

Eidsiva Vannkraft AS

# Tolga kraftverk

Utforming av fiskepassasjer etter planendring



Oppdragsnr.: 5175468 Dokumentnr.: R05 Versjon: B01  
2017-12-14

<b>Oppdragsgiver:</b>	Eidsiva Vannkraft AS Vannkraft AS
<b>Oppdragsgivers kontaktperson:</b>	Trond Taugbøl
<b>Rådgiver:</b>	Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
<b>Oppdragsleder:</b>	Simon Mulelid
<b>Fagansvarlig:</b>	Lars Bendixby (Fiskefaglig), Knut Helgesen (Bygg- og anleggsteknisk).
<b>Andre nøkkelpersoner:</b>	Lars Jenssen (vassdragsteknikk, NO), Eirik Bossel (bygg, NO), Knut Helgesen (bygg, NO), Simon Mulelid, (bygg, NO), Kjetil Sandem (fiskefaglig, NO), Jon Museth (fiskefaglig, NINA).

B01	2017-12-14	For gjennomgang hos Eidsiva	LABEN, LAJEN, EIBOS	KJESAN, SIMUL	SIMUL
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

## Sammendrag

Norconsult har på oppdrag for Eidsiva Vannkraft AS utarbeidet planer for fiskepassasjer forbi det planlagte Tolga kraftverk i Glomma i Hedmark. Utredning og prosjektering er gjennomført av Norconsult. Løsninger er utviklet og diskutert i tett dialog med Eidsiva og fiskefaglig ekspertise fra NINA /Safepass.

Det ble gitt konsesjon fra OED i 2017 til bygging av Tolga kraftverk og i konsesjonsvilkårene var at det lagt vekt på at man skal etablere arrangementer for toveis fiskevandring for harr og ørret forbi dam og inntak, samt utløp. Sentralt i vilkårene var blant annet en skråstilt varegrind med 15 mm lysåpning, og anlegg for å lede nedvandrende fisk trygt forbi inntaket. Det var også vilkår om etablering av en naturlig omløpsbekk for oppvandrende fisk.

Fiskevandring som presenteres i denne rapporten bygger i stor grad på de samme prinsippene som ble utredet av Norconsult i forprosjekt for Tolga kraftverk i 2016.

Eidsiva har imidlertid gjort en planendring som medfører et noe annerledes konsept ved dam og inntak som innebærer at opprinnelig planlagt betongdam har blitt endret til en betydelig lavere steinterskel med betongkjerne, samt at inntaksarrangementet er endret.

Tidligere omsøkt løsning med vertikal, skråstilt varegrind ( $\beta$ -grind) er erstattet av en horisontalt vinklet varegrind ( $\alpha$ -grind) med to fiskeavledere. Terskel og inntak har også blitt flyttet ca. 140 meter oppstrøms det omsøkte alternativet. For oppvandrende fisk er konseptet endret fra at fisken skulle vandre i et nytt, konstruert omløp forbi damstedet til at all oppvandring vil skje i en naturlig fiskepassasje i hovedløpet i Glomma, gjennom eller over en terskel.

Nedvandringsarrangementene designes for å kunne være i drift 100 % av tiden, mens oppvandring over terskel skal kunne skje ca. 95 % av tiden. Dette tilsvarer vannføringer i Glomma opp til ca. 150 m<sup>3</sup>/s. Vannføringer som er høyere enn dette forekommer som kortvarige flompulser, og «forsinkelser» i fiskevandring vil være av tilsvarende kort varighet.

Fiskens oppvandring forbi inntak og dam vil skje over en ca. en meter høy terskel i elva. I terskelens høyre side er det en forsenkning der fisken kan vandre både opp og ned. Forsenkningen i terskelens høyre side utformes for å kunne slippe en kontrollert minstevannføring, og for å ivareta fiskevandring. Ved stigende vannføring i elva som går utover kraftverkets slukeevne (+minstevannføring), vil opp- og nedstrøms fiskevandring gradvis kunne skje over en større bredde av terskelen. Fiskevandring arrangementer vil utformes med bruk av sprengt stein og noe betong, men bestrebes å utføres etter mest mulig naturlige prinsipper.

Utløp plasseres nedstrøms Eidsfossen og legges så langt opp mot fossefoten som mulig. Tunnelutløpet er lagt nært elvebredden for å unngå å skape en ny standplass for fisk. Tunnelutløpet vil være dykket og skrå bratt nedover. Det vurderes ikke som nødvendig med andre tiltak som forhindrer fisk i å svømme inn i tunellen.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Orientering</b>	<b>5</b>
1.1	Om oppdraget	5
1.2	Arbeidet så langt og grunnlag for utredningen	5
1.3	Arbeidsprosess	5
1.4	Kort om konsesjonsvilkår	6
1.5	Kraftverksplanene	6
<b>2</b>	<b>Fiskefaglige forutsetninger</b>	<b>7</b>
2.1	Forutsetninger og teoretisk grunnlag	7
2.2	Kort om fiskebestander og målsetting	7
2.3	Fiskens svømmekapasitet	7
<b>3</b>	<b>Overordnet konsept for fiskevandring ved Tolga kraftverk</b>	<b>9</b>
3.1	Damsted og inntak	9
3.2	Utløp	11
<b>4</b>	<b>Fordeling av minstevannføring</b>	<b>13</b>
4.1	Måling av minstevannføringen	13
4.2	Når skal fiskevandringens løsninger være operative?	14
<b>5</b>	<b>Tekniske arrangementer for nedvandring</b>	<b>16</b>
5.1	Inntakskanal	16
5.2	Inntaksrist	16
5.3	Fiskeavledere over inntak	16
5.4	Nedvandring over terskel i elva	20
5.5	Om drift av harrayngel	20
<b>6</b>	<b>Arrangementer for oppvandring</b>	<b>21</b>
6.1	Arrangement for fiskevandring gjennom minstevannføringsløp	21
6.2	Arrangement for fiskevandring over resten av terskelen	24
<b>7</b>	<b>Anbefalinger for utførelse i byggeperiode</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>27</b>
	<b>VEDLEGG: tegninger</b>	<b>28</b>

# 1 Orientering

## 1.1 Om oppdraget

I forbindelse med planlegging av Tolga kraftverk ved Tolgafallene i Glomma har Norconsult på oppdrag fra Eidsiva utredet og prosjektert fiskepassasjer ved kraftverket.

Opplandskraft DA leverte konsesjonssøknad i 2012, og i 2015 gav NVE positiv innstilling til konsesjon for kraftverket med krav om avbøtende tiltak for å opprettholde fiskens vandringsmuligheter forbi utbyggingsområdet. Konsesjon ble gitt av OED i 2017, der de samme kravene ble opprettholdt som vilkår.

Norconsult er bedt om å utrede konkrete løsninger for fiskepassasjer i forbindelse med kraftverket som er teknisk-økonomisk gjennomførbare for Tolga kraftverk. Planene omfatter arrangementer som sørger for passasje for oppvandring og nedvandring forbi dam (toveis), samt vandring forbi utløpet fra kraftverkstunnel.

## 1.2 Arbeidet så langt og grunnlag for utredningen

Prinsipper for fiskevandringsløsninger som presenteres i denne rapporten bygger i stor grad på de samme prinsippene som ble utredet av Norconsult i forprosjekt for Tolga kraftverk i 2016 og på forutsetninger som er gitt i konsesjonen fra OED. Forutsetningen i forprosjektet var at det skulle etableres en toveis fiskepassasje forbi dam og inntak, samt at fiskevandring forbi utløp skulle ivaretas. Dette omfattet blant annet vinklet varegrind med 15 mm lysåpning, fiskeavledere for å lede fisken nedstrøms, samt en omløpsbekk/ naturlig fiskepassasje for oppvandrende fisk.

Eidsiva har imidlertid gjort en planendring som medfører et noe annerledes konsept ved dam og inntak som innebærer at opprinnelig planlagt dam har blitt endret til en betydelig lavere terskel, samt at inntaksarrangementet er endret. For problemstillingen knyttet til fiskepassasje forbi inntak har dette medført at tidligere omsøkt løsning med vertikal, skråstilt varegrind ( $\beta$ -grind) er erstattet av en horisontalt vinklet varegrind ( $\alpha$ -grind). Terskel og inntak har også blitt flyttet ca. 140 meter oppstrøms det omsøkte alternativet. For oppvandrende fisk er konseptet endret fra at fisken skulle vandre i et nytt, konstruert omløp til at all oppvandring vil skje i hovedløpet i Glomma, gjennom eller over en terskel. De samme forutsetningene er lagt til grunn ved at ørret og harr i ulike størrelser skal kunne benytte vandringsløsningene.

## 1.3 Arbeidsprosess

Utredning og prosjektering er gjennomført av Norconsult, og prosjektleder har vært Simon Mulelid. Utarbeidelse av digitalisert byggetegninger/skisser er utført av Eirik Bossel. Håndtegnede skisser og hydrauliske beregninger er gjort av Lars Jenssen. Fiskefaglige vurderinger er gjort av Lars Bendixby og Kjetil Sandem.

Løsninger er utviklet og diskutert i tett dialog med fagansvarlig for ytre miljø i Eidsiva, Trond Taugbøl og fiskefaglig ekspertise fra NINA /Safepass, ved Jon Museth. Det er gjennomført jevnlig møter med de involverte gjennom arbeidsprosessen.

## 1.4 Kort om konsesjonsvilkår

I konsesjonen til Tolga kraftverk er det satt følgende krav til utforming av dam, inntak og utløp:

- *Inntaksdammen skal planlegges i samråd med høy fiskefaglig kompetanse og velfungerende toveis fiskepassasjer skal vektlegges. Det skal etableres en naturliknende fiskebekk forbi dammen, med permanent vannslipp. Varegrinda skal være skråstilt og ha lysåpninger på maksimalt 1,5 cm for å hindre fisk i å gå inn i turbinen. Noe større lysåpninger kan godkjennes på detaljplannivå dersom tiltakshaver kan legge frem dokumentasjon på at dette, sammen med andre tiltak for å lede fisk bort fra turbininntaket og inn til alternative nedvandringsveier, vil fungere tilfredsstillende.*
- *Ved plassering og utforming av utløpet skal det legges stor vekt på å sikre fortsatt opp-/og nedvandring av fisk. Utløpet skal være dykket og det skal gjøres tiltak for å hindre fisk i å vandre inn i utløpet.*

Minstevannføring gitt i konsesjon er som følger:

- 1. mai - 15. september: 12 m<sup>3</sup>/s
- 16. - 22. september: gradvis nedtrapping fra 12 til 7 m<sup>3</sup>/s
- 23. september - 30.april: 7 m<sup>3</sup>/s

## 1.5 Kraftverksplanene

Tolga kraftverk skal utnytte et fall på ca. 86 meter med inntak ved Hummelvoll og utløp nedstrøms Eidsfossen. Kraftverket vil ha en slukeevne på 60 m<sup>3</sup>/s.

Tabell 1-1. Nøkkeldata for Tolga kraftverk.

	Enhet	Verdi
Installert effekt	MW	3 x 14 MW
Antall enheter	-	3
Turbintype	-	Francis
Generatorytelse	MVA	Ca. 50
Maksimal slukeevne	m <sup>3</sup> /s	60
Minste tillatte driftsvannføring	m <sup>3</sup> /s	5
Fallhøyde (nominell)	m	88.62-88.02

## 2 Fiskefaglige forutsetninger

### 2.1 Forutsetninger og teoretisk grunnlag

Konseptene som er utviklet for fiskepassasjer ved Tolga kraftverk er basert på anerkjente prinsipper og «best practice» - kunnskap fra internasjonal og norsk litteratur (se referanseliste bakerst).

Forutsetninger for fiskevandring forbi Tolga kraftverk og mulige teknikker for fiskevandring forbi kraftverk generelt er diskutert i opprinnelig forprosjekt om fiskepassasjer ved Tolga kraftverk, utarbeidet av Norconsult i 2016 (Bergsager, et al., 2016). Det vises til denne rapporten for en dypere beskrivelse av fiskepassasjer og designkriterier.

### 2.2 Kort om fiskebestander og målsetting

I influensområdet til Tolga kraftverk er vandringsforhold, gyting- og oppvekstforhold for fiskebestander grundig kartlagt i konsekvensutredningen fra NINA i 2012. Utbyggingsstrekningen fra Hummelvoll til Eidsfossen er dominert av strykpartier, men det finnes enkelte rolige partier i mellom. Det er livskraftige bestander av ørret og harr, og disse artene dominerer sammen med steinsmett og ørekyte på strekninger med høy vannhastighet. Arter som gjedde, abbor, sik, lake og bekkeniøye finnes på de mer stilleflytende partiene.

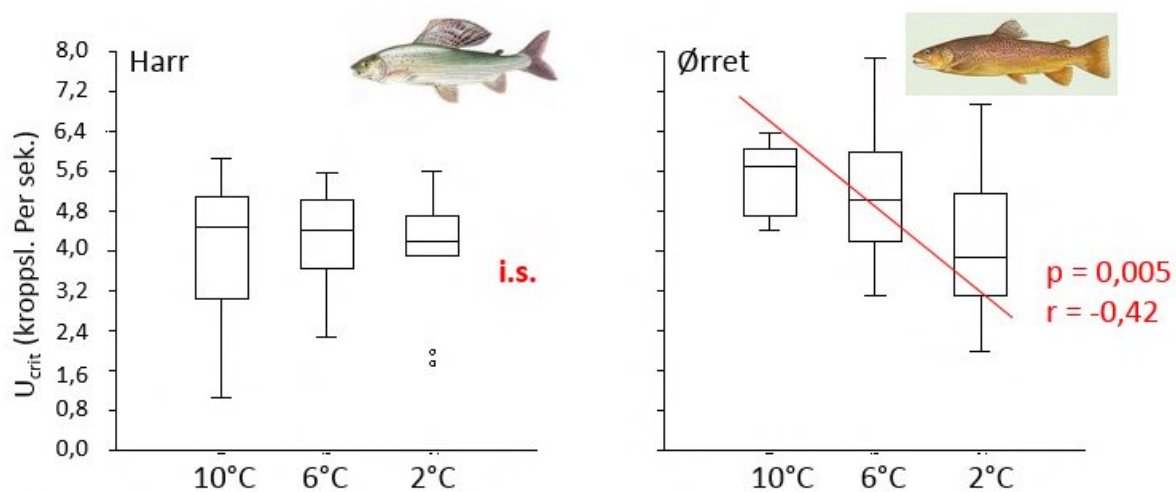
Det er registrert gyteområder for ørret og harr på utbyggingsstrekningen, og det nevnes særlig en svært stor gyteplass for harr, nedstrøms Eidsfossen. Det foregår en omfattende oppstrøms gytevandring og tidvis stor opphopning av harr til Eidsfossen. Den tidvise opphopningen skyldes trolig en kombinasjon av at området er egnet til gyting og at Eidsfossen sannsynligvis er en vandringsbarriere på høy vannføring og lav vanntemperatur om våren.

Målarter i dette prosjektet er i tråd med anbefalinger fra NINA definert til å omfatte harr og ørret, og det er disse artene som er styrende for prosjektering av fiskevandringstilpasninger. Det legges til grunn at kraftverket skal prosjekteres på en slik måte at gyte- og næringsvandring samt vandring til overvintringsområder skal kunne forekomme etter utbygging. Løsningene som presenteres i denne rapporten skal således kunne fungere og være i drift gjennom hele året.

### 2.3 Fiskens svømmekapasitet

Svømmekapasitet er en vesentlig faktor for dimensjonering av fiskevandringstilpasninger. Svømmeutholdenhet, maksimal hastighet og vedvarende hastighet vil variere mellom arter, og dessuten med fiskelengde og vanntemperatur. Maksimal svømmehastighet, eller  $V_{\text{sprint}}$  betegner den hastigheten fisken kan oppnå over kort tidsperiode. Det er den hvite muskulaturen som er aktiv, og hastigheten kan kun holdes i noen få sekunder. Hos salmonider beregnes  $V_{\text{sprint}} = 10-12 \cdot L_{\text{fiskens lengde}} / \text{sek}$ . Vedvarende svømmehastighet,  $V_{\text{sustained}}$  er den hastigheten en fisk kan holde over lengre tid, opp mot 200 minutter. For ørret er denne gjerne rundt  $5 \cdot L_{\text{fiskens lengde}} / \text{sek}$ . Normal svømmehastighet,  $V_{\text{cruising}}$  oppgis gjerne som  $2 \cdot L_{\text{fiskens lengde}} / \text{sek}$  for salmonider.

