

Bekkeinntak Bjordøla

Plan for slipp, måling og dokumentasjon av minstevannføring



Bekkeinntak Bjordøla, 15.05.2025

Sweco Norge AS	Organisasjonsnr. 967032271
Prosjekt	Minstevannføring Hjørdøla
Prosjektnummer	10247727
Kunde	Skagerak Kraft AS
Opprettet av	Helga Løset Skodjereite
Dato	12.05.2025
Dokumentreferanse	10247727-R02 Bjordøla. Plan for slipp, måling og dokumentasjon av minstevannføring

Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
-	01.09.2025	Utkast til kommentar Skagerak	Helga Løset Skodjereite	Knut Tjugen	Helga Løset Skodjereite
00	22.09.2025	Rettet iht. kommentarer	Helga Løset Skodjereite	Knut Tjugen	Helga Løset Skodjereite
01	01.10.2025	Rettet iht. kommentarer	Helga Løset Skodjereite	Knut Tjugen	Helga Løset Skodjereite
02	19.12.2025	Utkast til Skagerak etter endring på løsning	Jørgen S. Larsen	Knut Tjugen Per Erik Nevjen	Jørgen S. Larsen
03	19.01.2026	Endelig versjon Rettet iht. kommentarer	-	-	Jørgen S. Larsen

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	3
2	Dagens anlegg	4
2.1	Beskrivelse av dagens anlegg	6
3	Plan for slipp, måling og dokumentasjon av minstevannføring	8
3.1	Slipp- og målemetode	9
3.1.1	Løsning for slipp	9
3.1.2	Målemetode	10
3.2	Fiskepassasje	10
3.3	Datalagring og signaloverføring	11
3.4	Plan for kontrollmåling	11
3.5	Visning for publikum	11
3.6	Opplysningsskilt	12
3.7	Tekniske tegninger og beregninger	12
3.7.1	Kapasitetsberegninger av minstevannføringsarrangement	12
3.7.2	Dimensjonering av måleprofil	13
3.7.3	Stabilitetsberegninger ny betongterskel	13
3.8	Oppfølging i driftsfasen	13

1 Bakgrunn

Sweco Norge AS er engasjert av Skagerak Kraft AS for å bistå med utarbeidelse av teknisk løsning for slipp, måling og dokumentasjon av minstevannføring fra bekkeinntaket i Bjordøla.

I vilkårsrevisjon for reguleringen av Hjartdals- og Tuddalsvassdraget har Skagerak Kraft AS fått pålegg om at det må slippes minstevannføring fra bekkeinntaket i Bjordøla.

Iht. manøvreringsreglement for reguleringen, fastsatt 07.02.2025, er følgende føringer for minstevannføring satt:

- Fra inntak Bjordøla skal det slippes minimum 0,070 m³/s i tiden 1.5 - 30.9 og minimum 0,040 m³/s resten av året.

Vilkårsrevisjonen gir ingen føringer på hva som skal slippes hvis tilsiget er mindre enn de satte kravene til slipp av minstevannføring. Skagerak Kraft legger til grunn i sin forståelse av nytt manøvreringsreglement at krav til minstevannføring ved Bjordøla alltid skal overholdes. I situasjoner hvor vannføringen i selve Bjordøla er lavere enn kravet, kan der derfor være nødvendig å tilføre mer vann ved tapping fra kraftverket Bjordalen hvis kraftverket ikke er i drift.

For utarbeiding av denne planen er det tatt utgangspunkt i NVEs *Veileder Nr. 3/2020 Slipp, måling og dokumentasjon av minstevannføring*, herunder spesielt kapittel 2.3 Arrangement ved eldre anlegg.

Følgende er sitert fra kapittel 2.3 i veilederen:

«Krav om etter-etablering av arrangement for minstevannføring kan bli gitt for vannkraftverk med reguleringsmagasin og for andre eldre og mindre vassdragsanlegg.

Kravet om måling og dokumentasjon kan løses ved å etablere et arrangement for automatisk registrering av vannslippet nedenfor dammen, ved slippstedet eller ved et annet definert målepunkt.

Eieren av anlegget må sende inn en plan for slipp, måling og dokumentasjon så raskt som mulig etter at ny konsesjon er gitt. Detaljplan bør følge sjekkliste i tabell nr 1.»

2 Dagens anlegg

Tabellen under gir generell informasjon om bekkeinntaket.

Tabell 1 Generell informasjon om bekkeinntaket

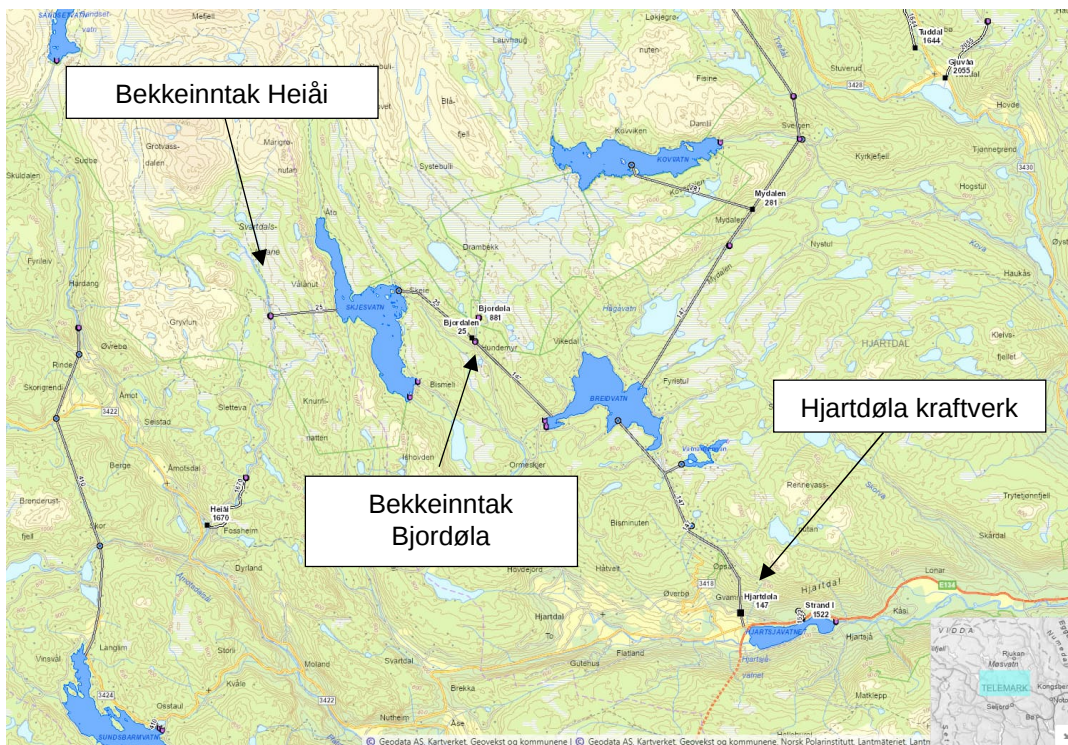
Eier	Skagerak Kraft AS
Den ansvarlige	Skagerak Kraft AS
Elvehierarki	Bjordøla/Heddøla-Hjartdøla/Skiensvassdraget
Navn og ID-nummer vassdragsanlegg	Bjordøla bekkeinntak (Damnummer 1088) Hjartdøla kraftverk (Vannkraftverk nr. 147)
Konsekvensklasse	0 (Vedtak datert 06.12.2012)

Bekkeinntaket Bjordøla ligger i Hjartdal kommune og inngår i reguleringen for Hjartdøla kraftverk som vist i Figur 1.

