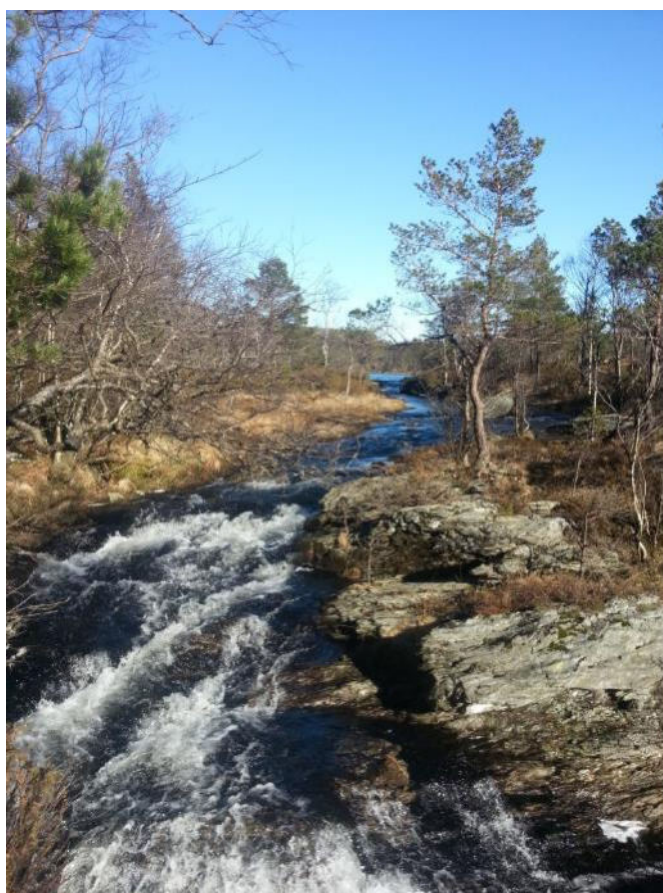




# LANDSKAPS- OG MILJØPLAN FOR BRUFOSSEN KRAFTVERK



26.02.2024

BRUFOSSEN kraftverk

Utarbeidet av:	Andreas Brunner	Dok. Nr.:	
Prosesseier:		Revisjon:	REV 03
Godkjent av:		Dato:	26.02.2024

## Contents

<b>1. SAMMENDRAG .....</b>	<b>2</b>
Prosjekt hoveddata: .....	2
<b>2. INNLEDNING .....</b>	<b>3</b>
Om anleggseier/tiltakshaver .....	3
Flom- og skredfare.....	4
Forhold til andre myndigheter og interesser .....	4
Kommuneplanenes arealdel, plan og bygningsloven .....	4
Verneplaner .....	4
Kulturminner.....	5
Forurensingsloven .....	5
Naboer og eiendomsforhold.....	5
Kryssing Jernbane .....	6
Framdriftsplan .....	6
<b>3. BESKRIVELSE AV TILTAKET .....</b>	<b>7</b>
Problemområde og avbøtende tiltak .....	7
Fisk og fiskevandring.....	7
Detaljer er beskrevet lenger ned i dette dokumentet.....	7
Midlertidig og permanent tilkomst til kraftstasjon.....	7
Forhold til oppstrøms eiendom .....	7
Istandsetting .....	7
Hovedtabell fra konsesjon.....	8
Planlagte endringer i forhold til konsesjon .....	8
Arealbruksplan .....	9
Inntak.....	9
Inntakskanal.....	10
Varegrind .....	10
Inntak .....	11
Fiskevandring, fiskesikkert inntak.....	13
Vannvei.....	15
Kraftstasjon.....	15
Utløpskanal .....	16
Veier .....	16
Tilkomst til inntak .....	18
Deponi .....	19
Riggområder .....	26
Terrengingrep og istandsetting .....	26
Massehåndtering og arrondering .....	26
Mål for istandsetting.....	27
Nettilknytning .....	27
Hydrologiske forhold .....	28
<b>4. VEDLEGG.....</b>	<b>30</b>

## 1. Sammendrag

Rapporten presenterer plan for arealbruk, landskaps- og miljøtilpasning ved utbygging av Brufossen kraftverk i Birkeland kommune, Agder. Brufossen kraftverk fikk meddelt konsesjon av NVE etter vassdragsloven 10.01.2017. I NVEs vedtak 27.09.2022 er det gitt utsettelse og endelig byggefrist til 10.01.2027

Rapporten illustrerer, beskriver og avgrensner inngrepene som vil bli utført i forbindelse med bygging av inntak, damanlegg, vannvei, kraftstasjon, adkomstvei og nettilknytning. Arealbruksplanen består i hovedsak av vedleggene i dette dokumentet som angir lokalisering, de fysiske rammene og avgrensningene for de planlagte arbeidene, supplert med beskrivende tekst i dokumentet. Landskaps- og miljøplanen angir prinsippene for tilpasning av inngrep og sluttutforming av anlegget slik at hensyn til landskap og miljø ivaretas på best, praktisk mulig måte. Planens innhold vil bli gjennomgått med valgt entreprenør(er) ved anleggsstart.

Tiltaket omfatter bygging av kraftverk Brufossen med tilsvarende hjelpeanlegg. Inntak i Rettåna, kraftstasjon med utløp i Fidjefjorden og en konvensjonell tunnel med ca. 700 m lengde som vannvei. Videre skal midlertidig adkomstvei bygges til kraftstasjon og permanent anleggsvei til inntak.

Nettilknytningen etableres med en kort jordkabel mellom kraftstasjon og eksisterende 22 kV distribusjonsnett. Anleggskonsesjon ble godkjent fra NVE i vedtak datert 11.05.2023.

Kraftverket skal legge til rette for sikker opp- og nedvandring av fisk, det er derfor prosjektert fiskevennlige løsninger. NVE har i konsesjonen satt vilkår om differensiert minstevannføring, og minstevannføringen skal håndteres på en forsvarlig måte.

Kraftverkene skal utnytte fallet fra HRV, kote 186,00 moh og ca. kote 168,2 moh i Fidjefjorden. Vannstand i inntaksmagasin skal ikke reguleres og holdes vanligvis fast omtrent på kote 186,00 moh. Det er vanligvis behov for mindre teknisk regulering p.g.a. turbinregulator innenfor en +/- 2 cm reguleringszone.

Installert effekt vil være ca. 2,3 MW og forventet årsproduksjon på ca. 7,5 GWh. Det slippes minstevannføring fra inntaket nedstrøms på 300 l/s konstant hele året.

### Prosjekt hoveddata:

- Installert effekt: 2,3 MW
- Årlig produksjon: 7,5 GWh
- Planlagt byggestart: Q1/2024
- Planlagt idriftsettelse: Q1/2025

Det skal for alle konsesjonsgitte vassdragstiltak utarbeides detaljplaner for miljø og landskap (DML) før arbeider i terrenget kan settes i gang. Detaljplanene må være godkjent av NVE før oppstart. Denne planen er utarbeidet i henhold til NVE Veileder 3, 2013 og i tråd med vanlig praksis for slike anlegg. Planen beskriver hva som skal gjøres, hva rehabiliteringen vil medføre av inngrep i terrenget og hvordan områdene skal istandsettes.

## 2. Innledning

### Om anleggseier/tiltakshaver

Norges vassdrags- og energidirektorat gav den 10.01.2017 Bekk og Strøm AS konsesjon for bygging av Brufossen kraftverk. Bekk og Strøm AS har stiftet Brufossen Kraft AS som 100 % eid datterselskap for å bygge og drifte kraftverket.

Bekk og Strøm er en etablert aktør i norsk småkraftmiljø og har utviklet og utbygget flere småkraftverkene i det siste årene. Bekk og Strøm skal stå ansvarlig for hele utviklings- og utbyggingsprosessen av Brufossen kraftverk og skal drifte kraftverket etter idriftsettelse under sin driftsavdeling.

<b>Konsesjonær</b>	Brufossen Kraft AS (Bekk og Strøm / CADRE AS) Rigetjønnveien 14 4626 Kristiansand S	
	styrets leder: Øystein Flåt	Telefon +47 48162066
<b>Kommune</b>	Birkenes	
<b>Fylke</b>	Agder	
<b>Konsesjon</b>	Vassdragskonsesjon, vedtak 10.01.2017, NVE 201300227-33	
<b>Vassdragsnummer</b>	020.BAA	
<b>Tiltakets navn</b>	Brufossen kraftverk	
<b>Organisasjonsnummer</b>	991 563 776	
<b>Forretningsadresse</b>	Rigetjønnveien 14 4626 Kristiansand S	
<b>Anleggsadresse</b>	—	
<b>Kontakt byggefase</b>	Kontaktperson: Andreas Brunner	Telefon +43 664 2033716
	Prosjektleder: Andreas Brunner	Telefon +43 664 2033716
	Byggeleder: N.N	Telefon +47 xxx
	Fagkompetanse miljø og landskap: Andreas Brunner	Telefon +43 664 2033716
<b>Kontakt driftsfase</b>	Kontaktperson: Øystein Flåt	Telefon +47 48 16 20 66
	Daglig leder: -	Telefon -
	Fagkompetanse miljø og landskap: N.N.	Telefon +47 xxx
	Tilsynsperson/oppfølging miljø og landskap: N.N.	Telefon +47 xxx
<b>Sikkerhetsklasse</b>	Vannvei i konsekvensklasse 0, dam i konsekvensklasse 0, vedtak 25.11.2022 NVE 01300228-3	

### Flom- og skredfare

Kraftverket skal kjøres som uregulert elvekraftverk og vil således ikke påvirke vannføringen oppstrøms eller nedstrøms i vassdraget. Kraftverket vil ikke påvirke flomforhold under store flommer, og faren for flom vil ikke øke som følge av utbyggingen. Ved Brufossen kraftverk er det ikke planlagt noe magasin. Inntaksbassenget har ingen betydning for flomdempingen. Tilløpsflom er lik avløpsflom.

Det skal bygges en lav terskeldam på inntaket. Terskelen vil ha overløp på kote 186,00 moh og selve terskelen er dimensjonert slik at vannstand oppstrøms ikke blir endret negativt under flom. Under perioder med stort tilsig (over middelvannføring) og under flom er den eksisterende mur dammen lenger oppstrøms inntaks basseng den dimensjonerende tverrsnitt og styrer vannstanden lenger oppstrøms i vassdraget.

Ettersom tiltaket ikke er i tråd med kommuneplanen (arealformål, hensynssone og byggegrense mot vassdrag) innvilget Birkenes kommune, ved planutvalget (politisk utvalg), dispensasjon som omsøkt. Tillatelsen ble imidlertid påklaget av nabo oppstrøms (gnr/bnr 172/1). Klagen ble behandlet for andre gang i planutvalget 31. januar, hvor planutvalget stemte enstemmig for at klagen ikke tas til følge. Samtidig oversendes saken til Statsforvalteren i Agder for endelig behandling. Eksisterende vedtak opprettholdes inntil videre.

Se utfyllende informasjon om prosessen for dispensasjon i avsnittet [Kommuneplanenes arealdel, plan og bygningsloven](#).

Dessuten er alle bygninger til planlagt tiltak dimensjonert til Q200 flom i driftsfasen og Q10 flom i utbyggingsfasen.

Det er ikke registret områder med skredfare (snø/stein) i forbindelse med anleggsområdene.

### Forhold til andre myndigheter og interesser

#### *Kommuneplanenes arealdel, plan og bygningsloven*

I Birkenes kommunes kommuneplan er det omsøkte tiltaket plassert innfor arealformålet LNF (landbruks-, natur- og friluftshensyn). Tiltaket er også i kommuneplanens hensynssone for bevaring av naturmiljø, samt innenfor kommuneplanens byggegrense mot vassdrag (50m). Brufossen Kraft AS har søkt kommunen om dispensasjon og fått innvilget dette. Dispensasjonen er satt med vilkår. Det gis her en oppsummering av saksgangen for dispensasjonssøknaden. Se også vedlagt vedtak.

Søknad om dispensasjon ble sendt til kommunen. Kote for terskel er i søknaden redusert fra 186,80 til 186,00 moh. Søknaden var nabovarslet og det ble inngitt merknad fra to naboer: 172/1 (Retterholt) og 169/3, 172/5 (Bane Nor). Retterholt viste til at terskelkote på 186,80 vil resultere i at ca. 20 daa dyrka jord og skog blir stående under vann med mer. Bane Nor påpekte søknadsplikt etter Jernbaneloven § 10, samt kryss- og nærføringssøknad.

På 23.08.2023 har politisk utvalg (planutvalget) i kommunen fulgte administrasjonens innstilling og vedtok enstemmig innvilgelse av dispensasjon. Dispensasjonen ble satt med vilkår, blant annet om at vannstanden oppstrøms ikke må endres.

Prosjektet berører ingen arealer vernet etter Naturvernloven.

Dessuten har kommune uttalt seg i konsesjonsprosessen om prosjektet.

#### *Verneplaner*

Rettåna-vassdraget er vernet lenger oppstrøms rundt Oggevatn, og det overordnede vassdraget Tovdalselva er vernet lenger nedstrøms fra sammenløpa mellom Tovdalselva og Uldalsåna.

Rettåna-vassdraget er ikke vernet i området hvor det planlagte tiltaket ligger.

### Kulturminner

Det er ikke registrert automatisk freda eller viktige, nyere kulturminner. Fylkeskommune i Agder opplyste på 31.05.2022 at de «vurderer at tiltaket ikke kommer i berøring med kjente kulturminner og har ingen merknader».

### Friluftsliv

Fra høring DLM:

#### Friluftsliv

Den tidligere konsesjonsprosessen omhandlet i noen grad hensynet til friluftslivsinteresser, blant annet ved uttalelsen fra Birkenes kommune av 05.09.2016. Det er også satt konsesjonsvilkår som skal ivareta eventuelle friluftslivsinteresser. Detaljplanen inneholder imidlertid ingen informasjon om eventuell redusert eller økt tilgang for allmennheten. Vi mener derfor NVE bør vurdere om det er behov for å be konsesjonær om å innarbeide et avsnitt om friluftslivsinteresser i detaljplanen.

Det er ikke markert turstier i området hvor tiltakene finner sted. Det er markert en kort trasé (ca. 250m lang) inn fra omtrent der kraftstasjonen vil ligge og et lite stykke over til Vegusdalveien, men det er ikke vurdert at tiltaket vil komme i konflikt med denne. Den nye adkomstveien fra eksisterende skogsbilvei på nord/vest-siden av elva til inntaket, vil bedre tilgangen ned til denne siden av elvebredden. Dette kommer også allmennheten til gode, all den tid allmennheten har fri ferdsel i utmark, og bedrer således tilgjengeligheten til fiskemuligheter på denne siden av elva.

Kommunen har gitt dispensasjon fra LNF-område i kommuneplanen. Hensyn som skal vurderes ved en slik dispensasjon er landbruk, natur og friluftsliv. Kommunen hadde ingen negative anmerkning er hva gjelder friluftsliv i deres behandling av dispensasjonssøknaden. Kommunen konklusjon er at hensynet til blant annet friluftsområder ikke blir tilsidesatt som følge av tiltaket.

### Forurensingsloven

Det er planlagt med tunneldriving og deponi i dette prosjektet. Det avklares derfor med Statsforvalteren om tiltaket er søknadspiktig etter forurensningsloven og det søkes eventuelt forurensningsloven om utslippstillatelse til tunneldriving og deponi.

Den prosessen kjøres direkte mot Statsforvalteren som er ansvarlig myndighet etter forurensningsloven.

### Naboer og eiendomsforhold

Eiendomsforhold er avklart med den enkelte grunneier og privatrettslige avtaler er delvis signert. Følgende grunneiere er berørte (alle i Birkenes kommune):

Grunneier	Bnr/Gnr	Sted Anlegg
John Olav Fidje	169/1	Kraftstasjon, tilkomstvei til kraftstasjon Påhugg tunnel, tunnel, deponi til tunnelmasser Inntak, tilkomstvei til inntak, minstevannføringsterskel
Bane Nor	169/3	Tunnel

		Delvis terskel minstevannføring
--	--	---------------------------------

Det blir inngått en egen avtale med privat veilag for å bruke eksisterende skogsvei fra avkjøring fylkesvei 406 til inntak Brufossen.

Naboen oppstrøms tiltaket, Knut Retterholt, har flere ganger uttrykt bekymring i konsesjonsfasen og i den etterfølgende planleggingsfasen for økt vannstand og delvis oversvømmelse av sin eiendom oppstrøms inntak. Brufossen Kraft AS har bekreftet til Knut Retterholt at det ikke vil være noen negativ påvirkning på eiendommen oppstrøms. Overløpskote på minstevannføringsdammen er tilpasset tilsvarende slik at påvirkning av vannstand under normale driftsvannstander og under flom skal unngås. Detaljer vil bli beskrevet lenger ned i planen. Som nevnt over, se [Flom- og skredfare](#), har kommunen i sitt dispensasjonsvilkår stilt vilkår for maksimal terskelhøyde på kote 185,50 moh.

*Kryssing Jernbane*

Vanntunnelen vil krysse jernbanen med en overdekning på rundt 9-10 m mellom jernbanespor og tunneltak. Brufossen Kraft AS har gjennom Bekk og Strøm gått i dialog med Bane Nor og har startet en prosess med Bane Nor. Det er avtalt at Brufossen Kraft AS må søke etter jernbaneloven § 10 for å få rett til å utføre byggetiltak innenfor 30 m vernesonen på hver side av jernbanespor. Søknaden vil inneholde:

- Beskrivelse av tiltak
- Teknisk vurdering av tiltak samt risikomomenter rundt kryssing (geoteknikk)
- Teknisk vurdering av tiltak samt risikomomenter rundt flom oppstrøms inntak (hydrologi)

**Framdriftsplan**

Det er utarbeidet en hovedfremdriftsplan for prosjektet. Faktisk fremdriftsplan tilpasses til endelig godkjenninger og kontrakter med samarbeidsparter i prosjektet.

Brufossen - framdriftsplan	2023				2024												2025						
	sep	okt	nov	dez	jan	feb	mär	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dez	jan	feb	mär	apr	mai	jun	
prosjektering																							
byggestart																							
rigging, tilkomstveier																							
grunarbeid																							
tunnelarbeid																							
betongarbeid																							
turbin, generator, vannveiskomponenter																							
idriftsettelse																							

### 3. Beskrivelse av tiltaket

#### Styrende forutsetninger fra konsesjonen

I konsesjonen kommer ikke noen andre punkt frem enn de som er kommentert i neste kapittel «problemområder og avbøtende tiltak».

#### Problemområde og avbøtende tiltak

##### *Fisk og fiskevandring*

Et viktig konsesjonsvilkår er å sikre en god løsning for fiskevandring ved det nye kraftverket. Det er prosjektert fiskevennlige løsninger for opp- og nedvandring av fisk forbi inntak. En kombinasjon av en skråstilt rist med lav lysåpning og lav tilstrømmingshastighet er planlagt for å unngå at fisken blir trukket inn i vannveien til turbin.

Samtidig blir slipp av minstevannføring utført slik at fisken har mulighet å vandre opp og ned gjennom minstevannføringsterskelen.

Detaljer er beskrevet lenger ned i dette dokumentet.

##### *Midlertidig og permanent tilkomst til kraftstasjon*

Kraftstasjon planlegges med midlertidig anleggsvei i byggefasen og enkel tilkomstvei i driftsfasen. Det medfører noen utfordringer i utbyggingsfasen og driftsfasen. Planlagt tiltak blir nærmere beskrevet under avsnittet Veier.

##### *Forhold til oppstrøms eiendom*

Som beskrevet under **Hydrologiske forhold** har oppstrøms nabo, Knut Retterholt, uttrykt bekymring for økt vannstand og delvis oversvømmelse av sin eiendom oppstrøms inntaket flere ganger i konsesjonsfasen og den påfølgende planleggingsfasen.

NVE har gitt konsesjon under følgende forutsetninger: «*Inntaket skal plasseres og utformes slik at det ikke under noen omstendighet påvirker vannstanden på naboeiendommen.*»

Planlagt utforming og tiltak blir nærmere beskrevet under avsnittet Inntak.

##### *Istandsetting*

Toppmasse tas vare på for istandsetting av arealer berørt av anleggsarbeider. Disse arealer tilpasses det omkringliggende landskapet. Når det er mulig, skal intakte vegetasjonsflak lagres for seg med vegetasjonssiden opp. Overskuddsmasser lastes for bortkjøring. Terrenget på alle anleggsområder egner seg for naturlig revegetering.

Da vannveiene går i tunnel, vil istandsetting være konsentrert til områdene rundt inntak og kraftstasjonsområdet, riggområder og deponiet.



## Hovedtabell fra konsesjon

		Brufossen, konsesjon	Brufossen, planlagt	Avvik i forhold til konsesjon
<b>TILSIG</b>				
Nedbørfelt	km <sup>2</sup>	218,3	218,3	
Årlig tilsig til Inntaket	Mm <sup>3</sup>	244,6	244,6	
Spesifikk avrenning	l/s/km <sup>2</sup>	35,5	35,5	
Middelvannføring	m <sup>3</sup> /s	7,76	7,76	
<b>KRAFTVERK</b>				
Inntak	moh	186,8	186,0	A 1 – kote inntak
Avløp	moh	168,5	167,9-168,5	A 2 – kote kraftstasjon
Brutto fallhøyde	m	18,3	17,5-18,1	
Slukeevne, maks.	m <sup>3</sup> /s	15,6	15,6	
Slukeevne, min.	m <sup>3</sup> /s	1,5	1,5	
Tunnel, tverrsnitt	m <sup>2</sup>	16	20	A 3 – tverrsnitt tunnel
Tunnel, lengde	m	720	700	A 4 – lengde tunnel
Installert effekt, maks.	MW	2,4	2,4	
Brukstid	H			
MVF, hele året	l/s	300	300	

## Planlagte endringer i forhold til konsesjon

Tabellen viser oversikt og oppsummering om endringer i forhold til gjeldende konsesjon og beskriver kort konsekvensen av prosjektet og planlagt tiltak. Ytterligere informasjon om planlagte tiltak vil være tilgjengelig i tiltakenes egne avsnitt.

Endring	Planlagte endringer i forhold til konsesjon
A 1 – kote inntak	For å unngå negativ påvirkning på oppstrøms eiendommer ble inntaksvannstanden justert til 186,00 moh etter en detaljert hydraulisk analyse.
A 2 – kote kraftstasjon	Nøyaktige målinger og vannstandsberegninger viser at vannstand ved kraftstasjon varierer mellom kote 167,9 og rundt 168,5 moh under normale driftsvannføringer. Ved middelvannføring ligger vannstanden på rundt 168,20 moh.
A 3 – tverrsnitt tunnel	Nøyaktige analyser av falltap og lønnsomhet medfører at det er behov for at tunneltverrsnittet blir økt fra 16 m <sup>2</sup> til rundt 20 m <sup>2</sup> .
A 4 – lengde tunnel	Detaljplanlegging viser at lengden av tunnelen er rundt 700 m
A 5 – størrelse deponi	Størrelse av deponiene er oppgitt med 15.000 m <sup>3</sup> . Økning av tverrsnitt fra 16 til 20 m <sup>2</sup> og økning av volumutvidingsfaktor fra 1,4 til 1,6 medfører at behov for

	deponistørrelse økes fra 10.000 m <sup>3</sup> til rundt 18.000 m <sup>3</sup> – under forutsetning at 4.000 m <sup>3</sup> brukes for byggeprosjektet med fyllinger, veibygging osv.
A 6 – endelig deponi	P.g.a. flere utbyggingsprosjekter i sammen område de siste årene, forventes det at det er midlertidig mindre behov i området for bruk av tunnelmasser. Det søkes derfor om at deponiene kan være permanent, selv om det ligger i utbyggerens interesse at massene gjenbrukes over tid.  Endelig utforming av deponiet skal følge NVEs retningslinjer.
A 7 – tilkomst kraftstasjon	Det er planlagt å utføre den midlertidige anleggsveien over elva til kraftstasjon i anleggsperioden. Den midlertidige veien skal fjernes etter byggeperioden, men det skal forbli en kjørbar kryssingspassasje til kraftstasjonen som kan brukes i perioder med lav vannstand og når kraftverket er i drift. Detalj om løsningen er beskrevet under avsnittet «Veier», samt i vedlagte tegninger.  Videre skal det etableres en løfteplass på østre og vestre elvekant av Rettåna hvor tungt utstyr, verktøy og reservedeler kan løftes over elva ved behov i driftsfasen. Se eget avsnitt; Veier, samt vedlagte tegninger.

## Arealbruksplan

Det er utarbeidet en arealbruksplan for de områdene som blir berørt av anlegget, se vedlagte oversiktsplan.

Yttergrensene for inngrep er vist på oversiktsplanen, samt nye konstruksjoner og midlertidige inngrep. Utenfor inngrepsgrensene skal det ikke gjøres inngrep i forbindelse med bygging av kraftverket. Det betyr ikke at alle arealer innenfor inngrepsgrensene blir berørt, men at det på dette planstadiet er et visst armslag for tilpasning av inngrepene til anleggsvirksomheten og til å finne gode løsninger for landskaps- og miljøtilpasning underveis i anleggsfasen.

Før byggestart skal soner for vegetasjonsbevaring og inngrep markeres tydelig i terrenget i den grad det er nødvendig, f.eks. med alpingjerde eller band. Merkingen skal vedlikeholdes gjennom hele anleggsperioden. I tillegg har ofte entreprenører i dag utstyr for digital lagring og varsling av inngrepsgrensen i sine maskiner. Når arbeidene strekker seg inn i vintersesong må merking løftes slik at det er synlig over snøen. Det skal påses at det ikke blir liggende rester av merking når anleggsarbeidene avsluttes.

I det aktuelle området er det tre eksisterende ledemurer som ikke skal berøres av prosjektet. Eksisterende ledemur ved inntak er innenfor inngrepssonen og må beskyttes ved fysisk avgrensning av aktuelt område, f.eks. med alpingjerde eller bånd. Eksisterende ledemurer i område ved elvekryssing/kraftstasjon er utenfor inngrepssonen og er dermed beskyttet av fysisk avgrensning av inngrepssonen.

Dersom entreprenør får behov for å gå utenfor inngrepsgrensen må dette avklares med byggherre og NVE. Eventuelle skader på terreng utenfor inngrepsgrense utbedres raskt.

## Inntak

Inntak utformes som et sideinntak med finrist, inntaksluke, bjelkestengsel og minstevannføringsterskel med forenklet fisketrapp.

Det brukes en naturlig kulp som inntaksbasseng. Vannstanden skal holdes konstant på nivå 186,00 moh.

Konsesjon krever at «*Inntaket skal plasseres og utformes slik at det ikke under noen omstendighet påvirker vannstanden på naboeiendommen*». Det ble derfor gjennomført omfattende målinger av terreng, vannstand, elveprofiler og elvebunnen og det ble laget en hydraulisk modell før vannstanden ble satt. Selv om en vannstand på 186,00 moh ikke vil påvirke oppstrøms eiendom negativt, har Birkenes kommune i sitt nye vedtak satt krav om driftsvannstand på 185,5 moh. Utfyllende informasjon om saken er framvist i vedlegg under rapporten «*Report 20230718 vannstand Brufossen inntak*» og i kapittel **Hydrologiske forhold**.

### Inntakskanal

Det skal utarbeides (graves og sprenges) en inntakskanal fra elvens hovedløp og inn mot inntaket, for å hensynta kraftverkets slukeevne. Utformingen av denne inntakskanalen er viktig for å sikre en mest mulig gunstig (lav) og uniform vannstrømning inn mot den skråstilte varegrinden, og videre mot inntakslukene og tilløpstunnelen.

Inntakskanalen sprenges og graves ned til omtrent kote 181,50 rett utenfor inntaksrist, og blir utelukkende etablert under vannspeilet i magasinet på kote 186,00. Kanalen er vist i *V9\_Lengdesnitt vannvei\_inntak\_kraftstasjon* og delvis i oversiktsplan. Det er estimert at ca. 500-700 m<sup>3</sup> masse, delvis løsmasser og delvis sprengstein, skal fjernes fra kanalen. Vestsiden av innløpskanalen (til venstre sett i strømningsretningen) vil delvis plastres med stein. Kanalens sidevegger vil ha helning på omtrent 1:1.