Svømmekapasitetsstudier av harr og ørret gjennomført av NINA viste at harr hadde noe lavere svømmekapasitet enn ørret, men at det var relativt stor individuell variasjon. I gjennomsnitt holdt harr posisjonen (i 2 minutter) ved en vannhastighet på ca. 4,8 kroppslengder per sekund ( $U_{\text{crit}}$  i figur 1). Forsøket viste at ørret hadde noe høyere svømmekapasitet enn harr, men i motsetning til hos harr gikk svømmekapasiteten ned med synkende temperatur. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til denne type studier, bl.a. pga. variasjon i motivasjon til fisken m.m.



Figur 1. Ørret hadde signifikant høyere  $U_{crit}$  enn harr ved 10 og 6 °C, men ikke signifikant forskjellige ved 2 °C.

## 3 Overordnet konsept for fiskevandring ved Tolga kraftverk

### 3.1 Damsted og inntak

#### *Oppvandring*

Fiskens oppvandring forbi inntak og dam vil skje over en ca. en meter høy terskel i elva. I terskelens høyre side er det en forsenkning på 0,75 m der fisken kan vandre både opp og ned (se blå pil i figur 2). Forsenkningen i terskelens høyre side utformes for å kunne slippe en kontrollert vannmengde i henhold til fordeling av minstevannføring, og for å ivareta fiskevandring.

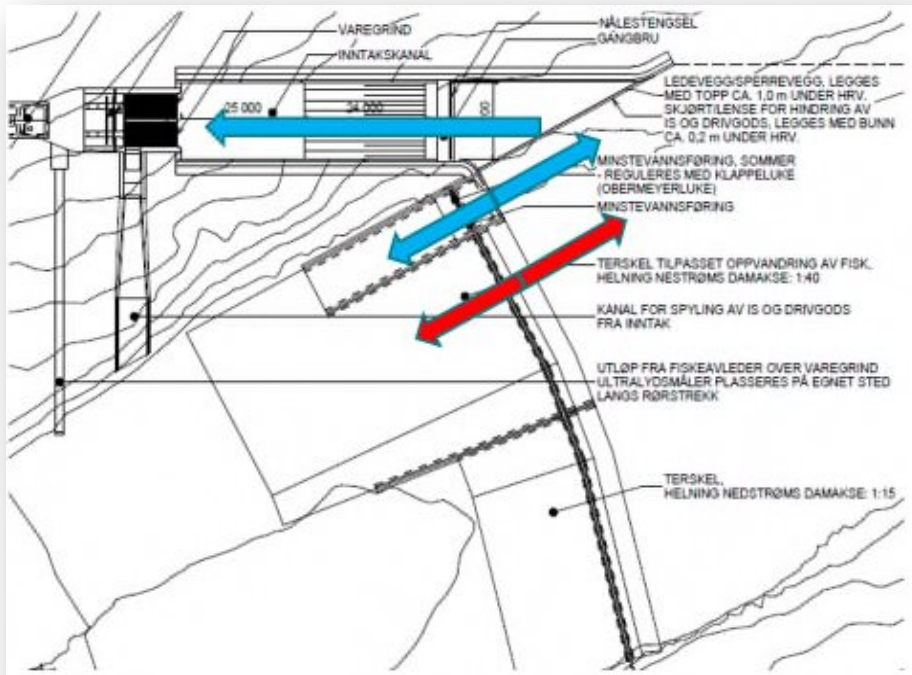
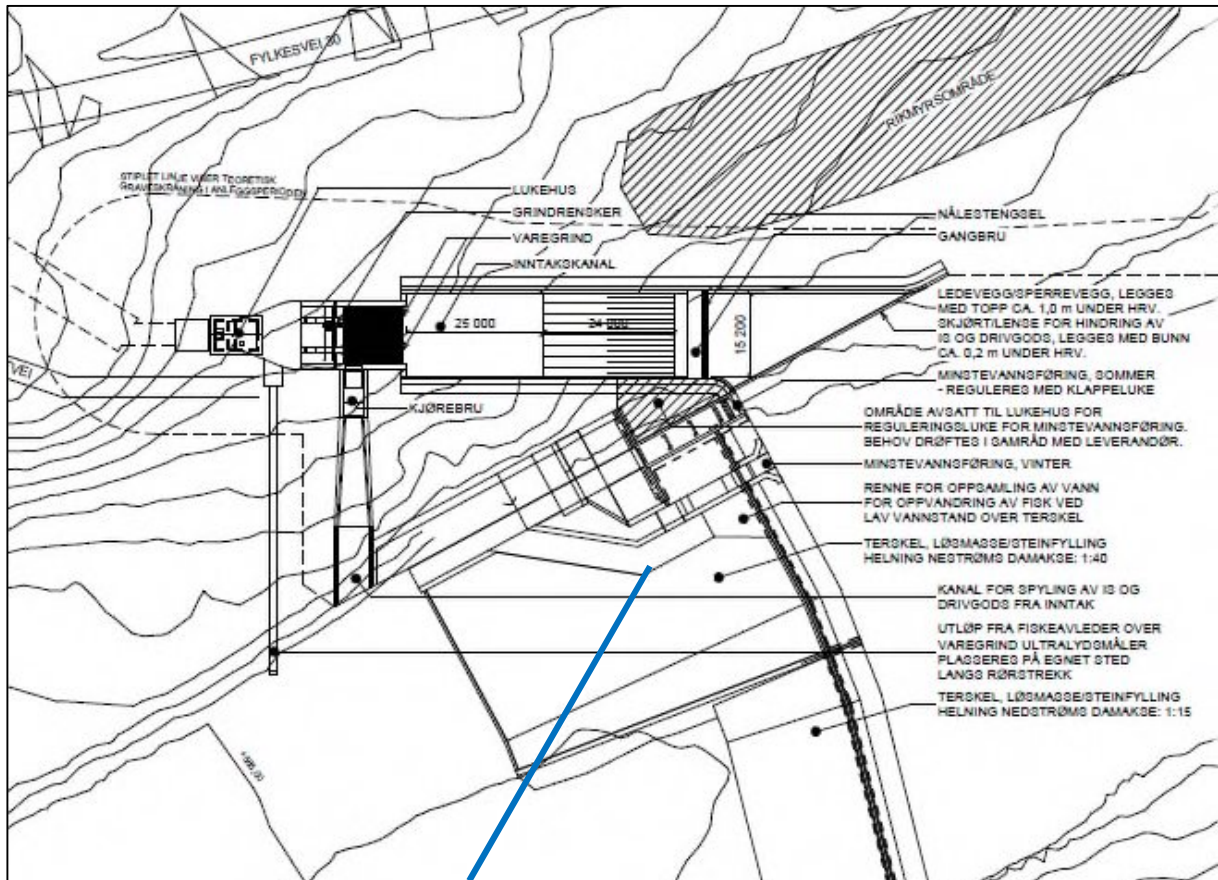
Ved stigende vannføring i elva som går utover kraftverkets slukeevne samt minstevannføring, vil fiskevandring gradvis kunne skje over en større bredde av terskelen (se rød pil i figur 2).

Høyre halvdel av terskelkonstruksjonen utformes derfor med kulper og steinstrukturer slik at fisken kan passere i et større intervall av vannføringer.

#### *Nedvandring*

Nedvandring vil skje via to ruter: gjennom eller over terskel i elva, eller gjennom to fiskeavledere som er plassert over inntaket til kraftverket. Inntaket utrustes med en skråstilt varegrind ( $\alpha$ -grind) slik at fisken ikke har mulighet til å vandre inn mot inntaket, men ledes til en alternativ utvandringsvei som plasseres over inntaksristen.

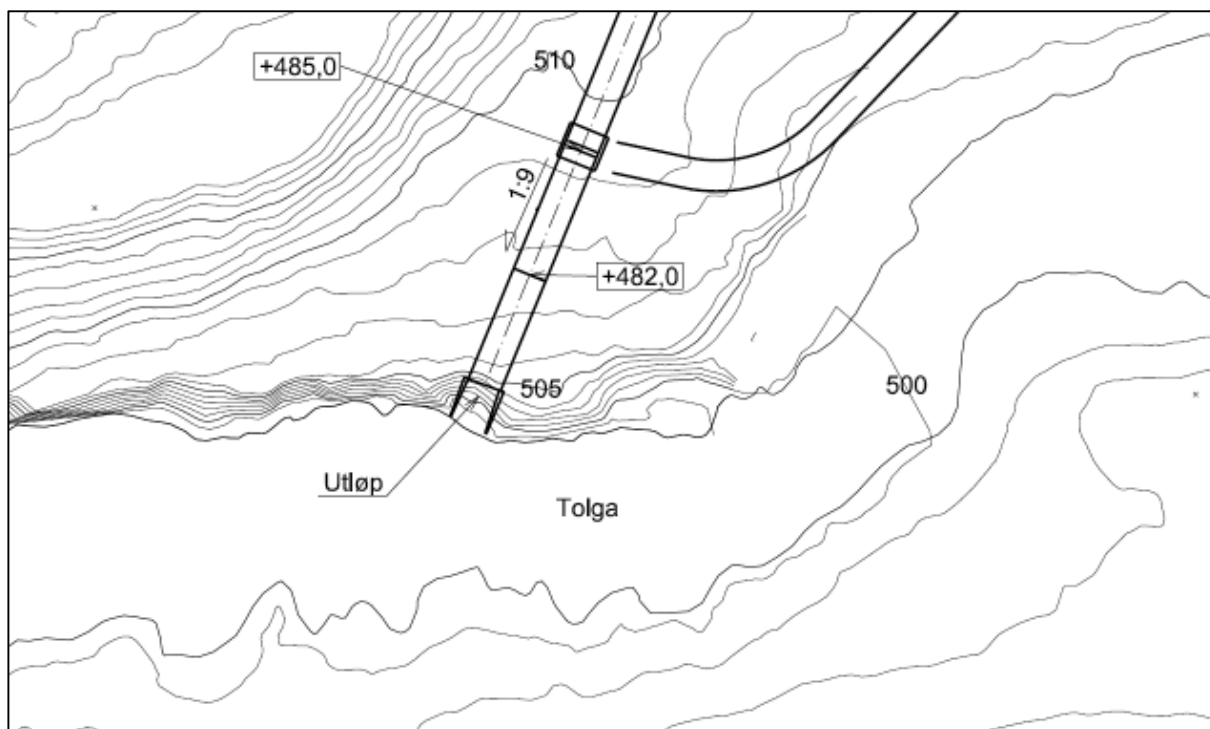
Tekniske løsninger for fiskevandring forbi dam og inntak er beskrevet i detalj i avsnitt 5.



Figur 2. Planskisse av inntak og terskel. Blå piler indikerer primære opp- og nedvandringsruter forbi dam og inntak ved «normale» vannføringer. Rød pil indikerer alternativ fiskevandningsrute ved høyere vannføringer.

### 3.2 Utløp

Utløp plasseres nedstrøms Eidsfossen og legges så langt opp mot fossefoten som mulig. Det er gjort tilpasninger ved utløp for å imøtekomme krav om fiskevandring så langt det lar seg gjøre ut i fra geologiske forhold. Tunnelverrsnittet er 6,7 x 6,7 m, og vil være dykket. Vannhastighet vil være ca. 1,5 m/s ved full turbinlast.

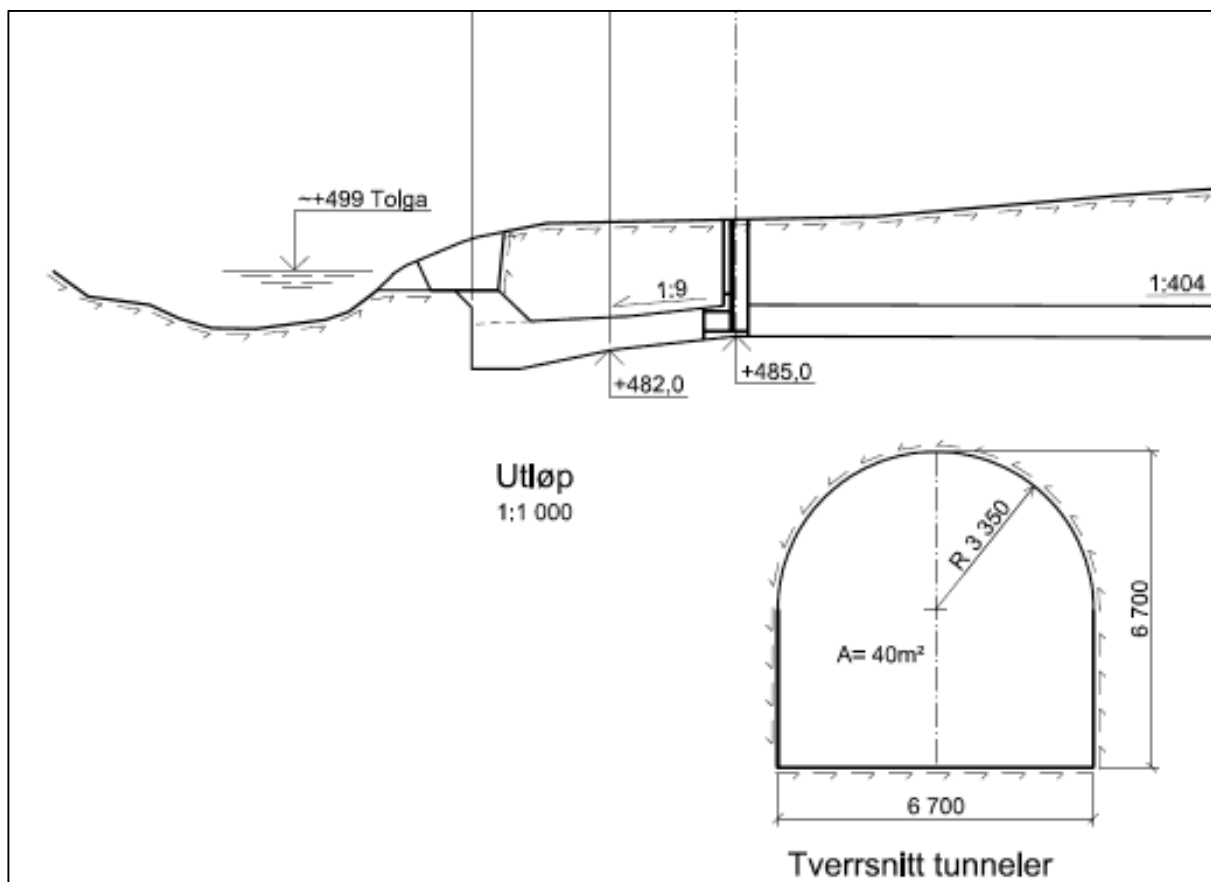


Figur 3. Utløp lokaliseres nedstrøms fossefoten, er dykket og vinklet skrått nedstrøms.

Tunnelutløpet er lagt så langt ut mot elvebredden som mulig for å unngå å skape en ny standplass for fisk. Tunnelutløpet vil være dykket og skrå bratt nedover av hensyn til fisk, som må svømme aktivt nedover til mer enn 10 meter dyp for å komme inn i tunnelen. Det vurderes derfor som lite sannsynlig at mye fisk vil vandre inn der.

Retningen på tunnelutløpet er vinklet nedstrøms, med så lav vinkel som mulig i forhold til strømretning fra minstevannføringen (oppstrøms utløpet). Dette er gjort for at fisken enklest skal kunne lokalisere attraksjonsvannet fra fossen, og det unngås at vannstrømmen fra driftsvannet «spiser» seg langt ut i elvetverrsnittet.

Plassering av utløp ved foten av Eidsfossen er i utgangspunktet gunstig med hensyn på fiskevandring fordi elva er relativt smal i området og vannhastigheten er høy (stryk rett oppstrøms) slik at de stedlige forholdene ligger til rette for at fisken skal kunne lokalisere minstevannstrømmen for videre oppvandring.



Figur 4. Tversnitt og sidesnitt av tunnelutløp.

