

Hammerfest Energi AS / Cermaq AS

► **Breivikbotn kraftverk**

Nytt turbinrør og vannforsyningsrør til smoltanlegg

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



Oppdragsgiver: Hammerfest Energi AS / Cermaq AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Harald Johansen (Hammerfest Energi AS) og Knut Andersen (Cermaq AS)
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, N-1338 Sandvika,
Oppdragsleder: Knut Gjermundrød
Fagansvarlig: Yngve Johansen, Alexander Fossgard, Runar Heggen, Sigrid Jacobsen Lofthus
Andre nøkkelpersoner: Helge Flæte, Kristian James Holstad, Frank Mikkelsen

J03	2019-03-07	For bruk	Knut Gjermundrød	Alexander Fossgard	Knut Gjermundrød
B02	2019-03-04	Til oppdragsgiver for kommentarer	Runar Heggen, Alexander Fossgard, Knut Gjermundrød	Alexander Fossgard	Knut Gjermundrød
B01	2019-03-01	Internkontroll	Runar Heggen, Alexander Fossgard, Knut Gjermundrød	Alexander Fossgard m.fl.	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.

► Innhold

1	Bakgrunn	5
2	Trasé for nytt turbinrør og vannforsyningsrør	6
2.1	Generelt	6
2.2	Pel 1100 – 958 Frittliggende turbinrør og vannforsyningsrør i betongkulvert	6
2.2.1	<i>Turbinrør</i>	6
2.2.2	<i>Vannforsyningsrør</i>	7
2.3	Pel 958 - 500: Nedgravd turbinrør og vannforsyningsrør	8
2.3.1	<i>Turbinrør</i>	8
2.3.2	<i>Vannforsyningsrør</i>	8
2.4	Pel 500-440: Overgang til frittliggende turbinrør og elvekryssing	9
2.4.1	<i>Turbinrør</i>	9
2.4.2	<i>Vannforsyningsrør</i>	9
2.5	Pel 440 - 0: Frittliggende turbinrør, nedgravd vannforsyningsrør	9
2.5.1	<i>Turbinrør</i>	10
2.5.2	<i>Vannforsyningsrør</i>	10
2.6	Rørbend/forankringsklosser turbinrør	10
2.7	Inspeksjonsadkomster	11
2.8	Kum med lufteventil	11
2.9	Kum med tilknytning til sjøledninger	11
3	Inntak Nedre Eggevatn	12
3.1	Rørbruddsikring for turbinrør	12
3.2	Rørbruddsikring for vannforsyningsrør	12
4	Risikovurdering	13
4.1	Generelt	13
4.2	Risikovurdering	13
4.2.1	<i>Naturgitt skade</i>	13
4.2.2	<i>Tekniske svikt</i>	14
4.2.3	<i>Menneskelige handlinger</i>	15
4.3	Risiko- oppsummert	15
5	Konsekvenser for magasinstyring med vannforsyning	16
6	Miljømessige konsekvenser	17
7	Fordeler og ulemper ved tiltaket	18
7.1	Fordeler	18
7.2	Ulemper	18
8	Referanser	19

Vedlegg:	Tegning nr. B-201	Trykkrør kraftverk og vannforsyning. Plan pel 0-700. Arrangement
	Tegning nr. B-202	Trykkrør kraftverk og vannforsyning. Plan pel 0-700. Arrangement
	Tegning nr. B-210	Rørgate. Innstøpte rør ved retningsendringer. Typisk utførelse
	Tegning nr. B-220	Rørgate. Typisk grøftetverrsnitt. GRP-rør
	Tegning nr. B-223	Rørgate. Bekkekryssing. Typisk utførelse
	Tegning nr. B-224	Rørgate. Typisk inspeksjonskum
	Tegning nr. B-225	Turbinrør og vannforsyning. Snitt
	Tegning nr. Z-50-01	Vannforsyning til smoltanlegg. Prinsippkum ved kraftstasjon
	Tegning nr. Z-50-02	Vannforsyning til smoltanlegg. Prinsippkum luftekum

1 Bakgrunn

I forprosjektrapporten «Breivikbotn kraftverk – Nytt elektromekanisk utstyr, ny rørgate og vannforsyning til smoltanlegg» er det gjort overordnede vurderinger av trasé for både nytt turbinrør og nytt vannforsyningsrør. For å ivareta krav til driftssikkerhet for vannforsyningsrøret, ble det anbefalt å legge rørene i separate traséer fra kraftstasjonen og opp til inntaket ved dam Nedre Eggevatn. Traséen for vannforsyningsrøret var anbefalt lagt på nordsiden av kraftstasjonen og videre oppover langs nordsiden av elveleiet helt til elva skifter til østlig retning opp mot dam Nedre Eggevatn med kraftverksinntak. Herfra var det tenkt at ledningen skulle graves ned i elvebunnen videre opp til dammen. Separat trasé for turbinrør og vannforsyningsrør ville bety at et mulig rørbrudd på det ene røret i liten grad vil kunne påvirke det andre røret, og på den måten ivareta driftssikkerheten for vannforsyningen til smoltanlegget.

Hammerfest Energi og Cermaq har i etterkant vært i kontakt med NVE som har uttalt at det ikke er akseptabelt å legge vannforsyningsrøret i egen trasé. Norconsult er derfor bedt om å endre løsning slik at trasé for vannforsyningsrøret i størst mulig grad følger turbinrøret. Denne løsningen krever en del tiltak som beskrevet i rapporten for å sikre vannforsyningsrøret mot skader ved et evt. brudd på turbinrøret. Disse tiltakene vil bety merkostnader i forhold til kostnadsoppsettet i ovennevnte forprosjektrapport men er ikke konkretisert i denne rapporten.

Denne rapporten gir en nærmere beskrivelse av trasé for turbinrør og vannforsyningsrør fra inntaket i Nedre Eggevatn og fram til kraftstasjonen, hvor grensesnitt for vannføringsrør omhandlet i denne rapporten er kum ved kraftstasjon med overgang til overføringsrørene til smoltanlegget i Høyvika. Overføringsrørene som er planlagt lagt som sjøledninger vil bli håndtert som egen sak av Cermaq AS gjennom reguleringsplan og akvakultursøknad for settefiskanlegg.

2 Trasé for nytt turbinrør og vannforsyningsrør

2.1 Generelt

Vannveien mellom inntaket i Nedre Eggevatn og kraftstasjon har en lengde på ca. 1100 m. Vannforsyningsrøret her vil være et PE-rør med ytterdiameter på 400 mm. Turbinrøret i denne rapporten består av GRP-rør med dimensjon på DN1200. Hammerfest Energi har imidlertid besluttet at tidligere krav om drift av kraftverket på eget nett bortfaller slik at diameteren på tilløpsrøret kan reduseres til DN900, noe som vil kunne gi noen forenklede tilpasninger i forhold til det som er beskrevet i denne rapporten i tillegg til reduserte rørkostnader.

Traséen kan inndeles i følgende strekninger (sett i vannets retning):

- 1) Pel 1100 – 958: Frittliggende turbinrør og vannforsyningsrør i betongkulvert
- 2) Pel 958 - 500: Nedgravd turbinrør og vannforsyningsrør
- 3) Pel 500 - 440: Overgang til frittliggende turbinrør og elvekryssing
- 4) Pel 440 - 0: Frittliggende turbinrør, nedgravd vannforsyningsrør

2.2 Pel 1100 – 958 Frittliggende turbinrør og vannforsyningsrør i betongkulvert

I øvre del av traséen opp mot inntaket ligger eksisterende turbinrør på fundamenter langs en liten «hylle» mellom elva og den bratte bergskråningen. Det er et trangt område og strekningen gir få muligheter til å etablere adskilt trasé for vannforsyningsrør og turbinrør, uten å gjøre vesentlige terrenginngrep. Legging av vannforsyningsrør i elva har NVE uttalt seg negative til. Nedgraving av røret er vanskelig langs denne strekningen.



Figur 1 Bilde ved ca. pel 1000

2.2.1 Turbinrør

Nytt turbinrør er foreslått plassert på eksisterende mellomfundamenter langs strekningen. Dette krever noen modifikasjoner og forsterkninger av mellomfundamentene.

1. Nye rørsadler

For at GRP rørene skal kunne ligge på fundamentene må toppen fjernes (ca. 100 mm lavere enn nivået til underkant dagens trerør). Grunnen til dette er dimensjonsforskjellen. Når rørene er plassert i riktig høyde til montasjejern som settes i den eksisterende betongen, kan nye rørsadler støpes oppunder rørene. Armering skjøtes til eksisterende fundament.

2. Nye krefter

Kraftbildet for GRP-rør er noe annerledes enn for trerør. Mens trerør er en kontinuerlig rørstreng med små krefter i lengderetningen, vil GRP-rørene være oppdelt i sammenkoblede rørseksjoner som overfører større krefter til mellomfundamentene på grunn av differanse i koblingskrefter fra vanntrykket og friksjonskrefter ved temperaturendringer. Mellomfundamentene må derfor forsterkes i både lengderetningen og i tverretningen for å unngå velting. I lengderetningen støpes det støtteribber vinkelrett på mellomfundamentene som i prinsippet er en trekantet vegg. Denne støtteribben forankres til berg med bergbolter, og til eksisterende mellomfundament med forankringsjern. I tverretningen settes det strekkstag mellom fundament og berg. Dersom det ikke finnes berg i området der støtteribben er tenkt plassert, må det i stedet støpes en plate med tilstrekkelig vekt for å oppnå stabilitet.

2.2.2 Vannforsyningsrør

For å beskytte vannforsyningsrøret i størst mulig grad langs denne strekningen er det vurdert ulike løsninger med å legge røret i en lukket betongkulvert, eller som «rør i rør». Betongkulvert kan lages som prefabrikkerte seksjoner med lengde tilsvarende avstanden mellom fundamentene. Kulvertseksjonene forankres til berg med bolter, og legges på nivå med det stedlige terrenget, og vil dermed ligge lavere enn turbinrøret. Kulverten utstyres med demonterbare lokk, slik at man ved behov har tilgang til røret. Kulverten plasseres på elvesiden av turbinrøret, da det er vanskelig å få plass til røret på motsatt side uten å gjøre terrenginngrep.

Det vurderes ikke nødvendig å lage tette skjøter mellom de enkelte prefabrikkerte kulvertseksjonene. Kulverten skal ha drenering slik at vannfylt kulvert normalt ikke skal kunne skje. Røret klamres likevel til kulverten slik at det ligger stabilt om kulvert skulle bli vannfylt.

Erfaringspriser fra tilsvarende kulverter benyttet for kabelføringer, tilsier at man kan forvente en enhetspris på ca. 5000-6000 kr/m. Budsjettpris for betongkulvert inkludert montering og forankring er vurdert å ligge på ca. 10.0000 kr/m.

En annen mulig løsning er å legge PE-røret i et beskyttelsesrør. F.eks. kan vannforsyningsrøret trekkes inn i duktile støpejernsrør (DSJ) i dimensjon DN500. DSJ røret må ha opplagring i form av mellomfundament, minimum 1 stk. pr rør. Opplagringen av DSJ røret må utføres slik at skadepotensialet ved brudd på turbinrøret er minst mulig. Det betyr f. eks. at mellomfundamentene bør forankres til berg. Ulempen med denne løsningen er at vannforsyningsrøret blir utilgjengelig for tilsyn. Hvorvidt en slik løsning er kostnadsbesparende sammenlignet med å legge i kulvert må eventuelt avklares nærmere.

Endelig løsning for beskyttelse av vannforsyningsrøret på denne strekningen bestemmes i prosjekteringsfasen.

Se tegning B-225 for snitt av turbinrør på fundamenter og PE- rør i betongkulvert.

2.3 Pel 958 - 500: Nedgravd turbinrør og vannforsyningsrør

Både vannforsyningsrøret og turbinrøret er planlagt nedgravd fra pel 958-500, og traséen vil være på sørsiden av elva.



Figur 2 Nedgravd del av traséen for turbin- og vannforsyningsrør oppstrøms elvekryssing

Mellom pel 958 – 852 vil traséen ligge i en utsprengt nisje. Begge rørene vil gå over fra frittliggende til nedgravd ved ca. pel 958, og ligge nedgravd resten av strekningen. Det vil bli etablert en forankringskloss med rørbend ved overgang fra frittliggende til nedgravd turbinrør. Det vil også være behov for forankringskloss med rørbend ved nedstrøms ende av den utsprengte nisjen, pel 866. Vannforsyningsrøret vil bli ført opp i rørkulvert og krysse under turbinrøret ved overgang til skjæringen. Det må etableres utluftingsmulighet med lufteventil i en kum like etter kryssingen av rørene.

Langs mye av denne strekningen heller terrenget ned mot elva. Det er derfor lagt til grunn at vannforsyningsrøret bør ligge på oversiden (sørsiden) av turbinrøret, slik at lekkasje- eller bruddvannføring fra turbinrøret i størst mulig grad vil drenere ut i elva uten å påvirke vannforsyningsrøret.

2.3.1 Turbinrør

Langs første del av strekningen er det en utsprengt nisje. Her blir det ikke behov for å lage rørgrøft, men det stilles normalt krav til omfylling av masser. Minimumsoverdekning for turbinrøret er 0,8 m referert til topp rør. Grøfta videre ned etter skjæringen får da en minste dybde på 2,3 m. Flere områder langs strekningen vil røret ligge dypere, avhengig av de stedlige forholdene. Med en grøftedybde på 2,3 meter kan det forventes en grøftebredde i topp av grøft på 9 meter. Se typisk tegning B-220.