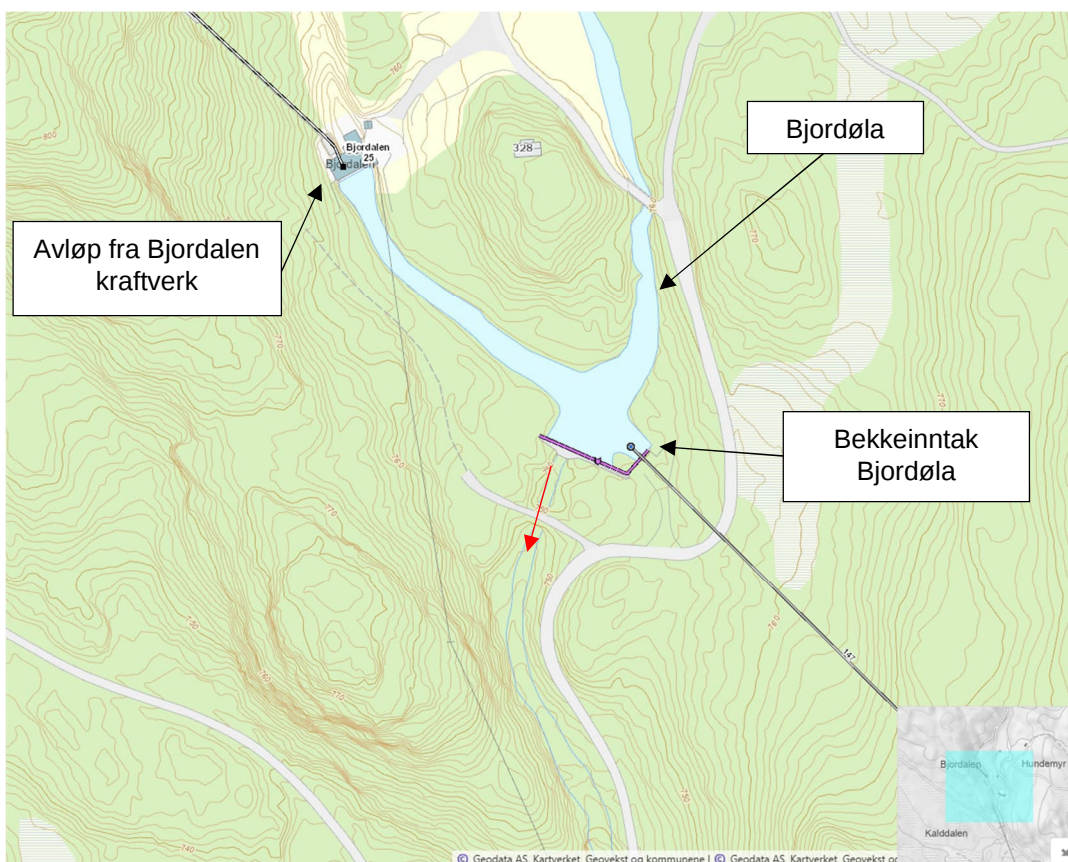
Bekkeinntaket fører vann i tunnel fra elva Bjordøla til Breivatn. I tillegg tilføres bekkeinntaket vann fra avløpet til Bjordalen kraftverk som tar inn vann fra magasinet Skjesvatn. Fra Breivatn går vannet videre i tunnel til Hjartdøla kraftverk.

Det er på strekningen i Bjordøla, videre forbi terskelen og bekkeinntaket, at det skal slippes minstevannføring. Dette er indikert med rød pil på Figur 2.

Det er adkomst på vei helt frem til bekkeinntaket Bjordøla ca. 16 km fra Hjartdøla kraftverk (Rogrendsvegen og Fjellvegen).



Figur 1 Oversiktskart over reguleringen



Figur 2 Bekkeinntaket Bjordøla, hentet fra NVE Atlas. Rør pil indikerer hvor minstevannføringen skal slippes.

2.1 Beskrivelse av dagens anlegg

Det ble gitt konsesjon til bekkeinntaket 31.05.1957 og anlegget var satt i drift i 1958.

Inntakskulpen demmes opp av en inntaksdam i betong som er ca. 35 m lang og har største damhøyde ca. 3,5 m. Topp av eksisterende damkrone ligger på k. 753,0 i lokalt høydesystem.

Selve inntaket ligger mot øst og fører vannet videre i utsprengt tunnel mot Breivatn. Se bilde i Figur 3.



Figur 3 Bekkeinntaket Bjordøla sett fra vest. Bakerst i bildet er inntaket. Til høyre i bildet er terskelen som demmer opp inntakskulpen.

Bekkeinntaket tilføres vann fra avløpet i Bjordalen kraftverk og elva Bjordøla som vist i Figur 2 og bilde i Figur 4.

Inntaket har varegrind med vertikale staver og en liten helning fra bunn til topp.

Gjennom dammen går det et tappeløp som har bredde 0,55 m og høyde 0,6 m. I tappeløpet står det en eldre tappeluken med bunnivå ca. 3,30 m under topp dam (ca. k. 749,7). Tappeluken betjenes manuelt i dag.

På venstre side av selve inntaksterskelen er det erosjonssikring med stein, mens det på høyre side er støpt betong fra inntaket til inntaksdammen. Det er montert rekkverk langs inntaket og varegrinden er utstyrt med løftemuligheter.



Figur 4 Innløpet til bekkeinntaket. Fra høyre ser man tilløpet fra elva Bjordøla. Til venstre ser man avløpet fra Bjordalen kraftverk som renner inn i inntakskulpen.

Det planlagte arrangementet for minstevannføring skal sørge for at det slippes nedover Bjordøla som går videre til Hjartdøla og Hjartsjåvatnet. Se bilde i Figur 5.



Figur 5 Nedstrøms side av eksisterende dam hvor minstevannføringen skal gå, bilde tatt når tappeluke står åpen

3 Plan for slipp, måling og dokumentasjon av minstevannføring

Sjekkliste over hva som bør beskrives for planlagt arrangement i NVEs Veileder Nr. 3/2020 er gjengitt i utklippet under.

Tabell 1. Beskrivelse av slipp og målemetode i detaljplanen for miljø og landskap

Tema	Innholdet i detaljplanen
Slipp- og målemetode	• beskrivelse av hvordan minstevannføringen skal tas ut og slippes tilbake i elva • beskrivelse av metoden for måling av vannføring • beskrivelse av hydrauliske forhold og tiltak mot tilstopping av drivgods/is • beskrivelse av metode for <i>regulering</i> av vannføringen. Dette gjelder anlegg der det er satt vilkår om sesongbasert minstevannføring • beskrivelse av hvordan tilsiget skal slippes forbi inntaket når kraftverket eller andre typer vassdragsanlegg som henter vann fra vassdraget ikke er i drift Dersom valgt arrangementet avviker fra det NVE anbefaler, må valget begrunnes godt.
Fiskepassasje	Beskrivelse av løsning for opp- og/eller nedvandring av fisk. Dette gjelder anlegg som har krav om dette i konsesjonen
Datalagring og signaloverføring	Beskrivelse av hvordan data skal lagres og hvordan data skal kunne overføres fra målested til driftssentral/system. Behovet for back-up må omtales
Plan for kontrollmåling	Beskrivelse av hvordan kontrollmålinger av minstevannføringen skal gjennomføres når anlegget er satt i drift
Visning for publikum	Beskrivelse av hvordan allmennheten og NVE skal kunne kontrollere vannslippet på stedet
Opplysningsskilt	Utkast til opplysningsskilt og beskrivelse av hvor skiltet blir plassert
Tekniske tegninger	Tegninger av inntaket med minstevannføringsarrangementet som illustrerer valgt løsning og plasseringen i inntaket, dammen eller terskelen
Oppfølging i driftsfasen	Planer for oppfølging og kontroll av arrangementet. For arrangement som skal etableres med vanskelig atkomst og utfordrende klimatiske forhold, må det vurderes nøye hvordan tilsyn og kontroll skal kunne gjennomføres.

