



Rukkedøla

Etablering av minstevannføring

Forfatter
Lars Oust

Dato
Rev 1: 08.12.2023

Vår.ref.
1449306

Sikkerhet
Åpen



Innhold

1	Sammendrag	3
2	Inntak Rukkedøla	4
2.1	Beskrivelse av anlegget	4
2.2	Tverrslag Rukkedalen	6
2.3	Vurdering av endret slippsted	7
2.4	Søknad om endret slippsted	11
3	Detaljplaner	12
3.1	Løsningsbeskrivelse	12
3.2	Instrumentering	12
3.3	Kapasitet	13
3.4	Skilt og informasjon	13
3.5	Andre forhold ved prosjektet	13
4	Vedlegg	15

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 inntaket i Rukkedøla til Nes kraftverk. Det stilles krav om slipp av 200 l/s i perioden 1. juni til 1. oktober. Resten av året skal det slippes minimum 25 l/s.

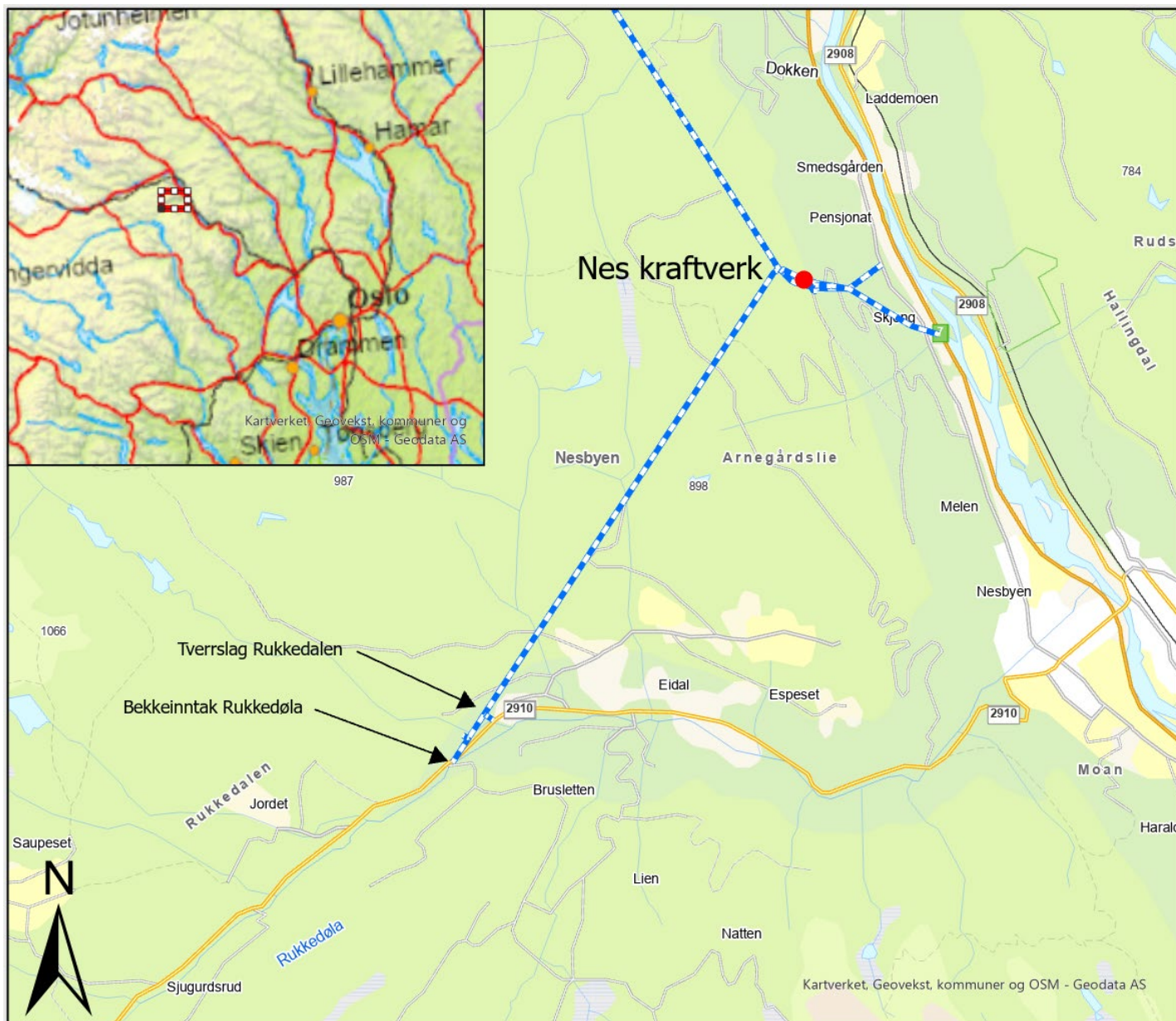
Inntaket til Rukkedøla har ikke anleggsdeler for slipp, måling og dokumentering av minstevannføring i dag.

HEV søker om å etablere arrangement for slipp av minstevannføring via rørføring fra tverrslagsport i Rukkedalen 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. Til tilknytning til målehuset bygges det et energidreperbasseng for vannet som slippes fra røret, før vannet slippes videre til vassdraget.

2 Inntak Rukkedøla

2.1 Beskrivelse av anlegget

Bekkeinntak Rukkedøla er inntaksdam tilknyttet Nes kraftverk og ligger ca 7 km fra Nesbyen sentrum.



Figur 1 - Oversiktskart over området

Bekkeinntak Rukkedøla er et tradisjonelt bekkeinntak med overløpsterskel med overgang til sjakt og tilløpstunnel mot Nes Kraftverk. Dammen består av en 7 meter høy inntaksdam med luke og fastoverløp. Dammen er plassert i konsekvensklasse 1.

Dammen har ikke arrangement for slipp og måling av minstevannføring i dag. Damanlegget har to luker, en fløtningsluke og en buntappeluke. Fløtningsluke vil bli fjernet ved en fremtidig ombygging av damanlegget, mens buntappeluka vil beholdes slik den er i dag. Buntappeluka egner seg ikke for tapping av minstevannføring da det mangler verifisert måling av lukeåpning og vannføring.

Buntappeluka siden januar 2023 blitt benyttet til midlertidig tapping av pålagt minstevannføring ved at den står med en fast åpning på noen cm ihht til krav til vannslipp i perioden.

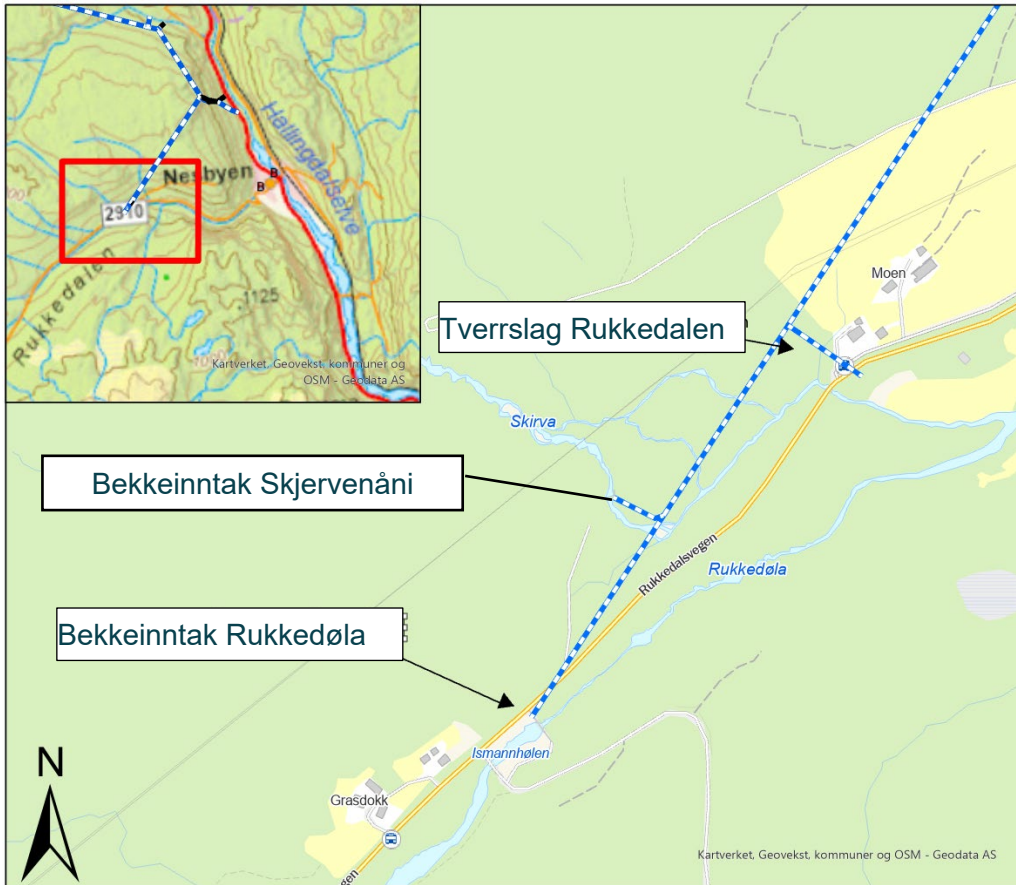
Gjennomført revurdering av damanlegget, sendt til NVE juli 2023, konkluderer med at anlegget har en rekke avvik etter damsikkerhetsforskriften. For å rette på avvikene vil det være nødvendig med en omfattende ombygging av damanlegget.