2.3.2 Vannforsyningsrør

For øvre del av strekningen vil røret ligge i den utsprengte nisjen mellom pel 866 – 958. På grunn av begrenset plass på utsprengt nisje, og lite fleksibilitet for turbinrøret, er det forutsatt at det støpes en betongvegg mellom turbinrøret og vannforsyningsrøret. Veggene vil utgjøre en barriere og skille mellom rørene, og redusere risikoen for at lekkasje eller brudd på ett rør medfører skade på naborøret. Betongveggen forankres til berg med bergbolter.

Videre nedover etter skjæringen skråner terrenget ned mot elva. Det er derfor lagt til grunn at vannforsyningsrøret bør ligge på oversiden (sørsiden) av turbinrøret. I tillegg bør man så langt som mulig ha ca. 10 m avstand mellom turbinrør og vannforsyningsrør. På den måten vurderes det lite sannsynlig at vannforsyningsrøret vil bli berørt av et mulig rørbrudd på turbinrøret. Et tenkt brudd på vannforsyningsrøret vil gi vesentlig mindre bruddvannføring, og har dermed begrenset skadepotensiale for turbinrøret.

Se tegning B-225 for typisk snitt.

2.4 Pel 500-440: Overgang til frittliggende turbinrør og elvekryssing

Ved ca. pel 500 planlegges det overgang fra nedgravd til frittliggende turbinrør. I samme område vil vannforsyningsrøret som er nedgravd, krysse under turbinrøret. Deretter skal rørene krysse elva. Turbinrøret vil krysse elva opplagret på fundamenter, mens vannforsyningsrøret krysser under elva. For at avstanden til huset ved ca. pel 420 skal bli størst mulig må turbinrøret krysse elva på nye fundamenter.

2.4.1 Turbinrør

Turbinrøret legges på gaffelfundamenter med fundamentavstand på ca. 6 meter. Det er lagt til grunn at fundamentene i elvekryssingen kan forankres til berg. Nedstrøms elvekryssingen vil nytt turbinrør legges noe nærmere elva enn eksisterende trerør. Dermed blir det bedre plass til å legge det nedgravde vannforsyningsrøret på nordsiden, uten å gjøre inngrep for tett innpå boligen nærmest elvekryssingen.

Høyde på turbinrøret og opplagringspunktene over elva må avklares med anleggseier ut fra hva som er påregnelig vannstandsstigning i elva i en flomsituasjon.

2.4.2 Vannforsyningsrør

Vannforsyningsrøret er nedgravd og krysser under turbinrøret ca. ved pel 500. Selve elvekryssingen vil være ved ca. pel 450. Elvekryssingen etableres med en betongplate som vannet ledes over. Vannforsyningsrøret legges under betongplaten i en omfylling av pukk. Røret vil være utilgjengelig under elvekryssingen, men dette er normal utførelse for turbinrør som krysser elver og en løsning man har gode erfaringer med.

Se tegning B-225 for typiske snitt.

2.5 Pel 440 - 0: Frittliggende turbinrør, nedgravd vannforsyningsrør

På denne strekningen skal turbinrøret være frittliggende på nye mellomfundamenter, mens vannforsyningsrøret blir nedgravd på nordsiden av turbinrøret.



Figur 3 Nedre del av traséen for turbin- og vannforsyningsrør

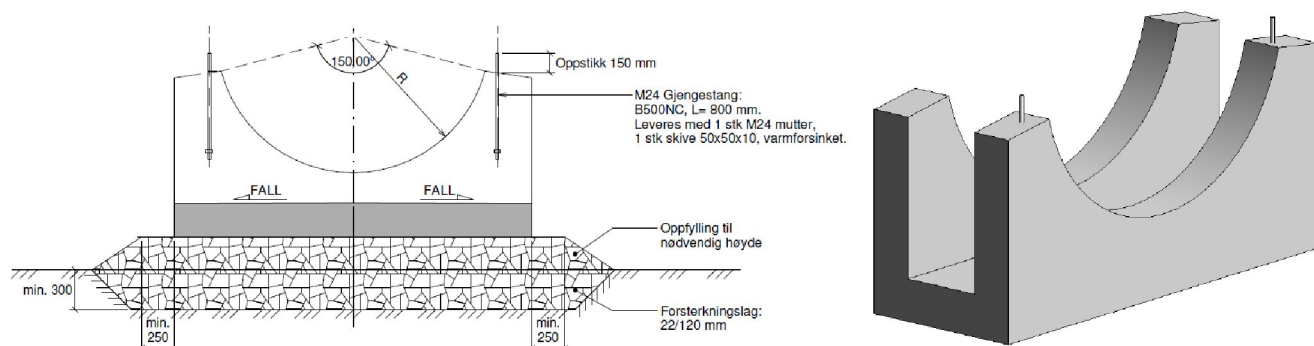
2.5.1 Turbinrør

Turbinrøret legges på gaffelfundamenter med fundamentavstand på ca. 6 meter. Nedstrøms elvekryssingen frem til ca. pel 350 vil nytt turbinrør legges noe nærmere elva enn eksisterende trerør for å gi plass til vannforsyningsrøret. Fra pel 350 og ned til kraftstasjon vil det nye turbinrøret følge traséen til dagens trerør.

Ved pel 100 krysser turbinrøret under brua til fylkesveien. Turbinrøret vil følge samme trasé som dagens stålrør ned til kraftstasjonsvegg.

På grunn av de stedlige forholdene vil det bli vanskelig eller kostbart med nedgravde rør for denne delen av vannveien (kryssing av bru og rørgate lavere enn kotenivå elv). Gaffelfundamenter anses derfor å være den rimeligste løsningen. Gaffelfundamentene kan fundamenteres på både berg og løsmasser. I samråd med entreprenør kan disse fundamentene også prefabrikeres for å redusere byggetiden.

Se typisk tegning av gaffelfundament for GRP rør i Figur 4.



Figur 4 Gaffelfundament GRP-rør

2.5.2 Vannforsyningsrør

Fra elvekryssingen legges vannforsyningsrøret nedgravd på nordsiden av turbinrøret. Langs første strekning etter elvekryssingen legges vannforsyningsrøret inntil skråning/voll, uten å gjøre inngrep for tett inn på boligen nærmest elvekryssingen. Ca. ved pel 380 og ned til kraftstasjonen vil vannforsyningsrøret følge veien på nordsiden av elva. Denne traséen gir begrenset med inngrep tett på eiendommer/boliger. Den sikrer også god avstand mellom turbinrør og vannforsyningsrør og bidrar positivt til leveringssikkerheten til smoltanlegget. Der PE- røret krysser veien må dette avklares med statens vegvesen, og veien må tilbakeføres i den veiklassen veien har. Det må etableres mulighet for forbikjøring i anleggsperioden. Nødvendig overdekning på avklares med leverandør av PE-rør.

2.6 Rørbend/forankringsklosser turbinrør

Det antas at det må støpes totalt 9 forankringsklosser ved retningsendringer av turbinrøret. Forankringsklossene kan fundamenteres på både berg og løsmasser. Ved løsmassefundament må selve innstøpingen av bendet etableres på en bunnplate slik at den globale stabiliteten blir tilfredsstillt.

Se typisk tegning B-210.

Med bortfall av krav om drift av kraftverket på eget nett kan diameteren på tilløpsrøret reduseres til DN900, som muligens kan gjøre at antall bend kan reduseres. Dette fordi mindre diameter vil kunne tillate noe større avvinkling i rørskjøtene for å opp kurvatur langs rørtraséen uten behov for bend som krever innstøping i forankringsklosser. Dette vil bli vurdert nærmere ved eventuell videreføring av prosjektet.

2.7 Inspeksjonsadkomster

Med lengden på turbinrøret fra inntaket og ned til kraftstasjonen vil det være behov for 2 stk. inspeksjonsadkomster (i tillegg til inspeksjonsadkomst ved kraftstasjonen og ved inntaket). Foreslått plassering er ved pel 400 og pel 800. For inspeksjonsadkomst ved pel 400 er det ikke behov for egen kum siden røret her vil være frittliggende.

Se typisk tegning B-224.

2.8 Kum med lufteventil

Der vannforsyningsrøret legges med høybrekk, må det etableres kum med lufteventil. Prinsippskisse av typisk luftekum er vist på tegning Z-50-02.

2.9 Kum med tilknytning til sjøledninger

Prinsippskisse av kum med tilknytning til sjøledninger ved kraftstasjonen er vist på tegning nr. Z-50-01.

3 Inntak Nedre Eggevatn

3.1 Rørbruddsikring for turbinrør

Det er forutsatt at eksisterende rørbruddsventil i oppstrøms ende av turbinrøret fra rundt 1996 skal beholdes. For å gi plass til uttak for hovedvannforsyning til smoltanlegget oppstrøms ventilen vil det kreves utvidelse av ventilkammeret som også innbefatter ommøblering av eksisterende hydraulikkaggregat, styreskap etc.

3.2 Rørbruddsikring for vannforsyningsrør

Vannforsyningsrøret fra inntaket og ned til kraftstasjon skal behandles av NVE som planmyndighet. Det innebærer at NVEs krav til sikkerhet skal oppfylles, og at vannforsyningsrøret skal ha samme sikkerhetsnivå som turbinrøret. Vannforsyningsrøret må dermed utstyres med rørbruddssikring i oppstrøms ende av røret.

Uttaket for vannforsyningsrøret plasseres på eksisterende stålrør oppstrøms rørbruddsventil. Det sveises på en flensstuss og monteres en revisjonsventil direkte på stussen. Nedstrøms revisjonsventilen monteres det et stålrør med bend, slik at røret går parallelt med turbinrøret. Mot stålrøret settes det på en rørbruddsventil som skal kunne lukke automatisk dersom det oppstår et brudd på vannforsyningsrøret.

Det er ulike måter å detektere et rørbrudd. Det må installeres utstyr som gir signal dersom vannhastigheten i vannforsyningsrøret overstiger en gitt verdi. Driftsvannføringen til smoltanlegget vil variere over året. Det er viktig at måleutstyret kan detektere en endring i vannføringen som skyldes lekkasje eller rørbrudd. Samtidig må man forhindre at det påvirker leveringssikkerheten negativt, f.eks. ved at det gir utilsiktede lukking av rørbruddsventilen.

Et mulig arrangement for å måle en uforutsett endring i vannføring er å måle vannmengde/hastighet både ved inntak og i kum ved kraftstasjon med overgang til sjøledningene til smoltanlegget. Dersom vannføringen i vannforsyningsrøret ved inntaket overstiger vannføringen i sjøledningene, indikerer det lekkasje – eller bruddvannføring på hovedledningen for vannforsyningen mellom inntaket og kum ved kraftstasjon.

Detekteres endring på for eksempel 5 % eller mer, skal det gis signal til kontrollanlegg / driftssentral med varsel, men uten at varselet medfører automatisk lukking av ventil. Automatisk lukking av rørbruddsventilen gis når kun når vannføringen i vannforsyningsrøret ved inntaket overstiger maksimal driftsvannføring med ca. 10 %. På den måten reduseres mulighet for utilsiktede lukking og avbrudd i vannforsyningen. Endelig målearrangement må godkjennes av NVE. Eventuelt vannuttak som tas fra turbinrøret må hensyntas.

4 Risikovurdering

4.1 Generelt

Både turbinrøret og vannforsyningsrøret skal bygges med god sikkerhet. NVEs regelverk gir krav om at vassdragsanlegg med bruddkonsekvens skal bygges etter gitte krav. På den måten skal både risikoen for, og konsekvensen av uønskede hendelser være akseptabel.

Vannforsyningsrøret til smoltanlegg har i tillegg særskilte krav til leveringssikkerhet. Vannforsyningen er en kritisk del av anlegget, og brudd på vannforsyningen vil ha store driftsmessige og økonomiske konsekvenser.

Det er besluttet at det skal være hoved- og reserveforsyning av vann til smoltanlegget. Etter ønske fra NVE skal det forutsettes at røret for hovedvannforsyning skal følge samme trasé som turbinrøret fra inntaket ved Nedre Eggevatn og frem til kraftstasjon. Reservevannforsyningen vil være i form av uttak på turbinrøret ved kraftstasjonsvegg. I det etterfølgende er det gjort rede for risikoforhold og mulige løsninger for begge rør i samme trasé mellom inntak og kraftstasjon.

4.2 Risikovurdering

Nedenfor er det satt opp en overordnet vurdering av risikoforhold med tanke på hendelser knyttet til det foreslåtte tiltaket, som er basert på at vannforsyningsrøret følger samme trasé som turbinrøret. På dette stadiet er det ikke foretatt vurdering for de definerte del-strekningene. Det anbefales en detaljert risikoanalyse / -vurdering for den løsningen det velges å gå videre med.

Vurderingene i denne rapporten er basert på følgende ekstraordinære forhold:

- Naturgitt skade
- Teknisk svikt
- Menneskelige handlinger

4.2.1 Naturgitt skade

Hendelse	Beskrivelse	Konsekvens	Tiltak
Snøskred	Brattheng øvre rørstrekning fra dam og ned til sving	Fare for skade på turbinrør og hovedvannledning som krever reparasjon og avbrudd i vannforsyning	Reetablering av takoverbygg langs øvre rørstrekning
Steinskred/-sprang	Brattheng øvre rørstrekning fra dam og ned til sving	Fare for skade på turbinrør og hovedvannledning som krever reparasjon og avbrudd i vannforsyning	Reetablering av takoverbygg langs øvre rørstrekning
Ustabil grunn	Setningsskader	Skader på turbinrør og vannledning som krever reparasjon og avbrudd i vannforsyning	Fundamentering av rør som minimerer faren for setninger
Flom	Fulle magasiner uten flomdemping som gir flovannføring i elveleiet fra dam og ned til kraftstasjon	Fare for utrasing/utvasking i elveleiet langs rørtraséer med fare for skader på turbinrør og vannledning	Legge rør slik at risikoen for skader minimeres. Gjennomføre vannlinje-beregning for å avklare vannstandsstigning langs med elveløpet.
Ekstrem – langvarig kulde	Isdannelse dersom det ikke er gjennomstrømning i rørene	Frostskader	Tømme rør eller frost-tappe ved lengre driftsstans i kuldeperioder

Hendelse	Beskrivelse	Konsekvens	Tiltak
Ekstremnedbør	Utvasking og setningsproblemer langs rørtraséer	Skader på rør og vannledning som gir avbrudd i vannforsyning	Legge rør slik at risikoen for skader minimeres. Sørge for god drenering av rørgrøfter.