### Varegrind

Det finnes sannsynligvis lite ål i vassdraget, siden utløpet av Hanefossmagasinet ikke har vannføring. Det er sannsynlig at tiltak på sikt kan gi økt ålebestand i vassdraget, og tiltaksutformingen tar hensyn til dette. Nødvendige løsninger for å sikre vandring av ål bygges som del av inntaksarrangementet

Det er planlagt skråstilt rist med 40 grader helling, og 15 mm spalteåpning. Riststavene utformes med en spesiell profil. Disse er noe rundet mot strømningsretningen (profilerte) og smalner av bakover – utformingen er valgt siden dette gir mest effektiv rensing av rist. Videre utføres risten som sveisekonstruksjon. Utførelse som sveisekonstruksjon og utforming med profilerte riststaver medfører at risten har høy motstand mot fysisk skade på risten utløst f.eks. av flyttende tømmerstokker.

Utbygger har opprinnelig forslått rist med 45° lysåpning og 15 mm avstand mellom ristene p.g.a. brattere rister lar seg renske bedre. Etter innspill fra Statsforvalteren om at helning til risten bør eventuelt senkes til 30-35 forslår utbyggeren en rist med 40° helning og uendret bredde og høyde av risten. Det medfører at lengden av risten økes til rundt 6,2 m og dermed økes også ristens areal til 37 m<sup>2</sup>. Vannhastighet vinkelrett på riststavene gjennom risten senkes dermed fra 0,47 m/s til 0,429 m/s. En rist med 40° lar seg renske bedre og utbyggeren kan bruke samme løsninger og utstyr som planlagt i Skjersfossane-prosjektet litt lenger nedstrøms. Risten skal ha følgende dimensjon og blir påvist i tegning *V9\_Lengdesnitt vannvei\_inntak\_kraftstasjon* :

- Lengde 6,2 m
- Bredde 6,0 m
- Areal 37 m<sup>2</sup>
- Spalteåpning 15 mm
- Type alparist med 40 grad helning mot oppstrøms

- Vannhastighet, vinkelrett profilstaver:  $v_n = 0,429$  m/s

Vannhastighet oppstrøms inntak normalt til riststaver holdes under 0,5 m/s slik at ålen blir ikke presset på risten og dermed mister fluktmulighet. Dette gjelder også i tilfeller hvor 20 % av risten har tettet seg over tid og at brukbart areal forminskes til rundt 80 % av ristens areal.

I tillegg lages det fluktåpninger på toppen av risten rett under vannspeilet, slik at ålen kan bruke disse fluktåpningene og kommer seg forbi inntaket til nedstrøms areal. Fluktåpninger utformes med økt innløpstverrsnitt utført som konus med størrelse 0,5 m x 0,25 m og føres med PE rør bort fra inntaks konstruksjon og forbi minstevannføringsterskel. I utgangspunktet er det planlagt at PE-rør i DN 250 mm avsluttes i den første kulpen i den planlagte fisketrappa, men endelig utforming avklares på stedet sammen med fagkyndig fiskeøkolog, slik som anbefalt i møte med NVE, Statsforvalteren og Cadre av 14.2.2024.

### *Inntak*

Ved inntaket til kraftverket, i oppstrøms ende av tilløpstunnelen, vil det installeres glideluker for avstengning av vannveien ved drift, inspeksjon eller vedlikeholdsarbeider. Luken kan lukkes under oppstrøms vanntrykk og åpnes i tappestilling for fylling av vannveien. Det kan også settes bjelkestengsler oppstrøms luken i egne føringer. Bjelkestengslene gjør at inntakslukene kan inspiseres og vedlikeholdes, i tillegg til at det sikrer to separate barrierer mot vannet i elva ved tømt vannvei og eventuelle arbeider i vannvei eller kraftstasjon.

Bak luken og bjelkestengsel er det planlagt en lufteåpning slik at det ikke oppstår vakuum i vannveien når luken stenges.



### *Arrangement for minstevannføring og MVF terskel*

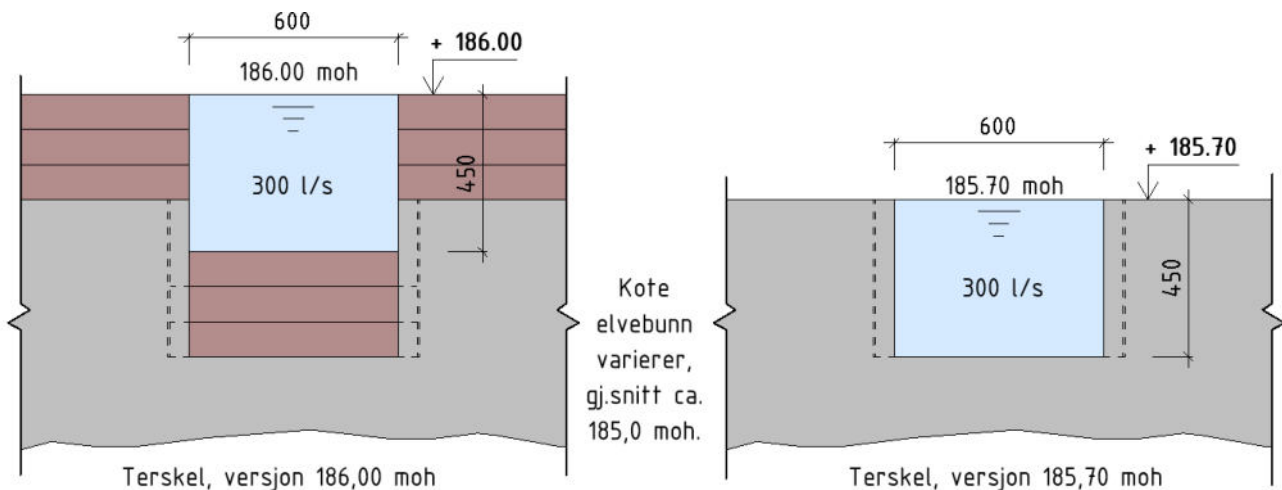
For kontrollert slipp av minstevannføring og for å holde vannstanden ved inntaksbassenget konstant i driftsfasen bygges det en lav minstevannføringsterskel i elven. Selve terskelen vil være mellom 0,3 og omtrent 1,0 m høy og skal tilpasses til eksisterende terreng. Terskelen skal bygges av betong med fast overløp på kote 186,00 moh.

Det er satt krav om en konstant minstevannføring for hele året som vist i tabellen nedenfor. Minstevannføringen skal slippes gjennom en åpning i nordlige delen av dammen.

Perioden	MVF [l/s]
1.01 – 31.12	300

Åpningene er plassert på nordlige elvekanten som vist i tegninger. Løsning for slipp og dokumentasjon av minstevannføring gjøres ved å etablere en vannføringskurve for Brufossen, og kontinuerlig overvåke og dokumentere vannføringen gjennom kontinuerlige vannstandsmålinger. Selve åpningen i betongterskelen overdimensjoneres og tilpasses ved behov med bjelker og blender slik at riktig vannmengde kan slippes. Tilpassingen gjøres på stedet med vannføringsmålinger og etterfølgende tilpassing av utsparingsstørrelse. Utsparingen i betong skal overdimensjoneres betydelig og endelig utsparingsstørrelse tilpasses med trebjelker som legges i utsparingen. Etablering av løsning vil følge NVEs retningslinjer for registrering av konsesjonspålagt minstevannføring (NVE, 2016).

MVF-terskelen anlegges med kote topp 186,00 moh. Den konstrueres imidlertid med muligheten for senking av topp kote til 185,70 moh, dersom det viser seg at vannstanden må senkes p.g.a. påvirkning av oppstrøms vannstand. Dette kan gjøres ved å rive bort den øverste del av terskelen med trebjelker. Se prinsipp i tegningen under. Den øverste delen av MVF-terskelen bygges av en trebjelke. Om det viser seg at vannstanden oppstrøms kraftverket er påvirket negativt, kan trebjelken demonteres og vannstanden kan senkes ytterligere 0,3 m. Skissen nedenfor viser prinsippet av MVF-terskelen og overløpsdammen.



Vannføringskurver etableres med feltmålinger ved idriftsettelse og kontrolleres minst. 1 år etter idriftsettelse. Samspillet mellom lav vanddybde i elven oppstrøms MVF-dammen, fiskepassasjen nedstrøms MVF-dammen og ukjente vannstander nedstrøms MVF-dammen gjør det vanskelig å lage en god og nøyaktig teoretisk vannføringskurve. Derfor forslås at kalibrering gjennomføres under idriftsettelsesfasen.

- MVF-åpning i betong overdimensjoneres og tilpasses basert på vannføringsmålinger under idriftsettelsesfasen
- Målinger av vannmengden gjennomføres under idriftsettelsesfasen for forskjellige åpninger
- Endelig MVF-åpning fastsettes etter feltmålinger, størrelse dokumenteres
- 

Vannstanden i inntaksbasseng holdes på konstant nivå og dermed holdes også minstevannføringslipp konstant. Tilstopping av minstevannføringsåpninger skal forhindres med følgende tiltak:

- kontinuerlig visuell kontroll gjennom et kamera som bygges på inntak og ved bruk av gode tilsynsprosedyrer
- Måling av kontrollvannstand i første kulpen av fisketrappa nedstrøms av dammen: Hvis vannstanden i første kulpen nedstrøms dammen synker under planlagt vannstand (med 300 l/s vannføring) så regulerer kraftverk automatisk ned og kontrollsystem sender automatisk varsel til driftssentralen. I slik tilfelle stiger vannstanden i inntaksbasseng ovenfor dammen og det blir umiddelbart noe overløp av vann over dammen. Den prosedyre automatiseres i kraftverket sitt kontrollsystem.

### *Fiskevandring, fiskesikkert inntak*

Inntaket er planlagt i en sakteflytende del av elva. En kombinasjon av en skråstilt varegrind med lav lysåpning og lav tilstrømningshastighet er planlagt for å unngå at fisken blir trukket inn i vannveien i turbinen.

Varegrinden foran inntak vil ha en helning på 40 grader og spalteåpning på 15mm. Vannhastigheten gjennom varegrinden skal ikke være høyere enn 0,5 m/s. Inntaket skal utformes slik at eventuell ål kan unnslippe.

Dette gjøres ved at det lages hull i sideveggene på inntaket som ålen kan vandre gjennom. Disse fører ålen til en kum og videre i rør nedstrøms terskelen. Rør fra kum til utløp i elv legges under bakken.

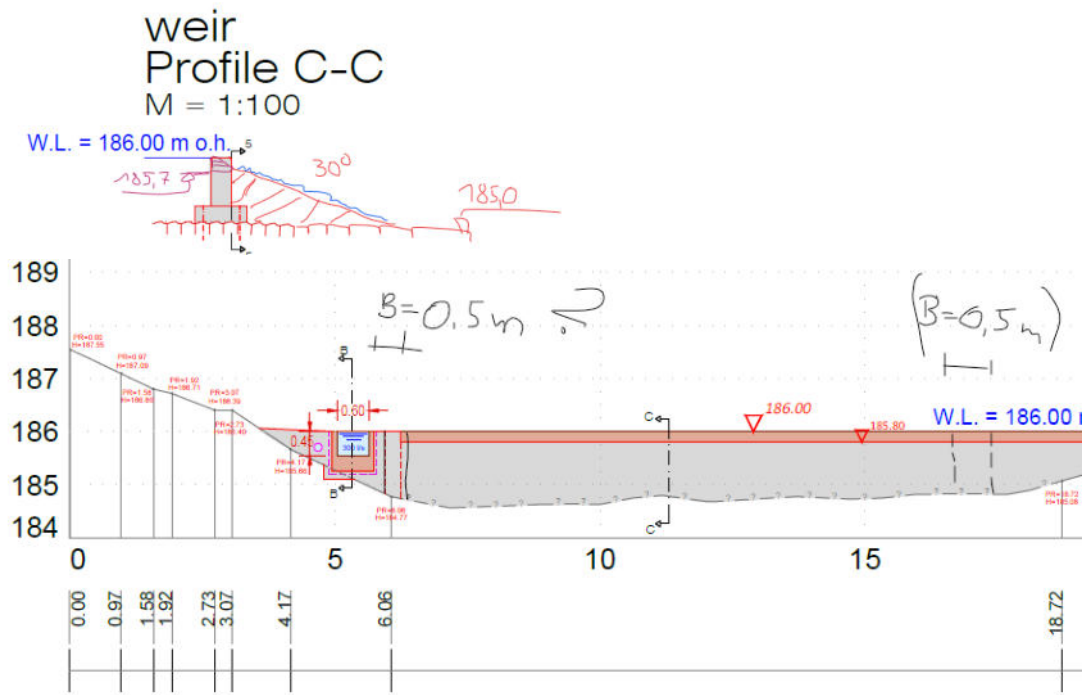
Kummen som etableres ved inntaket vil ha ventiler som ved idriftsettelse holdes stengt for videre utløp og det må ved idriftsettelse foreligge en konkret plan for periodiske visuelle inspeksjoner av kummen for å undersøke om det er ål i kummen, og dermed ål i vassdraget.

Ettersom ål er ømfintlig for lys, vil det som et tiltak for å reduseres muligheten for at ål svømmer mot inntaket, etableres lys ved inntaket.

Nedstrøms inntaket etableres det en forholdsvis lav terskel, anslagsvis høyde fra elvebunn ca. 0,7m. For å sikre oppvandring for fisk forbi terskelen lages det en anordning som dimensjoneres for å sikre, ettersom åboren er fisken i elven som har minst kapasitet til å forsere sprang. Fiskepassasjen bygges i betong med tilstrekkelig størrelse og utforming. Det medfører f.eks. at betongkanter avrundes og at hele passasjen dimensjoneres tilstrekkelig. Det kan være aktuelt å benytte naturstein for å tilpasse anordningen miljøet rundt, hvis det la gjøre seg. Det vil etterstribes å tilpasse fiskepassasjen best mulig til naturlig bunn, samt å bearbeide/opparbeide dypål, der det alltid vil være minimum 15cm vanddybde. Tilpasning av løpet ved å flytte på blokk og stein, og kanskje også tilføre noe blokk og stein, er aktuelt. Fiskepassasjen må tilpasses på stedet, da den avhenger av de lokale forholdene. Fagkyndig biolog med nødvendig kompetanse vil bli benyttet for avklaring.

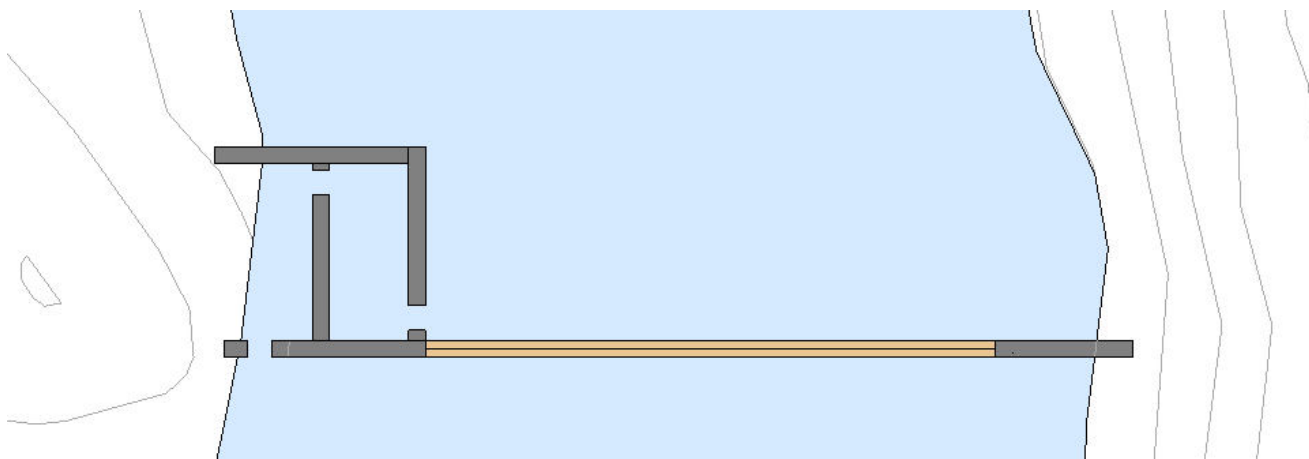
Terskelen har åpning (luke) for slipp av minstevannsføring på 300 l/s, som vil slippes ut i fiskepassasjen.

Nedstrøms terskel for minstevannførings bygges en enkelt åle rampe i betong med max. 35 °helning. Overflaten utformes med grus/elvebunns substrat. Det slippes noe vannføring ned langs rampen slik at overflaten holdes våt. Rampen kan eventuelt integreres i fisketrappa. Denne løsningen er en omforent løsning, jf. møte med NVE, Statsforvalteren og Cadre av 14.02.2024.



Illustrasjonen nedenfor viser omtrent høyde av MVF terskelen og planlagt MVF og fiskepassasjen i elveløp, sett fra nord-øst.





## Vannvei

Det er planlagt en utsprengt tunnel i fjell med rundt 20 m<sup>2</sup> tverrsnitt. Tunnelen følger en fjellrygg, og er avgrenset av Rettåna mot sør. Tunnel blir sikret etter behov med fjellbolter og sprøytebetong. Det er i utgangspunktet ikke planlagt med egen permanentsikring utover arbeidssikring.

Massene som produseres som følge av tunnelsprengning blir delvis brukt i forbindelse med arbeidene ved kraftstasjon, inntak og veibygging. Størsteparten av utsprengte masser deponeres på planlagt deponi.

Grunneier John Olav Fidje har gått inn i dialog med Birkenes kommune om bygging av skogbilsvei hvor det er behov for omtrent 2.000 m<sup>3</sup> utsprengt fjell. Om prosjektet blir godkjent etter plan- og bygningsloven, brukes deler av massene til dette prosjektet.

- Internt forbruk masser: 2.000 - 3.000 m<sup>3</sup>
- Deponi 18.000 - 20.000 m<sup>3</sup>
- Behov for veibygging grunneier 0 - 2.000 m<sup>3</sup>
- Utsprengt tunnelmasser, sum **22.000 m<sup>3</sup>** (faktor 1,6 i forhold til fast fjell)

Det er stedvis liten overdekning over tunnelen, spesielt under jernbane som krysses rundt 30 m fra kraftstasjon. Om behov gjennomføres det injeksjoner om det viser seg at det er en fare for lekkasje ut av tunnelen.

Til orientering: Det henvises til at det fortsatt vurderes bruk av TBM i stedet av vanlig sprengningstunnel. I så fall vil tverrsnitt av tunnelen reduseres til 9,0 m<sup>2</sup> og volum av utsprengte tunnelmasser reduseres til rundt 10.000 m<sup>3</sup>. Med antatt internt masseforbruk og bruk av sprengningsmasser for veibygging skal reduseres nødvendig størrelse av deponiet betydelig. Saken er fortsatt under teknisk avklaring og skal framlegges i en eventuelt planendringssøknad til NVE før endelig beslutning.

## Kraftstasjon

Det skal bygges ny kraftstasjon for å huse det nye kaplanturbin-aggregatet. I tillegg vil den nye kraftstasjonen inneholde transformator- og høyspentrom, se plansnitt i *tegning V9\_Lengdesnitt\_vannvei\_inntak\_kraftstasjon*. Figuren viser tunnelen, omriss av ny kraftstasjon, omgivende terreng og avløpskanal. Kraftstasjonens plassering og arkitektoniske uttrykk vil bli som vist i tegningene og illustrasjon. Mindre endringer i volum kan forekomme, men ikke av en slik grad at det endrer bygningens karakter eller dens påvirkning på omgivelsene. Eventuelle eksteriørmessige endringer vil forelegges NVE.



## Landskaps- og miljøplan for Brufossen kraftverk

---

Kraftstasjon vil bli omtrent 10 meter lang og omtrent 8 meter bred. Fotavtrykket til kraftstasjonen vil være omtrent 100 m<sup>2</sup>. Kraftstasjonen er prosjektert så kompakt som mulig, for å utnytte den begrensede plassen maksimalt.

Innløpsrøret tilpasses tunnelens nedstrøms ende og støpes inn i en betongforankring som skal tette mot vanntrykket og ta opp krefter fra vanntrykket.

Stasjonen vil bli oppført i betong og treverk. Det vil bli brukt stående mørk bordkledning på sør-, øst- og nordveggen. Veggen mot vest står mot fjell og utformes i betong. Det vil være to store vinduer i bygget mot sør og øst for å slippe inn naturlig lys i stasjonen, og industrideør i stål til kontrollrom og port til maskinsal.

Løpehjulet skal kunne transporteres ut av porten i maskinsalen ved behov for vedlikehold. Det vil ikke installeres maskinsalkran i bygget, tilkomst for montasje og demontasje av generatoren blir gjennom demonterbar luke i taket ved hjelp av mobilkran.

Kotehøydene på inngangsporter og maskinsalgulv er lagt noe over høyeste undervann ved en Q200 flom, for å sikre stasjonen og generatoren mot vanninntrengning ved storflom.

Utløpet til turbinen vil være dykket flere meter under normal vannstand, slik at det ikke blir åpent til omgivelsene for støy fra aggregatet.

### *Utløpskanal*

Kraftstasjonens utløp trekkes noe mot øst, slik at det blir noen kvadratmeter med ny vannoverflate. Dette er visualisert i plansnitt i vedlagte arealbruksplan. I tillegg er modellbilde av ny kraftstasjon med nytt utløp for Brufossen kraftverk vist i illustrasjonsbilde nedenfor.

Det vil støpes sidevanger i betong eller settes store steiner i avløpskanalen i nødvendig utstrekning for å unngå erosjon, ellers vil kanalen stort sett bestå av råsprengt fjell under vannoverflaten.



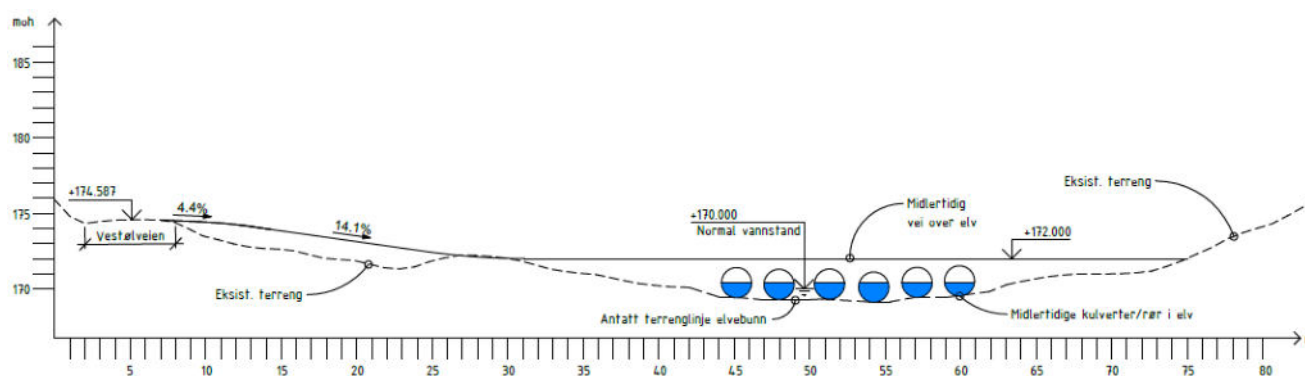
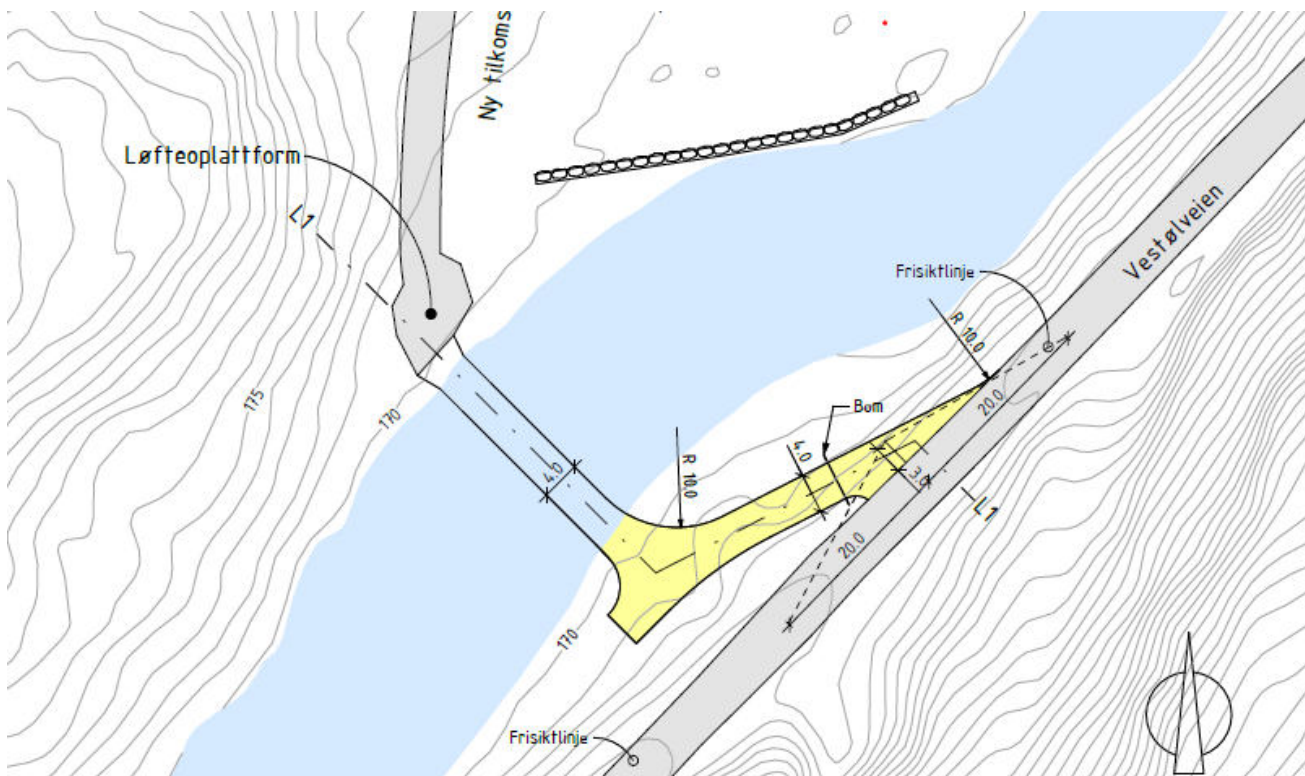
## Veier

Tilkomst for kjøretøy/maskiner til kraftstasjon under byggefasen og driftsfasen stiller en betydelig utfordring til prosjektet. For å unngå svære tiltak med tunglastbru over elva har man besluttet å bruke følgende tilkomstkonsept:

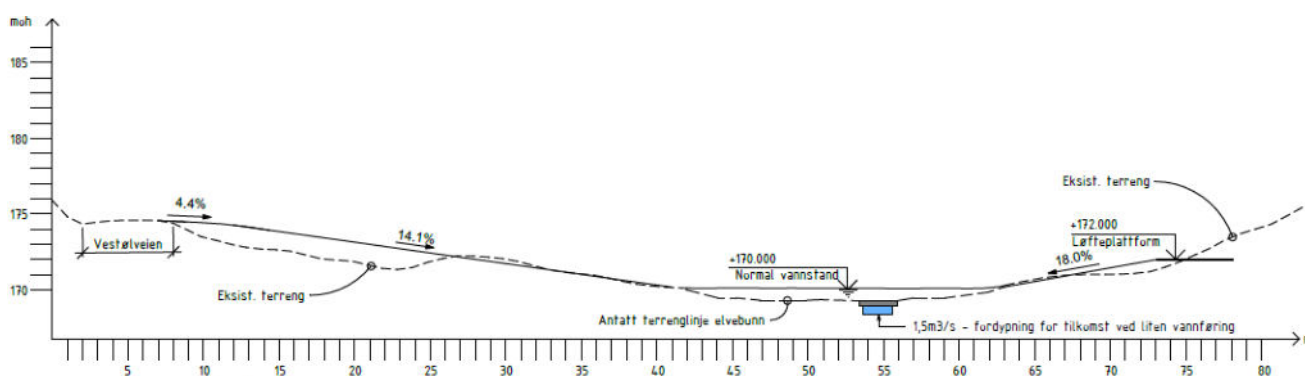
1. Fra Vestølveien lages det avkjørsel og vei ned til elva. Videre vei over elva planlegges utført som midlertidig fylling i elv med midlertidige kulvertrør som leder elva gjennom veien (et kulvertrør settes lavere enn resten av rørene slik at fisken kan passere trygt også i lavvannsperioder). Deretter vil det gå vei videre inn til kraftstasjonen. I den grad det er mulig vil man tilpasse veien terrenget, det vil blant annet si at man vil unngå å legge veien over koller og lignede. Veien vil i anleggsfasen tilfredsstillende krav til tunglasttransport for bygg og ELMEK-utstyr (antagelig skogsbilvei klasse 3).
2. Etter anleggsfasen fjernes veien/fyllingen over elva, samt kulvertene. Det lages så en utdypning i elvebunnen med en kjøresterk betongplate over. Utdypningens mål i elvas bredderetning vil være ca. 2m og overliggende betongplate ca. 2,5m. Det anslås at utdypningen i elvas strømreretning vil være 3-4m lang. Utdypningen vil føre vannmengde tilsvarende 1,5 m<sup>3</sup>/s. Dermed vil det i driftsfasen være mulig å krysse elven med traktor, eller lignende, i perioder med lav vannføring. Det vil også bli mulighet for å stille opp lastebil ved østlig elvebredde for å heise over utstyr som er for tungt til å fraktes til kraftstasjonen til fots. Det etableres et løfteområdet på vestsiden av elva som utstyr og lignende kan heises til.