Figur 6 Tabell 1 i NVEs veileder for slipp av minstevannføring

Etterfølgende kapitler beskriver de enkelte temaene i henhold til sjekklisten.

3.1 Slipp- og målemetode

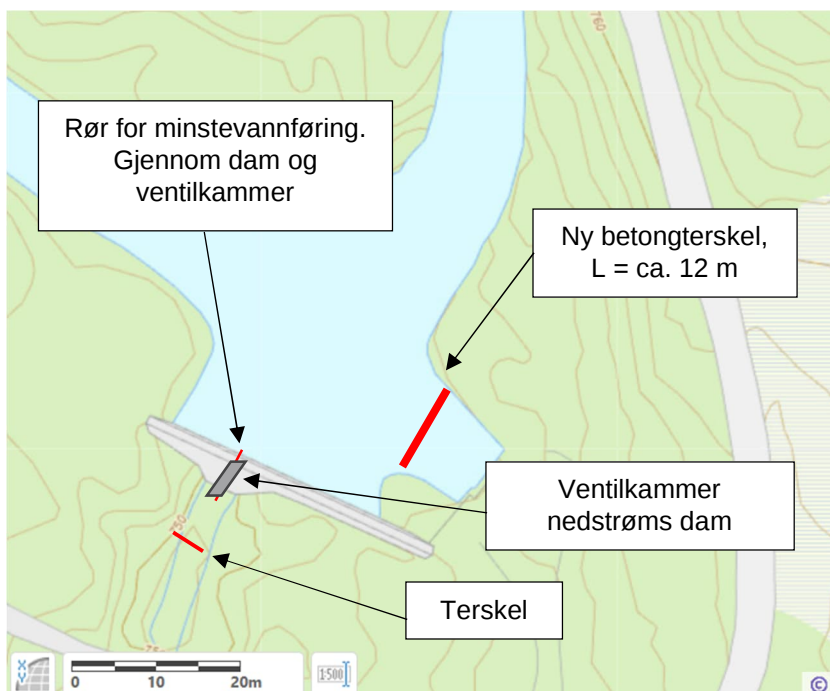
3.1.1 Løsning for slipp

Prinsipptegning for planlagt minstevannføringsarrangement for Bjordøla er vist i Vedlegg 3.

Følgende bygningsmessige tiltak utføres for å etablere et minstevannføringsarrangement:

- Etablering av ny betongterskel tvers over innløpet til selve bekkeinntaket for vannstandskontroll
- Etablering av «hus» i betong nedstrøms av eksisterende dam. Huset vil fungere som frostfritt rom og ventilkammer. Kalles videre kun for ventilkammer.
- Det skal lages en utsparing i dammen for rør gjennom dammen. Røret skal føres inn i ventilkammeret nedstrøms av dammen.
- Røret skal ha revisjonsventil, flowmåler og reguleringsventil.
- Terskel for kontrollmåling nedstrøms

Prinsippet for arrangementet er vist i Figur 7.



Figur 7 Prinsipp for slipp- og målemetode

Det skal etableres en støpt terskel i betong tvers over innløpet foran selve bekkeinntaket. Denne skal sørge for det alltid står et vannspeil i inntakskulpen minimum på kote 751,5 (1,5 m under topp dam) som sørger for tilstrekkelig kapasitet for minstevannføringssystemet.

Som forberedelse til arbeidene vil løsmasser fjernes i området ved dam og inntak. Terskelen utføres i betong med bergbolter, topp k. 751,5 (høyde antatt ca. 0,5 m) og lengde ca. 12 m. Den nye betongterskelen foran inntaket utføres med en utsparing og bjelkestengsel for senere behov for vedlikehold og senking av vannstand i inntakskulpen. Bjelkestengsel vil være i aluminium som låses i toppen.

For minstevannføringsarrangement skal det bygges en robust og tett konstruksjon (ventilkammer) i en forlengelse av dammen. Ventilkammeret skal utføres i betong og lengden av konstruksjonen tilpasses ventiler og flowmåler. Innvendig bredde og høyde på ventilkammer skal være på henholdsvis 2 m og 2,2 m.

Taket på ventilkammeret skal utføres med fall 1:3 i retning mot høyre (sett medstrøms) for å sikre avrenning når det går vann over overløpet. Innvending i ventilkammeret skal det være fall 1:100 i lengderetning. I enden av kammeret skal det være en forsenkning for sluk med avløpsrør ut i bygget. På nedstrøms side av ventilkammeret skal det være tilkomst inn i kammeret med en vanntett dør.

I eksisterende dam skal det lages en utsparring for minstevannføringsrør. Utsparringen skal ha en diameter på ca. 400 mm og i utsparringen skal rør med nominell diameter Ø200 støpes inn. Innløpet til røret skal være traktformet, for å begrense innløpstap. Senterlinje rør skal være k. 750,0.

Røret leder deretter i ventilkammeret, hvor det befinner seg en revisjonsventil, et mellomrør, en elektromagnetisk mengdemåler (flowmåler), en ekspansjonsboks og en reguleringsventil med elektrisk aktuator. Vannet går deretter i et utløpsrør gjennom veggen i ventilkammeret og ut på nedstrøms side av dammen. Utløpet vil være fritt/udykket.

I ventilkammeret vil det være et elektrisk styreskap som tar inn signaler fra mengdemåleren og ventilåpning, og vil ved en PLS sørge for en justering av ventilåpning som gir den foreskrevne vannmengden.

Det etableres tilkomst til minstevannføringsarrangementet fra nedstrøms side ved å tilrettelegge en gangveg nedstrøms enten med betong gangbane eller store steiner som tåler overløp.

Kravet til minstevannføring skal alltid være oppfylt, så ved lavere tilsig fra elva Bjordøla må det tilføres mer vann ved tapping fra kraftverket Bjordalen hvis kraftverket ikke er i drift.

Det vil etableres en sensor i elva Bjordøla oppstrøms inntaket, slik at Regionsentralen får varsel når vannføringen i elva går ned mot kravet til slipp av minstevannføring. Ved en slik varsel vil ventil i Bjordøla kraftverk åpnes manuelt og det vil tappes vann fra kraftverket til inntakskulpen for å tilfredsstille kravet. Hvis dette er en situasjon som oppstår hyppig, vil Skagerak vurdere å automatisere åpning av ventil.

3.1.2 Målemetode

Målemetoden for slipp av minstevannføring vil være elektromagnetisk vannføringmåler på røret. Registreringen fra vannføringmåleren overføres til styreskapet som ved hjelp av en PLS sørger for at åpningen for reguleringsventilen til enhver tid er justert til riktig åpning. Denne vil justere vannføringsslippet etter konsesjonsvilkåret om minimum 70 l/s fra 01.05 til 30.09 og minimum 40 l/s resten av året.

Det skal vil være tilrettelagt for å installere en ekstra flowmåler på rørstrekningen i ventilkammeret, for kontrollmåling.

I tillegg etableres et måleprofil nedstrøms utløpet for fysisk kontrollmåling på stedet. Det lages en terskel i betong noe nedstrøms minstevannføringsarrangementet.

Det etableres elektronisk display på stedet med avlesning for allmennheten. Det skal også være mulig for allmennheten å lese på V-overløpet at vannstanden er tilstrekkelig.

3.2 Fiskepassasje

Det er ikke krav om fiskepassasje i konsesjonen fastsatt 07.02.2025.

3.3 Datalagring og signaloverføring

Det skal etableres en signaloverføring mellom styreskapet i ventilkammeret og Bjordalen kraftverk som ligger oppstrøms av bekkeinntaket. Signaloverføringen skal sikre at vannføringsmålingene som registreres i flowmåler sendes til kraftverket for registrering og lagring.