4.2.2 Tekniske svikt

Hendelse	Beskrivelse	Konsekvens	Tiltak
Brudd på turbinrørledning	Rørbruddsvannføring med fare for skader langs rørtrasé som igjen medfører skade på hovedvannledning Rørbruddsventil fungerer ikke etter hensikten	Avbrudd i kun reservevannforsyningen med hovedvannledning intakt Avbrudd i både hoved- og reservevannforsyningen dersom hovedvannledningen skades	Hovedvannledning må legges og fundamenteres langs rørtraséen slik at risikoen for skader ved brudd på turbinrør minimeres Fokus på oppfølging og kontrollrutiner under legging av rør for å minimere risikoen for skader eller mangelfull fundamentering, omfylling av masser etc. Tilsynsrutiner som sikrer at rørbruddsventilen fungerer etter hensikten Tilstrekkelig med vern mot utilsiktet lukking av rørbruddeventilen
Brudd på hovedvannledning	Rørbruddsvannføring med fare for skader langs rørtrasé Rørbruddsventil fungerer ikke etter hensikten	Avbrudd i hovedvannforsyningen til smoltanlegget Vannforsyning til smoltanlegget via reserveuttaket på turbinrøret ved kraftstasjonsvegg	Hovedvannledning må legges og fundamenteres langs rørtraséen slik at risikoen for skader minimeres Fokus på oppfølging og kontrollrutiner under legging av rør for å minimere risikoen for skader eller mangelfull fundamentering, omfylling av masser etc. Vurdere å gå opp i trykkklasse evt. med PP-kappe for bedre sikring mot skader Tilsynsrutiner som sikrer at rørbruddsventilen fungerer etter hensikten Tilstrekkelig med vern mot utilsiktet lukking av rørbruddeventilen
Gjentetting av varegrind inntak Dam Nedre Eggevatn	Redusert tilgang på vann ved tilnærmet full gjentetting	Begrenset eller avbrudd på vannforsyningen til smoltanlegget	Utarbeide rutiner for tilsyn med varegrinda. Vurdere etablering av falltapsmåling over grinda.

Hendelse	Beskrivelse	Konsekvens	Tiltak
Gjentetting av tappeventil øvre Eggevatn	Redusert overføring av vann ved helt eller delvis gjentetting av tapperør/ventil	Begrenset eller avbrudd på vannforsyningen til smoltanlegget	Utarbeide rutiner for tilsyn med tappeventil.
Funksjonssvikt i tappeanlegg Øvre Eggevatn	Avbrudd eller redusert overføring av vann til Nedre Eggevatn	Begrenset restvolum i Nedre Eggevatn til vannforsyning av smoltanlegget	Velge løsninger som minimerer faren for funksjonssvikt av tappeanlegget. Ha gode tilsynsrutiner med tappeanlegget.
Magasinstyring	Risiko for avbrudd eller manglende vannforsyning i en tørr periode	Begrenset restvolum i Nedre og Øvre Eggevatn til vannforsyning av smoltanlegget	Etablere magasinstyring av Øvre og Nedre Eggevatn som sikrer at vannforsyningen til smoltanlegget har nødvendig prioritet.

4.2.3 Menneskelige handlinger

Hendelse	Beskrivelse	Konsekvens	Tiltak
Innbrudd / Hærverk	Enkel tilgang for uvedkommende. Bevisst eller utilsiktet manøvrering av stengeventiler eller skade på kritisk utstyr	Svikt i overføring fra Øvre Eggevatn, eller på hoved- og/eller reserveforsyning.	Sørge for tilstrekkelig adkomsthindring til tappeventil i Øvre Eggevatn, ventil-kammer i inntak Nedre Eggevatn, og kum med stengeventiler ved kraftstasjon.

4.3 Risiko- oppsummert

Siden vannforsyningen til smoltanlegget har meget høyt krav til pålitelighet er det en fordel at trasé for vannforsyningsrøret i størst mulig grad er godt separert fra turbinrøret for å minimere risiko for skade på vannforsyningsrøret ved eventuelt brudd på turbinrøret. I denne forbindelse kan en separat risiko- /ROS analyse vise seg fordelaktig.

Siden vannuttak for vannforsyning anses som konsesjonspliktig, anbefales det eventuelt en nærmere avklaring med NVE om hvorvidt føring av vannforsyningsrøret i egen trasé som foreslått i forprosjektet allikevel kan aksepteres.

5 Konsekvenser for magasinstyring med vannforsyning

Basert på produksjonsstatistikk og annet grunnlag er det lagt til grunn et middeltilløp til kraftverket på 29,7 mill. m³ pr. år.

Magasinvolumet i øvre og nedre Eggevatn utgjør samlet 9,3 mill. m³.

Generell tappestrategi for magasinene ved simuleringen er basert på å maksimere kraftproduksjonen gitt de hydrologiske forutsetningene og optimal utnyttelse av magasinene både med hensyn til å minimere flomtap og samtidig kjøre med størst mulig fallhøyde. (Høy vannstand i inntaksmagasinet nedre Eggevatn).

Cermaq har lagt fram kurver over normalt vannforbruk til smoltproduksjonen som viser et vannbehov på ca. 2,4 mill. m³ pr. år eller om lag 8 % av et normalt årstilløp, men med betydelige variasjoner avhengig av tørre og våte år. Det vil være et absolutt krav at det er tilgjengelig smoltvann til enhver tid slik at det holdes en magasinreserve som sikrer dette hensynet.

Det antas at det må lages et reglement for framtidig tapping når leveransen av smoltvann kommer i drift.

I driftssimuleringene som er utført, har det ikke vært mulig å legge inn et slikt reglement. For å beregne et tilnærmet tap på grunn av kravet om å holde en reserve til smoltvann er det i simuleringene lagt inn et fiktivt minsteslippingskrav som resulterer i et slippvolum om lag lik det beregnede behovet for smoltvann på 2,4 mill. m³ pr. år. Dette resulterer i et beregnet produksjonstap på 0,33 GWh pr. år. Dette er en teoretisk verdi som må betraktes som et minimum.

Konsekvensene av restriksjonene i et reglement bør beregnes sikrere når et reglement eventuelt foreligger.

6 Miljømessige konsekvenser

I alle konsesjoner etter vassdragslovgivningen er det vilkår om at detaljplaner som omhandler miljø og landskap skal godkjennes av NVE. De fysiske arbeidene kan ikke settes i gang før det foreligger godkjent plan for tiltaket. NVE sin saksbehandling omfatter prosessen fra konsesjonsbehandling til ferdig anlegg, og erstatter byggesaksbehandling etter plan- og bygningsloven. Konsesjonsgitte vassdragsanlegg er med andre ord unntatt fra byggesaksbehandling etter plan- og bygningsloven.

Detaljplanbehandlingen for vassdragsanlegg bygger på at en rekke forhold er avklart gjennom konsesjonsprosessen, blant annet ytre rammer for arealbruk, bruk av vannressursen og forholdet til grannelova og nabovarsling. Det er konsesjonæren som er ansvarlig for at slike forhold er ivaretatt.

Opprustnings- og utvidelsesprosjekter kan ha så små nye negative virkninger at de får fritak fra egen konsesjonsbehandling. Dette kan typisk være at det bygges nytt kraftverk som erstatter et gammelt uten at reguleringene endres, slik tilfellet er med planlagt oppgradering av Breivikbotn kraftverk. I slike prosjekter må det likevel utarbeides detaljplan for miljø- og landskap før arbeidet i felten kan starte.

Detaljplan for miljø- og landskap skal blant inneholde et arealbrukskart der permanente og midlertidige inngrepsgrenser vises. Mulige problemområder som følge av tiltaket for naturmiljø, landskap, kulturmiljø og kulturminner skal beskrives.

Enhver utbygging er underlagt en rekke lovverk utover det NVE forvalter. Spesielt for anlegg med konsesjon etter vassdragslovgivningen hviler det et stort ansvar også for å se til at forholdet til annet lovverk er ivaretatt. Blant annet gjelder dette forurensingslov, plan- og bygningslov og kulturminnelov. Detaljplanen skal inneholde en kort redegjørelse for hvordan forholdet til annet relevant lovverk er ivaretatt.

NVEs tilbakemelding til Hammerfest Energi og Cermag tyder på at de ser for seg separat behandling av prosjektet med ny vannforsyning, og det som gjelder oppgradering av kraftverk og turbinrør. Det vil innebære at det lages separate detaljplaner til NVE. Skulle NVE likevel anse vannforsyningen som ikke-konsesjonspliktig, er det grunn til å tro at de samlede tiltakene mellom inntak og kraftstasjon kan beskrives i én detaljplan.

Overføringsrørene som er planlagt lagt som sjøledninger vil bli håndtert som egen sak av Cermag AS gjennom reguleringsplan og akvakultursøknad for settefisk.

7 Fordeler og ulemper ved tiltaket

Den dagen tiltaket er ferdigstilt skal situasjonen være tilnærmet slik den er i dag fra inntaket i dam Nedre Eggevatn og ned til kraftstasjonen. Nedenfor er det listet opp noen fordeler og ulemper med det planlagte tiltaket.

7.1 Fordeler

- Etablering av smoltanlegg vil ha betydelig samfunnsnytte lokalt med arbeidsplasser og næringsvirksomhet.
- Etablering av vannforsyning til smoltanlegget har særskilte krav til leveringssikkerhet. Av dette følger det derfor behov for en fornyelse av turbinrøret, som vil utgjøre reserveforsyning til smoltanlegget. Nytt turbinrør som bygges iht. dagens regelverk vil oppnå en høyere sikkerhet enn dagens trerør, selv om sistnevnte pr i dag også har akseptabel sikkerhet.
- Strekning fra fjellskjæring og ned mot elvekryssing vil bli lagt nedgravd, som landskapsmessig vil fremstå fordelaktig framfor en frittliggende rørgate
- Etablering av fjellskjæring ansees fordelaktig for å oppnå en praktisk gjennomførbar og sikker trasé for nytt turbinrør
- Med nytt turbinrør vil driftsforholdene bli bedre sammenlignet med dagens trerør som krever relativt omfattende vedlikehold. I forbindelse med pågående revurdering av rørgaten vil levetiden til både trerøret og stålrøret nederst mot kraftstasjonen bli gitt en levetid på 10 til 15 år før det vil bli behov for omfattende tiltak for å kunne sikre videre drift av kraftverket.

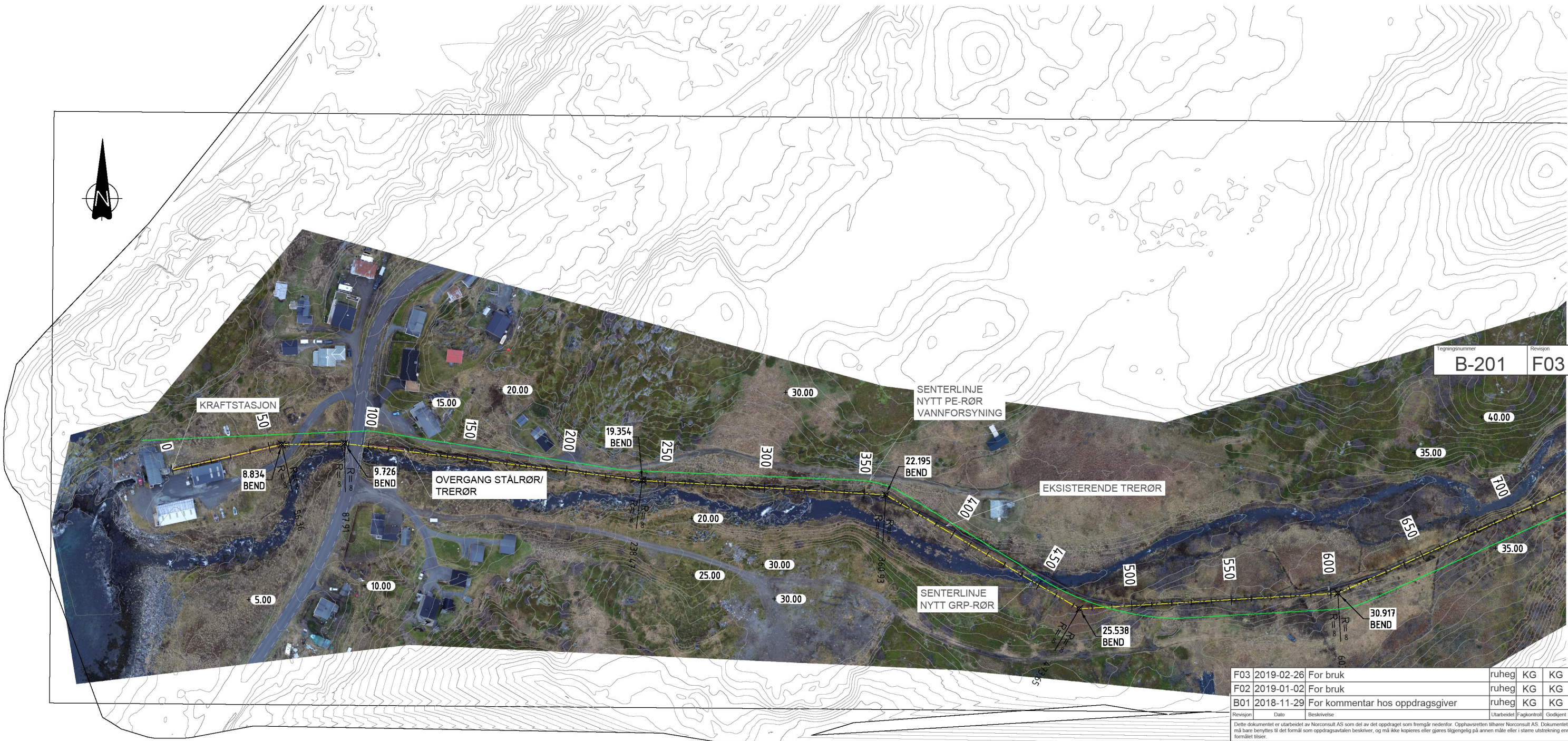
7.2 Ulemper

- Vannforsyningsrøret vil bli liggende i egen rørgrøft parallelt med turbinrøret som vil medføre bredere rørtrasé enn i dag pga. sikkerhetsavstanden mellom rørene for å redusere muligheten for avbrudd i vannforsyningen ved et evt. brudd på turbinrøret. Med arrondering langs rørtraséen med tilbakeføring av stedlige masser og vekstjord er tanken at terrenget etter hvert skal bli reetablert.
- Veiadkomst til boliger oppover langs rørtraséen fra fylkesveien vil stedvis og midlertidig bli berørt av rørgrøfting i forbindelse med legging av vannforsyningsrøret, det samme gjelder kryssing av fylkesveien. Veiadkomst og fylkesveikryssing vil bli reetablert straks vannledningen er blitt lagt i grøft sammen med tilbakefylte masser.
- Etablering av fjellskjæring utgjør et permanent terrenginngrep.. Tiltaket vil bli beskrevet i senere detaljplan som vil bli sendt NVE for godkjenning.

