



Tverrslag 1 Usta

Etablering av minstevannføring

Forfatter
Lars Oust

Dato
Rev 1: 06.09.2023

Vår.ref.
1423426

Sikkerhet
Åpen



Innhold

1	Sammendrag.....	3
2	Tverrslag 1 Usta.....	4
2.1	Beskrivelse av området.....	4
2.2	Beskrivelse av eksisterende anlegg.....	6
3	Detaljplaner.....	7
3.1	Løsningsbeskrivelse.....	7
3.2	Kapasitet.....	8
3.3	Instrumentering.....	9
3.4	Skilt og informasjon.....	9
3.5	Arealbruk ved tverrslaget.....	10
3.6	Eiendomsforhold.....	11
3.7	Vannslipp under vedlikehold i tunnelsystemet.....	11
4	Vedlegg.....	12

1 Sammendrag

Hafslund Eco Vannkraft, HEV, fikk gjennom Kgl. Res. 27. januar 2023 nye konsesjonsvilkår for regulering av Uste- og Hallingdalsvassdraget. I de nye konsesjonsvilkårene ble det fastsatt krav om slipp av vann fra Tverrslag 1 til tilløpstunellen til Usta kraftverk. Det stilles krav om slipp av 300 l/s i perioder på våren før Ustevatn fylles opp og om slipp av vann på vinteren slik at vannføringen på Tuftebrue og nedstrøms Geilo Bru ikke måles lavere enn 300 l/s

Tverrslag 1 ved tilløpstunellen til Usta kraftverk har anleggsdeler for slipp, måling og dokumentering av minstevannføring i dag, men anlegget må bygges om for å få en hensiktsmessig utforming for å tilfredsstille krav til personsikkerhet og hensiktsmessig drift og vedlikehold.

Utbedret slippløsning er planlagt løst ved å montere trykkrør fra tverrslagspropp og ut i dagen. Ved tverrslagsåpningen etableres det et målehus med en elektromagnetisk flowmåler og en automatisk regulert ventil som styrer vannføring ut av røret. I tilknytning til målehuset bygges det et energidreperbasseng for vannet som slippes fra røret, før vannet slippes videre til vassdraget.

2

Tverrslag 1 Usta

2.1 Beskrivelse av området

Tverrslag 1 til tilløpstunellen til Usta kraftverk ligger ca 3 km nedenfor Ustevatn i Hol kommune i Viken fylke.



Figur 1 - Kart over området

Anlegget er tenkt bygget på utsiden av eksisterende tverrslagsåpning på eksisterende tipp ved påhugget.



Bilde 1 - Tverrslag 1



Bilde 2 - Tverrslag 1 og tippområdet

2.2 Beskrivelse av eksisterende anlegg

Inne i tunnelsystemet ved tverrslaget er det et tappearrangement som benyttes til sporadisk tapping av vann til vassdraget. Avstanden fra tappearrangementet og ut til tverrslagsåpningen er ca 200 meter.

De tekniske og mekaniske innretningene i eksisterende arrangement er ikke dimensjonert for tapping av vann over tid i den mengden som er fastsatt i det nye manøvreringsreglementet i konsesjonen.

Ved tapping fra dagens arrangement er det ikke mulig å komme til å foreta feilsøking eller vedlikehold av komponenter tilknyttet anlegget. Erfaringen fra drift viser også at de klimatiske forholdene inne i tverrslaget ofte fører til driftsavbrudd og uhensiktsmessig stort vedlikeholdsbehov. Det er derfor nødvendig å bygge om og erstatte dagens anlegge for å oppnå driftssikker manøvrering og tilfredsstillende forhold med hensyn på personsikkerhet.



Bilde 3 -Eksisterende tappearrangement i tverrslaget.

