i Eidfjord kommune i Vestland fylke, og søker herved om følgende tillatelser:

I Etter vannressursloven, jf. § 8, om tillatelse til:

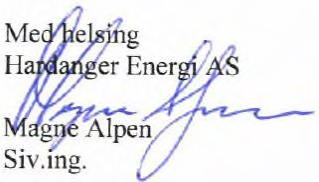
- Alternativ I: Å drive eksisterende Tveitafoss kraftverk med dagens aggregater fra henholdsvis 1949 og 1989
- Alternativ II: Å drive eksisterende Tveitafoss kraftverk videre med ett aggregat fra 1989 og i tillegg bygge et nytt Tveitafoss II kraftverk

II Etter energiloven om tillatelse til:

- drift av kraftverkene som beskrevet ovenfor med tilhørende koblingsanlegg og kraftlinjer som beskrevet i søknaden.

Nødvendige opplysninger om tiltaket fremgår av søknaden.

Med helsing
Hardanger Energi AS


Magne Alpen
Siv.ing.

Boks 33, 5782 Kinsarvik
e-post: magne.alpen@hardangerenergi.no
telefon: 90 54 87 83

Sammendrag

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) vedtok 07.10.2019 at dagens Tveitafoss kraftverk skal konsesjonsbehandles i medhold av vannressurslovens §66. Årsaken knyttes til behov for vilkår som ivaretar fiskebestandene i vassdraget.

Norconsult AS har på oppdrag fra Hardanger Energi AS utarbeidet konsesjonssøknad for eksisterende anlegg og vurdert videre utbyggingsmuligheter. Denne søknaden beskriver to alternativer:

Alt. I: Eksisterende Tveitafoss kraftverk med dagens aggregater fra 1949 og 1989 og med nødvendig rehabilitering som beskrevet nedenfor

Alt. II: Videre drift av Tveitafoss kraftverk med aggregatet fra 1989 i tillegg til at det bygges en ny stasjon, Tveitafoss II.

Videre beskrives avbøtende tiltak for å bedre forholdene for fisk og for øvrig tiltakets virkninger.

Begge kraftverkene vil utnytte samme fall som dagens kraftverk. Inntaksbassenget ligger på kote 232,0 og kraftstasjonene på kote 167,0 for begge alternativene. Kraftstasjonene ligger i dagen. Installert effekt i alternativ I for eksisterende anlegg, Tveitafoss kraftverk, er samlet på 1,7 MW for de to aggregatene og i alternativ II 5,5 MW fordelt på ett aggregat på 1,0 MW i Tveitafoss og ett aggregat i Tveitafoss II på 4,5MW.

Årsproduksjonen er hhv. **10,0 og 20,8 GWh/år** i de to alternativene. Kostnader i alt. 1 for eksisterende anlegg forårsaket utbygging/rehabilitering av eksisterende omløpsventil og avbøtende tiltak er 1,1 mill. kr. Utbyggingsprisen for utvidet anlegg, alt. 2, er beregnet til **2,3 kr/kWh** inkl. produksjon fra eksisterende aggregat.

I eksisterende dam vil bunntappeluka oppgraderes til en kombinert-bunntappeluke/ minstevassføringsarrangement. Det foreslås å slippe alminnelig lavvannføring på 0,3 m³/s hele året. I tillegg slippes alt vann i mai. I perioden 1.-15. juni driftes kraftverket slik at mer vann er tilbake i elva enn det som går gjennom turbinen dersom utsetting av laks oppstrøms Tveitafossen opprettholdes. Dødelighet av smolt gjennom turbinene antas derfor å bli redusert i stor grad, og sannsynligvis tilnærmet elimineres.

Alt. I - Eksisterende Tveitafoss kraftverk

Eksisterende omløpsventil har maksimal kapasitet på 0,73 m³/s. Omløpsventilen rehabiliteres slik at det ikke forekommer svikt under drift eller erstattes med en ny ventil på samme størrelse. Den største endringen i vannføring som kan oppstå er 2,7 m³/s, tilsvarende differanse mellom maks slukeevne på 3,5 m³/s og kapasiteten til omløpsventilen. Det er ikke planlagt endringer i vannveien eller kraftstasjonen.

Alt. II: Tveitafoss og Tveitafoss II kraftverk.

Tveitafoss II vil bruke eksisterende inntakskonstruksjon, sjakt og tunnel. Fra tunnelen foreslås det å legge større rør på fundamenter i samme trasé som i dag. Nederst på strekningen installeres et bukserør som deler vannet mellom eksisterende Tveitafoss kraftverk og ny Tveitafoss II kraftverk. Den nye kraftstasjonen er planlagt på samme kote som eksisterende. Utløpet fra det nye kraftverket er planlagt ca. 70 m oppstrøms de øverste kulpene som benyttes av anadrom fisk. Dette reduserer

inngrep på anadrom strekning, bidrar til mindre hydrauliske endringer og sikrer at vannstanden i disse kulpene ikke reduseres.

Adkomst til Tveitafoss II vil være via en 10 m lang bro fra eksisterende parkeringsplass og over eksisterende utløpskanal. Fra broen bygges ca. 30 m vei til kraftstasjonen.

Hardanger Energi er områdekonsesjonær. Det går en 22 kV linje forbi Tveitafoss kraftverk. Linjen har kapasitet til den foreslåtte ytelsen til Tveitafoss II kraftverk.

Det foreslås å demontere det gamle aggregatet fra 1949 i eksisterende Tveitafoss kraftverk og bruke denne plassen for installasjon av en ny omløpsventil med maksimal kapasitet på 2,0 m³/s. I tillegg foreslås det å installere en omløpsventil med kapasitet på 5,0 m³/s i Tveitafoss II. Dette sikrer en kapasitet på 7,0 m³/s, slik at største mulige endring i vannføring i elva vil være 3,8 m³/s, fra 10,8 til 7,0 m³/s. Da det på slike vannføringer uansett vil være 7 m³/s i elva, vil reduksjon i vannføring medføre en svært liten endring i vanddekt areal med lav risiko for stranding av ungfisk og ingen risiko for tørrlegging av gytetroper. Effekten på dekket vannareal fra denne vannføringsendringen vurderes å være under 15 % og i tillegg kortvarig. Ved vannføring på 11 m³/s vil det ta ca. 8-10 min for vannet å renne i elva fra inntaket til kraftstasjonsutløpet og således oppnå samme vannføring som vannføringen oppstrøms inntaket.

Drift av eksisterende Tveitafoss kraftverk i alt. I. Når vannføringen i elva er 0-0,5 m³/s, slippes alt vann i elva. Fra 0,5-1,1 m³/s er turbin fra 1949 i drift, fra 1,2 -2,0 m³/s er turbine fra 1989 i drift. Når vannføringen er mellom 2,1-3,4 m³/s, er begge turbiner i drift. Vannføring større enn 3,4 m³/s renner i elva som overløp.

Drift av begge kraftstasjonene i alt. II: Når vannføringen er 0-0,7 m³/s renner alt vannet i elva. Ved vannføring 0,71-2,0 m³/s er turbinen fra 1989 i drift. Ved vannføring 2,1-2,8 m³/s brukes 2,0 m³/s i turbinen, og 0,1-0,8 m³/s renner i elva som overløp. Når vannføring er 2,9-8,5 m³/s, er den nye turbinen i drift. Ved vannføringen på 8,5-10,5 m³/s er begge turbinene er i drift. Vannføring større enn 10,5 m³/s renner i elva som overløp.

Alle endringer ved kjøring av kraftverket skjer gradvis, og start-stoppkjøring forekommer ikke.

For vegetasjon og botanikk har området liten verdi, grunnet berggrunnen samt at berørt strekning i dag er tørrlagt over lengre perioder. Vegetasjonen er sparsom og domineres av kortvokst bjørkeskog. Ingen rødlistede arter eller verdifulle naturtyper er registrert i tiltaksområdet, og gjennomføring av tiltaket vurderes å ha **liten betydning for vegetasjon**.

Konsekvensen for fugl og pattedyr er også vurdert til **ubetydelig - liten negativ** som følge av en generell reduksjon i vannføring.

Konsekvenser for fisk

Oppsummert vurderes tiltaket å forbedre forholdene for laks og sjørøret sammenlignet med dagens status, og konsekvensen vurderes som **middels positiv** ved bygging av Tveitafoss II kraftverk. Mye av de samme positive påvirkningene vil også inntreffe kun ved ombygging av Tveitafoss kraftverk gjennom sikrere omløpsventil, stans av kraftverket i smoltutvandringsperioden og slipp av minstevannføring. Imidlertid vil kapasiteten til omløpsventilen være som i dag, slik at vannføringen nedstrøms kraftverket ved utfall vil begrenses til om lag 0,7 m³/s dersom utfall inntreffer i perioder uten overløp. Samlet konsekvens for revidert Tveitafoss og Tveitafoss II kraftverk vurderes derfor til **middels-liten positiv**.

Konsekvenser for landskap

Vannføringen i Tveitafossen er i dag vesentlig påvirket av Tveitafoss kraftverk, og går i store deler av året tørr. Ved økt slukeevne vil fossen få redusert vannføring i lengre perioder. Imidlertid legges det opp til slipp av minstevannføring på 0,3 m³/s, slik at fossen ikke vil gå helt tørr slik tilfellet er i dag. En periodevis redusert vannføring i Tveitafossen vurderes å gi liten negativ konsekvens for landskap, mens fastsetting av minstevannføring bidrar positivt i forhold til dagens situasjon. Totalt vurderes tiltaket å ha **ubetydelig konsekvens** for landskap ved utbygging av Tveitafoss II kraftverk og **liten positiv** for Tveitafoss kraftverk.

Konsekvenser for kulturmiljø

Hele dalføret fra Eidfjord mot Vøringsfossen er registrert som kulturhistorisk landskap av nasjonal interesse på grunn av jernvinneanlegg, gravminner og gamle ferdselsveier. Det er ingen registrerte kulturminner i tiltaksområdet.

Bygging av Tveitafoss II kraftverk vurderes å ha ubetydelig omfang og konsekvens for kulturmiljø kulturminner, først og fremst fordi området i dag allerede er påvirket av eksisterende vannkraftutbygging.

Øvrig

Ved utbygging av Tveitafoss II kraftverk er det lagt til grunn at eksisterende inntak og del av vannvei (sjakt og tunnel) samt anleggsveier som er bygget tidligere, brukes. Dette reduserer behovet for nye inngrep betraktelig. Inngrepene begrenses etter dette til kraftstasjonsområdet. Det er ikke behov for massedeponi.

Rettigheter for fall og grunn er avklart fra før.

Innhold

Søknad om konsesjon for Tveitafoss kraftverk.....	1
Sammendrag.....	2
1 Innledning.....	7
1.1 Om søkeren	7
1.2 Begrunnelse for tiltaket.....	7
1.3 Geografisk plassering av tiltaket	7
1.4 Beskrivelse av området.....	8
1.5 Eksisterende inngrep	8
1.6 Sammenligning med nærliggende vassdrag	9
2 Beskrivelse av tiltaket	11
2.1 Hoveddata	11
2.2 Teknisk plan for de søkte alternativene.....	12
2.3 Hydrologi og tilsig (grunnlaget for dimensjonering av kraftverket).....	13
2.4 Overføringer.....	22
2.5 Reguleringsmagasin.....	22
2.6 Inntak.....	22
2.7 Vannvei.....	25
2.8 Kraftstasjon.....	28
2.9 Kjøremonster, drift av kraftverket og omløpsventil.....	31
2.10 Veibygging.....	32
2.11 Massetak og deponi	33
2.12 Nettilknytning (kraftlinjer/kabler).....	34
2.13 Kostnadsoverslag	34
2.14 Fordeler og ulemper ved tiltaket	37
2.15 Arealbruk og eiendomsforhold.....	37
2.16 Forholdet til offentlige planer og nasjonale føringer	39
3 Særskilt om Bjoreio og fiskeforhold.....	42
3.1 Om Bjoreio	42
3.2 Påvirkning av Eidfjord Nord- reguleringen.....	42
3.2.1 Vannføring	42
3.2.2 Vanntemperatur	42
3.2.3 Fiskeutsettinger	43
4 Virkning for miljø, naturressurser og samfunn.....	44
4.1 Hydrologi.....	44
4.2 Vanntemperatur, isforhold og lokalklima	46
4.3 Grunnvann	46
4.4 Ras, flom og erosjon	47
4.5 Rødlistearter.....	50
4.6 Terrestrisk miljø	50
4.7 Fisk.....	51
4.7.1 Vannføring og habitatforhold.....	51
4.7.2 Utfall og behov for omløpsventil.....	51
4.7.3 Nedvandring forbi Tveitafossen	52

4.7.4	Oppsummering	53
4.8	Landskap	53
4.9	Kulturminner og kulturmiljø	54
4.10	Reindrift	56
4.11	Jord- og skogressurser	56
4.12	Ferskvannsressurser	56
4.13	Brukerinteresser	56
4.14	Samfunnsmessige virkninger	57
4.15	Kraftlinjer	57
4.16	Dam og trykkør	57
4.17	Eventuelle alternative utbyggingsløsninger.....	57
4.18	Samlet vurdering	58
4.19	Samlet belastning for Tveitafoss II kraftverk, alternativ II.....	58
5	Avbøtende tiltak	59
6	Referanser.....	62
7	Vedlegg til søknaden	62
8	Involverte fagfolk.....	62

1 Innledning

1.1 Om søkeren

Tiltakshaver for Tveitafoss kraftverk er Hardanger Energi AS (HE), datterselskap av Energiselskapet Hardanger AS (EH), som er et kommunalt aksjeselskap som driver med produksjon og fordeling av kraft med ansvar for energiforsyningen i kommunene Eidfjord, Ullensvang, Ulvik og deler av Voss. Hovedkontoret ligger i Kinsarvik.

HE er eid av de nevnte kommunene unntatt Granvin og har en årlig omsetning på omtrent 140 mill. kr. Produksjonen er ca. 55 GWh i seks mindre kraftstasjoner. Kraftlaget overfører kraft med 66, 24 og 10 kV systemspenning. Høgspennetnettet omfatter omtrent 420 km og lavspennetnettet omtrent 510 km kabler og linjer.

Tiltakshaver: Hardanger Energi AS
 Postboks 33
 5782 Kinsarvik

Kontaktperson: Magne Alpen
 magne.alpen@ihk.no

1.2 Begrunnelse for tiltaket

Det er startet en prosess med endring av vilkårene for Eidfjord Nord utbyggingen. Før varig oppdatering av manøvreringsreglementet i vilkårsrevisjonen ønsker NVE å vurdere mulige tiltak i revisjonen i sammenheng med et eventuelt behov for tiltak også knyttet til Tveitafoss kraftverk. NVE mener det er viktig å se hele vassdraget i sammenheng. NVE har bedt om at Tveitafoss kraftverk konsesjonsbehandles ved brev datert 07.10.2019.

NVEs grunnlag for varslet om konsesjonsbehandling er hovedsakelig basert på forhold knyttet til anadrom laksefisk i vassdraget i medhold av vannressurslovens §66. Da Tveitafoss kraftverk er et konsesjonsfritt anlegg uten konsesjonsvilkår, må NVE kalle inn til konsesjonsbehandling for å fastsette eventuelle vilkår i tilknytning til driften av anlegget.

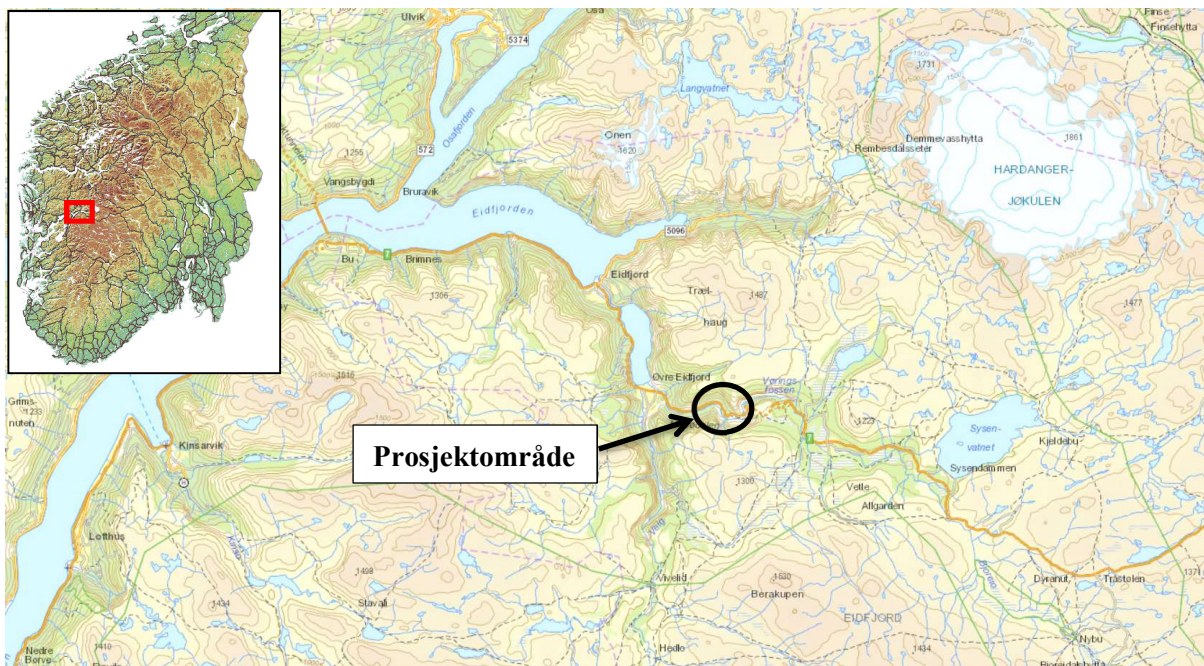
Hardanger Energi AS har derfor utarbeidet denne konsesjonssøknaden der avbøtende tiltak for å bedre forholdene for fisk er hovedtema. Problemstillinger som NVE har pekt på og som ønskes vurdert i konsesjonssøknaden er knyttet til anadrom laksefisk i vassdraget:

- Restriksjoner for å unngå raske vannstandsendringer, herunder driftsproblemer knyttet til utfall og ujevn drift i kraftverket
- Utfordringer knyttet til vandring og dødelighet i turbin
- Standard konsesjonsvilkår

Tiltaket er ikke vurdert etter vannressursloven tidligere.

1.3 Geografisk plassering av tiltaket

Bjoreio ligger i Eidfjord kommune i Vestland fylke, vassdragsnr. 050, og renner gjennom Måbødalen til utløp i Eidfjorden ved Øvre Eidfjord. Tveitafoss kraftverk ligger om lag 4,5 km nedstrøms Vøringsfossen.



Figur 1. Oversiktskart - Plassering av Tveitafoss kraftverk i landsdelen. Kartkilde: www.nve.no

Se også kart over området i vedlegg 1 og 2.

1.4 Beskrivelse av området

Det naturlige nedbørfeltet til Bjoreio strekker seg til Hardangerjøkulen på nordsiden og Tinnhølen på sørsiden. Nedbørfeltet til Tveitafoss kraftverk er imidlertid sterkt redusert som følge av utbyggingen av Sima kraftverk. I dag starter nedbørfeltet som bidrar med naturlig tilsig ved kote 977 i Bjoreio og Sysenvatnet i øst, og i Isdøla ved kote 950. Sysendalen har en typisk «U-form», der elveløpet varierer mellom smale partier med spredt bebyggelse og bredere partier med naturlige innsjøer. Lengre nedstrøms blir elva mer dramatisk med flere fosser, blant annet Fetafossen, Engjafossen og Vøringsfossen. Nedstrøms Tveitafossen renner elva i en «V-dal» med bratte skråninger helt ned til Øvre Eidfjord hvor elva fortsetter i et åpent landskap til den løper ut i Eidfjord.

1.5 Eksisterende inngrep

Eidfjordvegen (RV7) går langs Bjoreio fra Eidfjord videre mot Geilo. Det er spredt bebyggelse langs elva, flere panoramaplatå, kaféer og gangbro over elva. Området langs veien er påvirket av menneskelige inngrep, med blant annet 22 kV kraftlinje mellom Sysenvatn og Øvre Eidfjord som går langs elva. I tillegg er området preget av vannkraftregulering med dam i Sysenvatnets vestre ende samt redusert vannføring i elva nedstrøms.

Ortofoto og oversiktsbilde av området er vist i figur 2 og figur 3.



Figur 2 Oversiktsbilde som viser Bjoreio, veien langs den og bebyggelse ved Eidsfjord. Kilde: www.norgebilder.no



Figur 3. Oversiktsbilde over Tveitafoss kraftverk. Foto: Hardanger Energi.

1.6 Sammenligning med nærliggende vassdrag

De fleste nærliggende vassdrag rundt Bjoreio og langs Eidfjorden er i forskjellig grad påvirket av kraftutbygging. Utsnitt fra NVE-atlasen med oversikt over nærliggende vannkraftreguleringer er vist i figur 4. Nord for Tveitafoss kraftverk ligger Sima (620 MW), i nordvest Erdal kraftverk (0,72 MW), og videre vestover ligger Kinso (4,1 MW).

Det er gitt konsesjon til utbygging av Drøllstølsbekken kraftverk i 2016. Kraftverket er planlagt i en sideelv til Bjoreio og tilhører samme vassdraget. Det pågår utbygging av Storlia kraftverk i Bjoreio der inntaket ligger på ca. kote 1000. Kraftverket skal ha utløp i eksisterende overføringstunnel til Sysenvatnet. Det er planlagt et minikraftverk i nabovassdraget Veig, som er vedtatt konsesjonsfritt.



Figur 4. Oversiktskart over vannkraftprosjekt i området. Kilde: NVE

Bjoreio grenser mot Veig i vest og Dagalivassdraget i sørøst. Begge vassdragene er vernet.

Topografisk er vassdragene og nedbørfeltene typisk for området, med unntak av Simavassdraget som er et brevassdrag og bærer preg av dette. Vassdragene er relativt korte og bratte, der nedbørfeltene når opp mot 1400 - 1850 m o.h. Bjørk og andre løvtretyper er de vanligste treslagene med noe innslag av furu. Skoggrensa ligger for det meste rundt ca. 650 m o.h. Spesifikk avrenning varierer mye, men ligger typisk rundt 40 - 70 l/s/km².

2 Beskrivelse av tiltaket

2.1 Hoveddata

TILSIG		Alternativ I Tveitafoss kraftverk	Alternativ II Tveitafoss og Tveitafoss II (TII) kraftverker
Nedbørfelt*	km ²	111,9	111,9
Årlig tilsig til inntaket tillagt vannslipping	mill.m ³	183,5+90,4=273,9	183,5+90,4=273,9
Spesifikk avrenning fra uregulert felt	l/s/km ²	52	52
Middelvannføring (uregulert +vannslipping)	m ³ /s	5,8+2,9=8,7	5,8+2,9=8,7
Alminnelig lavvannføring	m ³ /s	0,29	0,29
5-persentil sommer (1/5-30/9)	m ³ /s	1,35	1,35
5-persentil vinter (1/10-30/4)	m ³ /s	0,18	0,18
Restvannføring**	m ³ /s	0,02	0,02
KRAFTVERK			
Inntak	moh.	232,0	232,0
Magasinvolum	m ³	-	-
Avløp	moh.	167	167
Lengde på berørt elvestrekning	m	400	330
Brutto fallhøyde	m	65	65
Midlere energiekvivalent	kWh/m ³	0,148	0,143
Slukeevne, maks	m ³ /s	3,4	10,5 (TII:8,5 + TI:2,0)
Slukeevne, min	m ³ /s	0,47	0,71
Planlagt minstevannføring, sommer	m ³ /s	0,30	0,30
Planlagt minstevannføring, vinter	m ³ /s	0,30	0,30
Tilløpsrør, diameter	mm.	1200	2100
Tunnel, tverrsnitt (eksist.)	m ²	3,64	3,64
Tilløpsrør/tunnel, lengde (eksist.)	m	22	22
Tilløpsrør, lengde	m	202	225
Installert effekt, maks	MW	1,7	5,5 (TII:4,5 + TI:1,0)
Brukstid	timer	6325	4260
PRODUKSJON***			
Produksjon, vinter (1/10 - 30/4)	GWh	4,8	5,3
Produksjon, sommer (1/5 - 30/9)	GWh	5,2	15,5
Produksjon, årlig middel	GWh	10,0	20,8 (TII:14,0 + TI:6,8)
ØKONOMI			
Utbyggingskostnad (2020)	mill.kr	-	48,6 (TII)
Utbyggingspris (2020)	Kr/kWh	-	2,3 (TII)

*Totalt nedbørfelt, inkl. overføringer, som utnyttes i kraftverket

**restfeltets middelvannføring like oppstrøms kraftstasjonen.

*** Netto produksjon der foreslått minstevannføring er fratrukket

Elektriske anlegg			
		Tveitafoss kraftverk	Tveitafoss II kraftverk
GENERATOR			
Ytelse	MVA	1,8	5,6
Spenning	kV	6,6	6,6
TRANSFORMATOR			
Ytelse	MVA	1,8	5,6
Omsetning	kV/kV	6,6/22,0	6,6/22,0
NETTILKNYTNING (kraftlinjer/kabler)			
Lengde	m	60	60
Nominell spenning	kV	22,0	22,0
jordkabel		TXSE 3×50 Al	TXSE 3×95 Al

2.2 Teknisk plan for de søkte alternativene

Det søkes om konsesjon for eksisterende Tveitafoss kraftverk i alternativ I og om Tveitafoss II kraftverk sammen med ombygd eksisterende Tveitafoss kraftverk i alternativ II (Det eldste aggregatet settes ut av drift).

Alternativ I.

Eksisterende Tveitafoss kraftverk utnytter fallet i Bjoreio mellom kote 232 og kote 167. Fra inntaket føres vannet i en råsprengt sjakt med midlere helning på ca. 45 ° og tverrsnitt på 2,1 m². I nedstrøms del av sjakten er det overgang til horisontal tunnel. Tunnelvertsnittet er ca. 3,64 m², total lengde ca. 22 m. Ca. 10 m inn fra tunnelutløpet er det støpt en betongpropp med innløp for tilløpsrøret. Gjennom betongproppen er det også innstøpt et tømmerør for tunnelen med ventil på luftsiden. Videre fortsetter vannveien som frittliggende GRP-rør med ø1200 mm og lengde ca. 202 m.

Kraftverk ligger i dagen. Det er installert to horisontale Francis turbiner, én fra 1949 og én fra 1989. Total slukeevne er 3,4 m³/s. Det er installert omløpsventil med maksimal kapasitet på 729 l/s i kraftverksbygget. Utløpet fra kraftstasjonen skjer gjennom en kanal som er utformet slik at vannet deler seg. En del av vannet føres til en kulp i Bjoreio som utgjør oppstrøms ende av den delen av anadrom strekning som har verdi for laks og sjørret. Fisken kan vandre noe lenger oppstrøms mot fossefoten ved gitte vannføringer, men elva er her svært stri og storsteinet og er vurdert som uten verdi som funksjonsområde for anadrom fisk.

Alternativ II

Det er sett på flere alternativer for oppgradering og utvidelse av eksisterende Tveitafoss kraftverk. Det søkes nå om en alternativ utnyttelse som vurderes mest skånsomt for fisk og miljø og samtidig økonomisk gunstig. Det foreslås å utnytte fallet i Bjoreio mellom kote 232,0 og kote 167, tilsvarende som i dag. Fra inntaket til tunnelmunningen utnyttes eksisterende vannvei. Fra tunnelmunningen til ca. 40 m oppstrøms eksisterende Tveitafoss kraftverk legges rør på fundament med større diameter. Rørdiameteren økes fra 1200 til 2100 mm. Røret avsluttes med et bukserør ø2100-ø1600-ø1200. Eksisterende rør med ø1200 til Tveitafoss kraftverk beholdes. Et nytt rør med ø1600 legges i ytterlige 65 m til et nytt kraftstasjonsbygg, Tveitafoss II kraftverk, på kote 167. Utløp fra Tveitafoss II kraftverk er planlagt ca. 70 m oppstrøms utløpet til eksisterende Tveitafoss kraftverk. Alt vannet vil da

føres tilbake før øvre grense for den delen av de anadrome strekningen som er vurdert å være av betydning.

I Tveitafoss II kraftverk er det planlagt å installere en horisontal Francis med maksimal slukeevne på 8,5 m³/s. I Tveitafoss kraftverk demonteres og fjernes eksisterende aggregat fra 1949 og omløpsventilen. På den ledige plassen installeres ny omløpsventil med større kapasitet enn dagens.

Det er lagt til grunn at eksisterende bilvei til Tveitafoss kraftverk benyttes. Det bygges bro over eksisterende utløpskanal og ca. 30 m vei til Tveitafoss II kraftstasjon. Langs rørgata anlegges en midlertidig vei som følger rørtraseen. Veien fjernes etter utbyggingen.

I forbindelse med utbyggingen må eksisterende mast erstattes med to. Tilknytningspunkt er planlagt ved en av de nye mastplasseringene. Eksisterende nedgravde kabel må forlenges med ca. 35 m. Total lengde blir ca. 50 m.