8 Referanser

Før øvrige opplysninger om oppgradering av Breivikbotn kraftverk med nytt elektromekanisk utstyr i kraftstasjonen, økning i kraftproduksjon, vannforsyning til smoltanlegget etc. vises det til forprosjektrapport, rev. J03, datert 2019-03-07.

"N:\51869\5186978\BIM\Kraftproduksjon\Modell\Civil3D\Arbeidsmodell\5186978 - Brevikbotn kraftverk - regale.dwg - RuHeg - Plottet: 2019-02-27, 15:46:44 - LAYOUT = Tegning - Eksisterende tilførsrør - (01) - XREF - RASTER = 18246-201811_1.TIF"



PLAN
1:1000



F03	2019-02-26	For bruk	ruheg	KG	KG
F02	2019-01-02	For bruk	ruheg	KG	KG
B01	2018-11-29	For kommentar hos oppdragsgiver	ruheg	KG	KG

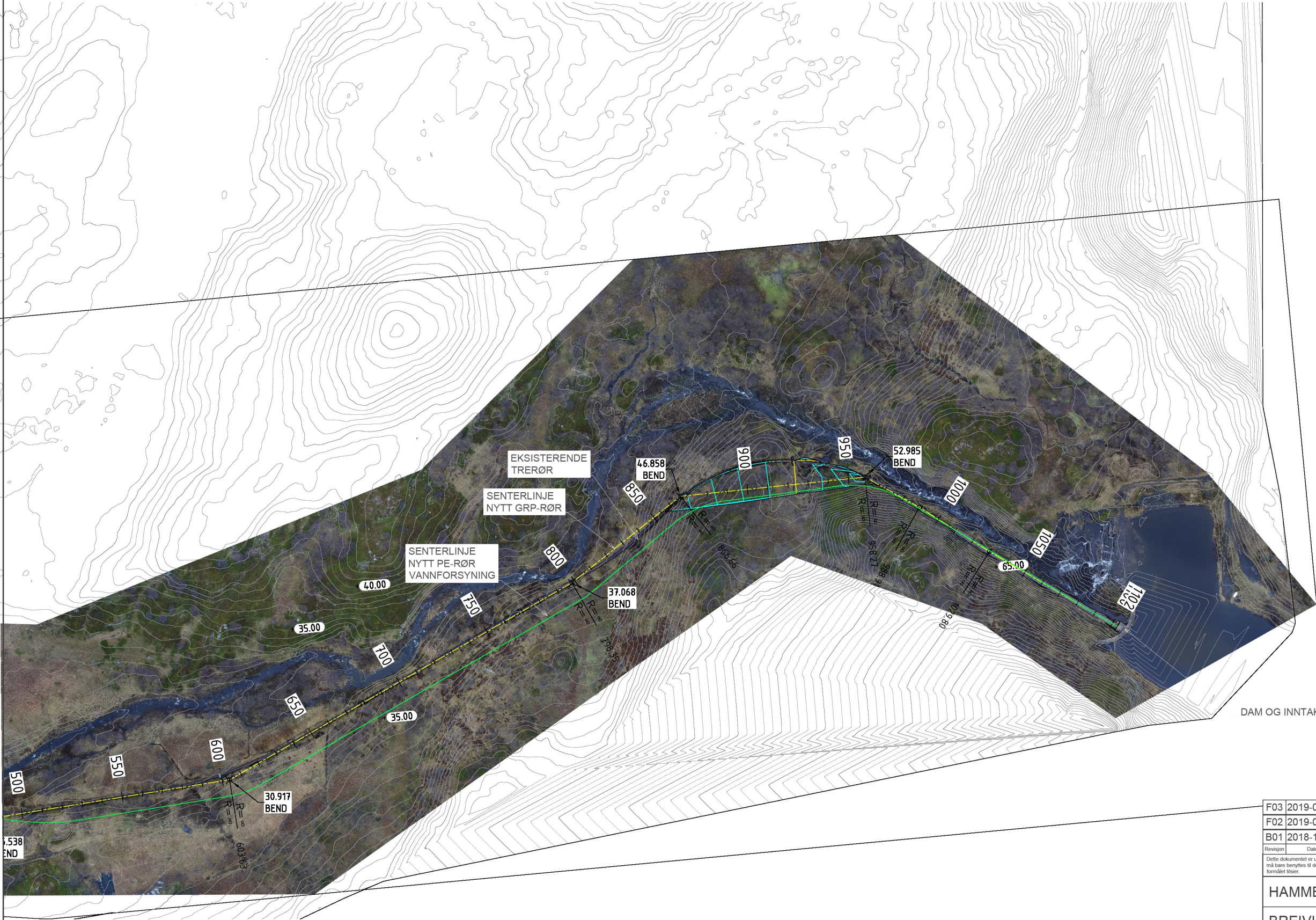
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Hammerfest Energi

BREIVIKBOTN KRAFTVERK
TURBINRØR OG VANNFORSYNINGSRØR
PLAN PEL 0-700
ARRANGEMENT

Norconsult	5186978	B-201	F03
------------	---------	-------	-----

"N:\51869\5186978\BIM\Kraftproduksjon\Modell\Civil3D\Arbeidsmodell\5186978 - Breivikbotn kraftverk - rgrgale.dwg - RuHeg - Plottet: 2019-02-27, 15:49:31 - LAYOUT = Tegning - Eksisterende tilførsrør - (01) - (02) - XREF - RASTER = 18246-201811_1.TIF"



Tegningsnummer	Revisjon
B-202	F03

PLAN
1:1000



F03	2019-02-26	For bruk	ruheg	KG	KG
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
----------	------	-------------	------------	-------------	----------

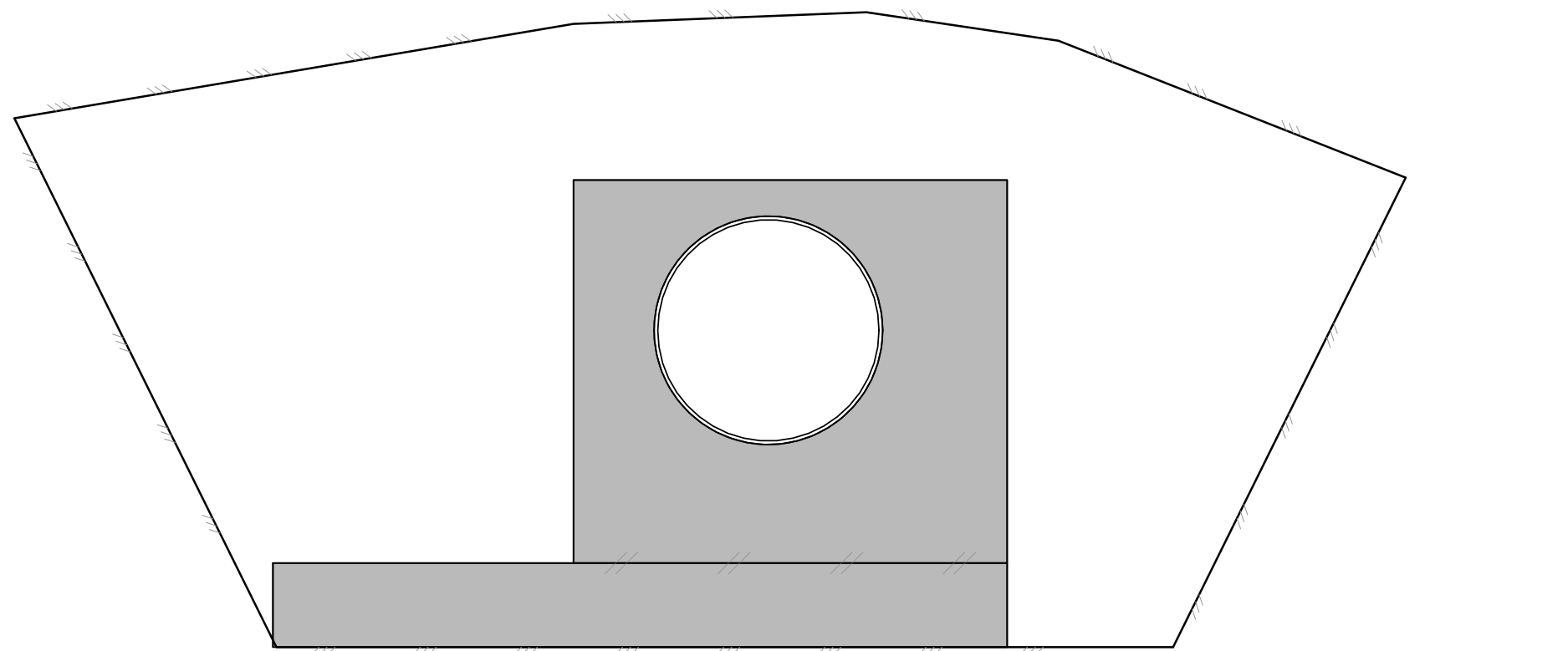
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

Målestokk (gjelder for A1 format):

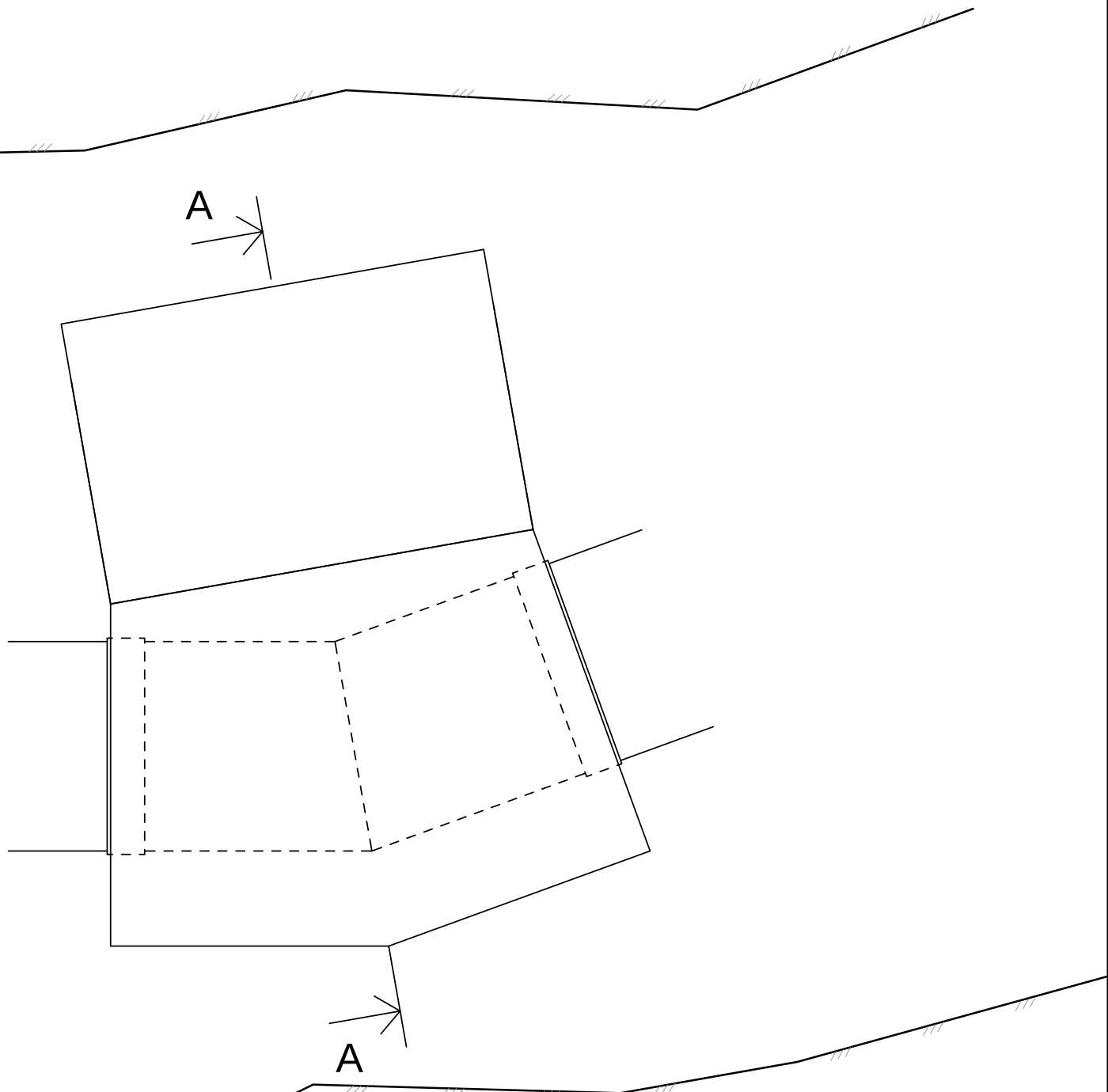
HAMMERFEST ENERGI
BREIVIKBOTN KRAFTVERK
TURBINRØR OG VANNFORSYNINGSRØR
PLAN- OG LENGDESNITT PEL 700-1102
ARRANGEMENT