3

Detaljplaner

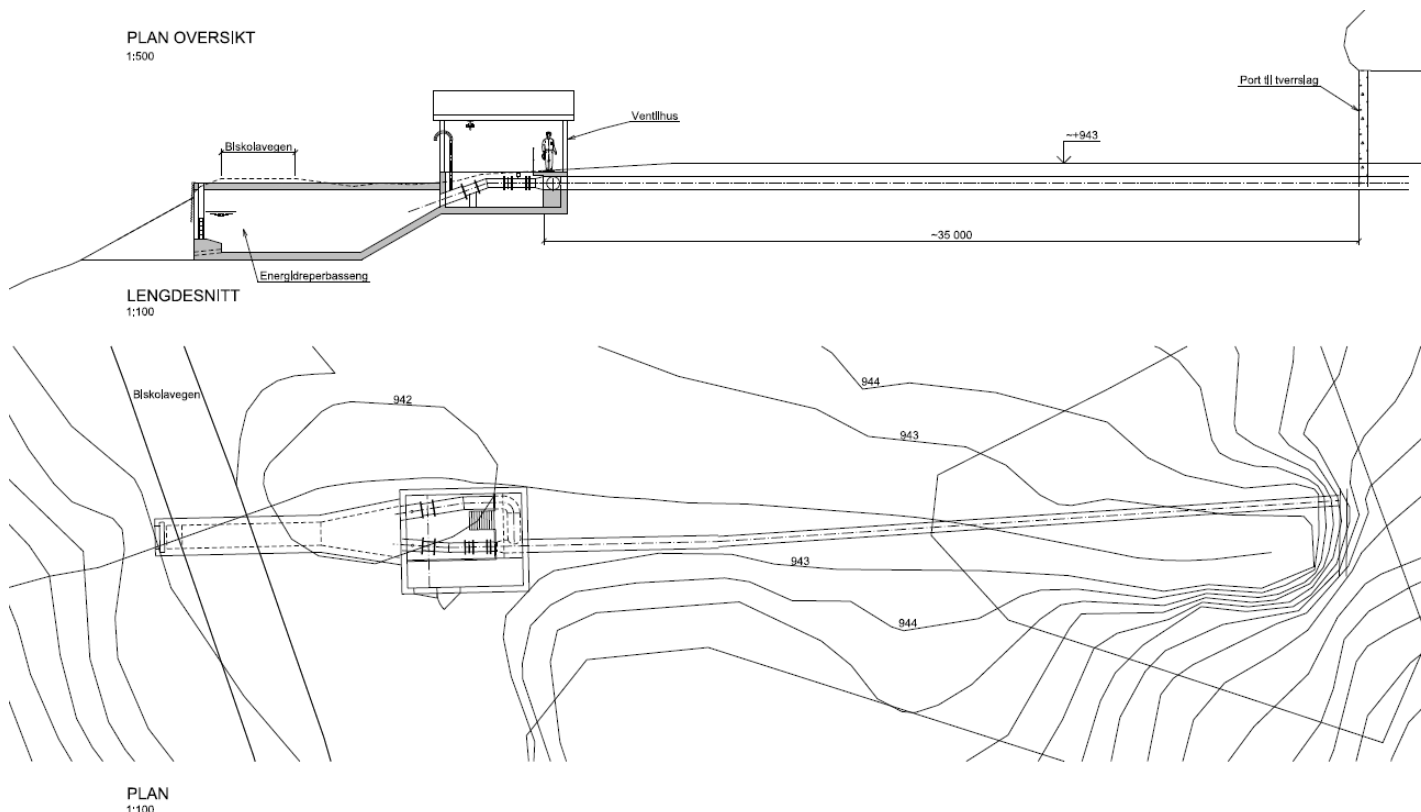
3.1 Løsningsbeskrivelse

Slipp av vann er tenkt løst gjennom å etablere trykkrør fra tverrslagsproppen, ut av tunellen og via et nytt målehus utenfor tverrslagsåpningen.

Måling av vannføring i røret er tenkt utført med en elektrisk mengdemåler av typen Promag W 400 DN 400 fra Endress+Hauser. Mengdemåleren kommuniserer med en nedsøms reguleringsventil, i dette tilfellet en DN 400 ringstempelventil fra Acmo påmontert en aktuator fra Auma. Ved vannstandsvariasjoner og trykkvariasjoner i tunnelsystemet vil mengdemåleren kommunisere med reguleringsventilen og regulere åpningen slik at pålagt minstevannføring til enhver tid er over angitt krav. Ventilen vil også tilrettelegges for fjernstyring.

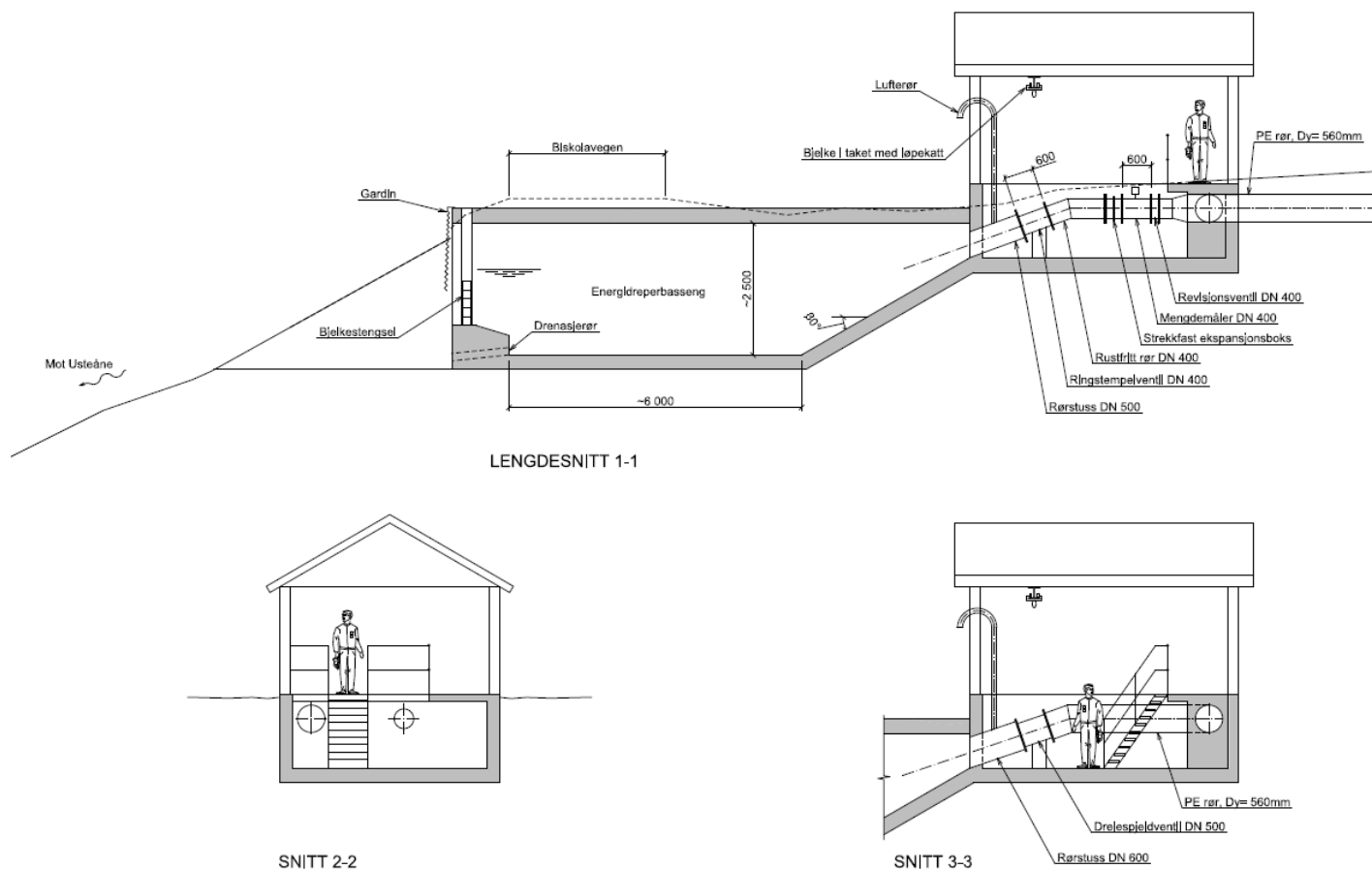
Dokumentasjon av kalibrering og kontroll av måleutstyret vil bli oversendt NVE etter idriftsettelse.