## 4 Fordeling av minstevannføring

Minstevannføring ved Tolga kraftverk gitt i konsesjon er som følger:

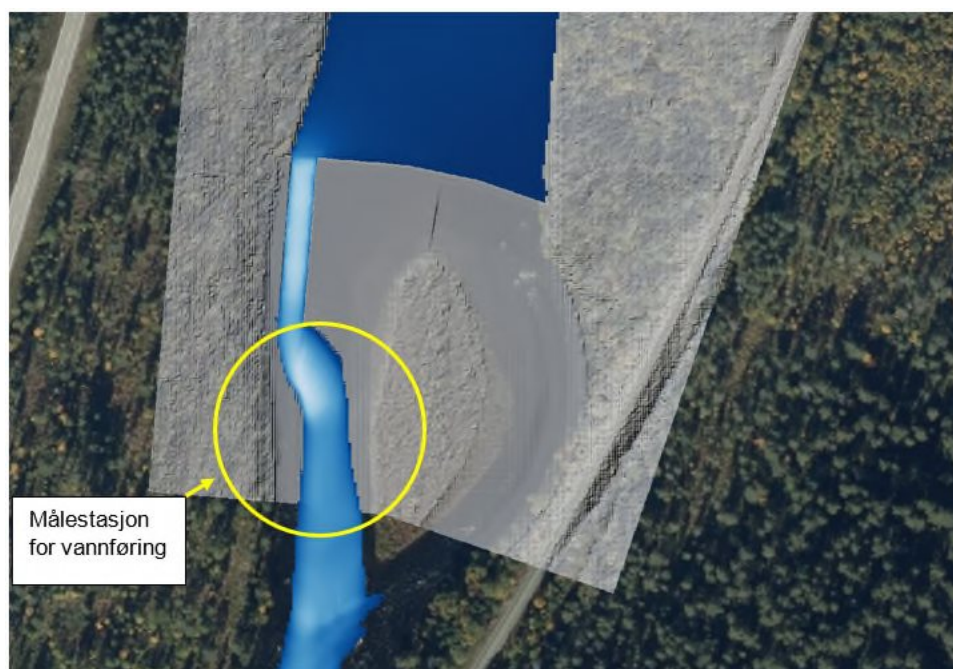
- 1. mai - 15. september: 12 m<sup>3</sup>/s
- 16. - 22. september: gradvis nedtrapping fra 12 til 7 m<sup>3</sup>/s
- 23. september - 30.april: 7 m<sup>3</sup>/s

Minstevannføringen vil fordeles som vist under:

	Over dam/terskel (m <sup>3</sup> /s)	I fiskeavleder ved grind (m <sup>3</sup> /s)	
		Høyre	Venstre
Sommer (12 m <sup>3</sup> /s)	8	2 (1-3)	2 (1-3)
Vinter (7 m <sup>3</sup> /s)	3	2 (1-3)	2 (1-3)

### 4.1 Måling av minstevannføringen

Fordi minstevannføringen slippes gjennom fire løp, to løp for nedvandring av fisk og sommer- og vinterløp for minstevannføring, er det hensiktsmessig å måle den totale minstevannføringen samlet. Det vil vi gjøre ved å etablere en ordinær målestasjon for vannføring nedstrøms dammen, der all minstevannføringen er samlet. Plasseringen er ikke vurdert i detalj, men sannsynlig plassering er i løpet på høyre side av øya nedstrøms dammen, som antydnet på figur 5. Måleprinsippet er som for NVEs ordinære målestasjoner. Vannstanden måles kontinuerlig med en trykktransmitter el. Sammenhengen mellom vannstand og vannføring etableres ved å måle vannføringen for ulike vannstander og tilpasse en vannføringskurve til målingene. For å få gode måleforhold kan det være nødvendig å tilpasse elveløpet noe slik at minstevannføringen samles i et definert løp. Det er vanskelig å måle nøyaktig om løpet er bredt og grunt. Avhengig av nøyaktig plassering på målekulp, kan det installeres ultralydsmåler på rørene fra inntaket for å måle denne vannføringen separat.



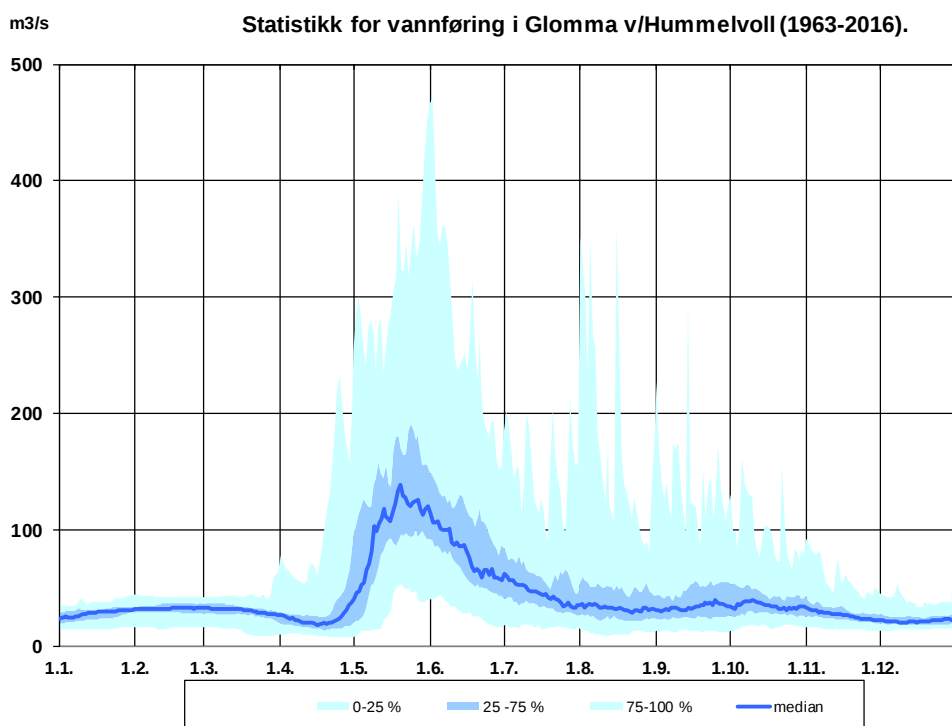
Figur 5. Viser område for etablering av målestasjon for vannføring.

## 4.2 Når skal fiskevandringsløsningene være operative?

Fiskepassasjene forbi kraftverket vil samlet være i drift gjennom hele året. Nedvandringsarrangementene designes for å kunne være i drift 100 % av tiden, mens oppvandring over terskel skal kunne skje minimum 95 % av tiden. Dette tilsvarer vannføringer i Glomma opp til ca. 150 m<sup>3</sup>/s (ca. 90 m<sup>3</sup>/s over dammen). Vannføringer som er høyere enn dette forekommer som kortvarige flompulser, og eventuelle «forsinkelser» i fiskevandring vil være av tilsvarende kort varighet.

Det er imidlertid svært sannsynlig at vi kan ha oppvandring også ved høyere vannføring enn 90 m<sup>3</sup>/s over dammen. Ved damkronen vil hastigheten komme opp i mer enn 2 m/s, men svømmesterk fisk vil fremdeles kunne passere. Arrangementet med vertical slot gjennom minstevannføringsløpet kan også dimensjoneres for høyere vannstand.

Figuren under viser at de høye vannføringene forekommer i forbindelse med snøsmelting, som gjerne begynner i overgangen april-mai, og kan vare til litt ut i juni. I tillegg kan større og mindre flomepisoder inntre gjennom hele sommeren og et stykke ut på høsten. Om vinteren er vannføringen vanligvis lavere enn slukeevnen i kraftverket.



Figur 6. Vannføring i Glomma ved Hummelvoll (1963-2016), fremstilt som persentiler (0-25; 25-75; 75-100 og median).

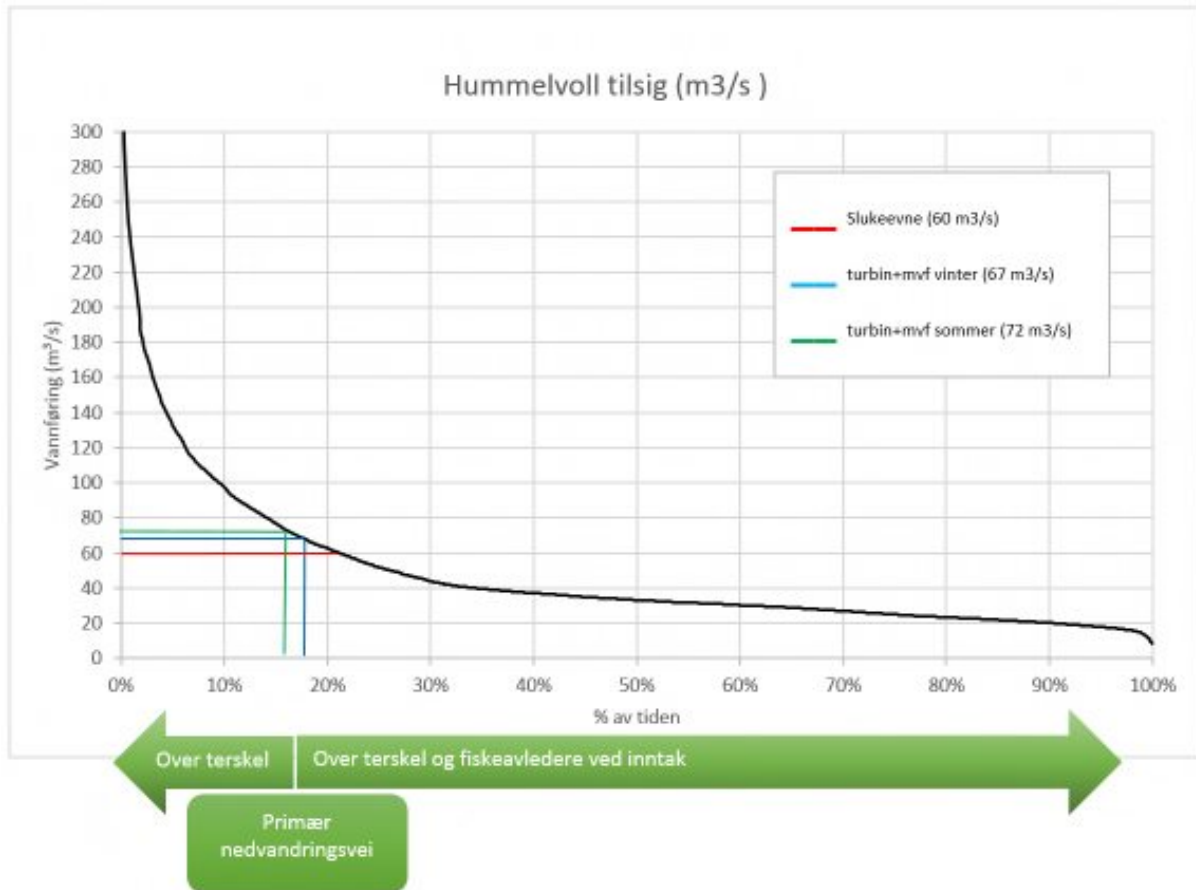
Fiskeavlederne som er plassert over inntaket vil kunne være i drift gjennom hele året, og er tilpasset «normal kraftverksdrift» når vannstanden ligger på HRV (kote + 586). Fiskeavlederne ved inntaket vil gradvis dykkes når vannføring og vannstand stiger ved flommer. Ved høy vannstand vil innløpet til fiskeavlederen drukne. Det går vann, men en oppnår ikke den ønskelige vannakselerasjonen i slike situasjoner.

Ved vannføringer som går utover kraftverkets slukeevne (60 m<sup>3</sup>/sek) + minstevannføring (hhv 7 m<sup>3</sup>/sek, vinter og 12 m<sup>3</sup>/sek, sommer), vil det gradvis gå mer vann over terskel i elva slik at dette etter hvert sannsynligvis blir den dominerende nedvandringsruten for fisk.

For å håndtere drivgods som kommer med elva ved høy vannføring og for å forhindre tetting og vanskelige driftsforhold vil fiskeavledere over inntaket kunne stenges ved stigende vannføring. Ved slike situasjoner vil all minstevannføring samt overløpsvann renne over terskelen i elva. I tillegg vil

vannet gradvis renne over en isluke som er plassert ved siden av inntaket, slik at den fungerer som en alternativ utvandringsrute for fisken.

Varighetskurven nedenfor (1986-2016) tilsier at slike overløpssituasjoner forekommer grovt sett 15-18 % av tiden. Dvs. at fiskeavlederne ved inntaket er designet for å fungere mer enn ca. 80 % av tiden. I våte år vil en kunne forvente flere dager med overløp, mens i tørre og middels år vil de kunne fungere etter designkriteriene, oftere enn dette.



Figur 7. Varighetskurve (1986-2016). Vannføringer som tilsvarer overløpssituasjoner (slukeevne + mvf) forekommer i størrelsesorden 15-18 % av tiden gjennom et år. Ettersom vannføringen stiger vil trolig nedvandringsveien over terskel bli mer attraktiv for fisken enn via fiskeavledere ved inntak. Ved høye vannføringer vil det være mulig å stenge fiskeavledere ved inntak for å unngå at driv setter seg fast i dem.

## 5 Tekniske arrangementer for nedvandring

### 5.1 Inntakskanal

Inntakskanal blir ca. 60 meter lang, målt fra elvebredd til inntak (se oversikt i figur 2). Dette skaper en jevn kanalstrøm og jevn hastighetsfordeling over inntaksrist og foran fiskeavledere.

### 5.2 Inntaksrist

Inntaksrist består av to seksjoner med 5 meter bredde hver, samt en midtpilar mellom disse med 0,5 meter bredde (figur 8). Denne flukter med ristene slik at fisken kan bevege seg fritt langs hele konstruksjonen.

Risten har en vinkel på 30° i forhold til kanalbunnen (horisontalt vinklet  $\alpha$ -grind) med en lysåpning på 15 mm. Fordi det blir en liggende alfarist vil grindstålet orienteres i vertikal retning, slik at grindrenser kan løpe opp og ned langs rist.

Dersom en legger til grunn at fiskens bredde tilsvarer ca. 1/10 av dens lengde vil risten effektivt avlede fisk som er 15 cm eller lenger.

Vannhastigheten vinkelrett på  $\alpha$ -grinden vil være ca. 0,3 m/s, mens vannhastighet i inntakskanalen oppstrøms grinden vil være ca. 0,6-0,7 m/s. Konstruksjonen vil således tilfredsstillende krav i konsesjonsvilkår, og en unngår at fisk festes til rista.

### 5.3 Fiskeavledere over inntak

Nedvandring vil som nevnt skje via to ruter: gjennom eller over terskel i elva, eller gjennom to fiskeavledere som er plassert over inntaket til kraftverket. På høye vannføringer vil fisken også kunne slippe seg ned over isluken i venstre vegg i inntakskanal.

Fiskeavledere ved inntak utformes som to løp i topp av inntaksrist. Disse plasseres sentrisk over hver av inntaksristene. Hvert av løpene dimensjoneres for 2 m<sup>3</sup>/s ved normal drift når vannstanden er på HRV (kote +586). Ved stigende vannføring vil fiskeavledere etter hvert kunne stenges for å forhindre at driv kommer inn i avledere. Hvis fiskeavledere stenges, vil fiskens nedvandringrute være over terskel i hovedelva eller gjennom isluken som er plassert ved siden av inntak.

Det er essensielt at fiskeavledere utformes slik at det skapes en jevn akselererende vannstrøm inn mot avleder (maks 1 m/sek/m).

Profilen på overløpet i fiskeavlederen vil være jevnt avrundet, og ikke et skarptkantet overløpsprofil. Dette for å få vannakselerasjon som beskrevet over, og unngå raske gradienter i vannhastighet som kan medføre at fisken ikke vil slippe seg inn.

Hver avleder utstyres med en luke som kan reguleres. På denne måten kan det styres variable mengder vann gjennom hver av avlederne. Maksimal kapasitet per avleder er 3 m<sup>3</sup>/s. Det vil for eksempel kunne gå 1 m<sup>3</sup>/sek i den ene og 3 m<sup>3</sup>/sek i den andre avlederen. Luken vil eksempelvis utformes som en klappeluken eller en todelt lem med et glidelager i nedstrøms ende. Valg av lukedesign gjøres i senere faser i prosjektet.

Fordi det er mulig å styre vannmengden ved hjelp av luker i hver av fiskeavlederne (1-3 m<sup>3</sup>/s) vil det være en del fleksibilitet til å teste hvilke vannslipp som stimulerer til nedvandring. På denne måten kan man gjennom overvåking i en innkjøringsfase etter bygging optimalisere fiskeavlederne

Det blir friskeilstrøm og dagslys oppstrøms lukene og inn mot avlederen for å øke attraksjonen for nedvandrende fisk.