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5186978	B-202	F03

TYPISK FORANKRINGSKLOSS FUNDAMENTERT PÅ LØSMASSE

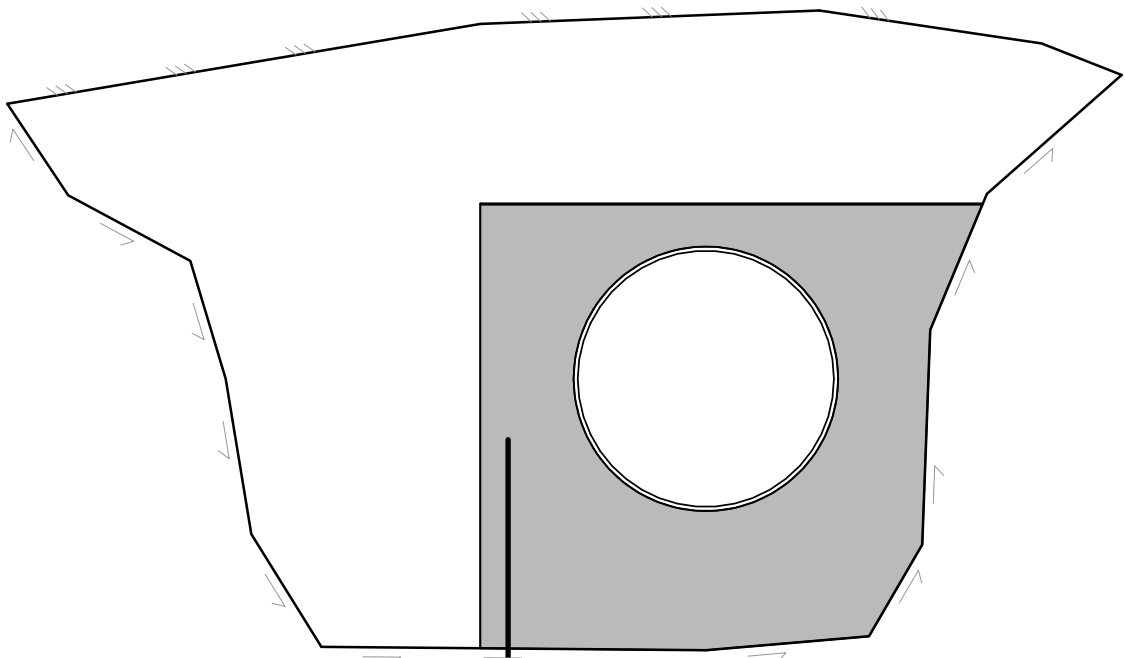


SNITT A-A
1:20

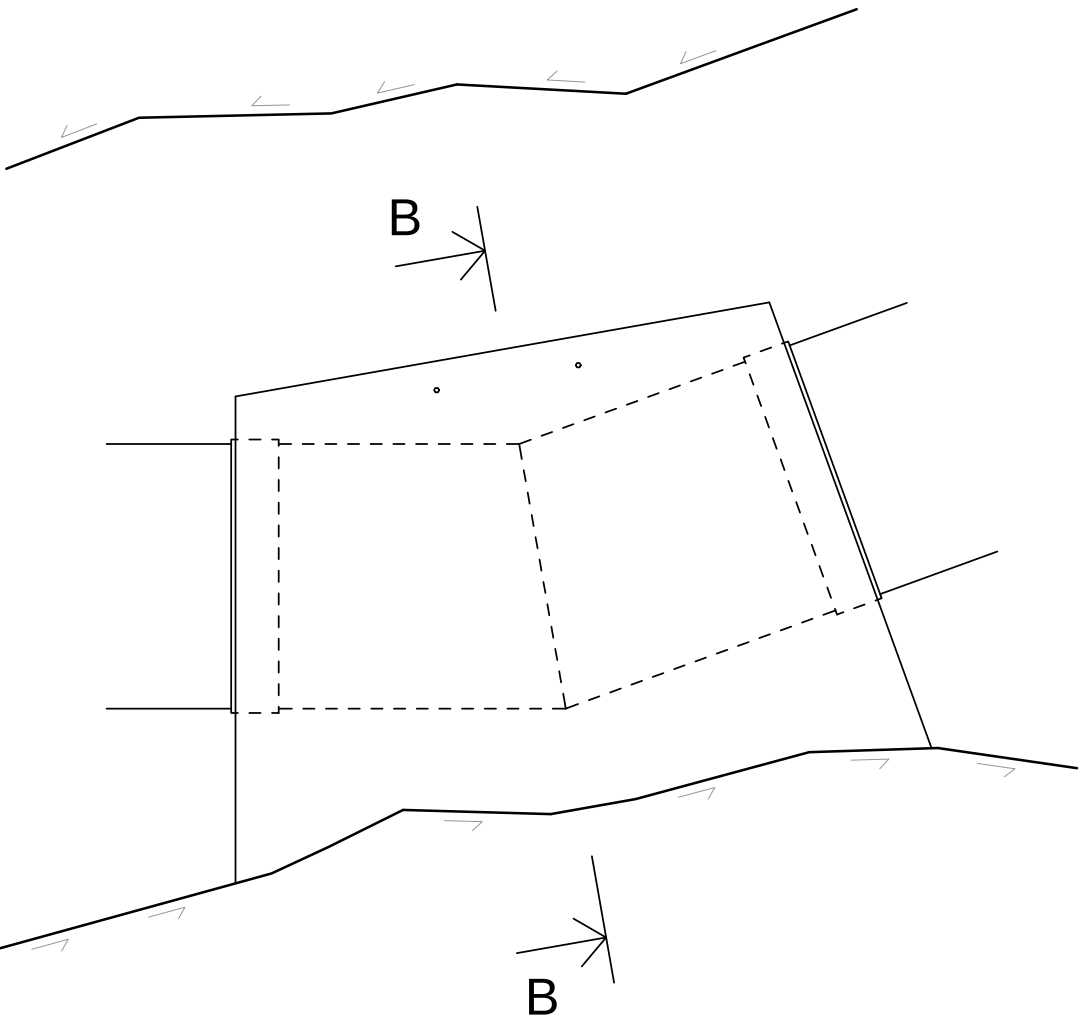


PLAN
1:20

TYPISK FORANKRINGSKLOSS FUNDAMENTERT PÅ FJELL



SNITT B-B
1:20



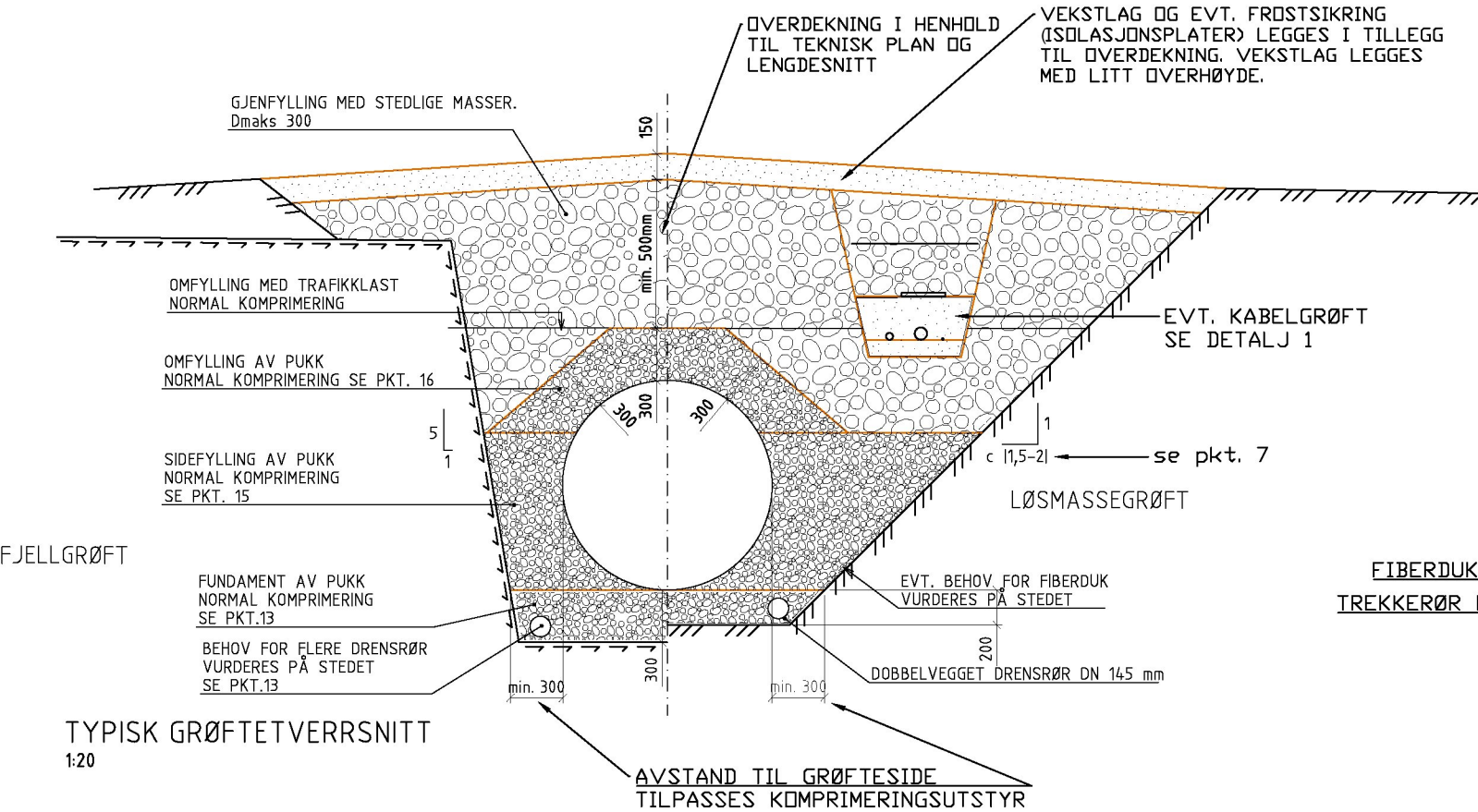
PLAN
1:20

Tegningsnummer	Revision
B-210	01

01	2014-06-12	Typisk utførelse ved retningsendring		EiNor	HMBer	HMBer
Revisjon	Dato	Beskrivelse		Tegnet	Kontrollert	Godkjert
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.						
Oppdragsgiver				Målestokk (gjelder for A1 format)		
				1 : 20		
GENERELL TEGNING						
RØRGATE						
INNSTØPT RØR VED RETNINGSENDING						
TYPISK UTFØRELSE						
Norconsult		Oppdragsnummer		Tegningsnummer		Revision
				B-210		01

GENERELLE ANVISNINGER

1. Arbeidet skal utføres iht. relevante poster gitt i mengdelisten med referansestandarder, rørleverandørens spesifikasjoner samt byggherrens kontrollplaner. Ved avvik skal bestemmelser på denne tegning gjelde.
2. Det skal føres tilsyn med arbeidet av fagkyndig personell og det skal fylles ut sjekklister under arbeidets gang.
3. Avvik i forutsetninger og spesielle forhold protokollføres og skal fortløpende rapporteres til byggherren.
4. Mulig vannsig i terrenget samt bekker etc. skal avskjæres, samles og føres kontrollert forbi anleggstedet. Ved fare for erosjon skal geoteknisk /eller vassdragsteknisk fagkyndig konsulteres.
5. Arbeidet med å legge rør skal foregå i korte seksjoner som ferdigstilles komplett med omfylling og tilbakefylling over røret. Det skal treffes tiltak slik at vann ikke finner vei ned i grøften i et slik omfang at det forårsaker erosjon eller annen skade.
6. Vekstjord som flås av og senere skal tilbakeføres eller anvendes til andre formål skal lagres i ranker med maksimal tykkelse 2 m. Massene skal ikke komprimeres under lagring. Dette for å hindre at den lokale frøbanken skades.
7. Skråningshelning i grøft må tilpasses de lokale forhold og geotekniske forutsetninger. Det graves med så bratt skråning som det de geotekniske forutsetninger tillater (friksjonsvinkel, kohesjon og drenasjeforhold). Ved tvil om stabilitet skal geoteknisk fagkyndig kontaktes. Svekkelse av overflatestabilitet som følge av regn kan hindres ved tildekking med fett fiberduk eller presenning.
8. Det skal sikres at det ikke kan komme blokk etc. trillende fra gravearbeider lengre opp i grøfta når det foregår arbeider i grøft. Monterte rør skal beskyttes ved graving oppstrøms. Det skal som minimum gjennomføres sikker jobbanalyse for arbeid i grøft og skrånende terreng samt for håndtering av rør. Det skal løpende foretas vurderinger om sikkerheten er ivare tatt.
9. Ved etablering av fundament og tilbakefylling skal det påses at grøftebunn og skråninger er rensket for løse, ikke bæredyktige og/eller oppbløtne masser (trimming og planering). Utstikkende blokk fjernes i størst mulig omfang.
10. Bunnbredden i grøft skal være slik at foreskrevn komprimering innunder og på siden av røret kan foretas på en tilfredsstillende måte. Dette vil være en funksjon av rørdimensjon, skråningshelning og type oppfyllingsmasser.
11. Det tillates ikke frost i trauet (grøftesider og bunn) eller i rørseng, omfylling- eller tilbakefyllingsmassene. Ved vinterarbeid skal nødvendige forhåndsregler tas for å unngå dette (jobbe i korte seksjoner og/eller isolere trauet og tilbakefyllingsmassene under arbeidets gang).
12. Dersom tilførte masser ikke tilfredsstiller filterkriteriet (D85%fin > 0,2 x D15%grov der D85%fin = siktåpning hvor 85% av de fine massene kan passere, mens D15%grov = siktåpning hvor 15% av de grove massene kan passere), skal det anvendes fiberduk mot trauet ved fylling for fundament og omfylling. Det skal påses at det ikke dannes hulrom bak fiberduk. Normalt anvendes fiberduk bruksklasse 2, men dersom det er grove stein/blokk i trauet som kan skade duken, anvendes bruksklasse 4.