Bilde 1 – Bekkeinntak Rukkedøla

2.2 Tverrslag Rukkedalen

I tilknytning til tilløpstunellen til Nes kraftverk ligger tverrslag Rukkedalen ca 600 meter fra bekkeinntak Rukkedøla. Inne i tverrslaget ligger det en tverrslagspropp med en tilhørende DN 300 tappeventil. Tappeventilen brukes vanligvis til tapping av vannveien ved behov for inspeksjoner og vedlikeholdsarbeid inne i tunnelsystemet.



Figur 2 - Tverrslag Rukkedalen i forhold til Bekkeinntak Rukkedøla



Bilde 2 - Påhugg tverrslag Rukkedalen

2.3 Vurdering av endret slippsted

Retting av avvik etter damsikkerhetsforskriften ved inntaksdam Rukkedøla vil kreve utarbeidelse av tekniske planer og en større ombygging av damanlegget. Det vil være naturlig å ta med prosjektering av et anlegg for minstevannføringslipp inn i de fremtidige tekniske planene for damanlegget. HEV har våren 2023 rapportert til damsikkerhetsavdelingen i NVE en skissert ombygging rundt 2029. Damanlegget inngår i HEVs portefølje over større dam-ombygginger i tiden framover og prioriteringen i tid er basert på avvikenes alvorlighetsgrad og damanleggets konsekvensklasse.

For å unngå forsering av prosjekt inntaksdam Rukkedøla på bekostning av andre damanlegg med høyere konsekvensklasse og omrokking i innrapporterte framdriftsplaner hos NVE, ble det internt besluttet å utrede tverrslag Rukkedalen som et mulig alternativt slippsted for minstevannføring.

2.3.1 Rukkedøla fra dam til tverrslag

Ved å endre slippsted til tverrslag Rukkedalen vil vannet bli sluppet ut i elva Skirva (også regulert) og bidra til økt vannføring her over en strekning på 200 meter før vannet når Rukkedøla. Skirva kommer inn i Rukkedøla 700 meter nedenfor dam Rukkedøla. Rukkedøla nedenfor inntaksdammen går først i ett trangt elvegjel i 300 meter før elveløpet åpner seg mer opp.



Bilde 3 - Rukkedøla nedstrøms inntaksdammen

I de neste 400 meter består elva for det meste av svært grov blokk og er preget av stor massetransport og høy permeabilitet. Vannet renner inne blant blokkstein og fordeler seg over et bredt elveløp og det finnes kun sporadisk mindre vannspeil inne blant blokksteinen.

Det er lite trolig at 200 l/s i dette området vil å stor innvirkning på vannmiljøet i elva da vannet trolig fortsatt vil renne inne blant grovblokken og nede i elvegrusen.



Bilde 4 - Rukkedøla oppstrøms tverrslag Rukkedalen

Videre nedenfor tverrslag Rukkedalen og utløpet av Skirva endre elva karakter, blokkstørrelsen blir mindre og vannspeilet blir mer synlig i en etablert djupål. Her vil minstevannføringen i større grad bidra positivt til vannmiljøet i elva og vannet vil gi et betydelig estetisk bidrag.

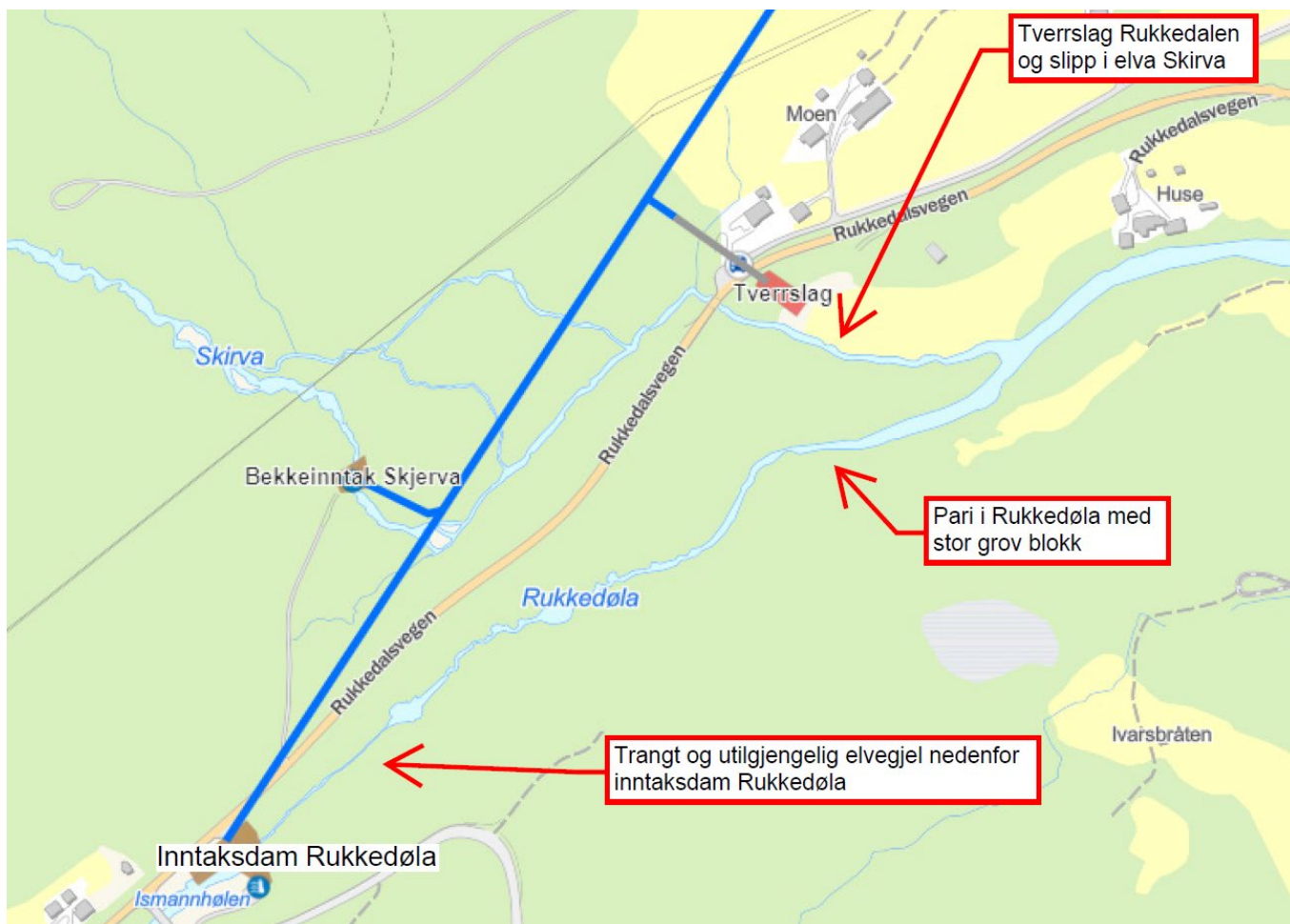
Fordeler med tverrslag som slippsted

- Minstevannføringslipp fra Tverrsalg Rukkedalen kan etableres relativt raskt etter godkjenning fra NVE i motsetning til å vente flere år på en større ombygging av damanlegget.
- Rørføring for vannet ut fra tverrslag Rukkedalen vil lette de driftmessige forholdene under tapping av tunnelsystemet under revisjon av vannveien.
- I tørrår vil et slipp fra tverrslaget gjøres uavhengig av tilsiget i Rukkedøla. Dvs om tilsiget til inntaksdammen faller under 200 l/s vil fortsatt tunnelsystemet ha kapasitet til å tappe pålagt minstevann selv om tilsiget i Rukkedøla skulle falle under dette nivået.

Ulemper med tverrslag som slippsted

- Tverrslaget ligger i luftlinje ca 700 meter nedsøms damanlegget. Med tverrslag Rukkedalen som løsning vil om lag 700 meter elvestrekning i Rukkedøla mellom damanlegget og tverrslaget fortsatt være tørrlagt om det etableres slipp fra tverrslaget.

Oppsummert så mener HEV derfor at det er gode grunner til å søke om godkjenning for å kunne foreta minstevannføring fra tverrslag Rukkedalen og ikke fra inntaksdam Rukkedøla.