Når fisken har havnet inn i avlederen vil den føres med høy vannhastighet (>5 m/s) videre inn i et rør som føres til nedstrøms ende av dammen.

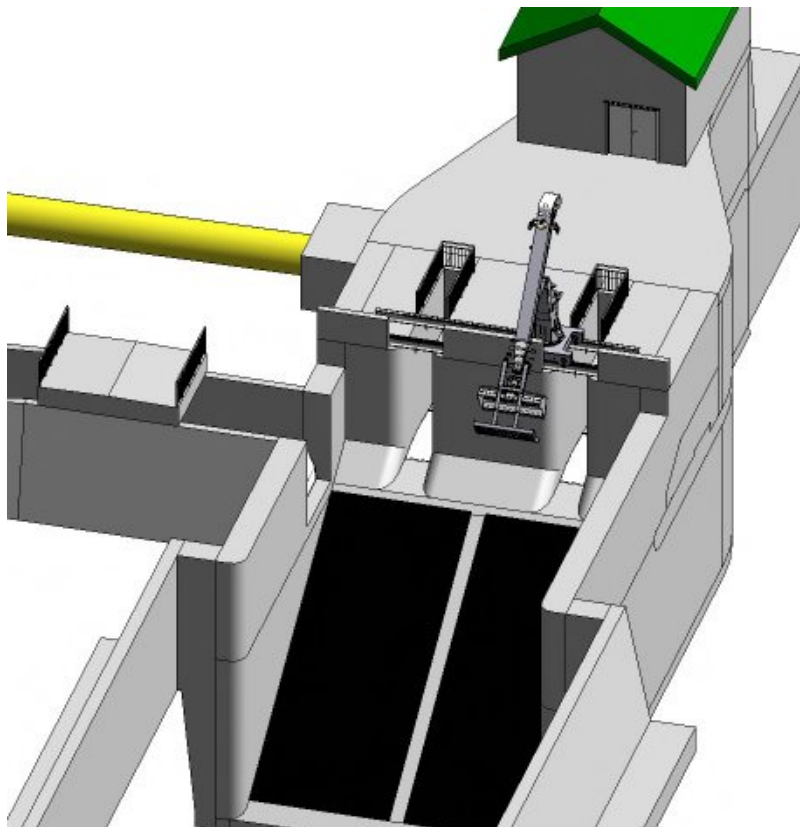
På grunn av lav høydeforskjell mellom HRV og vannspeil på underside av terskel vil utløp av rør være dykket i elva. Dette medfører en oppbremsing av vannhastigheten i nedstrøms ende av røret. På dette punktet vil fisken i praksis ikke ha mulighet til å «angre» og returnere oppstrøms.

Tabellen under oppsummerer de viktigste forutsetningene for utforming av fiskeavlederarrangement over inntaket til kraftverket.

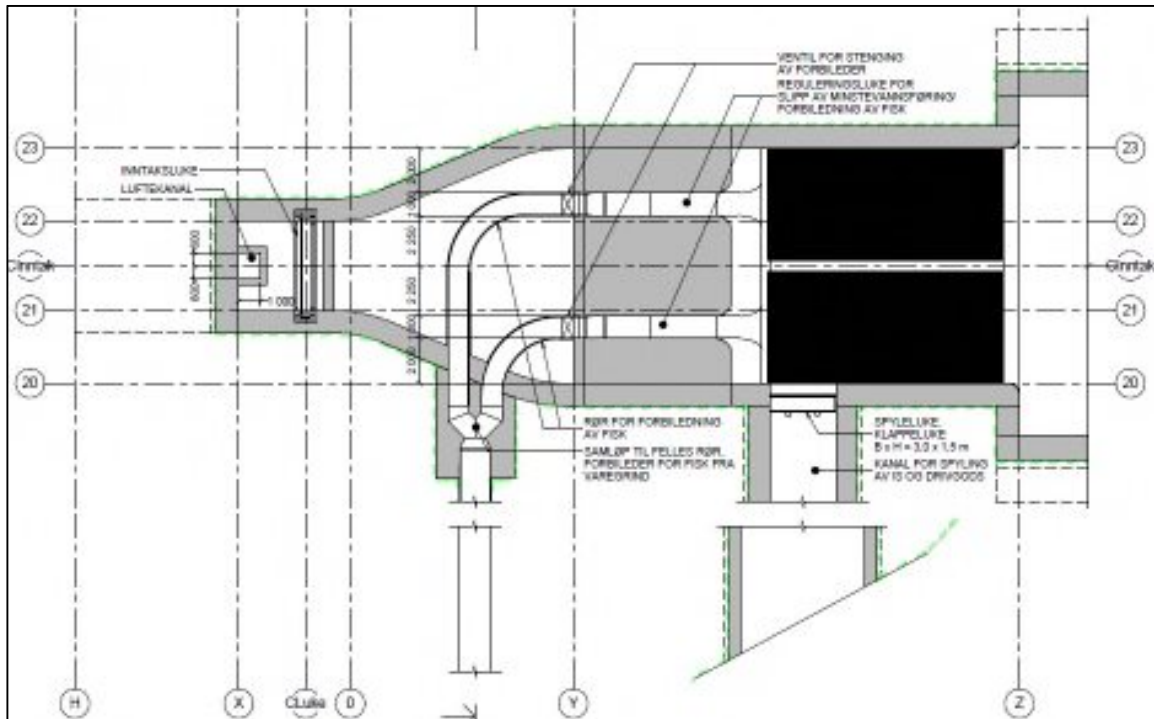
Tabell 5-1. Forutsetninger for utforming av fiskeavledere ved inntaksrist

Ant. fiskeavledere	Q min / Q maks pr avleder (m <sup>3</sup> /s)	Bredde (m) pr avleder	Avstand fra innløp-topp luke (m)	Dyp (m) pr avleder (ved 2 m <sup>3</sup> /s)	Vannhastighet (m/s)
2	1 / 3	1	>2,7	1,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,3 bruttohastighet normalt på grinden</li> <li>- 0,7 i kanal oppstrøms inntak</li> <li>- 0,9 rett foran fiskeavleder</li> <li>- 2,7 topp luke</li> <li>- ca. 5 i rør nedstrøms luke</li> </ul>

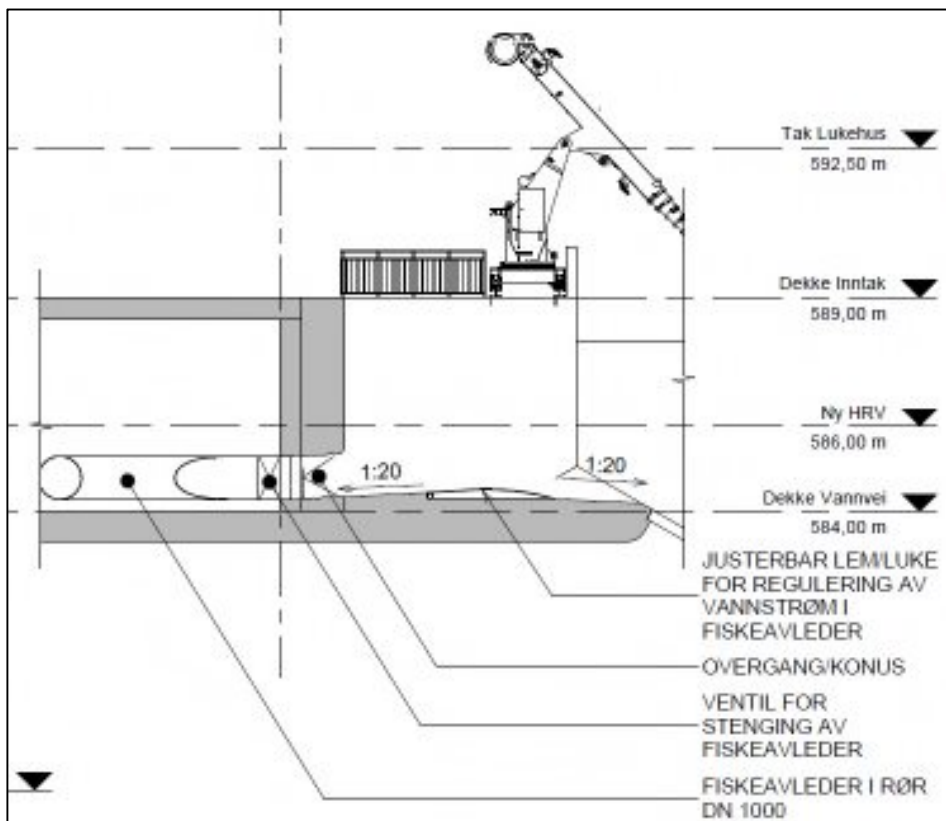
Figur 8 viser de to fiskeavlederne over inntaksgrinden og fiskeavleder rør (gult). Isluken kan ses i venstre vegg. Figur 8 og figur 9 viser konstruksjoner i plan og snitt.



Figur 8. To stk. fiskeavledere plasseres sentrisk over hver av ristene ved inntaket og muliggjør overflatevandring. Videreføring av fiskeavleder vist som gult rør. Isluke plasseres på venstre sidevegg.



Figur 9. Arrangement for fiskeavledere vist i plan.



Figur 10. Arrangement for fiskeavledere vist i sidesnitt. Terskel i fluktåpning utformes som en luke som kan reguleres for å styre kapasiteten i hver fiskeavleder (1-3 m<sup>3</sup>/s).



3D ILLUSTRASJON INNTAK

Figur 11. Inntak sett fra oven.

## 5.4 Nedvandring over terskel i elva

Nedvandringsruten over terskel i elva vil være operativ gjennom hele året og ved alle vannføringer. Fisken vil kunne slippe seg over nedsenkning i terskel i elva gjennom hele året. På høyere vannføringer vil nedvandring kunne skje over hele terskelbredden (se avsnitt 6 for skisser). Når det kun slippes minstevannføring, er vannmengden over terskelen 5 % av slukeevnen til kraftverket om vinteren (3 m<sup>3</sup>/s) og drøyt 13 % (8 m<sup>3</sup>/s) om sommeren. Ved stigende elv representerer vannmengden gjennom denne nedvandringsruten naturlig nok en økende andel, og det ligger til rette for at fisken vil kunne vandre ned over terskel.

## 5.5 Om drift av harrayngel

Tidspunkt for gyting og klekking for harrayngel i Glomma vil variere mellom år. Grovt sett antas det at harren gyter om våren (mai måned), og at yngelen klekker og slipper seg fra grusen ca. 3 uker etterpå. Deretter driver de nedstrøms til sine oppvekstområder. Inntaksristen ved Tolga kraftverk har en lysåpning på 15 mm, og er ikke liten nok til å stanse harrayngel fra å havne i inntaket. Det kan antas at en viss andel av harrayngelen som driver vil følge strømmen mot kraftverksinntak, og at en viss andel vil gå over terskelen og unngå inntaket. I denne perioden er det imidlertid normalt høy vannføring i Glomma. I våte og middels år vil det periodevis være mer vann som renner over terskel enn i kraftverket. Det kan derfor antas at harrayngel som slipper seg nedstrøms i slike perioder vil ha en rimelig sjanse til å unngå å havne i kraftverksinntaket, men at det enkelte år vil være motsatt.

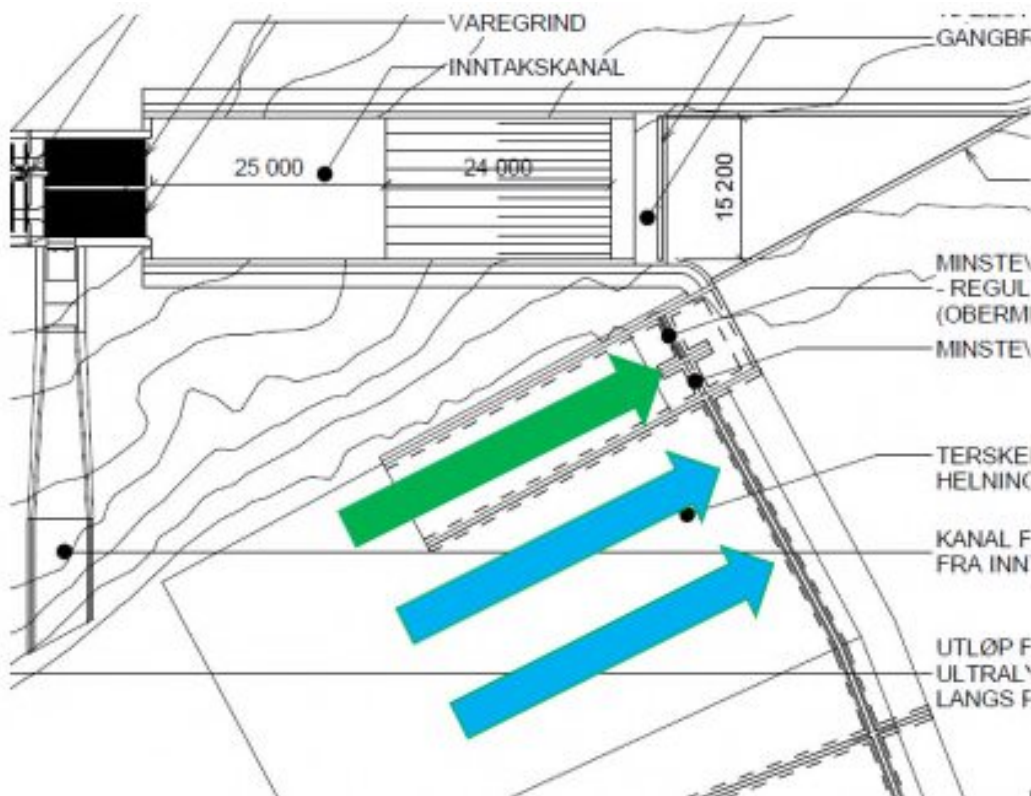
## 6 Arrangementer for oppvandring

Minstevannføringen som ikke slippes i fiskeavledere ved inntaksrist vil renne gjennom terskelens høyre side (sett nedstrøms), hhv 3 m<sup>3</sup>/s vinter og 8 m<sup>3</sup>/s sommer.

Fisken vil ha to oppvandringsruter forbi terskelen:

- I perioder da det kun går minstevannføring i elva vil fiskevandring skje i et tilrettelagt arrangement i terskelens høyre side (grønn pil i figuren under).
- I perioder da kraftverket går i overløp vil vannet etter hvert bre seg ut over terskelen i sin fulle bredde. Terskelen utformes for fiskepassasje ved stigende vannføringer opp til ca. 150 m<sup>3</sup>/s i Glomma (blå piler i figuren under).

Deler av konstruksjonen vil ha betongelementer for å kontrollere minstevannføring, mens store deler av terskel og minstevannføringsløp ellers vil utformes etter mest mulig naturlige prinsipper, ved bruk av sprengstein.



Figur 12. Fiskevandringsrute i minstevannførings situasjoner (grønn pil) og alternativ rute i overløpsituasjoner (blå piler).