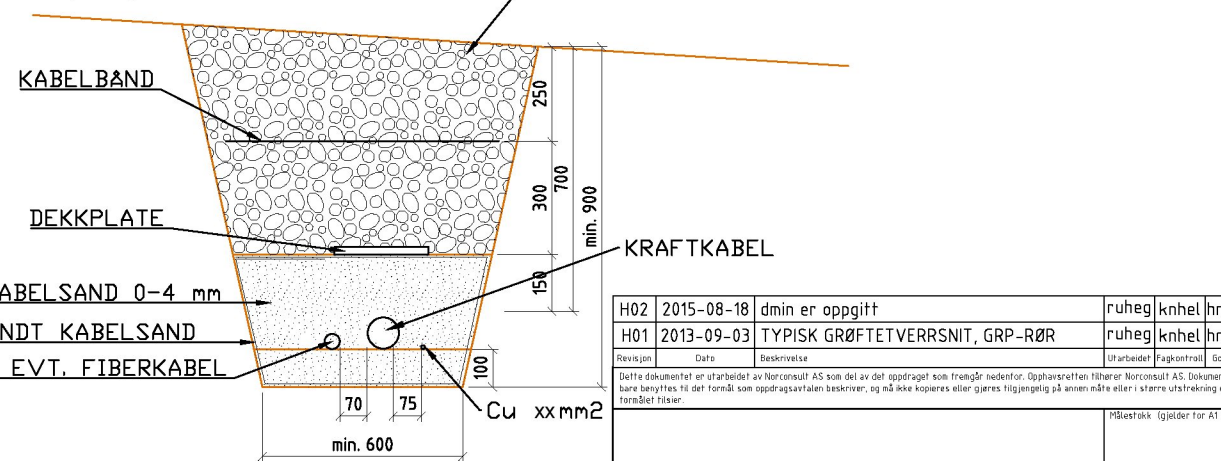
13. Fundamentet/rørsengen skal ha en tykkelse som angitt på snitt. Der hvor stein, harde partier, bløt, løs, ustabil og/eller svellende masse finnes i grøftebunn, kan det være nødvendig å øke tykkelsen på fundament/rørseng, for å oppnå lik langsgående støtte for røret. Det skal anvendes pukk tilpasset rørdimensjonen. Fundamentet gis normal komprimering iht. NS3458. Drensrør skal føres ut til siden og ut på terreng for hver 100-150 m. Ved hvert uttrekk av drensrør skal det anlegges en terskel av tette masser (leire, morene i duk), evt. betong. Terskelen skal gå min 1/3 opp på røret.
14. Etter at rørseng er preparert og planert må området der røret skal ligge løsnes i en bredde på ca. 150 mm (f. eks. med rake) til en dybde av maksimalt 50 mm. Dette skal utgjøre en veldefinert kontaktflate for røret. Rørsengen må være forsenket ved hver muffe for å unngå at røret ligger og rir på muffene.
15. Sidefylling av røret skal skje med pukk tilpasset rørdimensjonen. De første lagene av sidefyllingen legges tynt ut og stappes innunder røret ved hjelp av en plank el. tilsvarende ("stampestokk"). Videre sidefylling skal skje lagvis på annehver side av røret. Hvert lag bearbeides til normal komprimering (iht. NS3458) opp til et minimum på 70% av DN regnet fra uk røret.
16. Til minimum 300 mm over rør skal det fylles med masser av samme kvalitet og fraksjon som omfyllingsmassene.
a. Ved trafikklast skal det fylles i hele grøftas bredde og utføres normal komprimering. Komprimeringen over rør må kun foretas med utstyr tilpasset overdekning over røret på det gitte tidspunkt (se leverandørens spesifikasjoner).
b. Dersom røret ikke vil bli utsatt for trafikklast hverken i anleggstiden eller senere, kan fyllingen med omfyllingsmasser reduseres til en pute på 300 mm som en bue over røret (se tegning).
17. Maksimal tillatt korttidsdeformasjon av røret er 3% for DN>300 mm. Maksimal langtidsdeformasjon er 5% for tilsvarende rør (krav gjelder GRP-rør). Det må under hele leggesprosessen kontrolleres at ovaliteten ikke overskrider fastsatte grenser, spesielt etter at overfylling er foretatt. Rørleverandørens krav skal overholdes.
18. Over omfyllingen fylles det tilbake med stedlige masser eller masser som er egnet til formålet. Stor stein (d>300 mm) skal ikke legges direkte over røret. Det må i bratte skråninger og/eller vannsig tas hensyn til fare for overflateerosjon. Krav til overdekning er avhengig av dimensjon og trykk samt vinkelendringer i vertikalplanet. Generell minimum overdekning er oppgitt på snittet, men der overdekningskrav er strengere oppgis dette på plantegninger.
19. Over tilbakefyllingen stilles det normalt krav til tilbakefylling med vekstjord. Normalt vil frøbanken i vekstjorden kunne reetablere vegetasjon. I enkelte tilfeller er det nødvendig å treffe tiltak (nett, kokosmatter el.tilsv.) for å sikre overflaten mot erosjon til stadig vegetasjon får reetablert seg.
21. Ved overgang mellom fundamentering på berg eller harde masser og løsmasser (bløtere masser) må det tas hensyn til differensialdeformasjoner (setning/svelning). Det skal ved overgangen foretas en forkliling av berget samt innføres et kortere rørstyrkke med muffe som plasseres i overgang mellom berg og løsmasser.

22. Rør for signalkabel og lavspenning mellom kraftstasjonen og inntaksdam skal følge rørgata. Der kablene krysser/ligger i vegbane skal de beskyttes med dekkeplater. Kablene skal også merkes med rødt merkebånd.

Pukk til omfylling (dmin 8 mm)

Dimensjon rør [mm]	Største partikkelstr. (dmaks)
< 450	13 mm
500-600	19 mm
700-900	25 mm
1000-1200	32 mm
1300<	40 mm

1. Verdier kontrolleres mot leverandørens anvisning
2. Største part. str. må kontrolleres for andre installasjoner i grøften. (drensrør, trekkerør, kabler, etc.)

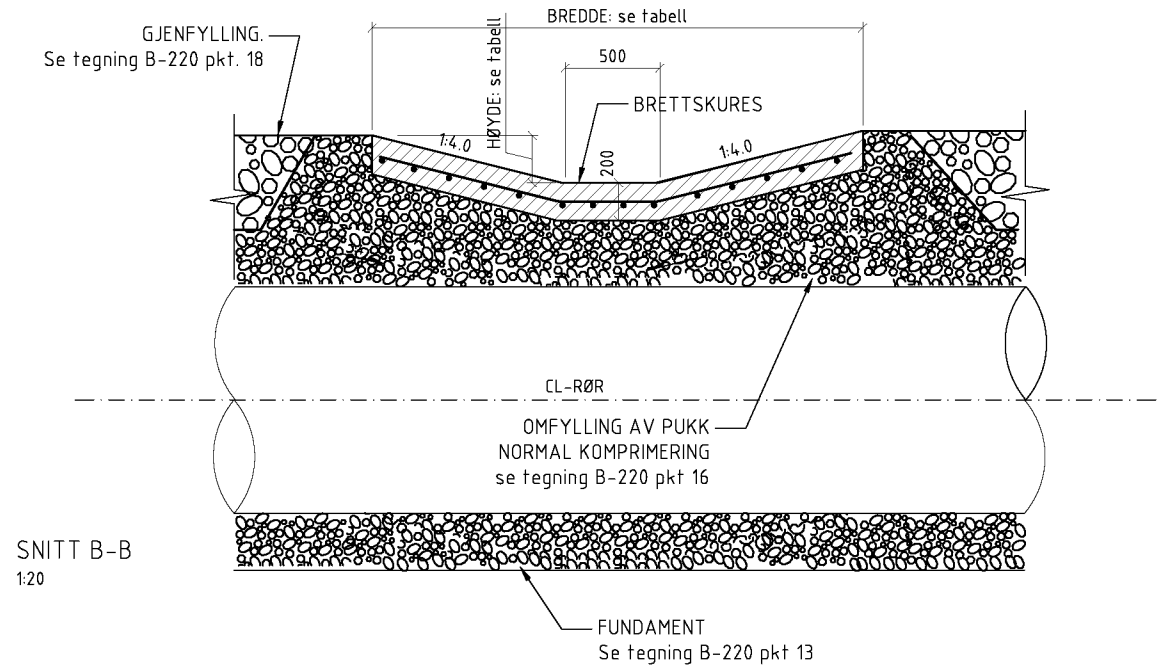
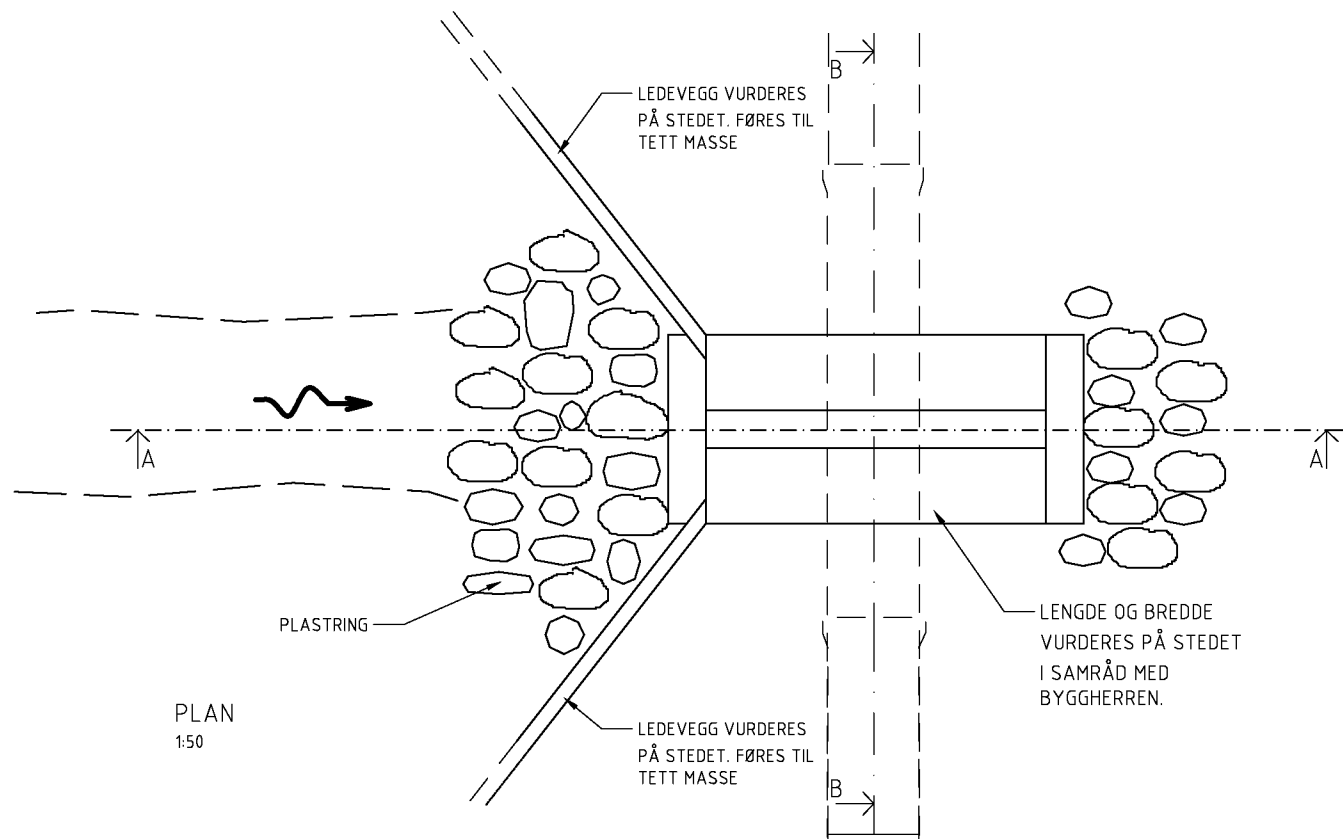