Det henvises til planløsning som vist i situasjonskart, vedlegg 2, 2.1 og 3.

Oversiktsbilde over utbyggingen er vist i figur 5. For ytterligere detaljer omkring det tekniske vises det til avsnittene under.

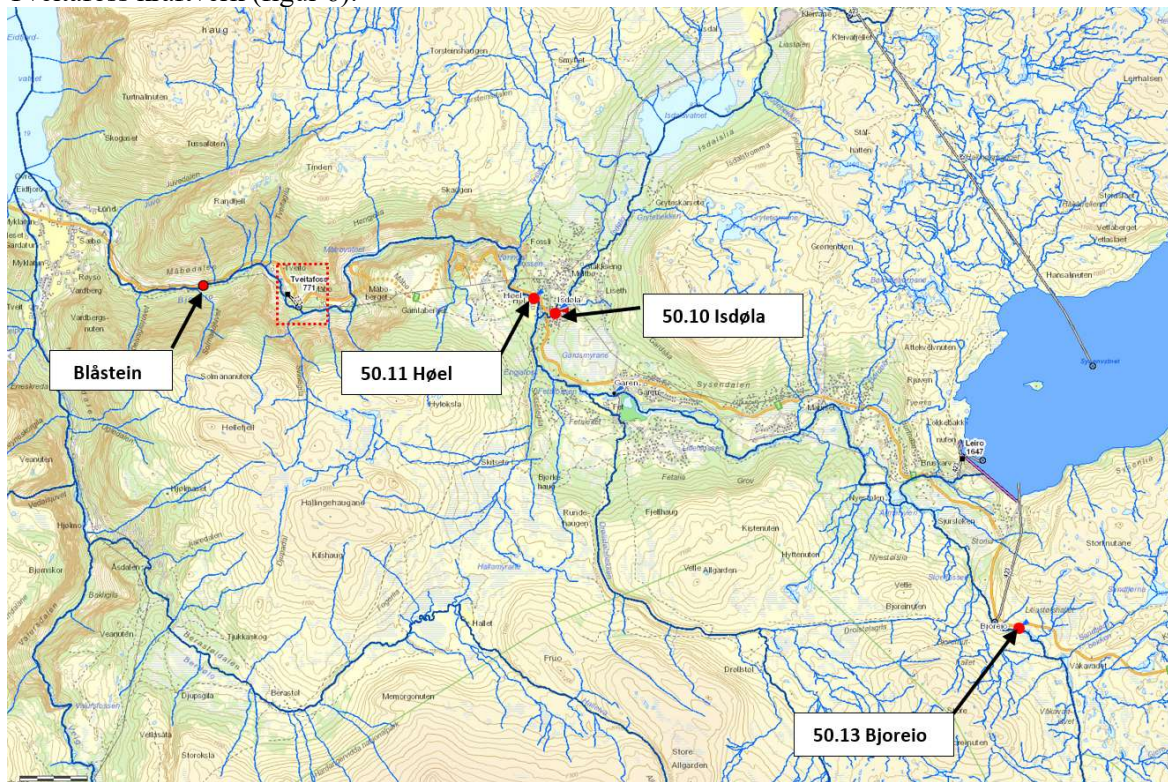


Figur 5. Oversiktsbilde.

2.3 Hydrologi og tilsig (grunnlaget for dimensjonering av kraftverket)

Tveitafoss kraftverk ble satt i drift i 1949. Med utbyggingen av Sima kraftverk i 1980 ble vannføringen i Bjoreio sterkt redusert slik at det i dag kun er tilbake en liten uregulert restvannføring fra lokalfeltet, pluss det som slippes som minstevannføring, hovedsakelig fra Sysenvatnet. Sysenvatnet er regulert fra 1979. Overføring av Bjoreio til Sysenvatn og Isdølaoverføringen ble satt i drift i 1980. For å karakterisere avløpsvariasjonen fra døgn til døgn og fra år til år for uregulert restvannføring i forbindelse med produksjonsberegninger er det valgt å se på målestasjon i Bjoreio og nærliggende vassdrag.

Det ligger fire målestasjoner i vassdraget: vm 50.13 Bjoreio, 50.10 Isdøla, vm 50.11 Høel og vm Blåstein (denne driftes av Statkraft). Vm 50.13 Bjoreio måler vannføringen rett før inntaket til overføringstunnelen til Sysenvatn. Vm 50.10 Isdøla måler vannføringen i Isdøla som er en sideelv til Bjoreio med samløp om lag 5,5 km oppstrøms Tveitafossen. Vm 50.11 Høel ligger ca. 5,3 km oppstrøms inntaket til Tveitafoss kraftverk. Vm Blåstein ligger ca. 1,1 km nedstrøms inntaket til Tveitafoss kraftverk (figur 6).



Figur 6. Oversiktskart målestasjoner i elv Bjoreio. Tveitafoss kraftverk er markert stiplet.

I tillegg er det sett nærmere på vm 50.4 Vivel som ligger i nabovassdrag og 50.1 Hølen i Kinso, se figur 7. Aktuelle vannmerker for mulig representasjon av tilsiget i Bjoreio er visst i tabell 1.

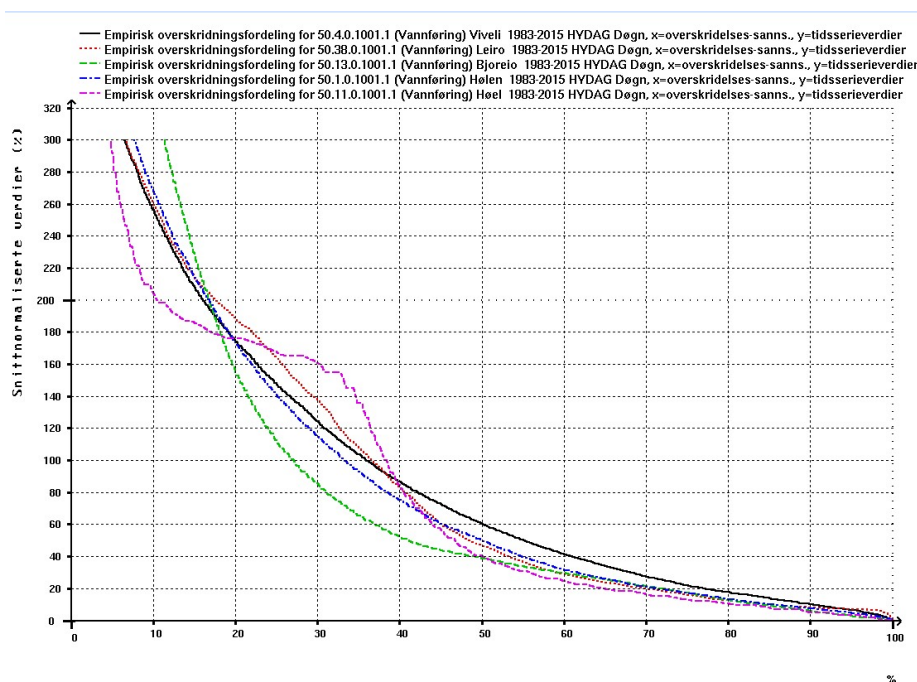


Figur 7. Oversiktskart målestasjoner. Tveitafoss kraftverk er markert med rødstiplet firkant.

Tabell 1. Nøkkeldata.

	Areal, km ²	Eff.sjø %	Høyde m o.h.	Bre %	Skog %	Periode år	Ant.år
Tveitafoss krv	111.9	0.6	232-1033-1435	0.0	18		
50.4 Viveli	390.5	0.11	874-1268-1685	0.0	0.84	1983-2014	26
50.38 Leiro	115.1	1.71	948-1322-1853	19	0	2006-2018	13
50.13 Bjoreio	133.4	1.39	1018-1249-1535	0	0	1983-2017	35
50.1 Hølen/Kinso	232.7	1.99	123-1277-1686	0	2	1923-2019	97
50.10 Isdøla	56.6	1.81	702-1116-1824	7	8	1966-1980	15
50.11 Høel (redusert)	90,9	-	671-1042-1435	0	17	1980-2016	32

50.38 Leiro og 50.10 Isdøla ligger i vassdraget og måler uregulert vannføring. Begge ligger høyere og har relativ stor breandel. 50.13 Bjoreio ligger også i vassdraget, men noe høyere og har større arealer over tregrensen. 50.4 Viveli har størst feltareal og ligger høyere. Høydemessig er det vannmerke 50.1 Hølen som er mest sammenlignbart med utbyggingsfeltet. Det er laget normaliserte varighetskurver som er vist i figur 8. Grunnlaget for figurene er tilgjengelige data i perioden 1983-2015. Bjoreio er feltet med raskest hydrologisk respons. Dette henger sammen med at feltet er relativt lite, samt forholdsvis små høydeforskjeller i feltet som gir kortvarig snøsmelteperiode om våren. Leiro og Viveli er feltene med gunstigst varighetskurve. Det kommer tydelig fram at 50.11 Høel er preget av vannslipping og måler regulert vannføring i tillegg til naturlig tilsig. Dette gjør at målinger ikke kan brukes for representasjon av uregulert vannføring i vassdraget. 50.1 Hølen har større areal, men sammenlignbare høydeverdier. 50.1 Hølen vil representere vannføring fra uregulert felt best. Perioden 1990-2019 er valgt å bruke for produksjonsberegninger. Bruk av denne dataperioden sikrer at eventuelle endringer i avrenningsmønsteret de siste 30 årene er fanget opp.



Figur 8. Normaliserte varighetskurver.

Vurdering av årsmiddeltilsig

Årsmiddeltilsig til Tveitafoss kraftverk består av uregulert restfelt tillagt vannslipping fra Sysendammen, Isdal og Storlia (Bjoreio inntak).

For vurdering av årsmiddeltilsig er det valgt å se nærmere på observerte data for 50.11 Høel, vm Blåstein og 50.1 Hølen som ligger i Kinso. Både Høel og Blåstein måler naturlig tilsig tillagt regulert vannføring som slippes fra Sysenvatnet, Isdal og Storlia (Bjoreio). Data for perioden 2004-2018 foreligger.

Historikk for vannslipping i Isdal og Storlia er presentert i tabell 2.

Tabell 2. Vannslipping i Isdal og Storlia

År	Isdal		Storlia	
	Periode	Vannføring	Periode	Vannføring
2006	28.06-11.09	1,5 m ³ /s	31.05-13.09	3 m ³ /s
2007	27.06-12.09	1,5 m ³ /s	20.06-14.09	1,7 m ³ /s
2008	18.06-15.09	1,5 m ³ /s	18.06-14.09	1,75 m ³ /s
2009	17.06-11.09	1,5 m ³ /s	17.06-11.09	1,5 m ³ /s
2010	10.06-16.09	1,5 m ³ /s	15.06-16.09	1 m ³ /s
2011	30.06-15.09	1,5 m ³ /s	30.06-26.07 26.07-14.09	1,5 m ³ /s 0,8 m ³ /s
2012	26.07-29.07 29.07-15.09	1,0 m ³ /s 2,0 m ³ /s	25.07-14.09	1,5 m ³ /s
2013	16.07-13.09	1-1,5 m ³ /s	25.06-16.09	1-1,5 m ³ /s
2014	09.07-15.09	1-1,5 m ³ /s	08.07-15.09	1-1,5 m ³ /s
2015	Ukjent	Ukjent	03.08-14.09	ca. 1,5 m ³ /s
2016	20.06-15.09	ca. 1,5 m ³ /s	20.06-15.09	ca. 1,3 m ³ /s
2017	07.07-14.09	Ca. 0,7 m ³ /s	07.07-14.09	0,7 m ³ /s
2018	08.06-14.09	1,0 m ³ /s	08.06-14.10 15.09-15.12	1,0 m ³ /s 0,3 m ³ /s

Kilde: Statkraft

Det foreligger også timeverdier for vannslipping og overløp fra Sysendammen for perioden 2006-2018. I tabell 3 er det presentert en oversikt over vannslipping i vassdraget.

Tabell 3. Vanntapping i vassdraget Bjoreio.

År	Slipping, mill. m ³		
	Isdal + Storlia	Sysendammen	Sum
2018	19.4	80.9	100.4
2017	5.9	82.9	88.7
2016	21.0	75.2	96.2
2015	21.2	55.0	76.2
2014	1.4	88.3	89.7
2013	15.3	93.1	108.4
2012	15.3	68.7	84.0
2011	20.0	88.2	108.2
2010	20.8	86.5	107.3
2009	22.3	75.1	97.4
2008	24.4	63.2	87.6
2007	22.5	78.9	101.4
2006	36.9	75.1	112.0
Gj.snitt	19.0	77.8	96.7

For å vurdere årsmiddeltilslig fra uregulert felt fratrekkes minsteslipping fra observerte data ved 50.11 Høel og vm Blåstein. Regulert feltareal fratrekkes. Basert på observerte data ved vm Blåstein er i tillegg årsmiddeltilslig for hydrologiske år (1.sept-31.aug) beregnet. Se tabell 4 og tabell 5.

Tabell 4. vm Blåstein

Kalenderår (1.jan-31.des)				hydrologiske år (1.sept-31.aug)			
År	Tilsig obs.	Sum vanntap	Uregulert tilsig	År	Tilsig obs.	Sum vanntap	Uregulert tilsig
	mill.m ³	mill.m ³	mill.m ³		mill.m ³	mill.m ³	mill.m ³
2018	299.4	100.4	199.0	2017-2018	283.0	94.6	188.5
2017	334.6	88.7	245.9	2016-2017	324.3	92.5	231.9
2016	275.3	96.2	179.1	2015-2016	279.8	86.2	193.6
2015	296.1	76.2	219.9	2014-2015	281.7	83.0	198.7
2014	258.6	89.7	168.9	2013-2014	261.9	99.1	162.8
2013	247.5	108.4	139.1	2012-2013	241.6	96.2	145.4
2012	285.5	84.0	201.5				
Gj.snitt	285.3		193.4 mill.m ³	Gj.snitt	278.7		186.8 mill.m ³
			6.1 m ³ /s				5.9 m ³ /s
			53.8 l/s*km²				52.0 l/s*km²

Tabell 5. vm 50.11 Høel

År	Tilsig obs.	Sum vanntap	Uregulert tilsig
	mill.m ³	mill.m ³	mill.m ³
2018	-	-	-
2017	263.6	88.7	174.9
2016	213.5	96.2	117.2
2015	230.0	76.2	153.8
2014	207.4	89.7	117.8
2013	199.1	108.4	90.7
2012	233.8	84.0	149.8
Gj.snitt	244.6		134.0 mill.m ³
			4.3 m ³ /s
			46.8 l/s*km ²

Målestasjon 50.1 Hølen i Kinso er valgt for å presentere vannføringsvariasjon fra år til år.

Årsmiddeltilsig for 50.1 Hølen er 59 l/s*km² for perioden 2012-2018. Den foreslåtte simuleringsperioden for produksjonsberegning er 1990-2019. Årsmiddeltilsig for 50.1 Hølen er 56 l/s*km² for periode 1990-2019. Årsmiddeltilsiget var ca. 5% høyre i perioden 2012-2018 enn de siste 30 år. 5% reduksjon ved vm Blåstein gir årsmiddeltilsig på 51,0 l/s*km².

Årsmiddeltilsiget beregnet ved hjelp av de tre metodene ligger i størrelsesorden 51,0-53,8l/s*km². Det er valgt å legge til grunn et årsmiddeltilsig på **52 l/s*km²**. Dette tilsvarer årsmiddeltilsig på 183,5 mill. m³ eller 5,8 m³/s fra uregulertfelt til Tveitafoss kraftverk.

I tillegg til tilsiget fra uregulert felt kommer nye fremtidige minsteslippinger fra Isdøla, Storlia og Sysendammen. I 2018 ble det innført et nytt manøvreringsreglement som innebærer følgende:

- 1.juni-15.september: 11 m³/s (ved Høl)
- 15.september-15.november: 1,5 m³/s (ved Høl)
- 15.november-14.april: 0,7 m³/s (ved Sysen)
- 14.april-1.juni: 1,5 m³/s (ved Høl)

Det nåværende manøvreringsreglementet vil være gjeldende frem til eventuelt nytt manøvreringsreglement er bestemt i revisjonssaken. Det gjeldende reguleringsreglementet gir ikke svar på hvor mye, når og hvor i vassdraget vannet slippes, utenom 0,7 m³/s ved Sysendammen i perioden 15.november-14.april. Det ble sett nærmere på historiske målinger av vannslipping fra Sysendammen (tabell 6). I perioden 1.juni-15.september ble det sluppet i gjennomsnitt 7,3 m³/s fra Sysendammen. Dette samsvarer med maksimal slukeevne til Leiro kraftverk på 7,0 m³/s hvor minsteslipping brukes for kraftproduksjon. Vannslipping på 7,0 m³/s i perioden 1.juni-15.september er lagt til grunn.

Tabell 6. Registrert vanntapping i Sysendammen.

År	Periode	Gj. størrelse, m ³ /s
2006	5.06-15.09	8.5
2007	12.02-12.03	0.3
	31.05-25.08	7.0
	06.09-19.09	4.3
	09.11-31.12	0.3
2008	01.01-21.04	0.5
	29.05-14.07	4.2
	17.07-16.09	7.7
	12.12-31.12	0.5
2009	01.01-06.04	0.5
	25.05-16.09	7.0
	04.11-31.12	0.4
2010	01.01-31.03	0.5
	31.05-15.09	8.7
	25.11-31.12	0.4
2011	01.01-01.04	0.4
	30.05-21.10	6.6
	30.11-31.12	0.5
2012	01.01-24.04	0.4
	29.05-18.09	6.5
	29.11-31.12	0.5

2013	01.01-16.04	0.5
	31.05-16.09	9.1
	14.11-31.12	0.9
2014	01.01-15.04	0.8
	28.05-18.09	7.9
	14.11-31.12	0.7
2015	01.01-16.04	0.8
	31.05-16.09	4.8
	13.11-31.12	0.8
2016	01.01-15.04	0.8
	30.05-16.09	6.9
	14.11-31.12	0.8
2017	01.01-15.04	0.8
	01.06-16.09	7.9
	14.11-31.12	0.8
2018	01.01-16.04	0.8
	30.05-10.10	5.8
	28.10-31.12	0.7

Vannslipping i Isdal og Storlia er presentert i tabell 2. Det fremgår av tabellen at i perioden 10.juni-15.september har det vært sluppet vann mellom 0,7 og 1,5 m³/s i Isdal. I Storlia har det vært sluppet omtrent samme vannmengde i perioden 15.juni-15.september. Det er derfor valgt å legge til grunn 1,0 m³/s for både Isdal og Storlia. For Isdal og Storlia er hhv periode 10.juni-15.september og 15.juni-15.september valgt.

De foreslåtte vannslippene i Isdal, Storlia og Sysendammen, samt periodene er oppsummert i tabell 7. Vannslippingene tilsvarer et årlig tilsig på ca. 90,4 mill.m³.

Tabell 7. Vannslipping som er lagt til grunn for produksjonsberegning, m³/s.

Period	Sysendammen	Isdal	Storlia
01.01-15.04	0.7		
01.06-15.09	7.0		
10.06-15.09		1	
15.06-15.09			1
15.11-31.12	0.7		

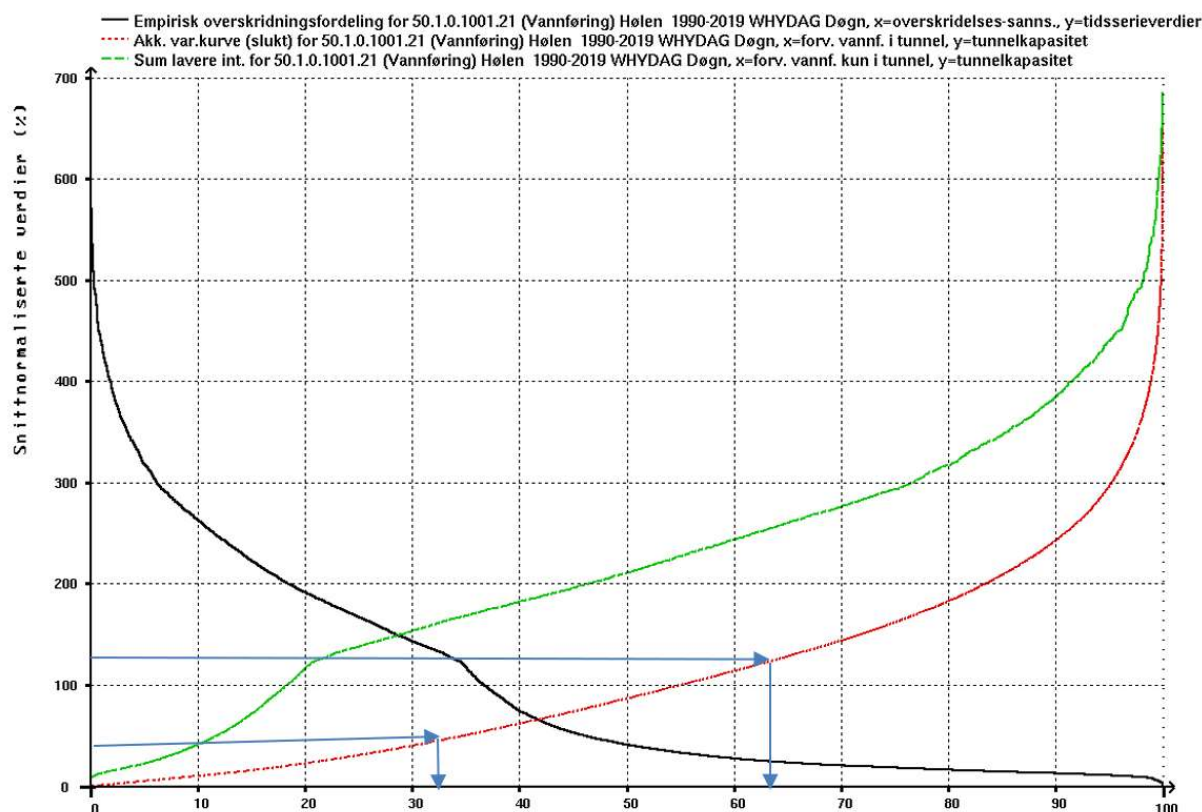
Årsmiddeltilsig til Tveitafoss kraftverk som er lagt til grunn for produksjonsberegning og hydrologiske vurderinger er presentert i tabell 8.

Tabell 8. Totalt årsmiddeltilsg til Tveitafoss kraftverk.

Nedbørfelt	Areal	Midlere avløp		
	km ²	l/s/km ²	m ³ /s	mill. m ³
uregulert felt	111,9	52	5,8	183,5
vannslipping				90,4
Sum			8,7	273,9

Se også vedlegg 4 for inntegnet uregulert nedbørfelt til Tveitafoss kraftverk og inntegnet restfelt basert på resultater fra NEVINA.

For produksjonsberegning er det laget arbeidstilsigserie (døgndata) på hydrologisk database «Hydra» til NVE. Serien er summen av skalert uregulert tilsg basert på vm 50.1 Hølen og minsteslippingene. Serienavn er 50.1.0.1001.21. Varighetskurve og vanntapskurver ved lavvann og flom er vist i figur 9.



Figur 9. Varighetskurve for Bjoreio ved inntaket.

Basert på varighetskurven kan 33 % av avløpet i Bjoreio på inntaksstedet utnyttes til produksjon ved den eksisterende maksimale slukeevne på 3,4 m³/s. Om maksimal slukeevne økes til 10,5 m³/s, kan 63 % av vannet utnyttes til produksjon. Det er da ikke tatt hensyn til den foreslåtte minsteslippingen.

Vassføringen i Bjoreio varierer over året som vist i nedenstående tabell. Tallene angir gjennomsnittlig månedsvassføring ved inntaket.

Tabell 4. Bjoreio, månedsmidler, m³/s

Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	År
2.02	1.79	1.71	2.27	9.09	25.92	22.14	16.20	10.89	5.35	3.71	2.79	8.66

2.4 Overføringer

Ingen overføringer er planlagt.

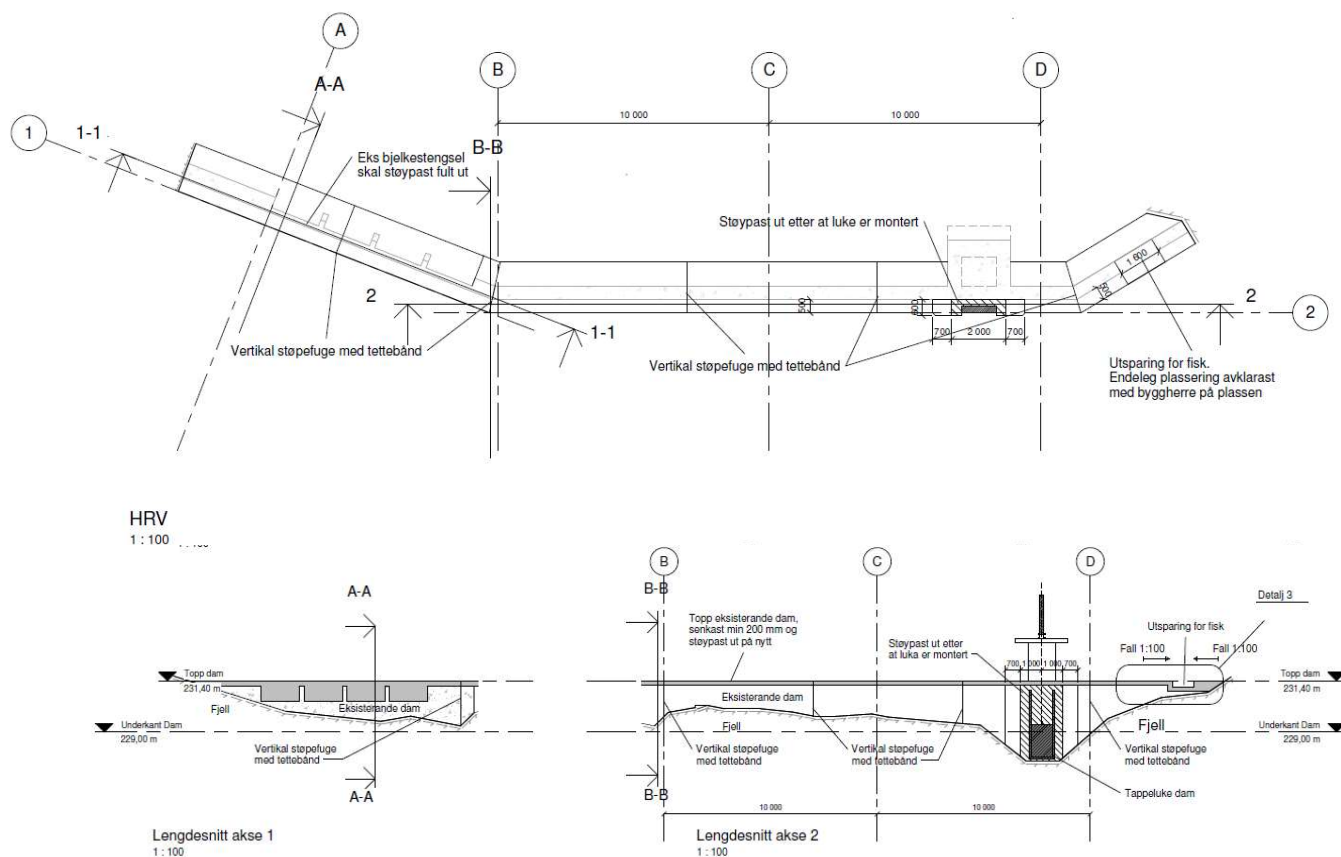
2.5 Reguleringsmagasin

De er ikke planlagt reguleringsmagasiner i forbindelse med prosjektet.

