

Hammerfest Energi AS

► **Breivikbotn kraftverk**

Nytt elektromekanisk utstyr, ny rørgate og vannforsyning til smoltanlegg

Forprosjekt

Oppdragsnr.: 5186978 Dokumentnr.: 01 Versjon: J03 Dato: 2019-03-07



Oppdragsgiver: Hammerfest Energi AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Harald Johansen
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Knut Gjermundrød
Fagansvarlig: Alexander Fossgard, Eivind Hovi, Runar Heggen, Jon Olav Stranden og Yngve Johansen
Andre nøkkelpersoner: Sigrid Jacobsen Lofthus, Sondang Nancy A. Napitupulu, Helge Flæte, Xin Xin Li, Yngvar Johansen, Kristian James Holstad

J03	2019-03-07	Diverse	Knut Gjermundrød	Alexander Fossgard	Knut Gjermundrød
J02	2019-01-11	For bruk	Prosjektgruppe	Alexander Fossgard	Knut Gjermundrød
D01	2019-01-09	Til oppdragsgiver for kommentar	Prosjektgruppe	Alexander Fossgard	Knut Gjermundrød
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

► Sammendrag

Dette forprosjektet omhandler oppgradering av Breivikbotn kraftverk og etablering av vannforsyning til planlagt smoltanlegg i Høyvika ca. 1,5 km nord for kraftstasjonen som er lokalisert ved Hansvoll.

Oppgraderingen av kraftverket består i nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjonen og ny rørgate fra inntaket i dam Nedre Eggevatn og ned til kraftstasjonen, samt oppgradering av tappearrangementet i dam Øvre Eggevatn for overføring av vann til Nedre Eggevatn. Ny rørgate er begrunnet med at eksisterende tilløpsrør anses å være i en slik forfatning at man over tid ikke vil kunne sikre stabil og pålitelig vannforsyning til smoltanlegget, i tillegg til at det vil sikre framtidig kraftproduksjon. I denne sammenheng vil det også være behov for oppgradering av tappearrangementet i dam Øvre Eggevatn for å sikre pålitelig overføring av vann til Nedre Eggevatn.

Vannforsyningen til smoltanlegget omfatter etablering av overføringsledninger fram til høydebasseng i Høyvika, med vannuttak for hovedforsyning direkte fra kraftverksinntak i Nedre Eggevatn og vannuttak for reserveforsyning på turbinledning ved kraftstasjonen. Hovedforsyningen vil bli ført i egen vannledning fra kraftverksinntaket i Nedre Eggevatn og ned til kraftstasjonen, og derfra i to parallelle sjøledninger til Høyvika hvor begge ledningene vil være i drift for ikke å risikere frostproblemer. Vannforsyningen vil ha kapasitet for «maksimalt teoretisk» vannbehov på 12 m³/min, mens hver av sjøledningene vil ha kapasitet for full forsyning av smoltanlegget på 7 m³/min dersom den ene ledningen skulle være ute av drift. Dersom det skulle oppstå brudd på hovedledningen fra inntaket i Nedre Eggevatn vil de to sjøledningene bli forsynt fra reserveuttaket på turbinledningen ved kraftstasjonen.

Nedenfor er resultater fra produksjonssimulering i forbindelse med optimalisering av nytt turbinaggregat basert på mottatt produksjonsstatistikk, magasinavlesinger og tilbakeregning fra produksjon til tilløp og vannmengde basert på tidligere beregninger av driftsvannføringer. Diameter på nytt tilløpsrør er bestemt av kravet til drift av nytt aggregat opp til fullast på isolert nett.

I forbindelse med produksjonssimuleringene er det lagt inn magasintapping som reserverer tilstrekkelig stort magasin for vannforsyning til smoltanlegget.

Beskrivelse	Produksjon
Beregnet årsproduksjon med nytt aggregat uten vannforsyning til smoltanlegg	4,31 GWh
Beregnet årsproduksjon med nytt aggregat og vannforsyning til smoltanlegg	3,98 GWh
Produksjonstap med vannforsyning til smoltanlegget	0,33 GWh

Nedenfor er kostnadsestimat for oppgradering av kraftverket med beregnet spesifikk utbyggingskostnad for hhv. nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjonen og nytt elektromekanisk utstyr sammen med ny rørgate.

Beskrivelse	Samlede kostnader	Spesifikk utbyggingskostnad
Nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon	NOK 12 855 000	3,23 kr/kWh
Nytt elektromekanisk utstyr og ny rørgate	NOK 34 971 000	8,79 kr/kWh

Oppdragsgiver vil selv foreta nåverdiberegning av tiltakene. Når det gjelder ny rørgate vil ikke dette isolert sett lønne seg med den årsproduksjonen som kan forventes fra kraftverket. Ny rørgate må derfor ses i sammenheng med verdsetting av ferskvannsvannforsyningen til det planlagte smoltanlegget med tanke på fordeling av finansieringen mellom Hammerfest Energi og Cermaq.

Nedenfor er kostnadsestimat for etablering av vannforsyning til smoltanlegget, som er begrenset til vannledninger fram til høydebasseng i Høyvika. Kostnader forbundet med etablering av vannuttak på kraftverkstilløpet og oppgradering av tappearrangementet i dam Øvre Eggevatn er lagt til.

Beskrivelse	Samlede kostnader
Vannforsyning til smoltanlegget	NOK 18 050 000

► Innhold

1	Innledning	7
1.1	Oppdrag	7
1.2	Anleggsbeskrivelse	7
1.3	Hoveddata	8
1.4	Befaring på anlegg med påfølgende Skype-møte med Cermaq	9
1.5	Kartgrunnlag	10
1.6	Eksisterende tegningsunderlag	10
1.7	Formelle krav	10
1.7.1	Teknisk plan (TP)	11
1.7.2	Landskap- og miljøplan (LMP)	11
1.7.3	Overordnede styrende dokumenter	11
2	Hydrologi og produksjonssimuleringer	12
2.1	Innledning	12
2.2	Produksjonsstatistikk og magasinavlesing eksisterende kraftverk	12
2.3	Normaltilsig og magasin	12
2.3.1	Påregnelig middeltilløp	12
2.3.2	Magasiner	12
2.4	Valg av representativt vannmerke (vm)	13
2.5	Produksjonsberegninger	13
2.6	Optimalisering av aggregatstørrelse og diameter turbinrørledning	14
2.6.1	Aggregatstørrelse	14
2.6.2	Valgt turbinrørdiameter	14
2.7	Inntektsbortfall med vannforsyning	14
3	Tappeventil dam Øvre Eggevatn	15
4	Inntak dam Nedre Eggevatn	16
5	Rørgate	17
5.1	Eksisterende rørgate	17
5.2	Stabilitets- og trykkstøtberegninger – krav til rørdiameter og trykkklasser	18
5.2.1	Stabilitetsberegninger	18
5.2.2	Trykkstøtberegninger	18
5.3	Ny rørgate	18
5.3.1	Rørtype	20
5.3.2	Øvre del av rørtrasé mot dam (Pel 1100-852)	20
5.3.3	Midtre del av rørtrasé (Pel 852-430)	21
5.3.4	Nedre del av rørtrasé til kraftstasjon (Pel 430-0)	22
5.3.5	Forankringsklosser	22
5.3.6	Inspeksjonsadkomster	22
5.4	Riving av eksisterende rørgate	23
5.5	Veiadkomst for arbeider langs rørgate	23
5.6	Mellomlagring av nye rør og rørdeler	23
6	Nytt elektromekanisk utstyr i eksisterende kraftstasjon	24
6.1	Innledning	24
6.2	Innløpsrør	24
6.3	Hovedstengeventil	24

6.4	Turbin	24
6.5	Turbinregulator	25
6.6	Generator	26
6.7	Hovedtransformator	26
6.8	Apparatanlegg	26
6.9	Kontrollanlegg	27
6.10	Stasjonsforsyning	27
6.11	Jordingsanlegg	27
6.12	Nettanalyse	27
6.13	Fjernstyring / overvåking fra driftssentral	27
6.14	Stasjonskran	28
6.15	Bygningstekniske tiltak kraftstasjon	29
6.16	Pumpehus i avløpet for vannforsyning til smoltanlegg	29
6.17	Alternativ med dykket stasjon mot høydebasseng i avløpet	29
6.18	Flytting av kraftstasjon til Høyvika	30
7	Vannforsyning til planlagt smoltanlegg i Høyvika	31
7.1	Innledning	31
7.2	Kort om trasévalg og valgt løsning	31
7.3	Funksjon og drift	32
7.4	Valg av ledningsdimensjoner, gjenstående trykk og friksjonstap	33
7.5	Alternativ kraftproduksjon ved smoltanlegg og videre arbeider	33
8	Masseuttak til fyllmasser i Høyvika	34
9	Overordnet risikovurdering iht. byggherreforskriften	35
9.1	Avgrensninger	35
9.2	Risiko og tiltak	35
10	Kostnadsestimat	38
10.1	Oppgradering av kraftverket med rørgate	38
10.1.1	Samlede kostnader nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon	38
10.1.2	Samlede kostnader nytt elektromekanisk utstyr og ny rørgate	39
10.1.3	Stokastisk kostnadsestimat	40
10.1.3.1	S-kurve kun nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon	41
10.1.3.2	S-kurve nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon og ny rørgate	41
10.2	Kostnadsoverslag etablering av vannforsyning til smoltanlegg i Høyvika	42
10.2.1	S-kurve etablering av vannforsyning til smoltanlegget	44
11	Framdrift	45

Referanser: Rapport rev. J03 datert 7.3.2019 – Nytt turbinrør og vannforsyningsrør til smoltanlegg

Vedlegg: Vedlegg A - Produksjon og magasin 1993 til 2018
Vedlegg B – Vannbehov til smoltanlegg
Vedlegg C – Dronebilde av område Hansvoll – Høyvika
Vedlegg D – Kartgrunnlag eksisterende rørgate
Vedlegg E - Stasjonsarrangement nytt aggregat
Vedlegg F – Trasé for vannforsyning til smoltanlegg

Breivikbotn kraftverk

Nytt elektromekanisk utstyr, ny rørgate og vannforsyning til smoltanlegg
Oppdragsnr.: **5186978** Dokumentnr.: **01** Versjon: **J03**

**Vedlegg G - Bilder**

1 Innledning

1.1 Oppdrag

Norconsult er gitt i oppdrag av Hammerfest Energi AS å utarbeide forprosjekt på oppgradering av Breivikbotn kraftverk og etablering av vannforsyning fra kraftverket i forbindelse med Cermas ønske om kjøp av ferskvann til planlagt smoltanlegg i Høyvika ca. 1,5 km nordøst for kraftstasjonen som er lokalisert ved Hansvoll.

Oppgraderingen av kraftverket består i utskifting av elektromekanisk utstyr i kraftstasjonen og rørgate fra inntaket i dam Nedre Eggevatn og ned til kraftstasjonen, samt oppgradering tappearrangementet i dam Øvre Eggevatn for overføring av vann til Nedre Eggevatn. Ny rørgate er begrunnet med at eksisterende tilløpsrør anses for å være i en slik forfatning at det over tid vil være en viss risiko for man ikke vil kunne sikre stabil og pålitelig vannforsyning til smoltanlegget, i tillegg til at det vil sikre framtidig kraftproduksjon. I denne sammenheng vil det også være behov for oppgradering av tappearrangementet i dam Øvre Eggevatn for sikker og pålitelig overføring av vann til Nedre Eggevatn.

Norconsults oppdrag i forbindelse med etablering av vannforsyning til smoltanlegget er vurdering av aktuelle vannuttak i kraftverket for hoved- og reserveforsyning, aktuell trasé for vannledninger til Høyvika og nødvendige rørdimensjoner for å sikre tilstrekkelig vannbehov som beskrevet i eposter fra Cermaq datert hhv. 11.12.2018 og 6.3.2019. Grensesnittet i dette forprosjektet er satt i tilknytningskum mot høydebasseng i Høyvika

Dette forprosjektet vil være et beslutningsdokument for eventuell videreføring av de neste fasene i prosjektet med detaljprosjektering og utarbeidelse av forespørselsdokumenter.

Etablering av vannforsyning til planlagt smoltanlegg hadde i utgangspunktet ikke vært vurdert mot gjeldende konsesjonsvilkår for Breivikbotn kraftverk i forbindelse med dette forprosjektet. Kraftverkseier og Cermaq har i ettertid vært i kontakt med NVE som har uttalt at det ikke er akseptabelt å legge vannforsyningsrøret i egen trasé. I denne forbindelse vises det til Norconsult rapport datert 7.3.2019 med nærmere beskrivelse av nytt turbinrør og vannforsyningsrør, hvor sistnevnte i størst mulig grad følger turbinrøret. Videre i nevnte rapport vises det til at Hammerfest Energi har frafalt kravet om drift av kraftverket på eget nett, slik at diameteren på turbinrøret kan reduseres til 900 mm. Det vil medføre lavere investeringskostnad for turbinrøret, men noe høyere falltap.

1.2 Anleggsbeskrivelse

Breivikbotn kraftverk ligger i Eggesvassdraget på Sørøya i Hasvik kommune i Finnmark, og ble utbygd i 1949/50. Adkomst med bil til Breivikbotn er langs riksvei 882 fra Hasvik.

Breivikbotn kraftverk utnytter et midlere fall på 70 m fra inntaksmagasin i Nedre Eggevatn og ned til sjøen ved Hansvoll. Hovedmagasin er Øvre Eggevatn som overfører vann til Nedre Eggevatn.

Øvre Eggevatn er regulert 9,38 m mellom HRV og LRV med en flerbuedam i betong. Dammen består av to buer, hver med et spenn på 32 m, og en mindre buedam mot landfestet på begge sider. Flomløpet er i høyre hoveddel sett medstrøms, med overløp over hele buen. På resten av damkrona er det en brystning til 1,2 m over HRV.

Nedre Eggevatn er regulert 7,5 m mellom HRV og LRV med en buedam i betong med et 42 m langt flomoverløp over en betongterskel, som går over i en 15 m lang betongskjerm som videre går over i en 35 m lang steinfyllingsdam mot høyre landfeste sett medstrøms.

Magasinene fylles i det vesentligste opp i løpet av vårflommen i mai-juni. I august-september er magasinene normalt fulle, og hvor nedtapping skjer fra oktober/november og fram til april.

I kraftverksinntaket i dam Nedre Eggevatn er det en støpt innløpskonus med varegrind i oppstrøms ende. I nedstrøms ende er det et innstøpt rørstykke som er fulgt av en rørkonus i stål med flens som er

montert til rørbruddsventil, som igjen er montert til en rørkonus i stål mot tilløpsrøret. Ny rørbruddsventil og rørbruddsutløser ble installert i 1996 sammen med nye rørkonuser, og i innstøpt rørstykke i dam ble det innmontert stålforing for å hindre videre korrosjonsutvikling. Det er forutsatt at inntaket med varegrind, rørbruddsventil og rørkonuser benyttes videre med ny rørgate.

Fra rørbruddsventilen er det i dag i sin helhet ført et frittliggende tilløpsrør på betongfundamenter ned til kraftstasjon. Kraftstasjonen ligger nedenfor riksveien hvor tilløpsrøret er ført under riksveibru som krysser rørgaten. Kraftstasjonen har sitt utløp i sjøen langs en 10 m lang avløpskanal i fjell.

Dammer og rørgate er plassert i bruddkonsekvensklasse 2 iht. §4.2 i Damsikkerhetsforskriften. I denne forbindelse er Norconsult engasjert med revurdering av dam Nedre Eggevatn og rørgate, som forventes å være ferdigstilt utpå nyåret 2019. Samtidig foretas hovedtilsyn av dam Øvre Eggevatn i regi av dameier.

I kraftstasjonen er det installert et Francisaggregat som er utstyrt med sikkerhetsventil for å begrense trykkstigningen i tilløpet ved turbinavslag. Hovedstengeventilen foran turbinen er en sluseventil med vannhydraulisk pådrag. Aggregatet er utstyrt med frekvensregulering som muliggjør drift på isolert nett.

Turbin og regulator ble overhaldt i 1985 med bl.a. innsetting av nytt løpehjul, påbygging av hjelpe-servo på ledeapparatet samt generell overhaling av turbin, sikkerhetsventil og regulator. Påbygging av hjelpe-servo var for å sikre tilstrekkelig lukkekraft på ledeapparatet siden hovedservoen ikke hadde tilstrekkelig kapasitet. Det er tidligere uttalt av kraftverkseier muntlig at turbinen med nytt løpehjul yter mindre enn den gjorde med det opprinnelige løpehjulet.

1.3 Hoveddata

Hoveddata for eksisterende anlegg er vist i Tabell 1-1. Dataene er fra tegninger og dokumentasjon mottatt fra oppdragsgiver og hentet i Norconsults eget arkiv, samt kontroll og oppmåling av kotehøyder utført av GeoNord høsten 2018. Sistnevnte gjelder HRV og LRV i Nedre Eggevatn og kotehøyder i kraftstasjon. Oppgitte magasinvolument er hentet fra forprosjektrapport i regi av Barlindhaug og Nybro-Bjerck (nå Norconsult) i 1992, hvor magasinvolument for Nedre Eggevatn er bekreftet i brev av 15. januar 2018 fra VTA i forbindelse med pågående revurdering av vannveien.

Tabell 1-1 Hoveddata eksisterende kraftverk

Beskrivelse	Hoveddata
Byggeår/idriftsettelse	1949/50
HRV Øvre Eggevatn	92,43 moh
LRV Øvre Eggevatn	83,05 moh
DFV Øvre Eggevatn, Q ₁₀₀₀	93,31 moh
Magasinvolument Øvre Eggevatn	Ca. 6,8 mill. m ³
HRV Nedre Eggevatn	72,24 moh
LRV Nedre Eggevatn	64,79 moh
DFV Nedre Eggevatn, Q ₁₀₀₀	72,95 moh
Magasinvolument Nedre Eggevatn	Ca. 2,5 mill. m ³
Brutto fallhøyde, midlere	70 m
Installert effekt (oppgitt av Sørumsand Verksted i fob. med nytt løpehjul i 1985)	735 kW
Årlig produksjon	4 GWh
Oppgitt nominell turbinytelse v/konstruksjonsfallhøyde	850 hk / 625 kW
Konstruksjonsfallhøyde	62 m
Turbinvannføring, nytt løpehjul i 1985	1,4 m ³ /s
Samlet lengde rørgate	1135 m

Beskrivelse	Hoveddata
Lengde trerør, fra inntak i Nedre Eggevatn og ned til diameterovergang, diameter $\varnothing$1250 mm	602 m
Lengde trerør videre ned til stålrør ovenfor riksvei, diameter $\varnothing$1100 mm	409 m
Lengde stålrør videre ned til kraftstasjon, diameter $\varnothing$1100 mm	124 m
Senterlinje oppstrøms ende tilløpsrør (ventilkammer)	63,7 moh
Senterlinje turbin	4,483 moh
Kraftstasjonsgulv	3,873 moh
Bunnsåle i avløp	-0,932 moh
Terskelnivå i avløp	0,348 moh
Terskelbredde i avløp	3,6 m
Laveste undervannsnivå, fullvannføring og fjære sjø	ca. 0,72 moh

1.4 Befaring på anlegg med påfølgende Skype-møte med Cermaq

Det ble foretatt befaring i Breivikbotn og Høyvika fredag 9. november 2018. Foranledningen til befaringen var å se på alternative tilknytningspunkter for uttak til vannforsyning fra kraftverket til smoltanlegget sammen med og mulige trasévalg for overføringsledninger til Høyvika. I tillegg ble rørgate og kraftstasjon befart i forbindelse med planlagt oppgradering av kraftverket.