Tilkomst i driftsfasen vil skje til fots fra privat skogsbilvei på vestsiden av elva (samme vei som leder til inntaket). Dette vil være tilstrekkelig for normal drift, da det kun vil være behov for periodisk tilsyn av kraftstasjonen. Behovet for transport av tyngre utstyr inn til kraftstasjonen vil antagelig være begrenset til maksimalt et par ganger i året. Det er i denne sammenhengen at man kan benytte seg av perioder med lav vannføring for å krysse elven med kjøretøy, eventuelt at utstyret heises over elv dersom vannføringen er stor.

Utklipp under viser lengdeprofil over elv i anleggsfasen, samt lengdeprofil over elv i driftsfasen:



**Lengdeprofil (L1) - Situasjon i anleggsfasen**



**Lengdeprofil (L1) - Situasjon i Driftsfasen**

### Tilkomst til inntak

For tilkomst til inntaket, vil man benytte seg delvis av eksisterende veier (private skogsbilveier), både i anleggsfasen og i drift. Det bygges en ny vei fra den private skogsbilveien ned til kraftstasjon som vist i oversiktsplan. Veien tilpasses til terreng og føres langs en naturlig dal ned til inntaksområde. På det bratteste

partiet vil veien ha en stigning opp til 15 %. Det føres en grøft langs veien for å lede vann ned langs veien på en kontrollert måte.

Etter byggetiltak settes den private skogsbilveien i stand til dagens tilstand.

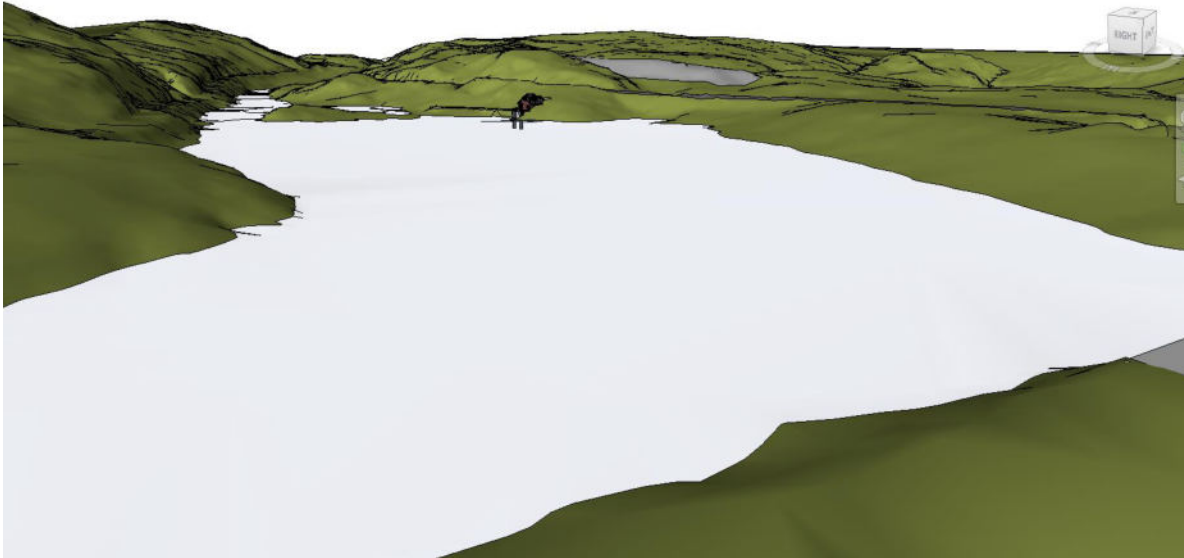
## Deponi

Det er planlagt et deponier for lagring av masseuttak fra tunneldriften til Brufossen kraftverk. Deponiene vil bli lagt slik at det tas hensyn til høydekurver og omkringliggende terreng. På tegningene er deponiene vist med jevn topp/høyde og skråning og bra tilpassing til terreng, men de vil i praksis bli tilpasset det naturlige terrenget rundt ved å ta opp søkk og koller og unngå en store landskapsvirkninger. Utforming av deponiet er i utgangspunktet optimalisert med hensyn til tilpassing til eksisterende terreng, ikke til arealbruk. Deponiet er planlagt tilpasset terreng, slik at det ikke vil gi silhuettvirkninger i landskapet.

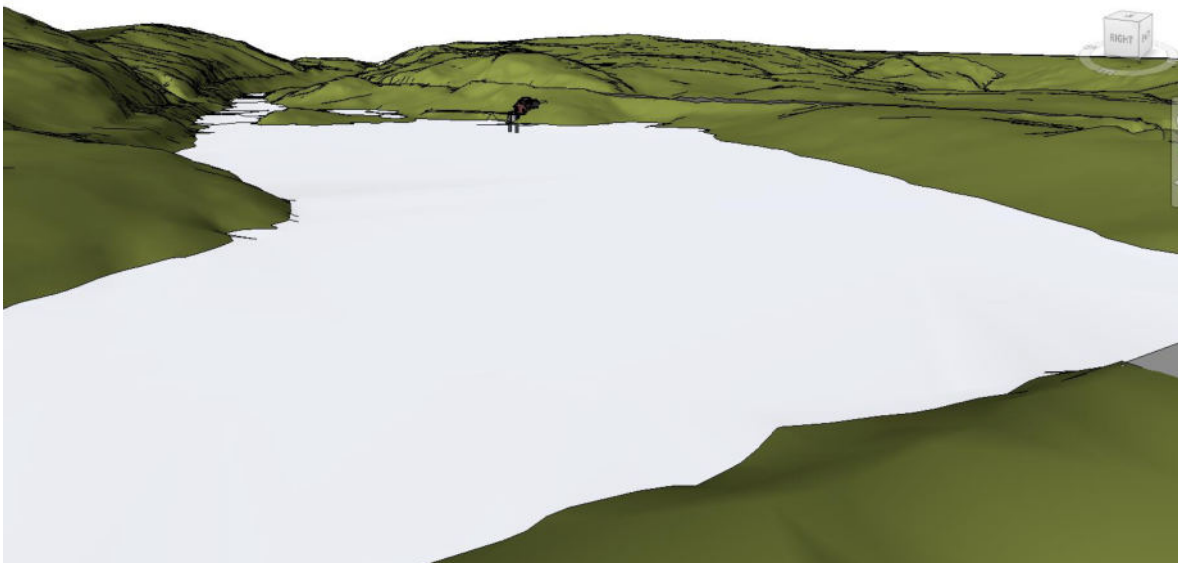
Behov for deponi størrelse volum ble estimert til omtrent 20.000 m<sup>3</sup>.

Det henvises til kommentar om bruk av TBM for tunnelboring i stedet av vanlig sprengningstunnel. I så fall vil deponistørrelse reduseres betydelig i forhold til beskrivelse ovenfor. Tiltakshaver skal oppdatert NVE om saken før endelig avklaring.

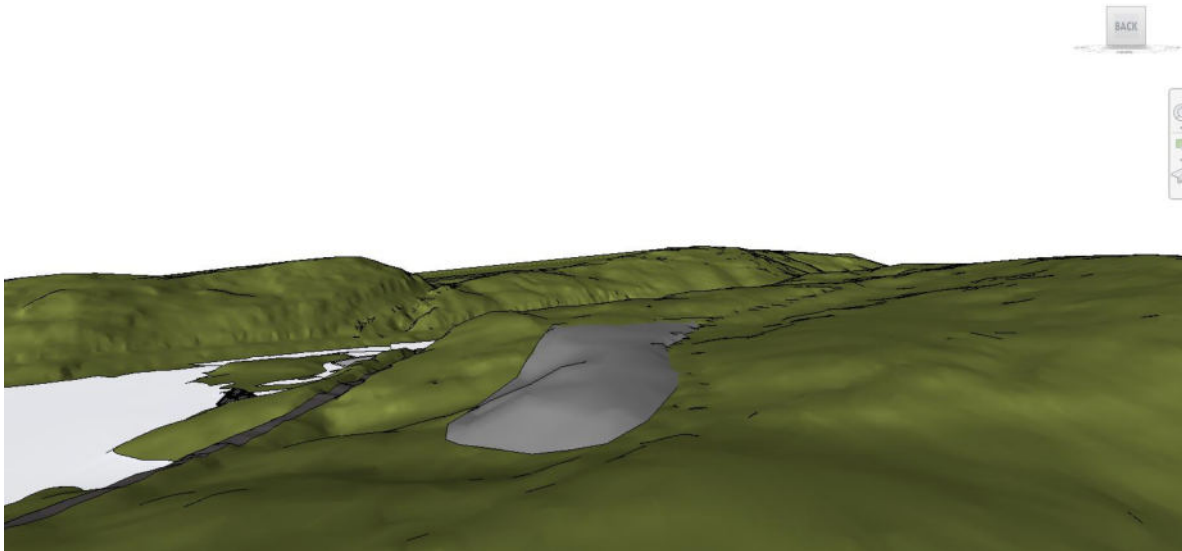
Illustrasjonene under er utarbeidet for enklere å visualisere deponiets virkning på omgivelsene. Merk at modellbildene ikke inneholder vegetasjon. Dette er bevisst utelukket for å tydeliggjøre hvordan deponiet er tilpasset terrenget. Deponiet blir altså i realiteten langt mindre synlig, noe som er forsøkt illustrert ved streetview fra brua (fylkesveien) over elva (nederste illustrasjon).



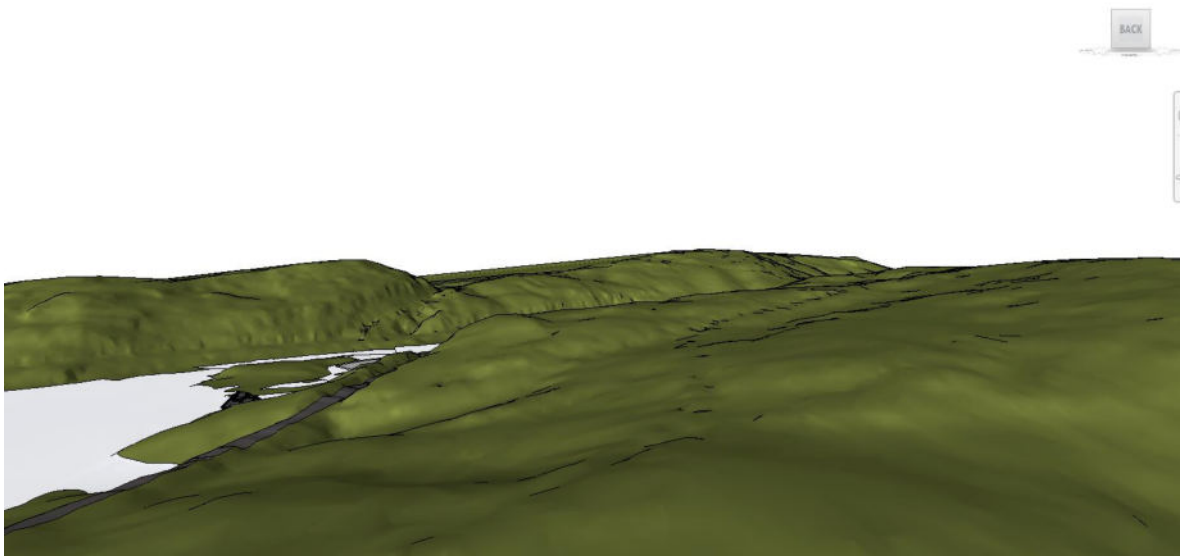
**DEPONIILLUSTRASJON 1: SETT FRA BRU (FYLKESVEI) OVER ELV. ILLUSTRASJONEN VISER DEPONI, SAMT KRAFTSTASJON. ILLUSTRASJONEN ER UTEN VEGETASJON.**



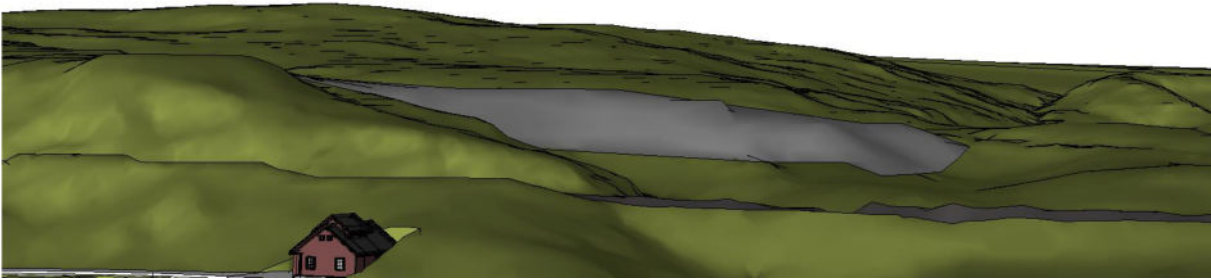
**DEPONIILLUSTRASJON 2: SETT FRA BRU (FYLKESVEI) OVER ELV. ILLUSTRASJONEN VISER SITUASJON UTEN DEPONI. ILLUSTRASJONEN ER UTEN VEGETASJON.**



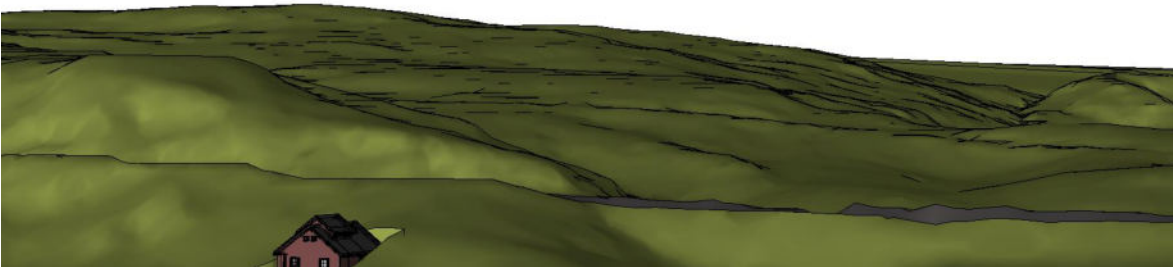
DEPONIILLUSTRASJON 3: ILLUSTRASJON MOT SYD SOM VISER DEPONI. ILLUSTRASJONEN ER UTEN VEGETASJON.



DEPONIILLUSTRASJON 4: ILLUSTRASJON MOT SYD UTEN DEPONI. ILLUSTRASJONEN ER UTEN VEGETASJON.



DEPONIILLUSTRASJON 5: ILLUSTRASJON MOT VEST SOM VISER DEPONI, SAMT KRAFTSTASJON. ILLUSTRASJONEN ER UTEN VEGETASJON.



DEPONIILLUSTRASJON 6: ILLUSTRASJON MOT VEST UTEN DEPONI. ILLUSTRASJONEN ER UTEN VEGETASJON.



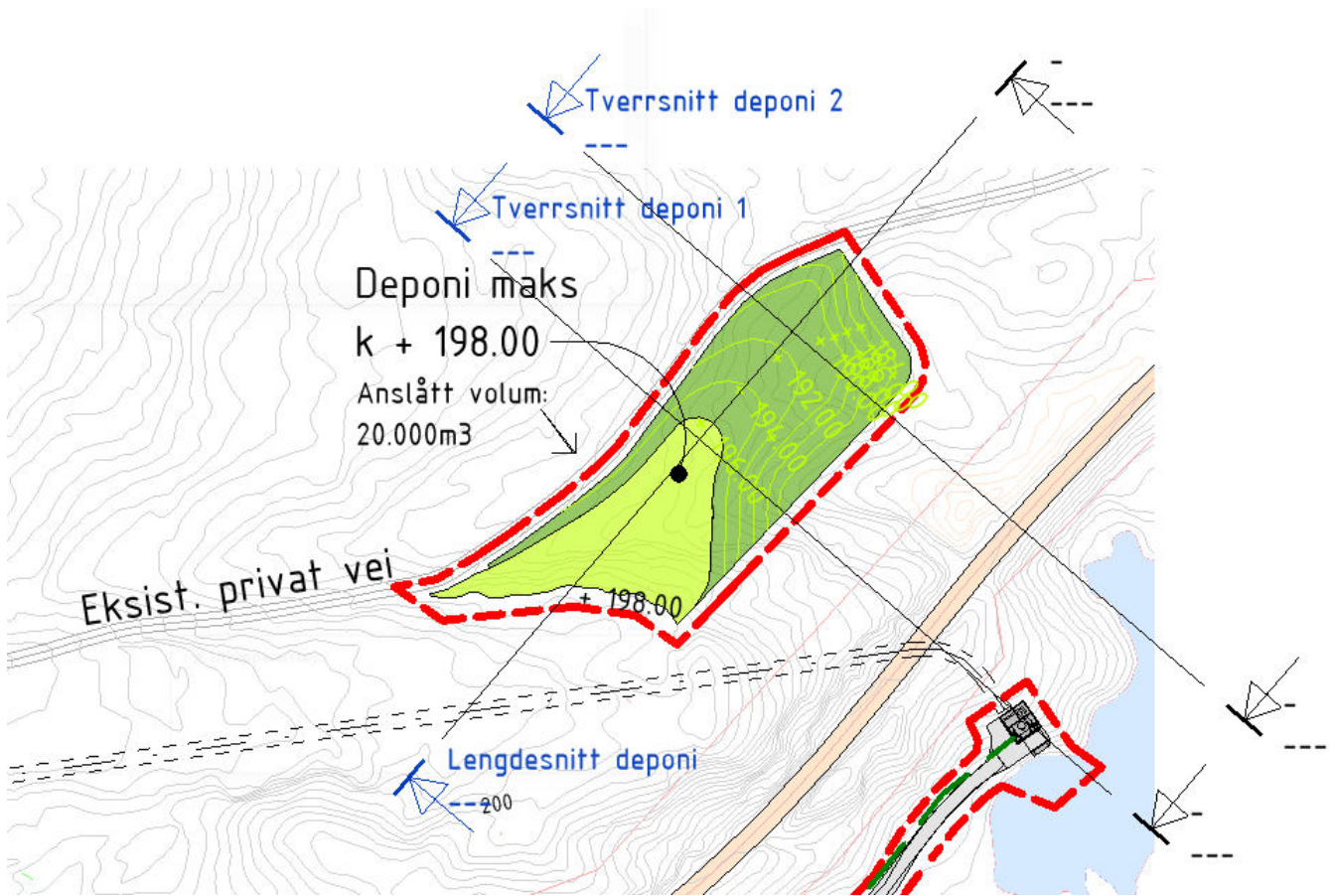
DEPONIILLUSTRASJON 7: GOOGLE STREETVIEW FRA BRU OVER ELV (FYLKESVEI). ILLUSTRASJONEN VISER DEPONI, SAMT KRAFTSTASJON.



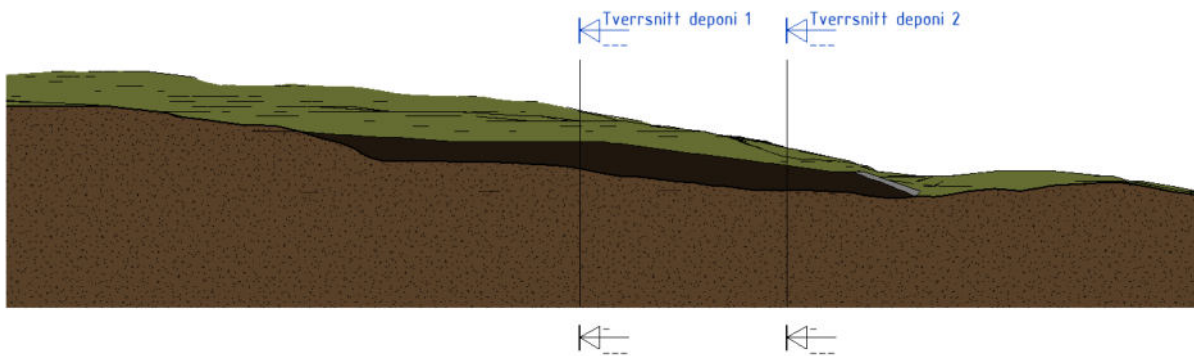
DEPONIILLUSTRASJON 8: GOOGLE STREETVIEW FRA BRU OVER ELV (FYLKESVEI).



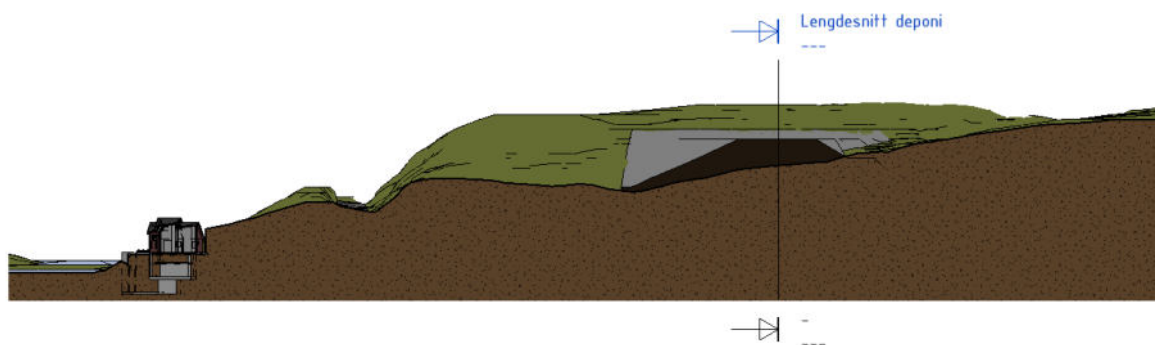
I det følgende vises også lengdesnitt og tverrsnitt av deponiet som samsvarer med Vedlegg 10 (Arealplan og snitt massedeponi\_REV).



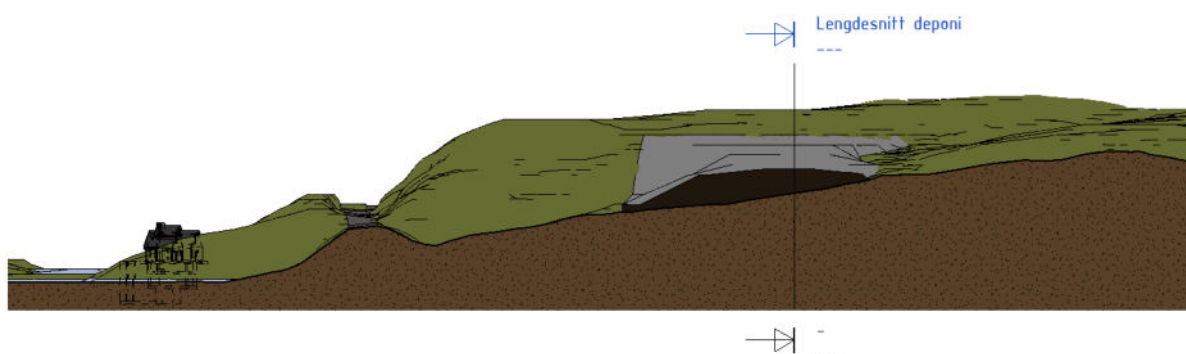
1: OVERSIKT SNITT DEPONI



2: LENGDESNITT DEPONI



### 3: TVERRSNITT DEPONI 1

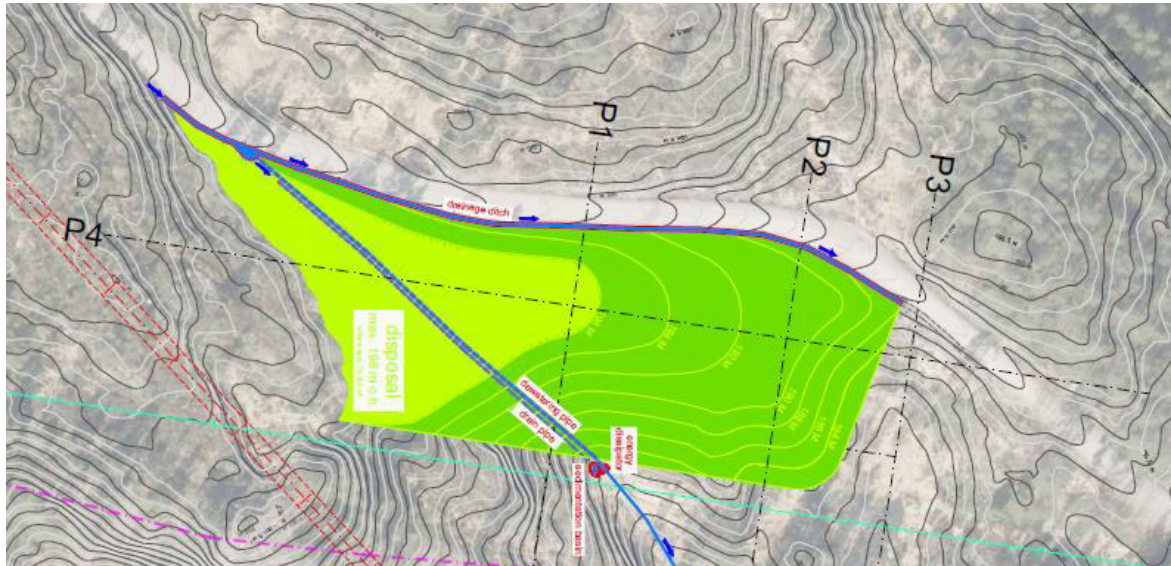


### 4: TVERRSNITT DEPONI 2

Det vises for øvrig til Vedlegg 10 for utfyllende informasjon om deponi.

Mulig avrenning fra tippene vil bli samlet opp i avskjærende grøfter og ført til et sedimenteringsanlegg. Utløpet av anleggene vil bli kontrollert med hensyn på aktuelle parameter. Miljøplanen vil bli brukt som et styringsverktøy mot tunnel entreprenøren for å sørge for at deponiene/tippene blir opparbeidet på en tilfredsstillende måte.

Dagens avløpsgrøft langs eksisterende vei føres gjennom deponi og forbi sedimenteringsbasseng i et eget avløps rør. Røret blir tett og skal ikke brukes for å drenere deponiet. Dreneringsvann fra deponiet samles opp i et eget sedimenteringsbasseng som beskrevet ovenfor. Tegninger nedenfor viser planlagt utforming av deponiet og tilpassing til terreng. Dreneringsledning og avløpsledning føres gjennom deponi.



Toppmasse tas vare på for istandsetting av arealer berørt av anleggsarbeider. Disse arealer tilpasses det omkringliggende landskapet. Toppmassen vil bli lagret midlertidig som vist på vedlagte oversiktsplan i vedlegg. Ved behov for ytterligere masse for revegetering, kan det tas masse fra arealer som blir bebyggt og lignende.

Det henvises også til *NVE Veileder for terrengbehandling ved bygging av vassdrags- og energianlegg*, hvor mal til utforming er beskrevet.

### Riggområder

Entreprenøren har fått anvist riggområder og vil gjennom anleggsperioden disponere disse. Brakker skal vedlikeholdes og driftes slik at gjeldende lover og forskrifter overholdes.

Innenfor riggområdene skal underentreprenører kunne rigge egne lager- og verkstedscontainere etter anvisning fra entreprenøren. Nødvendig lagerplass for byggherrens leveranser stilles til disposisjon innenfor riggområdet.

Riggområder føres tilbake og hele arealet settes i stand etter avslutning av utbyggingen.

### Terrenginngrep og istandsetting

#### *Massehåndtering og arrondering*

Som hovedprinsipp vil all arrondering i både stor og liten skala tilpasses omkringliggende terreng og landskapsformer, og formes på en måte som gjør at anlegget i mest mulig grad underordner seg eksisterende landskap. Ingen skråninger skal legges på eller brattere enn rasvinkel, og det skal ryddes og arronderes på alle berørte områder.