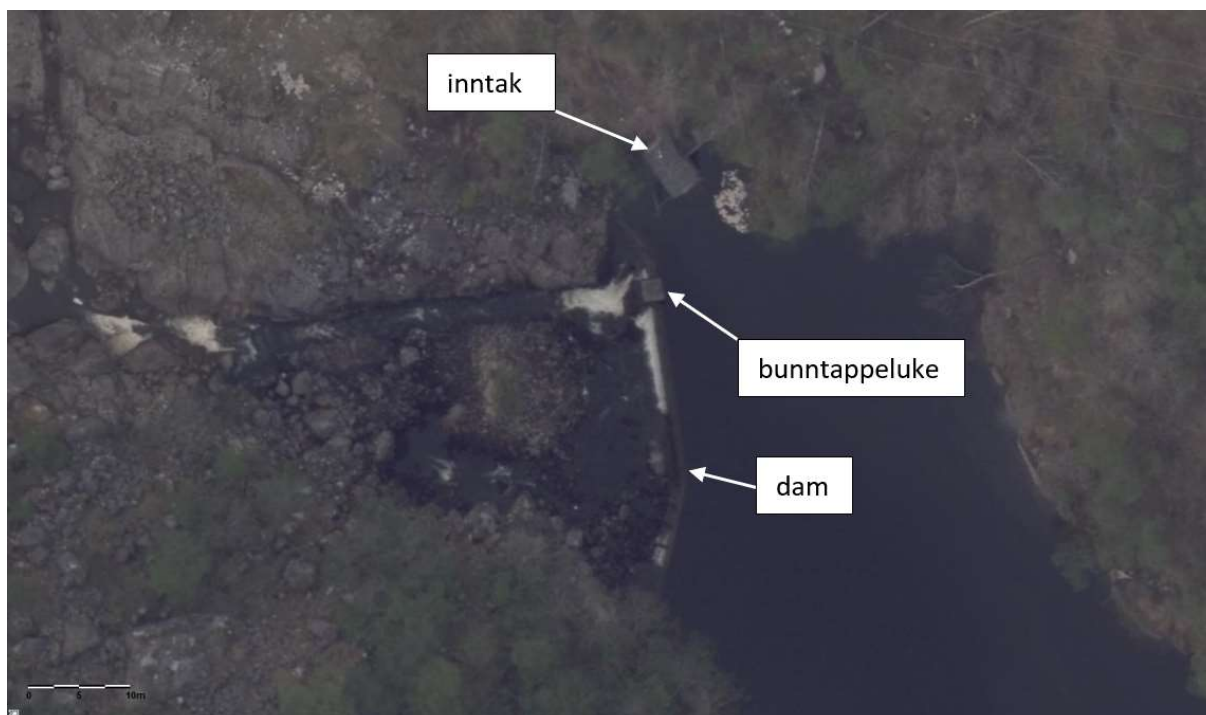
2.6 Inntak

Inntaket er bygget på kote 229,0. Damkronen ligger på kote 231,4. Det er en sperredam i betong med største høyde ca. 2,4 m og lengde over krona på 40 m. Dammen er utstyrt med bunntappeluke. Dammen og inntaket ble rehabilitert i 2016. I inntaket ble det installert en ny varegrind (2×4m) og en ny luke (1,1×1,8 m). Oppdemmet vannvolum er ca. 10 000 m³. Inntaksdammen er i bruddkonsekvensklasse 0.

I forbindelse med rehabilitering i 2016 ble en utsparring for fisk etablert. Se plan og lengdesnitt av dammen i figur 10, samt flyfoto i figur 11.



Figur 10. Eksisterende dam. Tegninger fra 2016 og er «as build».



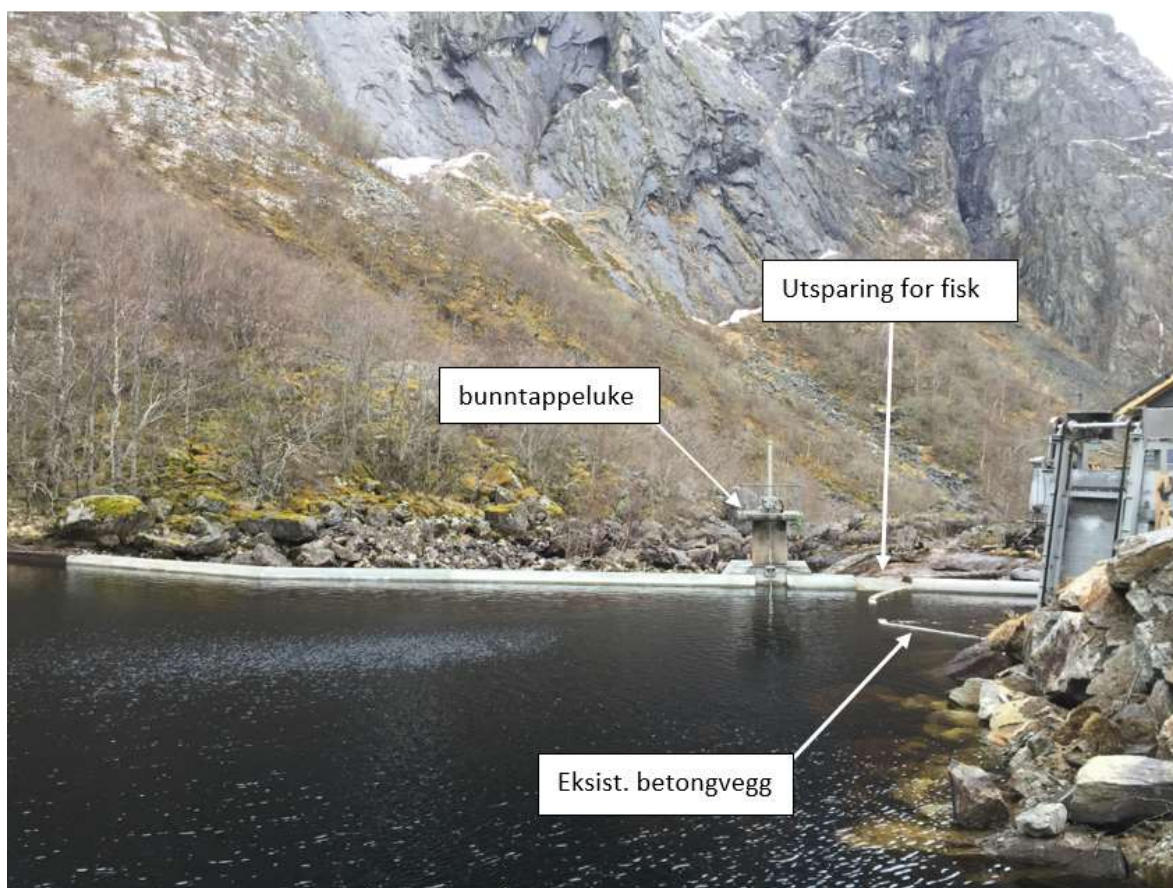
Figur 11. Planløsning av inntaket. Kilde: www.norgebilder.no

I forbindelse med planer om økning av slukeevne og utbygging av Tveitafoss II kraftverk må følgende endringer gjøres i inntaket og dammen:

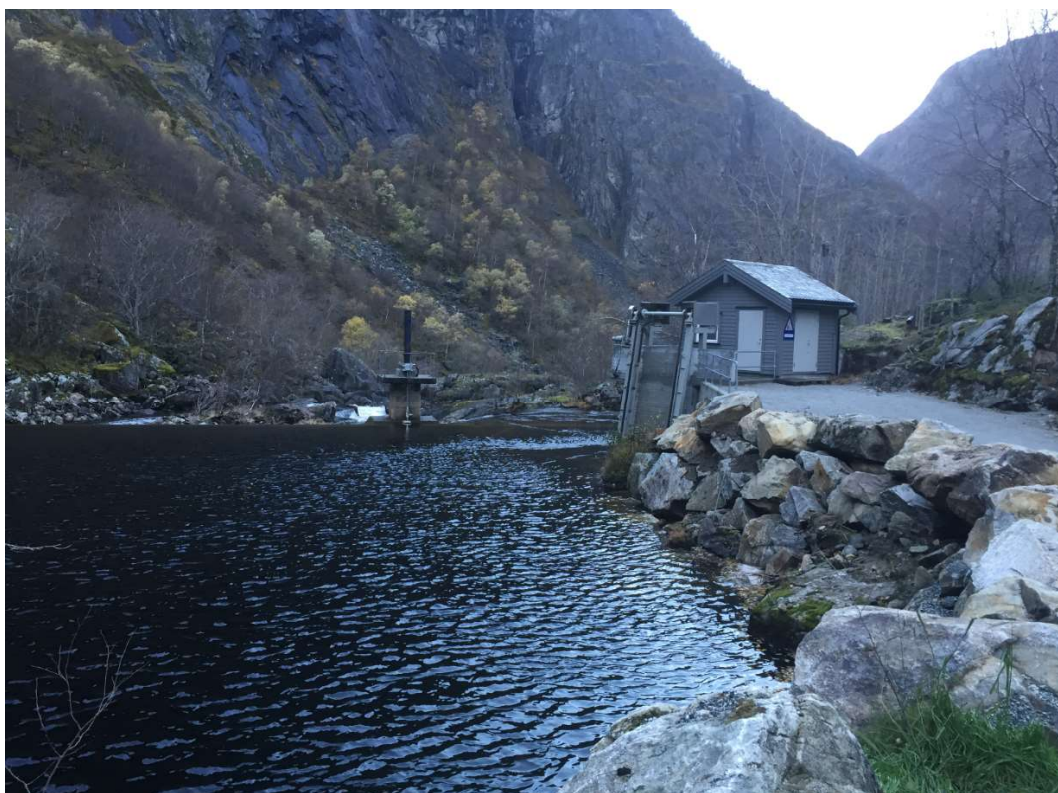
1. Bunntappeluka har et hydraulisk styresystem. Luken oppgraderes til en kombinert bunntappeluke/minstevassføringsarrangement.
2. Varegrinda har størrelse på 2×4m og er finristet. Hastighet gjennom risten er akseptabel ved økning av total slukeevne til 10,5 m³/s og derfor endres ikke varegrindas areal. Vibrasjonskrav er derimot ikke oppfylt ved økningen i slukeevne og det er derfor planlagt utbytte av varegrind.
3. Inntaksluka er på 1,1×1,8 m. Hastighet og falltapp er ikke akseptabelt ved planlagt slukeevne. Det er derfor planlagt å øke høyden på luken. Dette medfører minimalt inngrep i eksisterende konstruksjonen. Eksisterende luke løftes opp, betongkonstruksjoner langs lukeførere rives, ny luke heises ned og betongarbeid med tilpasning av den nye luken utføres. Det er en eksisterende betongvegg rett før inntakskonstruksjon. Denne benyttes som fangdam. Den nye luken har størrelse 1,1×2,8 m. Se bilde på figur 12 for nærmere informasjon.

Om konsesjon blir innvilget til eksisterende anlegg, dvs. uten økt slukeevne, og minsteslipping blir pålagt, må punkt 1 utføres. Se flere bilder av inntaksområdet i Figur 13.

Inntaket er ikke synlig fra RV7.



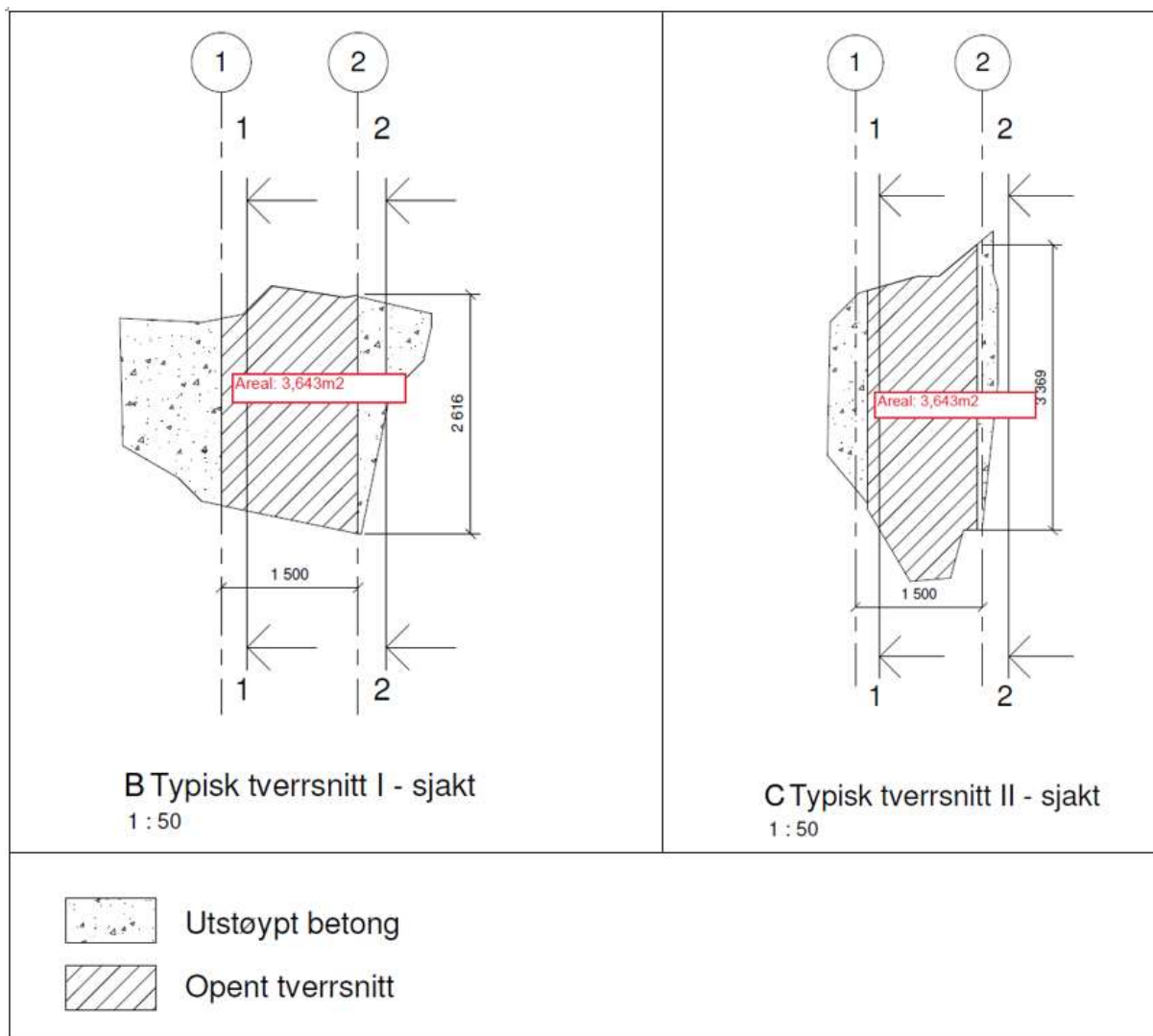
Figur 12. Bilde dammen og inntaksområdet.



Figur 13. Bilder av inntaksområdet.

2.7 Vannvei

Eksiterende vannvei: Fra inntaket går vannet gjennom en ca. 45° sjakt. Sjakten er opprinnelig sprengt. I 2015-2016 ble den rehabilitert og sprøytet med betong på grunn av dårlig fjell. Dette medførte en reduksjon av tverrsnittet til ca. 3,64 m². Se figur 14 og vedlegg 2.1. Lengde på sjakten er 22 m.



Figur 14. Tverrsnitt av sjakt «as built».

Sjakten går over til en horisontal tunnel. Tunnelen har lengde på 10,5 m før den går over til en propp. Tunnelen ble også rehabilitert, støpt med et nytt betonglag og forsterket med fjellbolter i 2015-2016. Tunneltverrsnittet er redusert til 2,1 m². Det er laget en betongpropp som går over til et innstøpt stålrør med diameter på 1,2 m. Lengden på røret er 11 m. Proppen er ikke hydraulisk utformet (se figur 15). Fra proppen fortsetter vannveien som GRP-rør på fundamenter ned til Tveitafoss kraftverk. Diameter på røret er 1,2 m og lengde er 202 m (se figur 16). Vannveien er plassert i bruddkonsekvensklasse 0.



Figur 15. Typisk tunnelversnitt og bilde av propp under rehabilitering.



Figur 16. Bilder av rørtraseen.

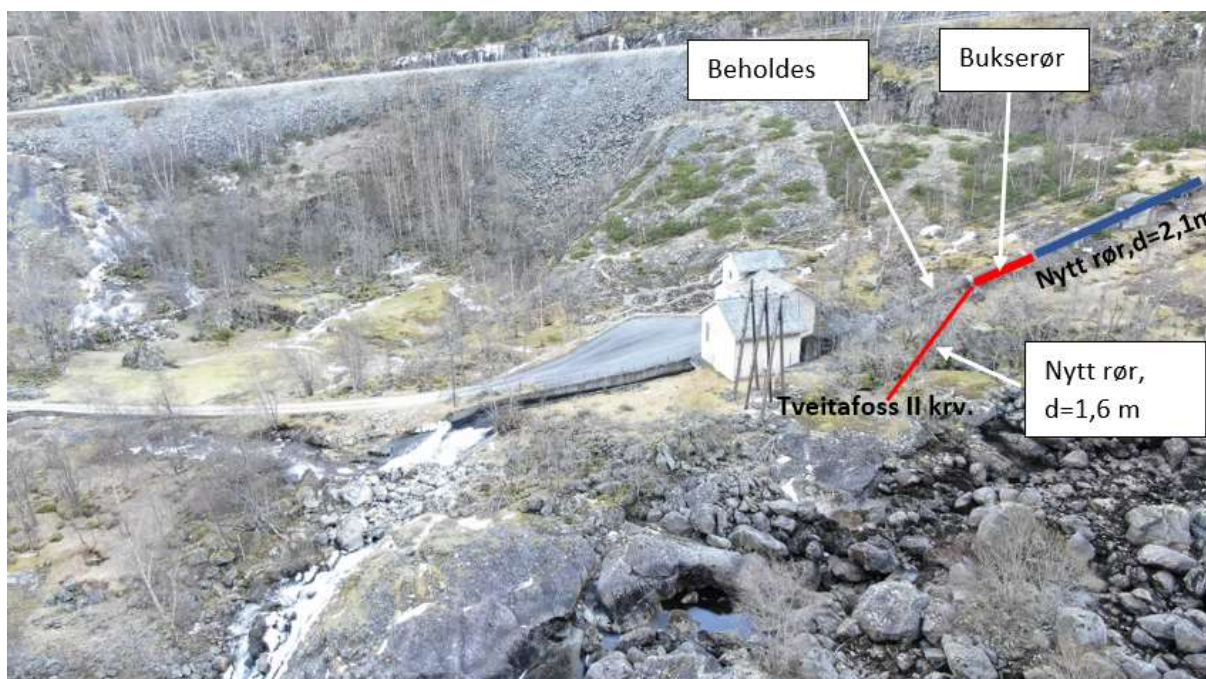
Det er ikke forutsatt endringer i eksisterende vannvei om konsesjon blir innvilget til Tveitafoss kraftverk (Alt. I).

Ved konsesjon etter alt. II med bygging av Tveitafoss II kraftverk og økning av slukeevne er følgende planlagt:

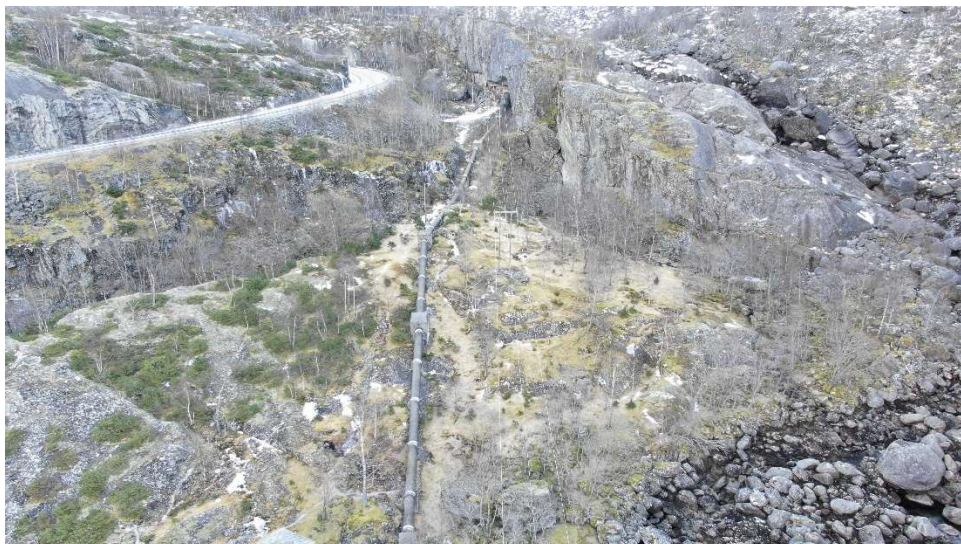
1. Ingen forandringer i eksisterende sjakt, tunnel, propp og rør til tunnelmunning. Dette er valgt på grunn av dårlig fjellkvalitet og stor usikkerhet ved eventuell utvidelse av tunneltversnitt. Vannhastigheten i eksisterende rør er akseptabel. Strekningen er relativt kort slik at falltap ikke er av betydning.
2. Fra tunnelmunningen legges GRP rør på fundamenter i samme trasé som i dag (ca. 160 meter). Det er lagt til grunn 6 m avstand mellom fundamenter og 60 m avstand mellom forankringsklosser. Rørdiameter er 2,1 m.
3. Videre legges bukserør $\varnothing 2100$ - $\varnothing 1600$ - $\varnothing 1200$ i ca. 3-6 m. Eksisterende rør med $\varnothing 1,2$ til Tveitafoss kraftverk beholdes. Rør med $\varnothing 1,6$ m legges i ytterlige 65 m til et nytt kraftstasjonsbygg for Tveitafoss II.

Vannveien er skissert på vedlegg 3.

Bildene under viser dagens inngrep og prinsipper for ny løsning. Som bildene viser, er det allerede gjort betydelige inngrep i dette området hvor det nå foreslås rørgate.



Figur 17. Bilde med skisserte løsningen nederst på strekningen.



Figur 18. Bilde med eksisterende rørtrasé. Denne traseen benyttes også for nytt rør, $d=2,1\text{m}$.

Inngrepet er delvis synlig fra veien i dag og blir synlig i samme grad ved eventuelt utbygging.

Vannveien er lokalisert basert på befaring, flybilder og kart 1:2500. En best mulig framkommelig trasé er presentert og vurdert til å være greit gjennomførbar. Skog må ikke ryddes. Sprengningsarbeider blir nødvendig, men volumet er beskjedent og vurdert under 500 m^3 . Gjennomsnittlig bredde på rørtraseen i anleggsperioden er ca. 15 m. Det er lagt til grunn en midlertidig veg av enkel standard for å komme til med betong langs rørtraseen.

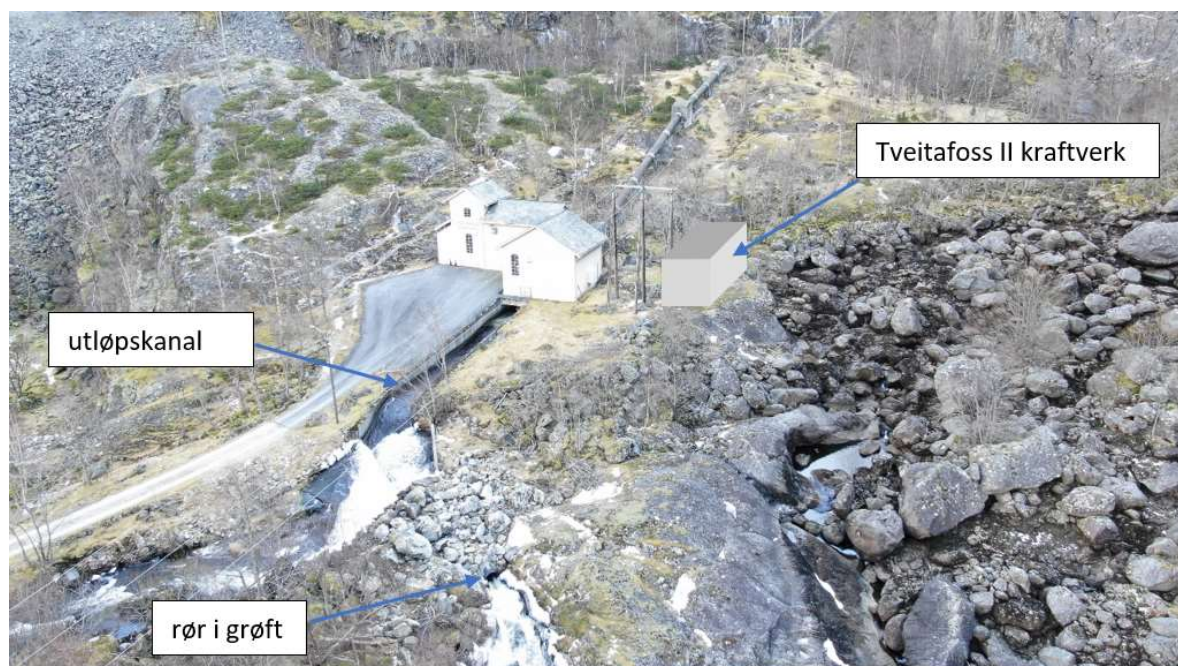
2.8 Kraftstasjon

Tveitafoss kraftverk er en kraftstasjon i dagen som består av to bygg. Den ene delen av bygget ble bygd i 1949. Da ble også første horisontale Francisturbin installert. I 1989 ble den andre horisontale Francisturbin installert i et eget tilbygg. Den første delen av bygget ble utvidet og felles kontrollrom ble etablert (figur 19).



Figur 19. Bilde av kraftstasjonsbygg.

Fra turbinene føres vannet gjennom en felles utløpskanal. Man ser kanalen på høyre side av bilde i Figur 19. Kanalen er ca. 30 m lang. På slutten av kanalen er det lagt inn et rør i grøft i 2016. Dette røret fører ca. 50 % av vannet i lavvannsperioder fra utløpskanalen til Bjoreio oppstrøms de øverste kulpene som benyttes som standplass for gytefisk, slik at man ikke skulle unngå tørrlegging i denne delen av elva (se figur 20).



Figur 20. Oversiktsbilde av kraftstasjonsområde.

Norconsult utførte målinger av vannføring i Tveitafoss kraftverk i august 2017. Basert på målingene og informasjon som foreligger, er utstyr med følgende data installert i dagens kraftverk:

Tveitafoss kraftverk	HF turbin 1 (1949)	HF turbin 2 (1989)
Maksimal slukeevne, m ³ /s	1,4	2,0
Ytelse, MW	0,76	1,0
Omdreiningstall, o/min	1000	750
Minste slukeevne, m ³ /s	0,47	0,64
Brutto fallhøyde, m	65,0	65,0

Tveitafoss kraftverk	Generator 1 (1997)	Generator 2 (1989)	Trafo 1 (1985)	Trafo 2 (1989)
Nominell effekt, MVA	0,8	1,2	0,8	1,2
Nominell spenning, kV	230	0,66	0,66/22	0,66/22
Effektfaktor cos (Φ)	0,8	0,9		

Generator for turbin 1 ble byttet i 1997 og transformator i 1985.

I bygget fra 1949 er omløpsventil installert. Dette er gjort for å unngå uønskede raske vannstandsendringer i Bjoreio, som følge av driften av Tveitafoss kraftverk. Omløpsventilen er installert i årsskifte 2006/2007. Omløpsventilen er tilkoblet direkte på innløpsrøret til turbin 1 og parallelt med turbinventil. Kapasitet på ventilen er målt til 0,729 m³/s. I 2019 oppstod to hendelser hvor omløpsventilen sviktet og uønsket fall i vannføringen i Bjoreio ble registrert. Supplerende automatiseringsutstyr til eksisterende omløpsventil vil installeres. Dette vil gjøre drift av omløpsventilen sikker. Om det ikke lar seg gjøre, erstattes eksisterende omløpsventil med en ny med tilsvarende kapasitet. Det er ikke plass i dagens kraftstasjonsbygg til installasjon av omløpsventil med større kapasitet.

Det er ikke planlagt ytterligere utbytte av eksisterende utstyr i Tveitafoss kraftverk ved innvilgelse av konsesjon for eksisterende anlegg i alternativ I. Begrunnelse for dette er nærmere beskrevet i kapittel 2.13.

I alternativ II søkes også om utbygging av Tveitafoss II kraftverk. Kraftstasjonen foreslås plassert på baksiden av Tveitafoss kraftverk (se figur 19). Valg av kraftstasjonsplassering er basert først og fremst med tanke på fisk og i samråd med fiskeeksperter. Følgende er tatt med i betraktningen:

1. kraftstasjonen er plassert oppstrøms de øverste kulpene som benyttes av anadrom fisk
2. vann returneres i Bjoreio oppstrøms overnevnte kulper, slik at vannstanden i disse kulpene ikke reduseres.
3. Installering av omløpsventiler med kapasitet på 2,0 (TI) og 5 m³/s (TII) som vil sikre mindre tørleggingseffekter ved utfall enn eksisterende omløpsventil med kapasitet på 0,729 m³/s i TI.

Tveitafoss II kraftstasjon bygges i dagen og i samme stil som Tveitafoss kraftverk. Det installeres en horisontal Francisturbin og en generator i kraftstasjonsbygget. Bygget antas å ville dekke en grunnflate på ca. 75-80 m². I Tveitafoss kraftverk demonteres turbinen fra 1949 med tilhørende generator og transformator. I tillegg fjernes omløpsventilen. Eksisterende høyspentrom og transformatorrom oppgraderes med utstyr til Tveitafoss II kraftverk. Ved å fjerne et aggregat frigjøres plass for installasjon av en ny omløpsventil med større kapasitet enn dagens. Aggregat fra 1989 med ytelse 1,0 MW beholdes.

Det er bygget en 22 kV linje (HL 440) i år 2000. Linjen passerer mellom Tveitafoss og Tveitafoss II kraftverk. I følge Hardanger Energi Nett som eier linja, er det nok kapasitet til å ta imot ca. 5 MVA i tillegg til dagens belastning.