Løpende signal med vannføringsmåling vil derfor være tilgjengelig. Data lagres i Skagerak sitt interne system og vil kunne oversendes til NVE på forespørsel.

Ved brudd i dataoverføring vil det gå en alarm til regulantens driftssentral som vil initiere at driftspersonell reiser ut på stedet for å reetablere sambandet.

I tillegg til registrering av vannstand vil det etableres en sensor i Bjordøla som registrerer vannføring og som varsler Regionsentralen ved behov for tapping fra Bjordøla kraftverk, som omtalt i kapittel 3.1.1.

3.4 Plan for kontrollmåling

Det vises til NVEs Veileder Nr. 3/2020, herunder kapittel 8.3 Kontrollmåling av minstevannføringen. Det fremgår klart at det må gjennomføres kontrollmålinger av vannslippet fortrinnsvis ved slippstedet.

Det legges opp til mulighet for to løsninger for kontrollmåling. Det skal være et måleinstrument på rør for minstevannføring og et V-overløp nedstrøms.

Måleinstrumentet for kontrollmåling skal etableres på rørstrekket etter flowmåleren og reguleringsventilen som er hovedmålemetode.

Det tilrettelegges samtidig for løpende kontrollmåling av minstevannføringen med etablering av måleprofilen i en terskel nedstrøms.

Måleprofilen vil være et V-overløp i stål som monteres på betongveggen i terskelen. Vannstander tilsvarende minstevannføringskravet skal være lesbart på profilet.

Plassering av måleprofilen nedstrøms tilpasses slik at det er synlig og tilgjengelig for at både driftspersonell og allmennheten kan kontrollere på stedet.

Kontrollmålinger av tappekapasitet for aktuelle ventilåpninger (sommer/vinter) og måleprofil er planlagt å utføres minimum 5 ganger i forbindelse med installasjonen. Kontroll gjentas inntil 5 ganger til ulike tider på døgnet og til ulike datoer i installasjonsperioden.

Det kan for eksempel benyttes en større vanntank hvor registrering av aktuell kapasitet på arrangementet skjer ved bruk av stoppeklokke.

Gjennomførte kontrollmålinger dokumenteres skriftlig og med bilder som lagres for å bli fremlagt for NVE på forespørsel.

For oppfølging og kontroller i driftsfasen vises til kapittel 3.8.

3.5 Visning for publikum

Det skal etableres elektronisk display på stedet som skal vise minstevannføringsslippen i sanntid.

Samtidig skal det også etableres et opplysningsskilt for allmennheten slik at det er klart hvilke vannføringsslipp som er gjeldene til enhver tid.

3.6 Opplysningsskilt

Det skal etableres et nytt opplysningsskilt ved bekkeinntaket. Skiltet er tenkt plassert ved inntaket, på venstre side av minstevannføringsarrangementet (sett medstrøms).

Utkast til opplysningsskilt er gitt under.

Hjartdøla kraftverk. Bekkeinntak Bjordøla.

Pålagt minstevannføring

- 70 l/s i tidsrommet 1. mai til 30. september.
- 40 l/s i tidsrommet 1. oktober til 30. april.

Kontroll av vannføringen som slippes ut kan avleses på elektronisk display.

Ref: Manøvreringsreglement for reguleringen av Hjartdals- og Tuddalsvassdraget, fastsatt 07.02.2025.

Regulant: Skagerak Kraft AS Telefon: 35 93 50 00

Brudd på dette pålegg meldes regulanten eller Norges Vassdrags- og energidirektorat.

3.7 Tekniske tegninger og beregninger

Tabell 2 gir en oversikt over tegninger av eksisterende anlegg som er gjengitt i vedlegg 1.

Tabell 2 Tegningsliste eksisterende anlegg

Tegningsnummer	Tittel	Firma	Dato
4334	Hjartdøla kraftverk. Påslag Bjordalen med forslag til kraftstasjon.	Ingeniør A. B. Berdal	8.10.1956
4648	Hjartdøla kraftverk. Dam og inntak Bjordøla. Oversikt – Forskaling dam.	Ingeniør A. B. Berdal	06.06.1956
5045	Hjartdøla kraftverk. Dam og inntak Bjordøla. Forskaling og armering av inntak.	Ingeniør A. B. Berdal	06.06.1956
4650	Hjartdøla kraftverk. Dam og inntak Bjordøla. Bunnluke i dam.	Ingeniør A. B. Berdal	19.07.1955

Vedlegg 3 viser prinsipptegning av det planlagte minstevannføringsarrangementet som skal etableres.

3.7.1 Kapasitetsberegninger av minstevannføringsarrangement

Det er lagt opp til en løsning med flowmåler og revisjonsventil for å justere at det til enhver tid slipper nok vann til å tilfredsstille minstevannføringskravene.

For å sikre at røret i utgangspunktet har nok kapasitet til å oppfylle kravene er det gjort en kapasitetsberegning på røret.

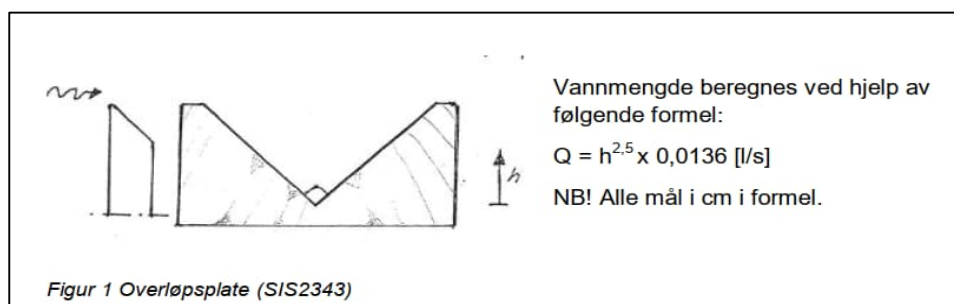
Valgt rørdiameter for arrangementet er $\varnothing 200$. Kapasitetsberegningen viser at full kapasitet til røret er 0,111 m³/s; dvs. ca. 50% høyere enn kravet.

Beregning og beregningsnotat er lagt ved som Vedlegg 4.1 og 4.2

3.7.2 Dimensjonering av måleprofil

Dimensjonering av overløpsplate (90 grader skjær) er utført med formelen angitt nedenfor i Figur 8.

Når vannstanden er på 25 cm over bunn av måleskjæret slippes det 43 l/s (krav vinter tilfredsstilt). Når vannstanden er på 31 cm over bunn av måleskjæret slippes 73 l/s (krav sommer tilfredsstilt). Beregninger er vist i Vedlegg 4.2.



Figur 8 Vannmengde overløpsplate

3.7.3 Stabilitetsberegninger ny betongterskel

Betongterskel dimensjoneres for stabilitet iht. NS-EN 1991-1-1, NS-EN 1991-1-2, NS-EN 1997-1, NS-EN 1998-1, og NVE's Retningslinjer for betongdammer samt underlag fra NVE.

Dokumentasjon kan fremlegges NVE på forespørsel.

3.8 Oppfølging i driftsfasen

Rutiner for oppfølging og drift av minstevannføringsarrangement skal utarbeides og inngå i Skageraks internkontrollsystem.

Rutinemessig tilsyn vil gjennomføres ved inspeksjon i forbindelse med sesongovergang fra vinter-til-sommer og fra sommer-til-vinter minstevannføring.

Oppfølging ved overgang fra sommer til vinter og omvendt legges inn som fast oppgave i vedlikeholdssystemet Jobtech.

Funksjonalitet dokumentert ved installasjonen forutsettes opprettholdt så lenge innløp og utløp av rør ikke utsettes for skader eller tilstopping.

Løpende kontroll av funksjonalitet vil skje ved månedlig inspeksjon der det kontrolleres at funksjonaliteten er ivaretatt og at kontrollmål av vannføringen fungerer tilfredsstillende.