Overganger mellom berørte områder og eksisterende terreng skal se mest mulig naturlig ut, og skarpe overganger og rette linjer vil bli forsøkt unngått.

Der det skal gjøres inngrep i vegetasjonskledde områder gjelder prinsippet om at undergrunnsmasser og toppmasser skal sorteres og mellomlagres hver for seg i ranker eller hauger der nye områder som skal tilbakeføres tas i bruk. For at ikke toppmassene skal bli for tettpakket bør de ikke lagres i høyder på mer enn to meter.

Ved tilbakelegging av avdekkingsmasser etter arrondering skal toppmassene legges løst over undergrunnsmassene, som heller ikke skal komprimeres. Overflaten skal ikke gattes til, men ha en ujevn overflate.

### Mål for istandsetting

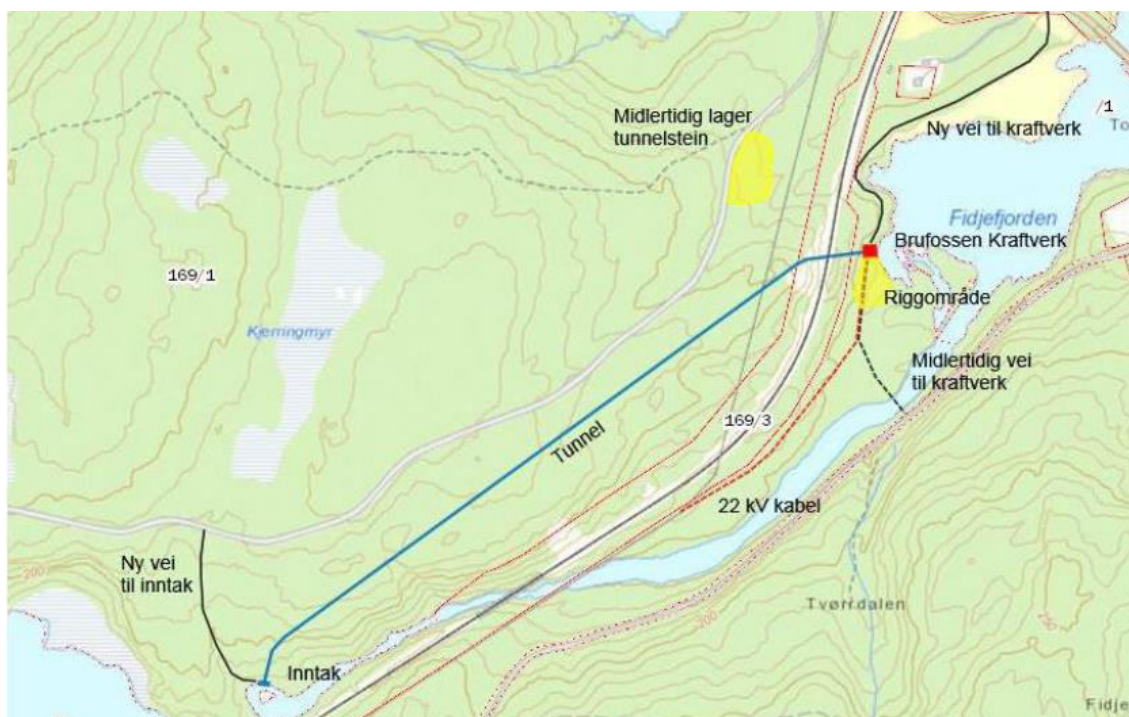
For tiltak i områder bestående av fjell i dagen, vil målet være å få til gode overganger mellom berørte og ikke berørte arealer.

Målet for istandsettingen av vegetasjonskledde eller naturlige arealer, som vil skje ved hjelp av naturlig revegetering fra stedlige toppmasser, er å få en vegetasjonssammensetning som over tid er mest mulig lik den i tilliggende områder.

## Nettilknytning

Områdekonsesjonær er GLITRE NETT (tidligere Agder Energi Nett). Ny tilknytningskabel til tilknytningspunkt av GLITRE NETT sin nye nettkiosk. Nettilknytningen bygges under egen anleggskonsesjon gjennom Brufossen Kraft AS.

Ny tilknytningskabel skal føres frem til den nye nettstasjonen fra samleskinne i den nye kraftstasjonen. Traséen for nettilknytningen er vist i vedlagte oversiktsplan, og tilknytningskablene vil legges i grøft ved siden av tilkomstveien mellom kraftstasjon og elvekryssing.



- Nettilknytningen bygges i.h.t. beskrivelsene i anleggskonsesjon gitt på 11.05.2023 (ref. 201601048-9)

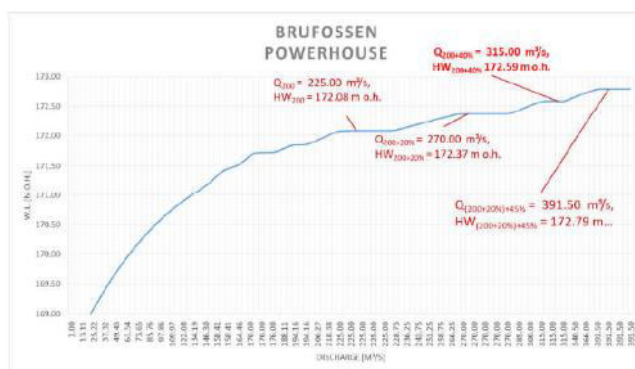
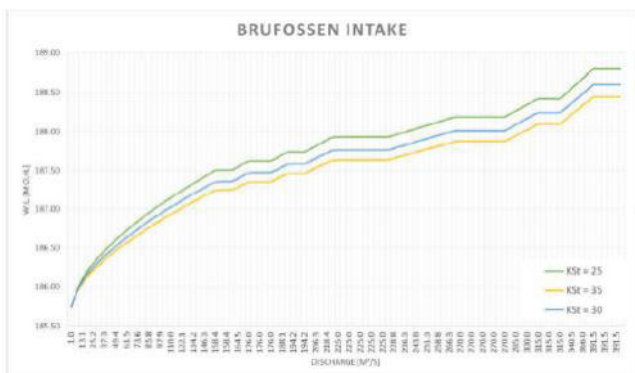
GLITRE NETT har bekreftet tilkobling av Brufossen kraftverk og gitt et estimat på anleggsbidrag (se vedlegg 11), samt bekreftet at det er tilstrekkelig kapasitet i eksisterende nett til å ta imot den nye produksjonen fra kraftverket.

## Hydrologiske forhold

Det er etablert en felles 2-D avløpsmodell for å beregne vannstandene for Brufossen-prosjektet og Skjersfossane-Rettåna-prosjektet lenger nedstrøms. Modellen er kalibrert ved bruk av historiske flomdata og bilder under storflomhendelsen fra 2017, hvor store områder rundt vassdraget ble oversvømmet.

Den 2-dimensjonale modellen er laget med HEC-RAS-programvare.

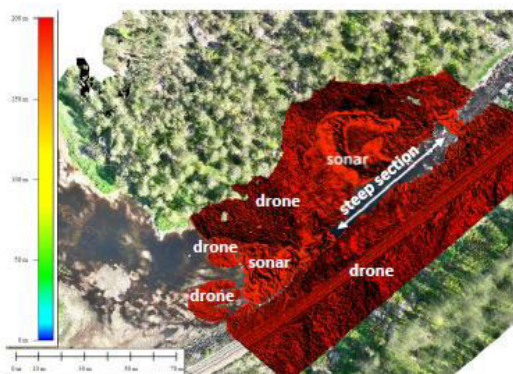
Alle konstruksjoner er dimensjonert for en Q 200 flom +40 % klimafaktor. Kraftstasjon blir følgelig sikker mot 200 års +40 % klimapåslag og alle kritiske komponenter av kraftstasjon ligger over det nivået. Bilder nedenfor viser forhold mellom vannstand og vannføring for inntak og kraftstasjon av Brufossen kraftverk.



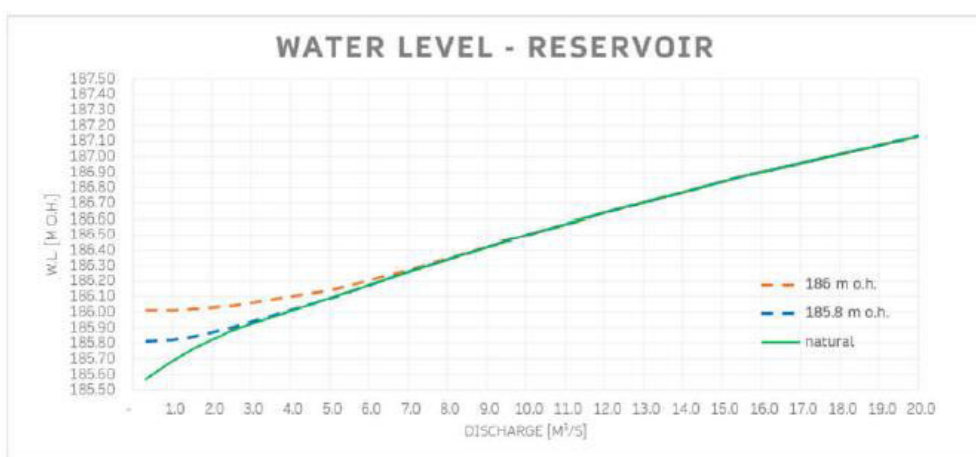
I tillegg har man modellert inntak, inntaksbasseng og minstevannføringsterskel i en egen modell for å påvise at vannstanden oppstrøms inntaket ikke er påvirket under driften (vedlegg V13\_2301-01 Report 20230718 vannstand Brufossen inntak).

Det er gjort følgende tiltak:

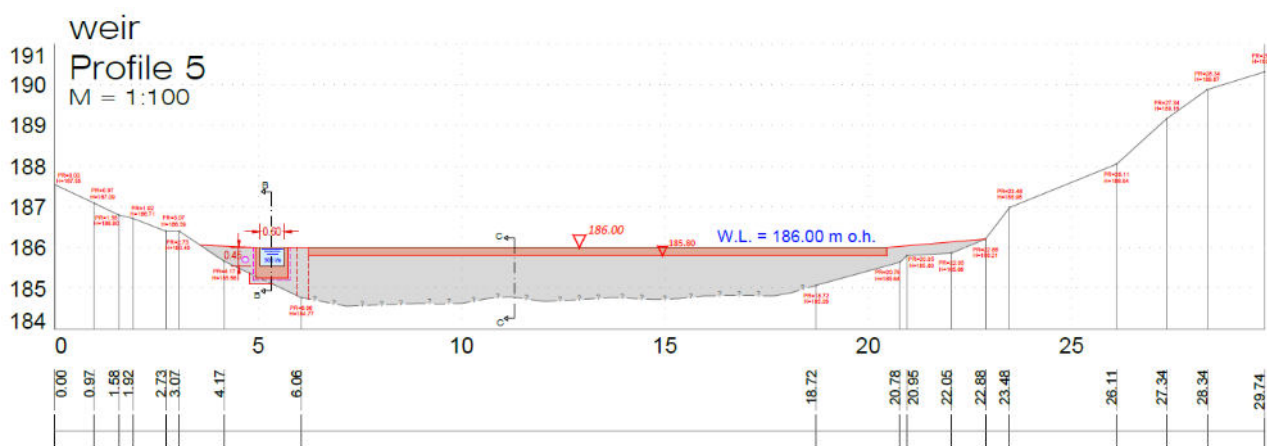
- Nøyaktige undersøkelser av elvebunnen med hjelp av sonar, stikning i terreng og drone/flybilde
- Utvikling av egen 1-D modell for inntaksområde ved bruk av HEC-RAS



Det har vist seg at vannstanden rett oppstrøms den eksisterende murdammen ikke er negativt påvirket når toppkote av minstevannføringsterskel blir senket ned til kote 186,00 moh. Dette gjelder normale driftsvannstander, men også flomvannstander. Under flomm er den eksisterende murdammen dimensjonerende for vannstanden oppstrøms og Brufossen kraftverk vil ikke påvirke vannstanden oppstrøms ved normale vannmengder eller ved vannmengder over normalen.



For å unngå at feil antagelser eller usikkerheter i modelleringen vil føre til feil resultater i vannstands beregningen skal de øverste 30 cm av minstevannføringsterskelen bygges i demonterbar trekonstruksjon. Skulle det vise seg at vannstanden påvirkes negativt, kan vannstanden senkes med ytterligere 30 cm. Dersom terskelen må bygges med toppkote 185,50, jf. kommunens vedtak etter klagebehandling, blir terskelen ikke bygget med en demonterbar trekonstruksjon på toppen, men med mulighet for å øke kotehøyden på terskelen, dersom det skulle vise seg at terskelkoten kan økes. Det vises til avsnittet [Inntak](#) for ytterligere beskrivelse av dette.

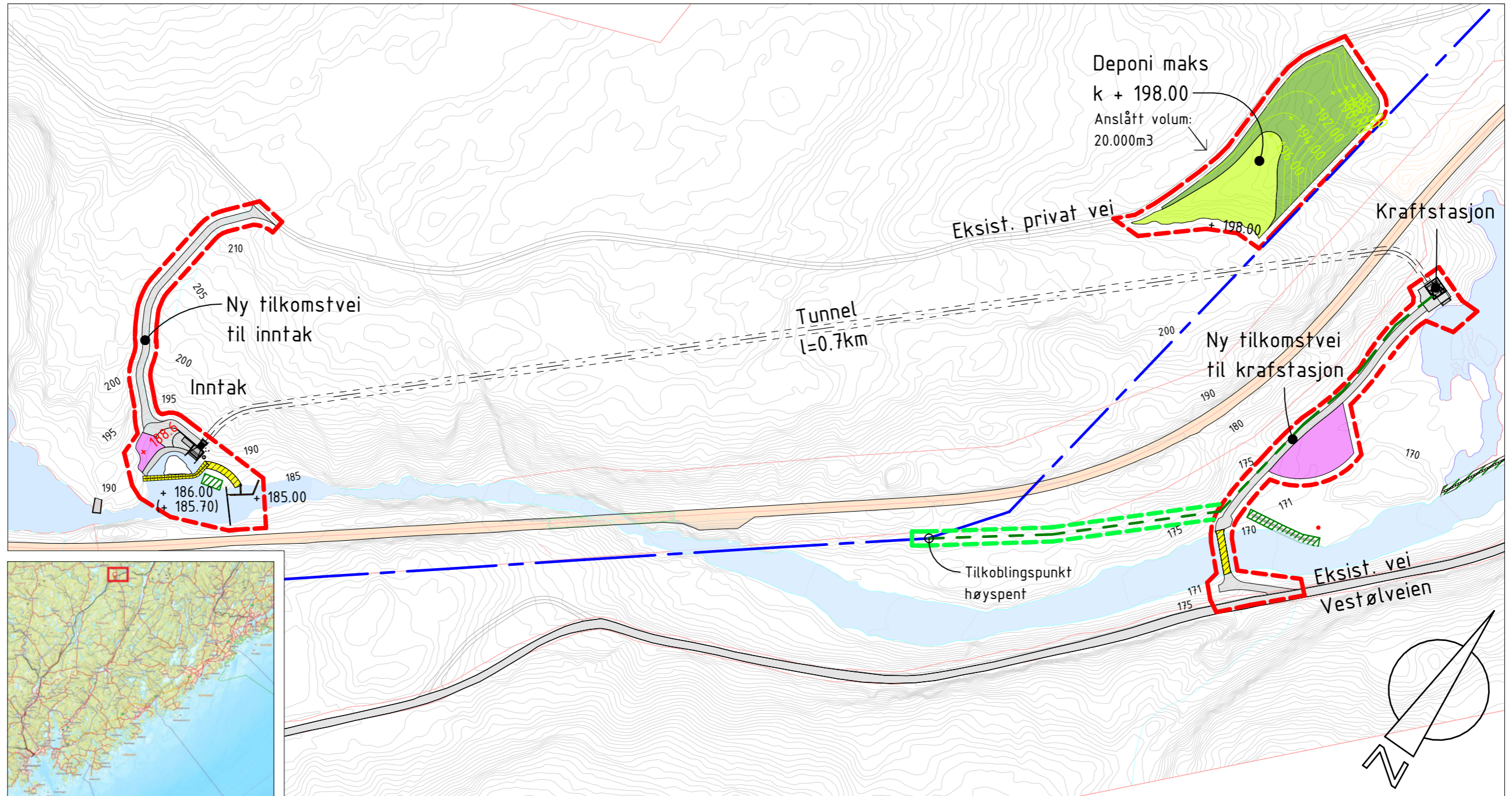


## 4. Vedlegg

- VEDLEGG 1: B 10 001 Oversiktsplan
- VEDLEGG 2 B 10 002 Oversiktskart
- VEDLEGG 3: B 10 1 001 Inntak - Områdeplan
- VEDLEGG 4: B 90 1 001 Inntak oppstrøms – Illustrasjon oppstrøms
- VEDLEGG 5: B 90 1 001 Inntak oppstrøms – Illustrasjon nedstrøms
- VEDLEGG 6: B 10 3 001 Kraftstasjon - Områdeplan
- VEDLEGG 7: B 90 3 001 Kraftstasjon - Illustrasjon
- VEDLEGG 8: B 10 4 001 Kryssing elv - Områdeplan
- VEDLEGG 9: Lengdesnitt vannvei\_inntak\_kraftstasjon
- VEDLEGG 10: Arealplan og snitt massedeponi\_REV
- VEDLEGG 11: bekreftelse nettilknytning
- VEDLEGG 12: Brufossen ing geol 2023
- VEDLEGG 13: V13\_2301-01 Report 20230718 vannstand Brufossen inntak
- VEDLEGG 14 avklaring kulturminne

## VEDLEGG 1

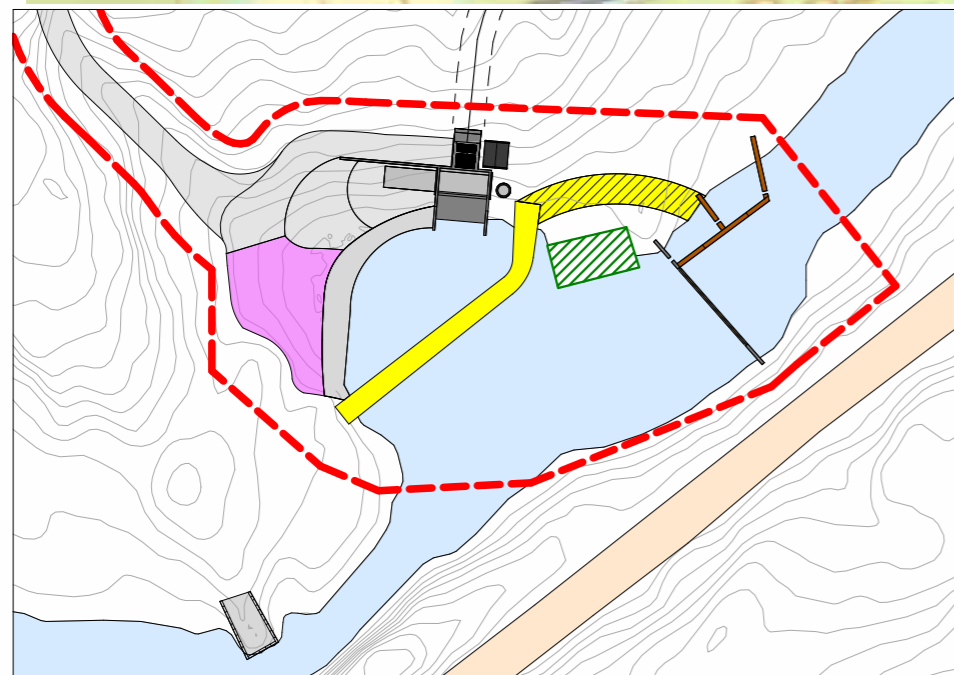
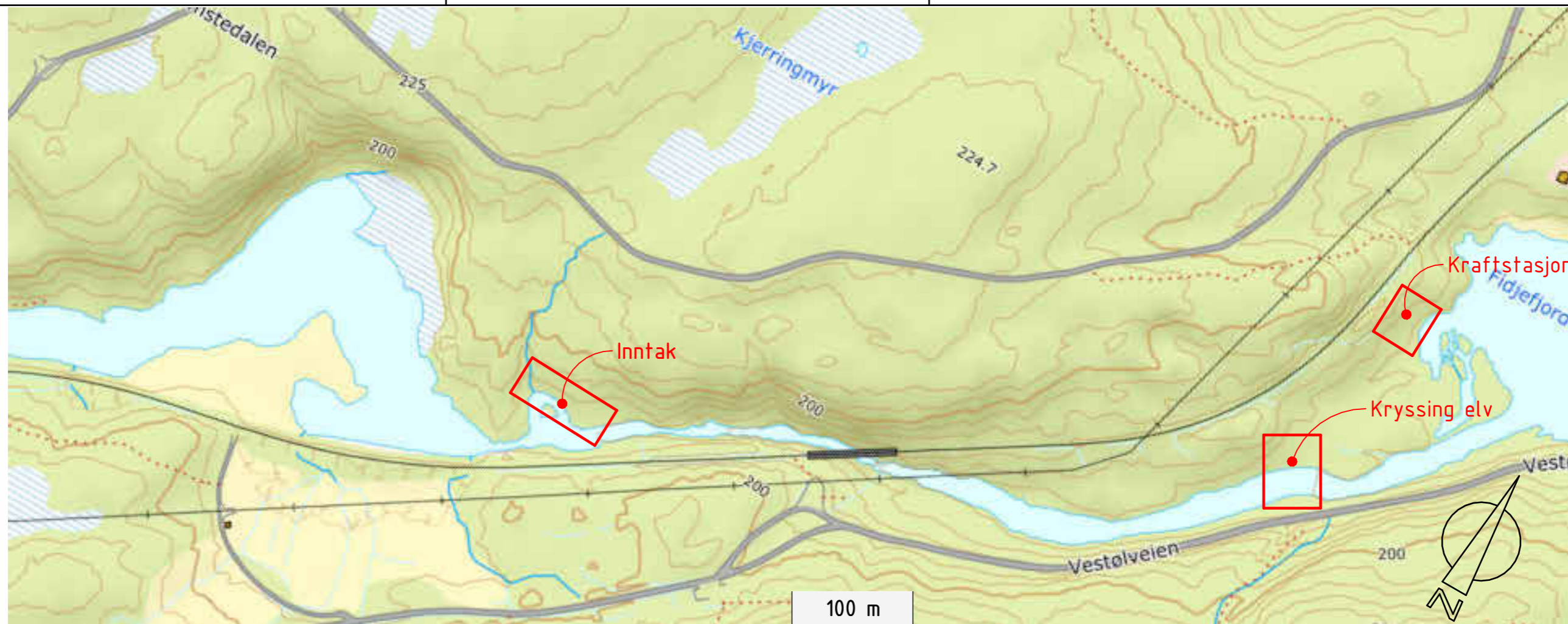




- |  |                                  |  |            |  |                              |  |
|--|----------------------------------|--|------------|--|------------------------------|--|
|  | Inngrepssone                     |  | Vann       |  | Hensynssone eldre steinmurer | Riggområder benyttes også ved behov til midlertidig lagring av masser. |
|  | Tunnel senterlinje               |  | Veg        |  | Midl. fangdam                |  |
|  | Høyspent luftlinje, eksisterende |  | Jernbane   |  | Midl. vei/bru                |  |
|  | Høspent kabel, ny                |  | Riggområde |  |                              |  |
|  | Inngrepssone høyspent            |  | Deponi     |  |                              |  |

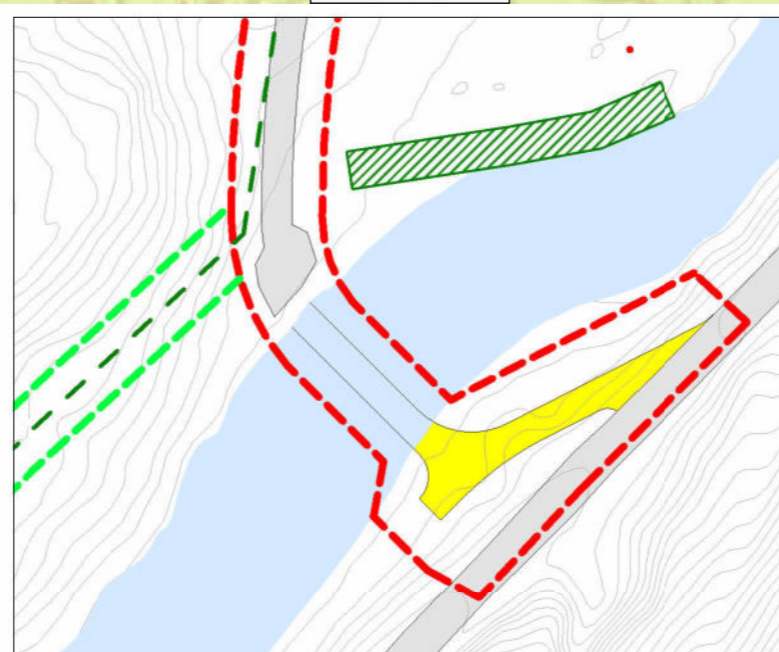
					Prosjekt		Tegningsstatus		G.nr / B.nr	Målestokk
					Brufossen Kraft AS		Detailplan for miljø og landskap		169/1	1:2500
					Brufossen kraftverk		Oversiktsplan		Dato	Prosjektnummer
					Birkenes kommune				28.08.2023	23042
									Tegnet av	Kontrollert av
									NF	YJ
									Revisjonsnummer	Fagdisiplin
					RÅDGIVENDE INGENIØRER		B 10 001		A	-
A	Justeringer etter møte med NVE	29.11.2023	NF	YJ						
Revisjon	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontr.						