Måleverdiene fra mengdemåleren bli overført til intern server (HIDACS) for mottak av måleverdier og blir overført til HEV sin sentrale database for lagring og dokumentasjon av måleverdier og tidsserier.



Figur 2 - Prinsippskisse rør fra tverrslag til nytt målehus/ventilhus ved tverrslagsåpningen.

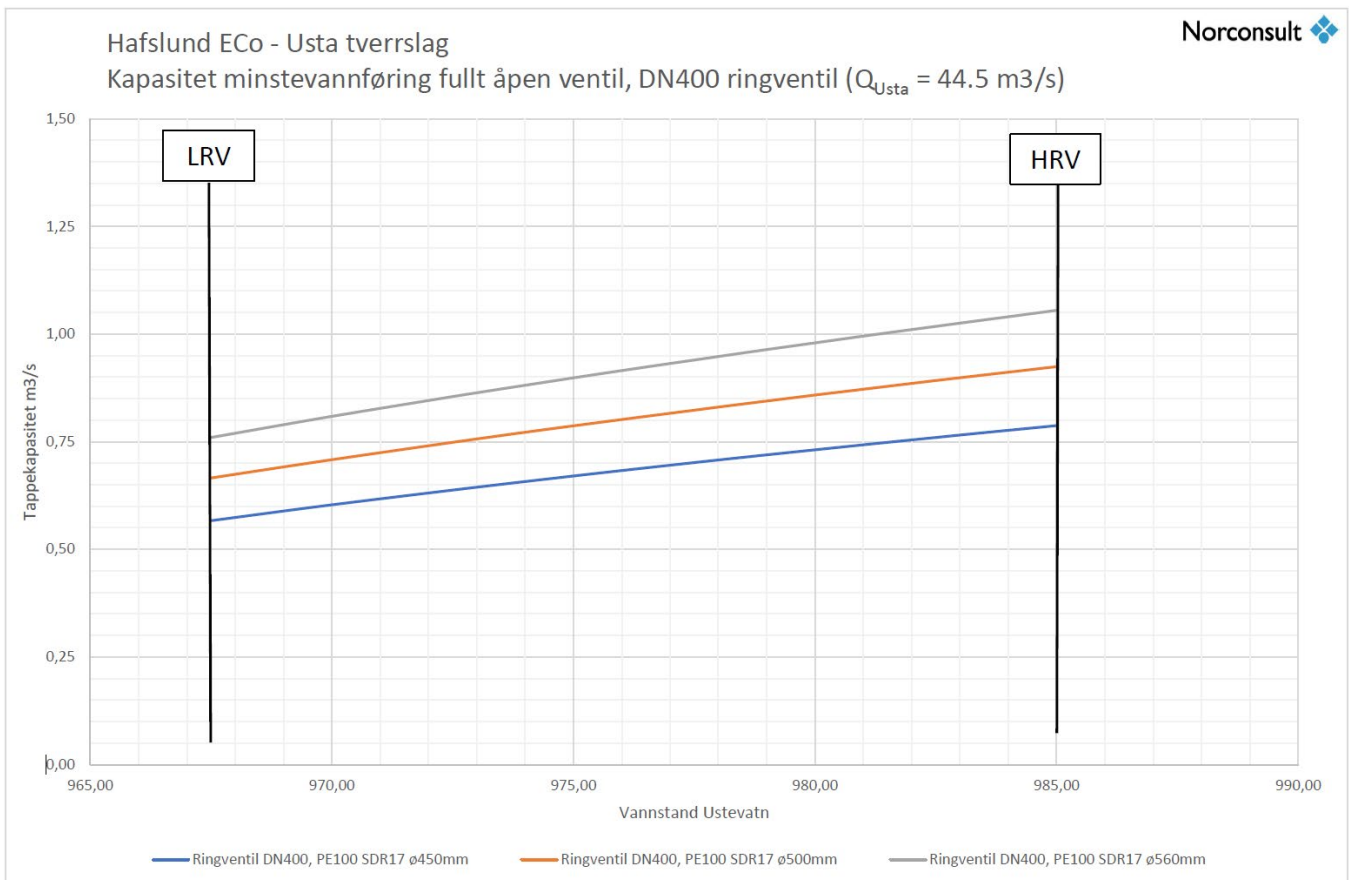
Tidligere var det kjent at elektromagnetiske målere hadde krav til rettstrekk før og etter måler for å kunne måle vannføring i rør. Teknologisk utvikling av flowmålere har gitt tilgang på elektromagnetiske flowmålere uten krav til rettstrekk oppstrøms og nedstrøms. Disse målerne gir en helt annen frihet med tanke på installasjon. Nøyaktigheten til måleren er også oppgitt til å ligge innenfor 1-1,5 % som for vannføringsmåling må sies å være god nok nøyaktighet.



Figur 3 - Detaljtegninger av målehus med energidreperbasseng

3.2 Kapasitet

Det er utført kapasitetsberegning av prosjektert røropplegg. (Vedlegg 1). Beregningene viser god kapasitet innenfor reguleringssonen til oppstrøms magasin ved en del utvalgte rørstørrelser med tilhørende reguleringsventil.



Figur 4 - Kapasitet til ulike ventiler og rørstørrelser

3.3 Instrumentering

Måledata fra mengdemåleren registreres av feltstasjon på stedet. Måleverdiene blir så overført til intern server (HIDACS) og deretter overført til HEV sin sentrale database for lagring og dokumentasjon av måleverdier og tidsserier.

Backup av databasen blir tatt hver dag. Måleverdiene kan oversendes NVE ved behov.

3.4 Skilt og informasjon

Opplysningsskilt for pålagt minstevannførings sammen med elektronisk skilting for visning av aktuell vannstand planlegges festet på målehuset ved tverrslaget.

3.5 Arealbruk ved tverrslaget

Inngrep i terrenget

Anlegget er tenkt etablert i et område hvor grunnen er avsatt som steintipp under utbyggingen av Uste kraftverk. Området har fortsatt preg som en steintipp selv om det meste av steinen er kjørt bort og brukt til samfunnsnyttige formål. Alt areal som blir berørt i etableringen av målehuset er tidligere anleggsområdet og tipp.