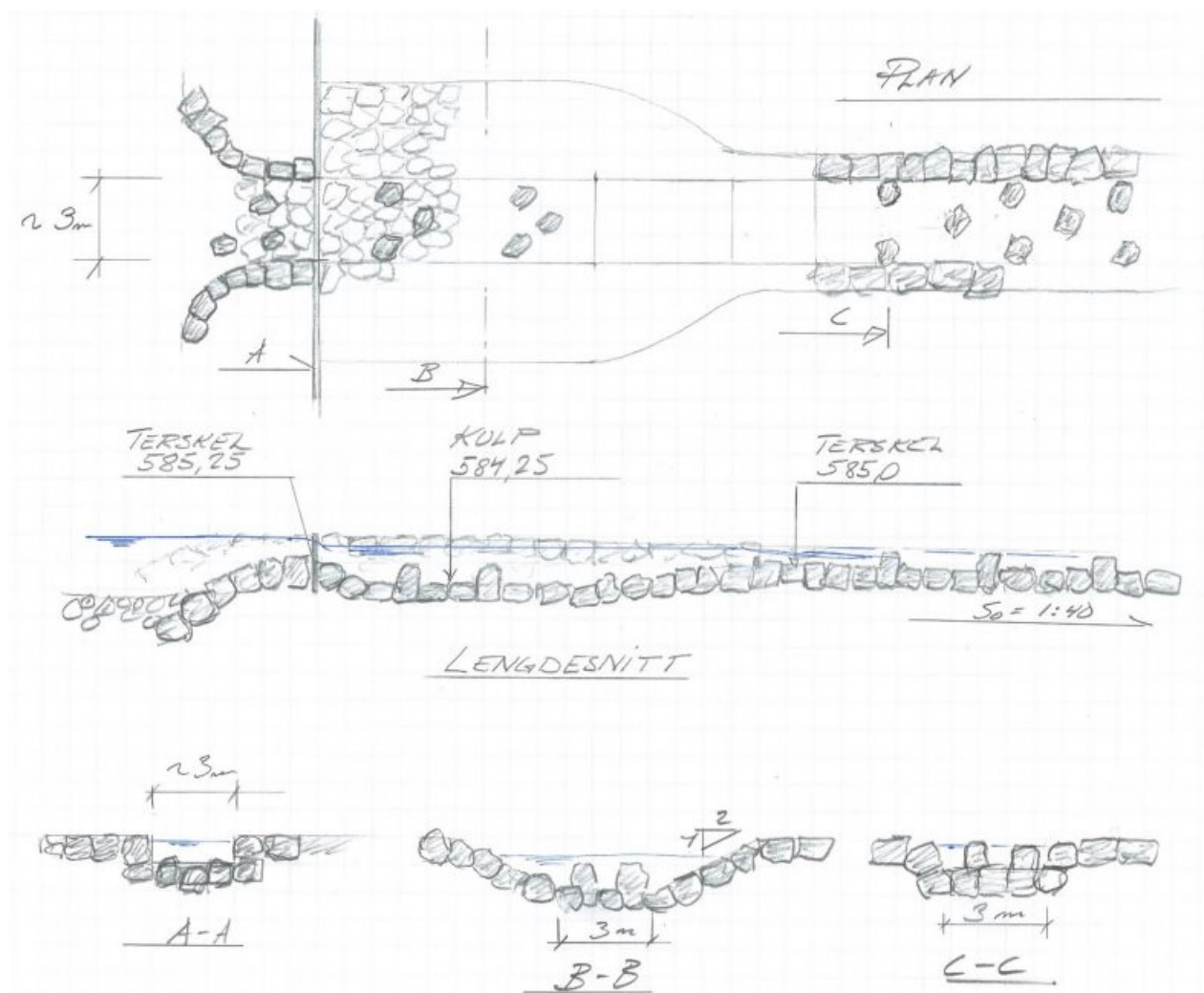
### 6.1 Arrangement for fiskevandring gjennom minstevannføringsløp

Det etableres to løp gjennom topp terskel der det samlet vil renne 8 m<sup>3</sup>/s minstevannføring, henholdsvis 3 m<sup>3</sup>/sek om vinteren og (+) 5 m<sup>3</sup>/s om sommeren. Disse ender i et felles løp som leder videre nedstrøms. Helningsgrad vil være 1:40 og maksimale spranghøyder mellom kulper og terskler lik 0,25 m, og enkelte steder lavere. Dette for å sikre lav vannhastighet og akseptabel energiomsetning for fiskevandring av både ørret og harr.

### 6.1.1 Minstevannføringsløp for vinter og sommer (3 m<sup>3</sup>/s)

Det utformes et naturlikt overløp med sprengstein og en terskel av betongkjerne. Prinsippet er vist i figur 13, men vil detaljeres ut i videre prosjektering. Her vil det renne 3 m<sup>3</sup>/s gjennom hele året. Rett nedstrøms terskel lages det en større kulp der fisken kan ta sats for videre passasje over terskelen. Nedstrøms vil vannveien få en mest mulig naturlig utforming med stein i ulik størrelse som skaper varierte vannhastigheter, og lommer med rolig vann bak steinene slik det er i elva i dag som vil kunne fungere som hvileplasser for oppvandrende fisk.

Fordi det ikke er praktisk mulig å dimensjonere kapasiteten til naturlignende løsninger nøyaktig, vil det bli nødvendig å gjøre justeringer for å oppnå en kapasitet på 3 m<sup>3</sup>/s. Det må derfor forventes, og legges til rette for kontroll (prøveslipp) og justering av utformingen til man oppnår ønsket vannføring.



Figur 13. Prinsippsskisser for utforming av naturlikt minstevannføringsløp for 3 m<sup>3</sup>/sek (illustrasjonsskisse, ikke detaljert).

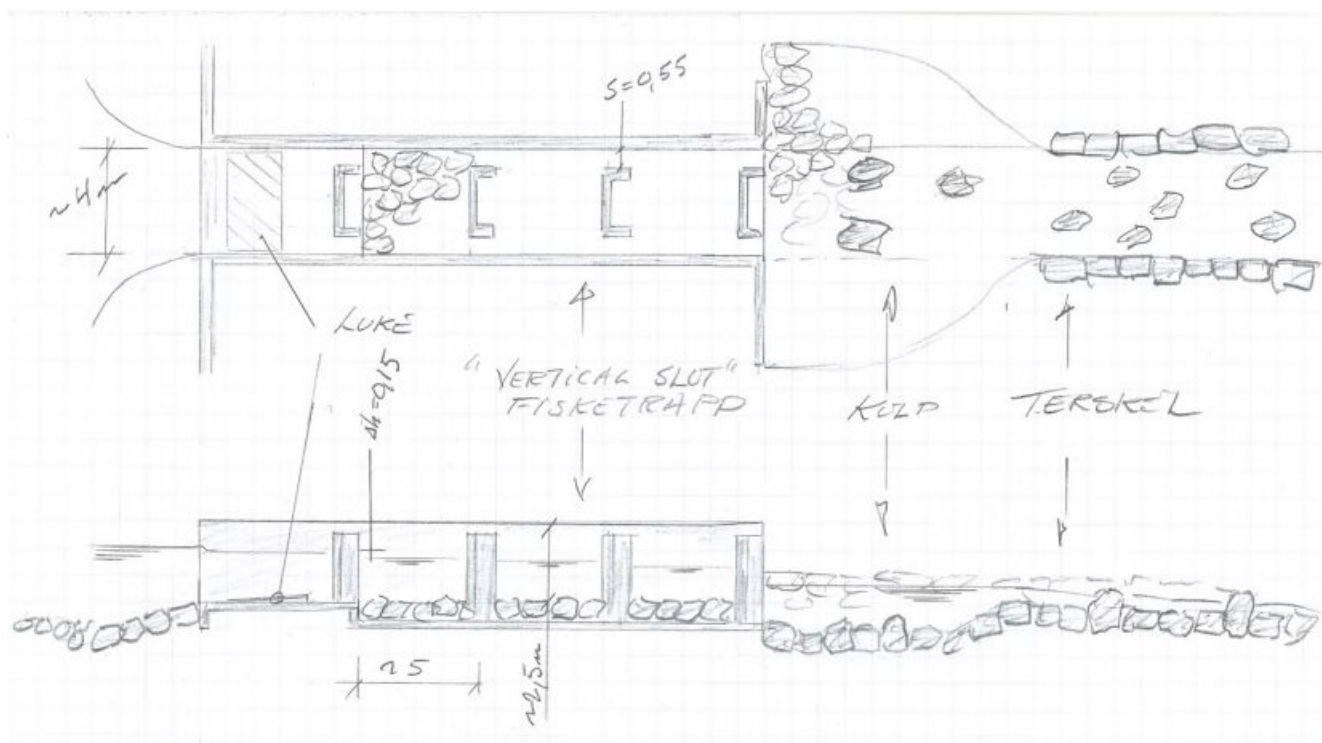
### 6.1.2 Minstevannføringsløp for sommer (+ 5 m<sup>3</sup>/s) og enhet for justering av minstevannslipp

Økning i minstevannføring fra vinter til sommer og tilbake til vintersituasjonen reguleres i dette løpet ved hjelp av en luke (figur 14). Dette løpet dimensjoneres for å håndtere minimum 5 m<sup>3</sup>/s. For å unngå høye vannhastigheter over en lengre strekning etableres det en serie tverrvegger med to vertikale spalteåpninger, tilsvarende en *vertical slot* fisketrapp. Ved å tilpasse antall tverrvegger kan vi få lite fall over hver tverrvegg, og derved lav vannhastighet. Ved å bygge inn flere tverrvegger kan løsningen dimensjoneres slik at fisk kan vandre opp, selv om det er flom slik at vannstanden i inntaksbassenget stiger over HRV.

Nedstrøms trappen er en hvilekulp og videre nedstrøms er det et naturlikt løp som kobles sammen med løpet fra minstevannføringsløpet beskrevet i 6.1.1.

Fordi det ikke er praktisk mulig å dimensjonere kapasiteten til naturlignende løsninger nøyaktig, vil det bli nødvendig å gjøre justeringer for å oppnå en kapasitet på 5 m<sup>3</sup>/s. Det må derfor forventes, og legges til rette for kontroll (prøveslipp) og justering av utformingen til man oppnår ønsket vannføring.

Skissene viser prinsippet og vil detaljeres i videre faser.

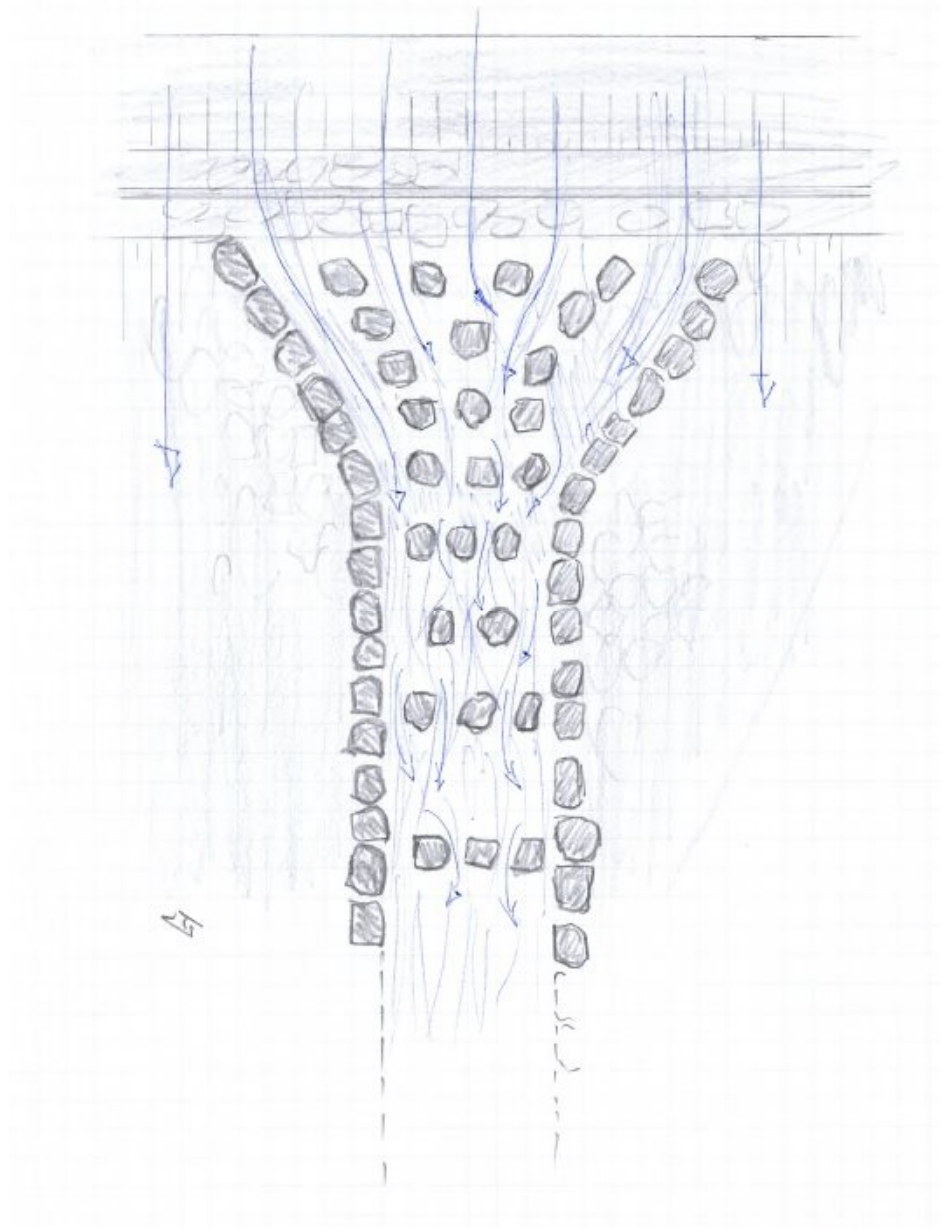


Figur 14. Prinsippskisser for utforming av minstevannføringsløp for (+) 5 m<sup>3</sup>/sek (illustrasjonsskisse, ikke detaljert).

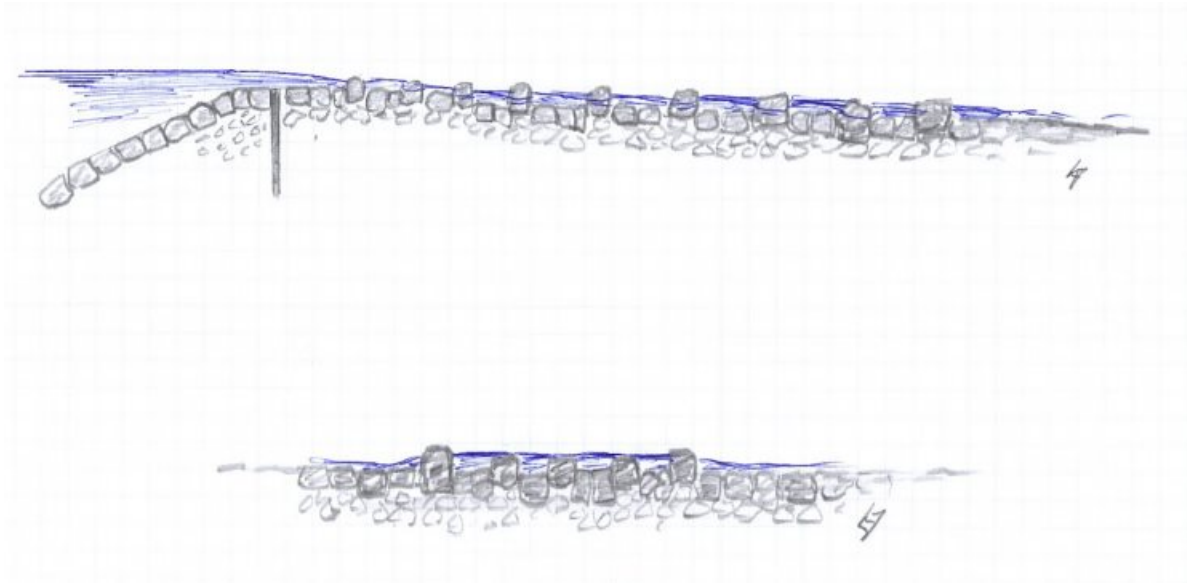
## 6.2 Arrangement for fiskevandring over resten av terskelen

Etter som vannføringen stiger over kraftverkets slukeevne (+ minstevannføring) vil vannstanden gradvis stige over HRV, og etterhvert renne over hele terskelbredden. Vanndypet over terskelen vil først være lavt og deretter gradvis øke med økende vannføring.

For å legge til rette for fiskevandring i slike situasjoner vil ca. halvparten av terskelens fulle bredde utformes slik at vannet samles i en eller flere kulper rett nedstrøms det høyeste punktet i terskelen, der oppvandrende fisk kan stoppe opp og ta sats videre over terskelen. Sprang mellom terskler vil være lave for på sikre fiskevandring hos ung og voksen fisk. (under 0,25 m). Prinsippet er vist i figur 15 og figur 16.



Figur 15. Prinsippskisser for utforming av oppsamlingskulp/løp på nedstrømsside av terskel. I kulpen samles nok vann til at fisken skal kunne stoppe opp og ta sats over terskelens høyeste punkt, ved middels – høye vannføringer. I videre forlengelse av terskelen nedstrøms etableres det steinsatte celler eller kulper som tilrettelegges for fiskevandring. (Illustrasjonsskisse, ikke detaljert).