Befaringen begynte i Høyvika hvor et tomteareal er tenkt avsatt til smoltanlegget, ref. tidligere Mulighetsstudium for settefiskanlegg i Vest-Finnmark datert 2017-06-13, utarbeidet av Norconsult på oppdrag for Cermaq. Tiltent tomt vil kreve utfylling av masser for å etablere tilstrekkelig areal for smoltanlegget.

Befaringen beveget seg videre sørover mot Breivikbotn kraftverk med tanke på mulige trasévalg for overføringsledninger til smoltanlegget, og videre opp langs deler av rørgata opp til kraftverksinntaket i Nedre Eggevatn med tanke på mulige tilknytningspunkter for vannuttak.

Ut fra observasjoner ved befaringen vil hoveddelen av aktuelle sjøledningstraséer fra Breivikbotn til Høyvika være forholdsvis eksponert for bølgepåkjenning, hvor det kan være tidkrevende å få reparert feil/skader på en sjøledning. Aktuell landtrasé vil forutsette legging i forholdsvis bratt/skrått fjellterreng den siste strekningen mot Høyvika, hvor hovedulempen vil være svært synbart landskapsinngrep.

I Skype-møte etter befaringen var Cermaq tydelig på at det må prosjekteres en løsning for vannforsyning til smoltanlegget i Høyvika som holder seg innenfor dagens konsesjon for Breivikbotn kraftverk, dvs. løsninger som ikke endrer på konsesjonsvilkårene og dermed utløser krav om konsesjonsbehandling. Cermaq presiserte videre at de krever både hoved- og reserveledning til smoltanlegget for å ha tilstrekkelig forsyningssikkerhet.

Aktuelle tilknytningspunkter for vannforsyning til smoltanlegget synes å være uttak i inntaket i Nedre Eggevatn oppstrøms rørbruddsventilen for hovedledning, og uttak på turbinledningen nede ved kraftstasjonen for reserveledning. Hovedvannforsyning direkte fra inntaket vil eliminere problemet med bortfall av vannforsyning til smoltanlegget ved evt. rørbrudd eller behov for tømning av turbinledningen og framstår sånn sett som den sikreste løsningen. Hovedutfordringen er å finne en sikker trasé for legging av hovedledningen fra inntaket og ned kraftstasjonen, da spesielt langs elveleiet på den øverste strekningen som går i et til dels ulendt terreng langs juvet nedstrøms dammen.

Det ble i nevnte Skype-møte også luftet ideen om etablering av høydebasseng i kraftstasjonens avløp, som vil gi en dykket turbin hvor vann overføres til smoltanlegget fra høydebassenget. Dette alternativet er ansett som lite realistisk, hvor begrunnelsen er gitt i kapittel 6.17. Det samme gjelder etablering pumpehus i kraftstasjonens avløp for vannforsyning til smoltanlegget, se kapittel 6.16, hvor det vanskelig lar seg gjøre å garantere forsyning av ferskvann som er fritt for innblanding av sjøvann.

Når det gjelder flytting av kraftstasjonen til Høyvika, som tidlig ble nevnt som en ide fra Cermaq, anses ikke dette å være et realistisk alternativ basert på de observasjonene som ble gjort ved befaringen. Topografien er kupert med bratt/skrått fjellterreng siste del mot Høyvika, og er derfor lite egnet for etablering av rørgate for kraftverksdrift. Se for øvrig oppstilling av momenter som taler imot en slik flytting i kapittel 6.18.

1.5 Kartgrunnlag

Kartgrunnlaget som er benyttet i forprosjektet i forbindelse med ny rørgate fra Nedre Eggevatn og ned til kraftstasjonen og trasévalg for overføringsledninger til smoltanlegg i Høyvika er utarbeidet av GeoNord, basert på skanning av området fra kraftstasjonen og bort til tomtearealet i Høyvika i november 2018 i etterkant av befaringen.

I forbindelse med trasé for sjøledninger fra Hansvoll til Høyvika var det ikke tilgjengelige sjøkart, slik at sjøkoter er tegnet manuelt og interpolert basert på grove sjøkart og punkthøyder.

1.6 Eksisterende tegningsunderlag

Nedenfor er det listet opp tegninger som har vært tilgjengelige i forbindelse med forprosjektet.

Kraftstasjon:

• Kraftstasjon. Oversikt	2-15	Finnmark Fylkes Elektrisitetsforsyning
• Undervannskanal	2-42a	Finnmark Fylkes Elektrisitetsforsyning
• Arrangement og fundamenter	40657	O. Sørum
• Generator. Arrangement	W-72809	NEBB
• Eksisterende bygninger. Plan og snitt	002	Barlindhaug (1993)

Eksisterende rørgate:

• Trørørledning	2-16	Finnmark Fylkes Elektrisitetsforsyning
• Rørgate - Oversikt	2-19	Finnmark Fylkes Elektrisitetsforsyning
• Rørgate - Oversikt	2-19	Finnmark Fylkes Elektrisitetsforsyning
• Forslag utskifting av trørør med stålrør	2-59	Finnmark Fylkes Elektrisitetsforsyning
• Turbinenrohrleitung	z-4-17489	Ferrum (1968)

Inntak dam Nedre Eggevatn:

• Dam N. Eggevatn. Oversiktstegning	266.10	A. L. Høyer
• Ventilkammer	B1001-1	Hammerfest El. Verk
• Finvaregrind	B1002-1	Hammerfest El. Verk

Tappeventil dam Øvre Eggevatn:

• Dam Ø. Eggevatn	266.01	A. L. Høyer
• Dam Øvre Eggevatn. Snitt	112	Hålogaland Energiteknikk AS (2012)

1.7 Formelle krav

Dam Nedre og Øvre Eggevatn og rørgate til Breivikbotn kraftverk er plassert i bruddkonsekvensklasse 2 iht. §4 i Damsikkerhetsforskriften.

I henhold til kapittel 1 i «Veileder til Damsikkerhetsforskriften – Planlegging og bygging», skal det ved bygging eller ombygging av vassdragsanlegg utarbeides planer for landskap og miljø (LMP) og tekniske planer for kontroll og godkjenning. NVEs hjemmel til oppfølging er gitt i konsesjonsvilkår og Forskrift om internkontroll etter vassdragslovgivningen.

Det foreligger flomberegninger for vassdraget utarbeidet av Norconsult og som er godkjent av NVE i 2018.

1.7.1 Teknisk plan (TP)

Ved en eventuell videreføring av prosjektet vil det i neste fase bli utarbeidet teknisk plan i henhold til Damsikkerhetsforskriften § 5 i forbindelse med ny rørgate og eventuelle endringer av tappeinnretning i Øvre Eggevatn. Det må påregnes inntil ca. 6 mnd. behandlingstid av Teknisk Plan hos NVE. Norconsult vil ivareta rollen som fagansvarlige for følgende fagområder:

Tabell 1-2 Fagansvarlige iht. Damsikkerhetsforskriften

Fagområde	Beskrivelse	Fagansvarlig
Fagområde I	Betong-/murdammer med fundament	Norconsult
Fagområde III	Stenge-/tappeorganer, rør og tverrslagsporter	Norconsult

1.7.2 Landskap- og miljøplan (LMP)

Det vil videre bli utarbeidet Landskaps- og miljøplan, der de ulike anleggsdeler, terrenginngrep og istandsetting beskrives i tekst og suppleres med illustrasjoner og tegninger. Norconsult kan etter nærmere avtale bistå med LMP.

Det bør påregnes inntil ca. 3 mnd. behandlingstid av LMP hos NVE.

1.7.3 Overordnede styrende dokumenter

Nye konstruksjoner og utstyr i vannveien som er underlagt NVEs tilsynsplikt skal prosjekteres etter:

- Damsikkerhetsforskriften
- NVEs retningslinje for laster og dimensjonering.
- NVEs retningslinje for stenge og tappeorganer, rør og tverrslagsporter.
- NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN 1991 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner
- NS-EN 1992 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner
- Gyldige flomberegninger

2 Hydrologi og produksjonssimuleringer

2.1 Innledning

Basert på tilgjengelig grunnlag som referert nedenfor, er optimal slukeevne for ny turbin og optimal diameter for nytt turbinrør vurdert ved hjelp av driftssimuleringer for kraftverket. Valget er gjort ved at verdien av marginal produksjon ved endring i slukeevne og rørdiameter er holdt opp mot tilhørende marginale kostnader. Optimaliseringen av aggregatstørrelse og rørdimensjon er gjort under forutsetning av at alt tilsiget benyttes til kraftproduksjon.

Med grunnlag i forbrukskurver fra Cermaq som viser vannbehovet til smoltanlegget, ref. Vedlegg B, og epost datert 6.3.2019 er det lagt inn en tapping forbi kraftverket som samsvarer med det angitte behovet slik at tapt produksjon kan beregnes.

2.2 Produksjonsstatistikk og magasinavlesing eksisterende kraftverk

Produksjonsstatistikk for perioden 1993 til 2017 og magasinavlesinger basert på ukeverdier er mottatt fra Hammerfest Energi og vist i Vedlegg A. Driftsstatistikken er benyttet for verifisering av tilløpet til kraftverket som deretter er benyttet i driftssimuleringene i forbindelse med optimalisering av aggregatstørrelse og rørdiameter.

2.3 Normaltilsig og magasin

2.3.1 Påregnelig middeltilløp

Det er ingen vassføringsmålinger i vassdraget som kan benyttes for å estimere normaltilløpet og bedømme hvordan tilløpet fordeler seg gjennom året. Produksjonsstatistikken gir imidlertid en god indikasjon på hvilket tilløp man kan regne med i gjennomsnitt pr. år. Ved å ta utgangspunkt i oppnådd årsproduksjon i den angitte perioden, ca. 4,0 GWh, og tilbakeregne hvilken vannmengde dette tilsvarer, er det konkludert med et midlere tilløp til inntaket på 29,7 mill. m³ pr. år. Dette er om lag 11 % mer enn det NVE-Atlasen angir. NVE-Atlasen bygger heller ikke på målinger og kan derfor ikke tillegges noen fasitstatus.

I tilbakeregningen fra produksjon til tilløp og nyttbar vannmengde er det lagt vesentlig vekt på de vurderingene som er gjort i Norconsults rapport 17.08.2015: «Breivikbotn og Porsa – Beregning av driftsvannføringer» når det gjelder virkningsgrad for dagens aggregat og falltapsforholdene i røret. Simuleringene gir etter dette samme produksjonsvannmengde som beregningene i nevnte rapport.

2.3.2 Magasiner

Data for magasinene, HRV/LRV og magasinivolum er vist i Tabell 1-1. Magasinprosenten for Øvre og Nedre Eggevatn er henholdsvis ca. 52 % og 27 %. Siden magasinprosenten for Nedre Eggevatn er størst, kan magasinene slås sammen ved simuleringen.

Til bruk i simuleringen er det laget tilnærmete magasinkurver basert på magasinivolumene og HRV/LRV. Kurven mellom HRV og LRV er antatt med et normalt forløp.

2.4 Valg av representativt vannmerke (vm)

I forbindelse med flomberegningene som er utført av Norconsult datert 28.08.2018: «Flomberegninger Eggevatnvassdraget – Øvre og Nedre Eggevatn», er en rekke vannmerker i området vurdert for å finne en representativ stasjon. De to vannmerkene som synes å være mest representative for kraftverksfeltet, er 230.1 Normannset og 213.4 Kvalsund. Noen viktige hydrofysiske data er vist i tabell nedenfor.

Tabell 2-1 Hydrofysiske data

	Areal	Spes. avløp	Høyde Min-med-maks	Sjø-areal	Bre-areal	Skog	Myr	Snau-fjell	Alminnelig lavvassføring
	km ²	l/s/km ²	m.o.h.	%	%	%	%	%	l/s/km ²
Kraftverksfeltet	22,8	41,3	69-552 (max)	1,8	0	0,17	1,3	82,4	4,6
Vm 230.1	19,3	20-25	72-246-368	4,02	0	5,2	0	72,5	
Vm 213.4	124,8	37,6	19-355-707	1,04	0	0,67	0,65	84,6	

Prøveregning viser at det er liten forskjell i de simulerte produksjonstallene avhengig av vannmerke. I simuleringene er VM 213.1 brukt. Det er dessuten endringer i produksjonen under ulike forutsetninger for slukeevne og rørdiameter som er av interesse å beregne. Da spiller ikke vannmerket så stor rolle, særlig på grunn av relativt stort magasin.

2.5 Produksjonsberegninger

Produksjonen er beregnet ved hjelp av driftssimuleringer. Ved simuleringene tas det detaljert hensyn til alle inngangsparametere, så som daglig tilløp slik det måles ved det valgte vannmerket og skalert til kraftverksfeltet, videre falltap og aggregatvirkningsgrad for nytt aggregat som funksjon av pådraget til enhver tid. Spesifisert, prioritert minstevassføring kan legges inn med en vinter- og sommerverdi. Dette er aktuelt i dette tilfellet for å simulere virkningen for produksjonen på grunn av slipp av vann til smoltanlegget. Er tilløpet større enn slukeevnen, registreres overløp.

Et avgjørende valg ved simuleringen er hvilken strategi som skal velges for tapping og fylling av magasinet. I simuleringen legges inn siktemål for magasinfyllingen til enhver tid gjennom året som så blir forsøkt opprettholdt. Det er gjennomført prøvesimuleringer for å finne den måten å tappe/fylle på som gir størst produksjon. Når tilløpet er stort, kan fyllingen bli høyere enn tilsiktet. Programmet vil da etter hvert tappe magasinet ned til tilsiktet nivå. Det må uansett tappes en prioritert vannmengde som oppfyller kravet til smoltanleggets vannbehov. Et viktig kriterium i praktisk drift vil i den forbindelse også bli å reservere et tilstrekkelig stort magasin for smoltanlegget. I praksis antas det at Nedre Eggevatn holdes på et høyt nivå for å opprettholde størst mulig fallhøyde, og at det tappes etter fra Øvre Eggevatn. Den valgte, optimale fyllingsstrategien samsvarer med en slik manøvrering.

Det er lagt til grunn at kraftverket normalt kjøres med et pådrag som gjør det mulig å utnytte en høy virkningsgrad. Dersom tilløpet er lite, og siktekurven for magasinfylling tilsier at kraftverket bør stå, må det likevel tappes tilstrekkelig vassføring for smoltanlegget.

Beregnet produksjon med valgt, optimalisert slukeevne på 1,4 m³/s og krav til rørdiameter ø1,2 m for drift på isolert nett er 4,31 GWh pr. år, som er rundt 0,3 GWh høyere enn det produksjonsstatistikken viser med dagens turbin med samme slukeevne og tilløpsrør med noe mindre rørdiameter. Brukstiden blir ca. 5 500 timer pr. år. Denne årsproduksjonen hensyntar ikke vannforsyning til smoltanlegget.

Det vises til kommentarer ovenfor hvor kravet til drift på isolert nett er bortfalt. Det medfører at optimal rørdiameter reduseres, og økt falltap vil gi noe lavere årsproduksjon.

2.6 Optimalisering av aggregatstørrelse og diameter turbinrørledning

Det er først utført simuleringer med en rekke ulike slukeevner for kraftverket og konstant diameter for røret. Endelige valg av slukeevne er så bestemt på bakgrunn av marginale effektkostnader målt mot verdi for innvunnet kraft når slukeevnen endres.

For den valgte slukeevnen er det deretter gjennomført en simuleringsserie med varierende diametere for turbinrøret og optimal diameter er optimalisert på tilsvarende måte som for slukeevnen.

2.6.1 Aggregatstørrelse

Optimal slukeevne er bestemt til 1,4 m³/s etter de kriteriene som er lagt til grunn for marginale effektkostnader og marginal verdi av innvunnet kraft. Dette gir en maksimal turbinytelse på ca. 840 kW.

2.6.2 Valgt turbinrørdiameter

Simuleringene viser at optimal diameter, etter tilsvarende kriterier som for slukeevnen, ligger på i størrelsesorden 0,9-1,0 m. Foreløpige stabilitetsberegninger indikerer imidlertid et krav til rørdiameter på ca. 1,2 m med drift av nytt aggregatet opp til fullast på eget nett. Nevnte krav til rørdiameter er for å ivareta stabilitet i vannveien ved kjøring på eget nett.

2.7 Inntektsbortfall med vannforsyning

Kurvene som Cermaq har lagt fram over normalt vannforbruk, viser et vannbehov på litt i underkant av 2 mill. m³ pr. år. For å simulere denne tappingen til vannforsyning er det lagt inn en forutsetning om minsteslipping vinter og sommer som resulterer i dette tappevolumet. Produksjonen blir da redusert til 3,98 GWh, et bortfall på 0,33 GWh pr. år sammenlignet med ingen tapping til vannforsyning.

3 Tappeventil dam Øvre Eggevatn

Eksisterende hydraulisk opererte tappeventil i dammen for overføring av vann til Nedre Eggevatn ble konstatert å lekket ved inspeksjon i september 2018 i forbindelse med hovedtilsyn av dammen. I tilstandsrapport fra Nybro-Bjerck (nå Norconsult) fra 1992 er det opplyst at ventilen er en DN600, PN10 spjeldventil med epoxybelagt gummitetning og hydraulisk pådrag som ble levert ny i 1981. Dimensjon og trykkklasse bekreftes av bilder, som også tilsier at ventil og tilkobling av hydraulikkrør til pådraget bærer preg av å være i relativt dårlig forfatning.

For å sikre overføringen av vann til Nedre Eggevatn for kraftverksdrift og vannforsyning til smoltanlegget anses det nødvendig å skifte ut eksisterende ventil og nedstrøms rørstykke. Det foreslås å sette inn en skyvepsjeldventil i rustfri utførelse, dimensjon DN600, trykkklasse PN6, og med hydraulisk pådrag som i dag. Hydraulikkrør føres fra hydraulikksylinderen på ventilen og opp til gangbane i dammen og videre bort til enden av venstre dambue sett medstrøms hvor nytt hydraulikkaggregat og styreskap plasseres på samme sted som i dag.

Siden det ikke er ført strøm opp til dam Øvre Eggevatn er det installert solcellepanel og batterianlegg for strømforsyning av oljetrykksanlegget. Det er planlagt å føre fiberkabel opp til dammen for tilknytning til nytt styreskap for fjernmanøvrering av den nye tappeventilen fra kraftstasjonen.

Utskifting av tappeventilen vil kreve nedtapping og tørrlegging av tappeløpet.

Adkomst til dammen er med båt inn fra dam Nedre Eggevatn.

4 Inntak dam Nedre Eggevatn

I inntaksdammen er det en konusovergang i betongkonstruksjonen med skråstilt finvaregrind i oppstrøms ende som er plassert under LRV. I nedstrøms ende av konusovergangen er det et innstøpt rørstykke i stål, fulgt av en konusovergang i stål mot rørbruddsventil som igjen er montert til en konusovergang i stål mot eksisterende tilløpsrør i tre. Ny rørbruddsventil og rørbruddsutløser ble installert i 1996. Begge konusovergangene i stål ble senere skiftet ut med nye, og stålforing installert i innstøpt rørstykke for å hindre videre korrosjonsutvikling.

Det er forutsatt at eksisterende varegrind, rørbruddsventil og rørkonuser benyttes videre med nytt tilløpsrør.

Hovedledningen til vannforsyning til smoltanlegget i Høyvika er tenkt tatt direkte fra magasinet i dam Nedre Eggevatn for å være uavhengig av evt. brudd på turbinledningen. Uttaket kan enten tas fra eksisterende bunn tappeløp i dammen eller fra rørkonus oppstrøms rørbruddsventil i ventilkammeret.

Uttak fra eksisterende bunn tappeløp vil kreve en del ombygginger av eksisterende tappeløp, som består av en ø600 eller ø650 mm tappeventil med nedstrøms tapperør gjennom dammen på nedstrøms side. For å opprettholde dagens tappefunksjon anses derfor uttak med påsveising av flensstuss på rørkonus oppstrøms rørbruddsventilen å være mer egnet. Etablering av vannuttaket vil kreve nedtapping og tørrlegging av inntaket for påsveising av flensstuss og påmontering av stengeventil, tilsvarende prosedyre som ved tørrlegging i 1996 i forbindelse med ny rørbruddsventil og rørkonuser.