For å unngå sprengningsarbeider ved etablering av energidreperbassenget, er bassenget tenkt etablert under dagens veibane på adkomstveien «Biskolavegen» som krysser tippområdet forbi tverrslaget. En midlertidig omlegging av veien må gjøres under anleggsgjennomføringen og omkjøringen etableres lokalt på allerede tilgjengelig tippareal.

Målehuset får utforming som vedlagte tegninger viser. Bygget er planlagt som en rektangulær trebygning i med sort/brun utførelse med tretak. Størrelse blir om lag 30 m². Bygget plasseres ca midt i bilde 4 og 5 som er vist under.



Bilde 4 - Tverrslag 1 Usta, nåsituasjon



Bilde 5 - Tverrslagsåpning og vei

3.6 Eiendomsforhold

HEV er eier om lag 700 m² ved tverrslaget. Rør og målehus er tenkt etablert dels på grunn som eies av HEV og dels på grunn evig klausulert som steintipp. For å gjennomføre prosjektet vil HEV være nødt til å erverve noe grunn. HEV har vært i kontakt med grunneier på stedet for å få i stand avtale om grunnavståelse for prosjektet.

HEV vil også være nødt til å etablere kontakt med det lokale veistyret da energidreperbassenget er tenkt etablert som en kulvert under veien.

3.7 Vannslipp under vedlikehold i tunnelsystemet

Det vil ikke være mulig å foreta tapping av minstevannføring under bygningsmessige arbeider og etablering av minstevannføring ved tverrslaget. Tiltakene planlegges derfor utført i perioden etter at dam Ustevatn er over kote 982,49 og tapping av minstevannføring kan gjøres fra dammen.

Prosjektert minstevannføringslipp vil ikke fungere ved eventuelt krav eller behov får å tørlegge tilløpstunnelen til Uste kraftverk for å gjøre nødvendige inspeksjoner og utskiftninger av komponenter og luker i vannveien. Slike inspeksjoner gjøres vanligvis om våren etter 1. mars og etter påske da det uansett er fastsatt krav i konsesjonen om tapperestriksjoner fra Ustevatn og raskest mulig oppfylling av Ustevatn og Rødungen Syd. Da Manøvreringsreglementet krever innstilling av tapping av naturlig tilsig fra magasinet senest 1. mai, er mai måned en mye brukt revisjonsperiode.

HEV vil under revisjon og nedtappet tunnelsystem ikke ha mulighet til å tappe vann til vassdraget for å opprettholde minstevannføring i vassdraget.

4

Vedlegg

Vedlegg 1: Kapasitetsberegning tappeventil i lukeblad

Vedlegg 2: Oversikt målehus, rør og energidreperbasseng

Vedlegg 3: Prinsippskisse målehus og energidreperbasseng



Hafslund
Eco

Oppdragsgiver: **Hafslund E-CO Vannkraft AS**

Oppdragsnr.: **52205234** Dokumentnr.:

Til: Hafslund E-CO Vannkraft AS

Fra: Norconsult

Dato 2023-06-23

► Tverrslag Usta - Kapasitetsberegning minstevannføring

Norconsult har utført kapasitetsberegninger av planlagt minstevannføringsarrangement ved Tverrslag Usta.

Komplette beregninger og kapasitetskurver inngår i vedlegg til dette notatet.

Vedlegg

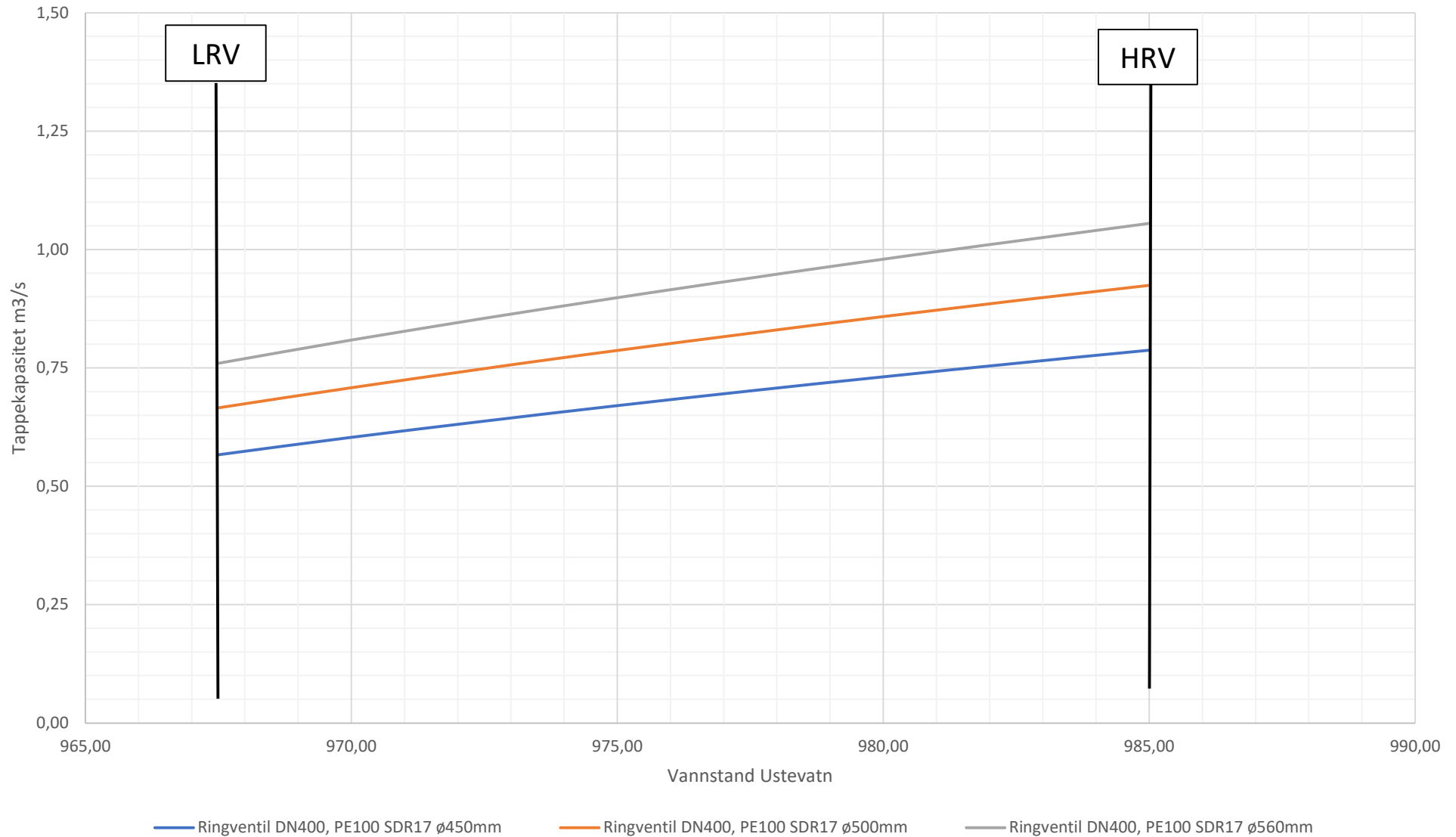
- Kapasitetskurve minstevannføring ved ulike dimensjoner PE-rør, fullast på kraftverk
- Beregning minstevannføring PE450, ringventil DN400, fullast på kraftverk
- Beregning minstevannføring PE500, ringventil DN400, fullast på kraftverk
- Beregning minstevannføring PE560, ringventil DN400, fullast på kraftverk
- Beregning tømning av lavbrekk i tunnel, PE560, ringventil DN400 + dreiespjeldventil DN500