Etter en nærmere teknisk-økonomisk vurdering og tatt i betraktning ovenfor beskrevet vilkår, er det konkludert med en horisontal Francis med følgende turbindata:

Tveitafoss II kraftverk	HF turbin
Maksimal slukeevne, m ³ /s	8,5
Ytelse, MW	4,5
Omdreiningstall, o/min	428,6
Minste slukeevne, m ³ /s	2,8
Brutto fallhøyde, m	65,0

Generatoren får ytelse på 4,6 MVA og spenning på 6,6 kV. Generatorspenningen transformeres opp til 22 kV via en trafo med samme ytelse som generatoren.

Samlet ytelse i alternativ II blir 5,5 MW.

Det vil bli installert en omløpsventil i Tveitafoss kraftstasjon som skal ha maksimal kapasitet på 2,0 m³/s og en omløpsventil i Tveitafoss II kraftverk med kapasitet på 5,0 m³/s. Ventilene vil være av typen ringstempelventil med elektrisk pådrag. Ventilene styres av kraftstasjonens kontrollanlegg og åpner i det vannføringen gjennom turbin opphører slik at inntil 7,0 m³/s tilføres elven nedstrøms kraftstasjonene. Det installeres driftsbatteri for å sikre drift av omløpsventilene i tilfelle av strømbrudd.

2.9 Kjøremonster, drift av kraftverket og omløpsventil.

Både i alternativ I og II foreslås slipping av alminnelig lavvannføring på 0,30 m³/s i hele året. Dersom tilsiget i Bjoreio er mindre enn kravet til minstevannføring, slippes hele tilsiget forbi. Kraftverket er i slike tilfeller ikke i drift. Alle endringer ved kjøring av kraftverket skjer gradvis, og start-stoppkjøring forekommer ikke.

Miljødirektoratet har pålagt rognplanting oppstrøms Tveitafossen. Smolten begynner utvandringen i starten av mai og gjennom måneden, muligens også noe ut i juni. Forutsatt at det fortsatt blir rognplanting oppstrøms Tveitafoss, er det foreslått å slippe alt vannet i mai i naturlig elveløp, mens i første halvdel av juni driftes kraftverket slik at mer vann er tilbake i elva enn det som går gjennom turbinen. Dødelighet av smolt gjennom turbinene antas derfor å reduseres i stor grad, og sannsynligvis tilnærmet elimineres. Dersom rognplanting/fiskeutsettinger oppstrøms Tveitafossen opphører vil det ikke være nødvendig med ekstra vannslipp i smoltutvandringsperioden, og kraftverket kan driftes som normalt med slipp av minstevannføring samt eventuelt overløp i naturlig elveløp.

I alternativ I kan Tveitafoss kraftverk utnytte vannføringen mellom 0,47 og 3,4 m³/s, da det er installert en turbin med maksimal slukeevne på 1,4 og en på 2,0 m³/s. Når vannføringen i elva er 0-0,5 m³/s, slippes alt vann i elva. Fra 0,5-1,1 m³/s er turbin fra 1949 i drift, fra 1,2-2,0 m³/s er turbin fra 1989 i drift. Når vannføringen er 2,1-3,4 m³/s er begge turbiner i drift. Vannføring større enn 3,4 m³/s renner i elva som overløp.

I alternativ II utnyttes eksisterende turbin med maksimal slukeevne på 2,0 m³/s og en ny turbin i Tveitafoss II med slukeevne på 8,5 m³/s. Den nye turbinen kan utnytte vannføring ned til 2,8 m³/s.

Dette betyr at vannføring som kan brukes til produksjon ligger mellom 0,7 og 2,0 m³/s og 2,85-10,5 m³/s. Når vannføringer er 0-0,7 m³/s renner alt vannet i elva. Ved vannføring 0,71-2,0 m³/s er turbinen fra 1989 i drift. Ved vannføring 2,1-2,8 m³/s brukes 2,0 m³/s i turbinen og 0,1-0,8 m³/s renner i elva som overløp. Når vannføring er 2,9-8,5 m³/s er den nye turbinen i drift. Ved vannføring på 8,5-10,5 m³/s er begge turbiner i drift. Vannføring større enn 10,5 m³/s renner i elva som overløp.

Installert omløpsventil i Tveitafoss kraftverk har kapasitet på 0,729 m³/s. For Tveitafoss II kraftverk er det foreslått å installere omløpsventiler med kapasitet på 2,0 og 5,0 m³/s. Dette vil sikre tilstrekkelig vanddekke nedstrøms kraftstasjonen til å unngå eggdødelighet, og strandingsrisiko for ungfisk. Det henvises til kapittel 3 og 4 for øvrige fiskefaglige vurderinger. Ved eventuelt brudd åpnes omløpsventil på samme slukeevne, inntil 7,0 m³/s, som det var da bruddet skjedde. Vann gjennom omløpsventilen vil gradvis reduseres etter at overløp ved inntaksdammen har oppstått. Omløpsventilen stenges når overløpet i elva ved utløpet til kraftstasjonen oppnås.

2.10 Veibygging

Adkomst til Tveitafoss kraftstasjon i dag er via en 600 m lang avgreining fra Eidfjordvegen (FV7). Veien er permanent grusvei med asfaltert innkjørselparti og parkering foran Tveitafoss kraftverk (figur 21).

For å komme fram til Tveitafoss II kraftverk er det planlagt en bro over eksisterende utløpskanal til Tveitafoss kraftverk. Broen er beregnet til å tåle last på opptil 20 tonn. Broen vil bli ca. 10 m lang og 3 m bred. Fra broen blir det en 30 m lang vei til Tveitafoss II kraftverk (figur 22).

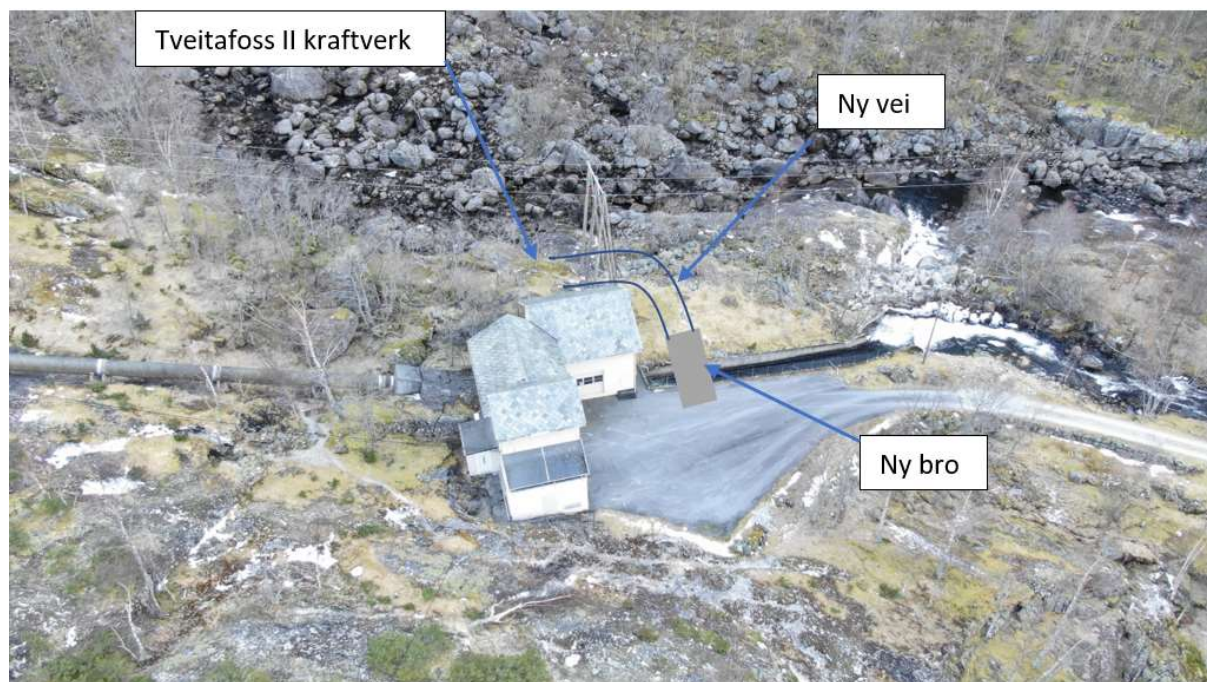
I forbindelse med bygging av rørtraseen vil det være behov for en midlertidig vei som følger rørgaten. Gjennomsnittsbredde på inngrep i forbindelse med rørtraseen er ca. 15 m. Veien fjernes og terrenget arronderes. Det er tidligere etablert midlertidig vei langs rørgaten, senest i 1989. Se vedlegg 3 for nærmere informasjon

Endringer i inntaket utføres gjennom eksisterende adkomstvei.

Det skal ikke ryddes skog i forbindelse med utbygging av veiene.



Figur 21. Adkomstvei til Tveitafoss kraftverk.



Figur 22. Bilde med skissert adkomst til Tveitafoss II kraftverk.

2.11 Massetak og deponi

I forbindelse med utbygging av Tveitafoss II kraftverk påregnes noe sprenging av fjell. Volum av sprengte masser er av liten betydning og antatt under 500 m³. Det er ikke behov for deponi.

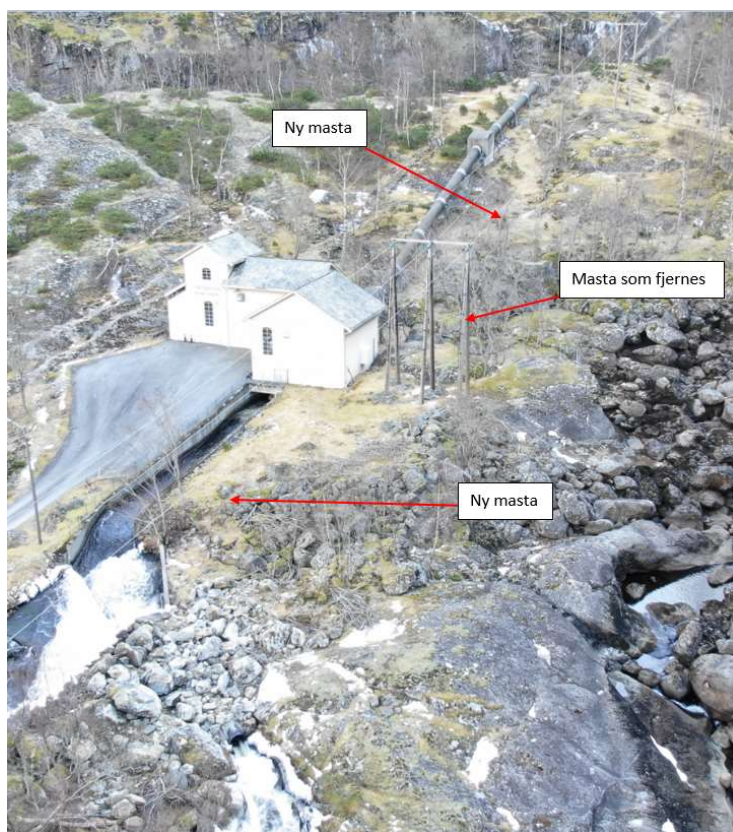
Området foran Tveitafoss kraftverk vil bli benyttet som rigg og lagringsplass. Dette suppleres ved behov med tilgjengelig lagringsplass i montørstasjon til Hardanger Energi ved Eidfjord.

2.12 Nettilknytning (kraftlinjer/kabler)

Hardanger Energi AS er områdekonsesjonær og eier 22 KV linja (HL 440) som går forbi Tveitafoss kraftverk. Linja er bygd i år 2000. Det er kapasitet til å ta imot ca. 5 MVA i tillegg til dagens belastning. Ved dimensjonering av Tveitafoss II kraftverk er dette tatt hensyn til.

Tveitafoss kraftverk er tilknyttet nettet ved hjelp av nedgravd kabel. Masta som kabelen er koblet til, er samme masta som der Tveitafoss II kraftverk er planlagt bygget. Det er derfor behov for å erstatte denne masta med to nye master. En av disse er planlagt plassert ca. 20 m nordvest og den andre på samme avstand sørøst for Tveitafoss II kraftverk. Se vedlegg 3 og figur 23.

Det er planlagt nedgravd kabel fra Tveitafoss kraftstasjon til tilknytningspunktet. Se vedlegg 3 hvor tilknytningspunktet er inntegnet. Det anlegges nedgravd kabel fra kraftstasjonen langs eksisterende kabeltrasé på baksiden av Tveitafoss kraftverk og videre til masta. Lengden er ca. 50 m. TXSE 3×95 Al jordkabel er foreløpig planlagt brukt.



Figur 23. Oversikt kraftledning.

2.13 Kostnadsoverslag

Økonomien ved å installere et nytt aggregat til erstatning for aggregatet fra 1949 med samme turbinlukkenevne er undersøkt. Kostnadsoverslag og innvunnet produksjon er vist i

tabell 9. Utbyggingskostnadene er beregnet til 8,3 kr/kWh. Det er dermed ikke økonomisk lønnsomt å bytte turbin i alternativ I.

Tabell 9. Kostnadsoverslag for utbytte av turbin fra 1949.

Anleggsdel	Enhet	Sum	Totalt
A. BYGNINGSMESSIG			
1. Kraftstasjonsområdet			
Rigg	20 %	170	
Demontere og fjerne eksist. aggregat	RS	500	
Betongarbeid, tilpasning	RS	350	
Uforutsett	10 %	85	
Sum bygg			1 105
B. ELMEK			
Francis turbin		4000	
Ny hovedstengeventil		200	
Omløpsventil. Rehabilitering		100	
Sum el-mek			4 300
Totalt			5 405
C. BYGGHERREKOST			
Byggeledelse, administrasjon, prosjektering 7 %			378
Sum totalt			5 783
Innvunnet produksjon, GWh			0.7
Utb.kostnad pr. kWh			8.3

Kostnadsoverslag for Tveitafoss II kraftverk er utarbeidet basert på nylig mottatte tilbud for elektromekanisk utstyr. Byggekostnader er basert på mottatte priser fra en entreprenør som var på befaring i Tveitafoss II kraftverk og supplert med erfaringsdata for utbygging av kraftverk i lignende prosjekter. Se Tabell 10.

Tabell 10. Kostnadsoverslag for utbygging av Tveitafoss II kraftverk.

Anleggsdel	Enhet	Mengde	Q = 8.5		
			Enhetspris	Sum	Totalt
A. BYGNINGSMESSIG					
1. Kraftstasjonsområdet					
Rigg	20 %			2336	
Demontere og fjerne eksist. aggregat og omløpsventil	RS			500	
Kr.stasjon, bygn.messig inkl. uteomr.	RS			10450	
Avløp	RS			80	
Annlegsvei til kraftstasjon	lm	50	1000	50	
Bro, 20 tonn	m2	30	20000	600	
Uforutsett og uspesifisert	10 %			1402	
Sum					15418
2. Vannvei					
Rigg	20 %			700	
Riving, demontering, miljøsanering og klargjøring av tomta	lm	160	1900	304	
Grunnarbeid	lm	225	4000	900	
Betongarbeid, fundamenter og fundamentklosser	lm	225	7200	1620	
Diverse bygningsmessig arbeid	lm	225	3000	675	
Uforutsett og uspesifisert	10 %			420	
Sum vannvei					4619
3. Inntaket					
Rigg	20 %			170	
Demontering av eksist. luke	RS			200	
Betongarbeid, tilpassning av ny luke	RS			350	
Demontering av eksist. varegrid	RS			150	
Betongarbeid og instalasjon av ny varegrid	RS			150	
Uforutsett og uspesifisert	10 %			102	
Sum					1 122
B. ELMEK					
Inntaksluke (1.1x2.8)	RS			1265	
Varegrind	RS			600	
Automatisering av eksist. hydraulisk luke for minsteslipping	RS			300	
Sum					2 165
Turbin, n = 428 o/min, hovedstengeventil, styring	kW	4900		15000	
Kran, 20 tonn	RS			900	
Trafo og Generator				inkl	
Kontroll- og koplingsanlegg				inkl	
Kjøleanlegg inngår i turbin				inkl	
Tilløpsrør, GRP, PN6,2100 mm, levert på anlegg, ferdig montert	lm	160	10284	1645	
Tilløpsrør, GRP2100 PN10	lm	65	11523	749	
Bukserør Ø2100-Ø1600-Ø1200	RS			800	
Forbislipping, ringstempelventil, Q=2 m3/s	RS			700	
Forbislipping, ringstempelventil, Q=5 m3/s	RS			900	
Sum elmek i stasjon/tilløp					20694
Omlegging av tilknytningspunkt. Flytting av masta	RS			350	350
Totalt					44368
C. BYGGHERREKOST					
Byggeledelse, administrasjon, prosjektering 7 %					3106
Finansieringskostnader, 5 % p.a. 1 år	5.0 %	1			1109
Sum totalt					48583
Produksjon, GWh					20.8
Utb.kostnad pr. kWh					2.3

2.14 Fordeler og ulemper ved tiltaket

Fordeler

Alternativ I:

Ved innvilgelse av konsesjon for eksisterende anlegg vil årlig produksjon med de foreslåtte vannslippingene oppstrøms og forutsatt at turbin fra 1949 vil være i drift, bli lik ca. 10,0 GWh, hvorav 48 % er vinterkraft. Etter utfasing av turbin fra 1949 vil produksjonen reduseres til ca. 6,8 GWh, hvorav 55 % er vinterkraft.

Alternativ II:

Ved innvilgelse av konsesjon for Tveitafoss II kraftverk vil produksjonen øke til 20,8 GWh, hvorav 26 % er vinterkraft. Dette er et betydelig bidrag for et småkraftverk.

Det vil slippes minstevannføring samt bli periodevis eventuelt overløp, noe som i motsetning til i dag medfører årssikker vannføring i Tveitafossen. Ved slipp av alt vann i mai og minst halvparten av vannføringen i perioden 1-15 juni vil sannsynligvis all nedvandrende smolt følge naturlig elveløp. Det er usikkert om dette er en forbedring fra dagens situasjon da det ikke er kjent om, og i så fall hvor stor andel av nedvandrende smolt forbi dagens inntak, som velger turbinvannet.

Berørt elvestrekning reduseres fra dagens 400 til 330 m, slik at alle tilgjengelige funksjonsområder for anadrom fisk ikke får redusert vannføring.

Kommunen vil få en økning i sine skatteinntekter.

Den produserte energien er CO₂-fri, miljøvennlig og fornybar og vil kunne erstatte energi som i dag produseres ved bruk av fossilt brennstoff. Årsproduksjonen på 20,8 GWh svarer til en redusert CO₂-mengde på ca. 7100 tonn årlig som tilsvarer det årlige utslippet av CO₂ fra om lag 2780 personbiler. Kraftverket blir dermed både en bidragsyter til økt andel fornybar energi, samtidig som det vil være en bidragsyter til globalt reduserte CO₂-utslipp.

Ulemper

Ved innvilgelse av konsesjon for eksisterende anlegg er det ikke forventet nye ulemper.

Ved utbygging av Tveitafoss II kraftverk blir vannføringen redusert i Tveitafossen om sommeren og høsten. Vannføringer om sommeren er som regel derimot relativt store. Gjennomsnittlig vannføring i juni, juli og august er hhv. 25,9, 22,1 og 16,2 m³/s. Reduksjon på grunn av etablering av Tveitafoss II kraftverk sammenlignet med dagens situasjon er 7,1 m³/s og vil ikke være vesentlig avgjørende for de visuelle effektene av fossen på høye vannføringer som er typiske i sommersesongen. Det bemerkes at den delen av Bjoreio som berøres, ikke har verdi for laks og sjøørret da naturlig vandringshinder er rett oppstrøms planlagt kraftverksutløp.

2.15 Arealbruk og eiendomsforhold

Arealbruk

I inntaksområdet vil bytte av grind og luke foregå via dagens vei. Eksisterende parkeringsplass vil brukes som rigg.

Fra tunnelmunningen til Tveitafoss II kraftverk vil det bli behov for midlertidig vei langs rørtraséen. Rørtraséen er på ca. 225 meter. Det kan generelt regnes med et ca. 15 meter bredt byggebelte.

Kraftstasjonsområdet vil legge beslag på et areal på ca. 0,7-0,8 da. Total lengde på ny vei blir ca. 30 m. Bro er 3 m bred og 10 m lang. Se også Vedlegg 3.

Rigg etableres på eksisterende parkeringsplass foran Tveitafoss kraftverk slik at det ikke kreves nytt areal til disposisjon for dette formålet.

Det er ikke behov for deponi.

Se Tabell 11 med oversikt for arealbruk.

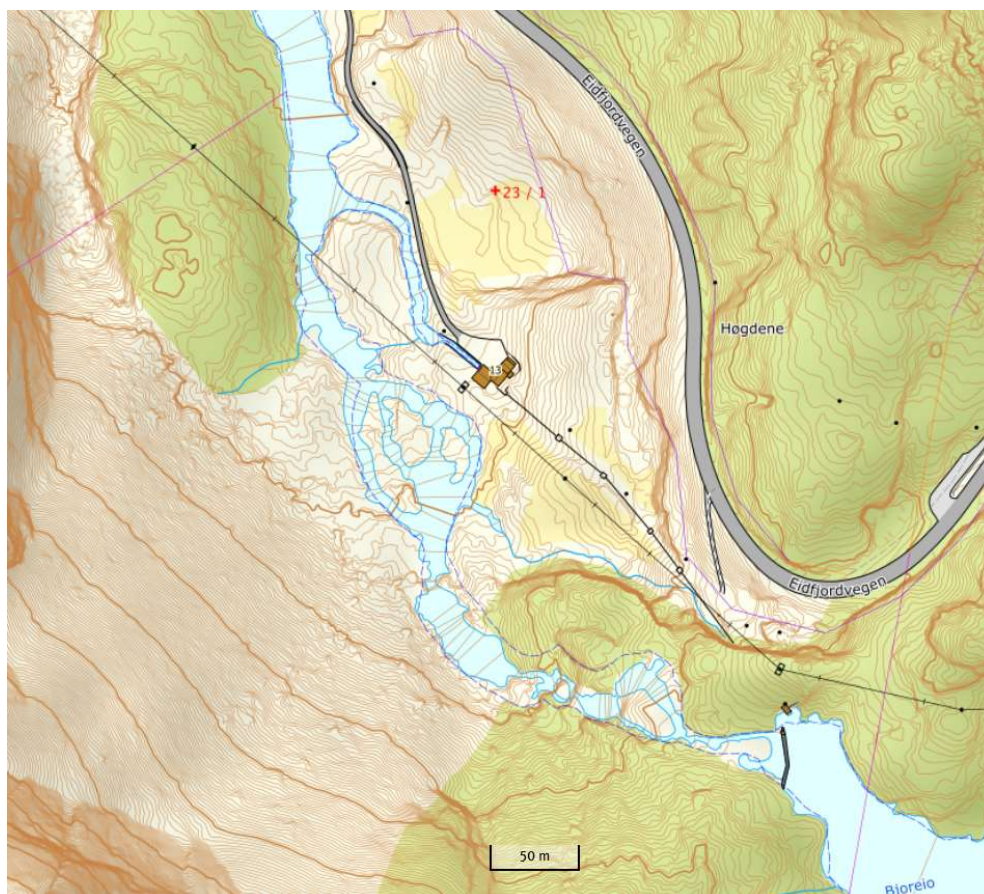
Tabell 11. Oversikt for arealbruk

Inngrep	Midlertidig arealbehov (daa)	Permanent arealbehov (daa)	Evetuelle merknader
Inntaksområde	-	-	
Rørgate	3,5	0,5	Permanent areal er fundament
Riggområde og Massetak/deponi	-	-	
Veier og bro	-	0,1	
Kraftstasjonsområde		0,8	
Nettilknytning	-	-	Fundamenter for to master

Eiendomsforhold

Tveitafoss kraftverk, fra inntaket til utløpet, ligger på en og samme eiendom. Eiendommen har Gnr. 23 og bnr. 1 (se figur 24). Rettighetshaver er Statkraft Energi AS. Det er flere registreringer av grunn utskilt fra denne matrikkelenheten: Gnr. 23 bnr 3 gjelder fallrettigheter på ca. 60 m til Tveitafossen, Gnr 21 bnr 15 og Gnr 23 bnr 5 på hovedbruk. Disse er ikke markert på kartet.

Hardanger Energi AS har inngått avtale med Statkraft Energi AS om fortsatt leie av vannfall og grunn for utnyttelse i Tveitafoss kraftverk. Denne avtalen gjelder til og med 31. desember 2039.



Figur 24. Kart med eiendomsinformasjon. Kilde: www.norgeskart.no

2.16 Forholdet til offentlige planer og nasjonale føringer

Fylkesplan for småkraftverk

Det ble vedtatt en "Fylkesdelplan for små vasskraftverk i Hordaland 2009-2021". Prosjektområdet ligger under Ulvik-Eidfjord delområde 7. Tveitafoss er ikke spesielt omtalt. Vøringsfossen og Måbødalen er omtalt som «spesielle trekkplaster, men også Tyssviko og Isdøla har særleg verdi for reiselivet.»

Kommuneplaner

Det er utarbeidet "Kommuneplan for Eidfjord kommune, arealdel av kommuneplan 2011-2022». Tveitafossen er ikke omtalt spesielt.

På kart nedenfor er presentert utklipp av kommuneplan. Område/belte på ca. 200-250 m fra elveløp, begge sider, inngår under «Byggeforbud langs vassdraget». Det må søkes om dispensasjon ved eventuell utbygging. Prosjektet ligger i LNF (Landbruks-Natur – og Friluftsområde) som er markert lyst grønt på kartet.



Figur 25. Arealplan. Kilde Eidfjord kommune.

Samlet plan for vassdrag (SP)

Prosjektet er omtalt i SP for «Hordaland fylke, Eidfjord kommune, 222 Bjøreio, 01 Tveitafoss, November 1987». Det var foreslått to alternativer for utnyttelse av fall i Tveitafossen. Alt A. hadde inntak samme sted som dagens Tveitafoss kraftverk og utløp på kote 160, ca. 150 m nedstrøms dagens. Ved dette ville fallet økes med 15 m. Vannveien var foreslått som tunnel og rør på fundamenter. Midlere kraftproduksjon ble beregnet til 23 GWh. Alt. B hadde inntak i Måbøvatn på kote 335 og kraftstasjon på kote 150. Vannveien var foreslått i fjell i sin helhet. Midlere kraftproduksjon ble beregnet til 67 GWh.

Etter Stortingets behandling av energimeldingen «Kraft i endring» er imidlertid Samlet plan for vassdrag utviklet som forvaltningsverktøy. Bakgrunn og forutsetninger for vedtaket beskrives ikke nærmere her.

Verneplan for vassdrag

Vassdraget er ikke vernet mot kraftutbygging og er i dag vesentlig påvirket av vannkraftutbygging.

Nasjonale laksevassdrag

Bjøreio er ikke omfattet som nasjonalt laksevassdrag. Elva har en bestand av laks og sjørøret. Det henvises til kapittel 3 for mer utfyllende informasjon.

Ev. andre planer eller beskyttede områder

Området er ikke vernet etter naturvernloven/ naturmangfoldloven. Området er registrert som kulturhistorisk landskap av nasjonal interesse, men ikke fredet etter kulturminneloven. Området er sikret som svært viktig statlig friluftsområde.

EUs vanndirektiv

Bjoreio ligger under vannregion Vestland, vannområde Hardanger. Det er utarbeidet «Tiltaksprogram for vassregion Hordaland. 2016-2021». Bjoreio omtales i forbindelse med pågående vurdering av variabel miljøtilpasset vannføring, problemkartlegging, vilkårsrevisjon, samt temperaturstyring av vann i magasiner.

3 Særskilt om Bjoreio og fiskeforhold

3.1 Om Bjoreio

Bjoreio har en lakseførende strekning på om lag fem km, fra Eidfjordvatnet til Tveitafossen. Tveitafossen, som i dag utgjør Tveitafoss kraftverk, er et naturlig vandringshinder for oppvandrende laks og sjøørret.

Laksebestanden i Eidfjordvassdraget, som Bjoreio er del av, viste en kraftig tilbakegang på 1990-tallet, og har siden dette holdt seg på et lavt nivå. Bestanden er av den grunn kategorisert som truet. Vannkraftutbygginger har vært, og er, en vesentlig påvirkning for bestanden. Imidlertid viser drivtellingene at antall gytefisk av både laks og sjøørret har økt de senere år (Skoglund H. , Skår, Gabrielsen, & Barlaup, 2019).

3.2 Påvirkning av Eidfjord Nord- reguleringen

I det følgende gis en kort oppsummering av virkningene av Eidfjord Nord-reguleringen. Dette er relevant for denne konsesjonssøknaden grunnet flere forhold:

- Pålagte minstevannføringer avgjør i stor grad vannføringen i elva ved Tveitafossen
- Fiskeutsettinger i Bjoreio oppstrøms Tveitafossen medfører at utvandrende smolt i dag passerer inntaket til Tveitafoss kraftverk
- Parallell vilkårsrevisjon av Eidfjord Nord- reguleringen

3.2.1 *Vannføring*

Reguleringen har medført betydelig redusert vannføring i Bjoreio gjennom fraføring av vann til Sima kraftstasjon. Fraføringen omfatter Leiro, Bjoreio og øvre deler av Isdalen. Krav til minstevannføring i Bjoreio har vært 12 m³/s ved Vøringsfossen i perioden 1/6 – 15/9. I øvrige deler av året har vannføringen i elva periodevis blitt svært lav. Det er kjent at blant annet lave vintervannføringer har medført betydelige tørreleggingseffekter på gyteområder med påfølgende høy eggdødelighet.