Figur 16. Lengdesnitt (øverst) og tverrsnitt (nederst). Prinsippskisser for utforming av oppsamlingskulp/løp på nedstrømsside av terskel og videre forlengelse av terskelen nedstrøms. Det etableres etableres steinsatte celler eller kulper som tilrettelegges for fiskevandring. (Illustrasjonsskisse, ikke detaljert).

## 7 anbefalinger for utførelse i byggeperiode

- Ved bygging og utførelse av fiskevandringssløsning i terskel, utlegging av steiner i kulper, terskelkonstruksjon mm. anbefales det at det settes av tid til veiledning av entreprenør fra fiskefaglig og vassdragsteknisk kompetanse.
- Det er således anbefalt at det legges opp til en kommunikasjonskanal i byggefase, der fiskevandringssarrangementene får en prioritert plass. Dette kan for eksempel gjøres ved at det er et fast punkt i byggemøter, der spesialkompetanse trekkes inn ved behov.
- Det anbefales sterkt at det settes av tid og plass under byggeperioden for å teste vannslipp gjennom fiskevandringssarrangementer i terskel, mens den bygges. På denne måten kan det gjøres nødvendige justeringer underveis, og å optimalisere hydrauliske egenskaper der det trengs.

## 8 Referanser

**Bergsager, Håkon, et al. 2016.** *Tolga kraftverk: Fiskepassasjer - Utredning.* s.l. : Norconsult, 2016. Rapport 5160121: R-01 Versjon: D03.

**Calles, O., et al. 2013.** *Anordningar for upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar.* s.l. : Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013:14, 2013.

**Clay, Charles. 1995.** *Design of fishways and other facilities.* 1995.

**DVWK. 2002.** *Fish passes. Design, dimensions and monitoring.* 2002.

**DWA. 2005.** *Fish Protection Technologies and Downstream Fishways.* s.l. : German Association for Water, Wastewater and Waste, 2005.

**Jens, G. 1997.** *Fischwanderhilfen: Notwendigkeit, Gestaltung, Rechtsgrundlagen. - SchrR. Verband.* s.l. : Dt. Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler 11, 113 S., 1997.

**Katopodis, Christos. 1992.** *Introduction to fishway design.* Winnipeg, Manitoba. Canada, R3T 2N6 : Freshwater institute. Central and arctic region. Departement of fisheries and oceans. 501 University Crescent, 1992. s. 68.

**Kroglund, Frode, Haraldstad, Tormod og Güttrup, Jim. 2013.** *Bruk av isløpet som utvandingsrute for laks ved Rygene kraftverk, Nidelva.* s.l. : NIVA Rapport 6592-2013, 2013.

**Lamberg, Anders, Bjørnbet, Sondre og Severinsen, Kay. 2010.** *Videoovervåking av kraftverksinntaket i Boenfoss i 2010. VFI-rapport 16/2010.* s.l. : Vilt og fiskeinfo AS, 2010.

**Larinier, M. 2002a.** *Chapter 5 - Pool fishways, pre-barrages and natural bypass channels.* s.l. : Bull Fr. Pêche Piscic., 2002a. ss. 54-82.

**Larinier, M., Travade, F. 2002.** *Downstream migration, problems and facilities.* Bull. Fr. s.l. : Peche Piscic. 364 suppl., 2002. ss. 181- 207.

**Museth pers. medd., Jon. 2016.** *NINA.* 2016.

**Museth, Jon og Kraabøl, Morten. 2014.** *Spesifisering av krav til fiskepassasjer ved eventuell etablering av Tolga kraftverk. .* s.l. : NINA Notat 6.10.2014, 2014.

**Museth, Jon, et al. 2012.** *Tolga kraftverk. Utredning av konsekvenser for bunndyr og fisk.* s.l. : NINA Rapport 828, 2012. s. 80 s. + vedlegg.

**NMFS. 2011.** *Anadromous Salmonid Passage Facility Design.* s.l. : National Marine Fisheries Service - Northwest region, 2011.

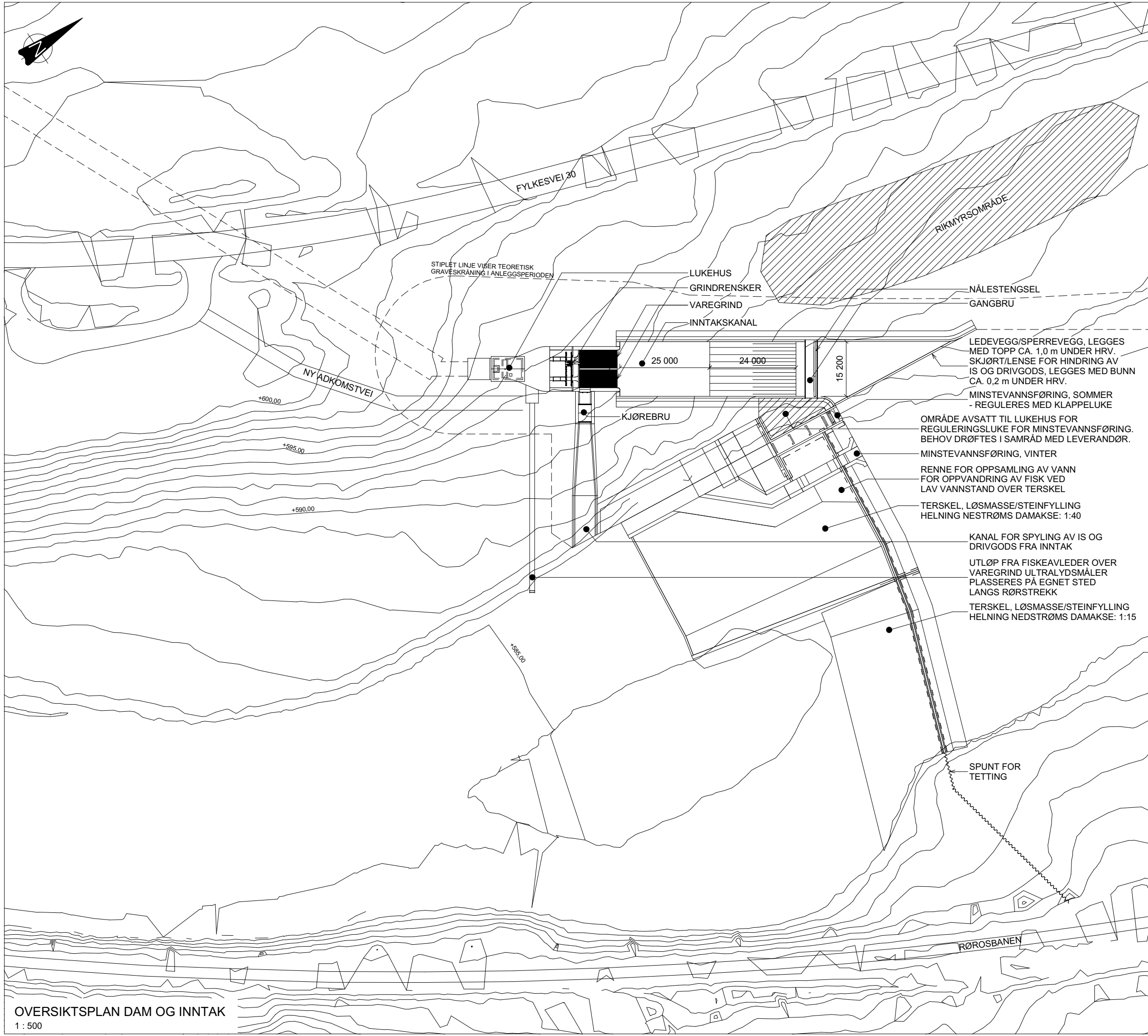
**Olstad, K. upubl. 2016.** *Studier av svømmekapasitet hos ørret og harr.* s.l. : NINA/SAFEPASS, upubl. 2016.

**Pulg, U., et al. 2017.** *Tiltakshandbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker.* s.l. : Uni Research Bergen, 2017.

**Turnpenny, A. W. H. og Struthers, G. & Hanson, K. P. 1998.** *A UK guide to intake fishscreening regulations, policy and best practice.* London : Crown copyright, 127 S., 1998.

**USFWS. 2017.** *Fish Passage Engineering Design Criteria.* USFWS, Northeast Region R5, Hadley, Massachusetts. : U.S. Fish and Wildlife Service, 2017.

## VEDLEGG: tegninger



**FORKLARINGER:**

1. Kartgrunnlag: NTM sone 11
2. Høydegrunnlag: NN 2000 (= NN 1954 + 18 cm)
- Fjelllinje
- Løsmasser
3. Illustrert terreng er jomfruelig terreng.
4. HRV: Kote +486,00

**HENVISNINGER:**

1. Plan:  
38-315-1000  
38-315-1001
2. Snitt:  
38-315-1100  
38-315-1101  
38-315-1102
3. 3D:  
38-315-1200  
38-315-1201

LEDEVEGG/SPERREVEGG, LEGGES MED TOPP CA. 1,0 m UNDER HRV. SKJØRT/LENSE FOR HINDRING AV IS OG DRIVGODS, LEGGES MED BUNN CA. 0,2 m UNDER HRV.

MINSTEVANNSFØRING, SOMMER - REGULERES MED KLAPPELUKE

OMRÅDE AVSATT TIL LUKEHUS FOR REGULERINGSLUKE FOR MINSTEVANNSFØRING. BEHOV DRØFTES I SAMRÅD MED LEVERANDØR.

MINSTEVANNSFØRING, VINTER

RENNE FOR OPPSAMLING AV VANN FOR OPPVANDRING AV FISK VED LAV VANNSTAND OVER TERSKEL

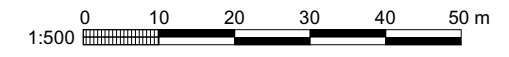
TERSKEL, LØSMASSE/STEINFYLLING HELNING NESTRØMS DAMAKSE: 1:40

KANAL FOR SPYLING AV IS OG DRIVGODS FRA INNTAK

UTLØP FRA FISKEAVLEDER OVER VAREGRIND ULTRALYDSMÅLER PLAGSERS PÅ EGNET STED LANGS RØRSTREKK

TERSKEL, LØSMASSE/STEINFYLLING HELNING NEDSTRØMS DAMAKSE: 1:15

SPUNT FOR TETTING



Revision	Date	Description	Prepared	DIC	Approved
E01	2017-12-15	For godkjenning hos myndigheter	HaEBo	WlMat	SIMul

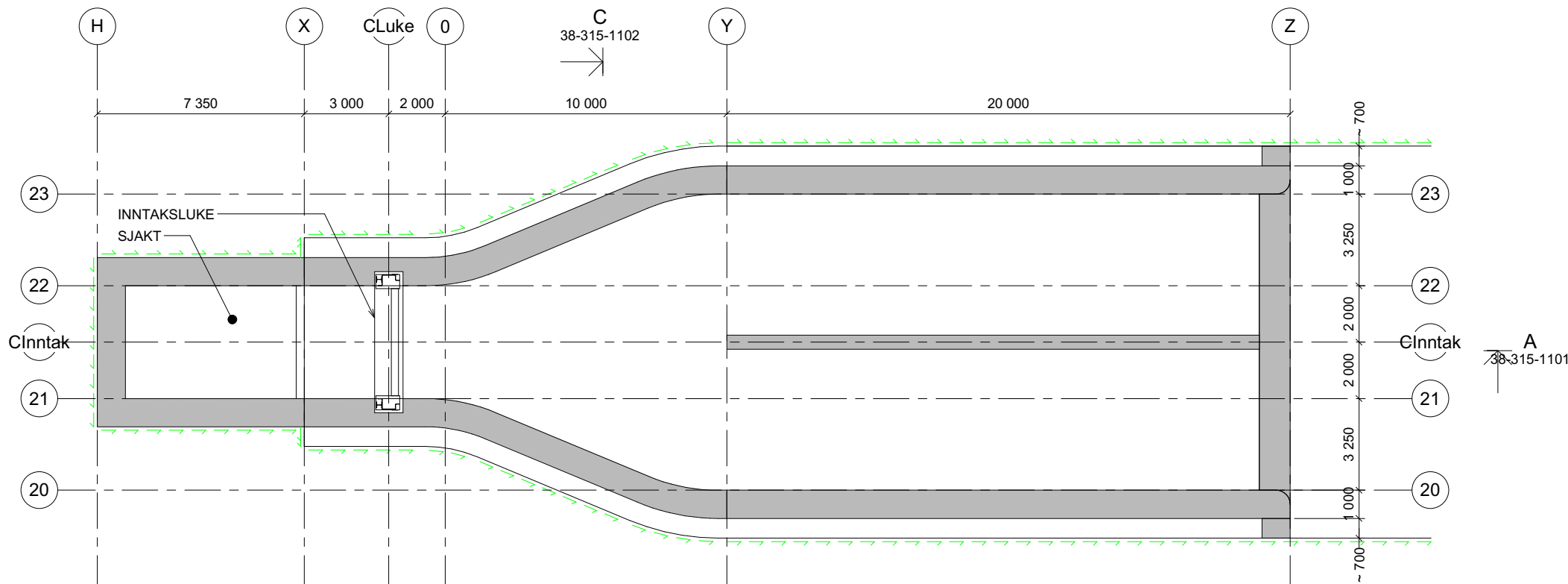
This document has been prepared by Norconsult AS as part of the assignment stated below. Intellectual property rights belong to Norconsult AS. The document may only be used for the purpose stated in the contract between Norconsult AS and the client, and may not be copied or made available by other means or to a greater extent than the intended purpose requires.

EIDSIVA VANNKRAFT AS Scale SIZE: (A1)  
1:500

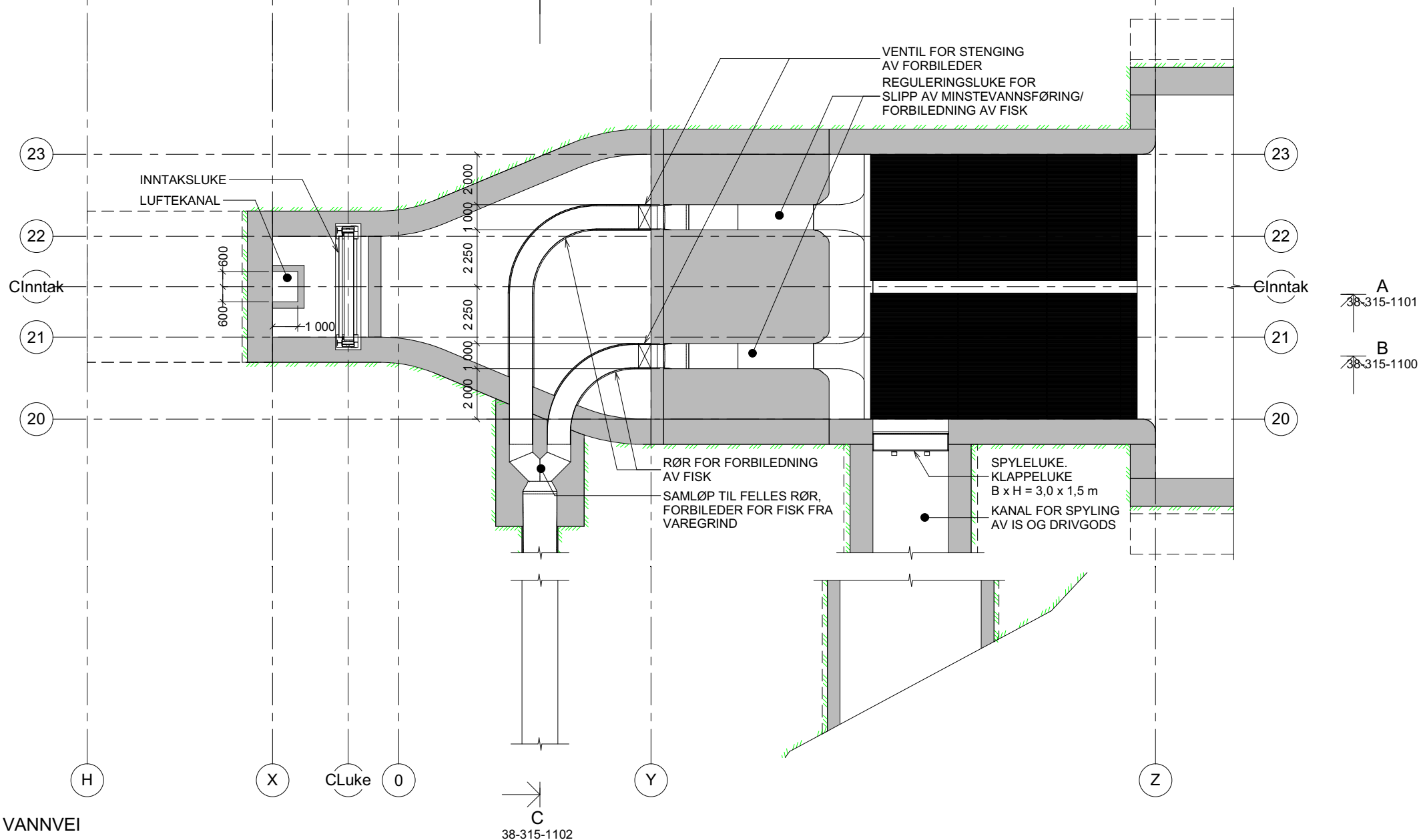
TOLGA KRAFTVERK  
INNTAK HUMMELVOLL  
OVERSIKTSPLAN

ARRANGEMENT

Norconsult	Project number 5175468	Document number 38-315-1000	Revision E01
------------	---------------------------	--------------------------------	-----------------