J01	2023-06-23	For bruk	Erik Nilsen	Alexander Fossgard	Håkon Kjelstrup
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Hafslund ECo - Usta tverrslag

Kapasitet minstevannføring fullt åpen ventil, DN400 ringventil ($Q_{Usta} = 44.5 \text{ m}^3/\text{s}$)



Oppdragsgiver: Hafsland Eco Oppdr.nr.: 52205234
 Oppdrag: Tverrslag Usta Dato: 2023-06-23
 Sak: Kapasitetsberegning minstevannføring - tapping fra tverrslag Sign.: ENi
 2xventil DN400/DN500, PE100 SDR17 ø560mm Kontroll: AGFos

HRV (m): 985 m Vannets tetthet, ρ: 1000 kg/m3
 LRV (m): 967,5 m Tyngdens akselerasjon, g: 9,815 m/s2
 Kotesenter utløp (m): 942,5 m
 Krav til tapping (300 l/s minstevann + snøprod): 0,7 m3/s
 Vannføring Usta kraftverk (fra Ustevann): 44,5 m3/s

Komponenter:
 Tilløpstunnel inkl. inntak: Mengdemåler:
 Tapskoeffisient, k (Q) 0,003018 Diameter: 0,40 m
 Tapskoeffisient: 0,04
 Inntaksrør, stål (sett bort fra rist):
 Diameter: 0,40 m Tappeventil 1 (ringventil):
 Lengde: 8,0 m Diameter: 0,40 m
 Tapskoeffisient innløp: 0,50 Tapskoeffisient: 5,20
 Friksjonskoeffisient: 0,012
 Tapskoeffisient ekspansjon: 0,05 ø400/ø560 Tappeventil 2 (dreiespjeldsventil):
 Diameter: 0,50 m
 Revisjonsventil (dreiespjeld): Tapskoeffisient: 0,25
 Diameter: 0,40 m
 Tapskoeffisient: 0,25
 Minstevannføringsrør, PE: Tunneldata:
 Rørspesifikasjon PE100 SDR17 Areal 27 m2
 Utvendig rørdiameter (m) 0,560 m Bredde 4,40 m
 Rørtykkelse (m) 0,033 m Lengde oppstrøms 1170 m
 Produksjonstoleranse (m) 0,002 m Helning oppstrøms (0/00)
 Minste innvendig rørdiameter (m) 0,490 m Lengde nedstrøms 3400 m
 Lengde: 265 m Helning nedstrøms (0/00)
 Absolutt ruhet: 0,00010 m
 Minstevannføringsrør, gren 1: Minstevannføringsrør, gren 2:
 Tapskoeffisient bukse: 0,05 Tapskoeffisient bukse: 1,00
 Tapskoeffisient bend, 20°: 0,04 Tapskoeffisient bend, 90°: 0,20
 Tapskoeffisient utløp: 1,00 Tapskoeffisient bend, 20°: 0,04
 Tapskoeffisient utløp: 1,00

Beregninger
 Overvann (m) 946,80 946,50 946,00 945,50 945,00 944,50 944,00 943,50
 Vannstand tverrslagsport (m) 946,65 946,25 945,75 945,25 944,75 944,25 943,75
 Vannstand ventilhus (m) 942,98 942,83 942,76 942,69 942,62 942,53 942,46

Tilløpstunnel inkl. inntak:
 Falltap (m): 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00

Tappevannføring (m3/s) 0,502 0,484 0,452 0,417 0,380 0,340 0,293
 Antatt tappevannføring gren 1 (m3/s) 0,168 0,162 0,151 0,139 0,127 0,114 0,098
 Antatt tappevannføring gren 2 (m3/s) 0,334 0,322 0,301 0,278 0,253 0,226 0,195

Inntaksrør, stål (sett bort fra rist):
 Hastighet (m/s) 3,99 3,85 3,60 3,32 3,03 2,70 2,33
 Innløpstap (m) 0,41 0,38 0,33 0,28 0,23 0,19 0,14
 Friksjonstap (m) 0,19 0,18 0,16 0,13 0,11 0,09 0,07
 Tap ekspansjon (m) 0,04 0,04 0,03 0,03 0,02 0,02 0,01

Revisjonsventil (dreiespjeld):
 Hastighet (m/s) 3,99 3,85 3,60 3,32 3,03 2,70 2,33
 Ventiltap (m) 0,20 0,19 0,16 0,14 0,12 0,09 0,07