Det er utført et betydelig kartleggingsarbeid i elva for å undersøke eggdødeligheten i elva ved ulike vannføring/vannstand. Som følge av dette er vintervannføringen økt gjennom frivillig vannslipp fra Sysendammen vinterstid, mot at tilsvarende vannvolum reduseres i sommersesongen. Ved denne endringen i manøvrering er høyere vintervannføring oppnådd uten reduksjon i kraftproduksjon. Fra 2013 er det sluppet 0,7 m³/s vinterstid, noe som har medført at det i denne perioden er registrert en betydelig høyere eggoverlevelse. I 2018 ble det innført et nytt manøvreringsreglement som innebærer følgende:

- 1.juni-15.september: 11 m³/s (ved Høl)
- 15.september-15.november: 1,5 m³/s (ved Høl)
- 15.november-14.april: 0,7 m³/s (ved Sysen)
- 14.april-1.juni: 1,5 m³/s (ved Høl)

3.2.2 *Vanntemperatur*

Slipp av minstevannføring gjennom bunnluke ved Sysendammen har medført en betydelig lavere sommervannstemperatur i Bjoreio, som er negativt for tilveksten til ungfisk i vassdraget nedstrøms. Det er derfor gjennomført tiltak med at noe av minstevannføringen slippes fra Isdal og Storlia for å øke vanntemperaturen. Tematikken omhandles ikke videre i denne søknaden, da det anses som lite relevant for konsesjonsprosessen som omhandler Tveitafoss kraftverk.

3.2.3 Fiskeutsettinger

Som en del av konsesjonsbestemmelsen fra 1975, ble Statkraft Energi AS pålagt å sette ut 15800 tosommige laksesmolt i Bjoreio og Eio. Fra begynnelsen av 2000-tallet er laksen også satt ut som øyerogn og ensomrig settefisk (Tabell 12). De siste årene har pålegget omfattet utsetting av 100 000 øyerogn årlig. Smoltpålegget ble fjernet i 2018, mens det ble gitt nytt midlertidig pålegg i 2019. I 2020 har Miljødirektoratet ikke gitt pålegg om utsetting av smolt, men Statkraft vedtok selv å sette ut smolt etter innvilget søknad. Det er foreløpig uklart hva som skjer med tanke på smoltutsetting i 2021 (Jenssen, 2020).

All rogn har i hovedsak blitt satt ut oppstrøms anadrom strekning. Undersøkelser indikerer at overlevelsen til den utsatte fisken er lav, og det blir registrert få fettfinneklippte fisk under drivtellingene og under stamfisket (Skoglund, Skår, Gabrielsen, & Anker Halvorsen, 2017). I tillegg til antatt høy dødelighet er det tidvis store utfordringer med rognplantingen oppstrøms Tveitafossen grunnet isdekke (Jenssen, 2020). Det er også oppgitt at det er arealer nedstrøms fossen som er egnet for rognplanting og som trolig kan gi bedre resultater enn dagens utsettingsregime. Både forskningsmiljøet og Statkraft som ansvarlig regulant er enige om at dersom utsettinger skal opprettholdes bør rognplantingen flyttes til nedstrøms Tveitafossen (Jenssen, 2020) (Skoglund H. , 2020). I henhold til pålegget skal rogn i utgangspunktet legges oppstrøms Tveitafossen, men det er åpning for å legge den nedstrøms avhengig av mengden gytefisk nedstrøms samt mengden is i vassdraget (Jenssen, 2020).

Det henvises for øvrig til kapittel 4.7.3 om nedvandring ved Tveitafossen.

Tabell 12. Oversikt over utsettinger av laks i Bjoreio og Eio i perioden 1990-2018. Tabell er hentet fra Skoglund et al. 2018.

År	Øyerogn	Settefisk	Smolt
1990	-	9 550	6 380
1991	-	11 282	16 071
1992	-	18 288	34 482
1993	-	-	17 163
1994	-	-	7 299
1995	-	-	12 974
1996	-	-	10 466
1997	-	-	11 500
1998	-	-	10 600
1999	-	-	8 558
2000	-	-	5 901
2001	-	-	5 440
2002	36 000	-	5 540
2003	-	2 956	3 286
2004	-	3 000	13 000
2005	18 000	57 000	17 150
2006	-	98 000*	-
2007	144 000	20 000	-
2008	85 000	-	-
2009	140 000	20 860	12 300
2010	140 000	-	-
2011	57 000	37 000	-
2012	101 000	-	11 000
2013	86 000	-	32 100
2014	94 800	-	20 000
2015	112 000	-	12 272*
2016	101 000	-	27 525*
2017	100 000	-	35 495*
2018	85 000	-	35 488*

4 Virkning for miljø, naturressurser og samfunn

4.1 Hydrologi

For å finne størrelse på alminnelig lavvannføring og 5-persentilverdier ved Tveitafossen er det sett nærmere på verdi i Kinso (vm 50.1 Hølen), i Bjoreio ved Vøringsfossen (vm 50.11 Høel) og ved Tveitafossen før utbygging av Sima kraftverk. Det er brukt to metoder: NVEs program E-Tabell og NEVINA. Resultater av beregninger er presentert i tabell 13. Det som er valgt å legge til grunn, er markert med tykkere tekst.

Tabell 13. Lavvannføringer beregnet ved forskjellige metoder

Sted	Periode	alm.lav.vann		5-pers, l/s*km2,					
		NEVINA	E-tabell	NEVINA			HYDRA		
		l/s*km2		hele året	1/5-30/9	1/10-30/4	hele året	1/5-30/9	1/10-30/4
vm 50.11 Høel	1969-1979	2.2	1.7	1.9	11.3	1.4	1.1	11.6	0.9
vm50.1 Hølen Kinso	1923-2019	3.1	2.6	2.9	12.6	2.1	2.8	13.9	2.3
vm50.1 Hølen Kinso	1969-1979	-	2.6	-	-	-	2.4	10.4	2.1
ved Tveitafoss krv. Ikke redusert		2.6	-	2.2	12.1	1.6	-	-	-

I tabell 14 er det vist karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden omregnet til m³/s ved inntaket til Tveitafoss kraftverk.

Tabell 14. Lavvannføringer ved inntaket til Tveitafoss kraftverk.

Sted	Alm. lavvassf., m ³ /s	5-pers, sommer, m ³ /s	5-pers, vinter, m ³ /s	5-pers, år m ³ /s
Inntaket til Tveitafoss krv.	0,29	1,35	0,18	0,25

Forslag til minstevannføring er vist i Tabell 15.

Tabell 15. Forslag til minsteslipping, m³/s

Sommer 1/6-30/9	Vinter 1/10-30/4
0,30	0,30
Alt vann i mai	

Det er foreslått å slippe 0,30 m³/s som minstevannføring hele året. Dette er i størrelsesorden med 5-percentiler om vinteren og på årsbasis, samt alminnelig lavvannføring. I tillegg er det foreslått å slippe alt vann i mai grunnet smoltvandring. I perioden 1-15 juni er det foreslått å kjøre kraftverket slik at minst 50 % av vannføringen renner i elva for å øke sannsynligheten for at utvandrende smolt følger elveløpet fremfor turbinvannet.

For Tveitafoss II kraftverk er turbinstørrelsen valgt slik når vannføringen er mellom 2,0 og 2,8 m³/s renner 0,1-0,8 m³/s i elva i tillegg til minsteslipping på 0,3 m³/s.

For Tveitafoss kraftverk, alternativ I: På grunn av foreslått minsteslipping vil det bli mer vann tilbake i elva enn i dag i perioden januar-juni og 15.september-desember. I mai vil alt vann renne tilbake i elva. Om sommeren, 1.juni-15.september, vil det ikke bli endringer. Flomoverløp ved

inntaket varer som regel fire og en halv måned om sommeren, selv i tørre år. Resten av året er det sporadiske overløp som varer fra 1-7 dager

Driftssimuleringer med kraftverket i drift har gitt følgende resultater: I middel for perioden 1990-2019 passerer ca. 705 l/s inntaket og renner til elva, tilsvarende ca. 81 % av middelvassføringen i Bjoreio på dette stedet ved den foreslåtte slippingen oppstrøms i vassdraget. Resten brukes til produksjon.

For Tveitafoss II kraftverk, alternativ II: På grunn av foreslått minsteslipping vil det bli mer vann tilbake i elva enn i dag i perioden januar-juni i perioder som elva i dag går tørr (totalvannføringer < 3,5 m³/s). I mai vil alt vann slippes i naturlig elveløp, og i perioden 1.-15. juni slippes minst 50 % av vannet i naturlig elveløp for å ivareta smoltutvandringen. Sommer og høst vil vannføringen i Tveitafossen reduseres med inntil 7,1 m³/s sammenlignet med dagens situasjon. Gjennom vinteren og deler av våren vil det bli mer vann i elva enn i dag på grunn av foreslått minstevannføring som sikrer årssikker vannføring, på grunn av minsteslipping på 0,3 m³/s samt ekstra vannslipp når tilløpet er under 0,7 m³/s som vil være under minste slukeevne.

Tabell 16 viser at antallet dager med overløp under flom varierer fra ca. 5 måneder i tørre år og opp mot 7 måneder i våte år for Tveitafoss kraftverk (alt. I) og fra 4 til 5 måneder for Tveitafoss II kraftverk (alt. II). Det vil altså være et betydelig antall dager i året med overløp selv med utbygging av Tveitafoss II kraftverk.

Det henvises for øvrig til vedlegg 5 der kurver som viser vannføringen på utbyggingsstrekningen i Bjoreio før og etter utbygging i et vått, middels og tørt år er presentert.

Driftssimuleringer med kraftverket i drift har gitt følgende resultater: I middel for perioden 1990-2019 passerer ca. 430 l/s inntaket og renner til elva, tilsvarende ca. 50 % av middelvassføringen i Bjoreio på dette stedet ved den foreslåtte slippingen oppstrøms i vassdraget. Resten brukes til produksjon.

Tabell 16. Antall dager i utvalgte år med vannføring større enn største slukeevne og mindre enn minste slukeevne tillagt planlagt minstevannføring.

Tveitafoss kraftverk	Tørt år (1996)	Middels år (1999)	Vått år (1990)
Antall dager med vannføring > største slukeevne (3,4 m ³ /s)	166	218	218
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + laveste driftsvannføring (0,77 m ³ /s)	52	0	2

Tveitafoss II kraftverk	Tørt år (1996)	Middels år (1999)	Vått år (1990)
Antall dager med vannføring > største slukeevne (10,5 m ³ /s)	114	120	139
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + laveste driftsvannføring (1,0 m ³ /s)	107	0	2

4.2 Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

Før utbygging

Bjoreio ligger i et strøk med midlere årsnedbør 1000-1500 mm pr. år. Normalt årsmaksimum for snødybde for normalperioden 1971-2000 varierer mellom 200-400 cm øverst i nedbørfeltet til 25-50 cm ved Tveitafossen. Middelttemperaturen gjennom året er 0 - 2 °C øverst i vassdraget, 2-4 °C langs Bjoreio til Måbødalen og 4-6 °C i prosjektområdet. Månedsmiddeltemperatur om vinteren, desember-mars, ligger rundt -3,5 °C ved Tveito. Normalt antall dager med tørr snø per år er 50-100 i Tveito. Elven islegges om vinteren og kan bunnfryse i korte perioder. Det er nesten ikke vann om vinteren i Tveitafossen i dag. Størstedelen av nedbøren som kommer islegges langs fossen.

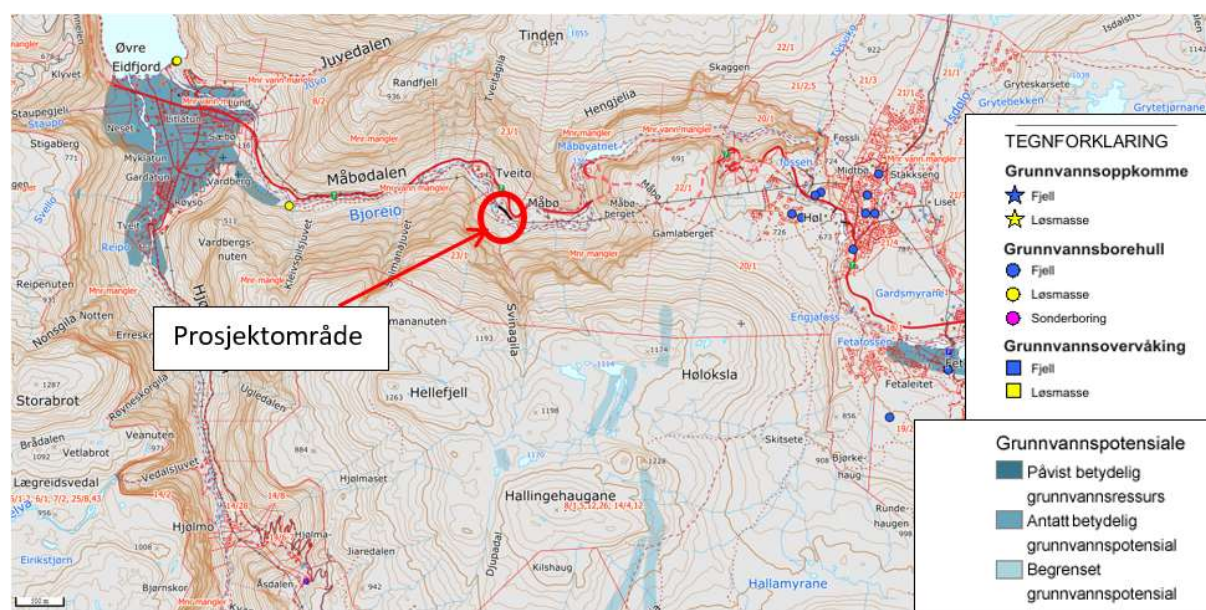
Etter utbygging

Strekningen fra inntaket til utløpet er bratt, da Bjoreio faller ca. 65 m på 330 m lang strekning. Det er overganger mellom flere mindre, korte fosser som avsluttes med kulper langs Tveitafossen. Om vinteren kan de små fossene islegges og kulpene fryser. Med forslag til minstevannføring blir det mer vann i Bjoreio om vinteren. Vannet vil imidlertid ikke være nok for å forhindre frysing og islegging, da det er rimelig å anta at fossen vil islegges selv med minsteslipping ved temperatur under 0 °C. I år med varmere vintre vil kombinasjon av minsteslipping og nedbør bidra til rennende vann i fossen slik at islegging forventes å opptre i mindre grad enn i dag. Dette er vurdert som **liten positiv** konsekvens. Om sommeren vil vannføringen bli redusert ved utbygging av Tveitafoss II kraftverk. På grunn av den korte avstanden mellom inntak og kraftstasjon vil endring i vanntemperatur neppe bli merkbar. I våte år og år med middelvannføring vil vannhastighet langs den korte bratte strekningen være over 5,0 m/s som gjør at vanntemperaturen med all sannsynlighet ikke blir forandret. Dette er vurdert som **ubetydelig-liten negativ**.

4.3 Grunnvann

Grunnvannsressursene langs Bjoreio er kartlagt. Det er ingen fjell- og løsmassebrønn i prosjektområdet. Det er heller ikke grunnvannspotensiale.

Det forventes ikke at grunnvannsforholdene blir påvirket av utbyggingen.

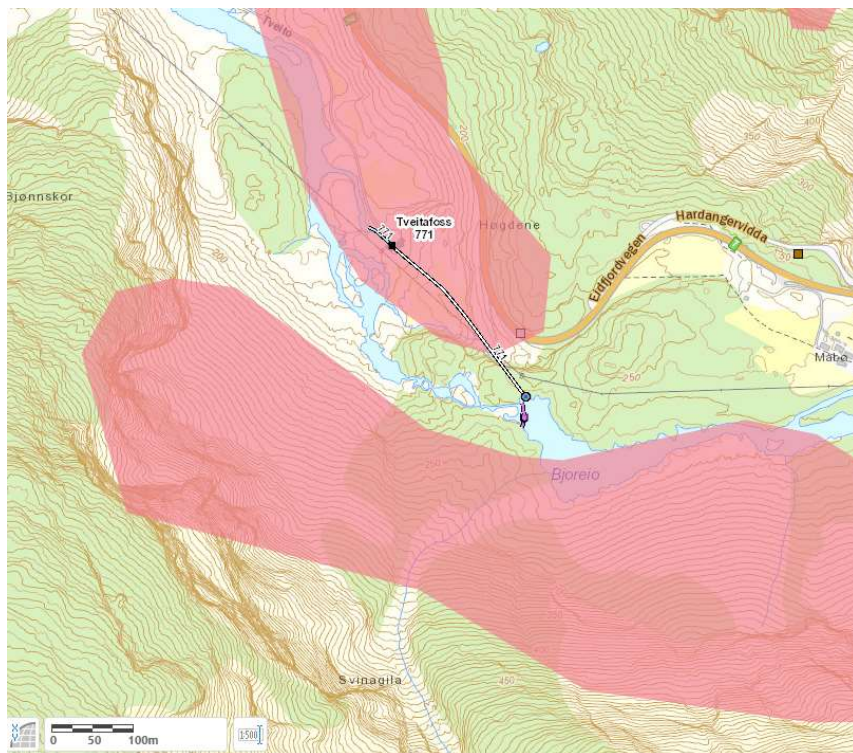


Figur 26. Grunnvannsressursene langs Bjoreio. Kilde Nasjonal grunnvannsdatabase.

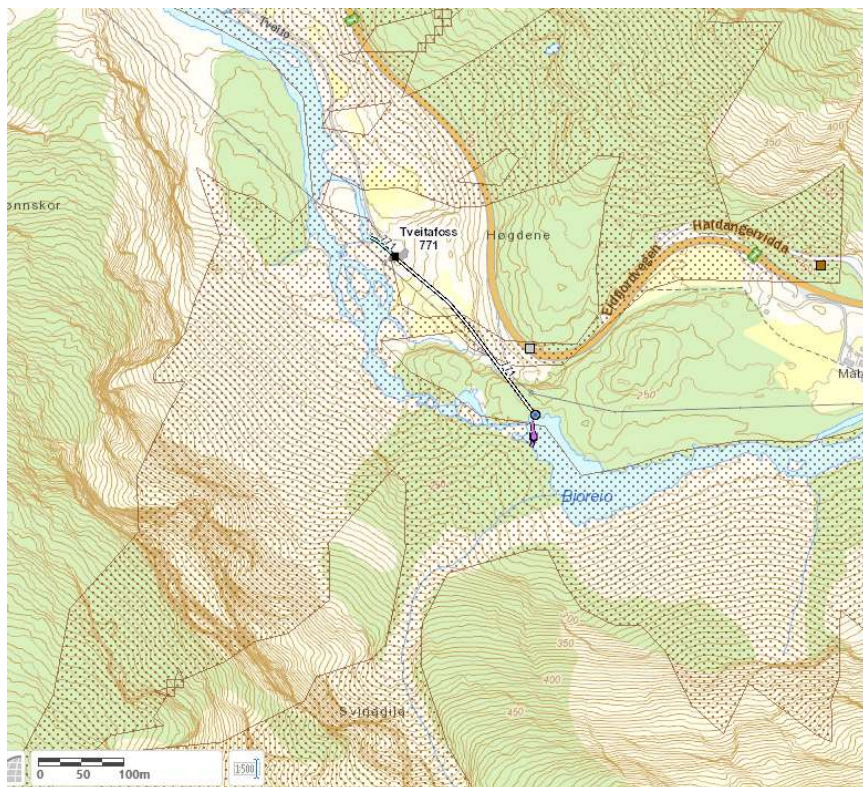
4.4 Ras, flom og erosjon

Langs Bjoreio er det stort sett berggrunn av metamorfe gneiser med innslag av kambrosiluriske sedimenter. Området har ikke stor geologisk verdi i naturvernsammenheng.

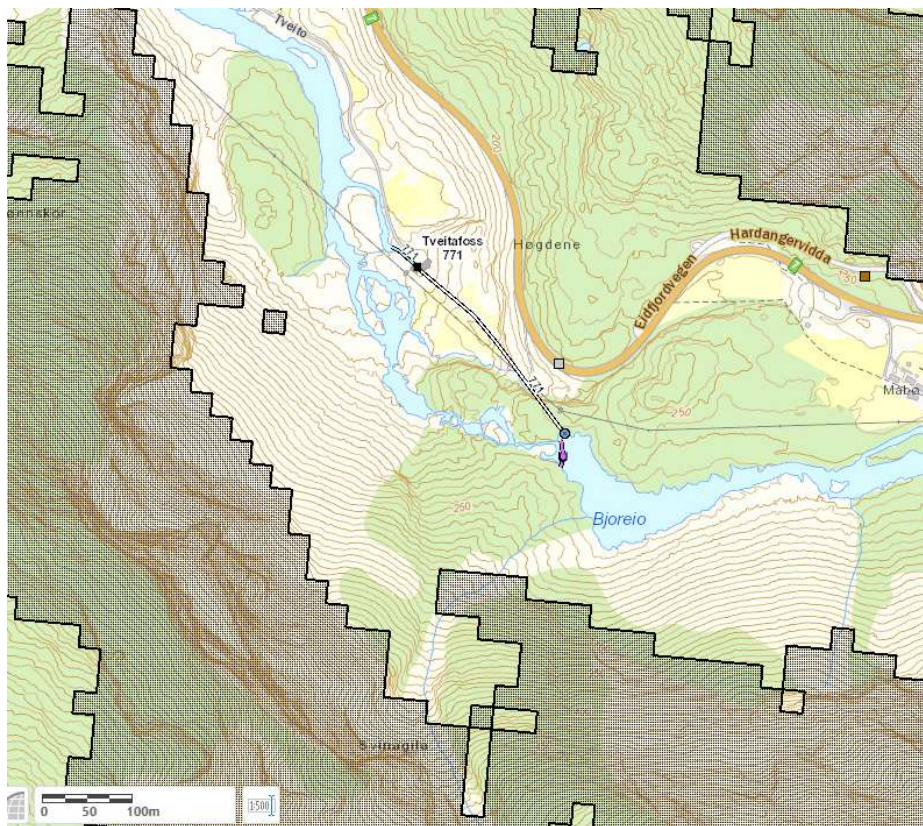
I følge NGU er det berggrunn (fjell) som er dekket med tykt lag av skredmaterialer på sørsiden av elva samt langs røtraseen og kraftstasjonen (figur 27). Skråningene er derfor utsatt for jordskred og steinsprang. Det er registrert et steinsprang (<100 m³) 09.01.1981 i Eidfjordvegen, se figur 28 og figur 29. Det er også områder som er registrert som snøskredutsatte (figur 30).



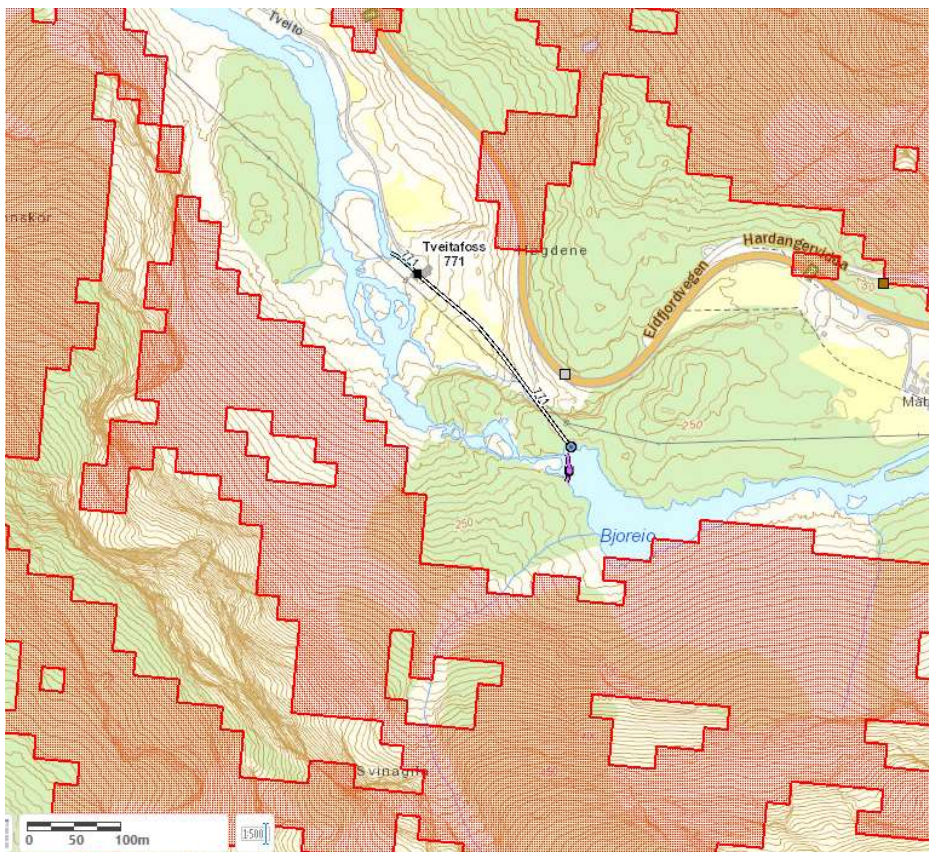
Figur 27. Skredmateriale, tykt dekke. Kilde: NGU



Figur 28. Aktksomhetsområde for jordskred. Kilde: NVE-skredatlas.



Figur 29. Utløsningsområde for steinsprang. Registrert steinsprang er markert som grå firkant.



Figur 30. Utløsningsområdet for snøskred. Kilde: NVE-skredatlas

Kraftverket ble bygt i 1949. Det har ikke vært tilfeller hvor anleggsdeler har blitt utsatt for skred eller ras. Fare for skred kan ikke utelukkes, men sannsynligheten er vurdert som lav.

Bjoreio har berggrunn med sprangstein av forskjellige størrelser som ligger langs elveløpet. Hydrologisk regime i elva med lave vannføringer om vinteren, store vannføringer om sommeren og flomvannføringer om høsten, gjør at steiner blir fraktet med vannmassene, og elvebunnen på de bratteste partiene er eksponert. Det er ikke registrert løsmasser eller kvikkleire som kan danne grunnlag for erosjon i influensområdet. Det er derfor ingen fare for erosjon i prosjektområdet.

Eksisterende dam er plassert i klasse 1 med anbefalt dimensjonering i forhold til 500 årsflom og sikkerhetsvurdering i forhold til $1,5 \times Q_{500}$. Det er utført en grov flomberegning for uregulert felt. Beregningen er foretatt i henhold til retningslinjer for flomberegninger og er basert på bruk av NVEs programvare for flomfrekvensanalyse (EKSTREM). Vm 50.1 Hølen, vm 50.4 Vivelvi og 50.13 Bjoreio er lagt til grunn. Hovedparameterer for målestasjoner samt årsperiode er presentert i tabell 1. Det er lagt til grunn Gumbelfordeling (L-momentmetode) for alle tre målestasjoner. Årsflom dominerer i to av tre målestasjoner, Hølen og Vivelvi; for Bjoreio er årsflom og vårflo m nærmest like. Det er derfor i de videre beregningene lagt til grunn årsflom. 500 årsflom er beregnet hhv. til 710, 500 og 1450 $l/s \cdot km^2$ for Hølen, Vivelvi og Bjoreio. I tillegg er Regionale flomformler brukt. Årsflomregion K2 er lagt til grunn. 500 årsflom er beregnet til 1100 $l/s \cdot km^2$ ved bruk av Regionale flomformler. Vm 50.13 Bjoreio har ca. 32 % høyere observert vannføring og er kortere og raskere felt som ligger høyere enn referansfeltet. Derfor er 1450 $l/s \cdot km^2$ vurdert som høyt. Vm 50.4 Vivelvi har ca. 21 % lavere observerte verdier og er et tre ganger større felt. Verdier på 500 $l/s \cdot km^2$ vurderes som lavt. Dette tyder på at 500 årsflommen bør ligge i størrelsesorden 710-1100 $l/s \cdot km^2$. Regionale flomformler er generell metode for hele regionen. Vm 50.1 Hølen er representativ målestasjon for Tveitafossfeltet. Feltet til Hølen ligger lavere og er dobbelt så stort. Dette betyr at flomstørrelsen for Tveitafoss bør ligge høyere

enn for Hølen, men ikke så høyt som $1100 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Beregnet 500 årsflom er valgt til $Q_{500} = 800 \text{ l/s/km}^2$ dvs. $89,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Forholdet mellom momentanflom og døgnflom beregnet etter formelverket i retningslinjene er 1,29 for vårflo og 1,49 for høstflom. Forholdstallet 1,49 er valgt siden store flommer opptrer når som helst på året. Kulminasjonsvannføring for en 500-årsflom i Bjoreio ved kote 232 blir da 133,3 m^3/s .