PLAN VANNVEI  
1:100



PLAN DEKKE OVER VANNVEI  
1:100

**FORKLARINGER:**

1. Kartgrunnlag: NTM sone 11
2. Høydegrunnlag: NN 2000 (= NN 1954 + 18 cm)

- Fjelllinje
- Løsmasser

**HENVISNINGER:**

1. Plan:  
38-315-1000  
38-315-1001
2. Snitt:  
38-315-1100  
38-315-1101  
38-315-1102
3. 3D:  
38-315-1200  
38-315-1201



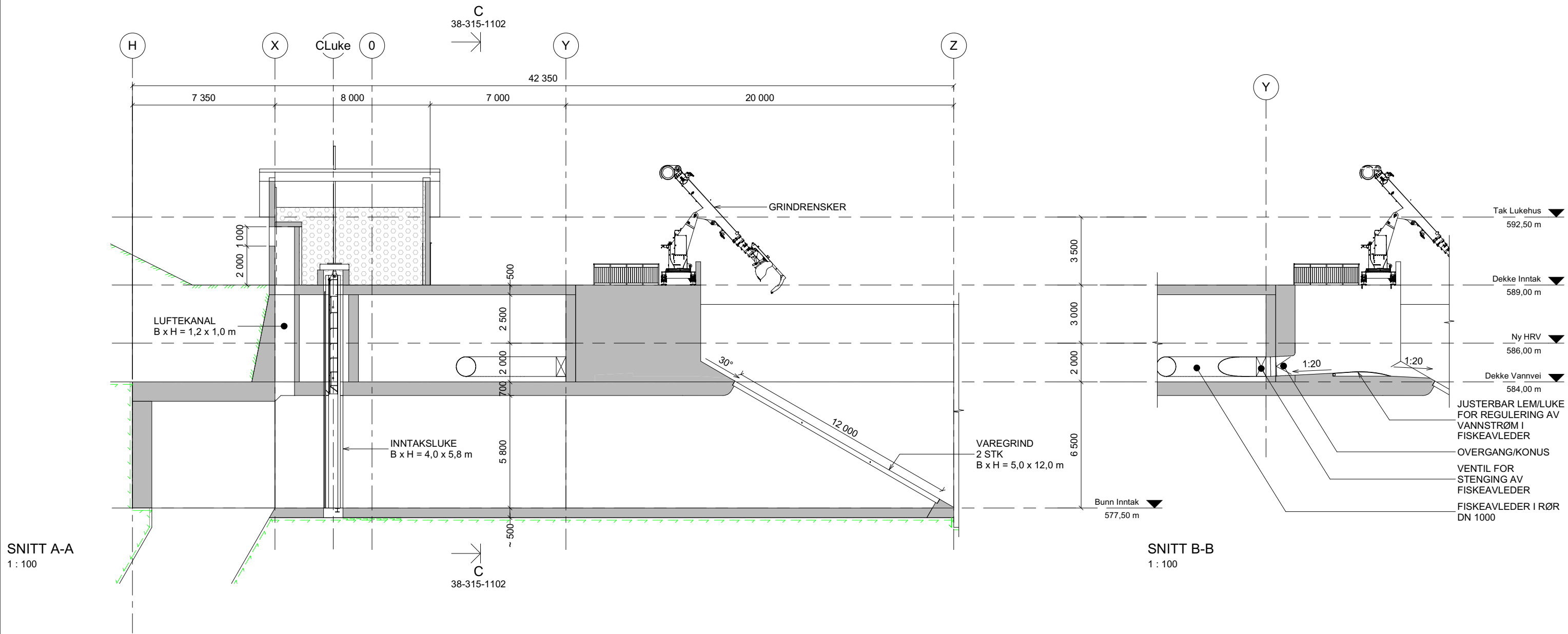
Revision	Date	Description	Prepared	DIC	Approved
E01	2017-12-15	For godkjenning hos myndigheter	HaEBo	WIMat	SIMul

This document has been prepared by Norconsult AS as part of the assignment stated below. Intellectual property rights belong to Norconsult AS. The document may only be used for the purpose stated in the contract between Norconsult AS and the client, and may not be copied or made available by other means or to a greater extent than the intended purpose requires.

EIDSIVA VANNKRAFT AS Scale SIZE (A1)  
1:100

TOLGA KRAFTVERK  
INNTAK HUMMELVOLL  
VANNVEI  
DEKKE OVER VANNVEI  
ARRANGEMENT

Norconsult	Project number 5175468	Document number 38-315-1001	Revision E01
------------	---------------------------	--------------------------------	-----------------



SNITT A-A  
1: 100

SNITT B-B  
1: 100



- FORKLARINGER:**
- 1. Kartgrunnlag: NTM sone 11
  - 2. Høydegrunnlag: NN2000 (= NN 1954 + 18 cm)
  - Fjelllinje
  - Løsmasser

- HENVISNINGER:**
- 1. Lengdesnitt Inntak del 2: 38-315-1101
  - 2. Oversiktsplan: 38-315-1000

Revision	Date	Description	Prepared	Approved
E01	2017-12-15	For godkjenning hos myndigheter	HaEBo	WIMat

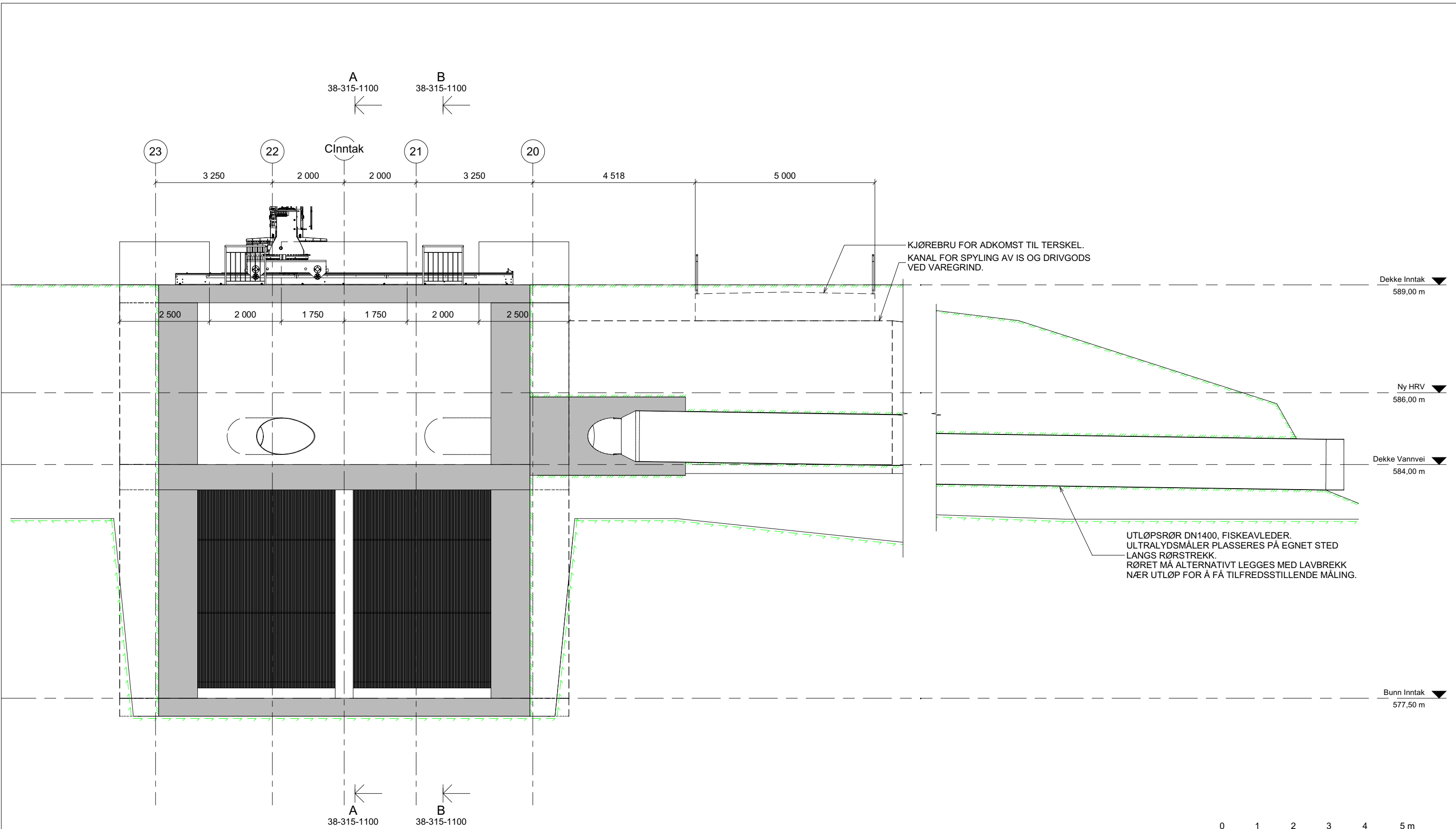
This document has been prepared by Norconsult AS as part of the assignment stated below. Intellectual property rights belong to Norconsult AS. The document may only be used for the purpose stated in the contract between Norconsult AS and the client, and may not be copied or made available by other means or to a greater extent than the intended purpose requires.

Scale SIZE (A1)  
**1:100**

**EIDSIVA VANNKRAFT AS**

**TOLGA KRAFTVERK  
INNTAK HUMMELVOLL  
LENGDESNITT INNTAK  
DEL 1  
ARRANGEMENT**

Norconsult	Project number 5175468	Document number 38-315-1100	Revision E01
------------	---------------------------	--------------------------------	-----------------



SNITT C-C

1 : 50

FORKLARINGER:

1. Kartgrunnlag: NTM sone 11
2. Høydegrunnlag: NN2000 (= NN 1954 + 18 cm)

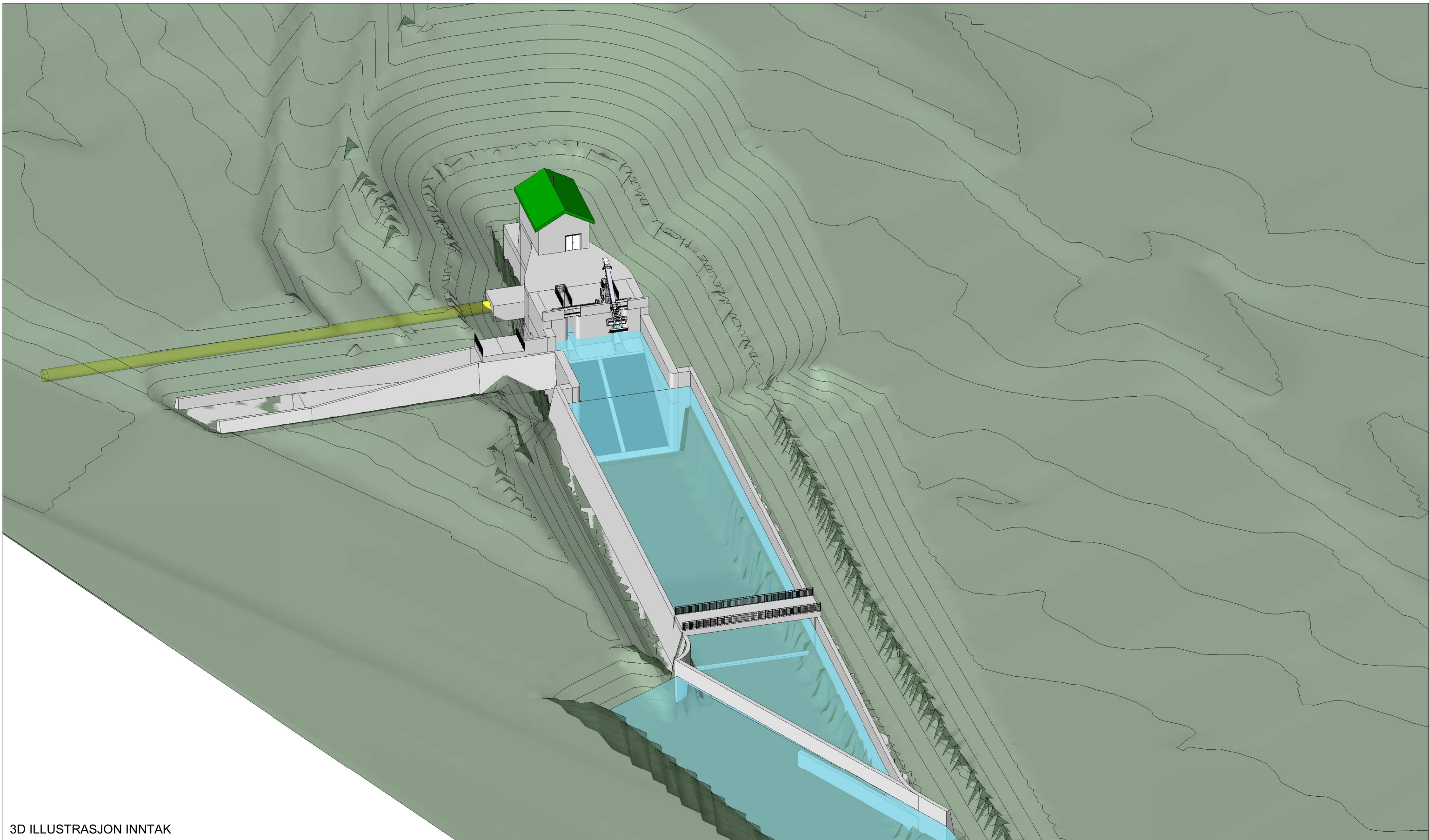
- Fjelllinje
- Løsmasser

HENVISNINGER:

1. Oversiktsplan: 38-315-1000





Revision	Date	Description	HaEBo	W/Mat	SiMul
E01	2017-12-15	For godkjenning hos myndigheter			
<small>This document has been prepared by Norconsult AS as part of the assignment stated below. Intellectual property rights belong to Norconsult AS. The document may only be used for the purpose stated in the contract between Norconsult AS and the client, and may not be copied or made available by other means or to a greater extent than the intended purpose requires.</small>					Scale SIZE (A1)
EIDSIVA VANNKRAFT AS					1 : 50
TOLGA KRAFTVERK INNTAK HUMMELVOLL LENGDESNIITT FISKEAVLEDER					
ARRANGEMENT					
Norconsult		Project number	Document number	Revision	
		5175468	38-315-1102	E01	