Figur 3 - Detaljoversikt over omtalte strekninger

2.3.2 Midlertidig slipp av minstevannføring og måling

Midlertidig vannslipp fra inntaksdam Rukkedøla løses i dag gjennom bunntappeluka i dammen. Sommerslipp på 200 l/s tilsvarer en lukeåpning på 2 cm. Vinterslipp på 25 l/s tilsvarer en lukeåpning på 0,5 cm. For å oppnå riktig vannmengde måles lukeåpning fra når lukepakning slipper terskel under åpning. Siden de små lukeåpningene raskt kan føre tilstopping over tid, kjøres luka innimellom ved tilsyn om sommeren for å evt spyle vekk urenheter som fører tilstopping. Om vinteren er faren for pakningsrivning og fastising av luke så stor at luke uansett ikke manøvreres for å unngå lukehavari.

Dagens bunntappeluke egner seg åpenbart ikke til permanent slipp av minstevannføring fra damanlegget. De rådende forholdene nedstrøms damanlegget er funnet uegnet for vannføringsmålinger. Trangt og uoversiktlig elvejuv gir vanskelige måleforhold og adkomstmuligheter. Massetransport i Rukkedøla viser historisk store endringer over tid som konstant vil endre et måleprofil. Det er kort sagt ikke funnet mulig å etablere en målestasjon nedstrøms inntaket som vil tilfredsstillende NVEs kvalitetsmessige krav til slike målinger.

2.4 Søknad om endret slippsted

HEV ser at det vil være vanskelig og lite formålstjenlig å bygge om inntaksdam Rukkedøla til å kunne slippe minstevannføring med de fremtidige påleggene som foreligger for ombygging av inntaksdammen. Det mest hensiktsmessige vil være å planlegge ombygging av dammen sammen med en etablering av minstevannføringsslipp i en helhetlig plan.

Da det heller ikke er mulig å etablere en midlertidig måling av vannføring nedstrøms dagens damanlegg ved tapping gjennom dagens bunntappeluka som vil tilfredsstillende NVEs kvalitetsmessige krav til slike målinger ser ikke HEV andre muligheter enn å se på alternativer.

Slik HEV ser det er finnes det to reelle alternativer for å løse framtidig utforming av minstevannføring ved inntaksdam Rukkedøla:

- 1. Fortsette med midlertidig slipping av vann fra inntaksdam Rukkedøla uten dokumentert måling fram til damanlegget skal bygges om rundt 2029. Det er opprettet en intern rutine for oppfølging av minstevannføringsslippet fra driftsorganisasjonen i HEV fram til dokumentert slipp er på plass.**
- 2. Etablere minstevannføringssslipp til Rukkedøla fra Tverrslag Rukkedalen. HEV ønsker å søke NVE om godkjenning av tverrslag Rukkedøla som slippsted for minstevannføring til Rukkedøla. Vårt forslag er at tverrslaget nyttes som slippsted fram til dammen er ferdig ombygd.**
Den eventuelle godkjenningen kan vurderes på nytt i forbindelse med utarbeidelse av tekniske planer for ombygging av inntaksdam Rukkedøla og tilhørende detaljplan for miljø og landskap. I de etterfølgende kapitlene dokumenteres hvordan anlegget er tenkt bygd og utformet.

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. (Tegninger vedlegg 2 og 3) Målehuset etableres med nødvendig instrumentering og måling av vannslipp før vannet slippes ut i Skirva.

Rørføring i målehuset støpes inn i sammen med husets grunnmur og skjules under bakkenivå. Skissert energidreperbasseng etableres også som en konstruksjon som skal skjules under bakken. Over energidreperbassenget påføres matjord.

Selve målehuset etableres i reisverk av tre, kledd med kledning mørkbeiset eller royaimpregnert og tretak. Bygget blir rektangulært og med en grunnflate på om lag 20 m². Se vedlagte tegninger for plassering og tenkt utforming.

3.2 Instrumentering

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 nedstrøms 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.

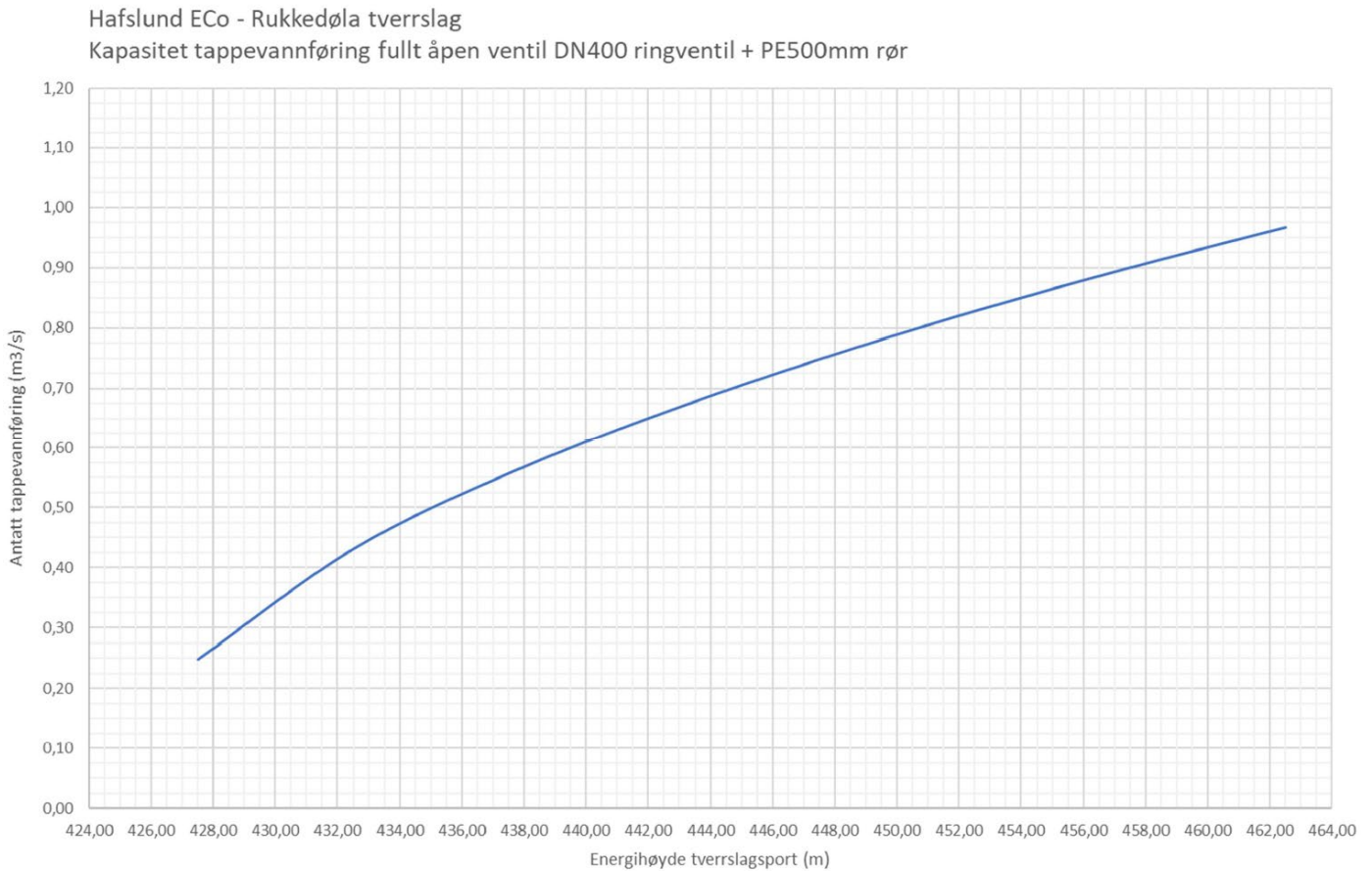
Måleverdiene fra mengdemåleren bli overført til intern server (HIDACS) for mottak av måleverdier og blir overført til HEV sin sentrale database for lagring og dokumentasjon av måleverdier og tidsserier.

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

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.

3.3 Kapasitet

Det er utført kapasitetsberegning ved tapping fra tverrslaget (Vedlegg 1). Beregningene viser god kapasitet ved tapping gjennom rør og ventiler.



Figur 4 – Kapasitet med tapping tverrslag Rukkedøla

3.4 Skilt og informasjon

Opplysningsskilt for pålagt minstevannføring sammen med elektronisk skilting for visning av aktuelt vannslipp festes på veggen til nyetablert målehus ved tverrslaget.

3.5 Andre forhold ved prosjektet

3.5.1 Framdrift

Detaljerte planer for fremdrift utarbeides når endelig godkjenning fra NVE foreligger.

3.5.2 Eiendomsforhold

HEV er grunneier ved tverrslaget.