Spesifikke vedlikeholdsrutiner, hva slags utstyr som trengs og hvor dette oppbevares/gjøres tilgjengelig vil bli spesifisert når det endelige utstyret er levert og installert for så å bli dokumentert skriftlig og med produktdata.

Etter gjennomført tiltak og installasjon vil Skagerak Kraft AS utarbeide en samlet sluttrapport for dokumentasjon. Sluttrapporten vil inneholde verifiserte forutsetninger for dimensjonering av lukeåpning/tappekapasitet for minstevannføringen.

All dokumentasjon vil fremlegges for NVE på forespørsel.

Vedlegg 1: Tegninger av eksisterende anlegg

Vedlegg 2: Bilder av eksisterende anlegg

Vedlegg 3: Tegninger nytt minstevannføringsarrangement Bjordøla

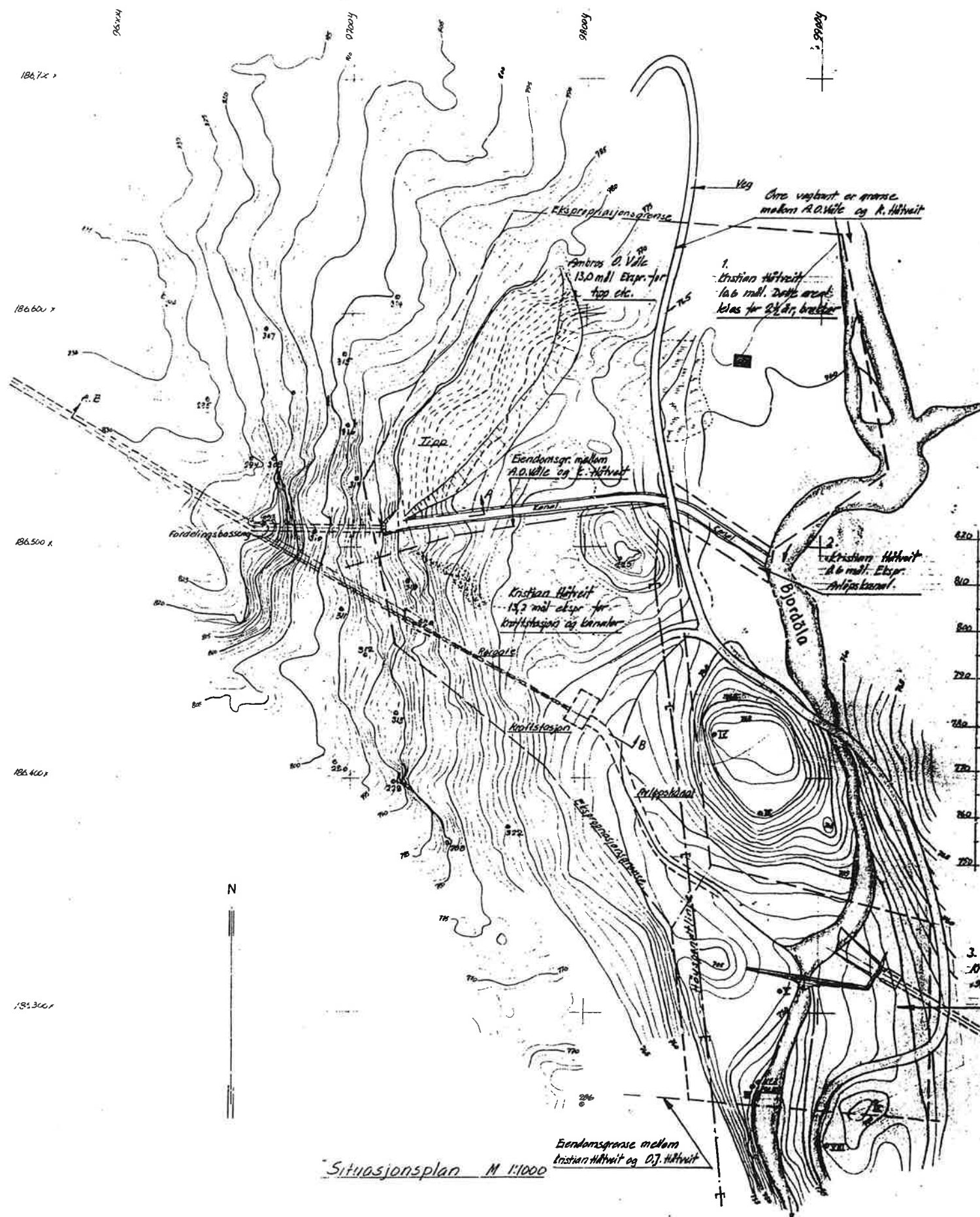
Vedlegg 4: Beregninger og dimensjonering