## VEDLEGG 2



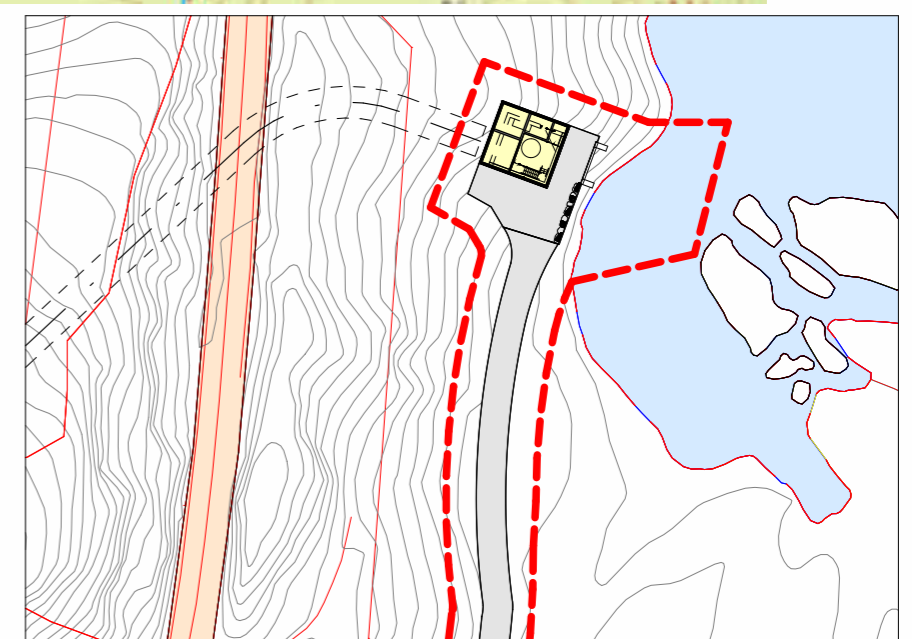
**Inntak områdeplan**

1 : 1000






**Kryssing av elv områdeplan**

1 : 1000

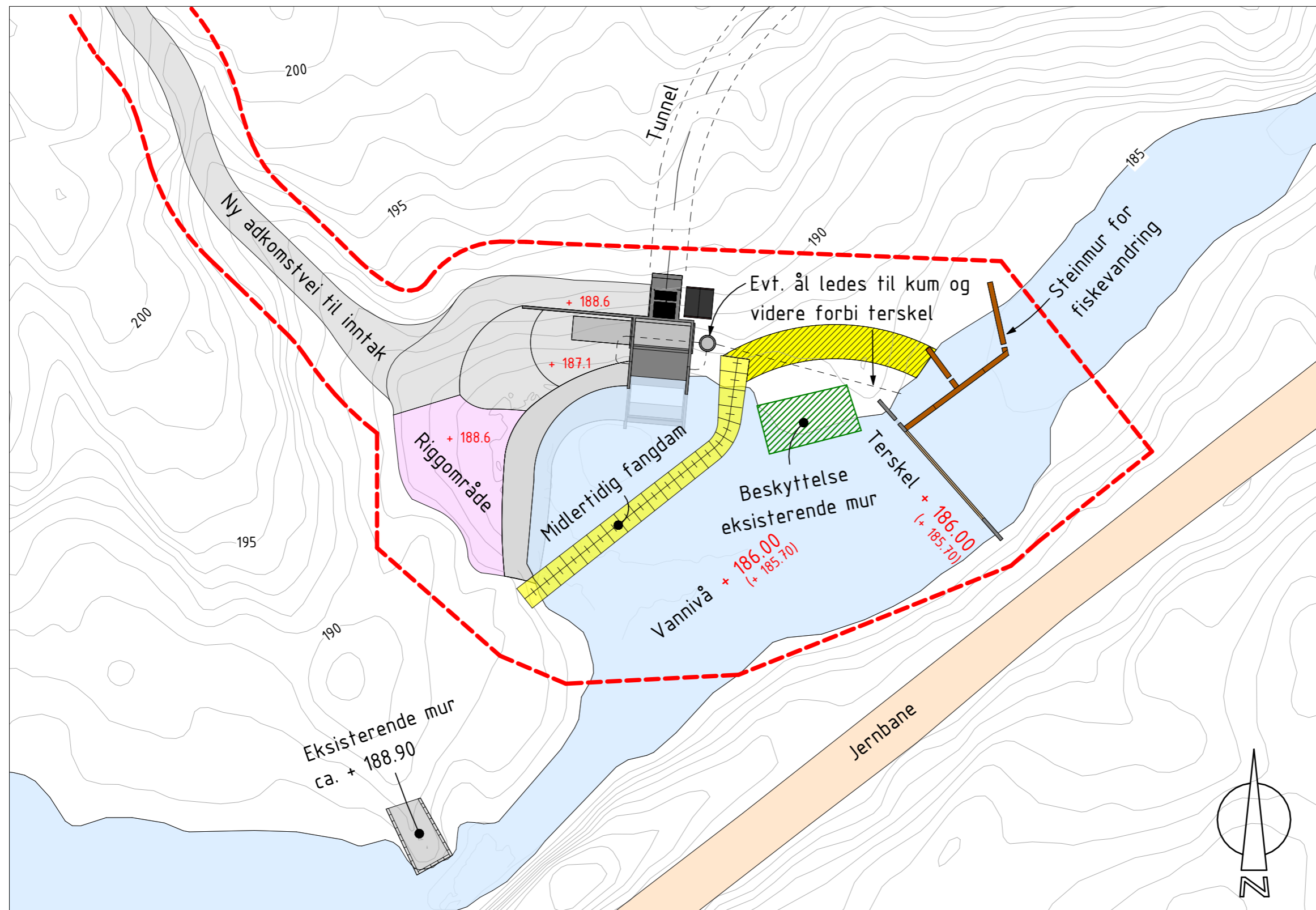


**Kraftstasjon områdeplan**

1 : 1000

					Prosjekt		Tegningsstatus		G.nr / B.nr	Målestokk	
					Brufossen Kraft AS		Detailplan for miljø og landskap		169/1		
					Brufossen kraftverk		Tegningstittel		Dato	Prosjektnummer	
							Oversiktskart		28.08.2023	23042	
					  		Tegnet av		NF	Kontrollert av	YJ
A		Justeringer etter møte med NVE		29.11.2023			Revisjonsnummer		A	Fagdisiplin	
Revisjon	Revisjonstekst		Dato	Tegnet	Kontr.	Tegningsnummer		B 10 002			

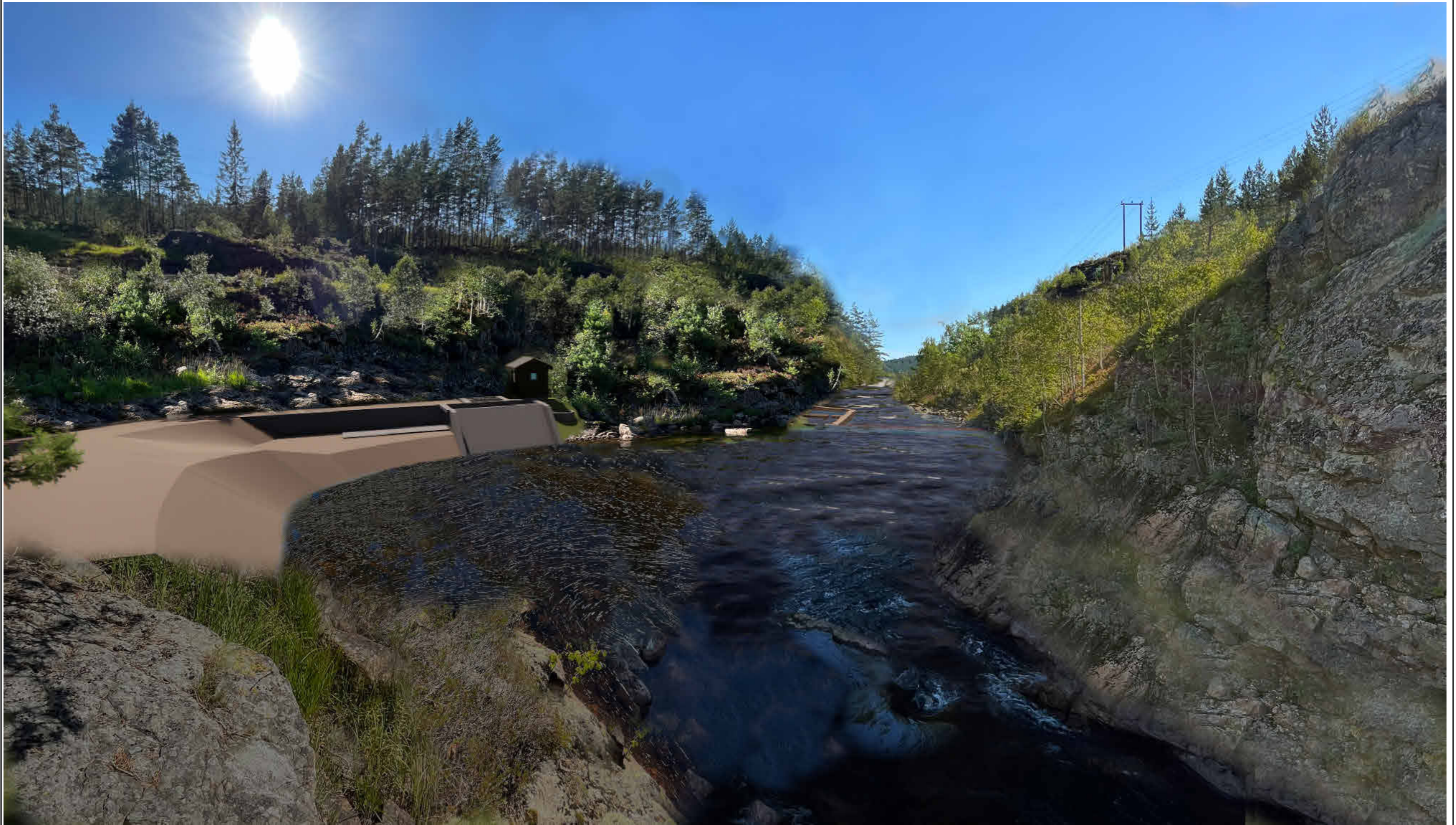
## VEDLEGG 3





- - - - Inngrepsone
- - - - Tunnel senterlinje
- Vann
- Veg
- Jernbane
- Riggområde
- Hensynssone
- Midl. fangdam
- Midl. tilkomst

						Prosjekt <b>Brufossen Kraft AS</b> <b>Brufossen kraftverk</b>		Tegningsstatus <b>Detaljplan for miljø og landskap</b>		G.nr / B.nr 169/1	Målestokk
						Tegningstittel <b>Inntak</b> <b>Områdeplan</b>		Dato 28.08.2023		Prosjektnummer 23042	
						Tegningsnummer <b>B 10 1 001</b>		Tegnet av NF		Kontrollert av YJ	
								Revisjonsnummer <b>A</b>		Fagdisiplin -	
A	Justeringer etter møte med NVE	29.11.2023	NF	YJ							
Revisjon	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontr.	RÅDGIVENDE INGENIØRER						

## VEDLEGG 4






					Prosjekt	Tegningsstatus	G.nr / B.nr	Målestokk
					Brufossen Kraft AS	Detaljplan for miljø og landskap	169/1	
					Brufossen kraftverk	Tegningstittel	Dato	Prosjektnummer
					 <b>Skaar</b> <small>RÅDGIVENDE INGENIØRER</small>	Inntak oppstrøms	28.08.2023	23042
						Illustrasjon	Tegnet av	TK
					 <small>GODKJENT FIRMÅ</small>	Tegningsnummer	Revisjonsnummer	Fagdisiplin
Revisjon	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontr.		B 90 1 001		

## VEDLEGG 5








					Prosjekt	Tegningsstatus	G.nr / B.nr	Målestokk
					Brufossen Kraft AS	Detaljplan for miljø og landskap	169/1	
					Brufossen kraftverk	Tegningstittel	Dato	Prosjektnummer
					  	Inntak nedstrøms	28.08.2023	23042
						Illustrasjon	Tegnet av	Kontrollert av
Revisjon	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontr.	RÅDGIVENDE INGENIØRER	Tegningsnummer	TK	YJ
						B 90 1 002	Revisjonsnummer	Fagdisiplin
								-

## VEDLEGG 6

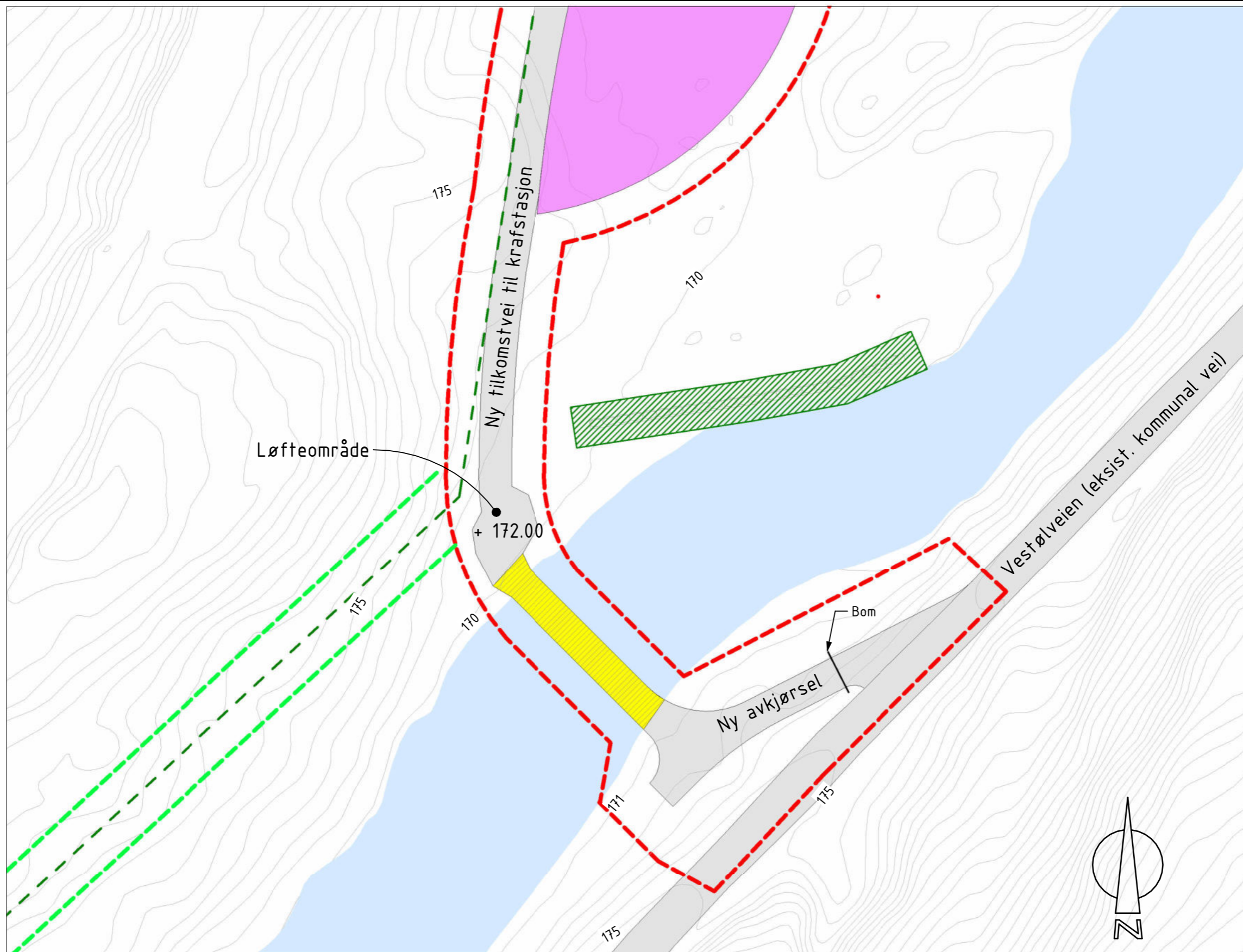


## VEDLEGG 7



					Prosjekt	Tegningsstatus	G.nr / B.nr	Målestokk
					Brufossen Kraft AS	Detaljplan for miljø og landskap	169/1	
					Brufossen kraftverk	Tegningstittel	Dato	Prosjektnummer
					 <b>Skaar</b> <small>RÅDGIVENDE INGENIØRER</small>	Kraftstasjon	28.08.2023	23042
						Illustrasjon	Tegnet av	Kontrollert av
Revisjon	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontr.	 	Tegningsnummer	TK	YJ
						B 90 3 001	Revisjonsnummer	Fagdisiplin