3.5.3 Vannslipp under etableringsfasen

Midlertidig tapping av minstevannføring vil skje gjennom bunntappeluke på dam Rukkedøla fram til nytt anlegg for minstevannføringslipp er på plass.

3.5.4 Vannslipp ved nedtappet vannvei/tunellsystem

Ved nedtappet vannvei vil alt tilgjengelig tilsig slippes forbi inntaksdam Rukkedøla.

4 Vedlegg

Vedlegg 1: Kapasitetsberegning minstevannføring fra tverrslag Rukkedalen

Vedlegg 2: Prinsippskisser oversikt

Vedlegg 3: Prinsippskisse detaljert



Hafslund
Eco

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

Oppdragsnr.: **52205234** Dokumentnr.:

Til: Hafslund E-CO Vannkraft AS

Fra: Norconsult

Dato 2023-08-31

► Tverrslag Rukkedøla - Kapasitetsberegning minstevannføring

Norconsult har utført kapasitetsberegninger av planlagt minstevannføringsarrangement ved Tverrslag Rukkedøla. Følgende beregninger er gjort:

- Kapasitet for nytt minstevannføringsarrangement med bruk av tappeventil (ringventil DN400).
- Kapasitet for nytt minstevannføringsarrangement med bruk av tappeventil (ringventil DN400) og bypassventil (dreiespjeldventil DN450).
- Kapasitet for eksisterende arrangement med dreiespjeldventil på tapperør inne ved tverrslagsport ved tømning av restvolum i tverrslagstunnel.

Beregningene er gjort som funksjon av vannstand / energihøyde ved tverrslagsport. Faktisk energihøyde bestemmes av vannføring til kraftverket, vannstand i magasinet samt tilsig i bekkeinntakene.

Beregningene viser at nytt arrangement har tilstrekkelig tappekapasitet jmf. krav om minstevannslipp (200 l/s).

Nytt arrangement er estimert å bruke ca. 26 timer på å tømme restvolumet i tverrslagstunnelen frem til høybrekket.

Komplette beregninger med kapasitetskurve inngår i vedlegg til dette notatet.

Vedlegg

- Kapasitetsberegning minstevannføring, tapping fra tverrslag. Eksisterende layout, tømning av tverrslagstunnel fremt il høybrekk
- Kapasitetsberegning minstevannføring, tapping fra tverrslag. Ringventil DN400, PE100 SDR17 ø500mm.
- Kapasitetsberegning minstevannføring, tapping fra tverrslag. 2x ventil DN400+DN450, PE100 SDR17 ø500mm.

J01	2023-08-31	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.

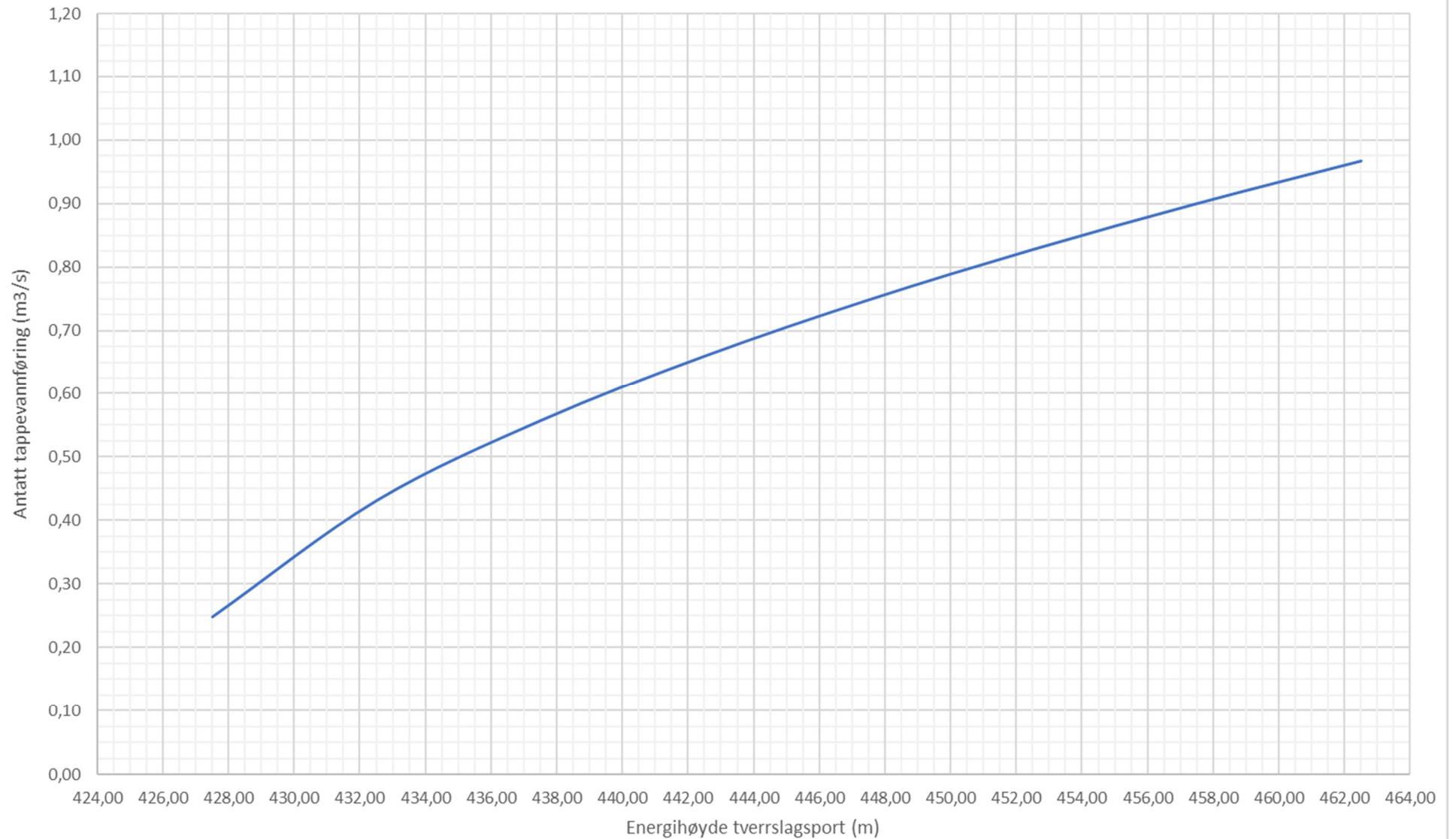
Notat

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

Oppdragsnr.: **52205234** Dokumentnr.:

Hafslund ECo - Rukkedøla tverrslag

Kapasitet tappevannføring fullt åpen ventil DN400 ringventil + PE500mm rør



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

Oppdragsnr.: **52205234** Dokumentnr.:

Oppdragsgiver:	Hafslund Eco	Oppdr.nr.:	52205234
Oppdrag:	Tverrslag Rukkedøla	Dato:	2023-08-30
Sak:	Kapasitetsberegning minstevannføring - tapping fra tverrslag Ringventill DN400, PE100 SDR17 ø500mm	Sign.:	E. Nilssen
		Kontroll:	A. Fossgard
HRV (m):	445,2 m	Vannets tetthet, ρ :	1000 kg/m ³
LRV (m):	444 m	Tyngdens akselerasjon, g:	9,815 m/s ²
Kotesenter utløp (m):	425 m		
Krav til tapping	0,2 m ³ /s		
Vannføring Neskrafverk (fra Strandafjorden)	0 m ³ /s		
Komponenter:			
Tilleggstunnel inkl. inntak:	0,00365	Mengdemåler:	0,40 m
Tapskoeffisient, k (Q)		Tapskoeffisient:	0,04
Inntaksrør, stål (sett bort fra rist):		Revisjonsventill ny (dreiespjeld):	
Diameter:	0,30 m	Diameter:	0,40 m
Lengde:	7,0 m	Tapskoeffisient:	0,25
Tapskoeffisient innløp:	0,50		
Friksjonskoeffisient:	0,012	Tappeventill (ringventill):	
		Diameter:	0,40 m
Revisjonsventill gammel (dreiespjeld):		Tapskoeffisient:	5,20
Diameter:	0,30 m		
Tapskoeffisient:	0,25		
Minstevannføringsrør, PE:			
Rørspesifikasjon	PE100 SDR17		
Utvendig rørdiameter (m)	0,500 m		
Rørykkelse (m)	0,030 m		
Produksjonstoleranse (m)	0,002 m		
Minste innvendig rørdiameter (m)	0,437 m		
Lengde:	120 m		
Tapskoeffisient bend, 45°:	0,10		
Tapskoeffisient bukse:	0,05		
Tapskoeffisient bend, 20°:	0,04		
Tapskoeffisient ekspansjon:	0,05 ø300/ø500		
Tapskoeffisient utløp:	1,00		
Absolutt ruhet:	0,00010 m		
Beregninger			
Overvann (m)	444,00	444,00	444,00
Energiutløp tverrslagsport (m)	462,50	457,50	452,50
Tilleggstunnel inkl. inntak:			
Falltap (m):	0,00	0,00	0,00
Antatt tappevannføring (m ³ /s)	0,967	0,900	0,828
Inntaksrør, stål (sett bort fra rist):			
Hastighet (m/s)	13,68	12,73	11,71
Innløpstop (m)	4,77	4,13	3,49
Friksjonstop (m)	2,67	2,31	1,96
Revisjonsventill gammel (dreiespjeld):			
Hastighet (m/s)	13,68	12,73	11,71
Ventiltap (m)	2,38	2,06	1,75
Minstevannføringsrør, PE:			
Hastighet (m/s)	6,46	6,01	5,53
Bendtap, 45° (m)	0,21	0,18	0,16
Tap bukse (m)	0,11	0,09	0,08
Bendtap, 20° (m)	0,09	0,07	0,06
Tap ekspansjon (m)	0,11	0,09	0,08
Utløpstop (m)	2,13	1,84	1,56
Reynolds tall, Re:	2,17E+06	2,02E+06	1,86E+06
Friksjonskoeffisient:	0,015	0,015	0,015
Friksjonstop (m):	8,48	7,36	6,24
Mengdemåler:			
Hastighet (m/s)	7,70	7,16	6,59
Strømningstop (m)	0,12	0,10	0,09
Revisjonsventill ny (dreiespjeld):			
Hastighet (m/s)	7,70	7,16	6,59
Ventiltap (m)	0,75	0,65	0,55
Tappeventill (ringventill):			
Hastighet (m/s)	7,70	7,16	6,59
Ventiltap (m)	15,69	13,59	11,49
Samlet tap (m):	37,50	32,50	27,50
Beregn. kote minstevannf. rør (m):	425,00	425,00	425,00
Forskjell kote minstevannf. rør (m)	0,00	0,00	0,00
Minstevannføring_01.06-30.09	0,20	0,20	0,20
Minstevannføring_resten av året	0,00	0,00	0,00
Volum tunnel oppstrøms (m ³)	355,9	355,9	355,9
Volum tunnel nedstrøms (m ³)	1271,0	1271,0	1271,0
Samlet volum (m ³)	1626,9	1626,9	1626,9
Tømmetid (s)	6732,7	7122,7	7587,1
Tømmetid (timer)			
Tømmetid (døgn)			

Oppdragsgiver: Hafslund E-CO Vannkraft AS

Oppdragsnr.: 52205234 Dokumentnr.:

Oppdragsgiver:		Hafslund Eco				Oppdr.nr.:		52205234																																																																																																																														
Oppdrag:		Tverrslag Usta				Dato:		2023-08-30																																																																																																																														
Sak:		Kapasitetsberegning minstevannføring - tapping fra tverrslag				Sign.:		E. Nilsen																																																																																																																														
2ventil DN400, PE100 SDR17 ø500mm		Kapasitetsberegning minstevannføring - tapping fra tverrslag				Kontroll:		A. Fossgård																																																																																																																														
HRV (m):															445,2 m															Vannets tetthet, ρ:															1000 kg/m3																																																																																									
LRV (m):															444 m															Tyngdens akselerasjon, g:															9,815 m/s ²																																																																																									
Kotesenter utløp (m):															425 m																																																																																																																							
Krav til tapping:															0,2 m ³ /s																																																																																																																							
Vannføring Nes kraftverk (fra Strandfjorden)															0 m ³ /s																																																																																																																							
Komponenter:																																																																																																																																						
Tilløpstunnel inkl. inntak:																														Mengdemåler:															Tunneldata:																																																																																									
Tapskoeffisient, k (Q)															0,00165															Diameter:															Areal (m ²)																																																																																									
Inntaksrør, stål (sett bort fra rist):																														0,40 m															9																																																																																									
Diameter:															0,30 m															Revisjonsventil, ny (dreiesjeld):															Bredde (m)																																																																																									
Lengde:															7,0 m															Diameter:															2,54																																																																																									
Tapskoeffisient innløp:															0,50															0,40 m															Lengde oppstrøms (m)																																																																																									
Frikjunksjonskoeffisient:															0,012															0,25															560																																																																																									
Tapskoeffisient eks pansjon:															0,05 ø300/ø500															Tappeventil 1 (ringventil):															Helling oppstrøms (Q/00)																																																																																									
Revisjonsventil, gammel (dreiesjeld):																														Diameter:															4000																																																																																									
Diameter:															0,30 m															Tappeventil 2 (dreiesjeldsventil):															Lengde nedstrøms (m)																																																																																									
Tapskoeffisient:															0,25															Diameter:															Helling nedstrøms (Q/00)																																																																																									
Minstevannføringsrør, PE:																														Tappeventil 2 (dreiesjeldsventil):															0,45 m																																																																																									
Rørspesifikasjon:															PE100 SDR17															Tapskoeffisient:															0,25																																																																																									
Utvendig rørdiameter (m)															0,500 m																																																																																																																							
Rørbukse (m)															0,030 m																																																																																																																							
Produksjonstoleranse (m)															0,002 m																																																																																																																							
Minste innvendig rørdiameter (m)															0,437 m																																																																																																																							
Lengde:															120 m																																																																																																																							
Absolutt rørløst:															0,00202 m																																																																																																																							
Tapskoeffisient bend, 45°:															0,10																																																																																																																							
Minstevannføringsrør, gren 1:																														Minstevannføringsrør, gren 2:																																																																																																								
Tapskoeffisient buke:															0,05															Tapskoeffisient buke:															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)															445,20															444,24															444,24															445,20															444,24															444,24																																												
Energhyde tverrslagspunkt (m)															425,20															425,20															425,20															425,20															425,20															425,20																																												
Energhyde ventilhus (m)															425,20															425,20															425,20															425,20															425,20															425,20																																												
Tilløpstunnel inkl. inntak:																																																																																																																																						
Falltap (m):															0,00															0,00															0,00															0,00															0,00																																																											
Tappedvannføring (m ³ /s)															0,925															0,893															0,859															0,824															0,787															0,749															0,708															0,666														
Antatt tappedvannføring gren 1 (m ³ /s)															0,440															0,434															0,428															0,422															0,416															0,410															0,404																													
Antatt tappedvannføring gren 2 (m ³ /s)															0,485															0,459															0,433															0,407															0,381															0,355															0,329																													
Inntaksrør, stål (sett bort fra rist):																																																																																																																																						
Hastighet (m/s)															33,50															33,40															33,30															33,20															33,10															33,00															32,90																													
Inningsstap (m)															4,26															4,06															3,86															3,66															3,46															3,26															3,06																													
Frikjunksjon (m)															2,44															2,22															2,01															1,81															1,60															1,43															1,26																													
Ekspanjonstap (m)															0,44															0,41															0,38															0,35															0,32															0,29															0,26																													
Revisjonsventil, gammel (dreiesjeld):																																																																																																																																						
Hastighet (m/s)															33,00															32,63															32,26															31,89															31,52															31,15															30,78																													
Ventiltap (m)															2,18															2,03															1,88															1,73															1,58															1,43															1,28																													
Minstevannføringsrør, PE:																																																																																																																																						
Hastighet (m/s)															6,18															5,96															5,74															5,50															5,26															5,00															4,73																													
Reynoldstall, Re:															2,08E+06															2,00E+06															1,93E+06															1,85E+06															1,77E+06															1,68E+06															1,59E+06																													
Frikjunksjonskoeffisient:															0,015															0,015															0,015															0,015															0,015															0,016															0,016																													
Frikjunksjon (m):															2,22															2,24															2,26															2,28															2,30															2,32															2,34																													
Bendtap, 45° (m)															0,18															0,18															0,17															0,17															0,16															0,16															0,15																													
Minstevannføringsrør, gren 1:																																																																																																																																						
Hastighet (m/s)															3,50															3,28															3,05															2,83															2,60															2,37																																												
Tap buke (m)															0,10															0,09															0,08															0,08															0,07															0,06																																												
Ventiltap revisjonsventil, ny (m)															0,16															0,15															0,14															0,13															0,12															0,11																																												
Tap mengdemåler (m)															0,02															0,02															0,02															0,02															0,02															0,02																																												
Bendtap, 90° (m)															0,02															0,02															0,02															0,02															0,02															0,02																																												
Ventiltap tappeventil (m)															0,375															0,368															0,360															0,352															0,344															0,336																																												
Utløpstap (m)															0,62															0,58															0,54															0,49															0,45															0,41																																												
Samlet tap, gren 1 (m)															4,67															4,49															4,31															4,13															3,94															3,76																																												
Minstevannføringsrør, gren 2:																																																																																																																																						
Hastighet (m/s)															2,05															1,95															1,84															1,73															1,62															1,51																																												
Tap buke (m)															0,04															0,04															0,04															0,04															0,04															0,04																																												
Bendtap, 90° (m)															0,02															0,02															0,02															0,02															0,02															0,02																																												
Bendtap, 20° (m)															0,02															0,02															0,02															0,02															0,02															0,02																																												
Ventiltap tappeventil (m)															0,12															0,11															0,10															0,09															0,08															0,07																																												
Utløpstap (m)															0,47															0,44															0,41															0,38															0,35															0,32																																												
Samlet tap, gren 2 (m)															0,66															0,62															0,59															0,55															0,51															0,47																																												
Forskjell grenrøretap (m)															-4,52															-4,41															-4,31															-4,21															-4,10															-4,00																																												
Samlet tap (m):															30,80															29,27															27,96															26,51															25,08															23,65																																												
Beregn. kote minstevannfør. (m):															424,40															426,66															428,91															431,17															433,43															435,68																																												
Forskjell kote minstevannfør. (m)															-0,60															-0,66															-0,71															-0,77															-0,82															-0,88																																												
Minstevannføring, 01.06.30.09															0,20															0,20															0,20															0,20															0,20																																																											
Minstevannføring, resten av året															0,00															0,00															0,00															0,00															0,00																																																											
Volum tunnel oppstrøms (m ³)															355,9															355,9															355,9															355,9															355,9															355,9																																												
Volum tunnel nedstrøms (m ³)															1271,0															1271,0															1271,0															1271,0															1271,0															1271,0																																												
Samlet volum (m ³)															1626,9															1626,9															1626,9															1626,9															1626,9															1626,9																																												
Tømmetid (s)															5183,8															5480,5															5843,8															6274,4															6829,7																																																											
Tømmetid (timer)																																																																																																																																						
Tømmetid (døgn)															216,8															228,4															243,5															257,3															273,3															290,4																																												