4.1: Tappekapasitet rør for minstevannføring

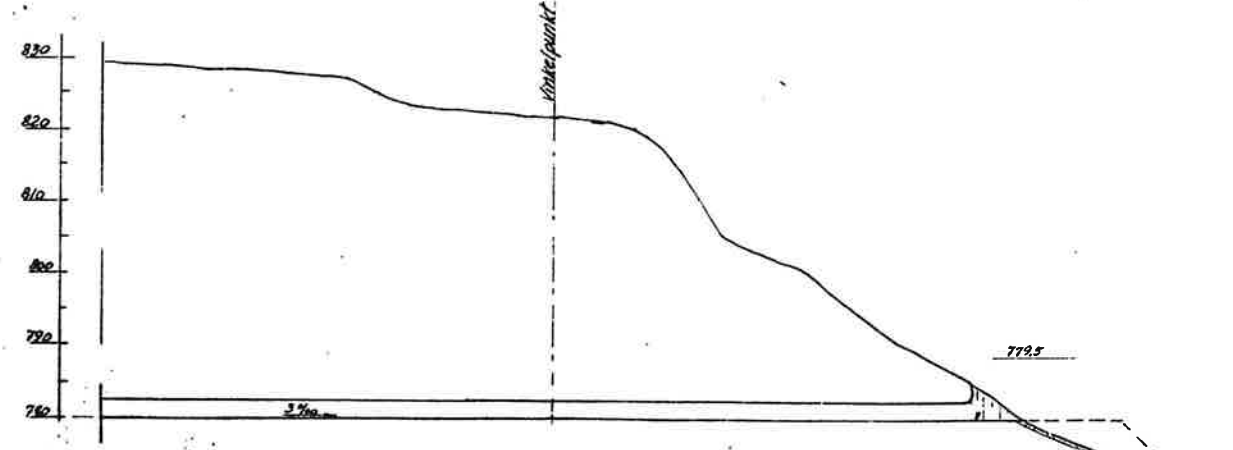
4.2 Notat tappekapasitet

4.3 Dimensjonering av målekniv

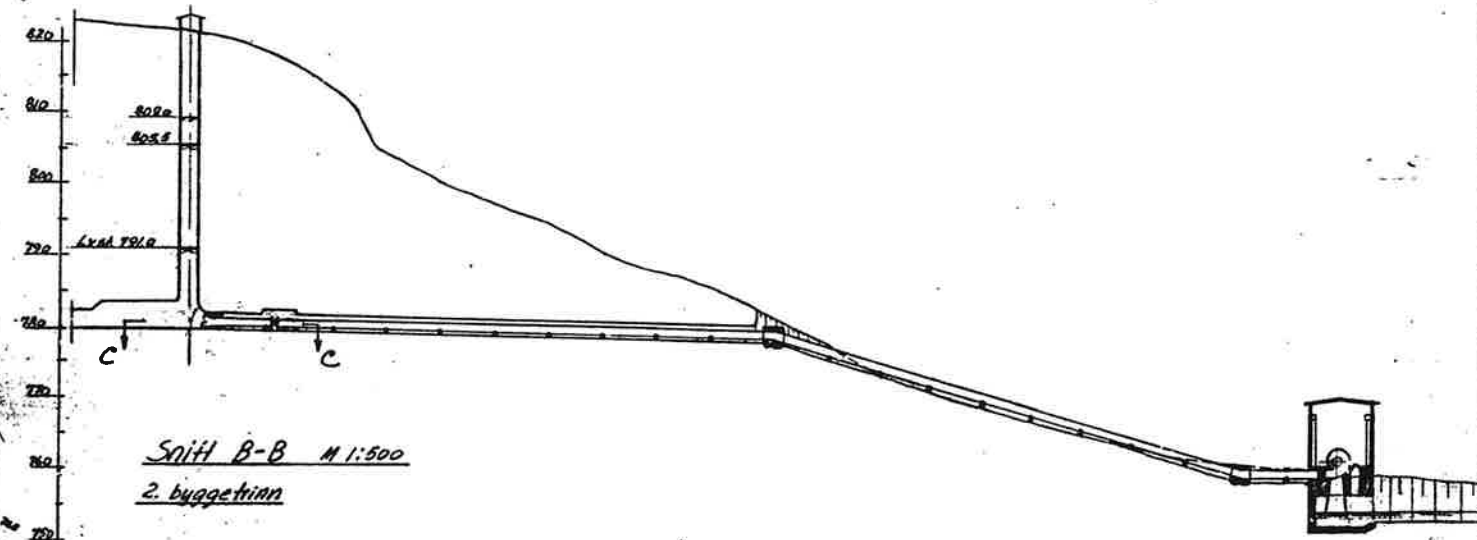
Vedlegg 1: Tegninger av eksisterende anlegg