Ut fra stedlige forhold og oversiktetegning av dammen synes en utvidelse av eksisterende ventilkammer å være det mest naturlige for å huse ventiler med tilhørende utstyr for vannforsyningen.

Adkomst til dam og inntak er langs kjørevei opp fra Breivikbotn.

5 Rørgate

5.1 Eksisterende rørgate

Eksisterende rørgate er 1135 m lang og er i sin helhet lagt frittliggende på betongfundamenter fra inntaket i dam Nedre Eggevatn og ned kraftstasjonen. Helningen langs rørgata varierer fra ca. 1,0° til 15,1°. Øvre rettstrekning mot dammen er delvis taklagt for beskyttelse mot stein, snøfonner og istrykk.

Plansnitt av eksisterende rørgate er lagt inn kartgrunnlag fra skanning av området og er vist på vedlagte tegninger B-201 og B-202, ref. Vedlegg D.

Fra rørbruddsventilen i inntaket er det lagt et 602 m langt trerør med diameter $\varnothing 1250$ mm ned til forankringskloss ved diameterovergang, fulgt av et 409 m langt trerør med diameter $\varnothing 1100$ mm ned til stålrør like ovenfor riksveien. Stålrøret er 124 m langt og med diameter $\varnothing 1100$ mm og er ført ned til forankringskloss ved kraftstasjonsvegg. Lengdene er tatt fra eksisterende tegninge nr. 2-16 av rørtraséen.

Fundamentavstanden langs rørgata varierer fra 3,4 til 4,0 m, og hvor rør opplagres i sadler med vinkel på 150,6°. Eneste forankringskloss langs trerørgata er i diameterovergangen ved pel 51, mens stålrøret ned til kraftstasjonen er utført med to stk. forankringsklosser for å ta opp krefter fra avvinklinger på røret.

Ved elvekryssinger ved hhv. pel 44-47 og pel 93-94 er trerøret lagt på rørbruer som består av I-bjelker i stål og med trefundamenter som rørunderstøttelse. Rørbru ved pel 93-94 ble erstattet med ny i 2011.

Pel-numrene ovenfor referer seg til slik de er angitt på gamle tegninger nr. 2-16 og 2-19 fra 1949 med dagens rørgate.

I oppstrøms ende av tilløpsrøret mot dammen er det et ventilkammer med rørbruddsventil som ved hjelp av rørbruddsutsløser lukker automatisk ved rørbrudd. Nedstrøms rørbruddsventilen er det lufteventiler for inn- og utlufting ved hhv. tømning og fylling av tilløpsrøret. Fylling av tilløpet skjer med omløp forbi rørbruddsventilen.

Trerøret fra dammen og ned til stålrøret ble i sin helhet erstattet nytt i 1975 fordi det opprinnelige trerøret ble ansett for å være i såpass dårlig forfatning at det gikk utover sikkerheten. Det nye trerøret ble lagt i eksisterende rørsadler uten ytterligere tiltak.

Stålrøret ned til kraftstasjonen erstattet opprinnelig trerør i 1968 som ikke var dimensjonert for vanntrykket ned mot stasjonen. Stålrøret ble lagt på annethvert av de eksisterende mellomfundamenter, som ble hugget ned og påstøpt nye sadler. Videre ble stålrøret lagt med avvinkling på to steder hvor krefter tas opp i hver sin forankringskloss.

Det pågår for tiden revurdering av rørgaten som vil bli ferdigstilt utpå nyåret 2019, og som tilsier at det må foretas relativt omfattende tiltak med eksisterende rørgate om noen år for å ivareta sikkerheten iht. damsikkerhetsforskriften.

For trerøret pågår det et kontinuerlig årlig vedlikehold med utskifting av strammebånd og skjøtebånd samt tetting av lekkasjer, som antas å måtte intensiveres i årene som kommer. I skjøter hvor trestaver har knekt ut og i noen tilfeller fliset opp må trestaver skiftes ut og skjøtebånd justeres eller skiftes slik at disse oppfyller hensikten.

Stålrøret har ikke vært overflatebehandlet siden det var nytt, noe det bærer preg av. Styrkeberegninger viser at sikkerheten fortsatt er ivaretatt med det korrosjonsomfanget som er registrert innvendig. Røret må, dersom det ikke blir erstattet med nytt tilløpsrør, overflatebehandles i løpet av de nærmeste årene for å hindre videre korrosjonsutvikling. Videre må reparasjon som nylig ble foretatt av lekkasjested på røret under riksveibru vurderes nærmere for å sikre at skaden ikke utvikler seg videre.

Utstyret i ventilkammeret i inntaket anses å være i tilfredsstillende stand og forutsettes benyttet videre med nytt tilløpsrør.

5.2 Stabilitets- og trykkstøtberegninger – krav til rørdiameter og trykkklasser

5.2.1 Stabilitetsberegninger

Det er utført foreløpige stabilitetsberegninger for fastlegging av nødvendig svingmasse med nytt aggregat og diameter på nytt tilløpsrør for å kunne oppfylle kravet til fullast på isolert nett. Ny turbin er med data som beskrevet i kapittel 6.4 og nytt tilløpsrøret med lengde 1135 m

Foreløpige beregningsresultater tilsier følgende basert på ovennevnte:

1. Nytt tilløpsrør utføres med diameter $\varnothing 1,2$ m
2. Ny generator leveres med svinghjul, nødvendig svingmasse ikke mindre enn 1,9 Tm²

Beregningsresultatene tilsier at stabiliteten ikke vil være god, men tilstrekkelig iht. FIKS krav for aggregater av denne størrelse.

Hammerfest Energi har i ettertid frafalt kravet om drift på eget nett. I denne forbindelse vil rørdiameteren kunne reduseres til $\varnothing 0,9$ m, det samme gjelder kravet til svingmasse.

5.2.2 Trykkstøtberegninger

Det er foretatt trykkstøtberegninger med forskjellige lukketider på turbinens ledeapparat med tanke på å begrense trykkstigningen til innenfor 100 mVs slik at rør med trykkklasse PN10 kan benyttes på nedre strekning mot kraftstasjonen. Det er i beregningene benyttet samme rørdiameter og svingmasse som gitt i kapittel 5.2.1. Videre er beregningene basert på at turbinen ikke er utstyrt med sikkerhetsventil.

Med lukketid på 13 sekunder vil største trykkstigning være 88,4 mVs, og turtallstigningen på 66,4% som er akseptabelt. Med 15 sekunder lukketid vil trykkstigningen være noe lavere og turtallstigning fortsatt akseptabel.

Basert på ovennevnte vil det bli benyttet standardrør med trykkklasse PN10 fra kraftstasjonen og et stykke oppover, og med overgang til PN6 hvor dette kan tillates videre opp til dammen for å ivareta sikkerheten. For å kunne bestemme lokaliseringen av overgangen mellom trykkklassene må det foretas noe mer inngående beregninger for å se hvordan trykkstøtet forløper seg er oppover langs rørgata.

Det vises til ovennevnte kapittel hvor rørdiameter kan reduseres til $\varnothing 0,9$ m. I denne forbindelse må det foretas nye trykkstøtberegninger mtp. lukketid for å begrense trykkstigningen til innenfor 100 mVs for å kunne benytte PN10 rør på nedre strekning.

5.3 Ny rørgate

Med bakgrunn i tilstanden til dagens rørgate og behov for sikker og pålitelig vannforsyning til det planlagte smoltanlegget i Høyvika er det vurdert ny rørgate fra inntaket i dam Nedre Eggevatn og ned til kraftstasjonen som beskrevet nedenfor. Pel-numrene som er angitt nedenfor referer seg til det nye kartgrunnlaget som er utarbeidet for prosjektet.

Terrengtet langs rørtraséen fra inntaket og nedover til kraftstasjonen er varierende. Utfordringene vil først og fremst være langs øvre strekning fra inntaket ved pel 1100 og ned rundt første sving ved pel 852, hvor tilløpsrøret stedvis ligger relativt høyt over bakkenivå på fundamentene, og i svingen på rørbru 4-5 m over bakkenivå. Videre nedover rørtraséen til et stykke forbi elvekryssing ved pel 430 hvor bebyggelsen begynner ligger tilløpsrøret på fundamenter i relativt ensartet og stedvis myrlendt terreng hvor det kan være egnet for legging av nytt tilløpsrør nedgravd. Videre nedover følger rørtraséen

elveleiet på den ene siden og vei langs bebyggelse på den andre siden hvor det er begrenset plass til legging av rør nedgravd. Langs denne strekningen ned til kraftstasjonen vil nye rør bli lagt frittliggende på nye betongfundamenter.

5.3.1 Rørtype

NVEs Retningslinjer for stenge- og tappeorganer, rør og tverrslagsporter utgave 1/2011 for frittliggende tilløpsrør i konsekvensklasse 2 tillater bruk av GRP-rør, duktile støpejernsrør eller stålrør. PE-rør tillates ikke lagt frittliggende i konsekvensklasse 2 siden de kun tåler begrenset undertrykk i tillegg til å ha relativt stor lengdeutvidelse ved temperaturvariasjoner.

Med det aktuelle vanntrykket i Breivikbotn kraftverk og kravet til rørdimensjon vil GRP-rør være det klart billigste alternativet sammenlignet med duktile støpejernsrør og stålrør, selv når det tas hensyn til legging og byggekostnader. Med nødvendige tiltak som beskrevet nedenfor anbefales det derfor å legges GRP-rør fra inntaket og ned til kraftstasjonen.

Nytt tilløpsrør kobles i oppstrøms ende til eksisterende stålrørkonus mot rørbruddsventil og i nedstrøms ende til nytt innløpsrør ved kraftstasjonsvegg.

5.3.2 Øvre del av rørtrasé mot dam (Pel 1100-852)

Langs øverste rettstrekning fra inntak og ca. 140 m ned til sving ved ca. pel 964 vil GRP-rørene bli lagt frittliggende på eksisterende betongfundamenter. Rørene vil bli lengdetilpasset hvor hver seksjon vil bli lagt på tre fundamenter og med fastklamring til midtre fundament som vist i eksemplet nedenfor.



Figur 5-1 Eksempel på GRP-rør lagt på eksisterende betongfundamenter

Foreløpige beregninger av eksisterende betongfundamenter langs øverste rettstrekning tilsier at gjenbruk vil kreve kapping og støping av støtteribber som forsterkning av fundamentene for å ta opp aksielle belastninger fra rør. Nye rørsadler tilpasset GRP-rørene vil enten bli støpt oppunder rørene eller bli prefabrikkert i stål for montering og innjustering høydeveis i forbindelse med rørmontasjen. I forbindelse med gjenbruk av fundamentene må det foretas innmåling og posisjonering for endelig tilpasning til GRP-rørene.

Det forutsettes at rørene langs øvre del rettstrekningen fra dammen taklegges som i dag for beskyttelse mot stein og snøfonner.

For å kunne legge GRP-rør på eksisterende fundamenter rundt første sving fra pel 964 vil det kreves tilpasning med legging av korte rørseksjoner i 3-4 m lengder med spesialmuffer FCPA, hvor kurvaturen følges med tillatt avvinkling i muffeskjøtene, og som igjen klamres til betongfundamentene. En slik løsning vil være relativt kronglete og krevende å gjennomføre med rør høyt over bakkenivå og i ulendt terreng, og vil kreve ytterligere forsterkning av eksisterende fundamenter som med stålrør for å ta opp krefter, også som følge av avvinklinger i rørsjøtene.

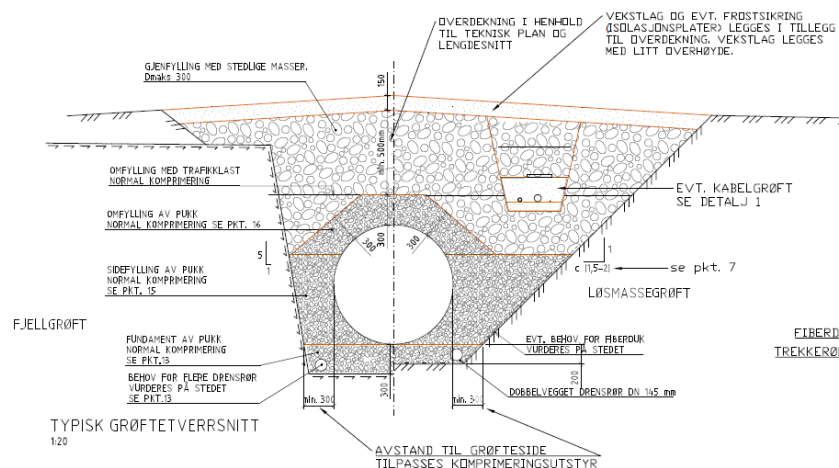
Som alternativ til å legge nye rør på eksisterende betongfundamenter rundt første sving er det sett på utsprenging av skjæring i fjell mellom pel 964 og pel 852 for å rette ut svingen med etablering av en rettstrekning. Legging av GRP-rør langs skjæringen vil kreve rørbend i hver ende av rettstrekningen med etablering av forankringsklosser for å ta opp bendkrefter. Rørene vil bli lagt nedgravd. Ut fra en samlet teknisk og økonomisk vurdering er det konkludert med at sprenging og utretting av sving vil være

den teknisk mest sikre og økonomisk fordelaktige løsningen. I landskaps- og miljøplanen som i neste fase skal sendes NVE for godkjenning, må terrenginngrep som følge av endring av trasé behandles.

I hvilken utstrekning GRP-rørene kan legges nedgravd videre nedover mot kraftstasjonen og hvor de må legges frittliggende på fundamenter er beskrevet nedenfor, hvor kurvaturer kan passeres med tillatt avvinkling i rørskjøtene, hvor det vil være behov for forankringsklosser for å ta opp krefter i avvinklinger, etc. som først kan endelig bestemmes i forbindelse med ny befaring og detaljprosjektering.

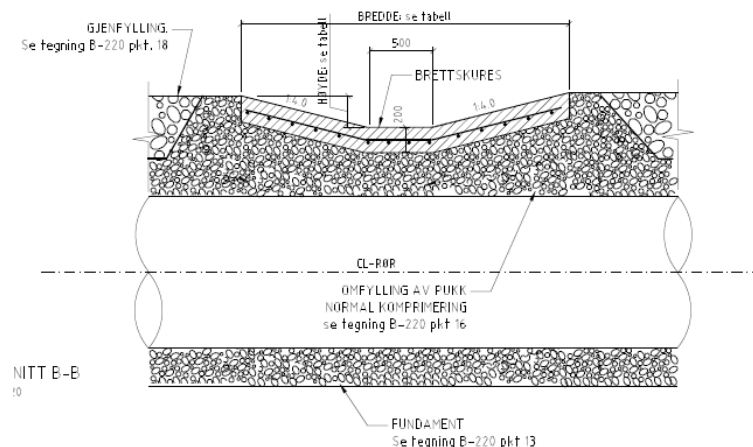
5.3.3 Midtre del av rørtrasé (Pel 852-430)

Ut fra tilgjengelig underlag er det i forprosjektet tatt utgangspunkt i legging av rør nedgravd på strekningen fra ny forankringskloss ved pel 964 og ned til pel 430 et stykke nedenfor elvekryssing. Nedgravde GRP-rør vil kreve grøfting og etablering av rørseng, hvor rør vil bli lagt på et stabilt underlag og omfylt med tilført pukk opp til et gitt nivå i grøft som komprimeres. Videre gjenfylling av grøft forutsettes med stedlige masser, og hvor vekstjord som er fjernet i forbindelse med grøfting tilbakeføres. Typisk grøftetverrsnitt er vist i Figur 5-3 nedenfor.



Figur 5-2 Typisk grøftetverrsnitt med nedgravd GRP-rør

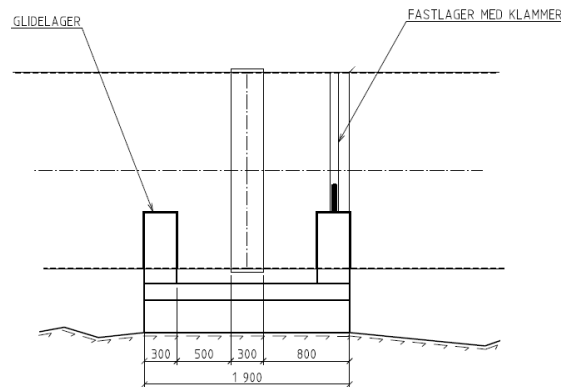
Ved elvekryssing ved vil det bli vurdert å legge rør under denne og med etablering av et armert betongdekke over komprimerte omfyllingsmasser i nivå med bekkeleiet som vist typisk i Figur 5-4 nedenfor.



Figur 5-3 Typisk elvekryssing

5.3.4 Nedre del av rørtrasé til kraftstasjon (Pel 430-0)

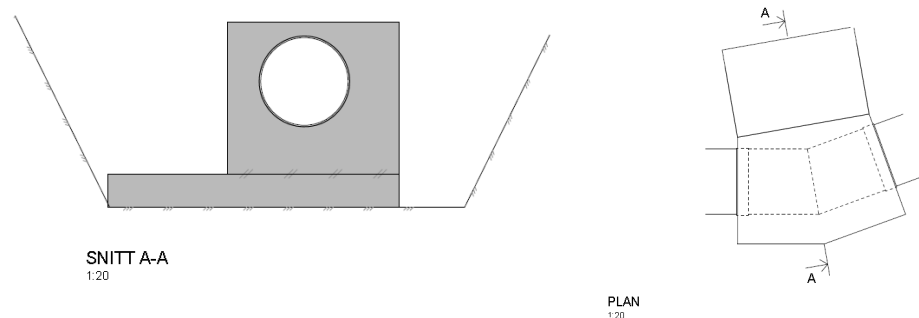
Fra pel 430 nedenfor elvekryssingen og videre ned til kraftstasjonen ved pel 0, hvor tilløpsrøret bl.a. krysser under riksveibru vil det stedvis være begrenset plass til nedgravd rør, med elveleiet på den ene siden og vei langs bebyggelse på den andre siden. Langs denne strekningen vil GRP-rørene bli lagt frittliggende på nye gaffelfundamenter, og hvor det antas å være behov for to forankringsklosser i avvinklinger slik det er med dagens stålrør. Typisk gaffelfundament er vist i Figur 5-4 nedenfor.



Figur 5-4 Typisk gaffelfundament

5.3.5 Forankringsklosser

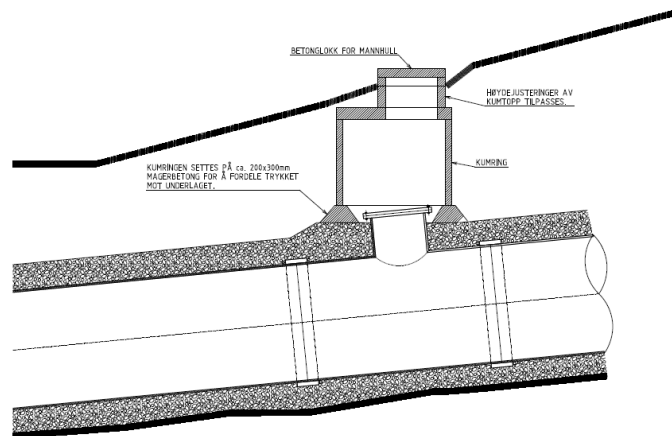
Antall forankringsklosser vil være avhengig av topografi og kurvatur langs rørtraséen. Ved retningsendringer som krever rørbend vil det være behov for forankringsklosser for å ta opp krefter fra avvinkling. I forprosjektet er det lagt til grunn behov for sju forankringsklosser, som må verifiseres i forbindelse med befaring og detaljprosjektering.