Oppdragsgiver: Hafslund E-CO Vannkraft AS

Oppdragsnr.: 52205234 Dokumentnr.:

Oppdragsgiver: Hafslund Eco
 Oppdrag: Tverrslag Rukkedøla
 Sak: Kapasitetsberegning minstevannføring - tapping fra tverrslag
 Eksisterende layout, tømning av tverrslagstunnel frem til høybrekk

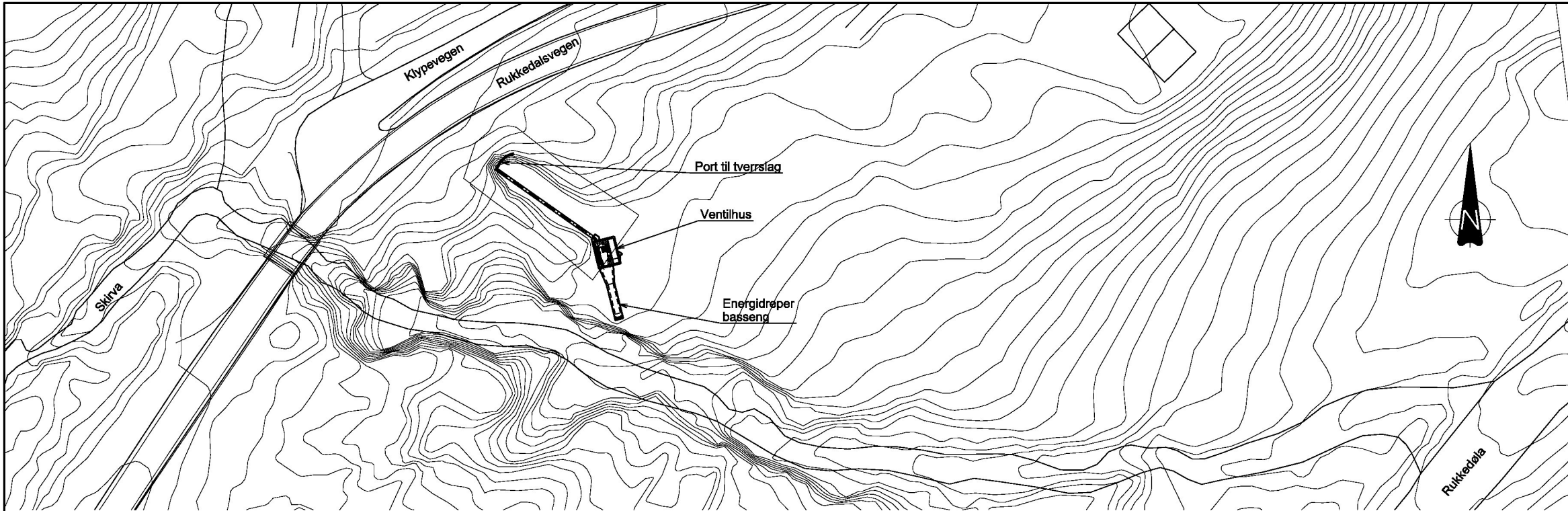
Oppdr.nr.: 52205234
 Dato: 2023-08-30
 Sign.: E. Nilsson
 Kontroll: A. Fossgard

HRV (m): 445,2 m
 LRV (m): 444 m
 Kotesenter utløp (m): 425 m
 Krav til tapping: 0,2 m³/s
 Vannføring Nes kraftverk (fra Strandafjorden): 0 m³/s

Vannets tetthet, ρ: 1000 kg/m³
 Tyngdens akselerasjon, g: 9,815 m/s²

Komponenter:		Mengdemåler		Tunneldata:	
Tillagstunnel inkl. inntak:	0,00165	Diameter:	0,40 m	Areal (m ²):	9
Tapskoeffisient, k (Q)		Tapkoeffisient:	0,01	Bredden (m):	2,54
Inntaksrør, stål (sett bort fra rist):		Tapkoeffisient:	0,01	Lengde oppstrøms (m):	560
Diameter:	0,30 m	Tappeventill (ringventill):		Helling oppstrøms (Q/00):	
Lengde:	7,0 m	Ømmeter:	0,49 m	Lengde nedstrøms (m):	4000
Tapkoeffisient innløp:	0,50	Tapkoeffisient:	5,20	Helling nedstrøms (Q/00):	
Friksjonskoeffisient:	0,012				
Revisjonsventil gammel (dreiespjeld):					
Diameter:	0,30 m				
Tapkoeffisient:	0,25				
Minstevannføringsrør, PE:					
Reperisifikasjon	PE100 SDR17				
Utvendig rørdiameter (m):	0,150 m				
Rørtykkelse (m):	0,027 m				
Produksjonstoleranse (m):	0,002 m				
Minste innvendig rørdiameter (m):	0,093 m				
Lengde:	420 m				
Tapkoeffisient bakover:	0,05				
Tapkoeffisient nedover:	0,05				
Tapkoeffisient ekspansjon:	0,05 4300/g150				
Tapkoeffisient utløp:	1,00				
Absolutt rørløst:	0,00010 m				