DETALJ 1 (KABELGRØFT) 1:10
BEHOV FOR KABLER OG TREKKERØR AVKLARES MED RIE

H02	2015-08-18	dmin er oppgitt	ruheg	knhel	hmber
H01	2013-09-03	TYPISK GRØFTETVERRSNITT, GRP-RØR	ruheg	knhel	hmber
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som trengs 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.					
H01støkk (gjelder for A1 format)					

GENERELL TEGNING
RØRGATE
TYPISK GRØFTETVERRSNITT
GRP-RØR

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
		B-220	H02

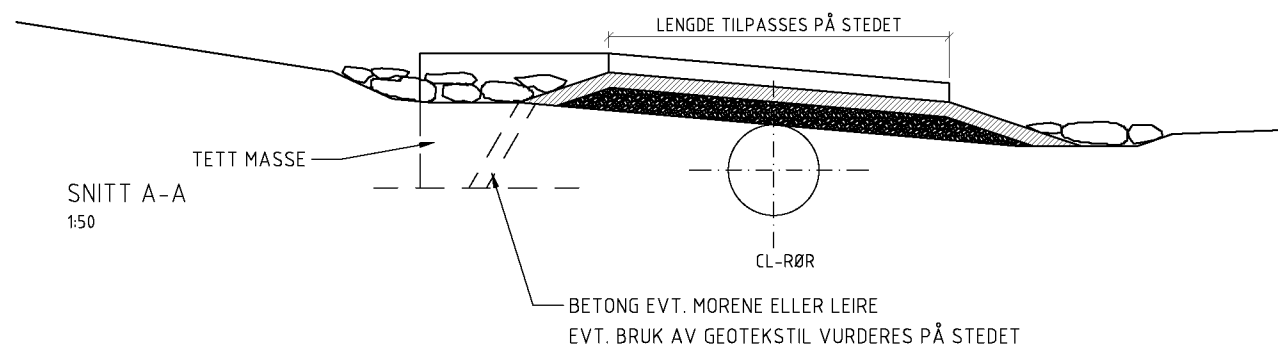


Tegningsnummer
B-223

Revisjon
H01

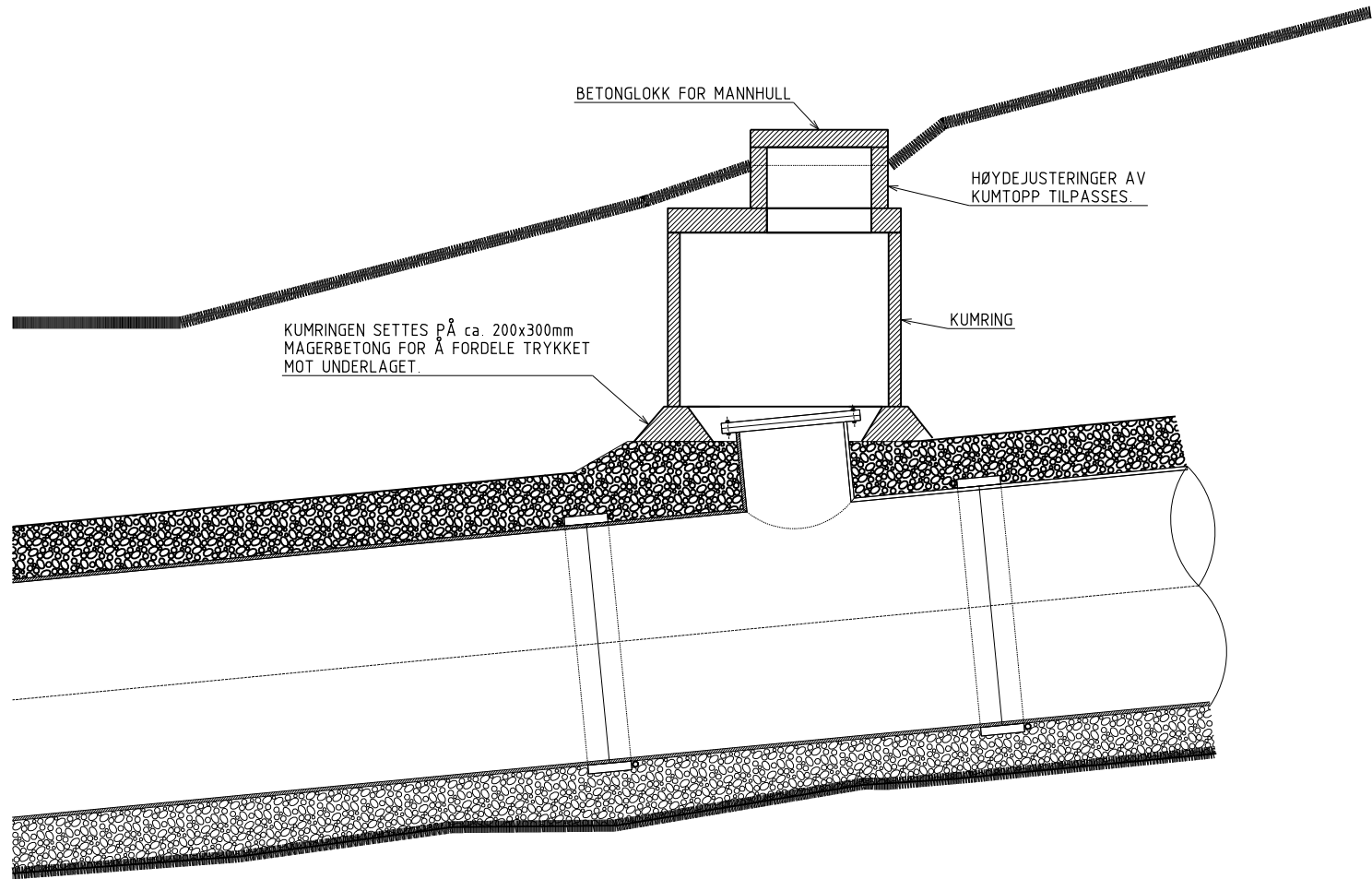
DIMENSJONER VED EN GITT VANNFØRING			
Q [liter/s]	bredde [mm]	høyde [mm]	
5	660	20	
10	740	30	
20	900	50	
50	1100	75	
100	1380	110	
200	1700	150	
500	2260	220	
1000	2900	300	
2000	3780	410	
5000	5300	600	
10000	6820	790	

Mannings tall: 63
Helning : 1:100



H01	2014-06-03	TYPISK BEKKEKRYSSING	Rut Heg	Knut Hel	HMBer
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.					
Helsestøtte (gjelder for A1 format)					
GENERELL TEGNING RØRGATE BEKKEKRYSSING TYPISK UTFØRELSE					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
			B-223	H01	

J:\50_Energi\510_Vannkraft\3_Fag-Eraring\Småkraft\Typiske tegninger\Arbeidsfiler\Typisk tegning_nedstigningskum.dgn
felles - J:\50_Energi\510_Vannkraft\3_Fag-Eraring\Småkraft\Typiske tegninger\Arbeidsfiler\Typisk tegning_nedstigningskum.dgn



KUMRINGEN SETTES PÅ ca. 200x300mm
MAGERBETONG FOR Å FORDELE TRYKKET
MOT UNDERLAGET.

BETONGLOKK FOR MANNHULL

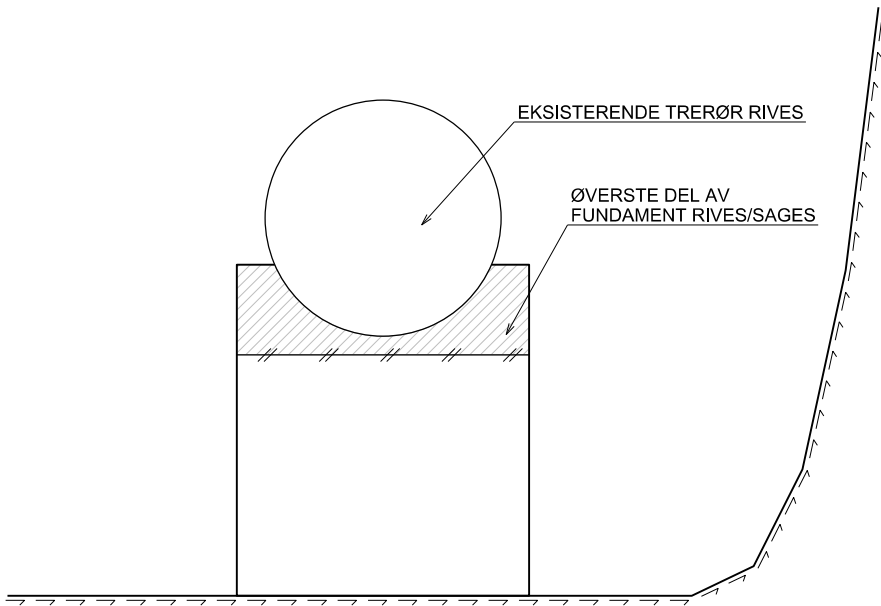
HØYDEJUSTERINGER AV
KUMTOPP TILPASSES

KUMRING

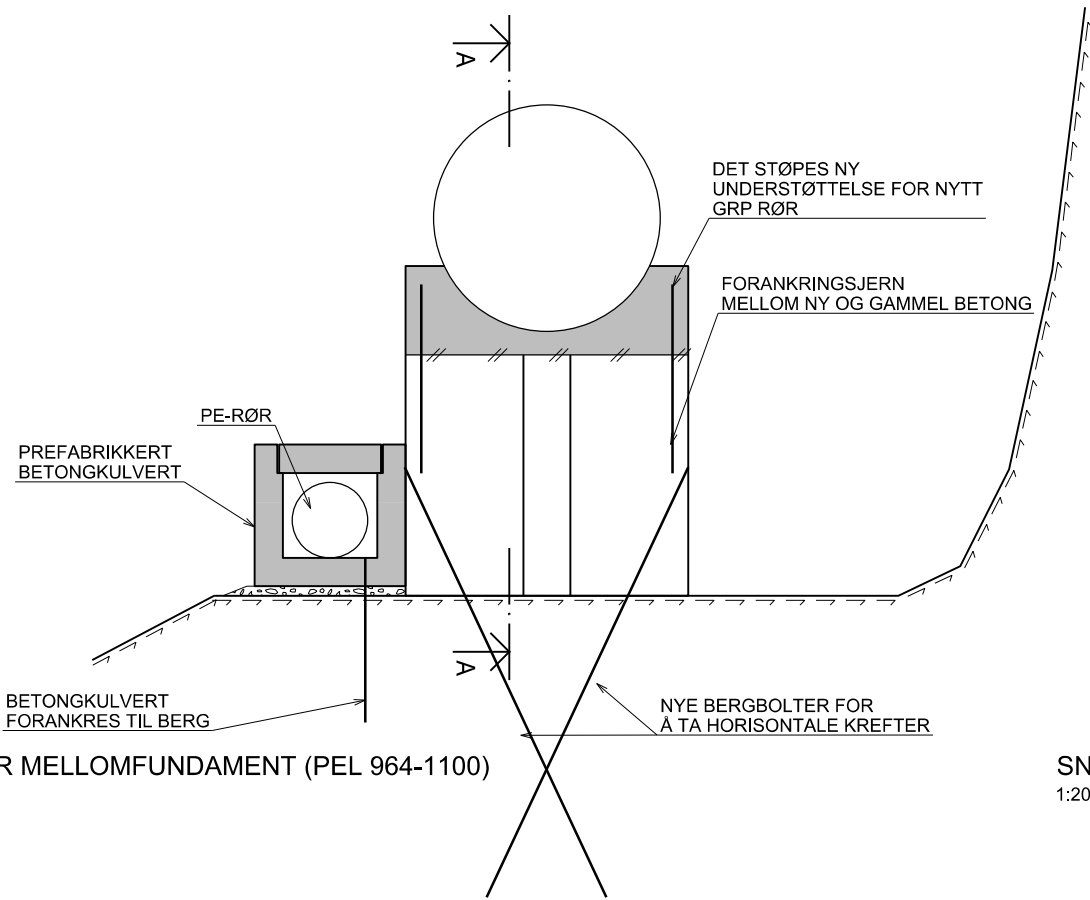
INSPEKSJONSKUM
1:20

Tegningsnummer	Revisjon
B-224	H01

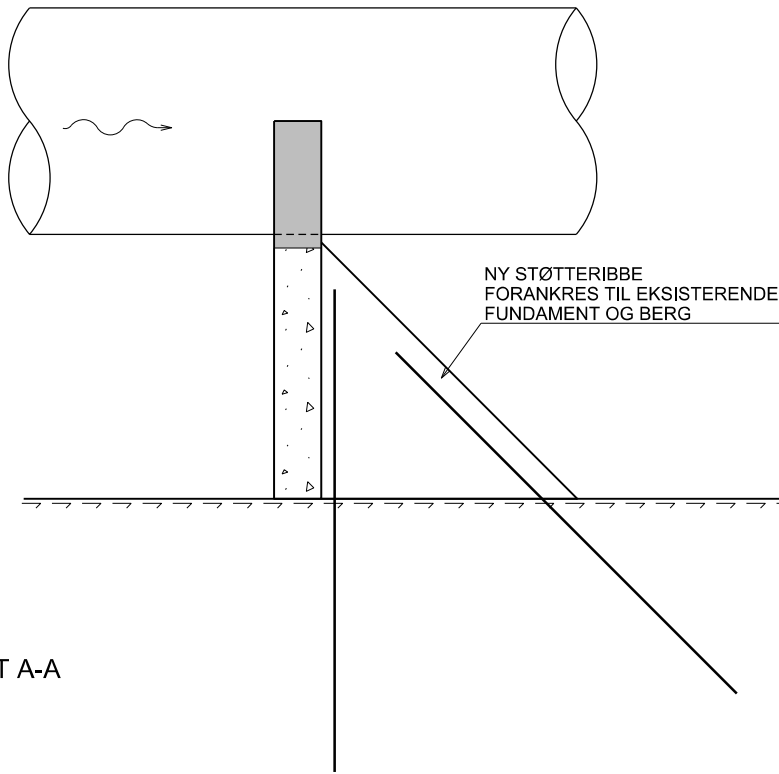
H01	2014-06-27	TYPISK TEGNING	ruheg	-	-
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.					
			Målestokk (gjelder for A1 format)		
GENERELL TEGNING RØRGATE TYPISK INSPEKSJONSKUM					
Norconsult 		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
			B-224	H01	