Figur 5-5 Typisk forankringskloss på løsmasser

5.3.6 Inspeksjonsadkomster

Det er tatt utgangspunkt i adkomst for innvendig inspeksjon i tilløpsrøret på to steder langs rørgate, ett på egnet sted langs øvre del ovenfor elvekryssing og ett på egnet sted langs nedre strekning nedenfor elvekryssing. På disse stedene vil det bli innmontert T-stykker med mannlokk for innvendig adkomst. Videre vil det over T-stykkene bli installert inspeksjonskummer i betong for adkomst til mannlokkene. Typisk inspeksjonskum for nedgravd inspeksjonsadkomst er vist i figur 5-6 nedenfor.



Figur 5-6 Typisk inspeksjonskum

5.4 Riving av eksisterende rørgate

Bortsett fra øvre strekning fra dam og ned til sving hvor eksisterende betongfundamenter skal gjenbrukes vil dagens rørgate bli revet med fjerning av rør, betongfundsment og forankringsklosser. I forbindelse med riving av eksisterende rørgate må det foretas kartlegging av betong og mulige forekomster av kreosot i grunnen fra trerøret som vil kreve spesiell og forskriftsmessig håndtering og deponering i forbindelse med fjerning av masser.

5.5 Veiadkomst for arbeider langs rørgate

Det er ikke adkomstvei langs eksisterende rørgate i dag, bortsett fra nedre strekning fra kraftstasjonen og ca. 250 m forbi riksvei og langs bebyggelse før rørgata «tar av» veien og følger bekkeleiet oppover hvor den krysser elveleiet ved pel 44 til 47 og fortsette videre oppover mot dammen. I forbindelse med riving av eksisterende rørgate og legging av ny forutsettes det etablert anleggsvei hvor rørgata «tar av» fra eksisterende vei og opp mot tidligere nevnte sving ca. 200 m nedenfor dammen. For å komme rundt svingen og opp til dammen må det anlegges kjørbart dekke langs bunn av elveleiet.

Etter at ny rørgate er ferdigstilt vil det kreves nødvendig arrondering og tilbakeføring av terrenget langs rørtraséen for å begrense synligheten av inngrepet.

5.6 Mellomlagring av nye rør og rørdeler

Med utgangspunkt i totalt 1135 m lang rørgate, diameter $\varnothing 1,2$ m og antatt hhv. 6 m og 12 m lange rørseksjoner, som kan lagres to i høyden vil det være behov for lagringsplass på i størrelsesorden 1000 m², som inkluderer nødvendig tilkomst for bil for av- og pålessing av rør.

6 Nytt elektromekanisk utstyr i eksisterende kraftstasjon

6.1 Innledning

Beskrivelsen nedenfor er basert på at eksisterende innløpsrør, hovedstengeventil, aggregat, kontrollanlegg og hovedtransformator erstattes med nytt, og at eksisterende apparatanlegget beholdes for videre drift. Nytt aggregat og nytt kontrollanlegg vil bli plassert tilnærmet der eksisterende utstyr står i dag uten behov for bygningsmessige arbeider utover å forberede eksisterende stasjonsdekke og forankringskloss mot oppstrøms vegg for innstøping av nytt utstyr.

Stasjonsarrangement med nytt elektromekanisk utstyr er vist på vedlagte tegninger B-100 og B101, ref. Vedlegg E.

6.2 Innløpsrør

Det forutsettes nytt innløpsrør som erstatter eksisterende gjennom forankringskloss ved kraftstasjonsvegg. Innløpsrøret skal tilknyttes ny hovedstengeventil foran turbinen og nytt tilløpsrør oppstrøms forankringskloss.

Eksisterende innløpsrør og forankringskloss vil bli revet. Det etableres nytt innløpsrør som i oppstrøms ende vil være påsveist flens tilpasset diameter på nytt tilløpsrør, hvor det vil bli benyttet egnet type mekanisk kobling for å knytte sammen tilløpsrør og innløpsrør. Innløpsrøret vil bli utført i stål og bli støpt inn i ny forankringskloss. Forankringsklossen skal kunne oppta kreftene fra stengt hovedstengeventil, samt eventuelle bendkrefter fra innløpsrøret.

Innløpsrøret vil bli utført med uttak for reserveforsyning til smoltanlegget som beskrevet i kapittel 7.

Diameter på nedstrøms ende av innløpsrøret tilpasses dimensjon på hovedstengeventilen.

6.3 Hovedstengeventil

Eksisterende hovedstengeventil er en sluseventil, DN650 med vannhydraulisk pådrag. Ventilen er flenset direkte til innløpsrør og turbinromme, og har ingen ekspansjons- eller demontasjebok.

Det er forutsatt å erstatte sluseventilen med en ny hovedstengeventil som vil være av typen dreiespjeldventil. Det er forutsatt ventildimensjon DN700, og trykkklasse PN10. Mindre ventildimensjon kan også vurderes i neste fase, og vil bl.a. avhenge av tilpasning til nytt trommeinnløp. Det vil bli installert ekspansjon-/demontasjestykke mellom hovedstengeventil og turbinromme.

Ny hovedstengeventil vil bli utstyrt med hydraulisk manøvrering for åpning, mens det kan monteres fallodd for lukking såfremt det er plass i ventilgruben. Alternativt blir det også bli hydraulisk lukking av ventil.

Det monteres nytt omløp med rør og ventiler, slik at trykksetting av tromme kan gjøres via omløpet.

6.4 Turbin

Eksisterende turbin er type Francis med slukeevne 1,4 m³/s, konstruksjonsfallhøyde 62 m og turtall 1000 o/min. Turbinen er utstyrt med sikkerhetsventil for å oppnå tilfredsstillende reguleringsstabilitet ved drift på eget nett og begrense trykkstigningen ved turbinavslag.

Eksisterende turbin skal i sin helhet erstattes med ny Francisturbin med nytt innløpsrør, hovedstengeventil og sugerør. Ny turbin vil bli lagt ut for en konstruksjonsfallhøyde basert på gjennomsnittlig brutto fallhøyde på 70 m fra inntaksmagasinet i Nedre Eggevatn og ned til sjøen, som

vil gi større konstruksjonsfallhøyde enn det som ble lagt til grunn for eksisterende turbin. Foreløpig vannveisberegninger tilsier at man kan sløyfe sikkerhetsventil med ny turbin, og likevel oppnå tilfredsstillende reguleringsstabilitet og trykkstigning.

Det er utført produksjonsberegninger med slukeevne som varierer mellom 1,0 - 1,8 m³/s. Optimal turbinstørrelse er vurdert ut fra endring i produksjonsinntekter for økende slukeevne, opp imot økt installasjonskostnad. Resultatene derfra viser at slukeevne bør være i størrelsesorden 1,3 - 1,4 m³/s. Vi har forutsatt at man opprettholder dagens slukeevne på 1,4 m³/s.

Utlekkingen av turbinen for øvrig bestemmes av dens plassering i forhold til undervannet. Nye oppmålinger oppgir at terskelen i utløpskanalen ligger på +0,33 moh. Terskelen har en bredde på 3,6 m, og gitt en vannføring på 1,4 m³/s og uten påvirkning fra sjøen (fjære), vil LUV (laveste undervannsnivå) ved fullast være ca. +0,7 moh. Foreløpige vurderinger viser at ny turbin med turtall på 1000 o/min vil tillate ca. 4,5 m sugehøyde fra turbinsenter og ned til LUV, slik at turbinsenteret kan plasseres på nivå ca. +5,0 moh.

Det er ikke oppgitt hva som er HUV (høyeste undervannsnivå) ved stormflo. Dette bør avklares nærmere med tanke på saltvanninntrenging i kraftstasjon og tiltak for å hindre korrosjon av sugerøret.

Nytt sugerør skal ha utløp lavere enn terskel i utløpskanal slik at sugerørsutløpet er dykket i alle driftssituasjoner. Foreløpig er det lagt til grunn at sugerøret går vertikalt ned i utløpskanalen som i dag. Gitt at den ikke kommer for nær utløpstorskelen, kan sugerøret med fordel vinkles noe utover i nedstrøms retning. Ettersom undervannet i de fleste tilfeller bestemmes av sjøvannstanden, har dette imidlertid begrenset betydning.

Det er lagt til grunn at det installeres ny turbin med følgende hovedtrekk:

- Turbintype: Francis
- Slukeevne: $Q = 1,4 \text{ m}^3/\text{s}$
- Turbinytelse: $P = 840 \text{ kW}$
- Netto fallhøyde: $H_e = 68 \text{ m}$
- Turtall: $N = 1000 \text{ o/min}$
- Arrangement: Undershot (innløp nede på tromma som i dag)

Hvorvidt det må stilles spesielle krav til materialvalg og overflatebehandling av sugerøret pga. sjøvann i avløpet må vurderes nærmere i neste fase.

Det vises til kommentarer ovenfor hvor kravet til drift på isolert nett er bortfalt, noe som medføre at optimal rørdiameter blir mindre. Dette igjen kan påvirke utleggingen av turbinens hoveddata, men det forventes ikke å ha vesentlig betydning.

6.5 Turbinregulator

Hammerfest Energi har satt som krav at ny turbin, på linje med eksisterende turbin, skal kunne produsere på isolert nett opp til fullast. Dette medfører krav til at turbinen utstyres med komplett en turbinregulator for frekvensregulering, i tillegg til last- og vannstandsstyring, generatoren utstyres med nødvendig svingmasse, og vannveien har tilstrekkelig dimensjon for å oppnå stabilitet for drift på isolert nett. Ny turbinregulator vil være en del av den elektromekaniske leveransen.

Det forutsettes at hovedstengeventil og turbinregulator kan forsynes fra felles oljetrykksanlegg.

Med vannstandsstyring, som vil være normalt driftsmodus med ny turbin, forutsettes det at det legges fiberkabel opp til dam Nedre Eggevatn for signaloverføring til kraftstasjonen.

Det vises til kommentarer ovenfor hvor kravet til drift på isolert nett er bortfalt, noe som kun vil kreve en enkel turbinstyring for last- og vannstandsstyring.

6.6 Generator

Ny generator vil være en kompakt horisontalmaskin tilpasset turbinen. Turbinytelse på 840 kW gir en generatorytelse på 980 kVA med $\cos \phi$ på 0,86.

Generatoren leveres med børsteløs magnetisering. Videre utstyres generatoren med glidelager. Det er tatt utgangspunkt i en luftkjølt generator som er standard for generatorer av denne størrelse.

Generatoren vil bli levert med kapslede skap for magnetiseringstransformator, nullpunktsuttak og faseuttak samt samleskap for instrumentering og grensesnitt mot kontrollanlegg. Nullpunkt bestykkes med motstand, spenningstransformator og strømtransformatorer, mens generatoruttaket bestykkes med spenningstransformatorer.

Generatoren vil bli levert med svinghjul basert på krav til svinmasse i foreløpige stabilitets- og trykkstøtberegninger. Med turtall $N = 1000$ o/min vil det være krav til minimum svingmasse på 1 kgm^2 .

Generatoren antas å ville ha et transportmål på i størrelsesorden $B \times L \times H = 1,5 \times 1,8 \times 1,8 \text{ m}$, som vil tillate inntransport til maskinsalen via eksisterende port, som ble målt til $B \times H = 2,6 \times 3,47 \text{ m}$ ved befaringen. Det forutsettes at generatoren slipes inn på plass siden stasjonskrana ikke har kapasitet til løft av denne.

Det vises til kommentarer ovenfor hvor kravet til drift på isolert nett er bortfalt, noe som vil kreve at generator utstyres med mindre svingmasse.

6.7 Hovedtransformator

Som det framkommer ovenfor vil eksisterende hovedtransformator med ytelse 800 kVA bli for liten og er derfor ikke egnet for gjenbruk. Ny oljeisoleret hovedtransformator vil ha ytelse på 980 kVA og omsetning fra generatorspenning til 22 kV.

6.8 Apparatannlegg

Hammerfest Energi skal bygge ny transformatorstasjon i Breivikbotn med 2 stk. dieseldrevne reserveaggregater på 2,5 MVA hver. Når den nye stasjonen er satt i drift er planen å flytte nåværende 22 kV avganger fra kraftstasjonen til den nye transformatorstasjonen. Iht. søknad om anleggskonsesjon er planlagt bygging av trafostasjonen medio 2019, som vil være før det som kan forventes å være idriftsettelse av oppgradert av kraftverket. Det er videre i søknaden opplyst om at det ikke er tatt høyde for påklaging av NVEs vedtak til OED, noe som kan forsinke utbyggingsplanen med 6-12 måneder men vil fortsatt være innenfor forventet idriftsettelse av oppgradert kraftverk.

Dersom ny transformatorstasjon etableres før det nytt aggregat i Breivikbotn kraftverk er ferdigstilt og 22 kV linjer er flyttet over til den nye transformatorstasjon, vil man ikke lenger ha behov for alle linjefeltene i kraftstasjonen. Dersom nytt aggregat ferdigstilles før transformatorstasjonen er ferdig må alle linjefeltene videreføres som i dag.

Eksisterende 22 kV apparatanlegg av fabrikat ABB type ZS1 levert i 1994 skal beholdes. Grensesnitt mot nytt kontrollanlegg blir på rekkeklemmer i instrumentseksjonen. Det tas utgangspunkt i nye 22 kV kabler til generatortransformator, men eventuell gjenbruk av eksisterende 22 kV kabler vurderes i neste fase.

6.9 Kontrollanlegg

Det skal leveres nytt kontrollanlegg for aggregatet. Det nye aggregatet skal ha funksjonalitet for «svart start» og drift opp til full last på isolert nett.

Effektbryter 22 kV for generatortransformator skal styres fra aggregatets kontrollanlegg.

Det forutsettes at de øvrige feltene i 22 kV anlegget beholdes som de er i dag. Grensesnitt mot eksisterende apparatanlegg er på rekkeklemmer i instrumentseksjonen i apparatanlegget.

Signalomfang for hele stasjonen skal håndteres samlet.

6.10 Stasjonsforsyning

Nåværende stasjonstransformator er av nyere dato og skal beholdes. Den fungerer i tillegg til stasjonstransformator også som nettstasjon for lokal forsyning i området.

Det forventes at ny generator vil ha en spenning på omtrent 690 V. Denne vil være blokk-koblet med transformator og ha effektbryter mot 22 kV samleskinne. Det vurderes mest hensiktsmessig å beholde nåværende løsning med stasjonstransformator 22/0,23 kV forsynt fra sikringslastbryter i 22 kV anlegget.

Det forutsettes at ny 230 V AC hovedfordeling etableres i stasjonen, inkludert nye kabler til stasjonstransformator. Videre installeres ny husinstallasjon med lys og stikk i stasjonen.

Det ble levert nye 110 V DC batterier og DC fordeling som ble levert i 1994. Disse anleggene skal beholdes.

6.11 Jordingsanlegg

Stasjonens jordingsanlegg er gammelt og ikke dokumentert. Det må etableres nytt jordingsanlegg som tilfredsstillende gjeldende krav. Nytt jordingsanlegg skal dokumenteres. Det er forutsatt at etablering av fundamentjord inkludert oppstikk gjøres av entreprenør. Leverandør av elektromekanisk utrustning knytter seg til denne for jording av nytt utstyr.

6.12 Nettanalyse

Det er opp til netteier å bestemme om det bør gjennomføres en nettanalyse for å bestemme nødvendig svingmasse på aggregatet for å hindre at det faller ut ved utenforliggende feil i nettet.

REN-blad 3006 «Kraftproduksjon- råd om nettanalyse» kan benyttes som hjelp til å vurdere dette.

6.13 Fjernstyring / overvåking fra driftssentral

Eksisterende kontrollanlegg har en RTU200 fabrikk ABB som ble levert i 1994. Utstyret er plassert i eget fjernstyringsskap. Alt signalomfang for nett og produksjon overføres via fiberforbindelse til driftssentral.

Styring og overvåking av nytt aggregat kan enten skje gjennom en ny RTU eller ved at nåværende RTU byttes til ny. På grunn av alder foreslås det at man bytter til ny RTU som har tilstrekkelig plass for hele signalomfanget i stasjonen.

6.14 Stasjonskran

Eksisterende kran i kraftstasjon er en kjettingdrevet løpekatt som skal beholdes. Krana har en kapasitet på 6 tonn, og ble sist sertifisert for 3 år siden. Krana forutsettes benyttet for håndtering av komponenter og utstyr innenfor krankapasiteten i forbindelse med montering av aggregat. Byggherre må sørge for forskriftsmessig sertifisering av krana.

Det forutsettes at generator og andre tynge komponenter må sliskes inn til sine respektive monteringssteder i stasjonen.

6.15 Bygningstekniske tiltak kraftstasjon

Arbeidene i kraftstasjonen kan i hovedsak fordeles på 3 faser.

1. Rivearbeider
2. Støp før montasje. Etablere fundamenter til riktig høyde angitt av ELMEK-leverandør
3. Innstøping etter montasje. Nytt aggregat med tilhørende sugerør, tromme og generatorfundament støpes inn.

Det er i forprosjektet ikke forutsatt rehabilitering av kraftstasjonsbyggets ytre fasade, kun betongarbeider i forbindelse med hhv. riving av eksisterende og montering av nytt elektromekanisk utstyr. Det er i utgangspunktet behov for pussing og maling av tak innvendig og maling av vegger innvendig. Omfang avklares nærmere i neste fase.

Hvorvidt det vil være behov for ytterligere ventilasjon utover det som er i dag med nytt aggregat må avklares nærmere.

6.16 Pumpehus i avløpet for vannforsyning til smoltanlegg

Det har også vært ønske å se på etablering av pumpehus i avløpet til kraftstasjonen for ferskvannforsyning til smoltanlegget.

Det er et krav at vannet som leveres smoltanlegget må være rent ferskvann. Etablering av pumpehus i avløpet til kraftstasjonen for vannforsyning til smoltanlegget anses å være utelukket siden det vanskelig vil la seg gjøre å garantere vann som er fritt for innblanding av sjøvann. Det er tidligere opplyst at når sjøen står hard på, kan en få sjøvann som står oppunder stasjonsgulvet og kan trekke inn i stasjonen via drenasjeåpninger. Dette alternativet er derfor ikke vurdert nærmere i forprosjektet.

6.17 Alternativ med dykket stasjon mot høydebasseng i avløpet

Det vises til innspill fra Cermaq vedrørende alternativ med dykket stasjon mot nytt høydebasseng for ferskvannvannforsyning i avløpet. En slik løsning er gjort ved Forsanvatn kraftverk hvor det er to aggregater, hvert med turbiner med slukeevne 4,4 m³/s og årsproduksjon på 34 GWh, hvor den ene turbinen er tørroppstilt med avløp direkte ut i undervannet, den andre med 15 m dykking mot høydebassenget. Breivikbotn kraftverk er et eksisterende kraftverk med betydelig mindre installasjon hvor en løsning med dykket avløp og evt. to aggregater anses å være lite realistisk, begrunnet med følgende:

- Breivikbotn er et magasinverk hvor eksisterende turbinstørrelse er tilpasset tilrenningen til magasinene, som gir høy brukstid. Optimalisering av nytt aggregat tilsier turbin med tilnærmet samme slukeevne og brukstid som eksisterende turbin.
- Etablering av 15 m dykking av stasjon med høydebasseng i avløpet vil gi betydelig redusert produksjon med tilhørende inntektsbortfall, i tillegg til betydelig økte byggekostnader.
- Dykket turbin vil kreve avstengningsmulighet mot avløpet for å kunne opprettholde vannforsyningen fra høydebassenget via omløp forbi kraftstasjonen ved driftsstans. En slik avstengningsmulighet vil gi økte kostnader.
- Med magasinverk og høy brukstid er det liten gevinst å hente i økt produksjon og økte inntekter med to aggregater. To aggregater vil gi økte elektromekaniske kostnader, i tillegg til betydelige økte byggekostnader med utvidelse av kraftstasjonen for å gi plass til aggregat nummer to, og evt. krav til to transformatorer og endringer i eksisterende apparatanlegg.
- Med dykket stasjon vil det være behov for lenseanlegg i kraftstasjonen, som vil gi økte kostnader.