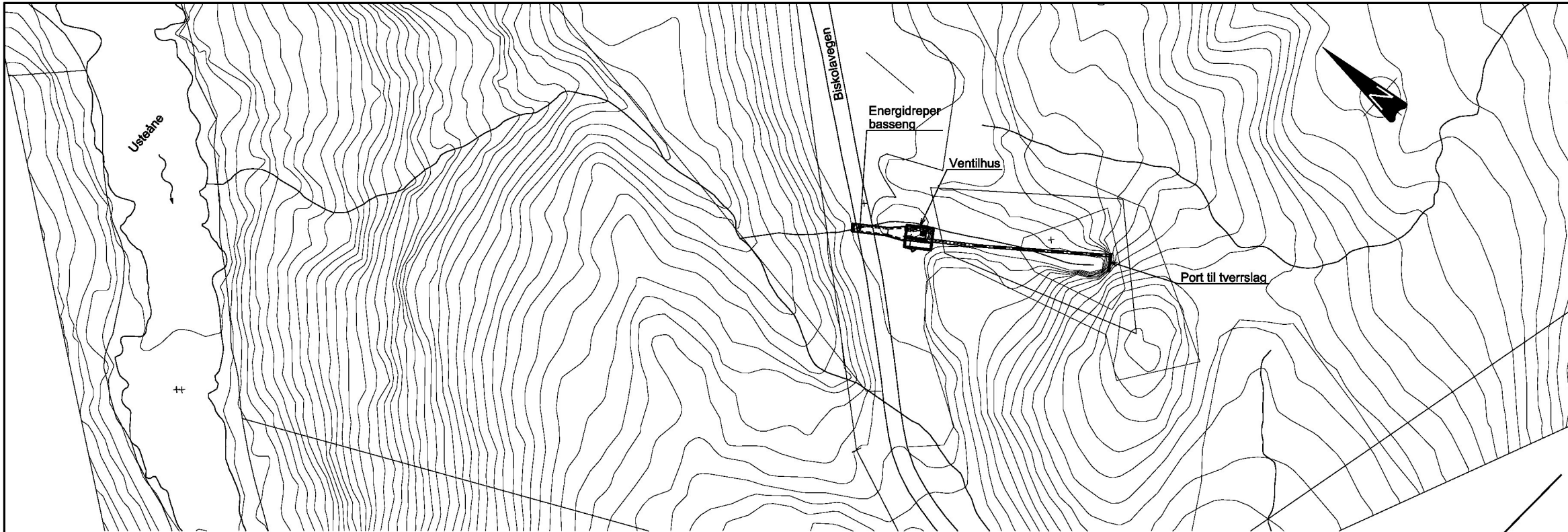
Minstevannføringsrør, PE:
 Hastighet (m/s) 2,66 2,57 2,40 2,22 2,02 1,81 1,56
 Reynolds tall, Re: 1,00E+06 9,68E+05 9,04E+05 8,35E+05 7,61E+05 6,80E+05 5,87E+05
 Friksjonskoeffisient: 0,015 0,015 0,015 0,015 0,015 0,015 0,015
 Friksjonstap (m): 2,87 2,67 2,34 2,01 1,67 1,35 1,01

Minstevannføringsrør, gren 1:
 Hastighet (m/s) 1,33 1,29 1,20 1,11 1,01 0,91 0,78
 Tap bukse (m) 0,02 0,02 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01
 Tap mengdemåler (m) 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
 Bendtap, 20° (m) 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
 Ventiltap (m) 0,47 0,44 0,38 0,33 0,27 0,22 0,16
 Utløpstap (m) 0,09 0,08 0,07 0,06 0,05 0,04 0,03
 Samlet tap, gren 1 (m) 0,59 0,55 0,48 0,41 0,34 0,27 0,20

Minstevannføringsrør, gren 2:
 Hastighet (m/s) 1,70 1,64 1,53 1,42 1,29 1,15 0,99
 Tap bukse (m) 0,36 0,34 0,29 0,25 0,21 0,17 0,12
 Bendtap, 90° (m) 0,03 0,03 0,02 0,02 0,02 0,01 0,01
 Tap mengdemåler (m) 0,01 0,01 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
 Bendtap, 20° (m) 0,01 0,01 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
 Ventiltap (m) 0,04 0,03 0,03 0,03 0,02 0,02 0,01
 Utløpstap (m) 0,15 0,14 0,12 0,10 0,08 0,07 0,05
 Samlet tap, gren 2 (m) 0,59 0,55 0,48 0,41 0,34 0,27 0,20

Forskjell grenørtap (m) 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
 Samlet tap (m): 4,30 4,00 3,50 3,00 2,50 2,00 1,50

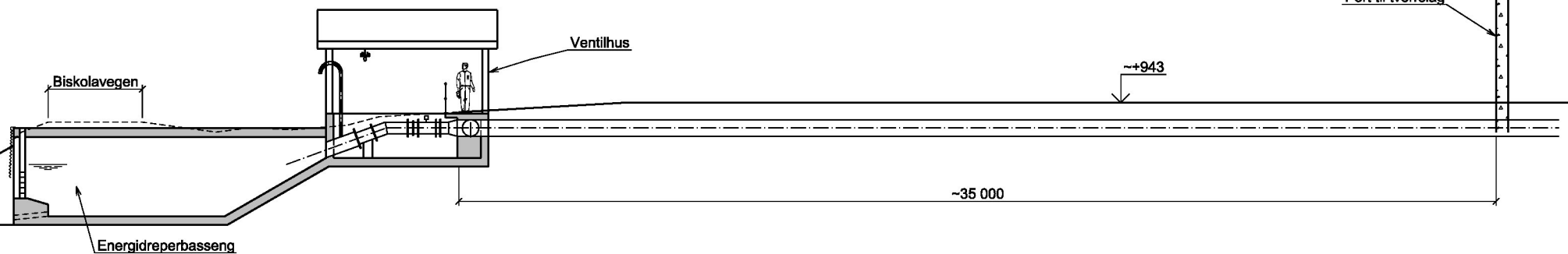
Volum tunnel oppstrøms (m3) 772,7 1287,9 1287,9 1287,9 1287,9 1287,9 1287,9 8500,1
 Volum tunnel nedstrøms (m3) 2245,6 3742,6 3742,6 3742,6 3742,6 3742,6 3742,6 24701,1
 Samlet volum (m3) 3018,3 5030,5 5030,5 5030,5 5030,5 5030,5 5030,5 33201,2
 Tømmetid (s) 6017,4 10396,2 11128,5 12049,2 13229,3 14799,6 17148,4 84768,5
 Tømmetid (timer) 23,55
 Tømmetid (døgn) 0,98