4.5 Rødlisterarter

Det er ikke registrert rødlisterarter i tiltakets influensområde (Artsdatabanken, 2020). Nærmest beliggende registrering er trollpraktlav (VU) om lag 450 meter oppstrøms inntaket.

4.6 Terrestrisk miljø

Naturtyper og vegetasjon

Berggrunnen med skredmasser i området gir grunnlagt for fattig vegetasjon. Bjørkeskog er vanligste skogtype som vokser under skoggrensen på ca. 800 moh. Måbødalen har lite tresatt vegetasjon, og er dominert av snaufjell og småvokst bjørkeskog.

Det er ikke registrert viktige naturtyper i tiltakets influensområde (Miljødirektoratet, 2020).

Ved elvebredden om lag 150 meter oppstrøms eksisterende og planlagt inntak er det fra 2013 registrert bergfrue. Bergfrue er ikke rødlistet, men er nasjonal ansvarsart. Tiltaket vil ikke påvirke denne forekomsten sammenlignet med dagens tilstand, da kraftverket ikke vil kunne magasinere vann.

Da Tveitafossen i dag går tørr over lengre perioder og derfor kan ha forringet eventuelle kvaliteter for fuktbevarende arter, samtidig som det ikke er registrert slike i området fra før, vurderes en ombygging med økt slukeevne ikke å ha betydelige konsekvenser sammenlignet med dagens tilstand. Fastsetting av minstevannføring vil kunne øke verdien dersom eventuelle fuktbevarende arter vil reetableres, men sannsynlighet og effekt av dette antas å være svært beskjeden. Det kan heller ikke utelukkes at det i dag forekommer fuktbevarende arter langs fossen da det som regel går vann i overløp i vekstsesongen (mai-september).

Konsekvensen ved utbygging av Tveitafoss II kraftverk vurderes dermed som **ubetydelig - liten negativ** som følge av en generell reduksjon i vannføring, men som i stor grad oppveies av årsikker minstevannføring. Tilsvarende vurderes konsekvensen for Tveitafoss kraftverk til **ubetydelig – liten positiv** som følge av en beskjeden, men årssikker minstevannføring i et parti som i store perioder av året har vært tørt i flere tiår, og med tilsvarende overløp som i dag.

Fugl og pattedyr

Av rødlista fuglearter er det registrert sivspurv (NT) og taksvale (NT) innenfor en radius av 500 meter fra tiltaksområdet (Artsdatabanken, 2020). Ingen av disse artene berøres negativt av tiltaket.

Det er ellers ingen registrerte observasjoner av fugl eller pattedyr som vil medføre økt verdi- og konsekvensvurdering av tiltaket. Sammenlignet med dagens tilstand vurderes en ombygging av Tveitafoss kraftverk og bygging av Tveitafoss II kraftverk å ha **ubetydelig** omfang og konsekvens for fugl og pattedyr.

4.7 Fisk

4.7.1 *Vannføring og habitatforhold*

Tveitafoss kraftverk er et rent elvekraftverk uten magasinering, og utnytter minstevannføringen fra Sysendammen samt bidrag fra restfeltet. Uten magasinering vil ikke kraftverket påvirke vannføringen på anadrom strekning da alt vann til enhver tid vil gå i enten kraftverket eller i overløp. Kraftverket skal kjøres uten typisk start-stopp-kjøring for å unngå hyppige vannstandsendringer som følge av driftsmønster.

Siden Tveitafossen er vandringshinder påvirker ikke kraftverket vandringsmulighetene for laks, utenom de øverste om lag 200 meterne mellom kraftverksutløpet og absolutt vandringshinder ved foten til Tveitafossen. Denne delen av elva er stri og storsteinet og antas å være av ingen eller svært liten verdi for anadrom fisk grunnet mangel på gytearealer.

Kulpene som ligger rett oppstrøms dagens utløp er de øverst beliggende funksjonsområdene for anadrom fisk, og da i første rekke laks. Fraføring av vann fra elva vil følgelig kunne ha redusert vannstanden i disse kulpene. For å unngå dette i fremtiden er det utarbeidet en løsning der kraftstasjonen flyttes noe oppstrøms dagens plassering, slik at utløpet blir oppstrøms kulpene. På denne måten vil kraftverksutløpet være oppstrøms det øverste elvesegmentet som er vurdert å inneha en viss betydning som funksjonsområde for anadrom fisk.

4.7.2 *Utfall og behov for omløpsventil*

I 2006 ble det installert en forbitappingsventil i kraftverket, men det er dokumentert uheldige vannstandsendringer også etter dette. Vinteren 2019 ble det observert to episoder med raskt avtagende vannføring nedstrøms kraftverket, relatert til drift i kraftstasjonen. Hardanger Energi har arbeidet aktivt med å unngå slike episoder, blant annet med installering av nevnte ventil. Ved begge tilfeller åpnet ventilen seg slik den skulle, men innstillingen til vannføring gjennom ventilen medførte likevel en rask reduksjon i vannføring nedstrøms anlegget.

Uheldige utfallsepisoder er nevnt å være den mest vesentlige påvirkningsfaktoren Tveitafoss kraftverk har på den anadrome fiskebestanden i Bjoreio (Skoglund pers. medd.). En oppgradering av omløpsventil som minimerer sjansene for utfall vil derfor være det viktigste tiltaket for å forbedre forholdene for laks og sjøørret og som samtidig er relatert til Tveitafoss kraftverk.

Installert omløpsventil har kapasitet på 0,729 m³/s. For Tveitafoss II kraftverk er det foreslått å installere omløpsventiler med kapasitet på 2,0 og 5 m³/s. Basert på tidligere undersøkelser av sammenheng mellom gjennomsnittlig eggoverlevelse og vintervannføring vil en omløpsventil med kapasitet på 2,0 m³/s være tilstrekkelig for at vannføring ved utfall ikke påvirker eggoverlevelse samt redusere strandingsrisiko for ungfisk i noe grad. Ved økt kapasitet til totalt 7 m³/s vurderes også strandingsrisiko å være tilnærmet fraværende, da en potensiell største vannføringsreduksjon på 3,5 m³/s fra 10,5 til 7 m³/s vil utgjøre en svært liten reduksjon i vanndekket areal. Vann gjennom omløpsventilen vil gradvis reduseres etter at overløp ved inntaksdammen har oppstått, og stenges når alt vann går i naturlig elveløp. Ved totalvannføringer under 7 m³/s vil et eventuelt utfall ikke få påvirkninger for vannstandsendringer videre nedstrøms i vassdraget.

4.7.3 Nedvandring forbi Tveitafossen

Våren 2017 ble det PIT-merket totalt 790 smolt i Bjoreio, inkludert 124 individer oppstrøms Tveitofossen. I tillegg ble det satt ut og merket 500 settesmolt oppstrøms Tveitafossen. Hensikten med undersøkelsen var å estimere overlevelse til smolt som vandrer ned fra rognplantingsområdet oppstrøms Tveitafossen, samt registrere tidspunkt for smoltutvandring. Av smolten satt *oppstrøms* Tveitafossen ble 9 av 124 villsmolt (7,3%) registrert på antennene nedstrøms. Av de 500 settesmoltene ble kun ett enkelt individ registrert (0,2%). Tilsvarende tall for registrering av den merkede smolten *nedstrøms* Tveitafossen var 35 % av villsmolten og 17 % av settesmolten. Imidlertid kan andel utvandrende smolt være underestimerte grunnet redusert deteksjonseffektiv til antennene på flomvannføringer (Skoglund H. , Skår, Gabrielsen, & Barlaup, 2019).

Våren 2018 ble det PIT-merket 467 klekkerismolt oppstrøms Tveitafossen. Totalt ble 53 (10,7 %) individer registrert på antennene lenger nedstrøms i vassdraget. Tilsvarende ble 498 klekkerismolt merket rett nedstrøms fossen, der 120 (24,1 %) individer ble registrert (Skoglund H. , Skår, Gabrielsen, & Barlaup, 2019).

Resultatene tilsier en langt lavere overlevelse på smolt fra elvearealer oppstrøms Tveitafossen. Laksen som settes ut oppstrøms Tveitafossen vil enten følge naturlig elveløp forbi Tveitafossen eller gjennom inntaket på sin ferd fra elva til sjøen, og det er nærliggende å tro at vannføringen under smoltutvandringen har en betydning for valg av nedvandningsvei.

Kraftverket har to Francis-turbiner, slik at det kan forventes en betydelig dødelighet for smolt som eventuelt følger turbinvannet. Det er anlagt en terskel ved inntaksdammen med hensikt i å forbedre dagens nedvandringmuligheter i naturlig elveløp. Det antas at terskelen har fungert etter hensikten og at mesteparten av den nedvandrende smolten følger det naturlige elveløpet, men det er likevel knyttet noe usikkerhet til hvilket løp smolten velger. Det er også knyttet noe usikkerhet til smoltens overlevelse i det naturlige elveløpet forbi Tveitafossen grunnet de lave gjenfangstene av merket smolt oppstrøms Tveitafossen.

Som beskrevet i kapittel 3.2.3 om tidligere fiskeutsettinger er det over mange år opparbeidet dyrekjøpte erfaringer ved at utsettingene oppstrøms Tveitafossen ikke har fungert etter hensikten. Siden evalueringen av rognplantingen entydig viser at denne bør flyttes til nedstrøms Tveitafossen vurderer Hardanger Energi at det er lite hensiktsmessig å karakterisere inntaksområdet som anadromt. Like fullt legges det opp til et vannslipp som vil medføre at utvandrende smolt følger dagens elveløp. Tidligere telemetriundersøkelser har vist at smolten smoltutvandringen inntreffer i mai, og at utvandringen i all hovedsak er ferdig i løpet av måneden. Det legges likevel opp til at minst halvparten av totalvannføringen oppstrøms inntaket skal slippes i naturlig elveløp i første halvdel av juni for at eventuelt sentvandrende smolt også vil ha høy sannsynlighet for å følge naturlig elveløp forbi inntaket.

Foreslått driftsmønster i smoltutvandringsperioden er derfor fullstendig stenging av kraftverket i mai og slipp av > 50 % av totalvannføringen i naturlig elveløp 1-15. juni. Dersom rognplantingen oppstrøms Tveitafossen opphører i fremtiden vil det av fiskebiologiske hensyn ikke lenger være behov for ekstra vannslipp i naturlig elveløp i mai-juni, slik at kraftverket da kan driftes som normalt.

4.7.4 Oppsummering

Ved bygging av ny omløpsventil med større kapasitet vil faren for raske vannstandsreduksjoner fjernes. Negative konsekvenser med det eksisterende kraftverket er i all hovedsak knyttet til de uheldige episodene med utfall, slik at fremtidig situasjon vurderes som bedre enn nåværende tilstand.

Flytting av kraftstasjon oppstrøms de øverste kulpene som innehar en viss betydning som standplass for gytetisk, sikrer at hele elvas vannføring (turbinvannføring + minstevannføring + eventuelt overløp) følger det naturlige elveløpet i hele den strekning som er av betydning for anadrom fisk.

Slipp av minstevann fra inntaket sikrer en årssikker vannføring i Tveitafossen, som tidligere har gått tørr i perioder med vannføringer under eksisterende kraftverks slukeevne. Partiet oppstrøms kraftstasjonen har ingen eller svært marginal betydning for anadrom fisk, så slipp av minstevann vil neppe utgjøre noen nevneverdig forskjell for de anadrome fiskebestandene i vassdraget.

Dersom rognplanting oppstrøms Tveitafossen fortsetter etter at kraftverket er idriftsatt vil det legges opp til stans i kraftverket i mai og stort vannslipp 1-15 juni for å sikre at nedvandrende smolt følger naturlig elveløp.

Oppsummert vurderes tiltaket å forbedre forholdene for laks og sjøørret sammenlignet med dagens status, og konsekvensen vurderes som **middels positiv** ved bygging av Tveitafoss II kraftverk. Mye av de samme positive påvirkningene vil også inntreffe kun ved ombygging av Tveitafoss I kraftverk gjennom sikrere omløpsventil, stans av kraftverket i smoltutvandringsperioden og slipp av minstevannføring. Imidlertid vil kapasiteten til omløpsventilen være som i dag, slik at vannføringen nedstrøms kraftverket ved utfall vil begrenses til om lag 0,7 m³/s. Samlet konsekvens for revidert Tveitafoss kraftverk vurderes derfor til **middels-liten positiv**.

4.8 Landskap

Vannføringen i Tveitafossen er i dag vesentlig påvirket av Tveitafossen kraftverk, og går i store deler av året tørr. Fossen ligger skjernet og er lite synlig fra riksvei 7 (figur 31). Ved økt slukeevne vil følgelig fossen få redusert vannføring i lengre perioder (se Vedlegg 5-Vannføringskurve). Imidlertid legges det opp til slipp av minstevannføring på 0,3 m³/s, slik at fossen ikke vil gå helt tørr slik tilfellet er i dag.

En periodevis redusert vannføring i Tveitafossen vurderes å gi liten negativ konsekvens for landskap, mens fastsetting av minstevannføring bidrar positivt i forhold til dagens situasjon.

Det kommer fram fra bildet at ca. 60 m av rørtraseen nærmest kraftstasjonen er synlig fra RV7. Resten er skjernet av vegetasjon. Ved utbygging av Tveitafoss II kraftverk vil den sammen strekningen bli synlig siden det nye røret følger eksisterende trasé. I tillegg vil det komme et lite bygg til, i samme stilen som eksisterende Tveitafoss kraftverk. Bygget vil bli plassert delvis eller i sin helhet bak eksisterende Tveitafoss kraftverket.

Totalt vurderes tiltaket å ha **ubetydelig konsekvens** for landskap ved utbygging av Tveitafoss II kraftverk og **liten positiv** for Tveitafoss kraftverk.



Figur 31. Utsikt mot Tveitafoss kraftstasjon fra riksvei 7. Det er kun nederste del av berørt strekning (fra kraftstasjonen og om lag 100 meter oppstrøms) som er synlig fra veien.

4.9 Kulturminner og kulturmiljø

Hele Dalføret fra Eidfjord mot Vøringsfossen er registrert som kulturhistoriske landskap av nasjonal interesse på grunn av jernvinneanlegg, gravminner og gamle ferdselsveier (kulturmiljø K424) (figur 32). Gamle veier går opp fra blant annet Måbødalen opp mot fjellet og videre mot Østlandet. De historiske sporene etter jernutvinning kan sannsynligvis knyttes til jernalderbosetning i Eidfjord (Miljødirektoratet, 2020) (Riksantikvaren, 2020).

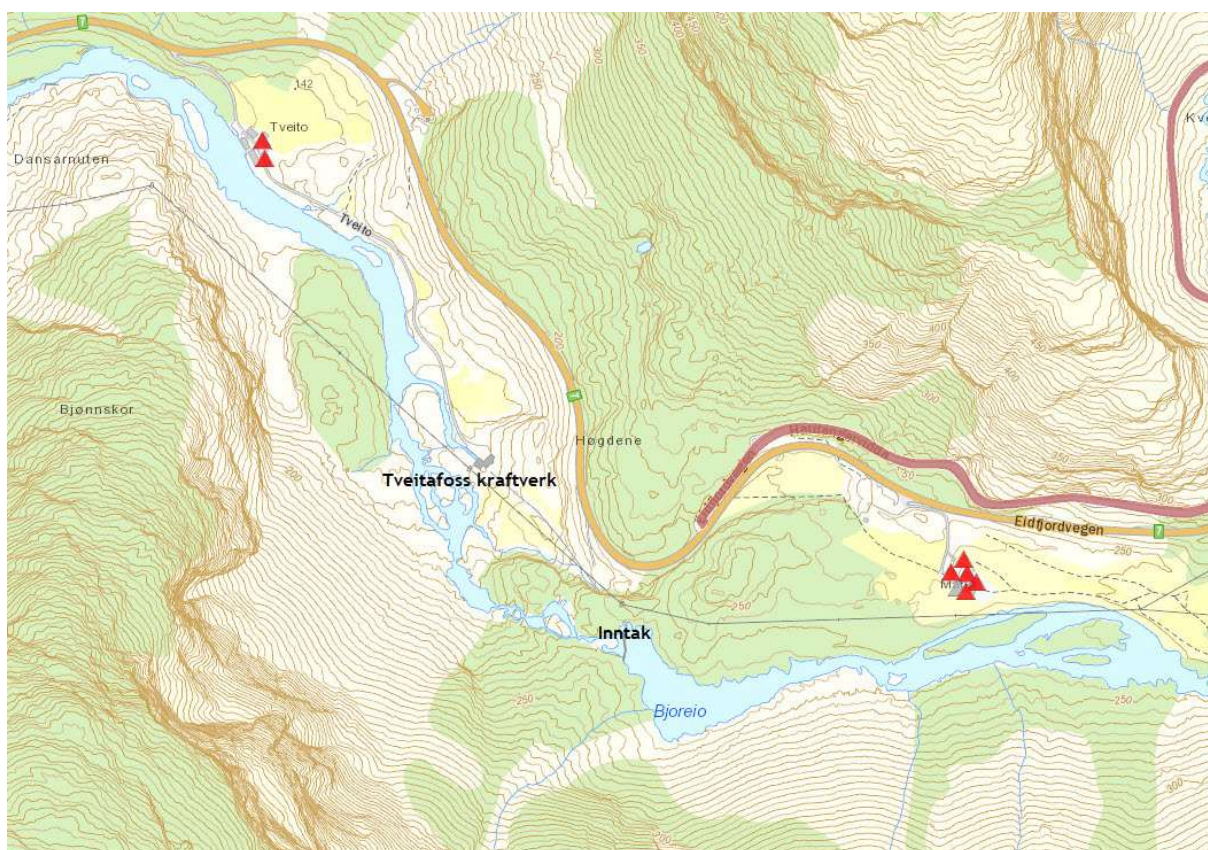
Det er ingen registrerte kulturminner i tiltaksområdet. Nærmest er den gamle veien gjennom Måbødalen, gårdsbebyggelsen ved Måbø oppstrøms tiltaksområdet og bebyggelsen ved Tveito nedstrøms tiltaksområdet (figur 33).

Tveitafoss kraftstasjon fra 1949 og tilhørende vei fra Tveito gård kan nevnes som en del av dalens etterkrigshistorie.

Bygging av Tveitafoss II kraftverk vurderes å ha ubetydelig omfang og konsekvens for kulturminner.



Figur 32. Planområdet (vist med rød ring) ligger i et registrert kulturmiljø definert som kulturhistorisk landskap av nasjonal interesse; "Eidfjord. Jernvinneanlegg, gravminne, ferdselsvegar (K424) (Riksantikvaren, 2020).



Figur 33. Registrerte kulturminner i nærområdet til Tveitafoss kraftverk (Miljødirektoratet, 2020).

4.10 Reindrif

Temaet er ikke aktuelt for prosjektet.

4.11 Jord- og skogressurser

Tiltaket vil ikke medføre økte inngrep på jord- og skogressurser med unntak av felling av noen enkelttrær, og temaet vurderes derfor å være ikke relevant.

4.12 Ferskvannsressurser

Det er ingen vannuttak på utbyggingstrekningen. Ferskvannsressursene benyttes ikke som drikkevann. De berørte elvestrekningene er ikke resipient for tilførsler utover naturlig arealavrenning.

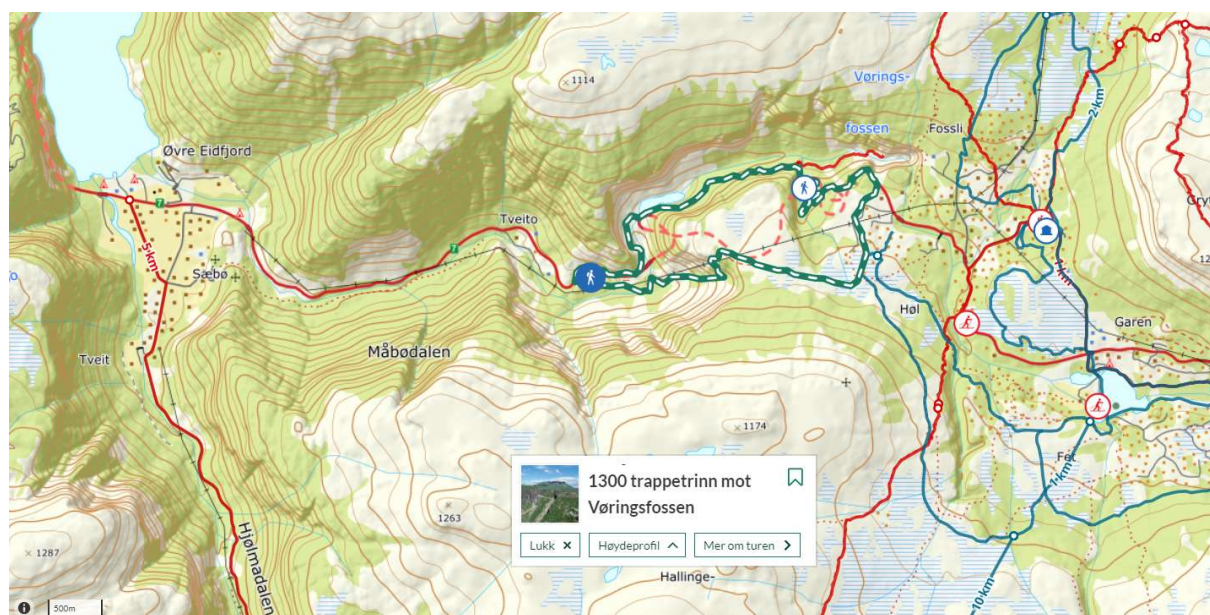
Temaet vurderes som ikke relevant.

4.13 Brukerinteresser

Brukerinteressene i området er nært knyttet opp til fagtema fisk. Laks har vært fredet i vassdraget siden 2000, mens det er åpent fiske etter sjørret. Fangstene av sjørret har ligget på ca. 250-600 individer årlig de seneste seks årene.

For reiselivet har området svært stor verdi med havneanlegg for cruiseskip i Eidfjord og i Ulvik, og flere store hotell. Vøringsfossen og Måbødalen er spesielle trekkplaster, men også Tyssviko og Isdøla har særlig verdi for reiselivet. Vøringsfossen/Fossatromma er trekket fram som et av tre ”nasjonale ikon” innen satsingen Nasjonal turistveg.

Oversikt over turer i området er presentert i Figur 34. Nærmeste fottur «1300 trappetrinn mot Vøringsfossen» starter oppstrøms inntaket til Tveitafoss kraftverk ved Måbø. Som det kommer fram fra kartet ligger de fleste turistaktiviteter rundt og oppstrøms Vøringsfossen. Den øvre delen av vassdraget har stor verdi for friluftsjinteresser. Prosjektområdet er mest brukt til sporadisk turgåing for turister og trafikanter som skal til Vøringsfossen.



Figur 34. Turstier og skiløypenett i nærområdet til Tveitafoss kraftverk. Kilde: Den Norske Turistforening.

Det blir ingen nye reguleringsmagasin og endringer i vannbruk unntatt vannføringen i selve Tveitafossen. Når det gjelder jakt, fiske og turbruk ellers, er det først og fremst i byggeperioden virkninger vil bli merkbare. Fisket i Bjoreio vil forhåpentligvis kunne bli bedre grunnet forbedret livsmiljø for fisk og derav økt smoltproduksjon grunnet fravær av hyppige vannstandsreduksjoner.

Til tross for at verdien til influensområdet anses som stor, vurderes tiltakets konsekvenser for temaet å være **ubetydelig til liten negativ**.

4.14 Samfunnsmessige virkninger

Utbyggingen av Tveitafoss II kraftverk vil gi økt lokal byggeaktivitet i anleggsfasen, og kraftverket vil kreve regelmessig tilsyn og vedlikehold. Skatteinntektene til kommunen vil øke som følge av økt produksjon. Tiltakets konsekvenser for temaet vurderes å være **liten positiv**.

4.15 Kraftlinjer

Nettilknytning vil gå i kabel og ikke bli synlig. Eksisterende masta erstattes med to. Konsekvensene vurderes derfor som **ubetydelig**.

4.16 Dam og trykkrør

Inntaksdam til Tveitafoss og vannvei er plassert i klasse 1. Med økning av slukeevne og som følge rørdiameter fra 1,2 til 2,1 m vil også teoretisk kastevidde fra trykkrør ved totalt rørbrudd og utstrømming i 45 ° vinkel ut fra røret øke fra 20,5 til 40,4 m. Kastelengde fra mindre sprekk/hull i røret fra 21 til 32 m. Ingen bygninger utenom Tveitafoss og Tveitafoss II kraftverk med tilhørende parkeringsplass forventes å bli berørt. Skadepotensialet vurderes å være ubetydelig. Det er ikke grunnlag for revurdering av klasse.

4.17 Eventuelle alternative utbyggingsløsninger

Det har vært vurdert flere alternativer under planleggingsfase. Beste alternativet er presentert som det omtalte alternativ II med bygging av Tveitafoss II kraftverk. Dette gjelder både med tanke på fisk, inngrepsomfang, geologi, miljø, landskap og økonomi, bruk av ressurser og tilgjengelig ledig kapasitet i nettet.

Det har vært nærmere vurdert en ombygging av eksisterende Tveitafoss kraftverk med et tilbygg. Dette er både dyrere og krevende med tanke på at kraftstasjonsbygget tilhører etterkrigshistorien.

Av ulike installasjonsvalg er følgende alternativer vurdert:

- erstatning av to eksisterende turbiner med en stor
- beholde turbin fra 1989 og installere to nye like Francisturbiner
- beholde eksisterende turbin fra 1989 og installere en mindre Francis og en større Francisturbin med fordeling 1/3+2/3 av maksimalslukeevne.

Ingen av disse alternativer er videreført både på grunn av miljø og økonomi.

4.18 Samlet vurdering

Tabell 17. Samlet vurdering for utbygging av Tveitafoss II kraftverk.

Tema	Konsekvens for Tveitafoss II krv	Søker/konsulent sin vurdering
Vanntemp., is og lokalklima	Ubetydelig-Liten negativ	konsulent
Ras, flom og erosjon	Ingen	konsulent
Ferskvannsressurser	Ingen	konsulent
Grunnvann	Ingen	konsulent
Brukerinteresser	Ubetydelig-Liten negativ	konsulent
Rødlistearter	Ingen	konsulent
Terrestrisk miljø	Ubetydelig-liten negativ	konsulent
Fisk og ferskvannsorganismer	Middels positiv	konsulent
Landskap	Ubetydelig	konsulent
Kulturminner og kulturmiljø	Ubetydelig	konsulent
Reindrift	Ikke aktuelt	konsulent
Samfunnsmessige virkninger	Liten positiv	konsulent
Jord og skogressurser	Ingen	konsulent
Oppsummering	Liten negativ-middels positiv	konsulent

Samlet vurdering for eksisterende Tveitafoss kraftverk, alternativ I.

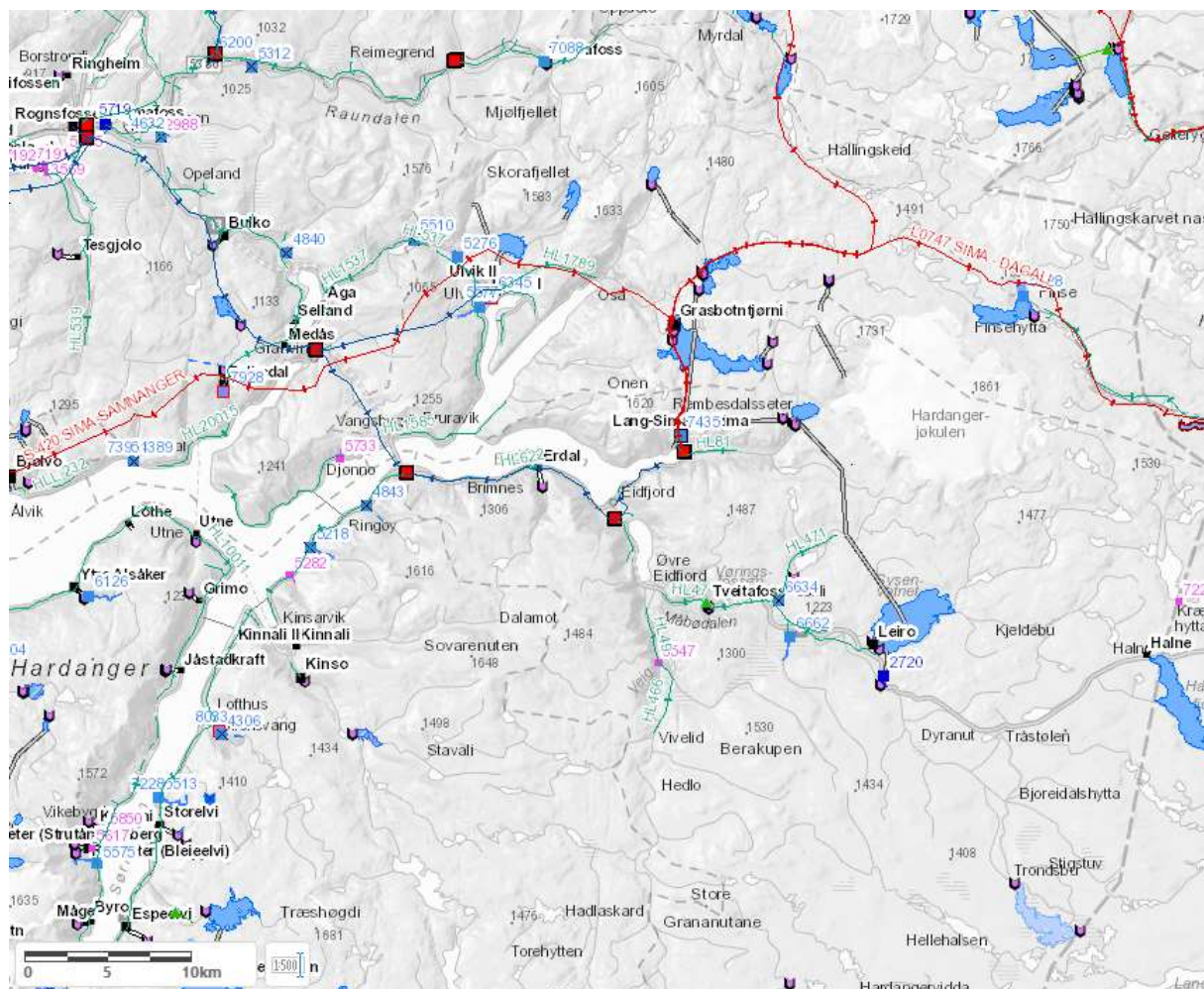
Det blir ingen konsekvenser for de fleste av temaene, utenom de som er listet i Tabell 18

Tabell 18. Samlet vurdering for eksisterende Tveitafoss kraftverk (med utbedret omløpsventil og slipp av minstevannføring).