## VEDLEGG 8

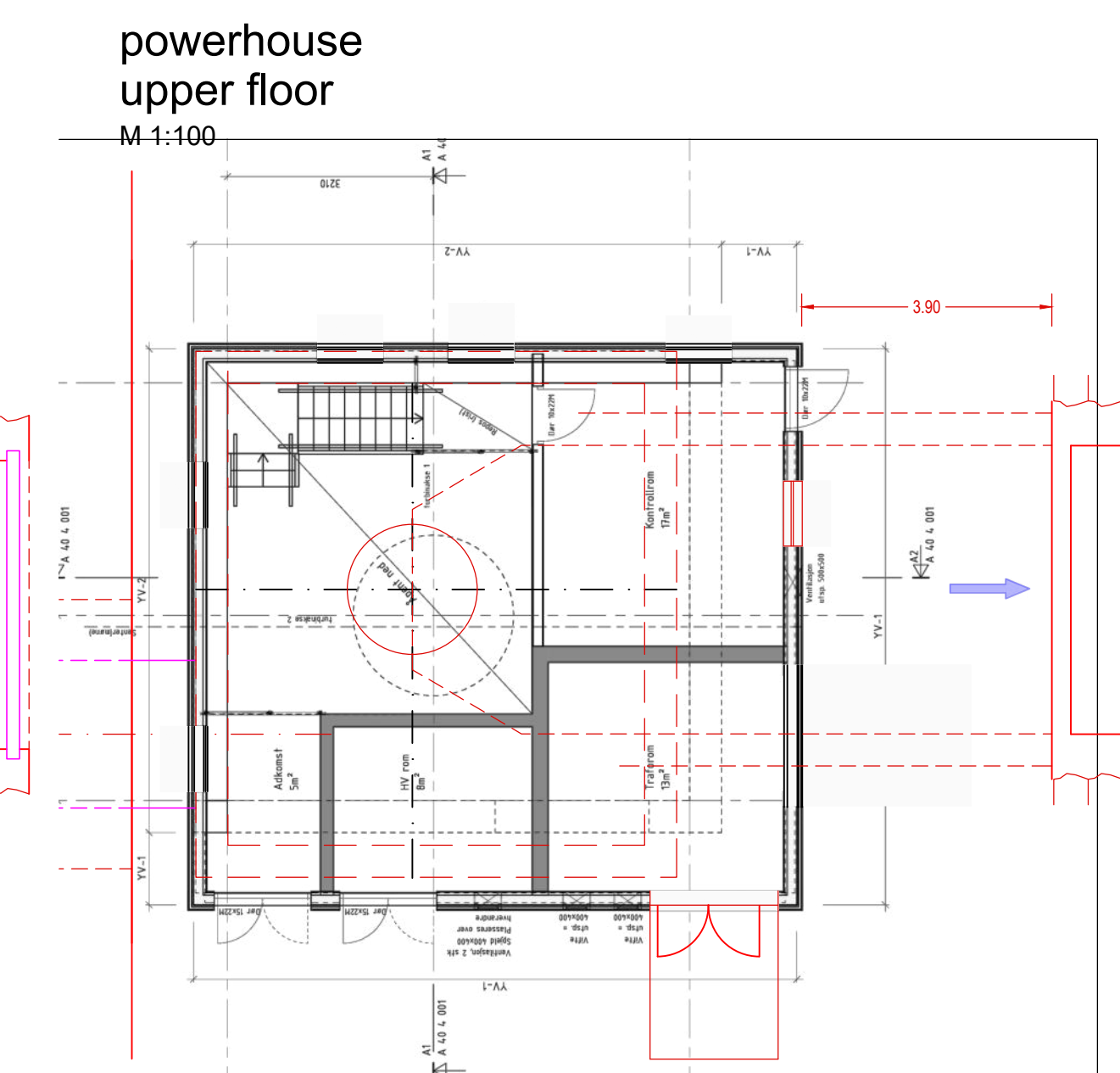
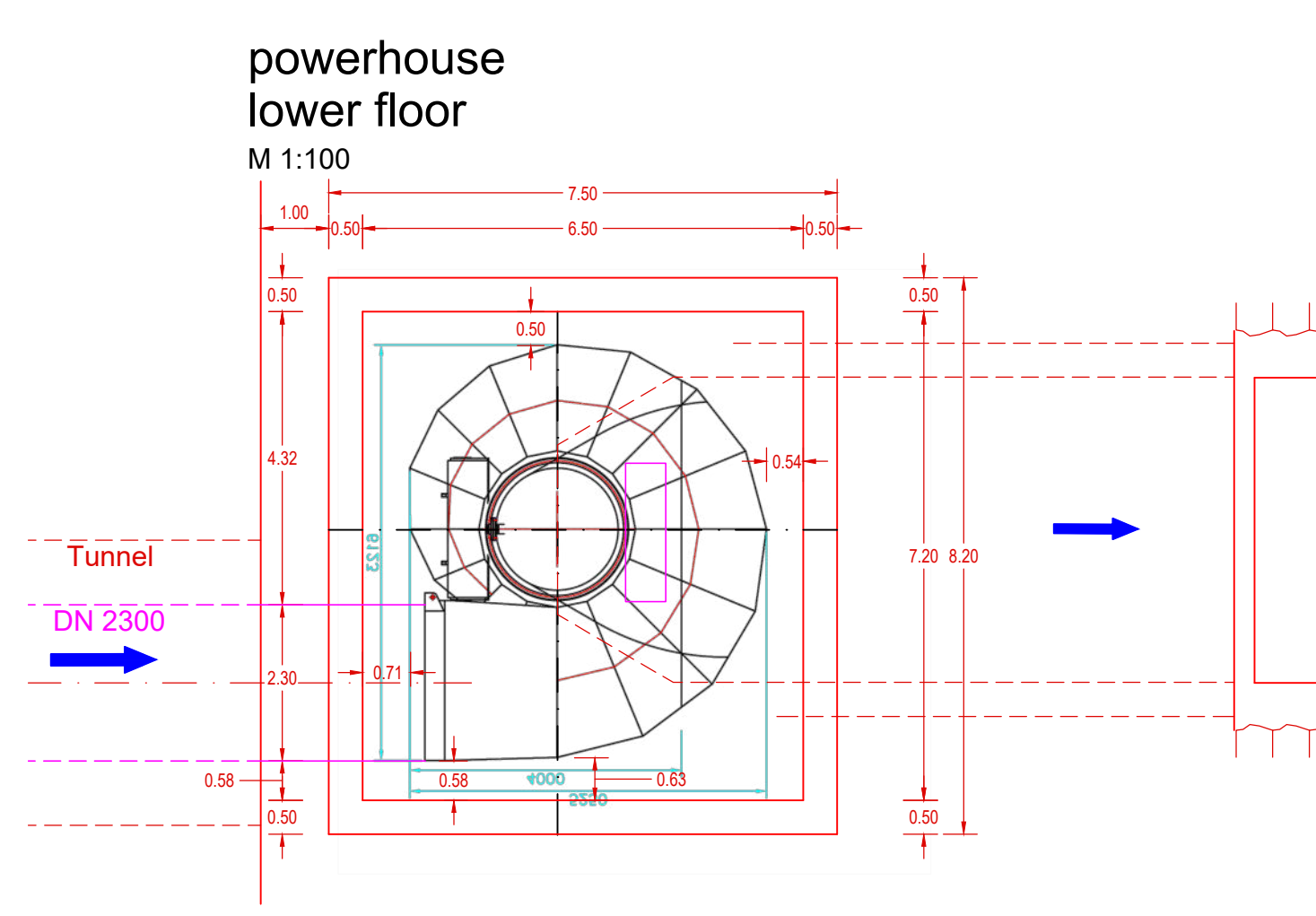
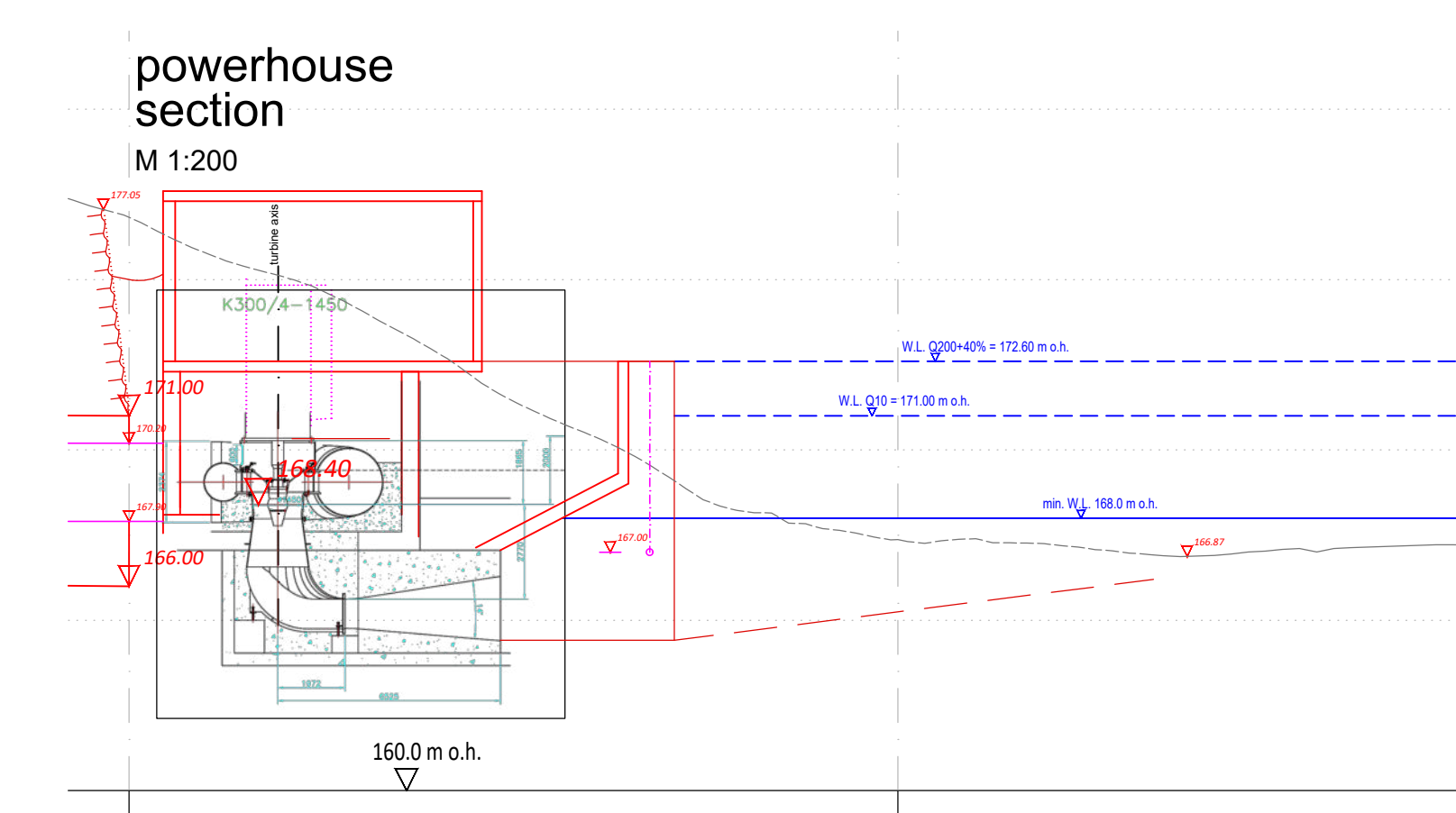
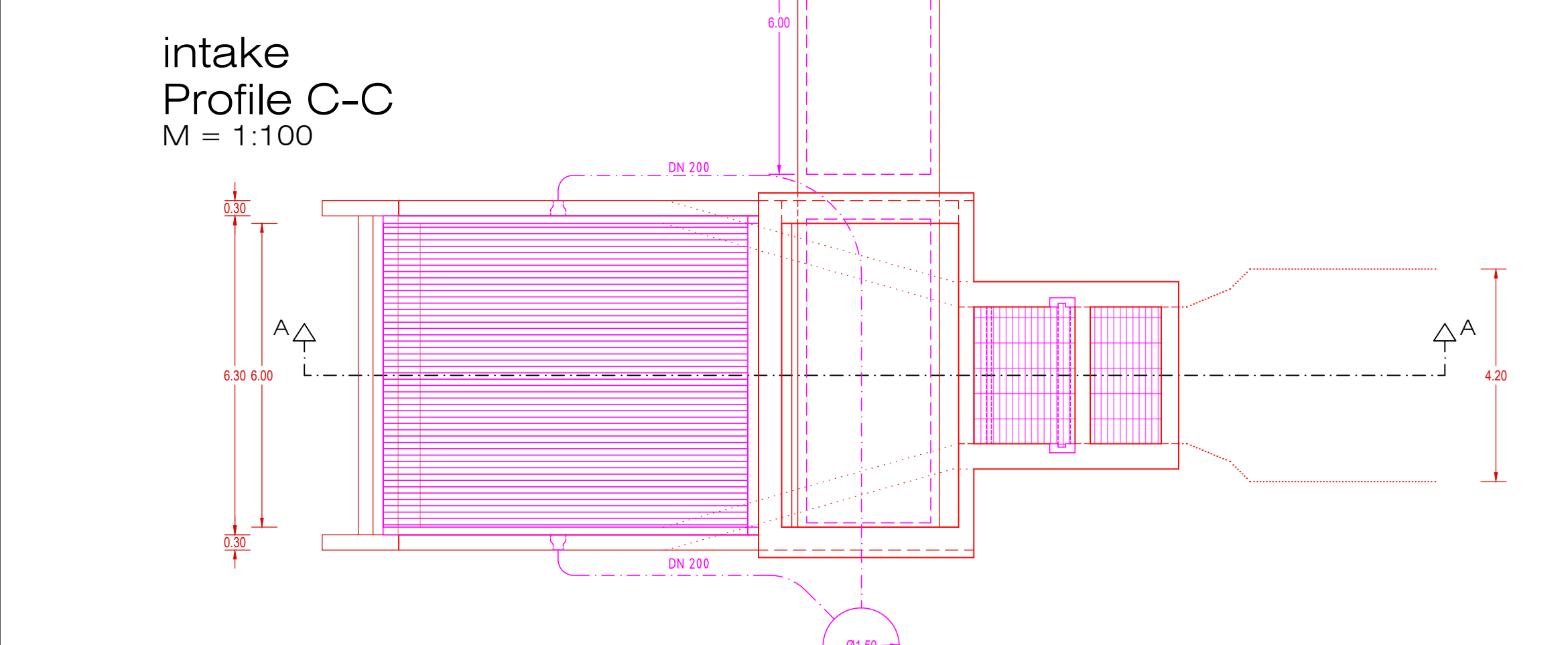
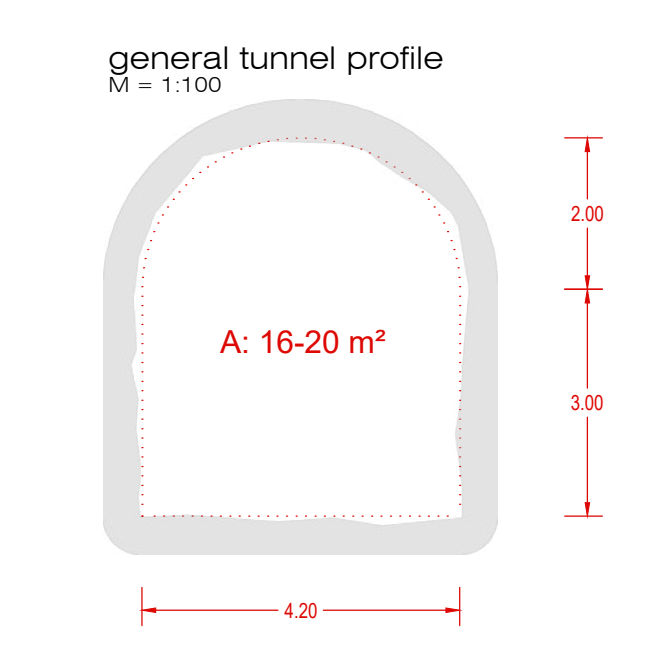
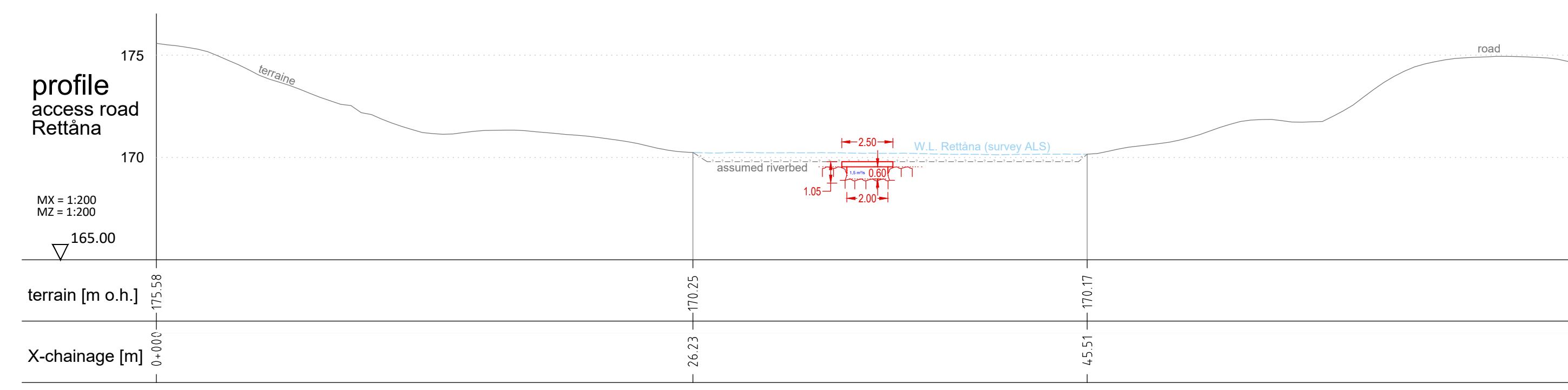
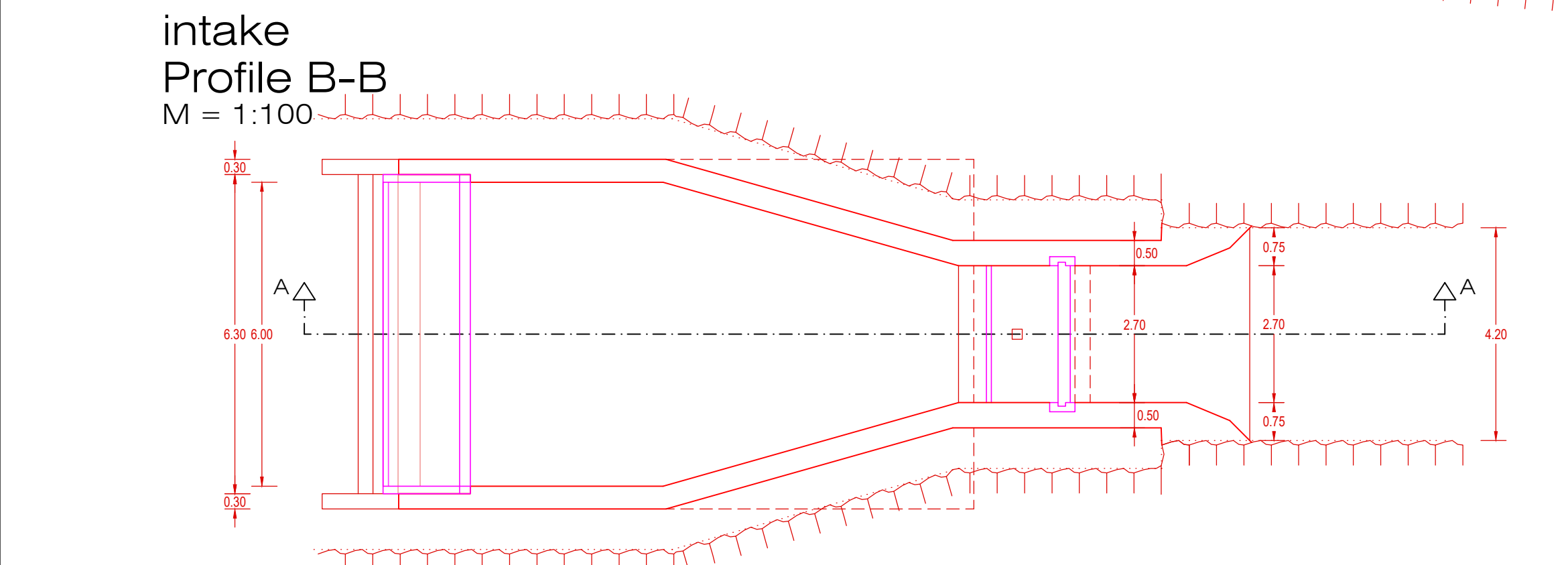
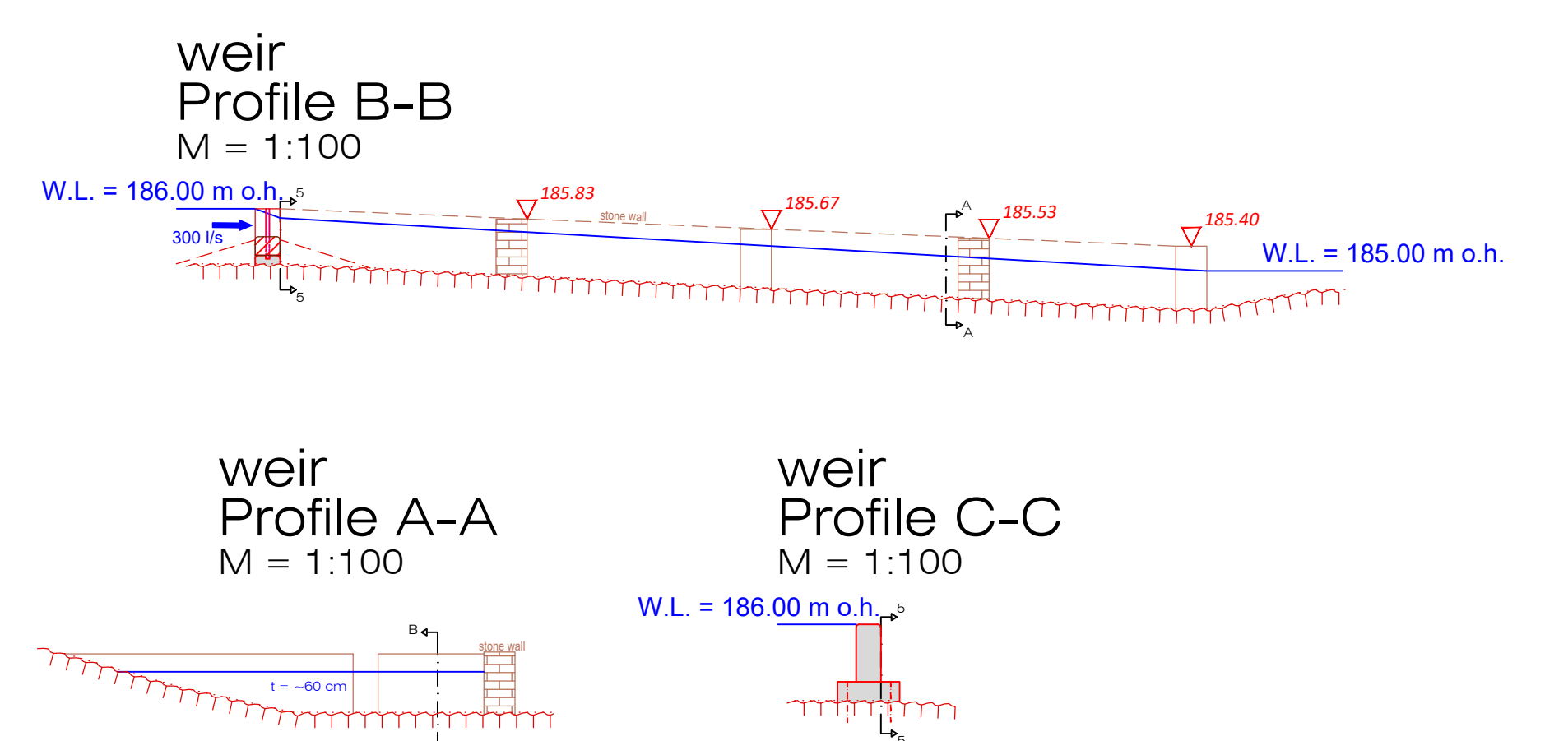
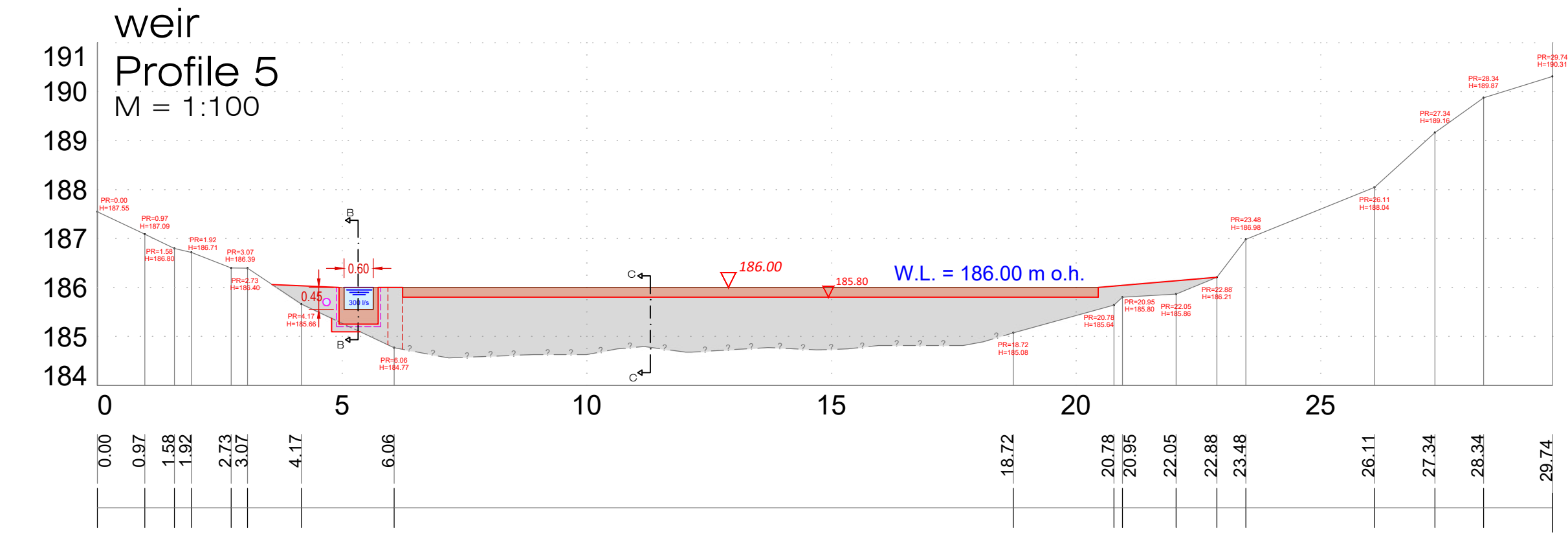
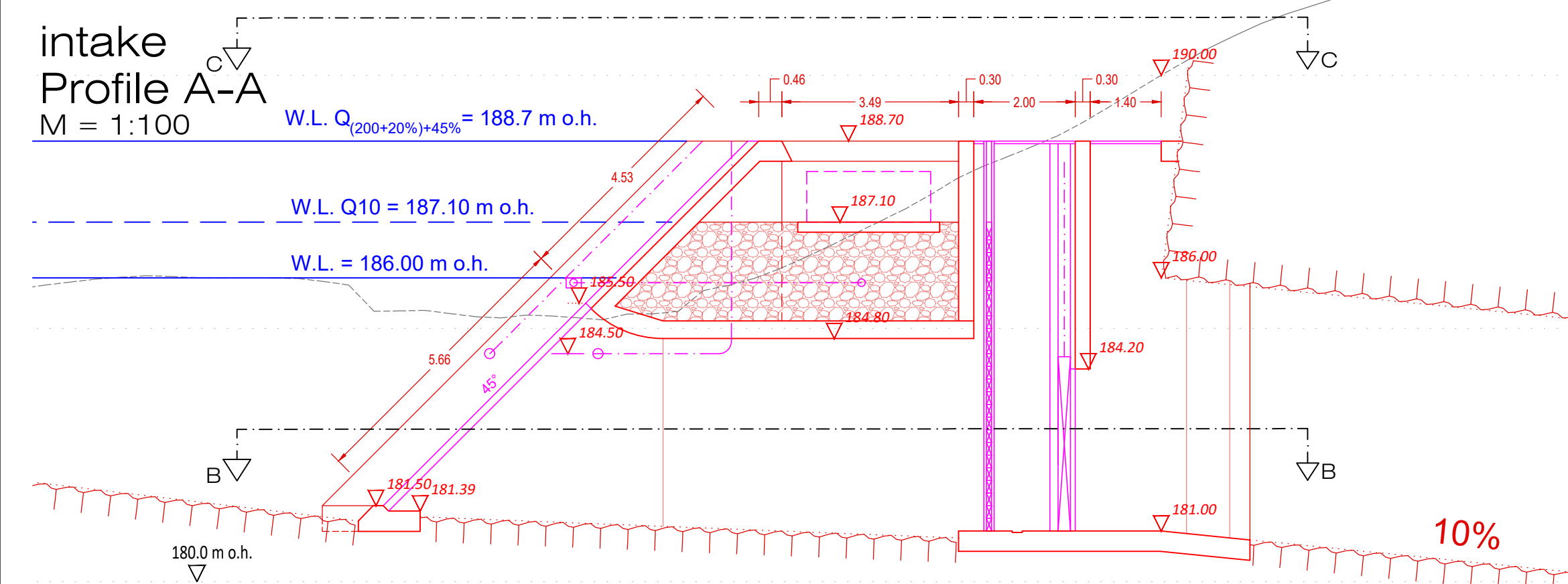
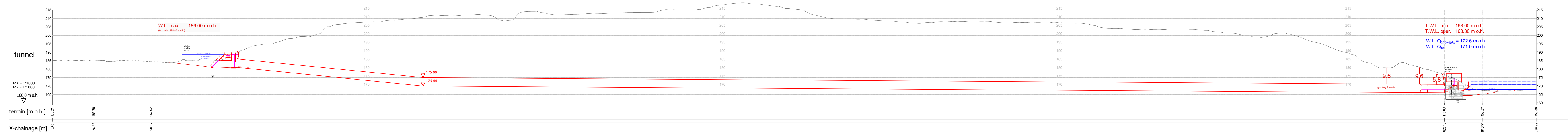
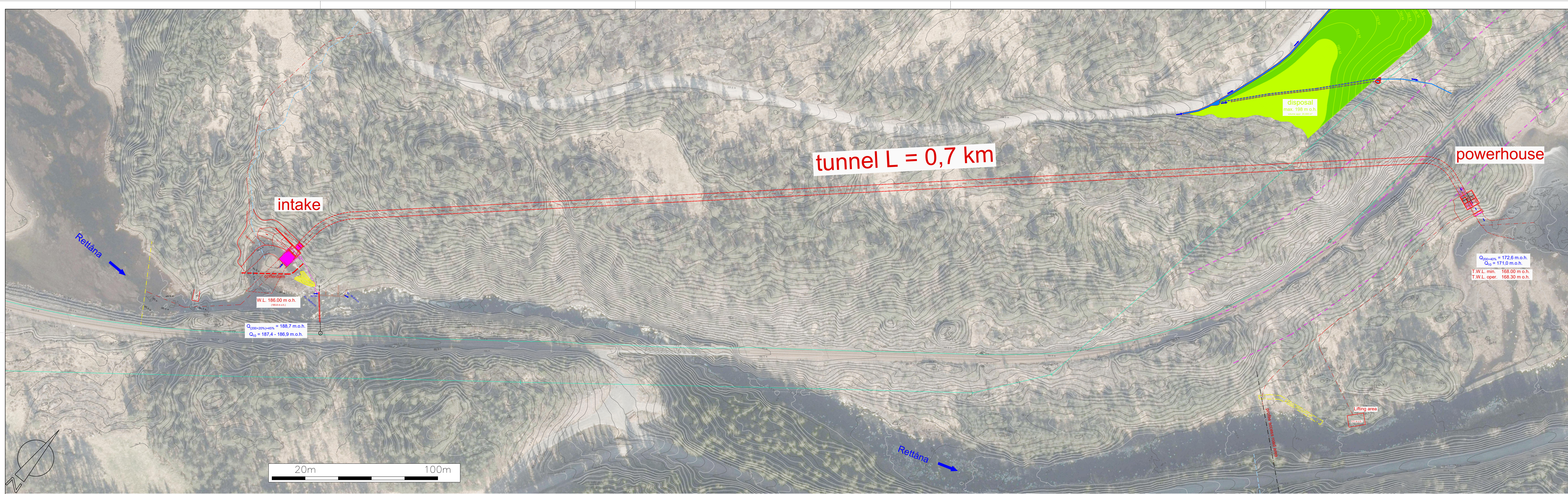


- - - Inngrepssone
- - - Høyspent kabel, ny
- - - Inngrepssone høyspent
- Vann
- Veg
- Riggområde
- Hensynssone eldre steinmurer
- Midl. vei/bru

				Prosjekt	Tegningsstatus		G.nr / B.nr	Målestokk
				Brufossen Kraft AS	Detaljplan for miljø og landskap		169/1	1:500
				Brufossen kraftverk	Tegningstittel		Dato	Prosjektnummer
				 <b>Skaar</b> <small>RÅDGIVENDE INGENIØRER</small>	Kryssing elv		27.10.2023	23042
					Områdeplan		Tegnet av	Kontrollert av
				 <small>RÅDGIVENDE INGENIØRER</small>	Tegningsnummer		NF	YJ
A	Justeringer etter møte med NVE	29.11.2023	NF		YJ	B 10 4 001		Revisjonsnummer
Revisjon	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontr.			A	-

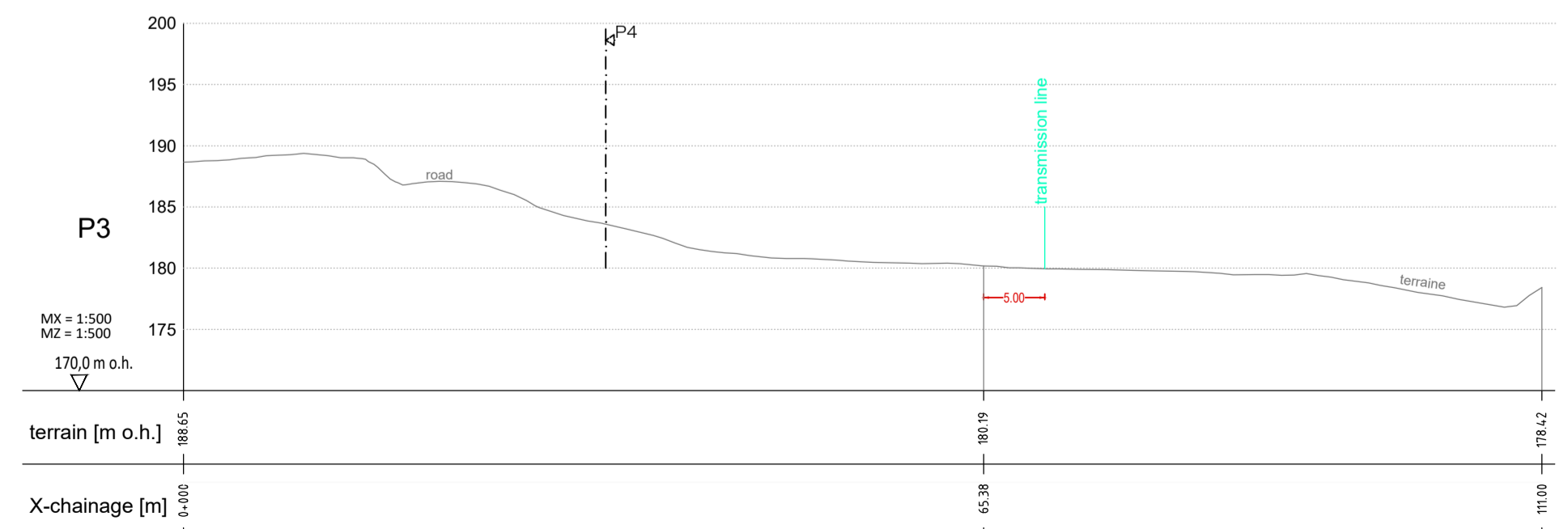
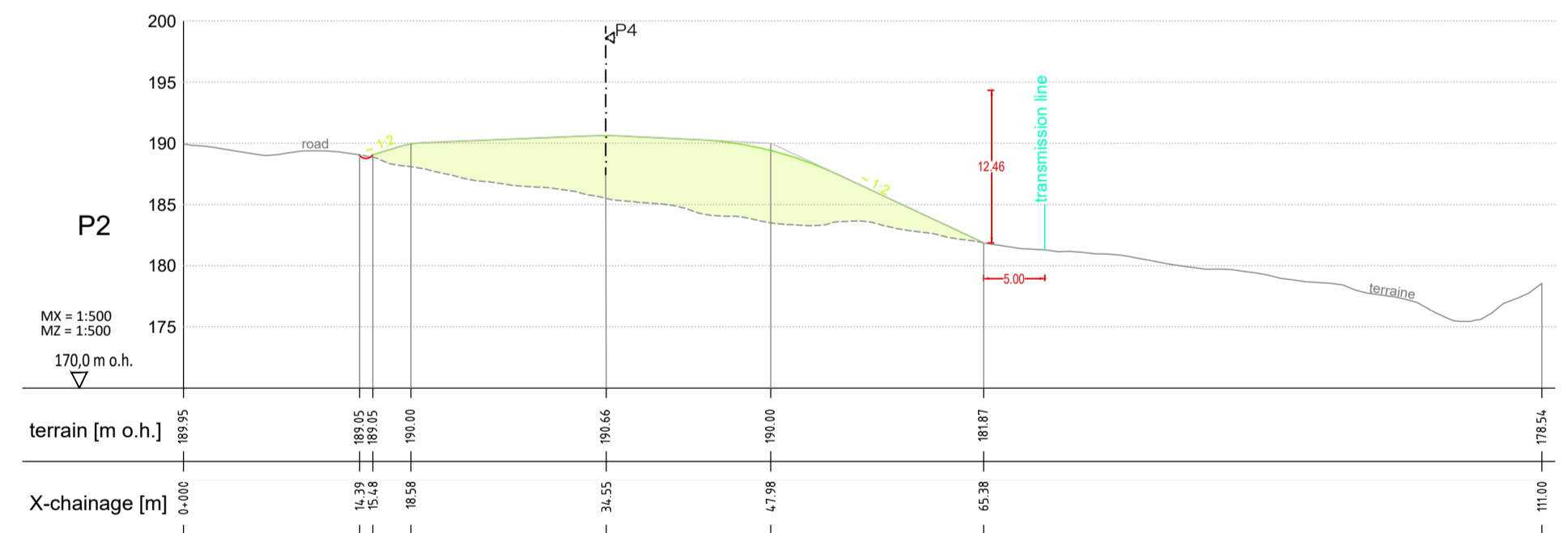
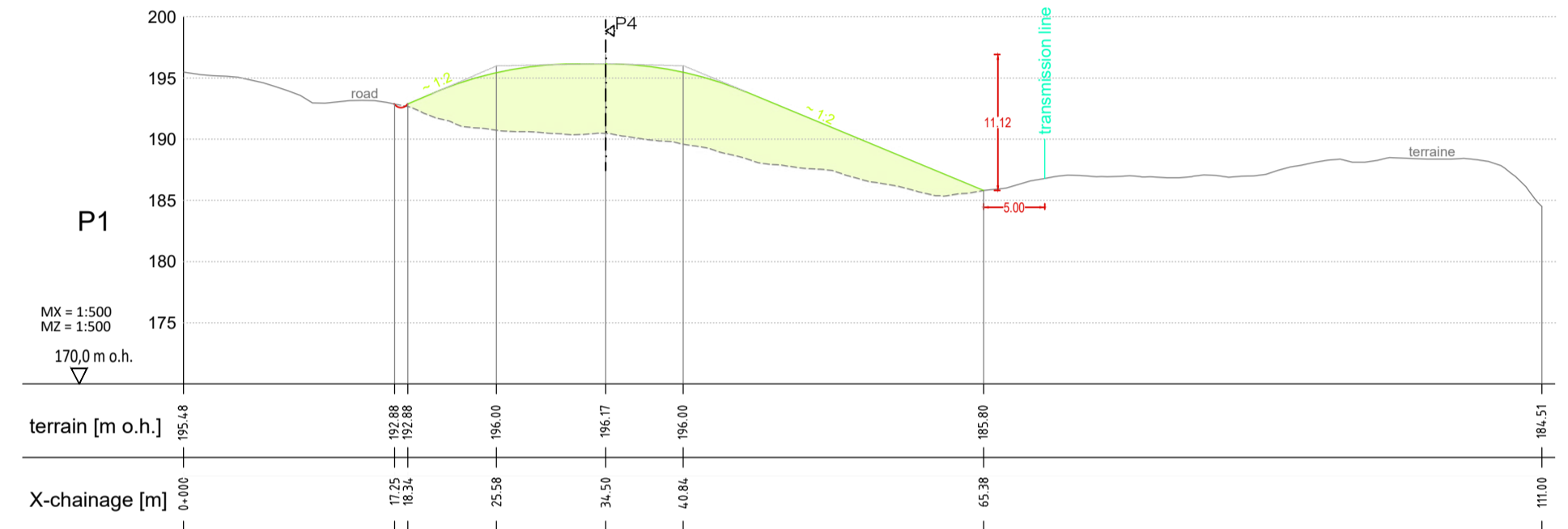
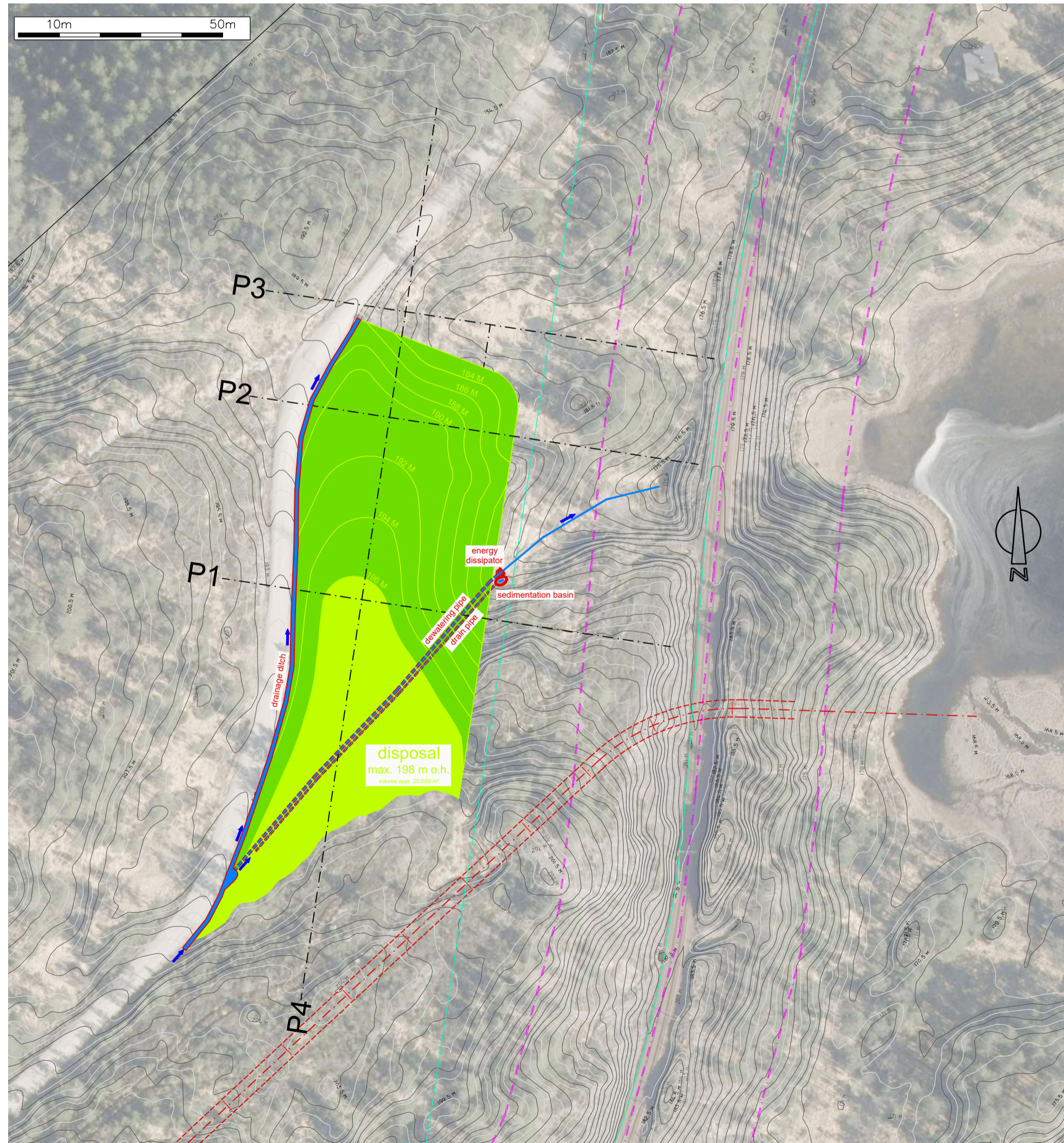
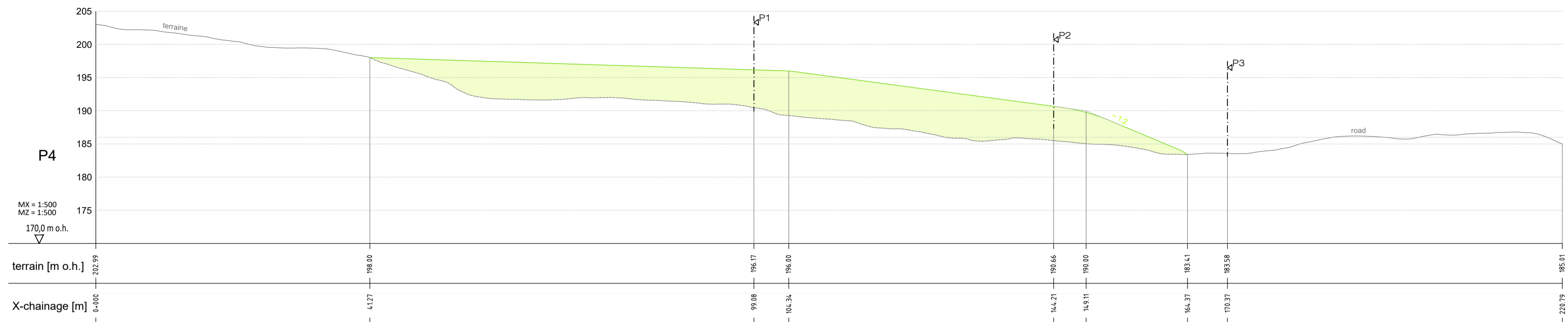
## VEDLEGG 9