PLAN OVERSIKT
1:500

FORKLARINGER:

ANVISNINGER:



LENGDESNITT
1:100

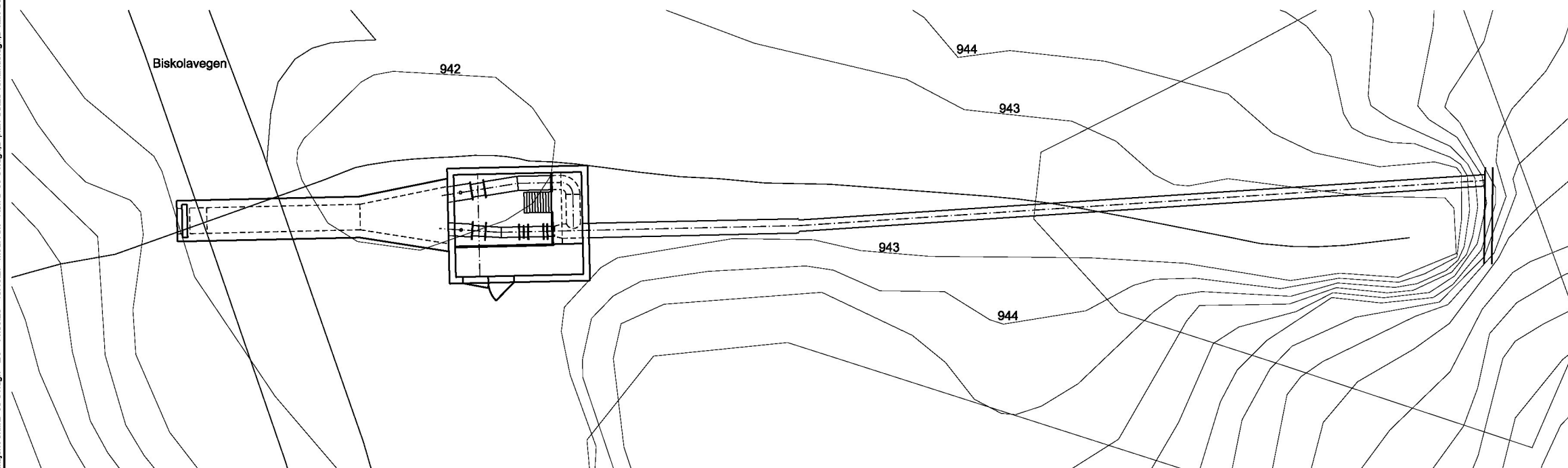
HENVISNINGER:

1. Ventilhus og energidreperbasseng

Tegningnummer	Revisjon
B-05-01	B02

Tegning B-05-02

Oppdrag: M:\BIM\Konstruksjon\KvifNB-05-01.dgn - Iba - 14.06.23 - 13:19:27 - Mod: Ark - Rev: B-05-01.dgn; B-plan- Utead-ventilhus.dgn; B-ventilhus.dgn; B-ent- Utead-ventilhus.dgn



PLAN
1:100



B02	2023-06-13	For info/kommentar hos oppdragsgiver	TBe	AGFos	AGFos
B01	2023-06-02	For info/kommentar hos oppdragsgiver	TBe	AGFos	AGFos
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utbekket	Fagkontroll	Godkjent

Detta dokument er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavstetten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvilkene beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet stiller.

Hafslund ECO Vannkraft AS Målestokk (gjelder A1)
SOM VIST

**MINSTEVANNSFØRING HALLINGDAL
TVERRSLAG USTA
VENTILHUS OG ENERGI-DREPERBASSENG
OVERSIKT**

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningnummer	Revisjon
	52205234	B-05-01	B02

FORKLARINGER:

ANVISNINGER:

HENVISNINGER:

1. Oversikt Tegning B-05-01

Tegningnummer	Revijon
B- 05-02	B02

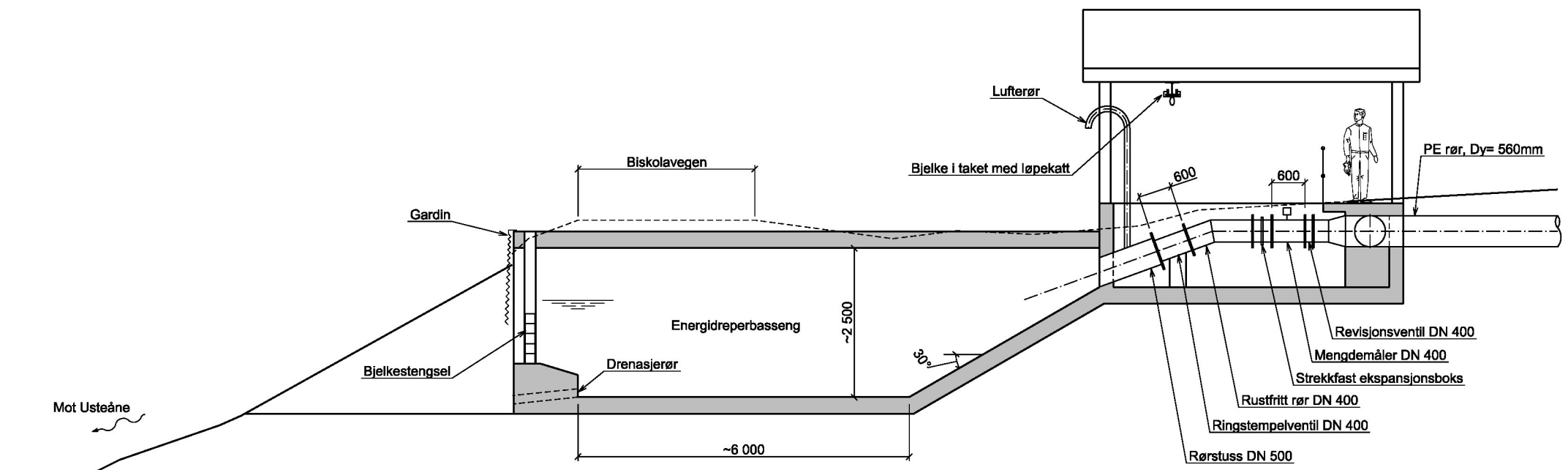
B02	2023-06-13	For info/kommentar hos oppdragsgiver	TBe	AGFos	AGFos
B01	2023-06-02	For info/kommentar hos oppdragsgiver	TBe	AGFos	AGFos
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Detta dokument er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavstatten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvilkene beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet stiller.