Tema	Konsekvens for Tveitafoss krv	Søker/konsulent sin vurdering
Vanntemp., is og lokalklima	Liten positiv	konsulent
Terrestrisk miljø	Ubetydelig-liten positiv	konsulent
Fisk og ferskvannsorganismer	Middels-liten positiv	konsulent
Landskap	Liten positiv	konsulent
Oppsummering	Liten positiv-middels positiv	konsulent

4.19 Samlet belastning for Tveitafoss II kraftverk, alternativ II

Utbygging av Tveitafoss II kraftverk gir svært små arealinngrep i områder som er påvirket i dag. Anlegget vil utnytte eksisterende inntaksmagasin, del av eksisterende vannvei og nettilknytning. Tiltaket vurderes å gi små virkninger for tema samlet belastning og bidrar positivt til fagtemaet fisk og ferskvannsorganismer.



Figur 35: Kart som viser utbygde og planlagte utbygginger av vannkraft og nettanlegg i et relativt stort geografisk område i Hardangervidda. Kilde: atlas.nve.no

5 Avbøtende tiltak

Tveitafoss kraftverk, alternativ I. Det er lagt til grunn at det slippes en minstevannføring på $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ gjennom hele året. Dette er i størrelsesorden som 5-percentiler om vinteren og på årsbasis, samt som alminnelig lavvannføring. I tillegg er det foreslått å slippe alt vann i mai grunnet smoltvandring. I perioden 1-15 juni er det foreslått å kjøre kraftverket slik at minst 50 % av vannføringen renner i elva for å øke sannsynligheten for at eventuelt sent utvandrende smolt følger elveløpet fremfor turbinvannet.

Det er vurdert konsekvenser for produksjon og miljø ved slipping av forskjellige vannmengder, se Tabell 19.

Tabell 19. Konsekvenser for miljø og produksjon. Tveitafoss kraftverk

Alternativer	Produksjon (GWh/år)	Miljøkonsekvens og konsekvenser for fisk
Ingen slipping	11,9	Liten positiv*
Alminnelig lavvannføring (0,3 m ³ /s i hele året)	11,2	Liten positiv*
5-persentil sommer og vinter (1,35 og 0,2 m ³ /s)	11,2	Liten positiv*
Alminnelig lavvannføring + alt vann i mai	10,0	Middels-liten positiv*
5-persentil sommer og vinter+ alt vann i mai	10,2	Middels-liten positiv*

*Konsekvensgrad baseres i stor grad på rehabilitering av eksisterende omløpsventil slik at tørrlegging av egg reduseres og strandingsrisiko for ungfisk nedstrøms kraftverket reduseres noe, da dette er oppgitt å være den mest betydningsfulle negative enkeltfaktoren for dagens kraftverk.

Eksisterende omløpsventil med kapasitet på 0,729 m³/s rehabiliteres slik at sikker drift kan tilbys. Om det ikke lar seg gjøre, erstattes eksisterende ventil med en ny ventil med samme maksimale kapasitet. Total maksimal slukeevne med begge turbiner i drift er 3,4 m³/s og ved utfall av den største turbinen vil endring i vannføringen være på 2,7 m³/s.

Tveitafoss II kraftverk, alternativ II. Det er lagt til grunn at det slippes en minstevannføring på 0,3 m³/s i hele året. Dette er i størrelsesorden med 5-percentiler om vinteren og på årsbasis, samt alminnelig lavvannføring. I tillegg er det foreslått å slippe alt vann i mai grunnet smoltvandring. 1.-15. juni er det foreslått å kjøre kraftverket slik at minst 50 % av vannføringen renner i elva for å øke sannsynligheten for at utvandrende smolt følger elveløpet fremfor turbinvannet. På lave vannføringer < ca 0,7 m³/s vil alt vann følge naturlig elveløp da dette er under minste slukeevne.

Det er vurdert konsekvenser for produksjon og miljø ved slipping av forskjellige vannmengder, se Tabell 20.

Tabell 20. Konsekvenser for miljø og produksjon. Tveitafoss II kraftverk.

Alternativer	Produksjon (GWh/år)	Miljøkonsekvens og konsekvenser for fisk	Kostnader (kr/kWh)
Ingen slipping	24,2	Liten-middels positiv*	1,91
Alminnelig lavvannføring (0,3 m ³ /s i hele året)	23,3	Liten-middels positiv*	1,98
5-persentil sommer og vinter (1,35 og 0,2 m ³ /s)	23,1	Liten-middels positiv*	2,00
Alminnelig lavvannføring + alt vann i mai	20,8	Middels positiv*	2,22
5-persentil sommer og vinter+ alt vann i mai	20,8	Middels positiv*	2,22

*Konsekvensgrad baseres i stor grad på etablering av ny omløpsventil med økt kapasitet slik at tørrlegging av egg og strandingsrisiko for ungfisk unngås, da dette er oppgitt å være den mest betydningsfulle negative enkeltfaktoren for dagens kraftverk.

Det foreslås å installere to nye omløpsventiler med maksimal kapasitet på 2,0 og 5 m³/s. Dette vil unngå tørrleggingseffekter i elva. Dersom det skjer et brudd på den største turbinen (8,5 m³/s) ved begge turbiner i drift med total maksimal slukeevne på 10,5 m³/s, vil endring i vannføringen bli 1,5 m³/s (fra 8,5 til 7 m³/s). Om begge turbinene må stanse, vil endring i vannføringen bli 3,5 m³/s (fra

10,5 til 7 m³/s). Dette er med forbehold om at tilsiget ligger på 10,8 m³/s og det ikke er overløp fra inntaket. Dette er altså et verst tenkelig tilfelle der utfall inntreffer på nøyaktig ved den vannføringen som gir de største virkningene (totalvannføring = maks slukeevne + minstevannføring 0,3 m³/s), og selv da vurderes konsekvensene som svært små grunnet liten endring i vandekt areal når vannføringen reduseres fra 10,5 til 7,0 (7,3 inkl. minsteslipp) m³/s. Kraftverket kjøres på full last stort sett om sommeren og i flomperioder. Om sommeren er også tilsiget så stort at det forventes at vannføringen nedstrøms kraftverksutløpet gjenopprettes i løpet av noen minutter. Teoretisk beregning viser at det tar ca. 8-10 min for vannet å renne fra inntaket til kraftstasjonsutløpet ved vannføring på 11 m³/s (verste tilfelle).

I størstedelen av perioden januar- mai og midten av september-desember er eksisterende turbin med maksimal slukeevne på 2,0 m³/s i drift alene, med unntak av noen dager med flom i april. Om det skjer driftsstopp i denne perioden, vil ikke endringer i vannføring oppstå da omløpsventilen åpnes på samme slukeevne som driftsvannføringen. Dersom tilsiget ved inntaket overstiger kapasiteten til omløpsventilen, vil vann gjennom omløpsventilen gradvis reduseres med tilsvarende økning i vannføring i naturlig elveløp. Ventilen stenges først når vann fra overløpet bidrar med samme vannmengde ved kraftstasjonsutløpet som maks. vannføring gjennom omløpsventilen.

6 Referanser

Artsdatabanken. (2020, Mars 27).

<https://artskart.artsdatabanken.no/app/#map/427864,7623020/3/background/greyMap/filter/%7B%22IncludeSubTaxonIds%22%3Atrue%2C%22Found%22%3A%5B2%5D%2C%22CenterPoints%22%3Atrue%2C%22Style%22%3A1%7D>.

Hentet fra www.artskart.artsdatabanken.no.

Rolf Jenssen. (2020, 03 13). Statkraft AS.

Miljødirektoratet. (2020, Mars 22). <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/naturbase/>. Hentet fra <https://kart.naturbase.no/>.

Riksantikvaren, D. f. (2020, Mars 26).

<https://kulturminnesok.no/minne/?queryString=https://data.kulturminne.no/askeladden/kulturmiljo/K424>. Hentet fra <https://kulturminnesok.no>.

Skoglund, H. (2020, 03 13). Norce LFI.

Skoglund, H., Skår, B., Gabrielsen, S.-E., & Anker Halvorsen, G. (2017). *Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget - Årsrapport for 2015 og 2016*. Uni Research Miljø (nå NORCE LFI).

Skoglund, H., Skår, B., Gabrielsen, S.-E., & Barlaup, B. (2019). *Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget - Statusrapport 2018*. NORCE Miljø.

7 Vedlegg til søknaden

1. Regionalt kart.
2. Planløsning Tveitafoss kraftverk
 - 2.1 Lengdesnitt vannvei Tveitafoss kraftverk.
3. Planløsning Tveitafoss II kraftverk
4. Nedbørfelt og NEVINA
5. Hydrologiske kurver:
 - Kurver som viser vannføringen på utbyggingsstrekningen før og etter utbyggingen i tørt, vått og middels år.
6. Dokumentasjon på nettkapasitet.
7. Fotografier av vassdraget under forskjellige vannføringer og størrelse på vannføringen.

8 Involverte fagfolk

Følgende ble involvert i utarbeidelse av konsesjonssøknad:

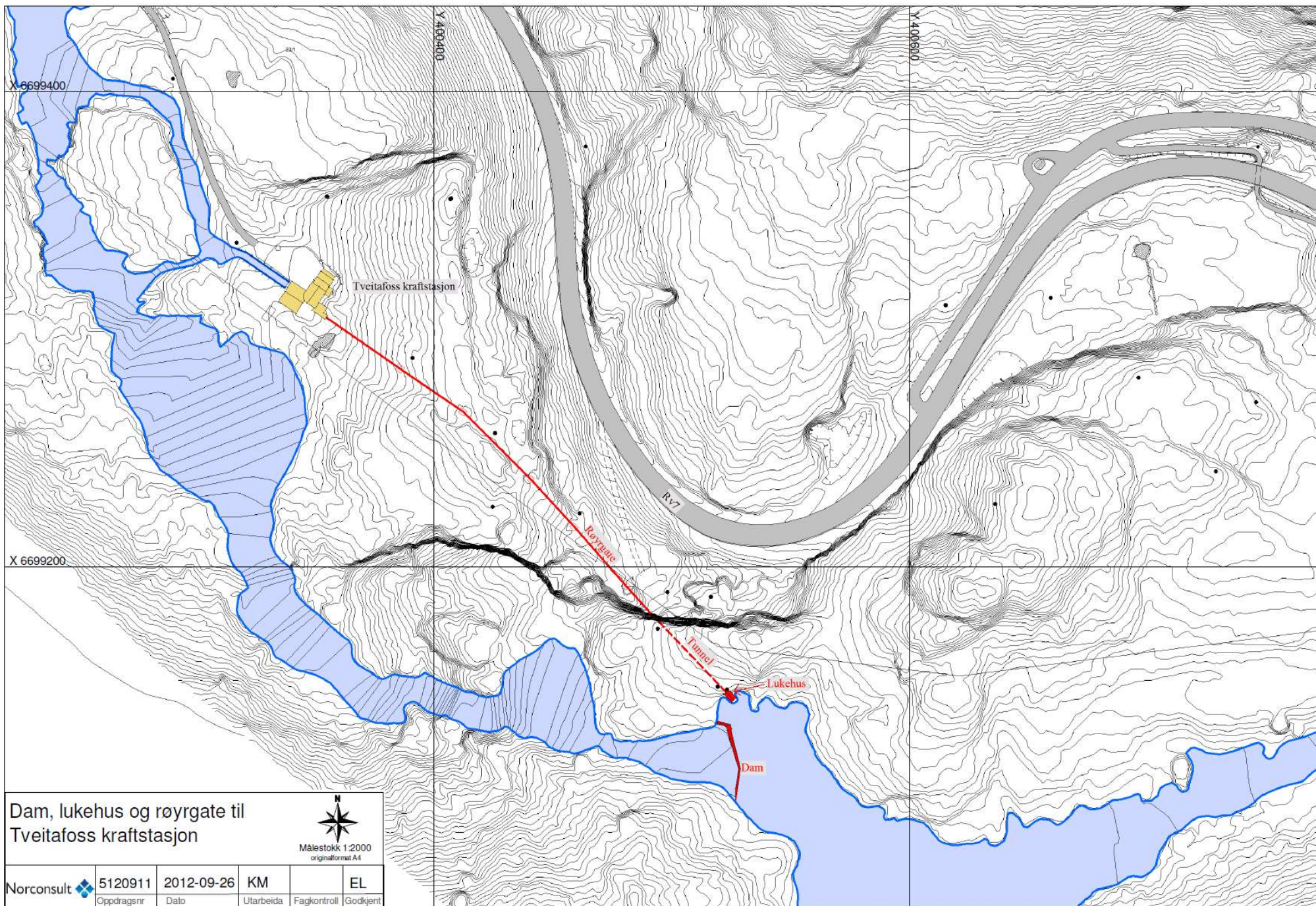
Fag	Utarbeidet	Fagkontrollert
Fisk	Kjetil Sandem (Norconsult)	Helge Skoglund (NORCE)
Hydrologi	Nina Olafsson (Norconsult)	Jon Olav Stranden (Norconsult)
Elektromekanisk utsyr	Lars Brevig (Norconsult)	Lars Brevig (Norconsult)
Vannkraftplanlegging	Nina Olafsson (Norconsult)	Helge Flæte (Norconsult)

Vedlegg 1
Regional kart.



GEODATA AS / FINN.no

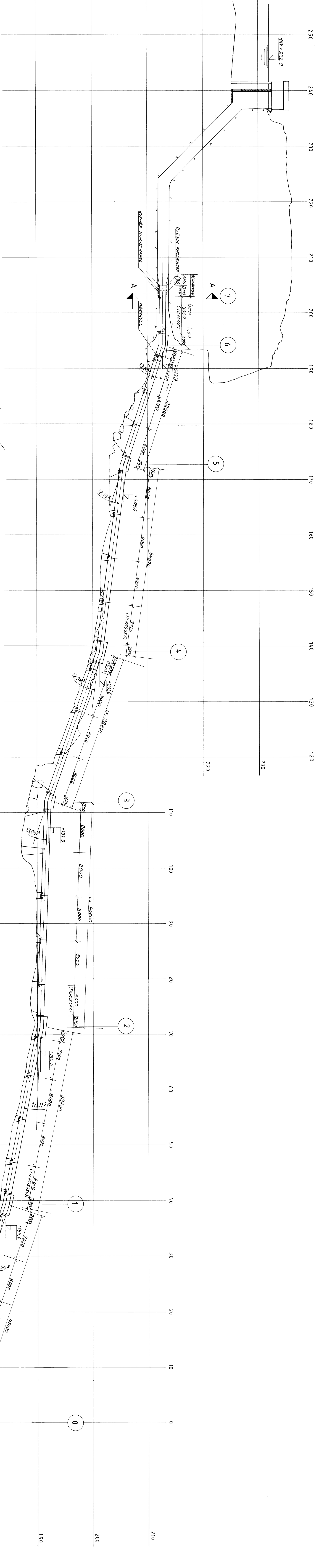




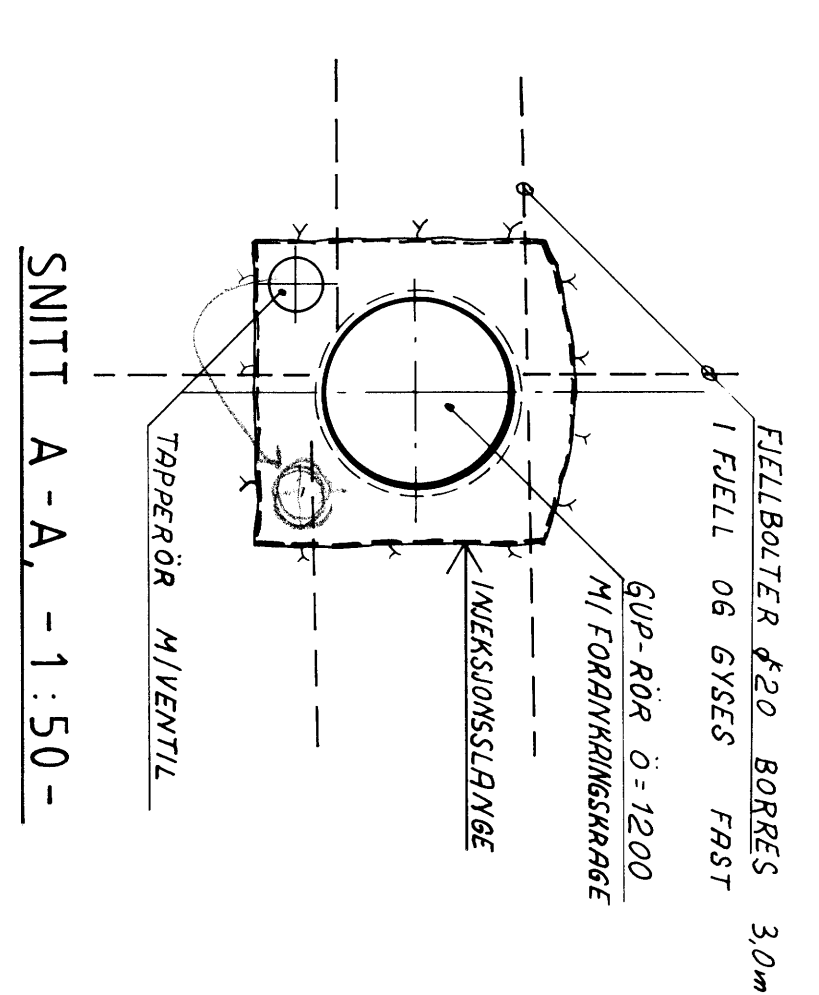
Dam, lukehus og røyrgate til
Tveitafoss kraftstasjon



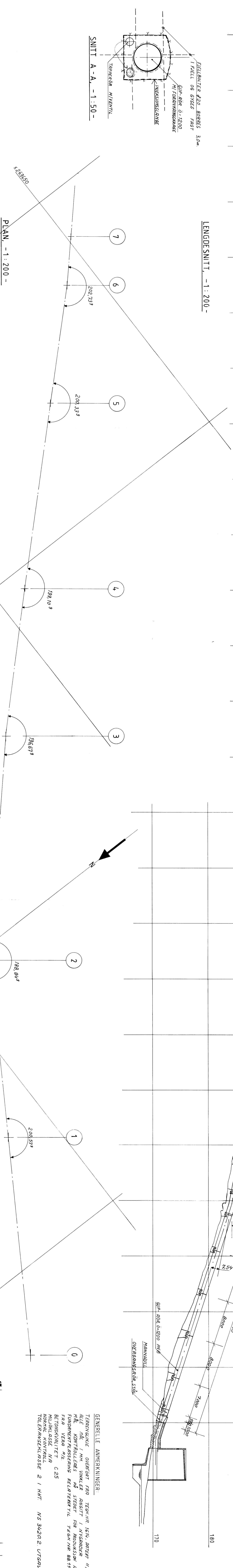
Norconsult	5120911	2012-09-26	KM	EL
Oppdragsnr	Dato	Utarbeida	Fagkontroll	Godkjert



LENGDESNIITT, -1: 200-



SNITT A-A, -1:50-



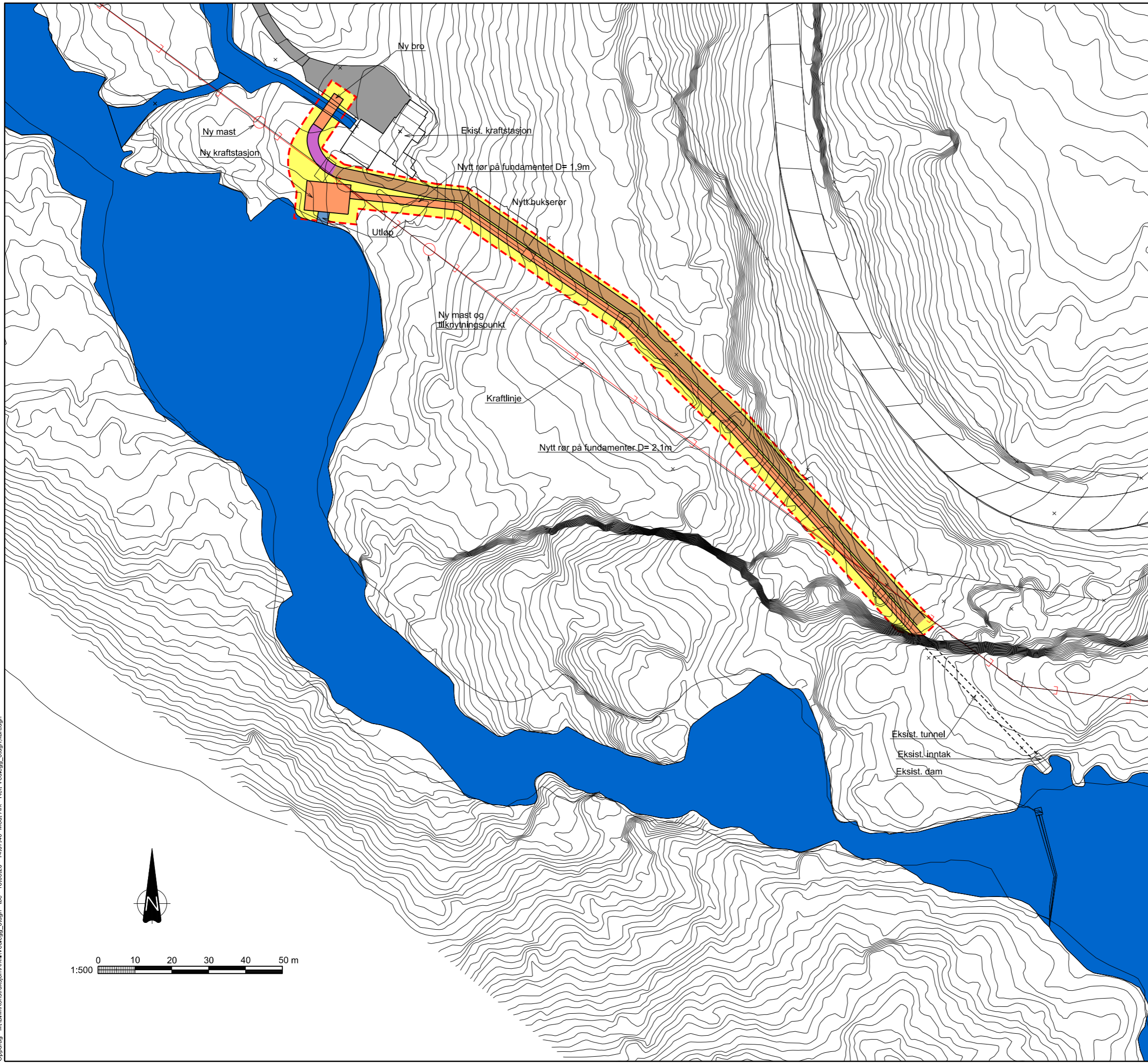
PLAN, -1: 200-

ANBUDESTEGNING

PROJEKT	INDRE HARDANGER KRAFTLAG
TEMA	I VETIAFOSS KRAFTVERK
DRAGNING	RØRGATE I GUP, Ø = 1200
UTGIVELSE	01
UTGIVELSE	1. 200
UTGIVELSE	010250

Siviling S. Benildsen 9/5
 Høyre og Bente Aase
 Bildegrunn 11, Postb. 59, N-5555 Kvernåsen, Tlf. 028 102720, Faks 028 521837

GENERELLE ANMERKNINGER:
 TÆRRELINJE OVERGÅRT FRÅ TEKN. NR. 1610, PARTER 1/12, 1946
 RÅLE HAR I NYN VINKLER ANBITT I NYGRODDER
 RÅLE KONTROLLERES PÅ STØRET FOR ROSKUSION AV RØR
 FUNDAMENTERPÅSSRANG RELATERTE TIL TEKN. NR. 88 174, 101, R2
 PÅ VIKEN 9/5
 BE TOBOKVILLET I
 NØRROL KONTROLL
 TOLERANSEHURSSSE 2 I HHT NS 34202 UTOBULE



FORKLARINGER:

- - - Inngrepsgrense
- Disponibelt areal
- Permanent inngrep - Konstruksjoner
- Permanent inngrep - Veg
- Midlertidig inngrep - Veg
- Vann i planområdet
- Vann i planområdet
- Eksisterende veg

ANVISNINGER:

- -

HENVISNINGER:

Tegningsnummer	Revisjon
Vedl. 3	-

- -

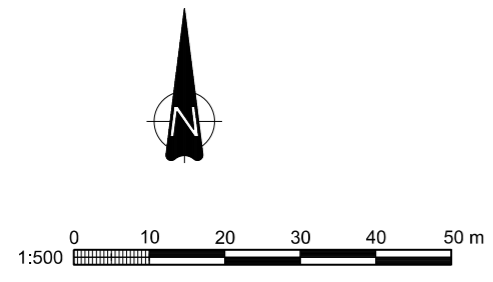
Foreløpig 2020-03-18

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes i det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formatet tiltar.