Basert på ovennevnte er det ikke gått videre med dette alternativet i forprosjektet.

6.18 Flytting av kraftstasjon til Høyvika

Det vises til innspill fra Cermaq om eventuell flytting av kraftstasjonen til Høyvika og med ny rørgatetrasé fra dam, Nedre Eggevatn. Nedenfor er det listet opp noen momenter som taler imot et slik alternativ.

- Krever ny trasé for rørgate fra Nedre Eggevatn, som vil måtte bli ført bort fra elveleiet som går ned til eksisterende stasjon. Ny trasé vil være langs et kupert terreng med til dels bratt/skrått fjellterreng nærmere Høyvika som gjør det lite egnet for å legge en turbinledning. Ny trasé vil representere et betydelig naturinngrep som må godkjennes av NVE.
- Flytting av kraftstasjonen vil kreve i størrelsesorden 50% lengre turbinledning som vil kunne være en utfordring med tanke på stabil drift av kraftverket mot et isolert nett, som oppdragsgiver krever opprettholdt med nytt aggregatet. For å ivareta kravet til stabil drift vil det sannsynligvis kreves en uforholdsmessig stor diameter på turbinledningen, eller etablering av svingetårn på egnet sted langs rørgata.
- Flytting av kraftstasjonen med ny trasé for turbinledning vil kunne utsette prosjektet med 2 år eller mer i forbindelse med avklaring mot NVE rundt konsesjonsvilkår.
- Kostnader i forbindelse med ny kraftstasjon, hvor gjenbruk av eksisterende apparatanlegg er utelukket.
- Kostnader i forbindelse med lengre turbinledning.
- Kostnader i forbindelse med utfasing og riving av eksisterende rørgate.

Basert på ovennevnte er det ikke gått videre med dette alternativet i forprosjektet.

7 Vannforsyning til planlagt smoltanlegg i Høyvika

7.1 Innledning

I forbindelse med det planlagte smoltanlegget i Høyvika er det sett på vannforsyning fra Breivikbotn kraftverk. Vannbehovet over året er vist i Vedlegg B, og hvor kravet er å etablere en hoved- og reserveforsyning for å sikre tilgang til vann hele året på en sikker måte. Kravet er derfor føre over en hovedledning og en reserveledning til Høyvika, hvor det i denne sammenheng er lagt opp til at hovedledningen har uttak direkte fra inntaket i dam Nedre Eggevatn, og reserveforsyningen uttak på turbinledningen nede ved kraftstasjonen.

Basert på opplysninger fra Cermaq i epost datert 19. november 2018 skal hovedledningen til smoltanlegget dimensjoneres for et maksimalt ferskvannsbehov på 12 m³/min, mens reserveledningen skal dimensjoneres for en kapasitet på 7 m³/min. Maksimalt vannbehov ovenfor er «teoretisk maks» vannbehov når flere belastningsfaktorer slår inn samtidig, i tillegg til at det tar høyde for en viss sikkerhetsmargin i forsyningen. Fordeling av vannbehov over året til smoltanlegget er gitt av fordelingskurve oversendt i vedlegg til samme epost.

Hovedledningen til smoltanlegget er tenkt tatt direkte fra magasinet i dam Nedre Eggevatn for å være uavhengig av evt. brudd på turbinledningen. Uttaket vil bli tatt fra eksisterende rørkonus oppstrøms rørbruddsventil i ventilkammeret. Ventilkammeret vil normalt være avlåst for sikring mot uvedkommende.

Evt. behov for utvidelse av ventilkammeret for å gi plass til uttak og avgrening til hovedvannledning må vurderes nærmere i neste fase ved en videreføring av prosjektet.

Fra inntaket i Nedre Eggevatn vil hovedledningen bli ført parallelt med turbinledningen ned til kraftstasjonen, og vil sånn sett ikke påvirke kraftstasjonsdriften. Med denne som hovedledning vil det til enhver tid være gjennomstrømning som sikrer røret mot frostproblemer vinterstid.

Innløpsrøret i kraftstasjonen som vil bli levert med ny turbin vil bli utført med flensuttak ute ved kraftstasjonsvegg som vil fungere som reserve vannuttak til smoltanlegget dersom det skulle oppstå brudd på hovedledningen opp til kraftverksinntaket.

7.2 Kort om trasévalg og valgt løsning

Ved etablering av et smoltanlegg må det legges vekt på tilstrekkelig vannforsyningssikkerhet. Som hovedprinsipp er det lagt opp til et forsyningssystem med doble ledninger. Foreliggende forslag gir derfor en todelt løsning med to parallelle sjøledninger fra Høyvika over til Hansvoll. Begge disse ledningene er forutsatt i bruk ved normal drift. For sjøledningene er det ønskelig med en vannmengde på 7 m³/min eller ca. 117 l/s per ledning av praktiske årsaker for nødvendig minstevannmengde ved fylling av kar dersom en ledning skulle være ute av drift. Denne løsningen krever at ved en tapping på 12 m³/min må begge ledningene være i drift, men dersom det skulle oppstå noe ved en av ledningene vil ønsket minstevannmengde på 7 m³/min tilfredsstilles uavhengig av hvilken av ledningene som er ute av drift.

Ved Hansvoll går traseen videre på land med én ledning opp til Nedre Eggevatn. Turbinledningen er tenkt som backupledning dersom det skulle skje noe med landledningen, slik at i praksis vil det være to parallelle ledninger helt fra smoltanlegget i Høyvika og helt opp til vannforsyningen i Nedre Eggevatn. Disse ledningene er forutsatt å levere maksimal vannmengde da disse vil brukes enkeltvis i normal driftssituasjon i motsetning til sjøledningene der begge alltid vil være i drift for å få frem den fulle vannmengden på 12 m³/min.

Vedlegg F er illustrasjonstegning som viser framføringen av sjøledningene fra Høyvika til kraftanlegget. Sjøledningene bør vurderes lagt med større avstand og dyp enn det illustrasjonstegningen viser for å

unngå at en eventuell ankring, undersjøisk ras eller annen gjenstand tar begge ledningene samtidig. Dette vil øke sikkerheten ytterligere.

På land er traséen for hovedledningen lagt på nordsiden av kraftstasjonen og følger terrenget oppover nordsiden av elveleiet helt til elva skifter til østlig retning opp mot dam Nedre Eggevatn med kraftverksinntak. I dette området er traséen vanskelig med et juv langs elveleiet frem til dammen. I den øverste delen av traséen er det tenkt at ledningen graves ned i elvebunnen da alternative traséer i juvet vil være komplisert. Foreslått løsning forutsetter at Nedre Eggevatn er tappet tilstrekkelig ned i forkant slik at ledningen kan legges i elvebunnen i en periode uten flomvannføring

Hvor det er mest hensiktsmessig å ta sjøledningene på land ved smoltanlegget er på nåværende tidspunkt ukjent da vi ikke kjenner til alle planene og hvordan en utfylling av området vil bli. Dette er ikke av betydning for valg av løsning for øvrig annet enn at illustrasjonstegningen vil være noe upresis.

Det er ikke tilgjengelige sjøkart fra området slik at sjøkotene er tegnet manuelt og interpolert basert på grove sjøkart og punkthøyder. Ved en prosjektering må sjøbunnen kartlegges nøye for å finne den best egnede og mest økonomiske traséen.

Innledende arbeider i forbindelse med befaringen i november 2018 vurderte andre trasevalg for ledningen fra Hansvoll og opp til dam Nedre Eggevatn, men disse løsningene ble forkastet grunnet åpenbare fordeler ved å legge vannforsyningsledningen parallell med turbinledningen. Både med tanke på forsyningssikkerhet og fordi arbeider med etablering av ny turbinledningen med anleggsvei etc. vil gjøre det enklere og rimeligere å etablere den nye vannforsyningsledningen i tilknytning til denne. Et annet argument for etablering av vannforsyningsledningen i tilknytning til kraftverket er lokale kunnskaper om bølgepåkirkninger og at stedlige forhold i dette området fører til reduserte bølgepåkirkninger der sjøledningene er tenkt ført ut i havet. Andre trasévalg vil derfor ikke bli nærmere omtalt.

7.3 Funksjon og drift

For at anlegget skal kunne driftes forsvarlig må det være en stengeventil direkte på uttaket i kraftverksinntaket ved dam og på reserveuttaket ved kraftstasjonsvegg som skal ha funksjon som revisjonsventiler. Videre må hovedventilene på vannforsyningsledning fra kraftverksinntaket og på reserveuttaket ved kraftstasjonen være plassert og arrangert slik at stenging av den ene ledningen ikke hindrer drift på den andre. Det må være to individuelle ventiler til begge ledningene. Kostnader for dette ventilarrangementet vil inngå som en del av kostnadene til Cermaq AS.

Nede ved kraftstasjonen ved Hansvoll er det tenkt plassert en større kum for overgang fra ledningen på land og til de parallelle sjøledningene. Denne kummen vil også være tilknyttet turbinledningen slik at det kan hentes vann fra denne ved svikt i ledningen på land eller ved vedlikehold på hovedledningen. Sjøledningene må ha individuelle ventiler av samme grunn. Denne kummen bør også ha en egen tappeledning av mindre dimensjon ut til fjæresonen for nedtapping av hovedledningen fra Hansvoll og opp til dam Nedre Eggevatn

Ved landtaket ved smoltanlegget må det også være en kum med ventilstyring for sjøledningene og for sammenkobling av ledningene for overføring til utjevningsbasseng/fordelingsbasseng ved smoltanlegget.

I en av kummene som sjøledningene er tilknyttet må det installeres vannmålere. Det foreslås montert én vannmåler per sjøledning. Det mest hensiktsmessige vil være å plassere disse vannmålerne i kummen ved kraftstasjonen på Hansvoll da det er Hammerfest Energi AS som skal fakturere Cermaq AS for overført vann/tapt energiproduksjon. Av denne grunn bør det, i tillegg til at vannmålerne logger hvilke vannmengder som tas fra Nedre Eggevatn også installeres en bevegelsessensor som registrerer når og i hvor lang tid det tas vann direkte fra turbinledningen. Dette vil gjøre det enkelt å skille mellom mengder direkte fra Nedre Eggevatn og mengder som er tatt fra turbinledningen til Hammerfest Energi AS.

7.4 Valg av ledningsdimensjoner, gjenstående trykk og friksjonstap

Ved dimensjonering av vannledninger kan man spare store rørkostnader ved å utnytte trykkehøyden man har tilgjengelig og bruke den opp i friksjonstap slik at man ved dimensjonerende mengde kun har nødvendig trykk tilgjengelig ved forbrukspunktet. På denne måten kan man benytte seg av så små dimensjoner som mulig for at anlegget skal bli så økonomisk som mulig å bygge.

Følgende ledningsstørrelser anbefales for drift av anlegget til smoltproduksjon:

Beskrivelse	Friksjonstap (mVs)	Dimensjon og type
Landleiding fra kraftverksinntak i dam Nedre Eggevatn og ned til kraftstasjon ved Hansvoll	14	Ø400 SDR17
Sjøledninger fra kraftstasjon ved Hansvoll til smoltanlegg i Høyvika	34	Ø315 SDR17
Sum tap	48	
Resttrykk ved smoltanlegg	16 - 24	

Det meste av tilgjengelig trykk fra Nedre Eggevatn er brukt opp til friksjonstap ved en tapping på 12 m³/min. Resterende trykk ved sjønivå er i dette tilfellet ca. 24 mVs ved HRV i inntaksmagasinet i Nedre Eggevatn og ca. 16 mVs ved LRV i magasinet. Resterende trykk vil være høyere i tilfeller hvor reserveuttaket på turbinrøret ved kraftstasjonen benyttes til vannforsyning.

Dimensjoner bør tilpasses og justeres til endelig løsning og nødvendig gjenstående trykk og ønsket produksjon.

7.5 Alternativ kraftproduksjon ved smoltanlegg og videre arbeider

Et alternativ til ovennevnte kunne være å dimensjonere overføringsvannledningene med mulighet for kraftproduksjon ved det planlagte smoltanlegget. Ved eventuell kraftproduksjon ved smoltanlegget ønskes det at minst mulig av det tilgjengelige trykket spises opp av friksjonstapet da denne energien kan benyttes i kraftproduksjon hvor ledningstapet bør være så lite som mulig ved dimensjonerende vannmengde.

Det er i dette notatet brukt maksimalt vannbehov som dimensjoneringsgrunnlag med påfølgende lavt gjenstående trykk ved smoltanlegget ved maksimal tapping. Dette regnestykket tar kun høyde for at det skal være nok resttrykk ved smoltanlegget ved maksimal tapping. Ved en eventuell kraftproduksjon vil dimensjonerende vannmengder være den tappemengden som det oftest tappes over tid og der energipotensialet er størst. Ved en dimensjonering av ledningene er det ønskelig at denne dimensjonerende vannmengden vil gi så lite friksjonstap som mulig slik at trykket ved turbinen er så høyt som mulig ved denne tappingen. Ledningene som er valgt til smoltproduksjonen kan være store nok dersom den dimensjonerende vannmengden til en eventuell kraftproduksjon er såpass liten i forhold til maksimalvannmengden at det ved en slik tapping ikke vil gi et stort friksjonstap i ledningene.

Dersom en slik alternativ kraftproduksjon skulle være av interesse bør det i neste fase utføres en modellering som avklarerer hvordan forbruket er over tid og hvilket forbruk som vil være mest gunstig til kraftproduksjon. Man kan da beregne hvilket friksjonstap man har på valgte ledninger for å finne ut om man eventuelt bør justere opp ledningsdimensjonene eller ikke.

8 Masseuttak til fyllmasser i Høyvika

Pga. tidsnød ble det ikke tid til å ferdigstille vurdering av uttak av sprengmasser i Høyvika for utfylling av tiltenkt tomteareal for smoltanlegget. Det er gjort noen innledende arbeider i forbindelse med bølgeanalyse og vurdering av terrenget for det aktuelle tomtearealet, som eventuelt vil bli benyttet videre i neste fase.

9 Overordnet risikovurdering iht. byggherreforskriften

Byggherreforskriftens formål er å verne arbeidstakerne under bygge- og anleggsfase ved at hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø blir ivaretatt i alle faser av et prosjekt. I forprosjektfasen har dette blitt ivaretatt gjennom en overordnet risikovurdering av prosjekterte løsninger. Formålet har vært å velge de løsningene som gir minst risiko under bygge- og anleggsfase, og kartlegge den risiko som ikke har blitt prosjektert til et akseptabelt nivå og som må vurderes nærmere i senere faser med risikoreduserende tiltak.

9.1 Avgrensninger

Risikovurderingen som er gjennomført i henhold til byggherreforskriften gjelder for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for arbeiderne i bygge- og anleggsfasen. Risikovurdering for drifts- og vedlikeholdsfasen ivaretas i ROS-analyse som gjøres i henhold til FEF i neste fase.

Risikovurdering i forprosjektfase er gjort på et overordnet nivå, der formålet har vært å kunne eliminere eller redusere den risiko som blir kartlagt på et så tidlig stadium. I tillegg har det vært viktig å identifisere den risiko som må vurderes nærmere i senere faser.

Risikovurderingen har hatt som formål å fokusere på risikofylte arbeidsoperasjoner som vurderes som *spesielle* for Breivikbotn kraftverk. Med dette menes at kjente risikoer, farer som alltid vil være til stede ved gitte arbeidsoperasjoner og som skal ivaretas i entreprenørens eget HMS-styringssystem, ikke er tatt med i denne vurderingen.

9.2 Risiko og tiltak

I Tabell 9-2 beskrives kartlagte risikable arbeidsoperasjoner ved oppgradering av Breivikbotn kraftverk og etablering av vannforsyning til smoltanlegg, samt tiltak for å håndtere denne risikoen. De fleste tiltakene er ennå ikke lukket, og må vurderes nærmere i senere faser.

Tabell 9-2 - Oversikt over risikable arbeidsoperasjoner og vurdering av tiltak

Risiko nr.	Arbeidsoperasjon	Uønsket hendelse	Beskrivelse av hendelsen	Vurdering av risikoreduserende tiltak
1.	Utskifting av elektromekanisk utstyr i kraftstasjonen			
1.1	Senking og tørrellegging av inntak i Nedre Eggevatn	Utsiktet vannstandstigning som utgjør fare for personell.	Uventet flomsituasjon	Evakuering/tilrettelegging for evakuering må planlegges i anbudsfasen.
1.2	Påsveising av vannuttak med stengventil til eksisterende rørkonus i inntak Nedre Eggevatn i forbindelse med senket og tørrlagt inntak	Brannfare	Sveisearbeider i nærhet til brennbare materialer.	Rørbruddsventil har hydraulisk pådrag som må beskyttes. Dette må planlegges i anbudsfasen.
1.3	Tørrellegging av vannvei	Drukning	Uønsket åpning av rørbruddsventil.	Sikring for disse arbeidene må vurderes nærmere i anbudsfasen.
1.4	Riving eksisterende elektromekanisk utstyr og fjerning av betong	Klemskade Strømgjennomgang	Løft av tunge komponenter. Ukjente kabler skades ved rivearbeider. Dårlig tegningsunderlag.	Eventuelle ukjente kabler eller høyspent må avklares av byggherre.
1.5	Montasje av elektromekanisk utstyr for innstøping	Klemskade	Løft av tunge komponenter.	
1.6	Utskifting av tappeventil i Øvre Eggevatn, som vil kreve nedtapping og tørrellegging for demontasje av eksisterende ventil og montering av ny ventil	Utsiktet vannstandstigning	Flomsituasjon.	Evakuering/tilrettelegging for evakuering må planlegges i anbudsfasen.
1.7	Transport av tunge komponenter	Trafikkulykke	Bru tåler ikke last.	Avklare at riksveibru har tilstrekkelig kapasitet for tyngste transport.
2.	Etablering av rørgate			
2.1	Etablering av adkomstvei langs rørgate	Ras i øvre deler av trasé mot dammen.	Ukjent bergkvalitet i skjæring.	Ingeniørgeologisk vurdering av fjellskråning ovenfor trasé må gjennomføres i anbudsfasen.
2.2	Riving av eksisterende rørgate (tilløpsrør, betongfundamenter og forankringsklosser)	Personskade/klemskade	Arbeid i ulendt terreng, trange arbeidsforhold.	Beskrive i forespørselsgrunnlag at entreprenør må utarbeide trygg prosedyre for riving, og fremlegge denne for byggherre.