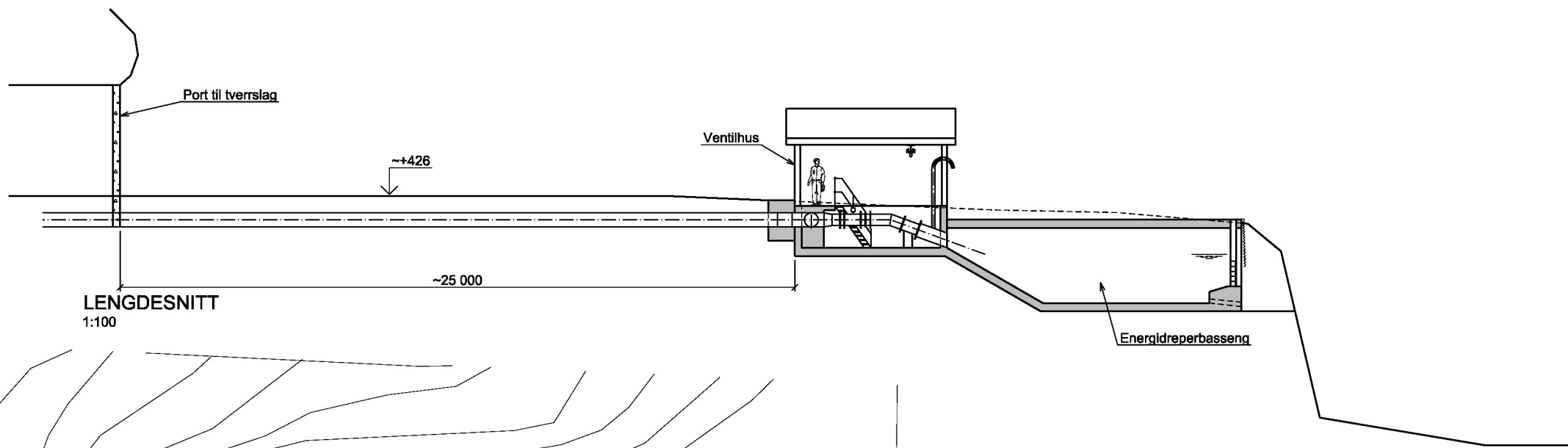
Beregninger	0	1	2	3	4	5	6	7												
Overvann (m)	444,00	444,00	444,00	444,00	444,00	444,00	444,00	444,00		427,50	427,25	427,00	426,75	426,50	426,25	426,00	425,75	425,50	425,25	425,00
Energi høyde tverrslagsport (m)	428,10	428,10	428,10	428,10	428,10	428,10	428,10	428,10		427,375	427,125	426,875	426,625	426,375	426,125	425,875	425,625	425,375	425,125	424,875
Tillagstunnel inkl. inntak:																				
Falltap (m):	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antatt tappevannføring (m ³ /s)	0,255	0,255	0,255	0,255	0,255	0,255	0,255	0,255		0,339	0,320	0,301	0,280	0,258	0,233	0,206	0,174	0,135	0,078	
Inntaksrør, stål (sett bort fra rist):																				
Hastighet (m/s)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60		4,79	4,53	4,26	3,96	3,65	3,30	2,91	2,46	1,90	1,10	
Innløpstap (m)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33		0,59	0,52	0,46	0,40	0,34	0,28	0,22	0,15	0,09	0,03	
Utløpstap (m)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66		1,17	1,05	0,92	0,80	0,68	0,55	0,43	0,31	0,18	0,06	
Friksjonstap (m)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18		0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,12	0,09	0,05	0,02	
Minstevannføringsrør, PE:																				
Hastighet (m/s)	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10		2,80	2,65	2,49	2,31	2,13	1,93	1,70	1,44	1,11	0,64	
Tap bakover (m)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Benløstap 20° (m)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Tap oppstrøms (m)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Utløpstap (m)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23		0,40	0,36	0,31	0,27	0,23	0,19	0,15	0,11	0,06	0,02	
Reynoldstall, Re	6,35E+05	6,35E+05	6,35E+05	6,35E+05	6,35E+05	6,35E+05	6,35E+05	6,35E+05		8,46E+05	7,99E+05	7,51E+05	6,99E+05	6,43E+05	5,82E+05	5,13E+05	4,34E+05	3,36E+05	2,04E+05	
Eriksjonskoeffisient:	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016		0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	
Friksjonstap (m):	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07		1,67	1,67	1,48	1,29	1,10	0,90	0,74	0,53	0,34	0,18	
Mengdemåler:																				
Hastighet (m/s)	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03		2,70	2,55	2,40	2,23	2,05	1,86	1,64	1,38	1,07	0,62	
Størmengdetap (m)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Revisjonsventil gammel (dreiespjeld):																				
Hastighet (m/s)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60		4,79	4,53	4,26	3,96	3,65	3,30	2,91	2,46	1,90	1,10	
Ventiltap (m)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,14	0,11	0,08	0,05	0,02	
Tappeventill (ringventill):																				
Hastighet (m/s)	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03		2,70	2,55	2,40	2,23	2,05	1,86	1,64	1,38	1,07	0,62	
Ventiltap (m)	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09		1,63	1,52	1,39	1,23	1,04	0,84	0,71	0,51	0,30	0,16	
Samlet tap (m):	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76		2,38	2,13	1,88	1,63	1,38	1,13	0,88	0,63	0,38	0,13	
Bereg. kote minstevannf. rør (m):	424,34	424,34	424,34	424,34	424,34	424,34	424,34	424,34		425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	
Forskjell kote minstevannf. rør (m)	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Minstevannføring, 01.06-30.09	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Minstevannføring, resten av året	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Volum tunnel oppstrøms (m ³)										355,9	355,9	355,9	355,9	355,9	355,9	355,9	355,9	355,9	355,9	
Volum tunnel nedstrøms (m ³)										1271,0	1271,0	1271,0	1271,0	1271,0	1271,0	1271,0	1271,0	1271,0	1271,0	
Samlet volum (m ³)										1626,9	1626,9	1626,9	1626,9	1626,9	1626,9	1626,9	1626,9	1626,9	1626,9	
Tømmetid (s)										4801,9	5077,5	5405,4	5806,3	6312,1	6978,2	7912,3	9361,0	12086,5	20933,2	
Tømmetid (timer)																				
Tømmetid (døgn)																				



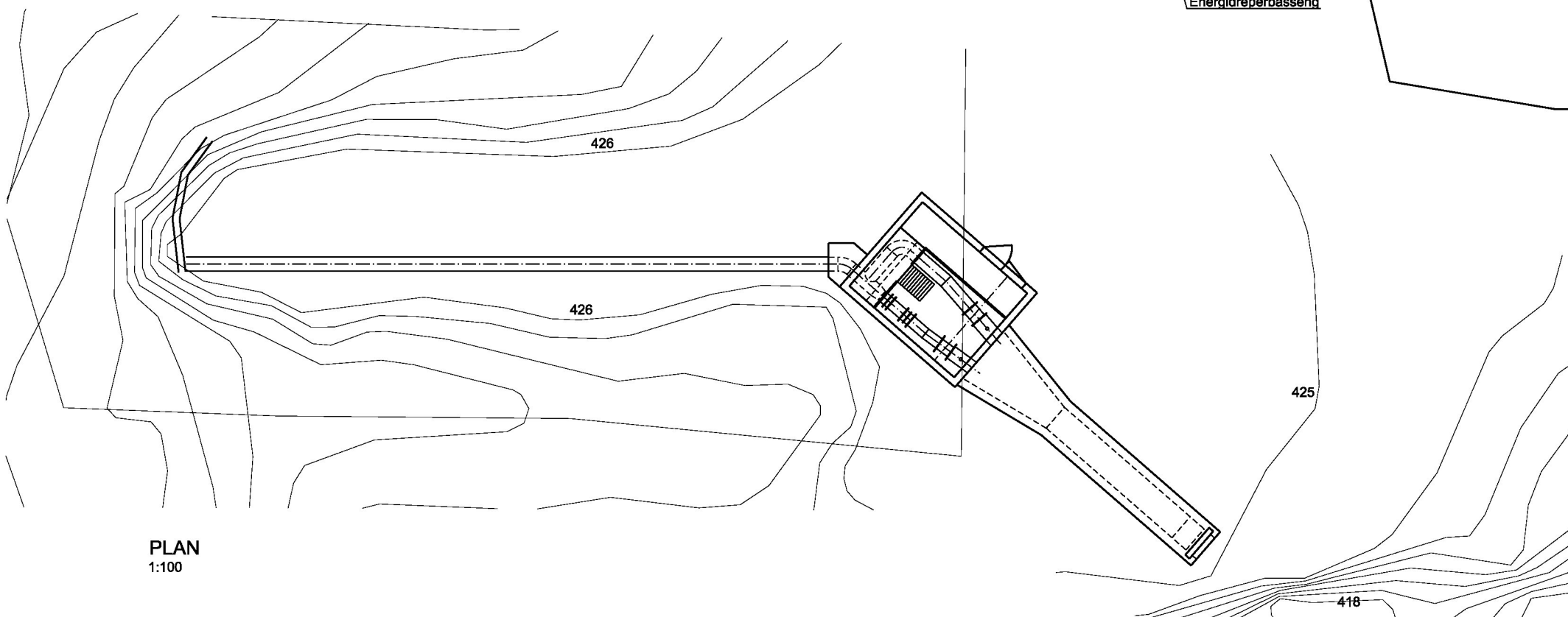
FORKLARINGER:

ANVISNINGER:

PLAN OVERSIKT
1:500



LENGDESNITT
1:100

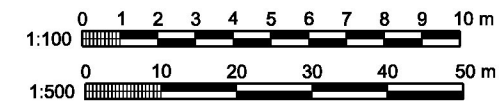


PLAN
1:100

HENVISNINGER:

1. Ventilhus og energidreperbasseng

Tegningnummer	Revisjon
B-06-01	B01
Tegning B-06-02	



B01	2023-06-28	For info/kommentar hos oppdragsgiver	TBe	AGFos	AGFos
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