### 3D ILLUSTRASJON INNTAK

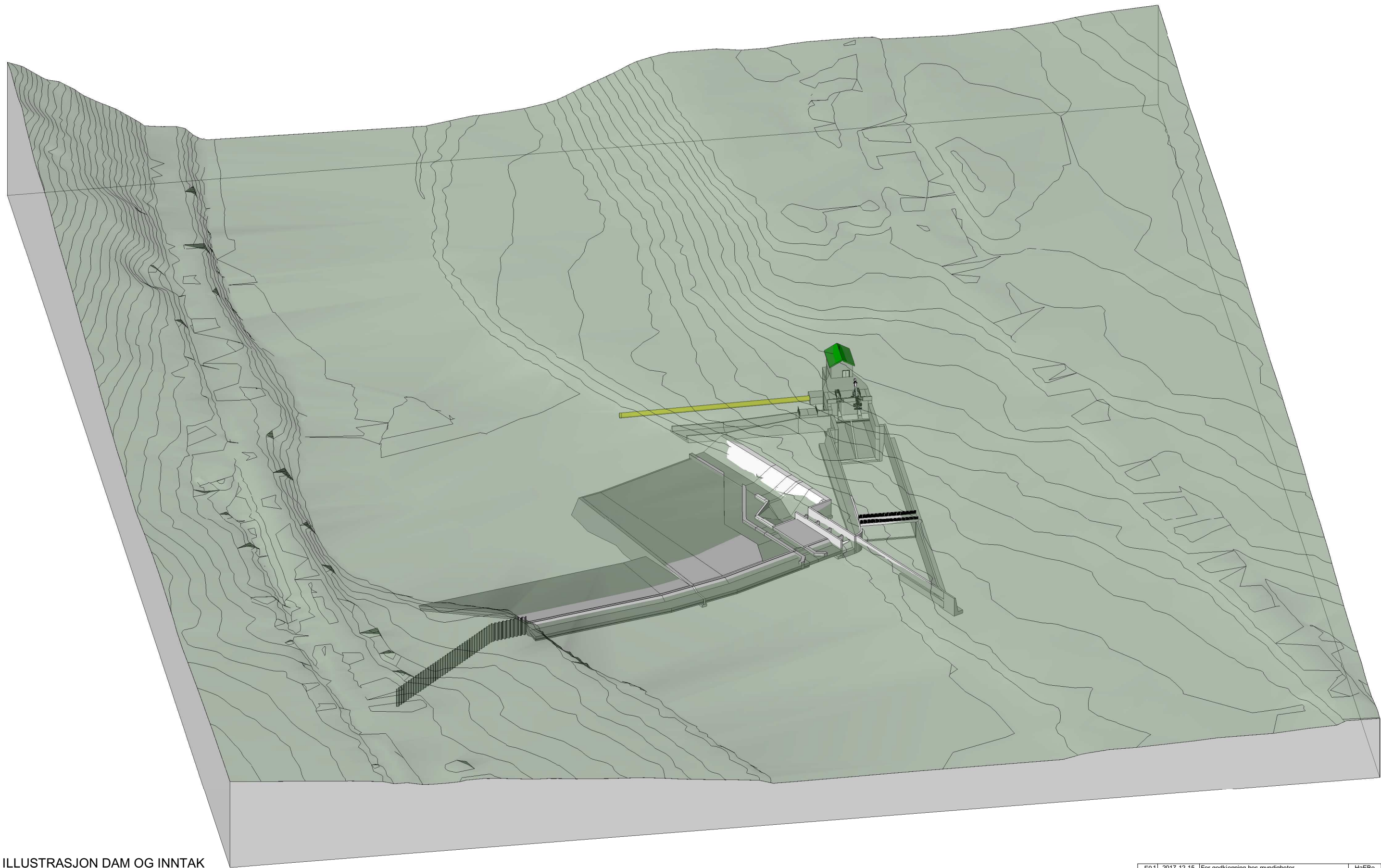
#### FORKLARINGER:

1. Kartgrunnlag: NTM sone 11
2. Høydegrunnlag: NN2000 (= NN 1954 + 18 cm)

-  Fjellinje
-  Løsmasser

3. Illustrert terreng er terreng med graveskråninger som i byggeperioden.


Revision	Date	Description	HaEBo	WIMat	SIMul
E01	2017-12-15	For godkjenning hos myndigheter			
<small>This document has been prepared by Norconsult AS as part of the assignment stated below. Intellectual property rights belong to Norconsult AS. The document may only be used for the purpose stated in the contract between Norconsult AS and the client, and may not be copied or made available by other means or to a greater extent than the intended purpose requires.</small>					Scale SIZE ( A1)
<b>EIDSIVA VANNKRAFT AS</b>					-
<b>TOLGA KRAFTVERK INNTAK HUMMELVOLL 3D ILLUSTRASJON FARGER</b>					
<b>ARRANGEMENT</b>					
<b>Norconsult</b> 		Project number	Document number	Revision	
		5175468	38-315-1200	E01	



### 3D ILLUSTRASJON DAM OG INNTAK

#### FORKLARINGER:

1. Kartgrunnlag: NTM sone 11
2. Høydegrunnlag: NN2000 (= NN 1954 + 18 cm)

-  Fjelllinje
-  Løsmasser

3. Illustrert terreng er jomfruelig terreng.

Revision	Date	Description	Prepared	DIC	Approved
E01	2017-12-15	For godkjenning hos myndigheter	HaEBo	WIMat	SIMul

This document has been prepared by Norconsult AS as part of the assignment stated below. Intellectual property rights belong to Norconsult AS. The document may only be used for the purpose stated in the contract between Norconsult AS and the client, and may not be copied or made available by other means or to a greater extent than the intended purpose requires.

**EIDSIVA VANNKRAFT AS**

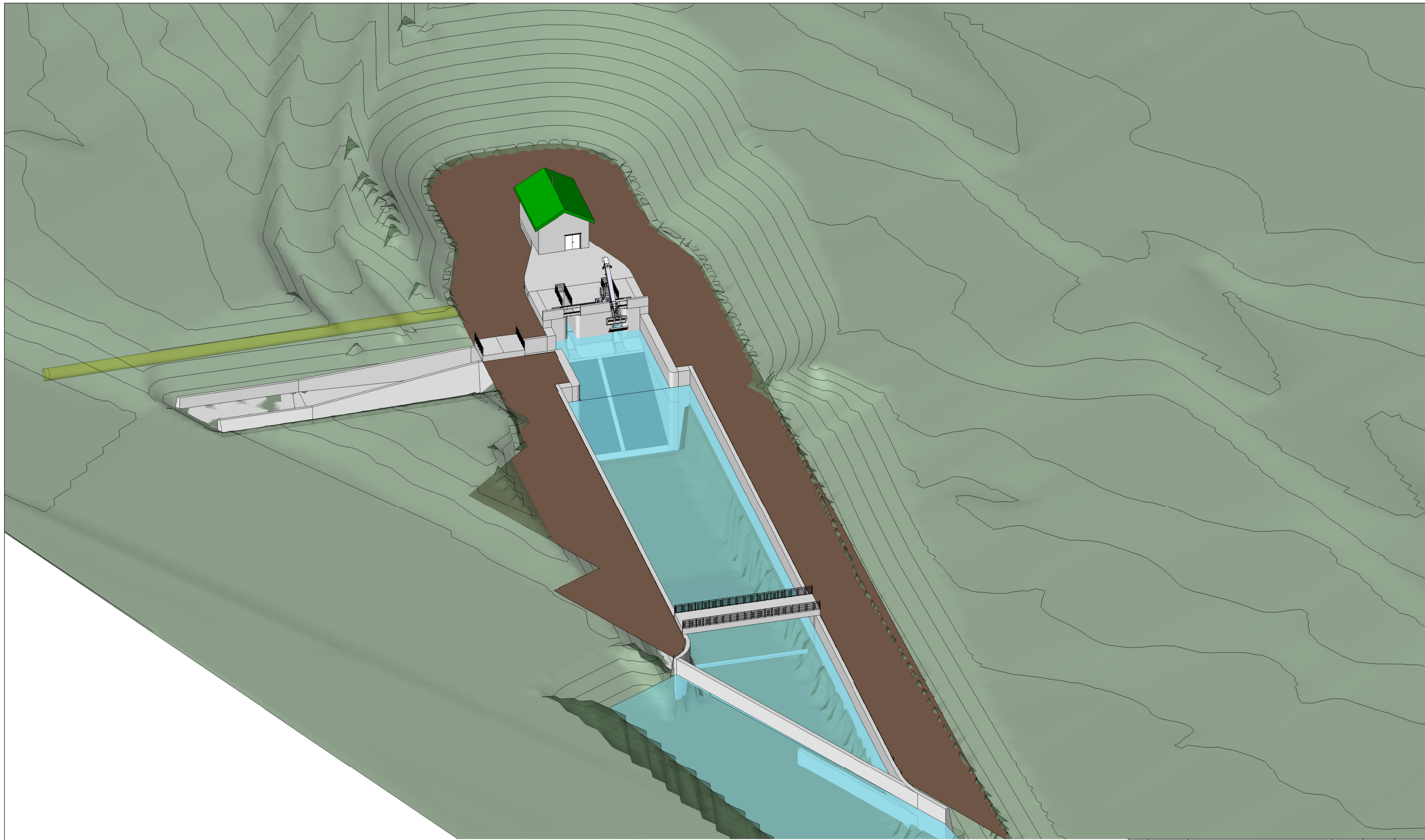
Scale SIZE ( A1)

-

**TOLGA KRAFTVERK  
INNTAK HUMMELVOLL  
3D ILLUSTRASJON FARGER**

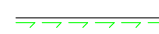
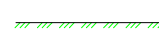
**ARRANGEMENT**

Norconsult 	Project number 5175468	Document number 38-315-1201	Revision E01
--	---------------------------	--------------------------------	-----------------



**FORKLARINGER:**

1. Kartgrunnlag: NTM sone 11
2. Høydegrunnlag: NN2000 (= NN 1954 + 18 cm)

-  Fjellinje
-  Løsmasser

3. Illustrert terreng er terreng med graveskråninger som i byggeperioden.  
Brun del viser tilbakefylling mot konstruksjoner.

Revision	Date	Description	HaEBo	WiMat	SiMul
E01	2017-12-15	For godkjenning hos myndigheter			

This document has been prepared by Norconsult AS as part of the assignment stated below. Intellectual property rights belong to Norconsult AS. The document may only be used for the purpose stated in the contract between Norconsult AS and the client, and may not be copied or made available by other means or to a greater extent than the intended purpose requires.

<b>EIDSIVA VANNKRAFT AS</b>	Scale SIZE ( A1 )
	-

**TOLGA KRAFTVERK  
INNTAK HUMMELVOLL  
3D ILLUSTRASJON FARGER**

**ARRANGEMENT**

<b>Norconsult</b> 	Project number 5175468	Document number 38-315-1202	Revision E01
---	---------------------------	--------------------------------	-----------------

Oppdrag - M:\BIM\Grunnplan\38-321-0006.s01 - tbe - 12.12.17 - 13:54:22 - Modr Ark - Ref: 38-321-0006.s01\kart\_NTM.dwg; Kart\_Inntak\_NTM.dwg; Kart\_Utløp\_NTM.dwg; B-720.dwg; Kart\_Utløp\_NTM.dwg; Plan\_all\_m\_flytet\_tverrslag.dgn



**FORKLARINGER:**

- 1. Høydegrunnlag: NN 2000 (= NN 54 + 18cm)
- Alle høyder er referert til tunnelsåle

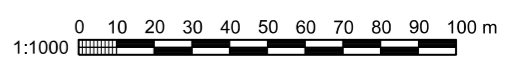
**ANVISNINGER:**

- -

**HENVISNINGER:**

- 1. Oversikt farger Tegn. 38-321-0001
- 2. Oversikt Tegn. 38-321-0002
- 3. Inntak, Oversikt Tegn. 38-321-0003
- 4. Kraftstasjonsområde, Oversikt Tegn. 38-321-0004
- 5. Tverrsnitt Kleven/Næringsparken, Oversikt Tegn. 38-321-0005
- 6. Lengdesnitt alt. tverrsnitt Kleven Tegn. 38-321-0101
- 7. Lengdesnitt alt. tverrsnitt Næringsparken Tegn. 38-321-0102

Tegningsnummer	38-321-0006	Revisjon	B03
----------------	-------------	----------	-----



B03	2017-12-12	For ekstern kontroll	TBe	KnHe	SiMul
B02	2017-10-31	For ekstern kontroll	TBe	KnHe	SiMul
B01	2017-10-19	For ekstern kontroll	TBe	KnHe	SiMul

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 gjengis på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tillater.

**Eidsiva Vannkraft AS** Målestokk (gjelder A1)  
**SOM VIST**

**Tolga kraftverk**  
**Utløp Eidsfossen**  
**Oversikt**

Norconsult	Oppdragsnummer 5175468	Tegningsnummer 38-321-0006	Revisjon B03
------------	---------------------------	-------------------------------	-----------------

NINA  
v/ Jon Museth  
Vormstuguvegen 40  
2624 LILLEHAMMER

Deres ref:  
Vår ref: jmu0812-01  
Sted: Lillehammer  
Dato: 18. Desember 2017

Eidsiva Vannkraft AS

## FORESLÅTT PLANENDRING FOR TOLGA KRAFTVERK – KONSEKVENSER FOR UTREDNINGSTEMA FISK OG BUNNDYR

Jeg har som ansvarlig for deltema fisk og bunndyr i konsekvensutredningen av Tolga kraftverk blitt bedt om å komme med vurderinger av virkninger av en foreslått planendring. Planendringen innebærer at opprinnelig planlagt luke-/betongdam erstattes av en betydelig lavere terskeldam. Foreslått endring medfører, i tillegg til redusert høyde på dam, en endring av selve inntaket til kraftverk og valg av løsninger for å ivareta toveis fiskepassasje, nærmere bestemt:

- Vertikalt vinklet skråstilt varegrind ( $\beta$ -grind) erstattes av horisontalt vinklet varegrind ( $\alpha$ -grind) med to fiskeavledere (ingen endring i lysåpning, dvs. 15 mm)
- Terskel og inntak har blitt flyttet ca. 140 oppstrøms
- Oppvandring forbi damsted vil skje i en naturlig fiskepassasje i hovedløpet i stedet for i en naturlig omløpsbekk forbi damsted

Tekniske spesifikasjoner og utforming av fiskepassasje etter planendring vurderes å være bedre mht. til å ivareta fiskevandring sammenlignet med den opprinnelige planen (for spesifikasjoner, se rapport 5175468 fra Norconsult). Denne konklusjonen baserer seg på følgende:

- Høyden på terskeldam (1 m) er betydelig lavere enn den opprinnelig planlagte lukedammen og fiskepassasje gjennom terskel får en naturlig utforming
- Beregnede vannhastigheter vinkelrett på varegrind (0,3 m/s) er innenfor anbefalte grenser og to avledere med hver en kapasitet på inntil 3 m<sup>3</sup>/s vil gi fisken nedvandringmuligheter ved inntaket. I tillegg vil det være kontinuerlig overløp over terskel som vil muliggjøre nedvandring.
- Pga. lavere høyde på terskeldam enn lukedam til nytt alternativ føre til mindre oppdemningseffekt og høyere gjennomsnittlig vannhastighet i inntaksmagasinet. Dette vurderes som positivt for blant annet å opprettholde drift av fiskeyngel (særlig harr) gjennom inntaksmagasin og forbi damsted.

I konsekvensvurderingen for deltema fisk og bunndyr ble virkningene av etableringen av et inntaksmagasinet ilagt stor vekt, dvs. konsekvensene av redusert vannhastighet i inntaksmagasinet oppstrøms dammen. Etablering av et slikt inntaksmagasin har bl.a. konsekvenser for eventuelle gyteområder for harr og ørret som blir direkte påvirket. I tillegg er det godt dokumentert at endringen fra elv til mer innsjøliknende habitat oppstrøms kraftverksdammer fører til fiskesamfunnet endrer seg (f.eks. fra dominans av laksefisk som ørret og harr til arter som gjedde, abbor og sik). Økt tetthet av arter som gjedde og abbor vil føre til økt predasjon på arter som harr og ørret. Man må påregne slike endringer oppstrøms planlagt terskeldam (ved planendring), men det vurderes som svært sannsynlig at endringene vil bli mindre enn ved etablering av den opprinnelig planlagte lukedammen. I tillegg dokumenterte NINA Rapport 828 (se figur 3.18) gyteområder for harr og ørret i øvre del av inntaksmagasinet ved det opprinnelige damalternativet. Ved etablering av terskeldam er det stor sannsynlighet for at funksjonaliteten til disse gyteområdene opprettholdes etter utbygging.

Et annet forhold ved prosjektet etter en eventuell planendring er sedimenttransporten forbi damsted. Slik sedimenttransport vurderes som viktig for å opprettholde habitatkvaliteten på minstevannføringsstrekningen nedstrøms dammen, og nytt alternativ vil trolig i større grad opprettholde sediment-transport forbi damsted og ikke minst gjøre det enklere å etablere rutiner for å flytte masser som er sedimentert i inntakskanalen og foran denne over terskelen.

Som konklusjon vurderes omsøkt planendring å være bedre for fisk og bunndyr enn den opprinnelige planen.

Lillehammer, 18. desember

Jon Museth (sign.)