C:\Users\m\OneDrive - D\Bros\My Documents\Bros\Bros\Projekter\2023\2301 - Brufossen\Plan\2301\_105.dwg

## VEDLEGG 10



## VEDLEGG 11

## Andreas Brunner

---

**From:** Robin Narum <Robin.Narum@glitrenett.no>  
**Sent:** Montag, 21. August 2023 07:53  
**To:** Marius Strømmen Wold  
**Cc:** Andreas Brunner  
**Subject:** Grovkalkyle Brufossan kraftverk  
**Attachments:** Kartskisse Brufossen 2.1.pdf

**Follow Up Flag:** Follow up  
**Flag Status:** Flagged

Hei, vedlagt ligger grovkalkylen til Brufossan kraftverk.

Til informasjon så har tilbudsfristen for Skjersfossan kraftverk gått ut. Så dersom den skal realiseres må den oppdateres.

## Uforpliktende grovkalkyle og orientering om eventuelt tilbud på tilknytning til GN's

Under henvisning til forespørsel datert 10.01.2023 oversendes uforpliktende grovkalkyle og orientering om tilbud på tilknytning til Glitre Nett AS (GN) for : **Brufossen kraftverk (2,5MW)**

Glitre Nett AS kan med hjemmel i forskrift av 11 mars 1999 nr 302 om teknisk og økonomisk rapportering, inntektsrammer for nettvirksomheten og tariff(er) (kontrollforskriften) fastsette et anleggsbidrag for å dekke anleggskostnadene ved nye nettilknytninger eller ved forsterkninger av nettet til eksisterende kunder.

### Beskrivelse av den tekniske anleggsløsningen:

Se vedlagt kartskisse *Brufossen kraftverk 2.1*. Fra eksisterende høyspentmast etableres en ny avgreining med høyspent hengekabel. Den nye avgreiningen bygges frem til nærheten av anleggsveien hvor det plasseres en endemast med en sectosbryter i. Tilkoblingspunktet er planlagt plassert der utbyggers kabel termineres til klemmene på sectosbryteren i endemasta. Kabelen fra kraftverket til tilkoblingspunktet leveres og utføres av utbygger. Kabelnedføring og tilknytning utføres av GN. Måler og RTU plasseres inne i kraftverket.

Som uforpliktende grovkalkyle basert på erfaringstall kan vi sette opp følgende kostnader:

Planleggingskostnader:	kr 141 000
Høyspenning:	kr 645 000
Sum anleggskostnad:	<u>kr 786 000</u>
Sum grovestimat	<u>kr 786 000</u>

### Kostnader til skogrydding av linjetrase er ikke tatt med i tilbudet.

Vi gjør oppmerksom på at anleggsløsningen på vedlagte kartskisse ikke er godkjent av grunneiere og offentlige myndigheter, slik at endringer av anleggsløsning kan medføre betydelige merkostnader utover angitte løsningsforslag.

Vi gjør oppmerksom på at grovkalkylen ikke er bygget på reelle data for nettanlegget og effektbehov, og derfor ikke er bindende.

Kalkylen er laget for å gi en foreløpig indikasjon over kostnadsbildet.

Et mer nøyaktig overslag/pristilbud vil først kunne framlegges når vi har den hele og fulle oversikt over sakens faktiske sider.

For å kunne gi et mer presist tilbud trenger vi følgende opplysninger:

- Kart over området med inntegnet alle installasjoner som skal omfattes av tilbudet. Anleggsvei OSV.
- Godkjent reguleringsplan i pdf- og sosiformat
- Når byggestart av AENs anlegg kan forventes, og forventet ferdigstillelse.

Det gjøres oppmerksom på at GN også etter at et eventuelt mer presist tilbud er gitt vil fakturere de faktisk medgåtte kostnader og forbeholder seg rett til endringer dersom oppgitte grunnlagsdata eller andre faktiske forhold blir endret og/eller viser seg å være feilaktige eller unøyaktige.

Dersom det senere blir aktuelt for Dem å akseptere et eventuelt senere tilbud vil standard avtale om bestilling av nettilknytning bli oversendt til signering.

Ta gjerne kontakt for avklaringer

Vi hører gjerne fra dere

Med vennlig hilsen/Best regards,  
**Robin Narum**  
Prosjektingeniør

+4791835188

**GlitreNett**

[www.glitrenett.no](http://www.glitrenett.no)



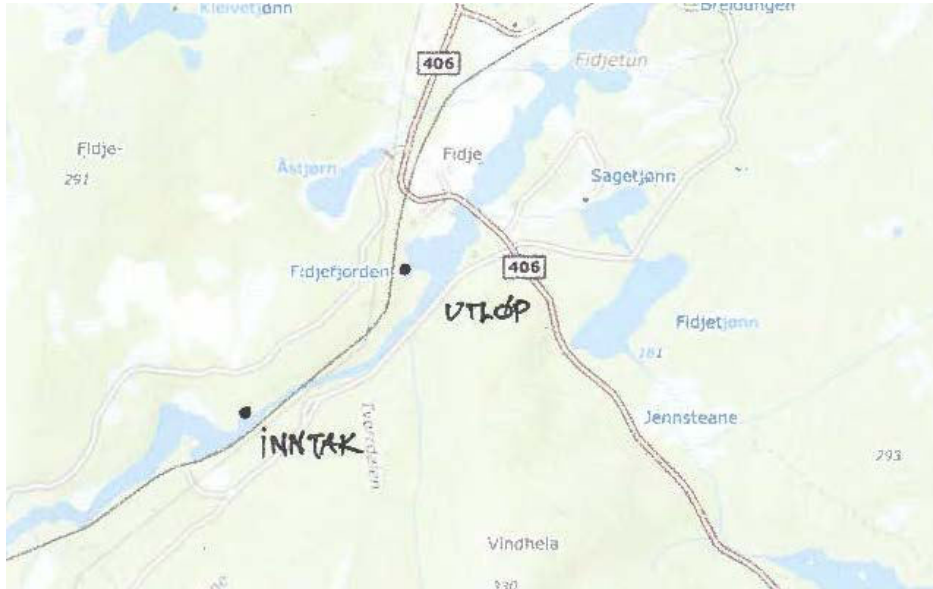
## VEDLEGG 12



## **BRUFOSSEN KRAFTVERK**

### **Ingeniørgeologi**

Brufossen Kraftverk er planlagt bygget ved Fidje i Birkeland. Det planlagte kraftverket er et elvekraftverk som utnytter et fall i Retteåna på ca. 18 meter ned til utløp i Fidjefjorden. Planlagt vannvei har lengde ca. 720 meter med tverrsnitt tilpasset en maksimal driftsvannføring på 15.6 m<sup>3</sup>/s.



*Lokalisering av inntak og utløp.*

*Kartutsnitt fra «1881»*

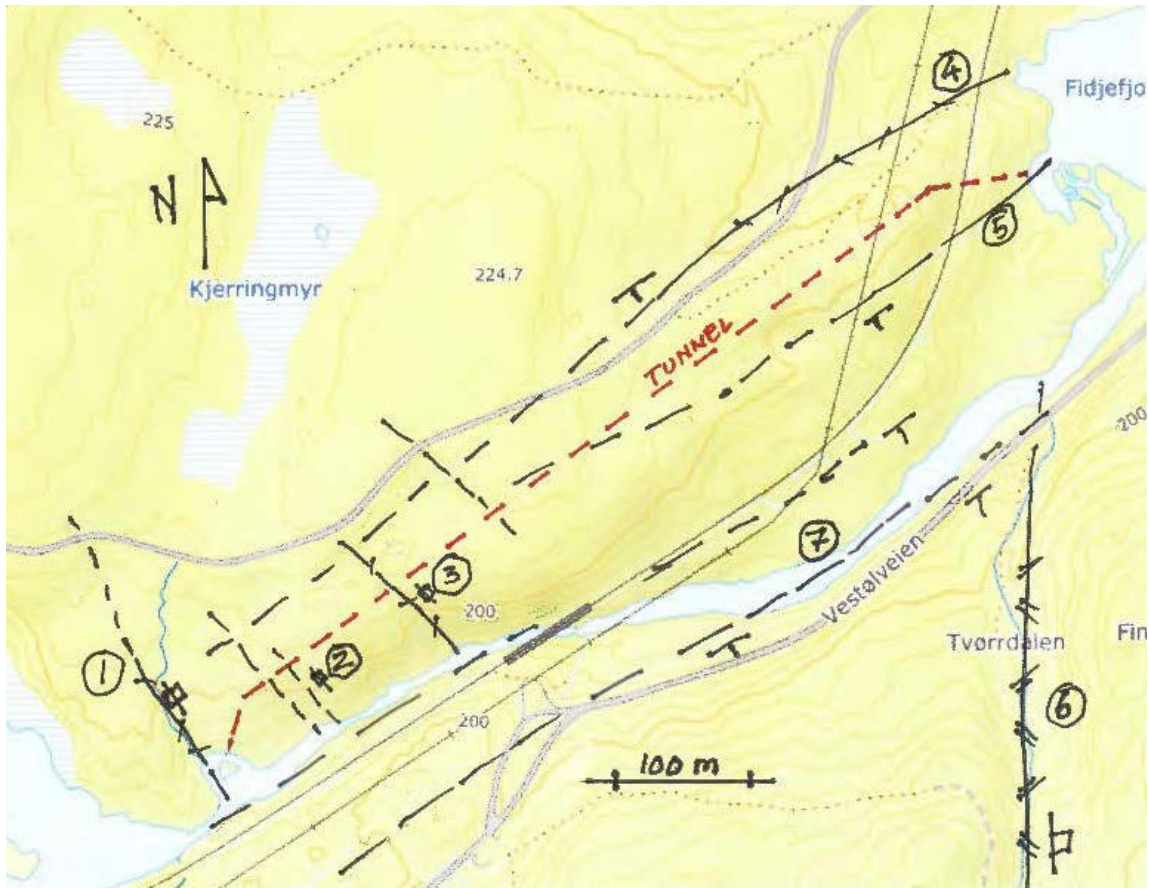
Grunnlag for vurdering av ingeniørgeologi er konsesjonssøknad utarbeidet av Bekk og Strøm AS, geologisk kart Arendal i målestokk 1:250 000, «The geology of southernmost Norway» redigert av C. Majer og P. Padget, NGU 1987 og oppdatert geologisk kart på nett i NGU database. Flyfoto fra Norkart, opptak 2020, gir informasjon om strukturer i berggrunnen og IR opptak fra 2021 gir opplysning om vegetasjonsdekke og blottet berg. Befaring i prosjektområdet fant sted 20.04.23.

### ***Berggrunn***

Berget i prosjektområdet består av migmatitt. Dette er en bergart som har vært utsatt for trykk og temperatur som har ført til delvis smelting og nydanning av bergart. For byggeteknisk formål kan berget betegnes som middelkornig granittisk gneis. Strukturen i gneisen har strøk NNØ-SSV med fall mot ØSØ. Dette gjenspeiler den regionale strukturen. Lokalt kan strukturen bølge noe, med  $\lambda$  rundt 5 meter og fallvinkelen typisk mellom 20° og 40°.

I blotninger sees strukturen som mørke glimmerstriper. Enkelte drag med anrikning av glimmer fremstår som gjennomsettende soner, der sonen som følger Retteåna gjennom prosjektområdet er den tydeligste. På kartskissen under er de mest markerte sprekkesonene vist. Opptreden i overflaten indikerer at svakhetssonene vil opptre som tett oppsprukne soner.

På kartutsnittet er den planlagte tunnelen vist med rød stipling og enkelte soner vist med sort. Heltrukken strek betyr at påvisningen er sikker, stipling betyr usikkert forløp i detalj eller at mektigheten er mindre.



*Svakhetssoner og strukturer i prosjektområdet*

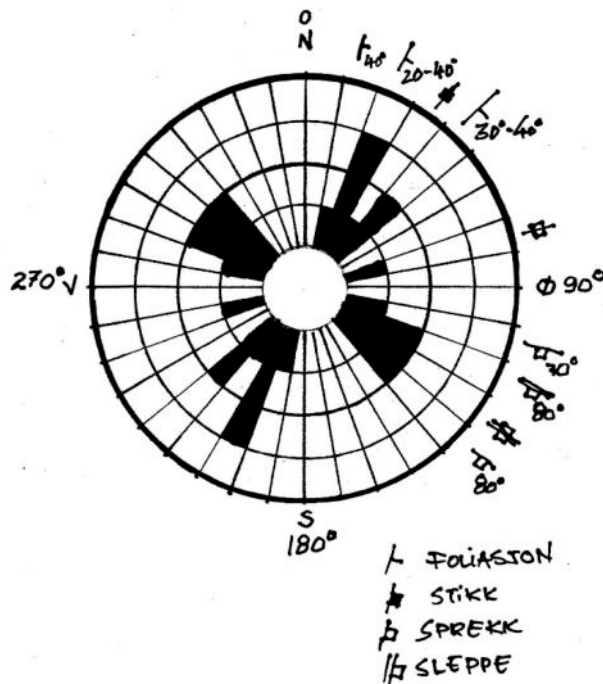
Sone 1 på figuren er en markert sprekkesoner med steilt vestlig fall. Det ventes ikke at sonen vil berøre selve inntaket. Samvirke mellom sone 1 og sonene merket 7 har dannet viken ved inntaket. For en eventuell terskel plassert i utløpet av viken ventes dypålen i elven å ligge nær høyre elvebredd.

Sonene 2 og 3 vurderes som steile soner med karakter av sprekketog der 3 er den bredeste med bredde som en normal salvelengde.

Sone 4 og 5 er antatt å være glimmerrike bånd i berget. Sonene faller sammen med lineasjoner i større skala der fallvinkelen varierer fra 30° til 50° mot SØ. Den mest markerte sonen er 4 som ikke vil berøre den planlagte tunnelen. Strukturen 5 er mindre og synes å klinge ut mot vest, men vil skjære tunnelen under spiss vinkel.

Sone 6 er en regional knusningssone med steilt østlig fall. Tolkingen er at sonen ikke vil berøre utløpet for tunnelen eller konstruksjoner i umiddelbar nærhet av dette.

Dominerende sprekkemønster i berget reflekterer svakheter og strukturer vist på kartutsnittet over. Fremherskende sprekkeretninger er vist på forenklet sprekkeroserose. Utenom sonene som er indikert på kartet over er oppsprekkingsgraden moderat til lav med 3 – 6 stikk og sprekker per m<sup>3</sup>.



Strøket til foliasjonen dreier mer østlig nærmere tunnelutløpet. Stikk og sprekker langs foliasjonen har typiske avstander i området 0.5 – 1 meter. Enkelte steile stikk ned strøk N30- 40° er tverrstikk til foliasjonen. Disse er korte og har avstander større enn 1 meter.

Sprekkene med strøk i sektoren N100 - 140° er

gjærne mer utholdende og har typiske avstander fra 0.5 til mer enn 2 meter.

Bergarten kan for praktiske formål betegnes granittisk gneis. Mineralogisk dominerer kvarts og feltspat med mørk glimmer som mindre andel. Styrkemessig antas en-akset fasthet å være ca. 100 MPa, høyere tvers på enn parallelt foliasjonsplanet. Kvartsinholdet, typisk 30 – 40%, betyr at bergarten er slitende som en vanlig granittisk gneis.

Det er ikke observert syredannende mineraler eller andre miljømessig uheldige mineraler i berget i prosjektområdet.

### **Bergmassekvalitet og sikringsarbeider**

Bergmassekvalitet er den samlede virkningen av bergarten selv, om den er frisk eller forvitret, oppsprekkingsgraden, spennings situasjonen og muligheten for vannlekkasje. For prosjektet gjelder at det er friskt og uforvitret berg, moderat til lav oppsprekkingsgrad og et fåtall mindre sprekkesoner.

Spennings situasjonen er ukjent, men ut fra regionale strukturer forventes en noe forhøyet spenning i foliasjonsplanet med retning mot ØSØ. Dette antas ikke å få praktisk betydning ut over å bidra positivt til innspenning og stabilitet.

Det vurderes ikke å være permeable soner i berget som i kombinasjon med reservoarer i overflaten kan gi lekkasje problemer for den planlagte tunnel.

For å systematisere bergmassekvalitet og sikringsbehov er det i norsk sammenheng vanlig å benytte Q-metoden utviklet av NGI. I dette systemet er kvaliteten et produkt av 3 grupper av egenskaper, oppsprekkingsgrad med antall sprekkesett, sprekkenes egenskaper og bergtrykk og sprekkevann.

I et sikrings estimat er tunnelstørrelse og funksjon bestemmende for omfang. Tunnelstørrelse er antatt å være 18 – 20 m<sup>2</sup> med spennvidde ca. 4 meter.

For en vanntunnel i driftsperioden gjelder at en større blokkering på grunn av nedfall er uakseptabelt, men at singulære blokkfall opp mot 1m<sup>3</sup> ikke har nevneverdig betydning for falltap. I denne situasjonen vil arbeidssikkerhet under bygging styre omfang av rensk og sikring i de bedre bergmassekvaliteter mens det vil være mer sammenfall i behov i lavere bergmassekvaliteter.

Tabellen er tatt fra Statens Vegvesens bruk av klassifiseringssystemet. For Brufossen vurderes de aktuelle klassene å være A/B, C og D.

Gitt en spennvidde på ca. 4 meter vurderes rensk og spredt bolting å bli sikring i klasse A/B og C. Det ventes å medgå 1 bolt per tunnelmeter.

For klasse D, som er tett oppsprukne soner, vurderes bolting og sprøytebetong E-700 som aktuell sikring. Det ventes å medgå 1.7 m<sup>3</sup> sprøytebetong og 4 bolter per tunnelmeter.

Av total tunnellengde på ca. 720 meter vurderes opp til 40 meter å falle i klasse D, øvrige 680 meter vurderes å ligge i klasse A/B og C.

I vurdering av sikringsbehov inngår ikke bruk av forbolter, bolter og sprøytebetong i tunnelåpningene ved inntak og utløp. For en tunnelåpning antas ca. 20 stk.

32mm kamstålbolter med lengde 6 meter å medgå. Bolter og sprøytebetong vil avhenge av forskjæringer bestemt av konstruksjoner i inntak og utløp.

Det vurderes ikke å ville bli behov for injeksjonsarbeider under driving av tunnelen, men normale injeksjonsarbeider i forbindelse med tetting rundt konstruksjoner i inntak og ved kraftstasjonen forventes.

### ***Kryssing under jernbane***

Tunnelen krysser under jernbane i drift. Minste avstand fra tunnelheng til antatt traubunn i skjæringen for jernbanen er ca. 8 meter. Kartlegging indikerer god bergmassekvalitet i området der tunnelen krysser. Stabilitetsmessig vurderes det som uproblematisk at tunnel med spennvidde 4 meter krysser på tvers under en skjæring. Det vurderes ikke å være behov for spesiell forsterking i tunnelen i kryssingsområdet.

Usikkerhet ved kryssingen er knyttet til mulig virkning av sprengningsrystelser under driving av tunnelen og til mulig utlekkasje fra tunnel til traubunn når tunnelen er i bruk.

Sprengningsrystelser er behandlet i NS 8141-1:2022 «Vibrasjoner og støt, veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk». En mulig hendelse vurderes å være stein som løsner og faller ned på sporet.



*Tunnelkryssing med jernbane i forkant i foto*

I kryssingsområdet er østlige skjæring 2 – 3 meter høy mens det på vestsiden er 8 – 10 meter høyde. Under forutsetning av at det i forkant av sprengningen gjøres en rensk av sprekkeavløst stein og blokk så vurderes det å være den vestlige del av skjæringen der utstøting av blokk fra høyt nivå kan berøre jernbanesporet.

Standarden behandler ikke spesifikt skjæringer, men Tabell 7 gir anbefaling om maksimal svingehastighet for utstøting i bergrom. Her er grensen satt til 50 mm/s i godt berg uten sikring.

En grense på 50 mm/s for et antatt kritisk nivå i høyde 12 – 14 meter over tunnelheng vil føre til begrensninger for tunneldriving, sannsynligvis i form av en del salver med kun et borehull per tennerintervall. Forholdet vil ha en kostnad, men ikke begrense gjennomføring av bygging.

Lekkasjeproblematikken er knyttet til at statisk trykk i tunnelen ligger 5 – 6 meter over nivå traubunn i krysningspunktet. Om det i dette området opptrer steile sprekker som gir kommunikasjon fra tunnel til jernbanespor, er lekkasje mulig. Mulig konsekvens kan være iskjøving i lange kuldeperioder. Avbøtende tiltak er nøye registrering i tunnel og systematisk tetteinjeksjon. Metode er sammenlignbar med tetting med polyuretan som er vanlig brukt i vanntetting rundt konstruksjoner i tunnel.

***Inntak***

Det er ikke observert svakhetssoner eller gjennomsettende slepper i området der inntaket er lokalisert. En svakhetssone ligger vest for inntaket og ventes ikke å komme i konflikt med inntak eller terskel i hovedløpet.



*Inntaksområde i sva i senter av foto*

Utførelse av inntak med fangdam vil avhenge av dybdeforhold og masser i viken. Sannsynligvis er det oppfylling av stein og grus foran inntaksområdet.

***Stasjonsområdet***

Tunnelutløpet er lokalisert nær blottet massivt berg. Like øst for utløpet er det flatt lende med sannsynlig oppfylling av elvetransportert sand og grus i bunn. Kartlegging av grunnforhold og dybde til fjell vil styre utførelse av fundamentering for kraftstasjon og riggområde.

Røyken 11.05.23

Bjørn Buen

## VEDLEGG 13

Report

# SHPP Brufossen

## low water calculation at the intake

River: Rettåna

client

**Brufossen Kraft AS**

Rigetjønnveien 14  
4626 Kristiansand S  
Org nr: 991 563 776

**pages 11**

(incl. cover page)

**GZ: 2301-01 – V-01**

**18/07/2023**



## TABLE OF CONTENTS

1.	Introduction.....	3
2.	References.....	3
3.	Project .....	4
3.1.	General.....	4
3.2.	Intake.....	4
4.	Low water calculation .....	5
4.1.	General.....	5
4.2.	Data .....	5
4.3.	Available survey data .....	5
4.3.1.	Airborne Laser Scan.....	5
4.3.2.	Survey manual 25.1.2023.....	5
4.3.3.	Survey 21.6.2023.....	6
4.4.	Hydraulic data .....	6
4.5.	Hydraulic model .....	6
4.6.	Stonewall and wooden barrage .....	7
4.7.	Calibration .....	7
4.8.	Uncertainty.....	7
4.8.1.	Calibration data.....	8
4.8.2.	Blockage .....	8
4.8.3.	Survey data.....	8
4.9.	Results .....	8
4.10.	Documentation of W.L. in the natural reservoir .....	10

### change history:

version.	date	creator	check	approved	comments
V-00	2023-07-17	Mulley	Mulley	Mulley	<b>Draft version</b>
V-01	2023-07-18	Mulley	Mulley	Mulley	<b>Final version</b>

## LIST OF TABLES

Table 1: (ALS) laser data format provided from hoydedata.no .....	5
Table 2: written discharge rating curve at reservoir location .....	9

## LIST OF FIGURES

Figure 1: Location - SHPP Brufossen.....	3
Figure 2: Overview - SHPP Brufossen.....	3
Figure 3: overview intake area.....	4
Figure 4: weir front view – different top water levels .....	4
Figure 5: manual point survey 25.1.2023 – intake area .....	5
Figure 6: manual survey 25.1.2023 – created cross-section .....	6
Figure 7: overview survey 21.6.2023 – generated elevation grid model.....	6
Figure 8: overview HEC-RAS Modell 1-D – interpolated cross-sections.....	7
Figure 9: stone wall – wooden barrage.....	7
Figure 10: overview intake SHPP Brufossen – cross section “W.L. reservoir” .....	8
Figure 11: discharge rating curve at reservoir location.....	8
Figure 12: reservoir - pictures 24.1.2023 - survey 25.1.2023 (W.L. 186.5 m o.h.) .....	10
Figure 13: reservoir - pictures 1.6.2023 - estimated W.L. 185.9 m o.h.....	10
Figure 14: reservoir - pictures 22.6.2023 - survey 21.6.2023 (W.L. 185.6 – 185.7 m o.h.)	10

## LIST OF ABBREVIATIONS

<b>ALS</b>	<b>Airborne Laser Scan</b>
<b>FDC</b>	<b>Flow Duration Curve</b>
<b>DOM</b>	<b>Digital Elevation Model</b>
<b>DTM</b>	<b>Digital Terrain Model</b>
<b>Q<sub>ave.</sub></b>	<b>Yearly average discharge</b>
<b>q<sub>ave.</sub></b>	<b>Yearly average specific discharge</b>
<b>SHPP</b>	<b>Small Hydro Power Plant</b>
<b>W.L.</b>	<b>Water Level</b>

## 1. Introduction

Brufossen Kraft AS plans to erect a small hydropower plant (SHPP) at the river Rettåna in the municipality Birkenes in Norway (see Figure 1). The SHPP consists of an intake, an approximately 720 m long tunnel, and the powerhouse (see Figure 2). The “Ingenieurbüro DI Milan Mulley” has been employed to estimate the influence of a planned weir at the SPHH Brufossen intake on the water levels in the upstream reservoir.