Risiko nr.	Arbeidsoperasjon	Uønsket hendelse	Beskrivelse av hendelsen	Vurdering av risikoreduserende tiltak
			Ved fjerning av strammebånd vil trerør bli ustabile, og kan falle ned. Fare for at strammebånd står i spenn og slår ut ved kutting.	
2.3	Sprenging av fjellskjæring i øvre del av rørgate for å rette ut rørgate	Steinsprang mot kraftlinje	Sprengningsarbeider utløser ras i ovenforliggende terreng som treffer kraftlinje.	Ingeniørgeologisk vurdering av fjellskråning ovenfor trasé må gjennomføres i anbudsfase. Eventuell midlertidig utkobling av linje må vurderes i anbudsfase.
2.4	Forsterkning av eksisterende betongfundamenter langs øvre strekning mot dam	Fall fra 3-4 meter høye fundamenter.	Utfordrende arbeidsforhold i bratt terreng.	
2.5	Montering av nye GRP-rør med forankring av rør der dette er nødvendig og omfylling av masser langs nedgravd rørstrekning	Klemskade	Nedfall av rør ved montering på personell på bakken. Spesielt i øvre deler av trasé.	Gjennomføring må vurderes nærmere i anbudsfase.
2.6	Plassering av rigg/lagring av rør	Klemskade	Rørstabel sklir ut	Henviser til leggeanvisning for mellomlagring av rør i forespørsel. Byggherre må avklare hvor rør skal lagres i anbudsfase.
3.	Etablering av vannforsyning til smoltanlegg			
3.1	Legging av hovedledning fra inntak i Nedre Eggevatn og ned til kraftstasjon ved Hansvoll	Drukning, skade på personell	Uventet flomsituasjon går over dam mens arbeider pågår med rørgate	Dam bør tappes ned når arbeider pågår, spesielt når arbeidene i elveleiet pågår.
3.2	Legging av sjøledninger fra kraftstasjon ved Hansvoll og bort til smoltanlegg i Høyvika	Drukning, fall i sjø, skade på personell	Uventet uvær med påfølgende bølger og vind på havet fra storhavet mot sørvest	God kontroll på værforhold og planleggingen av leggearbeider i sjø. Arbeidene bør planlegges slik at de raskt kan avbrytes

10 Kostnadsestimat

10.1 Oppgradering av kraftverket med rørgate

Prisene er basert på Norconsults erfaringspriser, samt innkomne priser for lignende anlegg de siste årene, NVEs kostnadsgrunnlag for vannkraft (2016) og NVEs kostnadsgrunnlag for små vannkraftanlegg (2016) der dette er relevant.

I småkraftmarkedet er det for tiden tildels store prisforskjeller på turbin- og generatorleveranser avhengig av kvalitet, utstyrsomfang, produksjonssted og markedssituasjon. Kostnader som er lagt til grunn for overslagene i dette forprosjektet er basert på et gjennomsnitt av hva som har framkommet i den senere tiden.

Typiske kostnader for rigg, drift og administrasjon, inkludert planlegging, prosjektering er medtatt. Kostnader for byggeledelse er ikke medtatt, da det forutsettes at dette håndteres av byggherre slik tilfellet var på Øvre Porsa.

Produksjonstap og renter i byggetiden er ikke medtatt. Det samme gjelder drifts- og vedlikeholdskostnader som kraftverkseier selv vil legge inn i sine nåverdiberegninger av oppgraderingen.

Følgende er ikke inkludert i kostnadsoppsettet:

- Evt. anleggsbidrag for bygging/utbedring av nettilknytning
- Uforutsette hendelser
- Byggherreutgifter knyttet til grunnnerverv, erstatning, finansiering osv. er ikke medtatt.
- Anleggsstrøm
- Prisregulering

10.1.1 Samlede kostnader nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon

Nedenfor er oppsett med de samlede investeringskostnadene for nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon, inkludert byggetekniske arbeider. Ved beregning av spesifikk utbyggingskostnad er det tatt hensyn til vanntap til smoltanlegget.

Tabell 10-1 Investeringskostnad for kun elektromekanisk leveranse i kraftstasjon

Kostnad –kun kraftstasjon		Kostnad
Elektromekanisk leveranse i kraftstasjon		
Innløpsrør	NOK	300 000
Hovedstengeventil	NOK	305 000
Turbin med oljetrykksanlegg	NOK	2 320 000
Generator inkl. svingmasse	NOK	2 030 000
Kontrollanlegg inkludert regulator	NOK	915 000
Transformator	NOK	305 000
LS anlegg med husinstallasjon	NOK	200 000
Jording (toppjording)	NOK	60 000
Uspesifiserte arbeider/leveranse (5%)	NOK	320 000
<i>Delsum</i>	<i>NOK</i>	<i>6 755 000</i>
Bygningstekniske arbeider - kraftstasjon		
Grunnarbeider	NOK	89 000
Riving og demontering inkl. deponering mottak	NOK	995 000

Kostnad –kun kraftstasjon		Kostnad
Betongarbeider	NOK	1 394 000
Metallarbeider	NOK	100 000
Jording	NOK	250 000
Etablering, drift og avvikling (35%)	NOK	990 000
Uspesifiserte arbeider (10%)	NOK	283 000
<i>Delsum</i>	<i>NOK</i>	<i>4 100 000</i>
Sum elektromekanisk og byggearbeider kraftstasjon		10 855 000
Administrativt		
Prosjektering/rådgiving (rund sum)	NOK	2 000 000
Sum utbyggingskostnad (eks. mva)		12 855 000
Midlere årsproduksjon	GWh	3,98
Spesifikk utbyggingskostnad	kr/kWh	3,23

10.1.2 Samlede kostnader nytt elektromekanisk utstyr og ny rørgate

Tabell 10-2 Investeringskostnad for elektromekanisk leveranse kraftstasjon og ny rørgate

Kostnad – kraftstasjon og rørgate		Kostnad
Elektromekanisk utstyr i kraftstasjon		
Innløpsrør	NOK	300 000
Hovedstengeventil	NOK	305 000
Turbin med oljetrykksanlegg	NOK	2 320 000
Generator inkl. svingmasse	NOK	2 030 000
Kontrollanlegg inkludert regulator	NOK	915 000
Transformator	NOK	305 000
LS anlegg med husinstallasjon	NOK	200 000
Jording (toppjording)	NOK	60 000
Uspesifiserte arbeider/leveranse (5%)	NOK	320 000
<i>Delsum</i>	<i>NOK</i>	<i>6 755 000</i>
Bygningstekniske arbeider - kraftstasjon		
Grunnarbeider	NOK	89 000
Riving og demontering inkl. deponering mottak	NOK	995 000
Betongarbeider	NOK	1 394 000
Metallarbeider	NOK	100 000
Jording	NOK	250 000
Etablering, drift og avvikling (35%)	NOK	990 000
Uspesifiserte arbeider (10%)	NOK	283 000
<i>Delsum</i>	<i>NOK</i>	<i>4 100 000</i>
Bygningstekniske arbeider - vannvei		
Rivearbeider	NOK	2 231 000
Grunnarbeider	NOK	3 655 000
Betongarbeider	NOK	3 213 000

Kostnad – kraftstasjon og rørgate		Kostnad
Legging av rør	NOK	1 650 000
Tilrettelegging av mottaksområdet og mottak av rør	NOK	150 000
Etablering, drift og avvikling (35%)	NOK	3 814 000
Uspesifiserte arbeider (10%)	NOK	1 090 000
<i>Delsum</i>	<i>NOK</i>	<i>15 803 000</i>
Nytt tilløpsrør		GRP rør
GRP rør	NOK	4 025 000
GRP rørdeler	NOK	850 000
Overgang mot stålrør i inntak (spissende og kobling)	NOK	135 000
Overgang mot innløpsrør kraftstasjon (kobling)	NOK	50 000
Uspesifisert arbeid / leveranse (5 %)	NOK	253 000
<i>Delsum</i>	<i>NOK</i>	<i>5 313 000</i>
Sum elektromekanisk, byggearbeider og rørgate	NOK	31 971 000
Administrativt		
Prosjektering/rådgiving (rund sum)	NOK	3 000 000
Sum utbyggingskostnad (eks. mva)	NOK	34 971 000
Midlere årsproduksjon	GWh	3,98
Spesifikk utbyggingskostnad	kr/kWh	8,79

Det vises til kommentarer ovenfor hvor kravet til drift på isolert nett er bortfalt. Det vil innebære en reduksjon i investeringskostnaden for turbinrøret, men også noe lavere produksjon som følge av falltap.

10.1.3 Stokastisk kostnadsestimat

Det er benyttet samme framgangsmåte som i Jernbaneverkets «Instruks for gjennomføring av usikkerhetsanalyser» (Jernbaneverket, 2013) og i Concept temahefte nr. 4 utarbeidet av NTNU (Drevland, 2013). Formålet med øvelsen er å synliggjøre det forventede utfallsrommet for investeringskostnaden, og sannsynlighet for at kostnaden holder seg innenfor gitte nivåer.

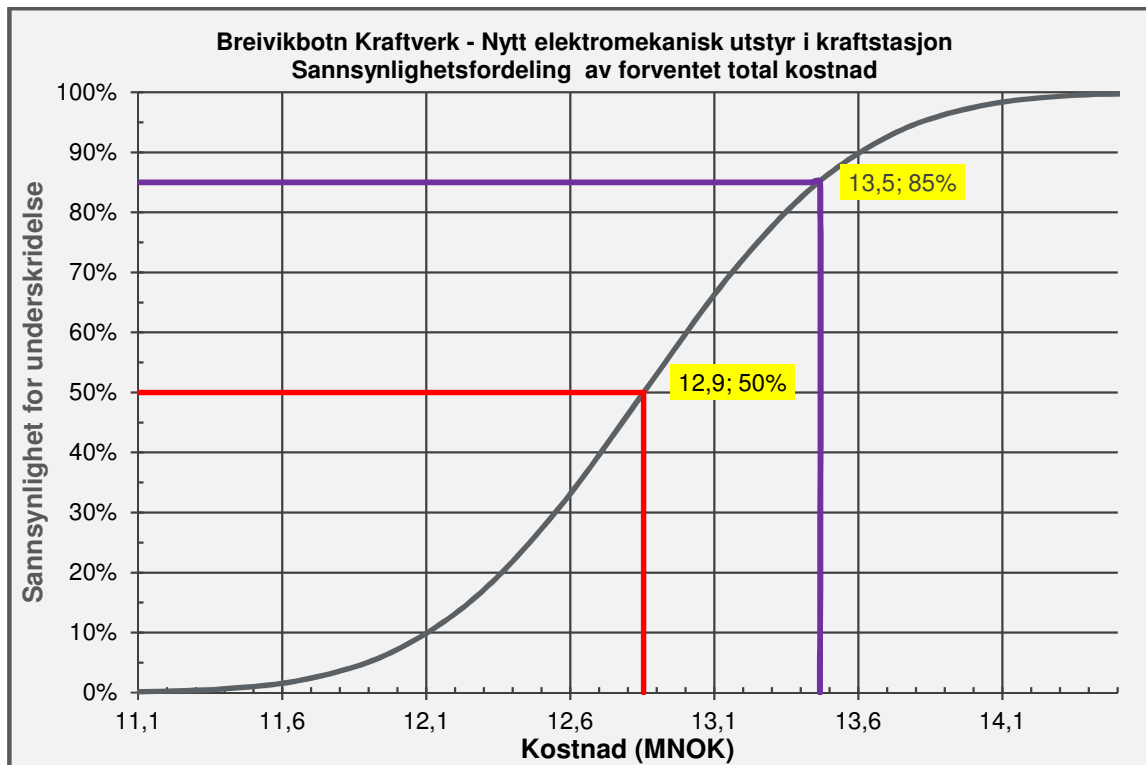
Selve inngangsparameterne er gitt som Erlangfordelte tripplestimat og forventningsverdi og standardavvik er beregnet ut fra dette ved hjelp av trinnvis kalkulasjon. I kostnadsestimatet benyttes inngangsparameterne «Pris» og «Mengde» og følgende beregningsgang:

1. Anslag tripplestimat på pris og mengde
2. Beregning av forventet verdi (kostnad per post)
3. Beregning av totalsum og tilhørende sannsynlighetsfordeling
4. Opptegning og avlesing av kumulativ sannsynlighetsfordeling (S-kurve)

Fordelene med et stokastisk kostnadsestimat er at man kan danne seg et bedre bilde av den reelle usikkerheten i prisen ved hjelp av S-kurven. Midt på S-kurven finner man forventet kostnad med 50% sannsynlighet for over- og underskridelse, eller P50. Spennet i S-kurven er et mål på forventet nedre- og øvre kostnad. Etter modell fra statlige investeringsprosjekter er det vanlig å kreve at kostnadsrammen skal ligge innenfor P85. Differansen mellom disse betegnes prosjekterreserve og skal dekke rimelig grad av usikkerhet.

10.1.3.1 S-kurve kun nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon

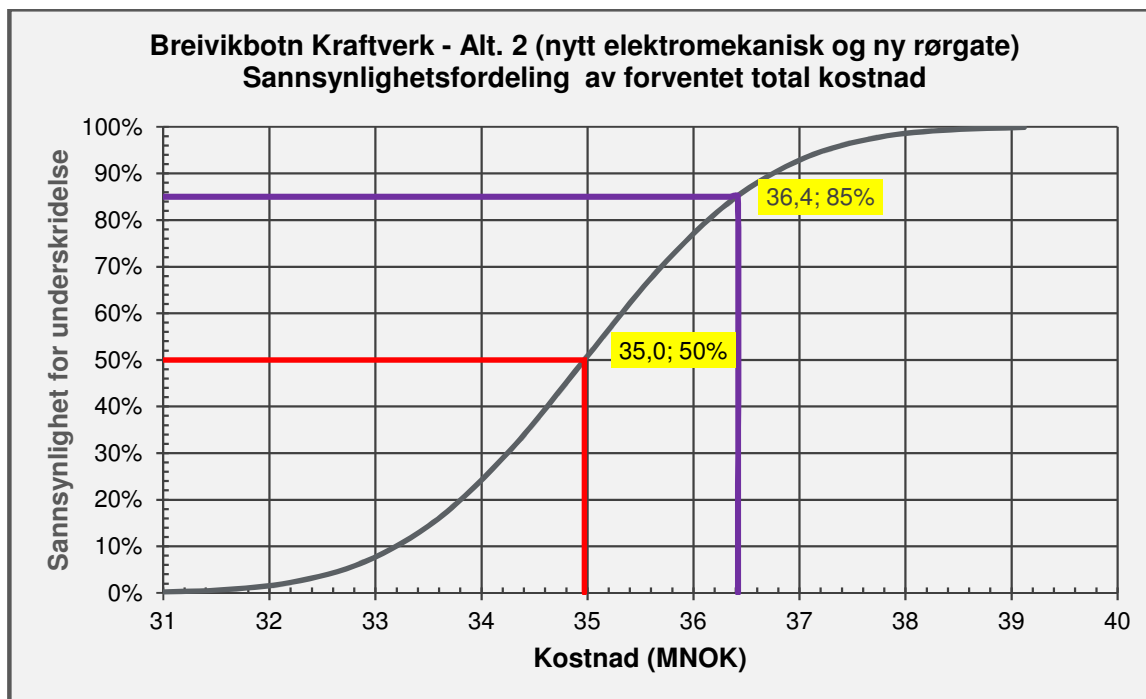
Figur 10-1 viser de sannsynlighetsfordelte totale kostandene ved oppgradering med kun nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjonen. Forventet kostand (P50) er estimert til 12,85 MNOK.



Figur 10-1 Sannsynlighetsfordelte kostnader for nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon

10.1.3.2 S-kurve nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon og ny rørgate

Figur 10-2 viser de sannsynlighetsfordelte totale kostandene ved oppgradering med nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjonen og ny rørgate. Forventet kostand (P50) er estimert til 35,0 MNOK.



Figur 10-3: Sannsynlighetsfordelte kostnader med nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjon og ny rørgate

10.2 Kostnadsoverslag etablering av vannforsyning til smoltanlegg i Høyvika

Nedenfor er kostnader forbundet med røropplegg for etablering av vannforsyning fra Breivikbotn kraftverk og fram til høydebasseng ved smoltanlegget i Høyvika. Postene for hhv. ny tappeventil i Øvre Eggevatn og vannuttak på kraftverkstilløpet vil eventuelt bli levert av leverandør av nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjonen.

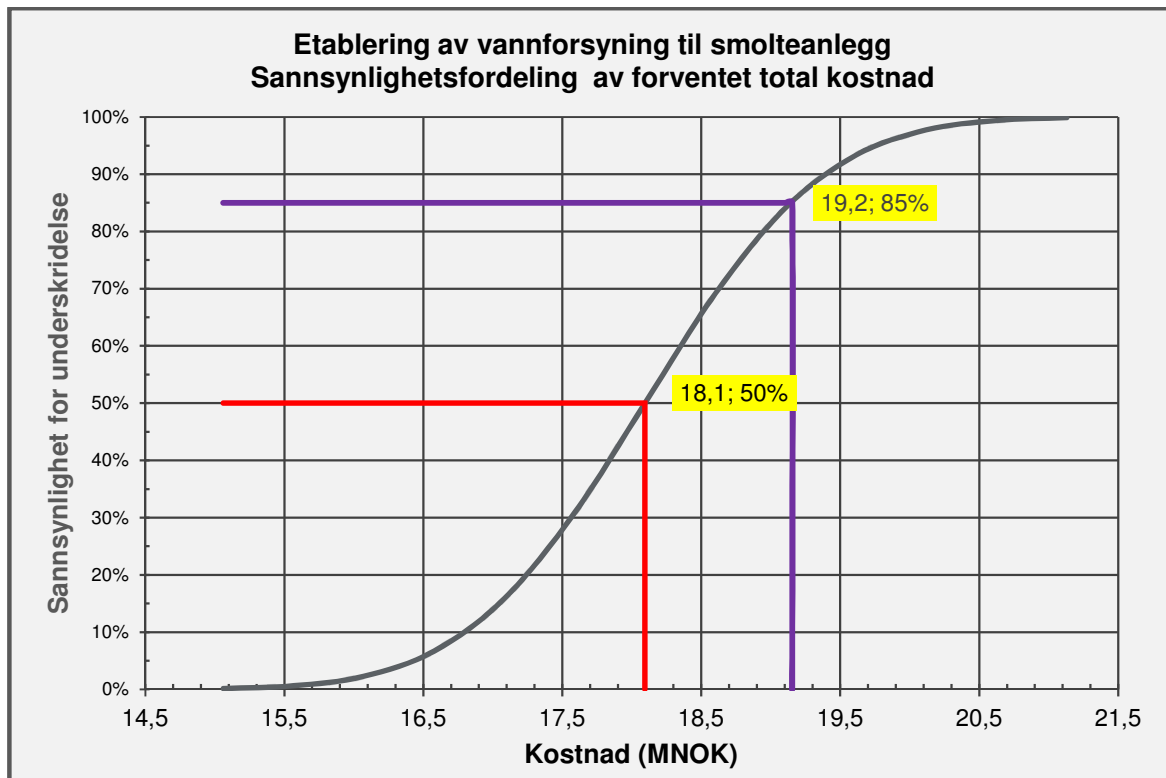
Tabell 10-3 Investeringskostnad etablering av vannforsyning til smoltanlegg

Beskrivelse	Dim	Lengde	Grøft	Ledning			Kostnad
Hansvoll – dam Nedre Eggevatn – ø400 mm							
Inntaksarrangement/kum/ventil mot turbinledning					RS	NOK	750 000
Hovedledning Hansvoll - kraftverksinntak	ø400 SDR17	1150		665		NOK	764 750
Trase/ grøft i elv		300	7000			NOK	2 100 000
Trase øvrig		910	2000			NOK	1 820 000
Tilknytningskum sjøledninger ved kraftstasjon					RS	NOK	1 000 000
Kartlegging trase, kontroll, innmåling					RS	NOK	150 000
Høyvika – Hansvoll – 2 x ø350 mm							
Sjøledninger	2xø315 SDR17	3000		395		NOK	1 185 000
Lodd og legging	160 tonn	2900				NOK	2 440 000
Justeringer/ dykkerarbeider						NOK	300 000
Tilknytningskum ved Høyvika (svitsjing mellom sjøledninger til basseng)						NOK	250 000
Tilleggs kostnader i Strandsonen 2 stykk					RS	NOK	500 000

Kartlegging trasé, kontroll, innmåling					RS	NOK	150 000
Ny tappeventil dam Øvre Eggevatn							
Skyvespjeldventil DN600, PN10						NOK	750 000
Hoved- og reserveuttak på kraftverkstilløp							
DN400, PN6 flensuttak med stenge-/revisjonsventil på inntakskonus						NOK	350 000
Utvidelse av ventilhus i inntak for plass til vannuttak						NOK	250 000
DN350, PN10 flensuttak med stenge-/revisjonsventil ved kraftstasjonsvegg, leveres med nytt innløpsrør						NOK	200 000
Sum						NOK	12 950 000
Tilrigging	8 %					NOK	1 000 000
Uforutsett	20 %					NOK	2 600 000
Planlegging, prosjektadministrasjon	10 %					NOK	1 500 000
Totalsum						NOK	18 050 000

10.2.1 S-kurve etablering av vannforsyning til smoltanlegget

Figur 10-4 viser de sannsynlighetsfordelte totale kostandene ved etablering av vannforsyning til smoltanlegget. Forventet kostand (P50) er estimert til 18,1 MNOK.