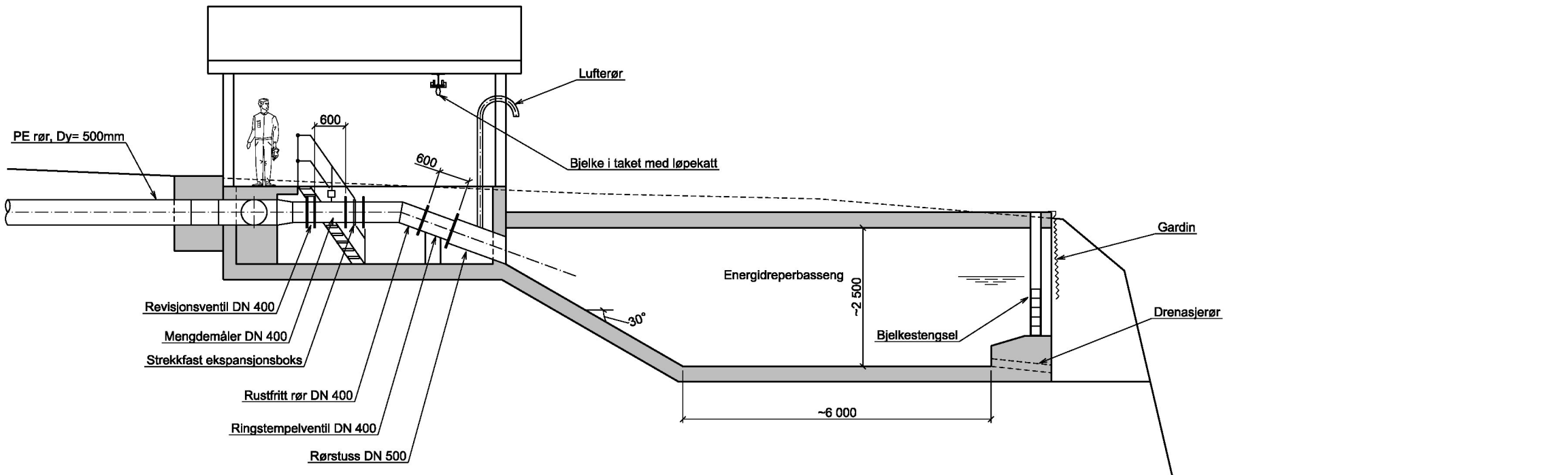
Detta dokument er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdrag som fremgår nedenfor. Opphavstetten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet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

Hafslund ECO Vannkraft AS Målestokk (gjelder A1)
SOM VIST

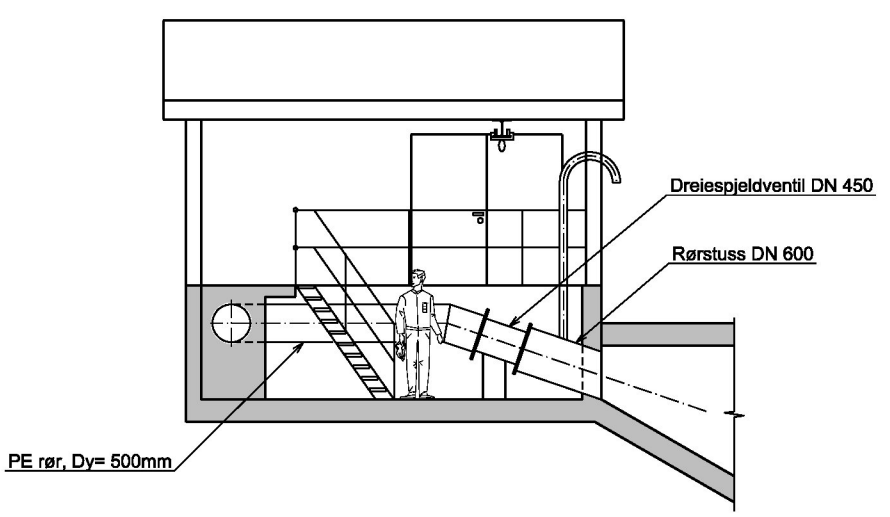
**MINSTEVANNSFØRING HALLINGDAL
TVERRSLAG RUKKEDØLA
VENTILHUS OG ENERGDREPERBASSENG
OVERSIKT**

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningnummer	Revisjon
	52205234	B-06-01	B01

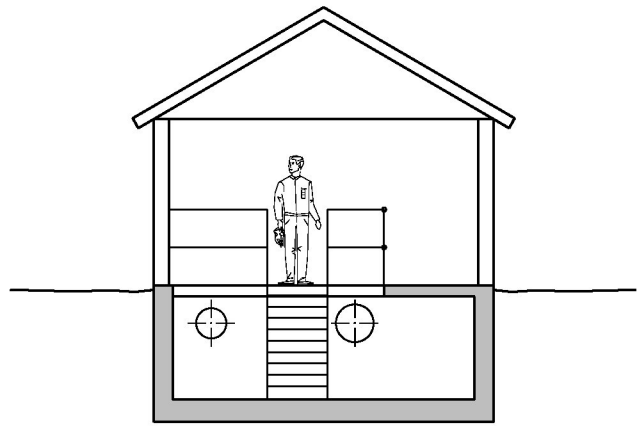
Oppdrag: M:\BIM\Konstruksjon\A\H\B-06-01.dgn - tba - 28.06.23 - 12:47:53 - Mod: Ark - Rør: B-06-01.dgn; B-plan-Rukkedals-ventilhus.dgn; B-kart-Rukkedals-ventilhus.dgn; B-entri-Rukkedals-ventilhus.dgn



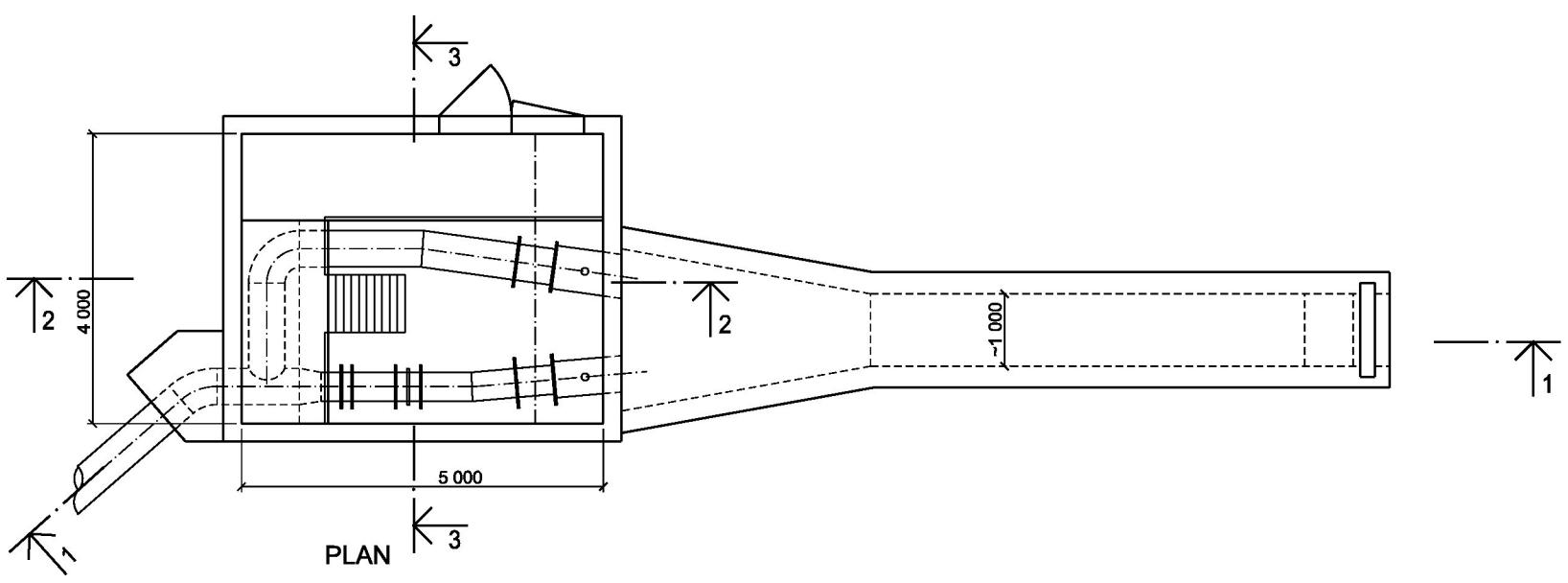
LENGDESNITT 1-1



SNITT 2-2



SNITT 3-3



PLAN

FORKLARINGER:

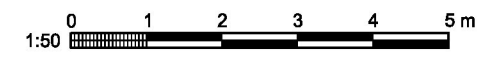
ANVISNINGER:

HENVISNINGER:

1. Oversikt Tegning B-06-01

Tegningnummer	Revisjon
B-06-02	B01

Foreløpig 2023-06-28



B01	2023-06-28	For info/kommentar hos oppdragsgiver	TBe	AGFos	AGFos
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Hafslund ECO Vannkraft AS Målestokk (gjelder A1)
SOM VIST

**MINSTEVANNSFØRING HALLINGDAL
TVERRSLAG RUKKEDØLA
VENTILHUS OG ENERGI DREPERBASSENG
PLAN OG SNITT
ARRANGEMENT**

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningnummer	Revisjon
	52205234	B-06-02	B01

Oppdrag: M:\BIM\Konstruksjon\KvifNB-06-02.dgn - tba - 28.06.23 - 12:44:44 - Mod: Ark - Rør: B-06-02.dgn; B-plan-Rukkedøla-ventilhus.dgn; B-snitt-Rukkedøla-ventilhus.dgn