Figure 1: Location - SHPP Brufossen



Figure 2: Overview - SHPP Brufossen

## 2. References

- Concession project – Brufossen kraftverk, 25.4.2016
- DTM and DOM (Airborne Laser scanning), [hoydedata.no/LaserInnsyn](http://hoydedata.no/LaserInnsyn)
- Basic maps and ALS photo, Norwegian Mapping Authority, [norkart.no](http://norkart.no)
- General Information, NVE Atlas, [atlas.nve.no](http://atlas.nve.no)
- Pictures from site visits: 12.6.2022, 24.1.2023 and 22.6.2023
- Pictures and videos from site visit: 1.6.2023
- Survey data river profiles, Landmåler Sør AS, 25.1.2023
- Survey drone, sonar, and manually, 21.6.2023

### 3. Project

#### 3.1. General

The SHPP Brufossen consists of an intake with a weir, an approx. 700 m long tunnel and a powerhouse. This report summarizes the W.L. calculations of the storage at the intake (weir) and the upstream natural reservoir. The calculations consider only the lower discharges due to the fact that there is no information (W.L.) for flood discharges to calibrate the hydraulic model. No influence on the W.L. in the natural reservoir is expected from the lower situated powerhouse.

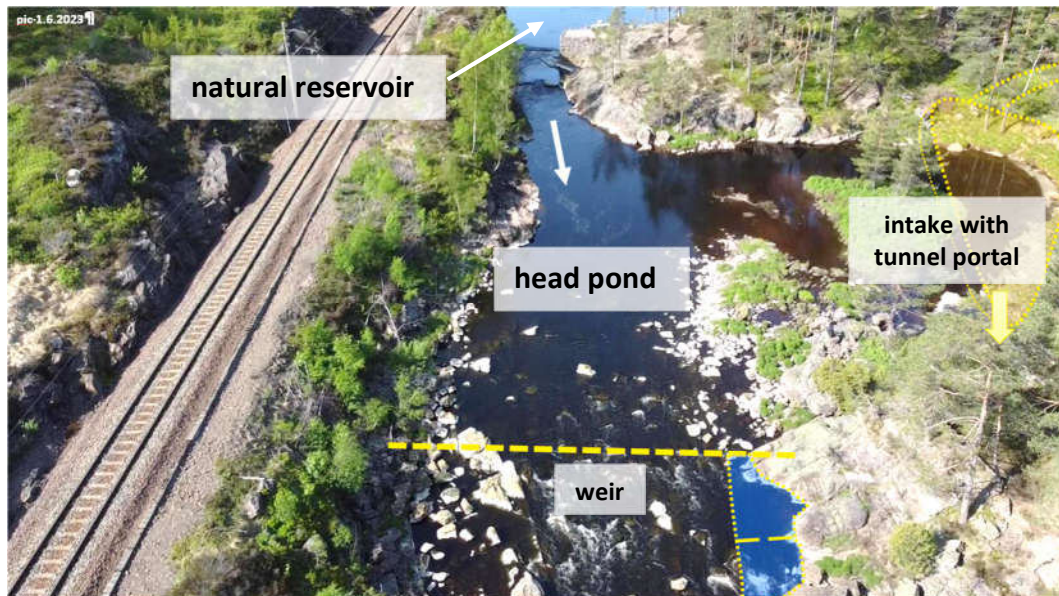


Figure 3: overview intake area

#### 3.2. Intake

At the intake area, it is planned to erect a small weir which will create a head pond. The proposed weir crest height with approximately the W.L. of the head pond will be 185.8 m o.h. or 186 m o.h. A notch with around 45 cm height and 60 cm width will be considered in the weir wall, which discharges the ecological flow of 300 l/s. To calibrate the calculated dimension of the notch, a cut-out profile will be considered and calibrated on natural flow.

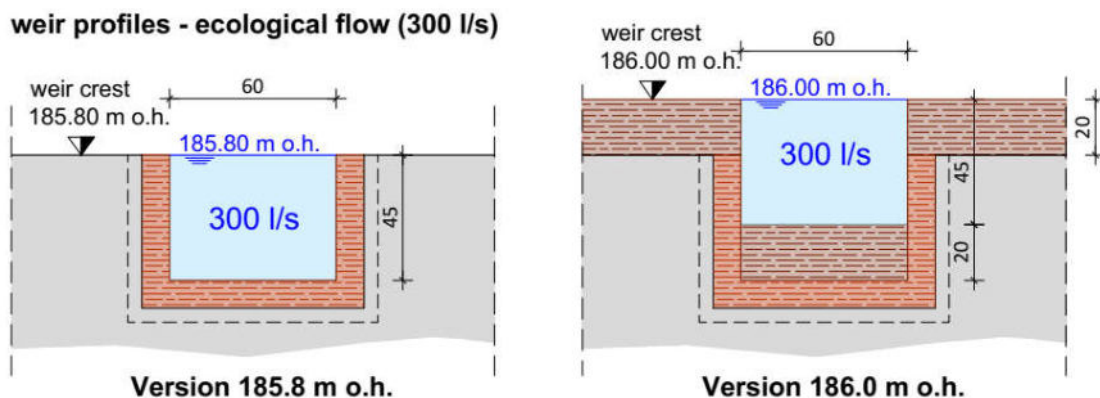


Figure 4: weir front view – different top water levels

In the first step, a weir with wooden beams (height 20 cm) Version 186.0 m o.h. will be erected, and if the water level in the upstream natural reservoir is insufficient, the weir can adjust to Version 185.8 m o.h., which lowers the water level in the natural reservoir.

## 4. Low water calculation

### 4.1. General

The water level calculation for the intake area with the natural reservoir has been calculated in a 1-D hydraulic model and was calibrated to the given information from the surveys and the following data. The hydraulic model was calibrated only for lower discharges because no data was available for higher discharges (flood events).

### 4.2. Data

The Norwegian Mapping Authority provided basic map information in several data formats and additional information is used from the NVE Atlas.

### 4.3. Available survey data

#### 4.3.1. Airborne Laser Scan

The terrain model for the 2D hydraulic calculation was created from high-resolution laser data (hoydedata.no) using the following dataset:

<b>Project/data set</b>	NDH Birkenes-Grimstad 5pkt 2017
<b>Resolution:</b>	1 m
<b>Format:</b>	GeoTIFF
<b>Product:</b>	DTM and DOM
<b>Coordinate system:</b>	NTM 8 (Euref89 NTM8)
<b>Flight data:</b>	23.4.2017

Table 1: (ALS) laser data format provided from hoydedata.no

#### 4.3.2. Survey manual 25.1.2023

In the first winter campaign 2023 cross-sections should survey for the hydraulic calculation and the definition for the top water level at the intake. The discharge in the Rettåna was too high that the riverbed could not be surveyed and had to be shifted. The information of the W.L. could be used for the calibration of the 1-D hydraulic model.

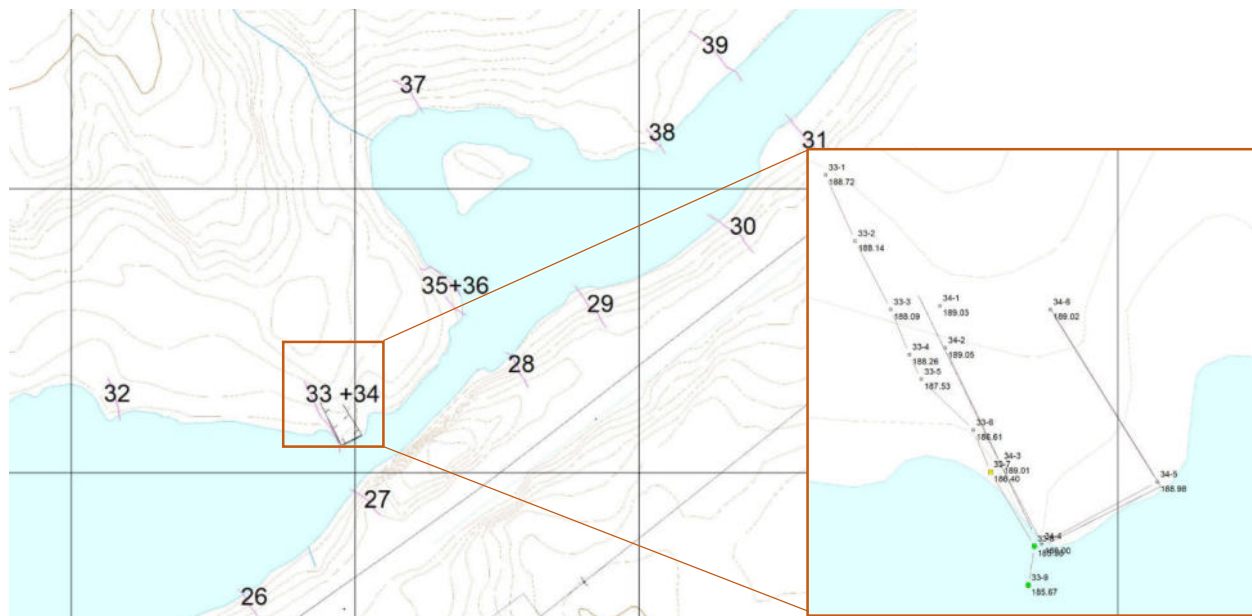


Figure 5: manual point survey 25.1.2023 – intake area

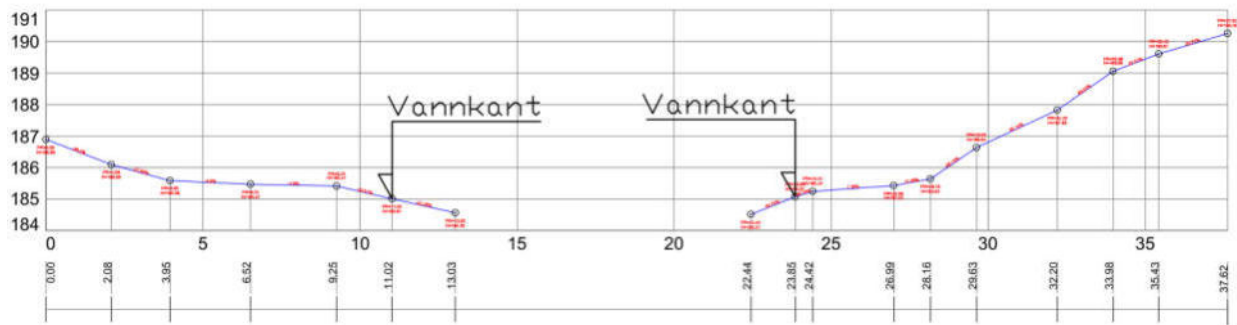


Figure 6: manual survey 25.1.2023 – created cross-section

#### 4.3.3. Survey 21.6.2023

The second campaign employed a drone with additional sonar and a manual point survey. The water discharge was low, and nearly the whole riverbed could be surveyed except the part of the steeper section due to the high and turbulent flow in the river. The data was used for the generated elevation grid model, and cross-sections of the riverbed were created as input for the 1-D hydraulic model.

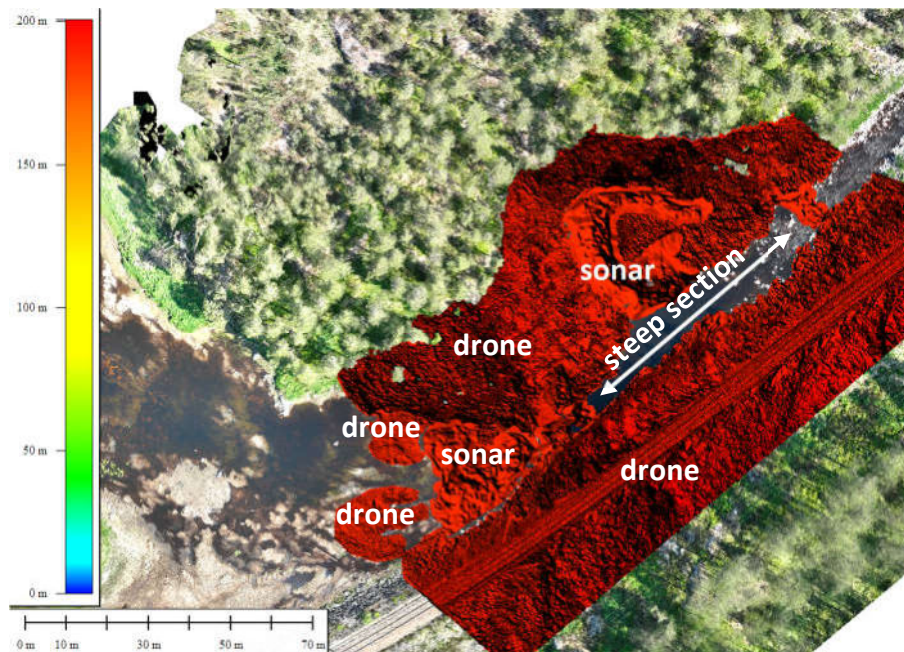


Figure 7: overview survey 21.6.2023 – generated elevation grid model

#### 4.4. Hydraulic data

From the “Concession project – Brufossen Kraftwerk” the discharges were given and considered the ecological flow, minimum and maximal operation discharges, and the average discharge. Additional discharges were used to create a consistent discharge rating curve.

#### 4.5. Hydraulic model

For the one-dimensional steady flow calculations, HEC-RAS 6.3.1 from the U.S. Army Corps of Engineers was used. HEC-RAS is designed to perform one-dimensional hydraulic calculations for a full network of natural and constructed channels.

The created 1-D model consists of 11 cross-sections with the provided survey information to cover the intake area with the upstream natural reservoir. Between the cross-section several

interpolated cross-sections were generated with a maximum distance of 1 m to provide an accurate model.

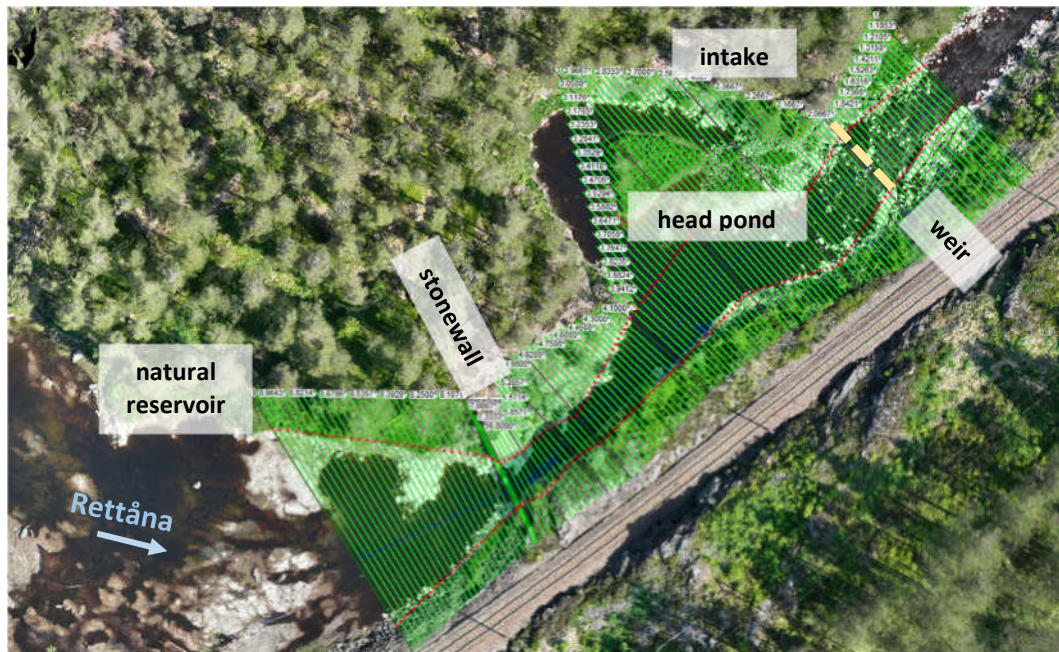


Figure 8: overview HEC-RAS Modell 1-D – interpolated cross-sections

#### 4.6. Stonewall and wooden barrage

At the end of the natural reservoir, a stonewall is situated on the orographically left riverbank, influencing the Rettåna's flow. Also, an old wooden barrage exists in the riverbed some meters upstream of the stone wall. These objects could not be considered in the hydraulic model due to the lack of measurements for low flow. Consequently, it was assumed that the wooden barrage has no influence on the calculation due to leakages.

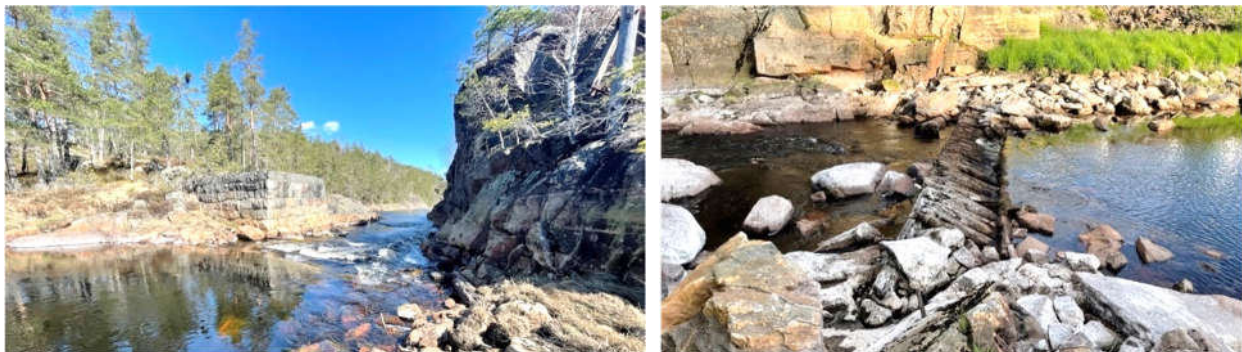


Figure 9: stone wall – wooden barrage

#### 4.7. Calibration

The Model has been calibrated with only the W.L. from the survey 25.1.2023 and the ALS. The calibration was carried out as follows: The model was run with different discharges, and the resulting water level was compared with the given W.L. (survey and ALS). After several adjustments in the model of the profiles and roughness coefficient almost the given W.L. was reached.

#### 4.8. Uncertainty

There are many uncertainties in this type of calculation, for instance:

#### 4.8.1. Calibration data

Accurate estimations of low water calculation are dependent on accurate available data for calibration purposes. In this project, the calibration was performed with water level measured but without known discharges. The resulting uncertainty therefore is considerable.

#### 4.8.2. Blockage

The calculations do not account for any blockage of the narrow cross section (stone wall). Any blockage will lead to an increase in W.L. upstream in the natural reservoir.

#### 4.8.3. Survey data

GPS measurements typically have an uncertainty of around  $\pm 10$  cm.

### 4.9. Results

Figure 11, and Table 2 show the resulting water levels at the location “cross section - W.L. reservoir” (Figure 10) for the two versions of the weir height and the natural flow.

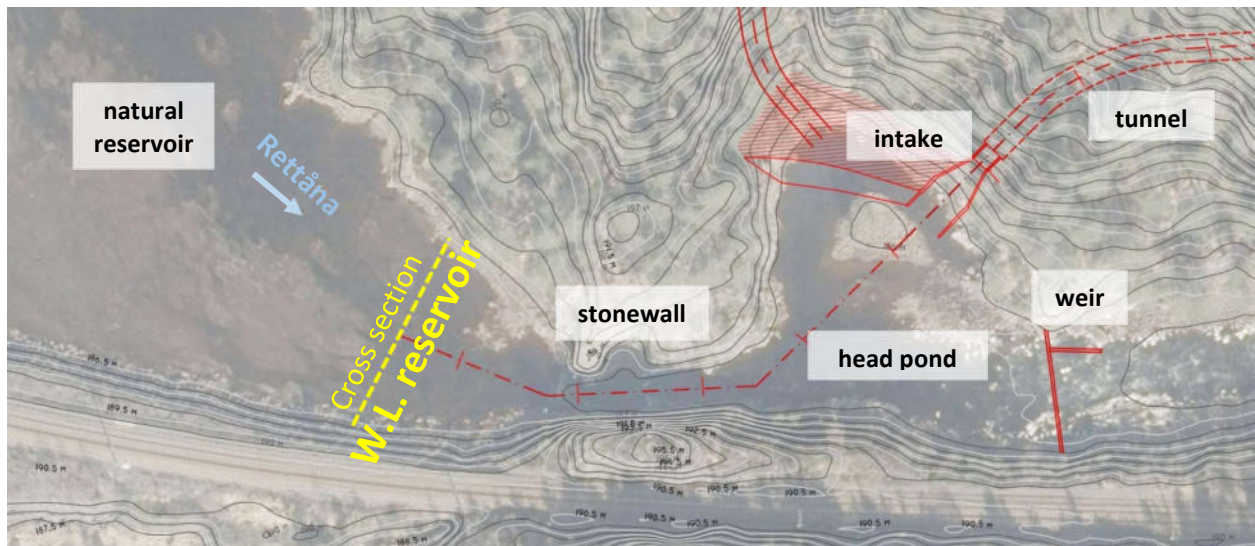


Figure 10: overview intake SHPP Brufossen – cross section “W.L. reservoir”

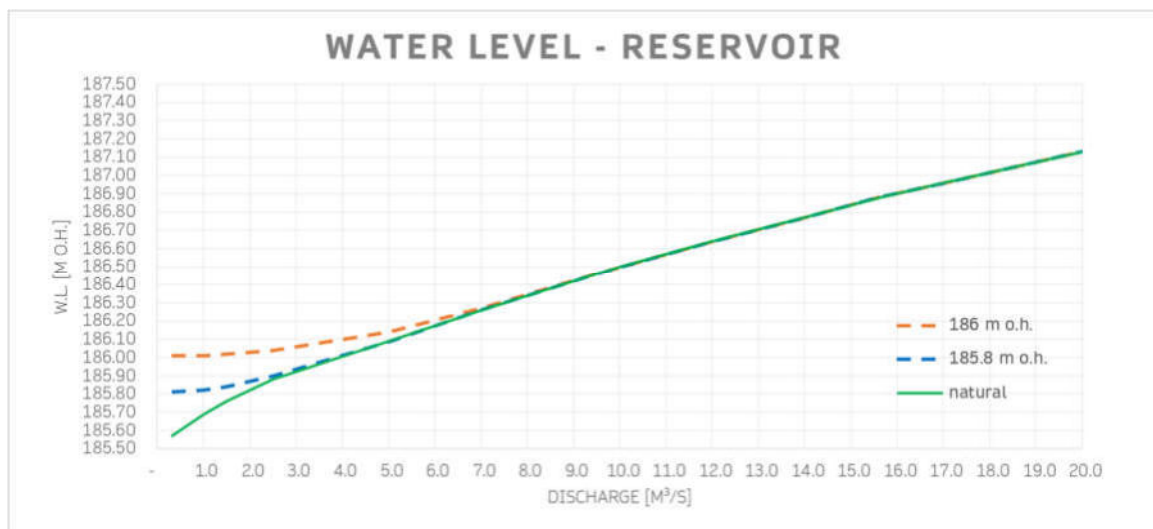


Figure 11: discharge rating curve at reservoir location



description	discharge [m <sup>3</sup> /s]	W.L. reservoir natural [m o.h.]	W.L. reservoir with weir 185.8 m o.h. [m o.h.]	W.L. reservoir with weir 186.0 m o.h. [m o.h.]
ecological flow	0.3	185.57	185.81	186.01
	1.0	185.69	185.82	186.01
min. operation discharge	1.5	185.76	185.84	186.02
	2.5	185.88	185.90	186.04
	<b>5.0</b>	<b>186.09</b>	<b>186.09</b>	186.14
	7.0	186.26	186.26	186.27
average discharge	<b>7.8</b>	<b>186.32</b>	186.32	<b>186.32</b>
	10.0	186.50	186.50	186.50
	12.0	186.64	186.64	186.64
	14.0	186.77	186.77	186.77
max. operation discharge	15.6	186.88	186.88	186.88
	17.0	186.96	186.96	186.96
	20.0	187.13	187.13	187.13

**Table 2: written discharge rating curve at reservoir location**

As shown in the table, the water level at cross section „W.L. reservoir“ is not influenced during periods with average discharge of approx. 7,8 m<sup>3</sup>/s or higher discharge. During low flow periods with discharges of 7,8 m<sup>3</sup>/s or less, the water level will be stabilized to some extent and the pond upstream of the intake will not fall dry any more during low flow periods.

The new intake weir will not influence the water level at the natural reservoir during flood periods.

#### 4.10. Documentation of W.L. in the natural reservoir

In the last year, site visits were carried out by the project team, and the natural reservoir was documented. With the given information from the survey and estimation, the W.L. could be assumed and is shown in the following pictures.



Figure 12: reservoir - pictures 24.1.2023 - survey 25.1.2023 (W.L. 186.5 m o.h.)



Figure 13: reservoir - pictures 1.6.2023 - estimated W.L. 185.9 m o.h.



Figure 14: reservoir - pictures 22.6.2023 - survey 21.6.2023 (W.L. 185.6 – 185.7 m o.h.)

## VEDLEGG 14

## Andreas Brunner

---

**From:** Eriksen, Pål Gitmark <Pal.Gitmark.Eriksen@agderfk.no>  
**Sent:** Mittwoch, 31. Mai 2023 10:02  
**To:** Andreas Brunner  
**Cc:** BIRKENES KOMMUNE; Wintervoll, Joakim  
**Subject:** 23/13643-1 - Kulturminnevern, småkraftverk Brufossen

Vi viser til henvendelse fra Bekk og Strøm AS v/Andreas Brunner 25.5.2023, angående utbygging av småkraftverk ved Brufossen i Birkenes kommune.

Vi vurderer at tiltaket ikke kommer i berøring med kjente kulturminner og har ingen merknader.

Saken er vurdert av seksjon for arkeologi og seksjon for nyere tids kulturminner.

Med vennlig hilsen

**Pål Gitmark Eriksen**

Rådgiver nyere tids kulturminner

Kulturminnevern og kulturturisme

Mobil: +4791810045

E-post: [Pal.Gitmark.Eriksen@agderfk.no](mailto:Pal.Gitmark.Eriksen@agderfk.no)

**agderfk.no**



**AGDER**  
fylkeskommune

---

**From:** Andreas Brunner <andreas@bekkogstrom.no>

**Sent:** torsdag 25. mai 2023 12:53

**To:** AFK.Postmottak <postmottak@agderfk.no>

**Subject:** Kulturminnevern, småkraftverk Brufossen

Hei,

Bekk og Strøm er i gang med utviklings- og planleggingsprosessen til Brufossen kraftverk i Birkenes kommune. Bl.a. er vi i gang med å skrive detaljplan for landskap og miljø som oversendes til godkjenningen til NVE før utbyggingen kan startes.

I sammenheng med dette ber vi Agder Fylkeskommune om en vurdering om tiltaket berører automatisk fredede kulturminner (se pkt. 6 i vassdragskonsesjon).

I vedlegg finnes:

- Vassdragskonsesjon med vilkår
- Konsesjonssøknad med omfattende tekniske beskrivelse om utforming og plassering.
  - Oversiktskart finnes under VEDLEGG 3 i konsesjonssøknaden. Det henvises til at den «ny vei til kraftverk» fra nordsiden er ikke lenger aktuelt.

Byggestart til prosjektet er planlagt i senhøst 2023 med ferdigstilling av kraftverket mot slutten av 2024. Det neste 2-3 månedersperiode skal vi fokusere på prosjekteringen og detaljplan for landskap og miljø.

Gi beskjed om dere trenger tilleggsopplysninger om prosjektet,

Mvh

Andreas Brunner

## ***Andreas Brunner***

o.b.o. **BEKK OG STRØM AS**, Rigetjønnveien 14, 4626 Kristiansand S

+43 664 2033716

E-mail: [andreas@bekkogstrom.no](mailto:andreas@bekkogstrom.no)