Figur 10-4: Sannsynlighetsfordelte kostnader for vannforsyning til smoltanlegg

11 Framdrift

Nedenfor er det satt opp en antatt framdrift for oppgradering av kraftverket, med aktiviteter basert tildels på et tilsvarende prosjekt med nytt elektromekanisk utstyr og ny rørgate. Det kan være aktiviteter nedenfor hvor tidspunktet vil være avhengig av stedlige forhold vinterstid og som eventuelt kan gi noen forsinkelser.

Ny rørgate vil være kritisk linje for gjennomføring av prosjektet, hvor det er lagt opp til at anleggsvei opp langs rørtraséen etableres høsten 2019. Hvorvidt det er satt av tilstrekkelig tid og i hvilken grad det lar seg gjøre å holde på flere steder samtidig langs rørtraséen vil bli vurdert nærmere i neste fase.

Hovedledning til smoltanegget vil kunne være klar for vannforsyning før idriftsettelsen av kraftverket siden ledning vil ha direkte uttak fra inntaket. Reserveforsyningen vil ikke være klar før idriftsettelsen av kraftverket.

Tabell 11-1 Antatt framdrift for oppgradering av kraftverket

Aktivitet	Startdato	Sluttdato
Investeringsbeslutning tatt av Hammerfest Energi AS	-	2019-03-01
Utarbeidelse av konkurransegrunnlag	2019-03-01	2019-06-01
Tilbudsfrist for leverandører	-	2019-08-15
Evaluerings og kontrahering	2019-08-15	2019-09-15
Etablering av anleggsvei langs rørtrase og andre forberedende tiltak	2019-09-20	2019-12-15
Stopp av kraftstasjon, tømming av tilløpsrør	2020-04-15	2020-05-01
Arbeider tappeanlegg Øvre Eggevatn	2020-04-15	2020-06-01
Montering av flensuttak med stengeventil for vannforsyning i inntak	2020-04-15	2020-05-15
Riving av eksisterende rørgate	2020-04-15	2020-06-01
Bygge- og montasjearbeider i forbindelse med ny rørgate	2020-04-15	2020-12-01
Bygge- og montasjearbeider i forbindelse med tilkobling og legging av hovedledning for vannforsyning fra inntaket og ned til kraftstasjon	2020-05-15	Avklares
Legging og tilkobling av sjøledninger fra Breivikbotn til Høyvika	Avklares	Avklares
Byggearbeider i maskinsal fram til start montasje av innløpsrør, sugerør, turbintromme og generatorfundament	2020-05-02	2020-09-01
Elmek-leverandør monterer innstøpingsdeler (innløpsrør, sugerør, turbintromme og generatorfundament)	2020-09-01	2020-09-15
Resterende byggearbeider i maskinsal med etterstøping, klargjort for mekanisk montasje.	2020-09-15	2020-10-15
Sluttmontasje og testing elektromekanisk utstyr	2020-10-15	2020-12-15
Oppstart av prøvedrift elektromekanisk utstyr	-	2020-12-15
Overtakelse (forutsatt 1 mnd. prøvedrift)	-	2021-01-15

Erfaringer fra sammenlignbare prosjekter viser at generator normalt utgjør kritisk linje når det gjelder leveringstid. Det må påregnes 12-15 måneder fra kontraktinngåelse til generator kan leveres på anlegget, og ytterligere ca. 2 måneder før anlegget er klar for drift. En eventuell byggestart våren 2020 vil derfor forutsette kontraktsignering med leverandør av elektromekanisk utstyr senest ved månedsskiftet august/september i 2019, forutsatt investeringsbeslutning før påske 2019.

Det er forutsatt i forprosjektet at det ikke skal foretas rehabilitering av kraftstasjonsbyggets ytre fasader.

Vedlegg A Produksjon og magasin 1993 – 2018

Nedenfor er produksjonsdata og magasinfylling for perioden fra 1993 til 2018 mottatt fra Hammerfest Energi.

Årsproduksjon

Produksjon Ebbotn																													
uke	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Snitt	Effekt	
1	111	104	108	91	82	36	98	105	52	103	52	23	94	110	65	82	98	0	100	102	75	61	98	76	75	67	79	473	
2	54	107	89	64	84	97	98	105	62	104	103	50	93	110	93	97	98	0	95	94	88	85	97	68	74	67	84	498	
3	71	106	49	90	69	107	100	104	101	104	103	49	88	95	102	96	96	0	57	88	90	86	95	67	90	69	84	497	
4	10	100	76	101	67	108	102	104	100	104	97	100	98	101	96	97	77	0	96	89	91	91	93	67	76	64	85	505	
5	18	35	56	93	13	105	85	106	99	103	76	106	94	105	100	98	49	0	99	89	92	93	92	67	94	64	80	478	
6	8	57	86	96	25	102	53	106	104	104	47	106	97	105	98	97	93	0	92	92	92	80	19	67	93	62	75	444	
7	9	93	79	97	25	89	52	105	107	103	79	104	59	101	98	97	94	0	92	95	91	50	0	67	92	61	73	434	
8	70	96	83	72	40	85	52	102	108	103	103	99	102	101	99	97	92	0	93	83	91	49	31	41	63	64	78	467	
9	74	104	74	85	46	87	51	73	85	102	104	100	105	93	99	97	88	34	81	88	91	62	88	52	93	71	82	487	
10	95	94	74	75	48	93	51	55	97	101	104	102	104	96	96	97	86	90	88	91	57	69	37	93	76	83	492		
11	99	0	60	84	32	94	50	55	101	100	103	102	102	98	100	96	42	93	93	87	84	52	87	32	94	67	77	459	
12	102	0	81	3	15	93	7	48	101	99	103	102	100	95	106	96	49	90	77	61	60	52	62	33	93	72	69	412	
13	53	0	75	0	45	94	0	48	95	100	102	101	99	93	103	95	69	89	87	55	54	45	75	46	33	71	69	411	
14	48	0	83	0	40	87	0	47	101	48	103	100	101	57	109	95	51	90	86	55	52	48	88	47	93	54	65	385	
15	48	0	21	0	41	83	3	46	67	0	103	98	100	48	108	93	64	99	85	52	47	58	89	48	87	44	53	351	
16	45	0	27	0	42	47	0	51	41	0	102	93	98	13	110	89	57	94	85	52	36	63	106	60	68	43	55	326	
17	48	0	74	0	31	33	0	19	58	0	103	97	99	0	109	89	85	95	88	50	88	79	61	79	73	42	58	344	
18	86	0	32	0	44	35	0	0	85	2	100	97	100	0	107	32	92	95	95	77	92	74	67	98	75	41	59	350	
19	102	0	0	66	3	98	0	78	94	98	100	101	99	58	107	85	86	96	90	80	92	57	62	99	77	68	73	434	
20	111	0	0	100	97	104	0	105	102	107	101	105	100	103	107	95	90	95	94	83	95	49	62	100	84	91	84	499	
21	109	0	81	99	99	106	0	104	105	104	101	105	102	103	108	96	90	90	87	92	99	55	61	98	87	95	87	521	
22	106	0	98	80	102	109	0	106	102	104	102	105	102	106	109	97	98	96	87	83	101	89	75	99	86	92	90	534	
23	105	0	89	8	108	106	67	109	102	108	101	105	103	109	107	102	91	95	100	89	77	86	86	99	75	90	89	530	
24	92	0	97	79	92	103	91	109	102	107	100	103	103	102	106	101	84	95	100	91	73	93	86	99	93	92	91	541	
25	64	0	17	108	72	107	111	109	101	107	99	99	103	107	103	72	43	99	3	97	99	91	77	79	95	99	95	84	498
26	91	0	27	108	101	106	112	109	101	107	99	91	103	103	109	100	97	68	75	98	93	81	81	104	97	96	92	90	537
27	4	0	81	93	109	103	114	109	101	91	98	92	102	103	109	92	53	67	87	89	93	79	81	103	85	95	92	85	508
28	0	47	99	102	87	102	90	104	105	90	5	89	97	109	88	107	74	87	89	91	81	80	102	94	95	82	84	503	
29	0	85	98	107	96	101	108	103	94	94	0	90	0	109	90	99	84	81	44	92	77	88	102	96	96	75	81	482	
30	0	103	101	99	109	101	83	103	101	102	0	19	84	109	89	100	89	91	45	92	12	86	101	95	96	75	80	477	
31	0	18	91	98	107	103	53	102	102	104	0	0	95	100	88	95	62	94	69	92	73	86	102	93	90	14	74	442	
32	0	0	100	101	106	103	101	102	101	105	81	0	91	100	88	103	72	89	82	91	83	86	101	92	91	0	80	474	
33	0	0	64	81	101	103	103	102	102	102	33	0	101	100	88	106	95	86	80	91	65	87	90	94	91	0	71	423	
34	101	0	84	106	101	35	108	103	102	103	0	0	101	51	88	99	0	93	88	89	76	87	93	0	93	84	72	431	
35	100	0	96	100	88	0	105	103	100	99	0	68	102	67	92	98	0	97	77	8	72	64	93	44	91	99	72	426	
36	103	0	103	111	42	0	98	99	100	100	76	6	69	56	31	103	0	97	79	80	69	89	94	83	91	99	72	429	
37	107	0	106	109	13	0	101	100	100	98	0	73	54	75	105	0	97	90	76	86	90	94	29	90	98	70	415		
38	110	0	101	111	0	0	99	98	0	100	99	75	100	69	97	105	0	97	90	91	4	89	19	0	88	61	66	390	
39	103	0	90	116	0	0	96	100	0	96	105	101	99	61	94	106	0	5	90	92	0	87	0	0	88	65	62	366	
40	110	0	43	82	0	0	96	99	0	102	103	76	96	56	97	106	0	76	57	92	52	88	27	77	87		65	386	
41	76	0	106	92	4	0	97	101	0	102	99	89	94	87	99	97	0	96	87	91	81	88	75	95	56		73	432	
42	102	0	93	92	3	92	102	104	74	100	99	99	99	100	103	99	92	0	99	87	91	62	50	77	95	23	77	461	
43	92	0	76	113	85	99	99	99	103	99	100	84	101	103	100	92	0	96	94	92	60	36	92	94	0	81	480		
44	113	128	97	110	70	99	100	67	105	98	101	99	100	100	102	99	95	0	58	100	82	81	37	33	32	0	85	506	
45	108	103	58	113	94	99	99	98	104	104	105	103	97	100	96	95	0	0	97	99	96	36	101	92	0	82	466		
46	112	101	44	83	92	99	98	100	103	97	105	96	101	101	97	97	0	0	96	100	87	37	99	97	47		81	485	
47	109	101	30	90	98	98	108	51	101	99	105	87	101	71	98	99	0	0	96	101	86	52	97	69	70		83	492	
48	108	75	97	102	93	95	106	51	100	101	99	96	101	42	99	97	0	0	103	78	89	96	80	88	69		82	486	
49	89	61	96	104	100	93	105	50	99	101	96	100	94	55	98	97	0	0	102	91	87	97	73	85	69		79	472	
50	102	64	96	106	105	91	104	50	100	101	95	102	106	80	98	96	0	0	102	91	81	97	74	84	68		82	489	
51	59	92	84	106	88	93	104	51	105	102	94	96	112	60	66	95	0	61	101	90	87	96	71	85	68		83	492	
52	92	71	121	107	76	95	103	50	104	103	93	97	95	51	83	95	0	72	87	90	86	97	40	67	68		82	486	
År	3733	2003	3954	4228	3318	4118	3760	4296	4502	4816	4379	4204	4919	4271	4														

Vedlegg B Vannbehov til smoltanlegg

Maksimalt vannbehov på 12 m³/min på hovedledningen, reserveledning med kapasitet på 7 m³/min. Maksimalt vannbehov er «teoretisk max» når flere belastningsfaktorer slår inn samtidig pluss en viss sikkerhetsmargin i forsyningen.

Nedenfor er en presentasjon som viser variasjon i vannbehovet over året, som har topper opp mot 10 m³/min.

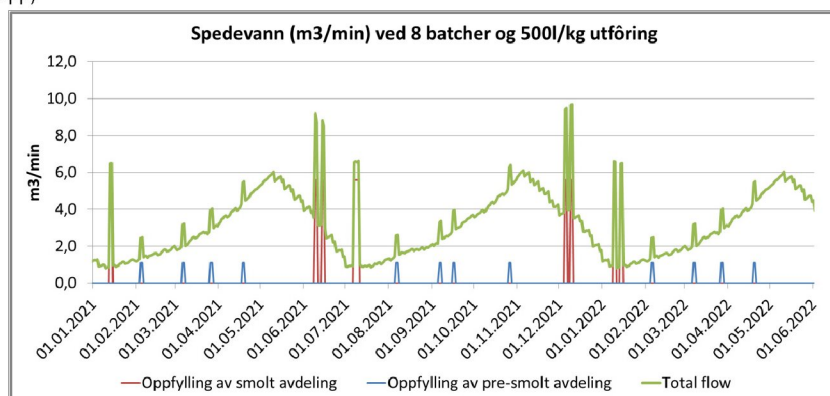
Spedevann til produksjon (1) og oppfylling av kar (2)

Alternativ med 8 batcher per år

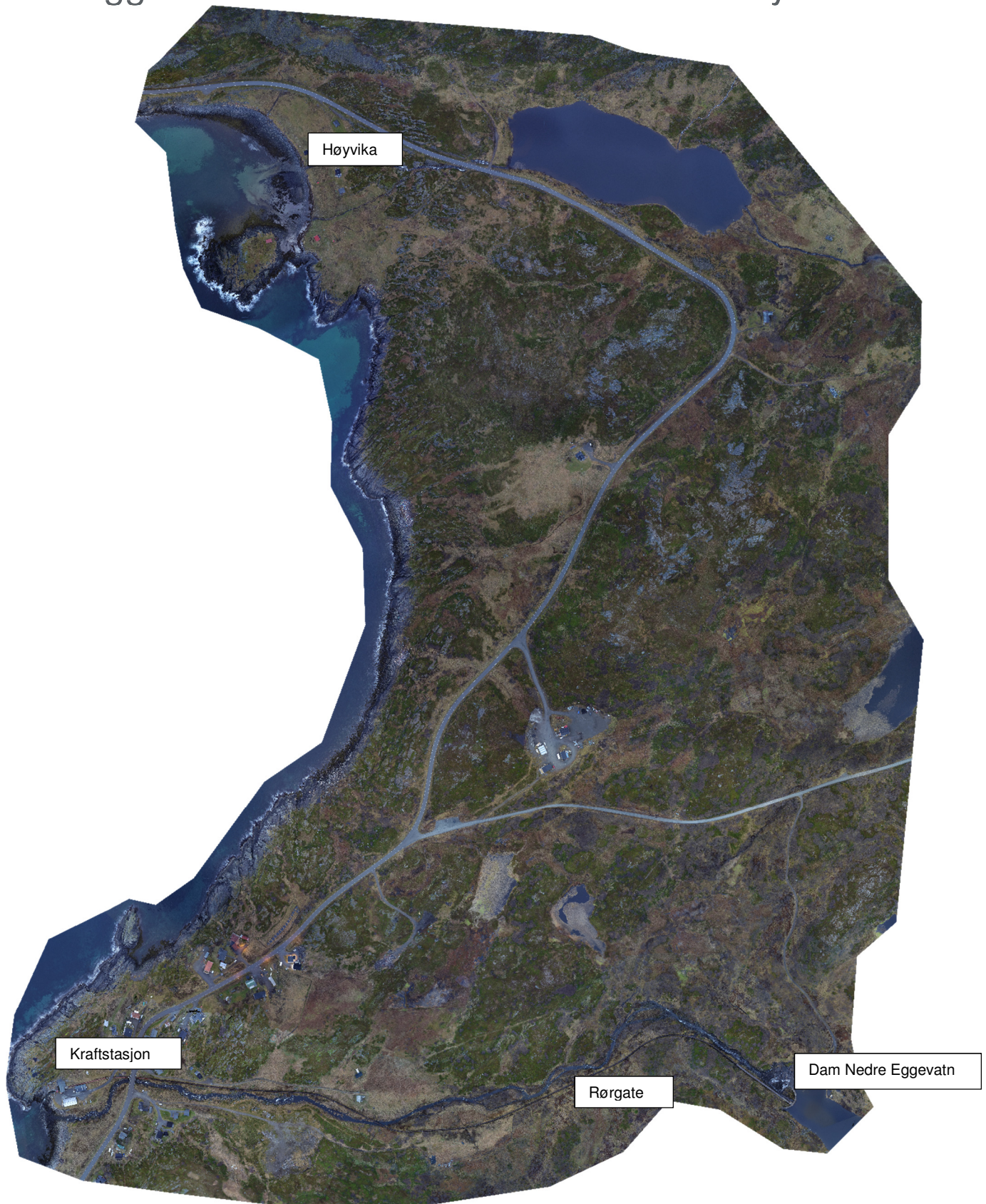
Maks flowbehov: 9,7 m³/min

Maks teoretisk flow: 6,1 + 5,6 m³/min = 11,7 m³/min

(Dersom oppfylling av smoltavdeling inntreffer samtidig som en produksjonstopp)