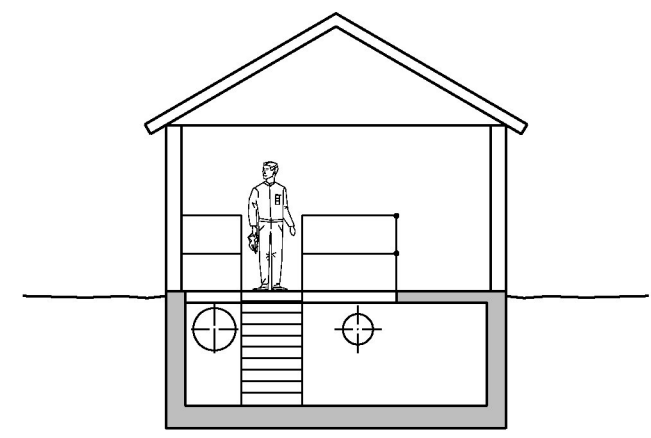
Hafslund ECO Vannkraft AS Målestokk (gjelder A1)
SOM VIST

**MINSTEVANNSFØRING HALLINGDAL
TVERRSLAG USTA
VENTILHUS OG ENERGIDREPERBASSENG
PLAN OG SNITT
ARRANGEMENT**

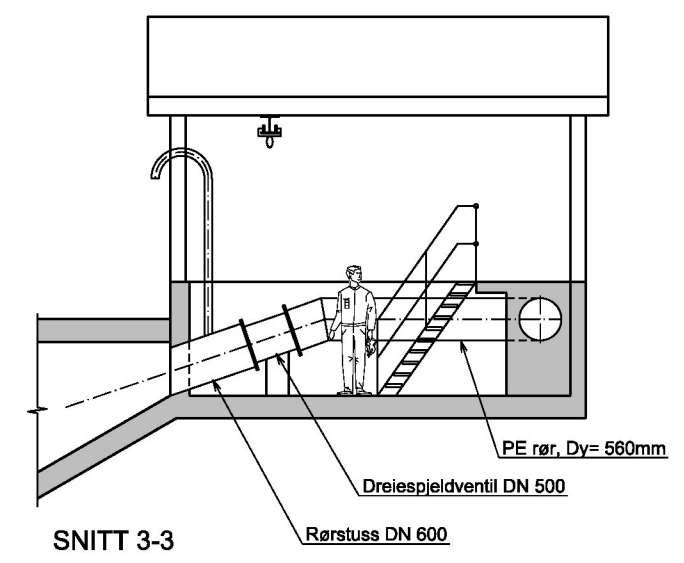
Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningnummer	Revijon
	52205234	B- 05-02	B02



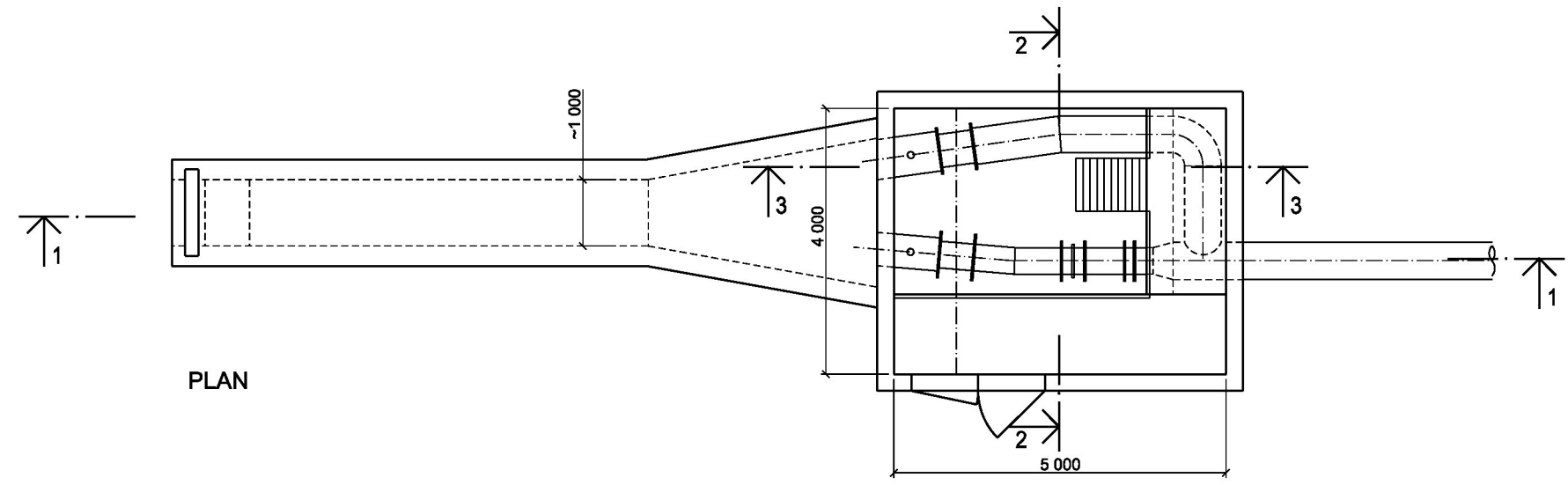
LENGDESNITT 1-1



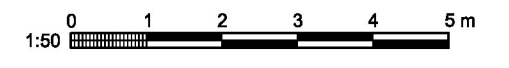
SNITT 2-2



SNITT 3-3



PLAN



Oppdrag: M:\BIM\Konstruksjon\KvifNB-05-02.dgn - 14.06.23 - 13:18:51 - Mod. Ark - Rør. B-05-02.dgn; B-plan-Ustad-ventilhus.dgn; B-snitt-Ustad-ventilhus.dgn