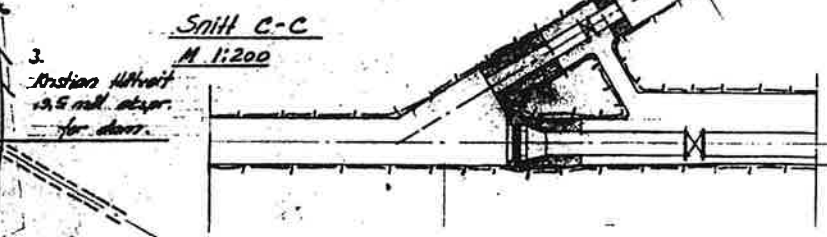
Situasjonsplan M 1:1000



Snitt A-A M 1:500
1. byggetrinn



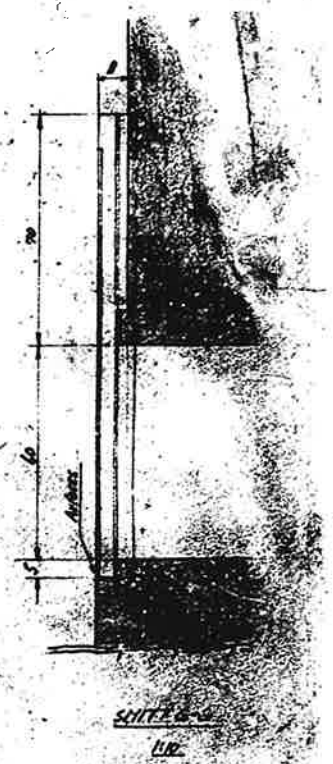
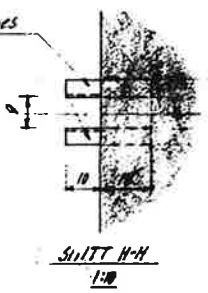
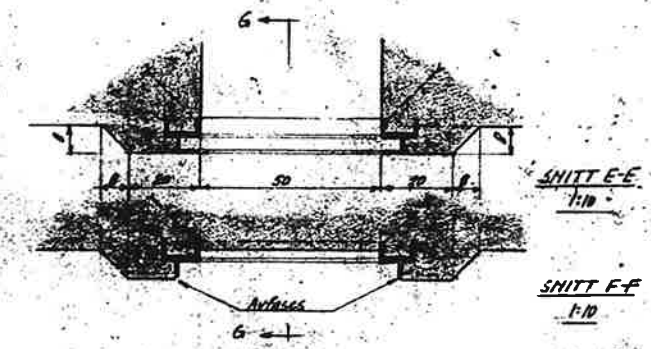
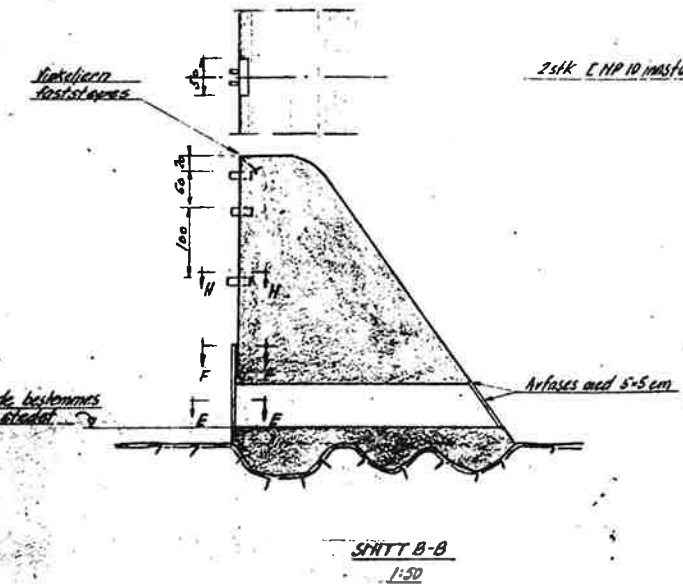
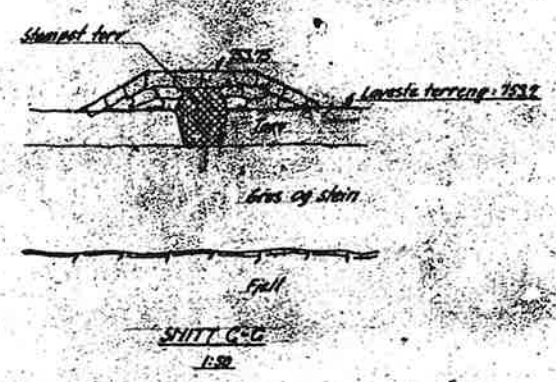
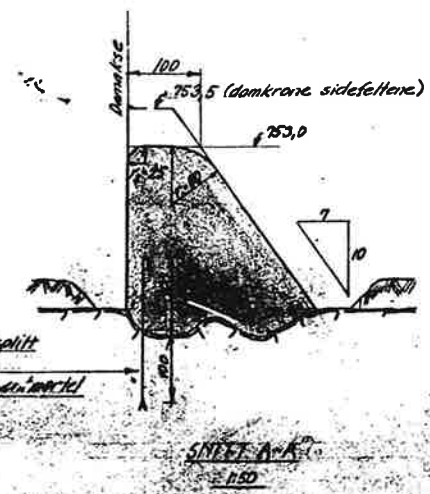
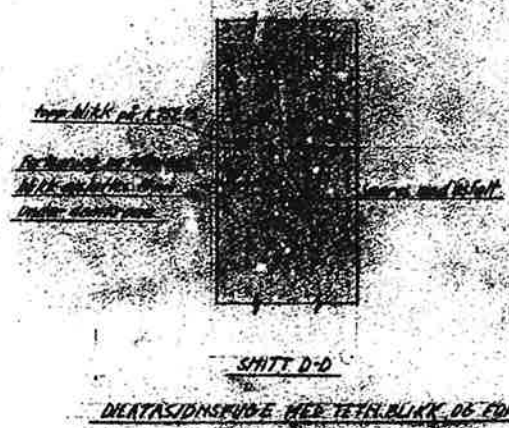
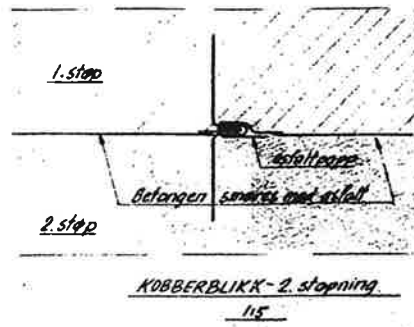
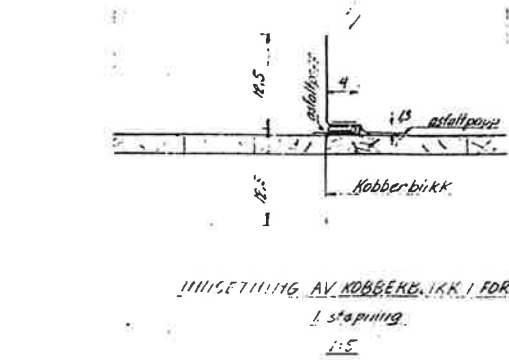
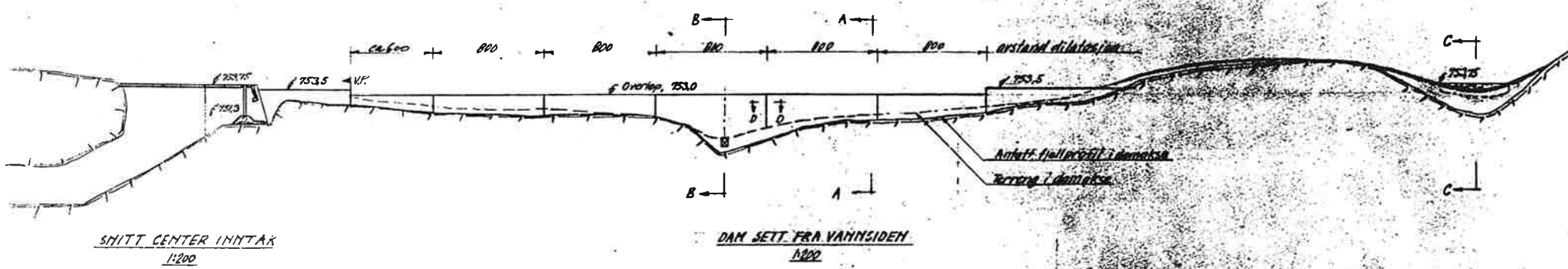
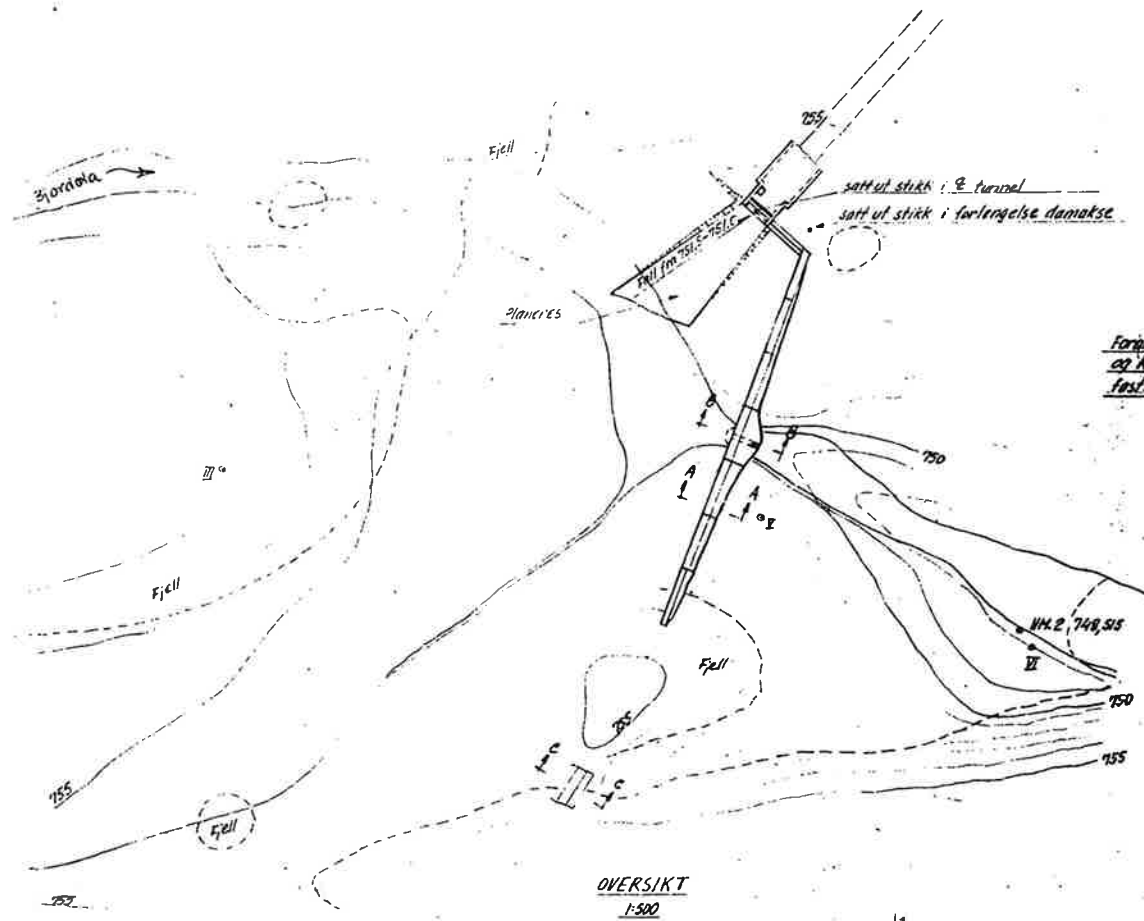
Snitt B-B M 1:500
2. byggetrinn



Snitt C-C M 1:200
3. byggetrinn

Eiendomsgrænser og ekspr. grænser ifølge oppgaver fra Hjørtedalen.

Kartlagt eiendomsgrænse	C	skjema 17
Kartlagt eiendomsgrænse	A	skjema 18
Kartlagt innl. Bjardalen, tilhørt ekspr. grænser etc.	A	skjema 19
Forandringer	Nr.	Dato, sign.
HJARTEDALEN KRAFTVERK	Målestokk	Tegn. nr.
Påslag Bjardalen	1:1000	Trac.
med forslag til kraftlagring	1:500	Kont.
	1:200	Godkj.
INGENIØR A. B. BERDAL	Anl. nr.	Tegn. nr.
- OSLO -	88	4334