Vedlegg C Dronebilde området Hansvoll - Høyvika



Vedlegg D Kartgrunnlag eksisterende rørgate

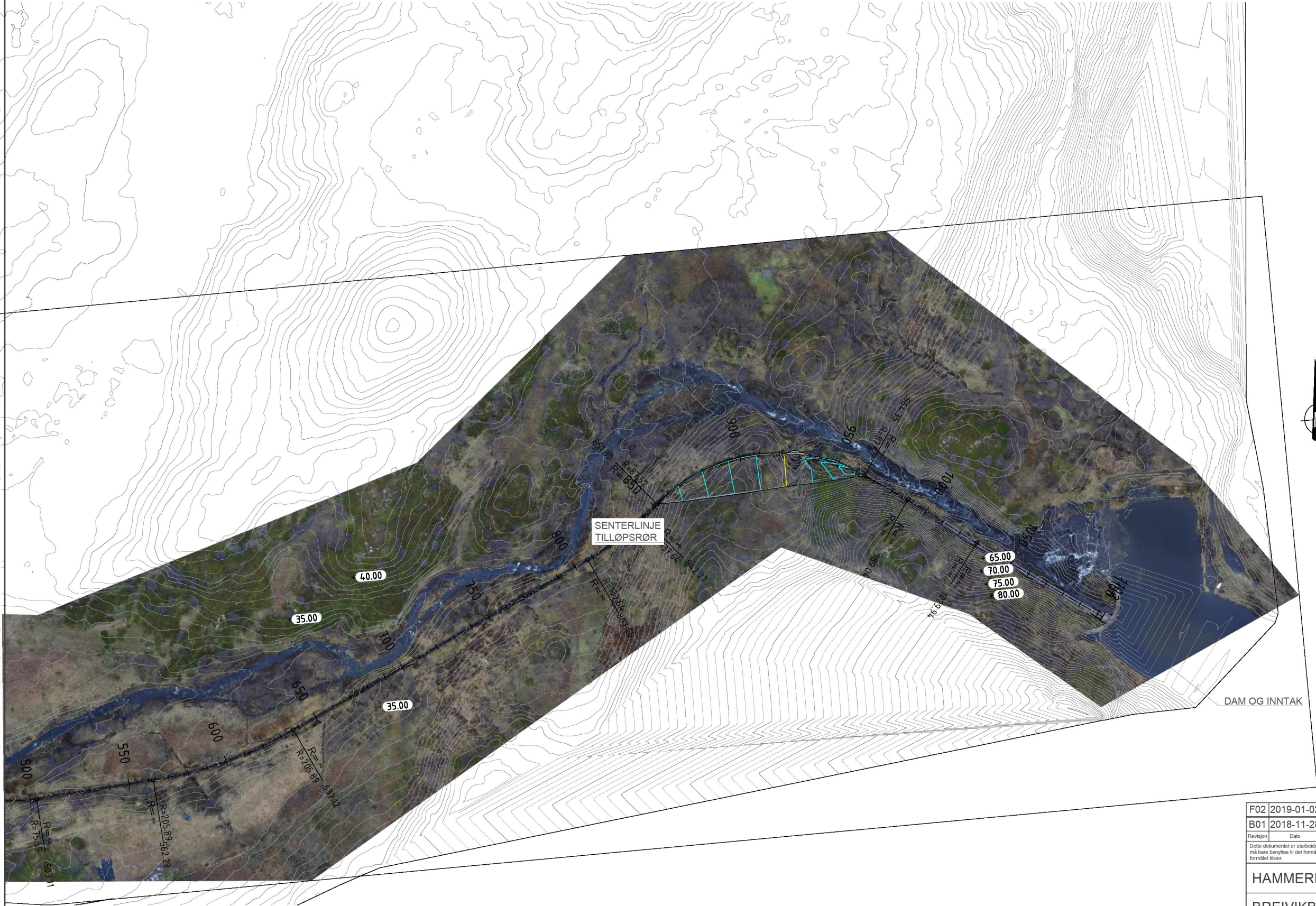
Tegning nr. B-201_F02

Rørgate. Plan og lengdesnitt pel 0-700. Arrangement

Tegning nr. B-202_F02

Rørgate. Plan og lengdesnitt pel 700-1102. Arrangement

"N:\5186915\66978\BIM\Kraftproduksjon\Modell\Civil3D\Kraftsmodell\5186978 - Breivikbotn kraftverk - rørgate.dwg - RuHeg - Plottet: 2019-01-02, 16:27:17 - LAYOUT = Tegning - Eksisterende tilløpsrør - (01) - (02) - XREF - RASTER = 18246-201811_1.TIF"



PLAN
1:1000



Tegningsnummer	Revisjon
B-202	F02

F02	2019-01-02	For bruk	ruheg	KG	KG
B01	2018-11-28	For kommentar hos oppdragsgiver	ruheg	KG	KG

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
----------	------	-------------	------------	-------------	----------

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

HAMMERFEST ENERGI	Målestokk (gjelder for A1 format)
	1:1000

BREIVIKBOTN KRAFTVERK
RØRGATE
PLAN- OG LENGDESNITT PEL 0-1102
ARRANGEMENT

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5186978	B-202	F02

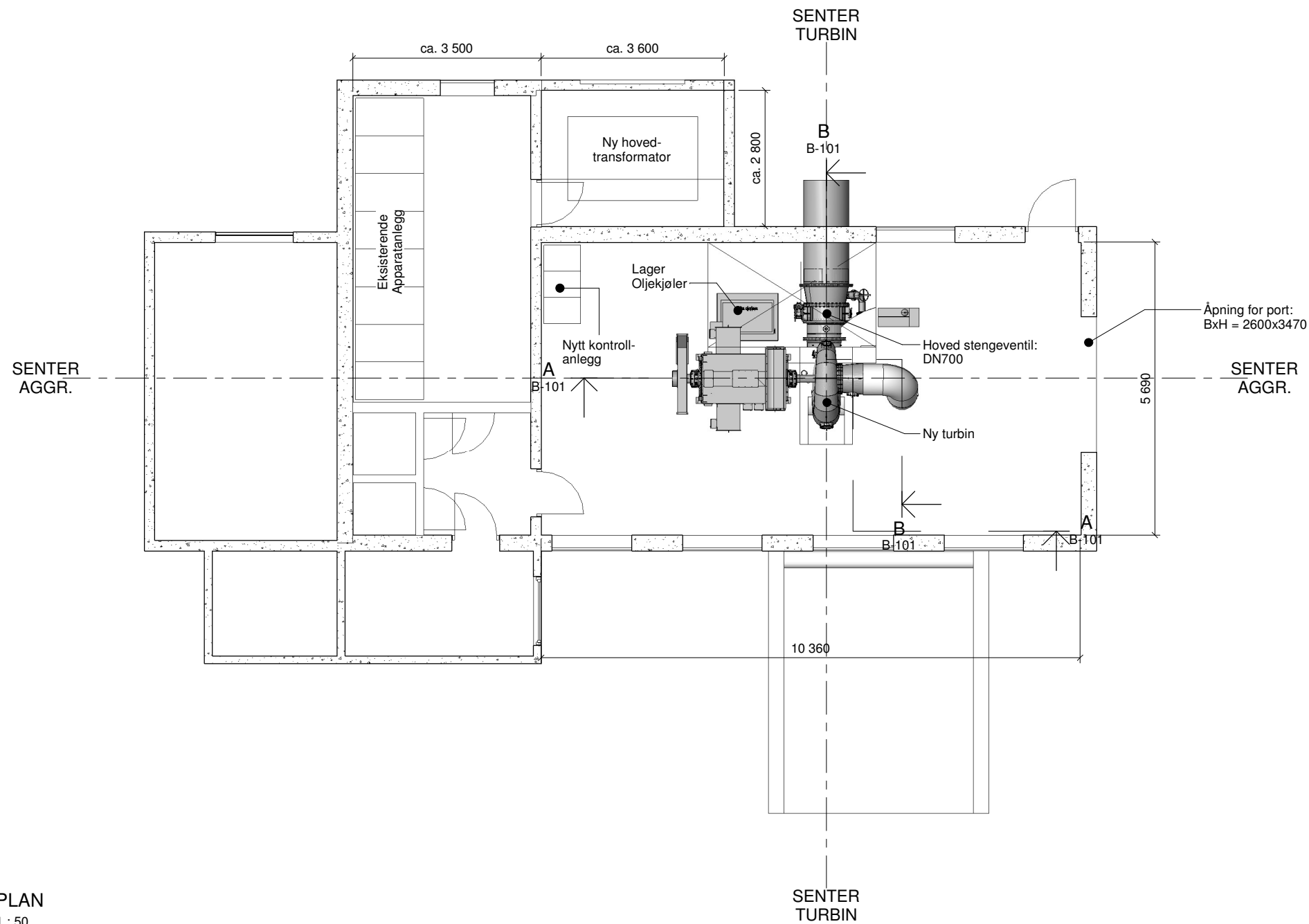
Vedlegg E Stasjonsarrangement nytt aggregat

Tegning nr. B-100_B01

Kraftstasjon. Plan. Arrangement

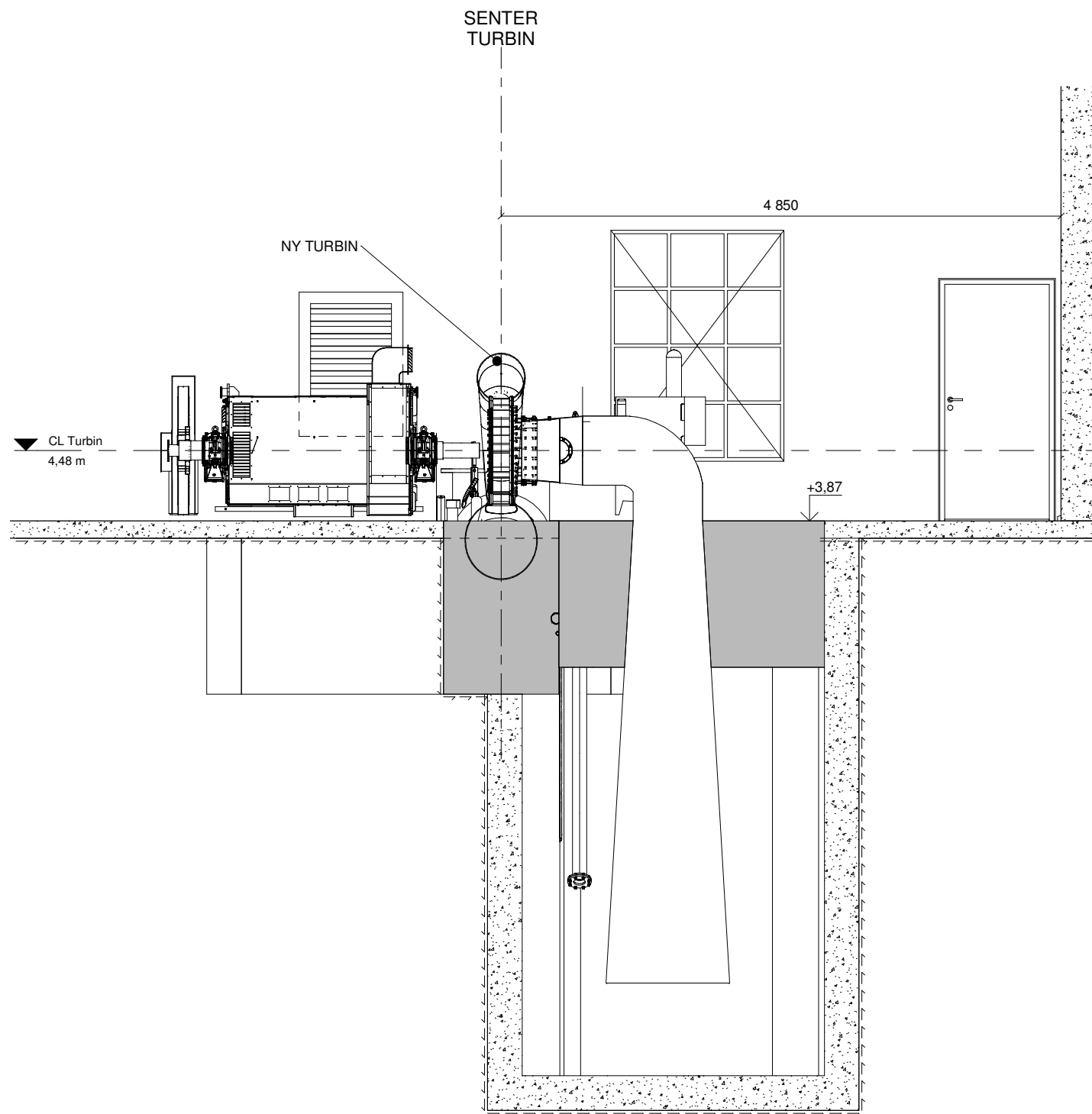
Tegning nr. B-101_B01

Kraftstasjon. Snitt Kraftstasjon. Plan. Arrangement. Arrangement

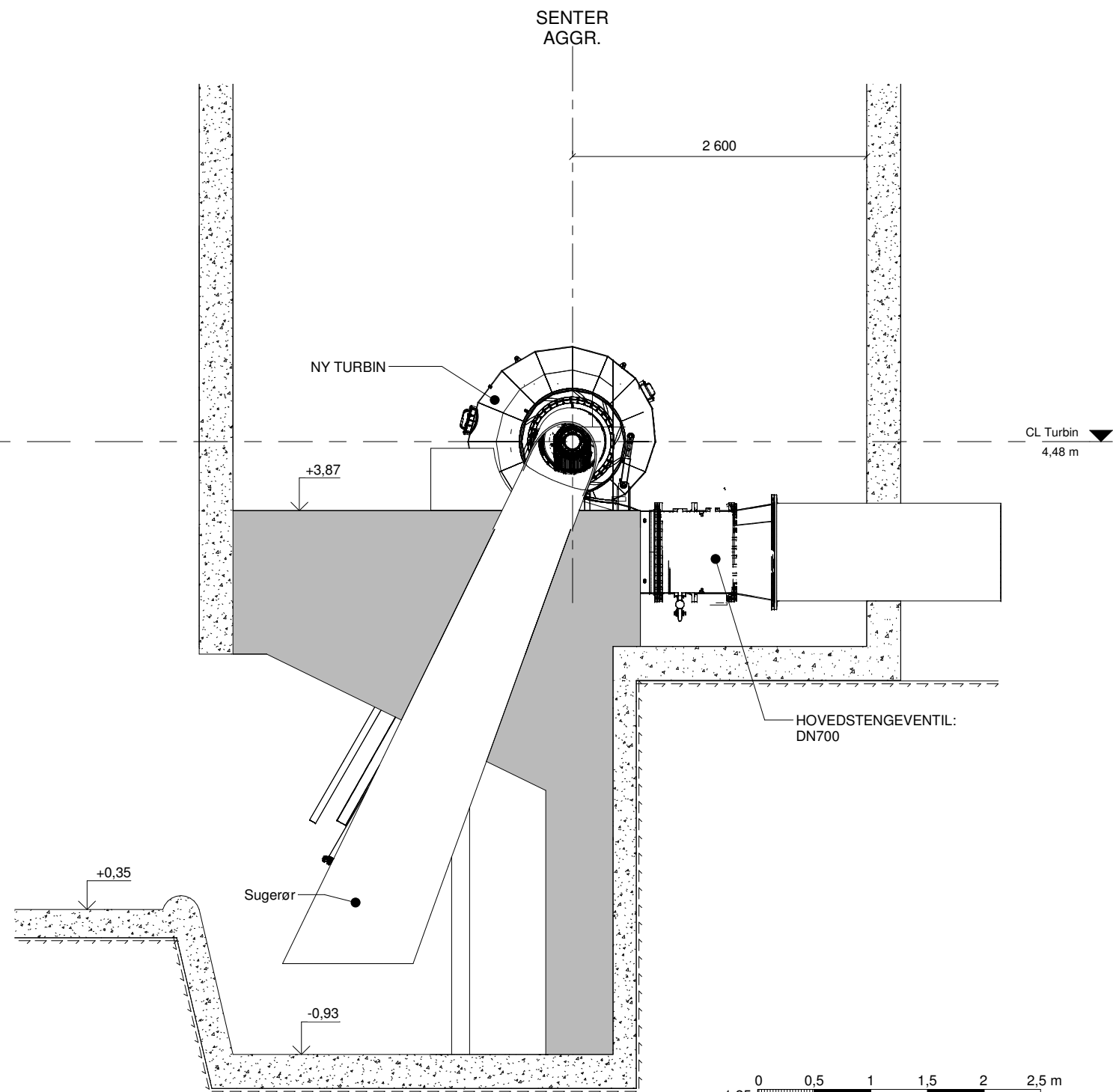


PLAN
1 : 50

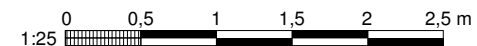
B01	2019-01-08	FOR KOMMENTAR HOS OPPDRAGSGIVER	SNNap	RuHeg	KG
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvålen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
Hammerfest Energi AS					1 : 50
BREIVIKBOTN KRAFTVERK FORPROSJEKT KRAFTSTASJON PLAN ARRANGEMENT					
Norconsult		Oppdragsnummer 5186978	Tegningsnummer B-100	Revisjon B01	



SNITT A
1 : 25



SNITT B
1 : 25



B01	2019-01-08	FOR KOMMENTAR HOS OPPDRAGSGIVER	SNNap	RuHeg	KG
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
Hammerfest Energi AS					1 : 25
BREIVIKBOTN KRAFTVERK FORPROSJEKT KRAFTSTASJON SNITT ARRANGEMENT					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5186978	B-101	B01	

Vedlegg F Trasé for vannforsyning til smoltanlegg

Tegning nr. Z-20-01_D01

Trasé for vannforsyning. Plan- og profiltegning

Vedlegg G Bilder

Tappeventil dam Øvre Eggevatn



Tappeventil



Hydraulisk pådrag på tappeventil



Hydraulisk pådrag på tappeventil



Hydraulikkør fra tappeventil



Hydraulikkør fra tappeventil



Solpanel og lokasjon for styreskap til ventil i bakgrunnen

Dam Nedre Eggevatn og rørgate



Dam Nedre Eggevatn med buntappeløp og ventilkammer



Elveleie lang juv nedstrøms dam Nedre Eggevatn



Buntappeventil



Dam Nedre Eggevatn med ventilkammer



Rørbruddsventil i ventilkammer



Rørbruddsventil i ventilkammer



Øvre strekning av rørgate



Øvre strekning av rørgate



Rørgate ned mot sving



Rørgate ned mot sving



Rørgate parallelt med elveleie langs juv



Sving på rørgate



Rørbru ved sving



Rørbru ved sving



Rørbru ved sving



Utsyn mot Høyvika bak bygninger



Sving på rør etter at røret forlater elveleiet nedstrøms dam



Rørgate opp mot sving



Rørgate med rørbru sett nedover mot riksvei



Rørgate sett fra riksveibru



Kryssing av rørgate under riksveibru



Rørgate sett ned mot kraftstasjon

Kraftstasjon



Generator, svinghjul og turbin



Turbin med hovedstengeventil



Turbin med sikkerhetsventil



Svinghjul



Kjettingdrevet løpekatt



Kontrollanlegg



Apparatanlegg fra 1995



Batterianlegg fra 1995



Hovedtransformator fra 1996



Adkomstport inn til kraftstasjon



Avløp



Avløp med lekkasje fra stengt sikkerhetsventil

Høyvika og området mot Breivikbotn



Tomteareal i Høyvika sett mot Breivikbotn



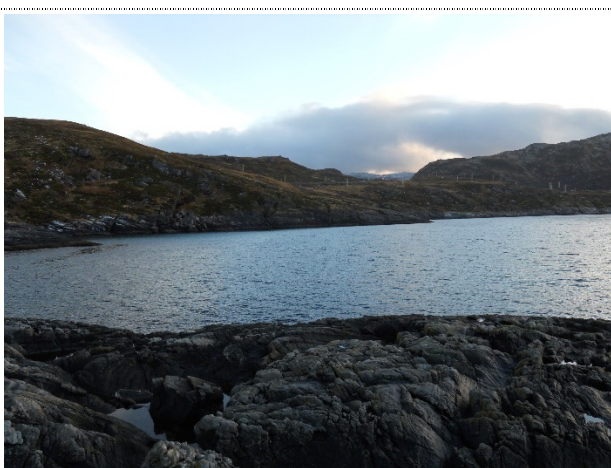
Tomteareal i Høyvika sett mot Breivikbotn



Strandsone ved tomteareal i Høyvika, mulige massuttak i bakgrunnen



Strandsone ved tomteareal i Høyvika



Strandsone ved tomteareal i Høyvika



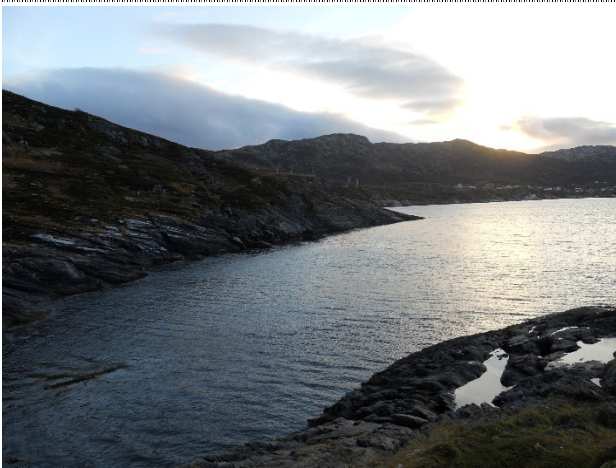
Strandsone ved tomteareal i Høyvika



Strandsone ved tomteareal i Høyvika



Strandsone ved tomteareal i Høyvika



Strandsone mot tomteareal i Høyvika



Sett mot Breivikbotn ca. halvveis mot Høyvika



Sett mot Breivikbotn ca. halvveis mot Høyvika



Adkomstvei opp til dam Nedre Eggevatn, rørgate i bakgrunnen