Hardanger Energi Målestokk (gjelder A1) **SOM VIST**

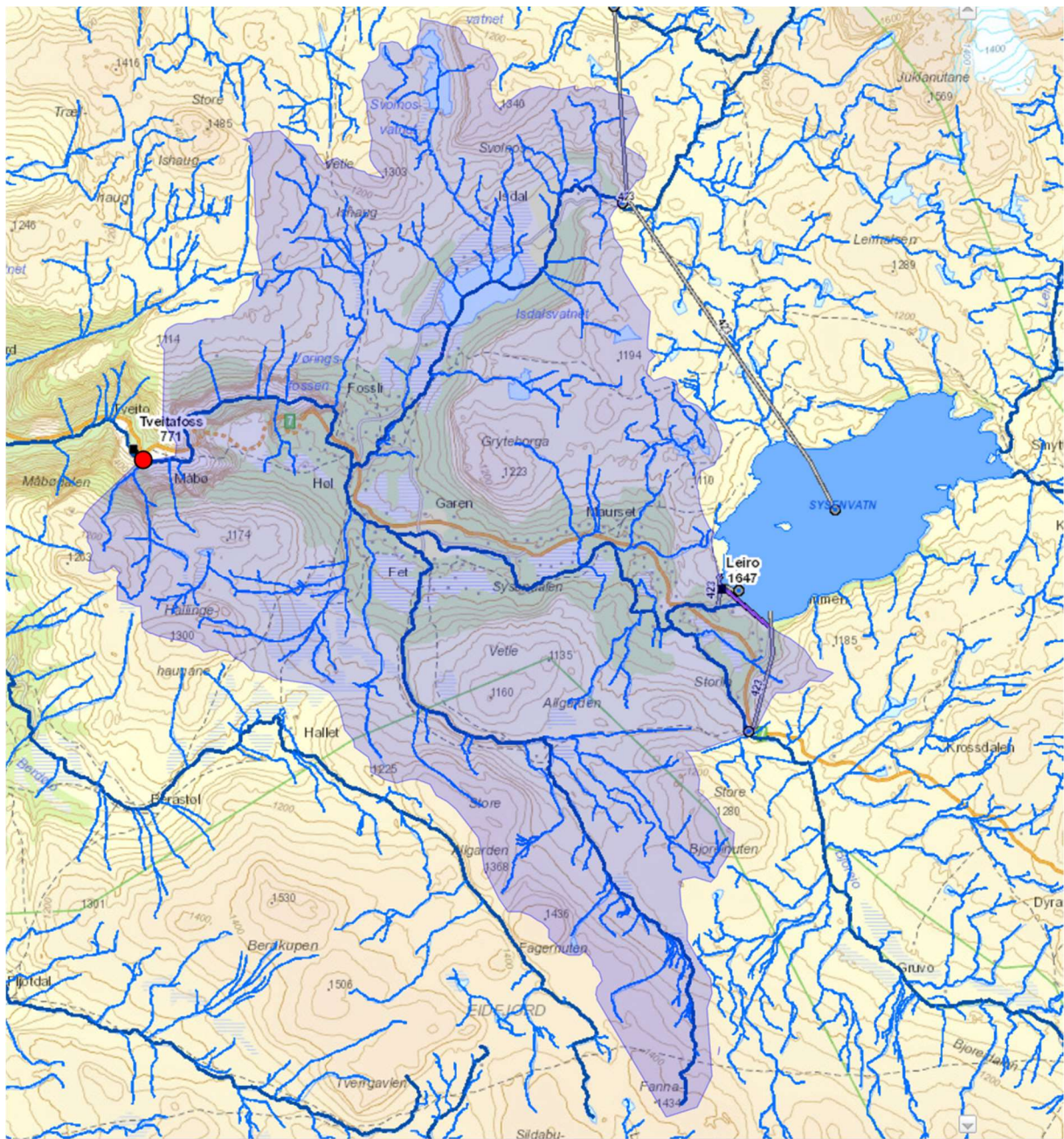
Tveitafoss II kraftverk
Ny kraftstasjon og rørgate
Arrangement
Konsesjon

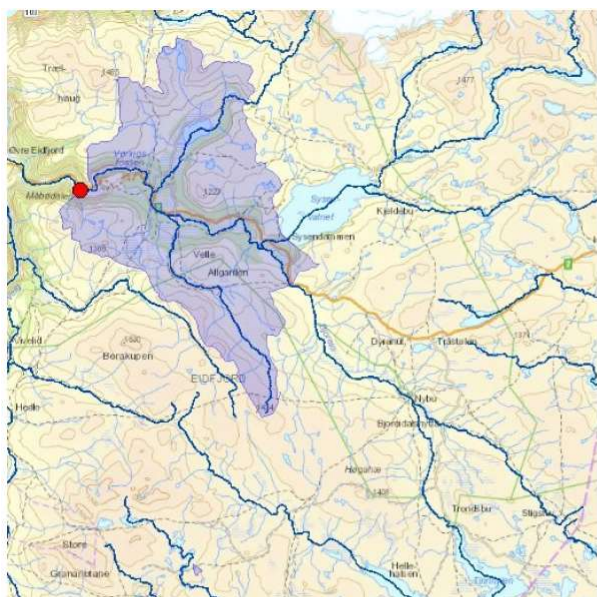
Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5170386	Vedl. 3	-



Oppdrag - M:\BilM\Konstruksjon\Arkt\Vedlegg_3.dgn - tbe - 18.03.20 - 14:07:46 - Mod: Ark - Rev: Vedlegg_3.dgn\harr.dgn

Vedlegg 4. Uregulert nedbørfelt til Tveitafoss kraftverk, utskrift fra NEVINA for det og utskrift fra NEVINA for restfelt.





Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 050.B4
Kommune: Eidfjord
Fylke: Hordaland
Vassdrag: EIDFJORDVASSDRAGET

Feltparametere

Areal (A)	111.9 km ²
Effektiv sjo (S _{eff})	- %
Elvelengde (E _L)	- km
Elvegradient (E _G)	- m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	- m/km

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	41.8 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	- l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	- l/(s*km ²)
Base flow	-999.0 l/(s*km ²)
BFI	-

Feltlengde(F _L)	23.4 km
H _{min}	217 moh.
H ₁₀	779 moh.
H ₂₀	843 moh.
H ₃₀	913 moh.
H ₄₀	980 moh.
H ₅₀	1033 moh.
H ₆₀	1073 moh.
H ₇₀	1110 moh.
H ₈₀	1155 moh.
H ₉₀	1216 moh.
H _{max}	1435 moh.

Klima

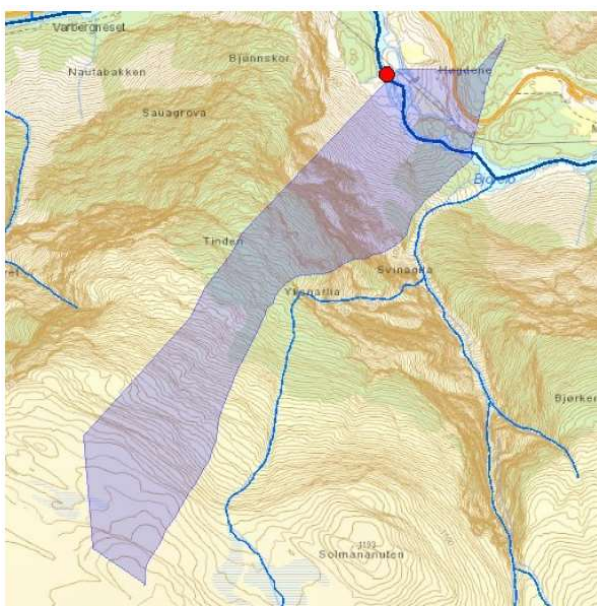
Klimaregion	Vest	H ₉₀	1216 moh.
Årsnedbør	1058 mm	H _{max}	1435 moh.
Sommernedbør	388 mm	Bre	0.0 %
Vinternedbør	670 mm	Dyrket mark	0.7 %
Årstemperatur	0.3 °C	Myr	10.0 %
Sommertemperatur	5.5 °C	Sjø	2.5 %
Vintertemperatur	-3.5 °C	Skog	18.4 %
Temperatur Juli	7.3 °C	Snauvfjell	63.9 %
Temperatur August	8.6 °C	Urban	0.2 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

1/18/2017 1:50:17 PM © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 050.B1
Kommune: Eidfjord
Fylke: Vestland
Vassdrag: Eidfjordvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	0.5 km ²
Effektiv sjo (S _{eff})	- %
Elvelengde (E _L)	- km
Elvegradient (E _G)	- m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	- m/km
Feltlengde(F _L)	1.6 km

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	37.7 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	- l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	- l/(s*km ²)
Base flow	- l/(s*km ²)
BFI	-

H _{min}	165 moh.
H ₁₀	217 moh.
H ₂₀	262 moh.
H ₃₀	376 moh.
H ₄₀	656 moh.
H ₅₀	829 moh.
H ₆₀	961 moh.
H ₇₀	1067 moh.
H ₈₀	1126 moh.
H ₉₀	1164 moh.
H _{max}	1194 moh.

Klima

Klimaregion	Vest	H ₉₀	1164 moh.
Årsnedbør	975 mm	H _{max}	1194 moh.
Sommernedbør	345 mm	Bre	0.0 %
Vinternedbør	630 mm	Dyrket mark	0.0 %
Årstemperatur	2.7 °C	Myr	0.0 %
Sommertemperatur	8.4 °C	Sjø	0.0 %
Vintertemperatur	-1.5 °C	Skog	37.2 %
Temperatur Juli	10.2 °C	Snauvfjell	38.9 %
Temperatur August	11.0 °C	Urban	0.0 %

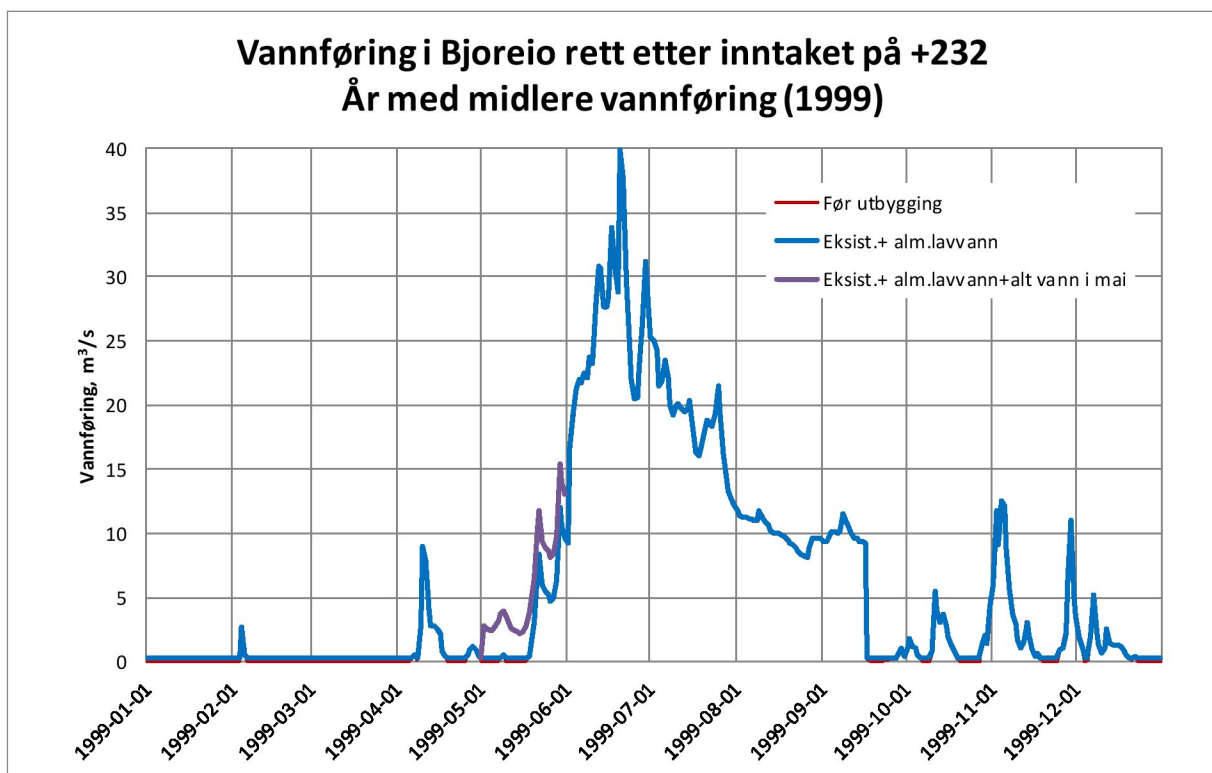
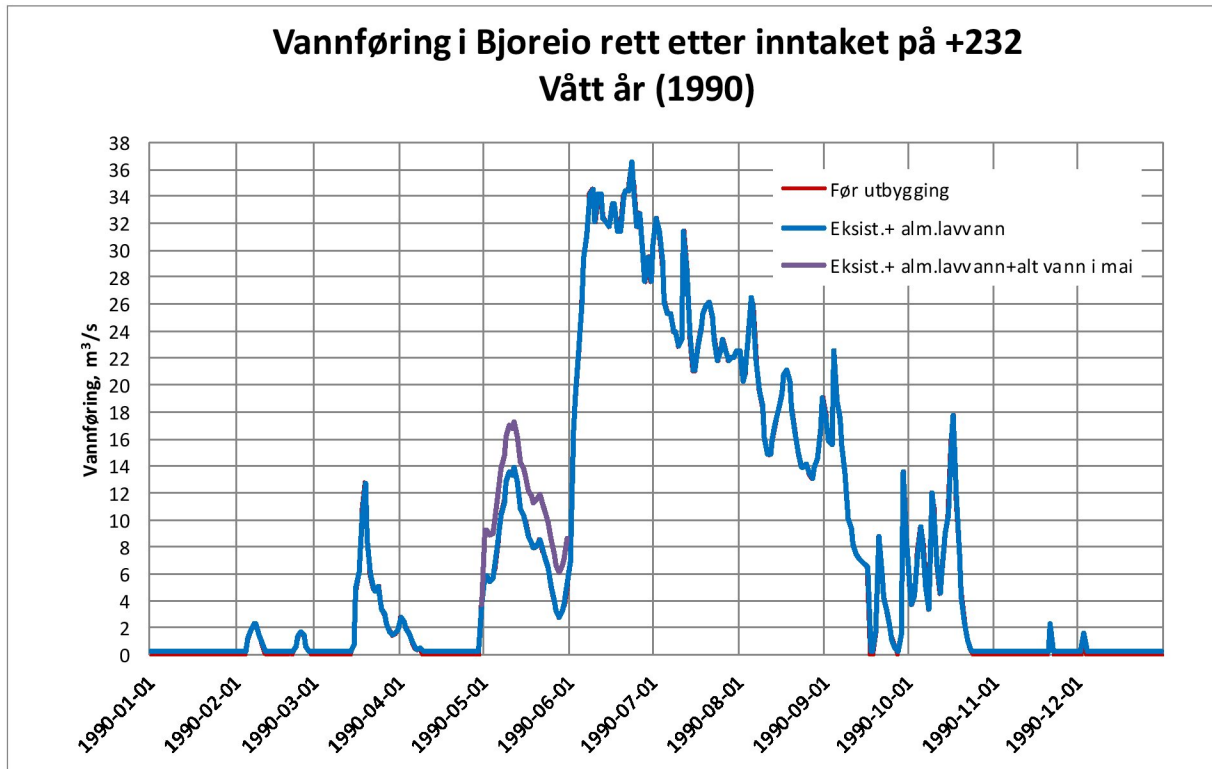
1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

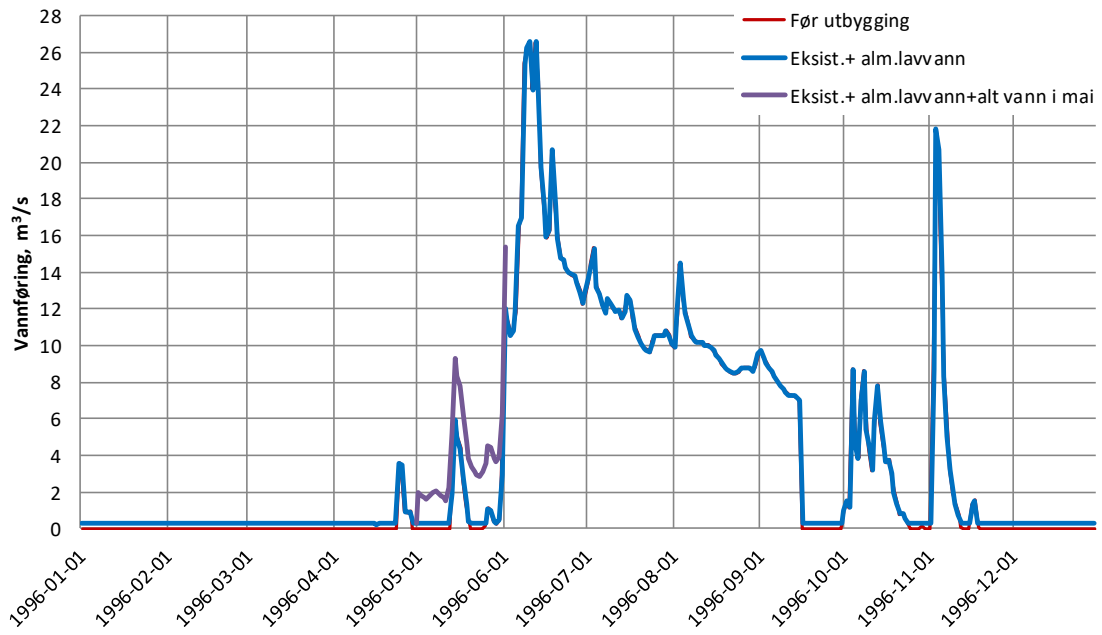
I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Vedlegg 5: Vannføringskurver

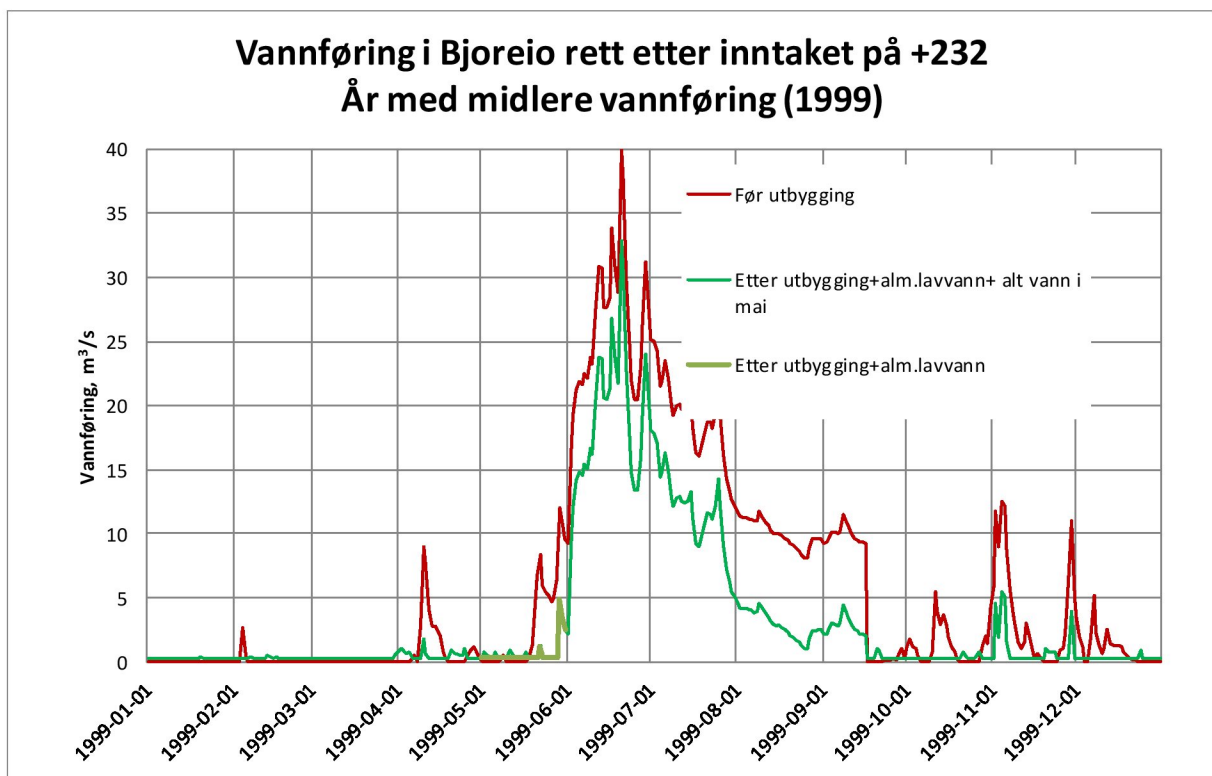
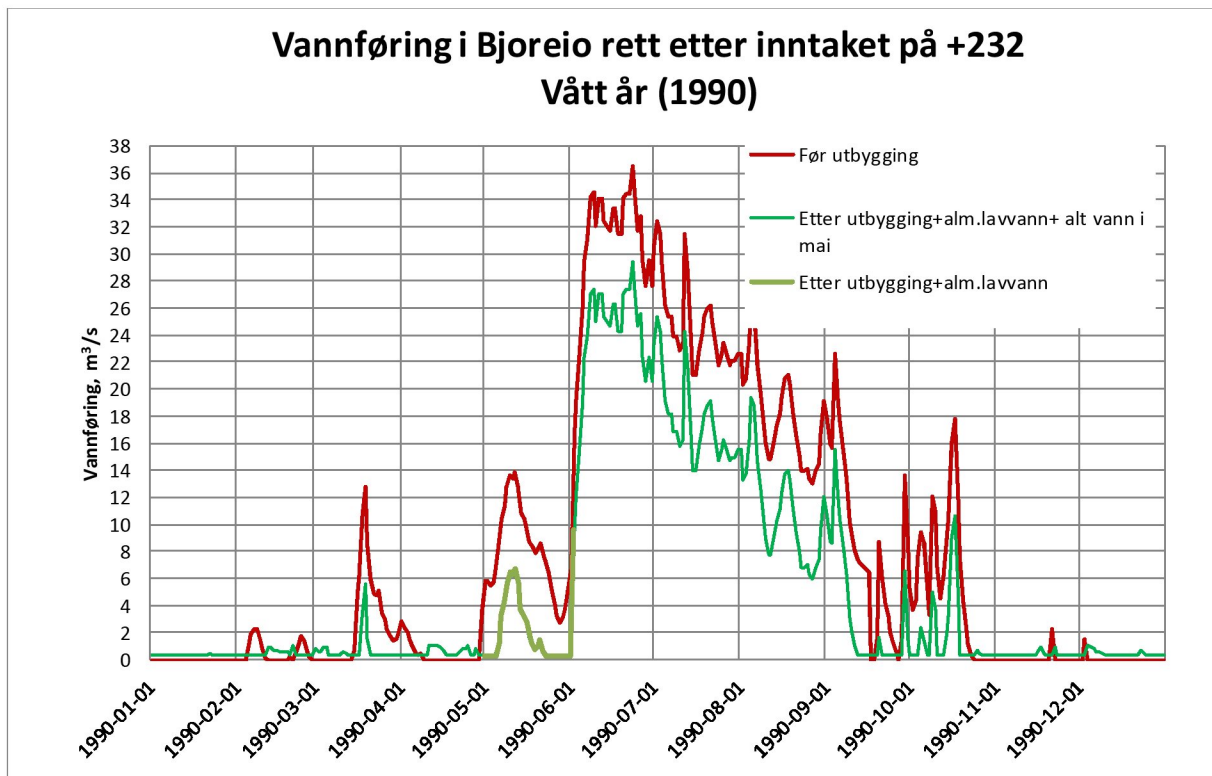
Vannføringskurver for Tveitafoss kraftverk, Alt 1.



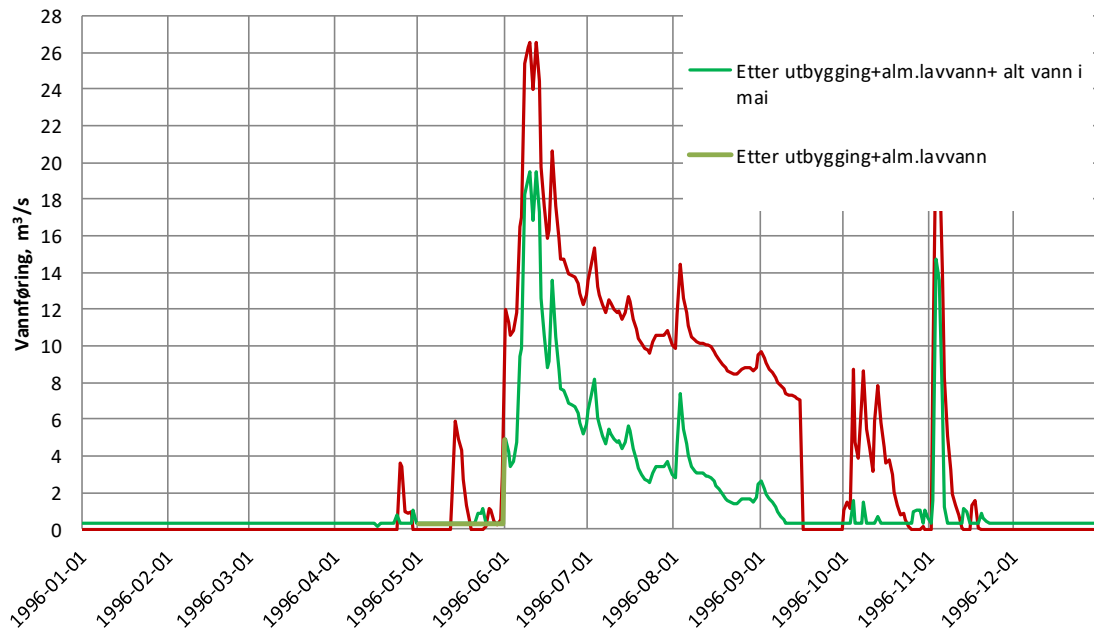
Vannføring i Bjoreio rett etter inntaket på +232 Tørt år (1996)



Vannføringskurver for Tveitafoss II kraftverk, Alt. 2.



Vannføring i Bjoreio rett etter inntaket på +232 Tørt år (1996)



Hardanger Energi AS
v/ Magne Alpen
Postboks 33
5782 Kinsarvik



Kinsarvik, 02.04.2020

Dykkar ref.
Magne Alpen

Dykkar brev.

Vår ref.:
Øyvind Svartveit

Vedrørende nettkapasitet for å overføre kraftproduksjon frå Tveitafoss kraftverk.

Viser til førespurnad om overføringskapasitet i eksisterande 24 kV distribusjonsnett tilknytt Tveitafoss kraftverk.

Hardanger Energi Nett AS (HEN) er informert om at Hardanger Energi AS (HE) søker konsesjon om å få auka installert effekt i Tveitafoss kraftverk frå dagens 1,7 MVA til 5,5 MVA med same tilknyttingspunkt i 24 kV distribusjonsnett. Årsproduksjonen er venta å auka frå 10,0 og 20,8 GWh/år.

HEN stadfestar med dette at det er ledig kapasitet i distribusjonsnett for innmating av den omsøkte auken i effekt i 24 kV nettet. Det er dialog med Statnett SF om det planlagde tiltaket, men løyve til å overføre produksjonen i transmisjonsnettet frå Sima er ikkje motteke.

HEN vil samstundes informera om at HE vil måtte dekkja eventuelle kostnader HEN vil ha med tilknyttinga i.h.t. reglar for anleggsbidrag.

Kontakt HEAS på 53671600, ev. post@hardangerenergi.net ved spørsmål.

Med venleg helsing

Øyvind Svartveit
-Nettsjef-

HARDANGER ENERGI NETT AS, BOKS 33 5782 KINSARVIK

Telefon 53671600

Bankgiro: 1503.97.73128 (OCR)

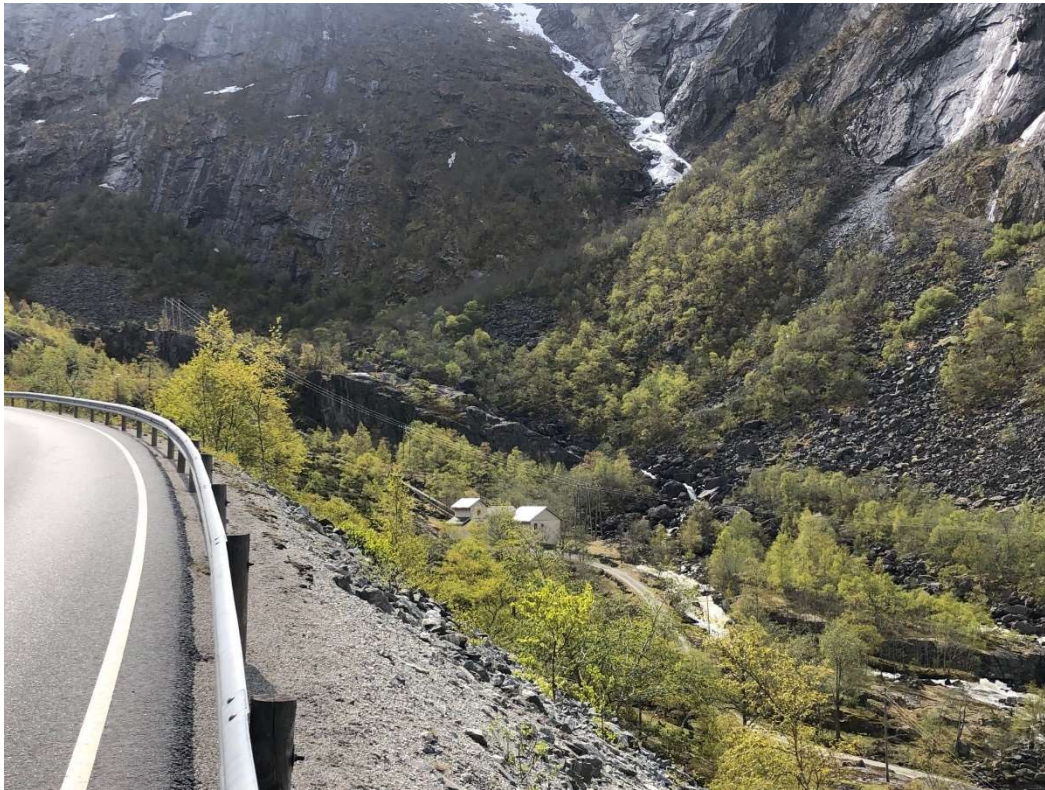
Føretaksnr. 919 415 096 MVA

<http://www.HardangerEnergi.no/>

post@HardangerEnergi.net

Vedlegg 7- Fotografier av vassdraget under forskjellige vannføringer og størrelse på vannføringen

11.05.2020. $Q=2,1 \text{ m}^3/\text{s}$



29.05.2020. $Q=17,9 \text{ m}^3/\text{s}$



3.06.2020. $Q=28,7 \text{ m}^3/\text{s}$



16.06.2020 $Q=86 \text{ m}^3/\text{s}$



21.06.2020. $Q=218,4 \text{ m}^3/\text{s}$



17.07.2020 $Q=26,3 \text{ m}^3/\text{s}$



30.07.2020 Q=64,3 m³/s