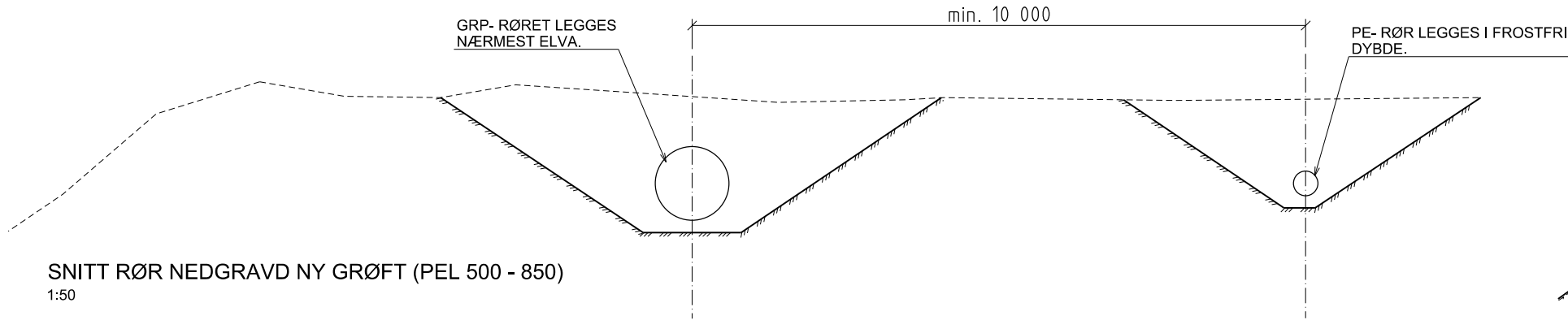
SNITT EKSISTERENDE MELLOMFUNDAMENTER (PEL 964-1100)
1:20



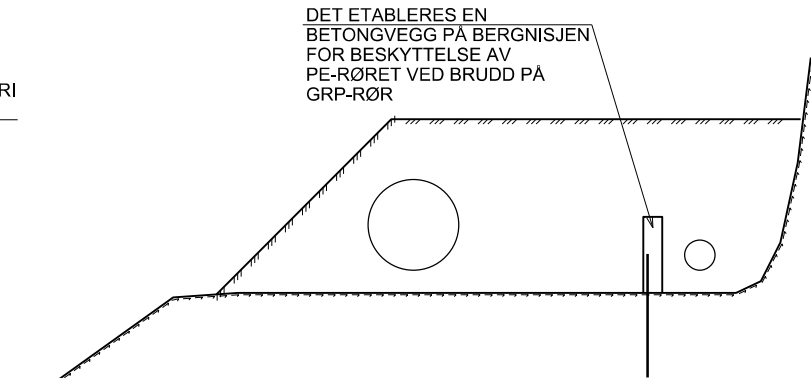
SNITT REHABILITER MELLOMFUNDAMENT (PEL 964-1100)
1:20



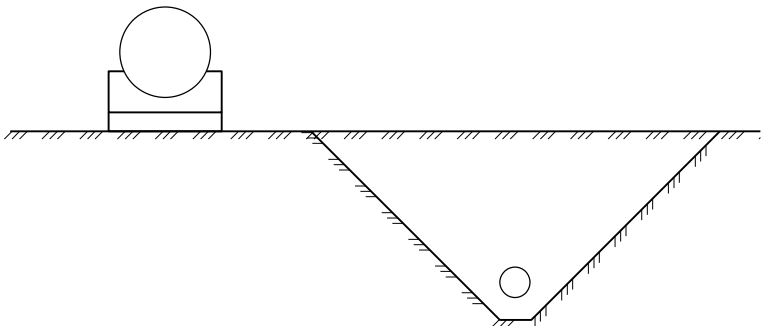
SNITT A-A
1:20



SNITT RØR NEDGRAVD NY GRØFT (PEL 500 - 850)
1:50



SNITT RØR I GRØFT PÅ UTSPRENGT NISJE (PEL 866 - 958)
1:50

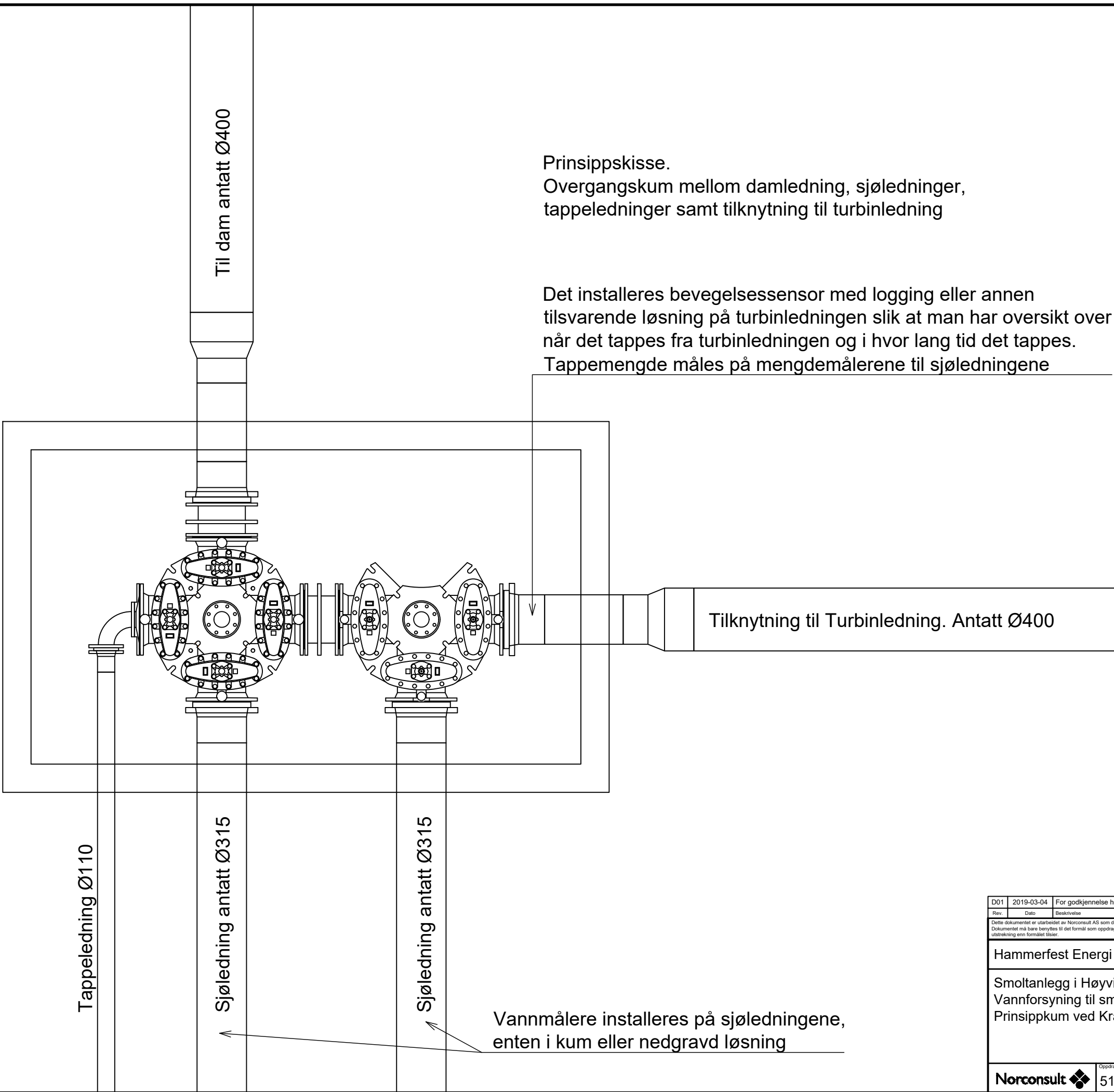


SNITT TURBINRØR PÅ FUNDAMENTER OG NEDGRAVD PE-RØR (PEL 0 - 500)
1:50

Tegningsnummer	Revisjon
B-225	C01

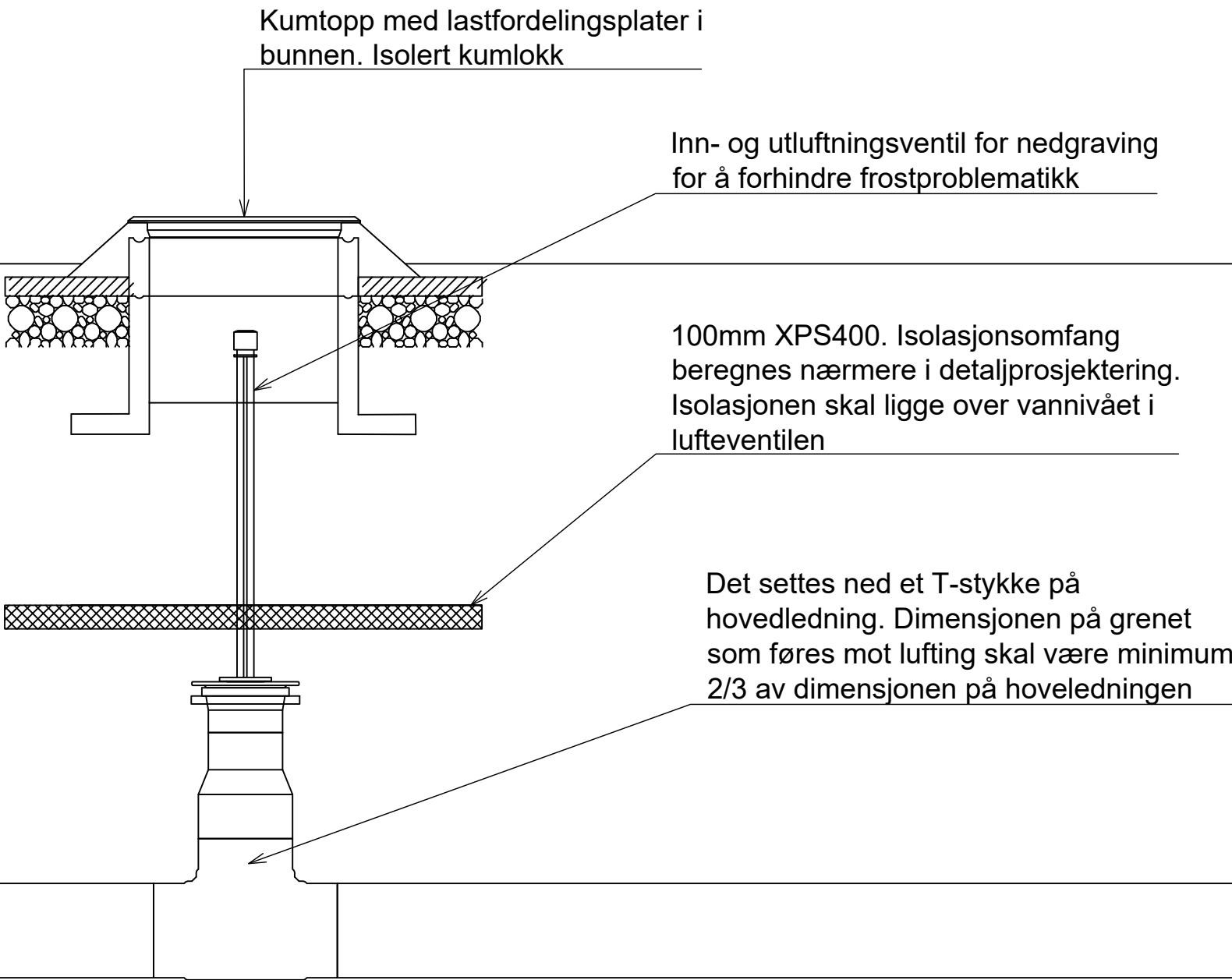
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.		Målestokk (gjelder A1)	
HAMMERFEST ENERGI		SOM VIST	
BREIVIKBOTN KRAFTVERK TURBINRØR OG VANNFORSYNING SNITT			
Norconsult 		Oppdragsnummer 5186978	Tegningsnummer B-225
			Revisjon C01

"X:\noroppdrag\Sandvika\5186978\BIM\VA_T\Modell\Prinsippkummar.dwg - K:\Ho - P\datat 2019-03-04, 15:16:07 - LAYOUT - Z-50-01"



D01	2019-03-04	For godkjenning hos oppdragsgiver	KrJHo	YnYoh	KnGje
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 utstrøk enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A3)
Hammerfest Energi AS/ Cermeq AS					1:25
Smoltanlegg i Høyvika i Breivikbotn Vannforsyning til smoltanlegg Prinsippkum ved Kraftstasjonen					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5186978	Z-50-01	D01	

Prinsippskisse. Enkel luftekum uten
stengemulighet på hovedledning



D01	2019-03-04	For godkjenning hos oppdragsgiver	KrJHo	YnYoh	KnGje
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 utstrækning enn formålet tilsier.					
Hammerfest Energi AS/ Cermeq AS					Målestokk (gjelder A3) 1:25
Smoltanlegg i Høyvika i Breivikbotn Vannforsyning til smoltanlegg Prinsippkum luftekum					
Norconsult			Oppdragsnummer 5186978	Tegningsnummer Z-50-02	Revisjon D01