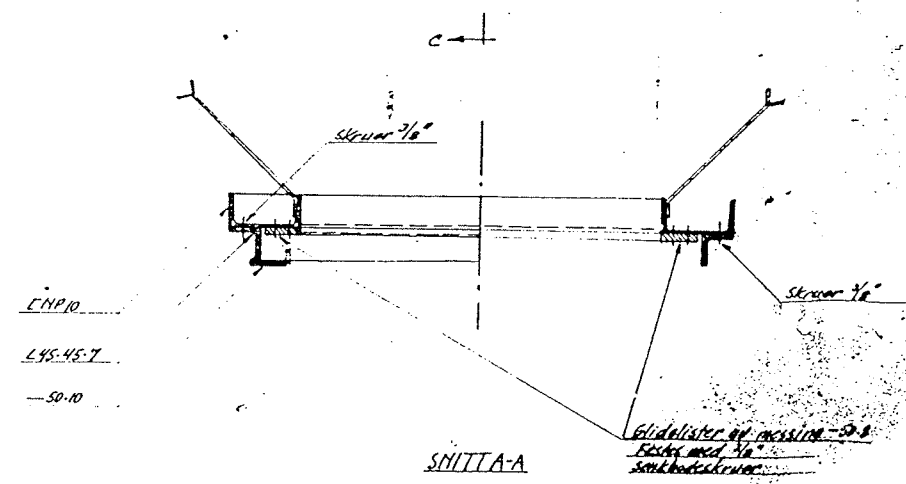
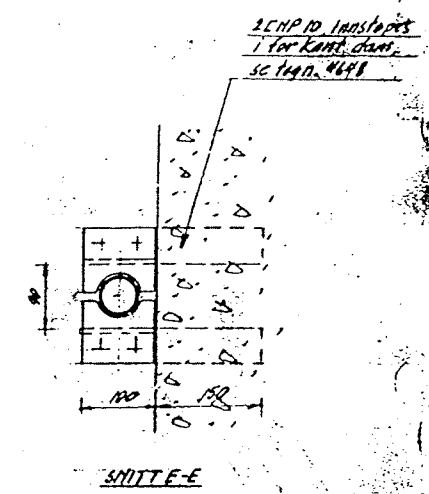
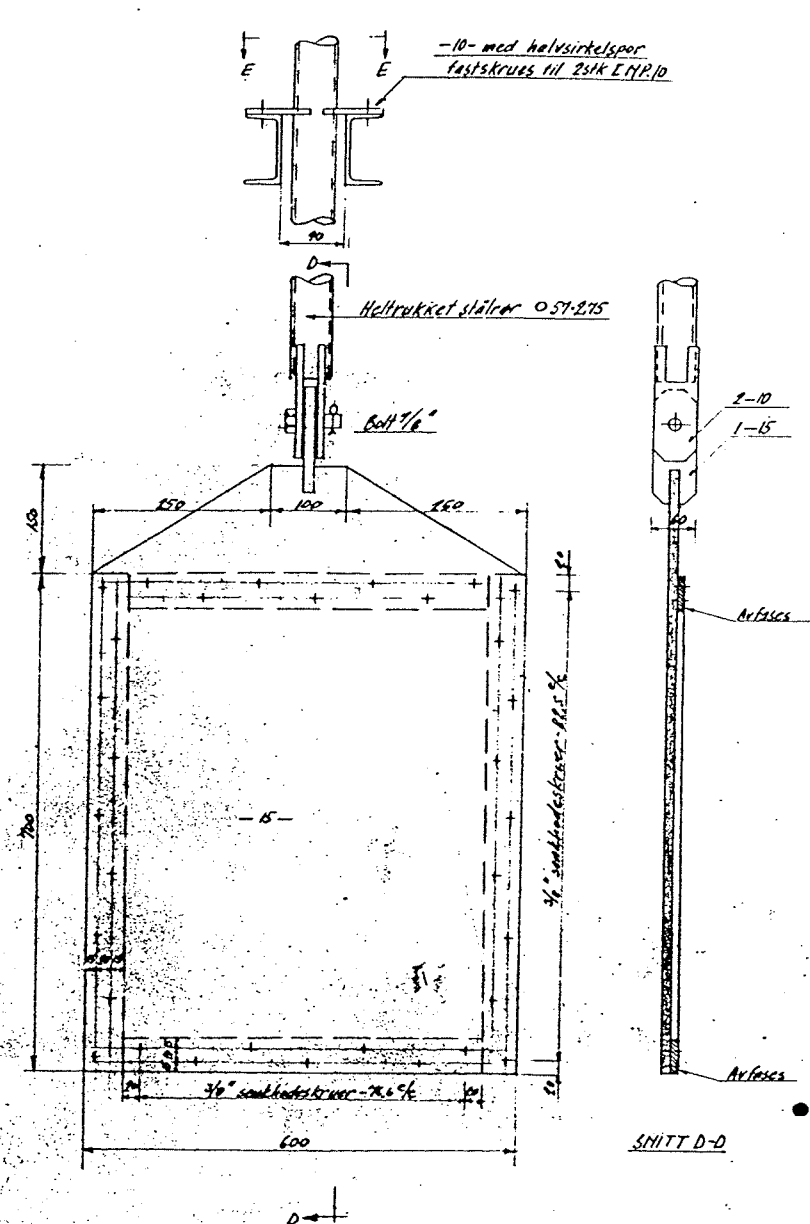
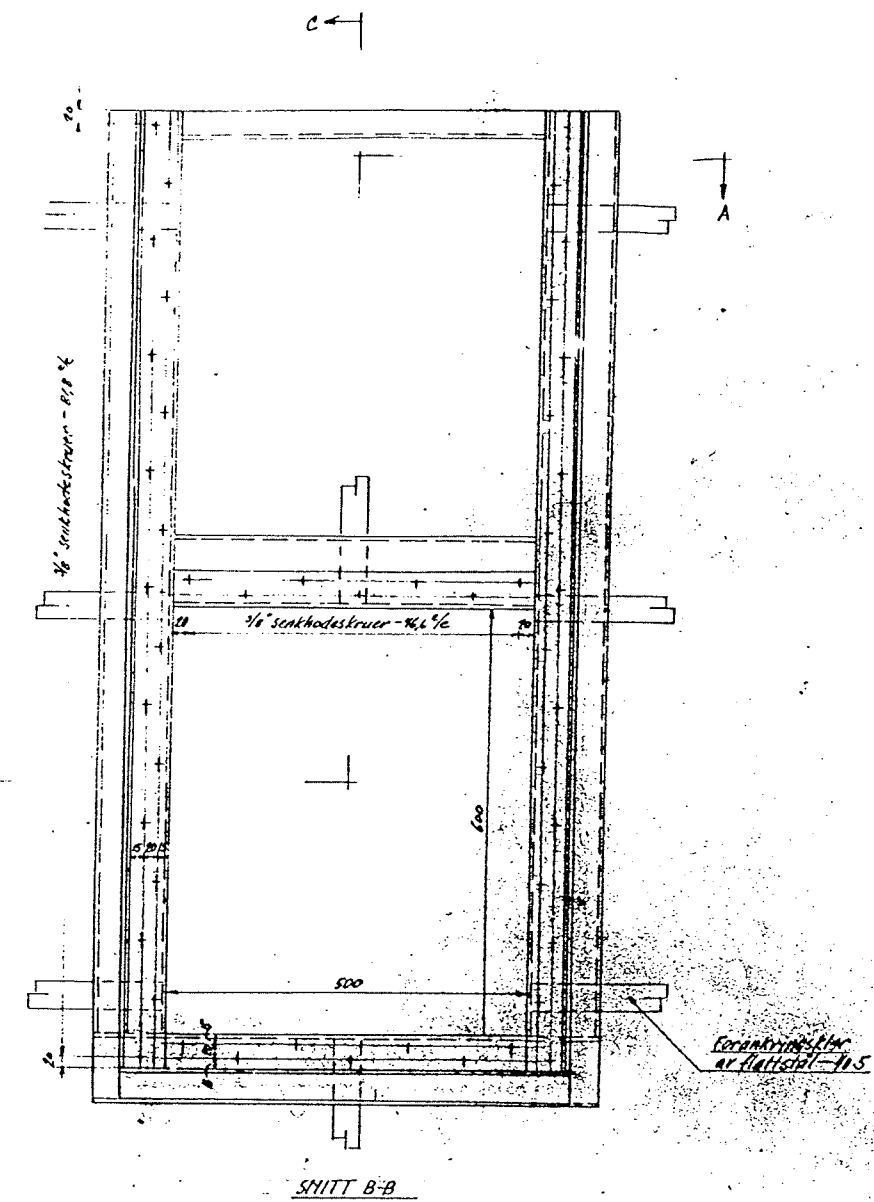
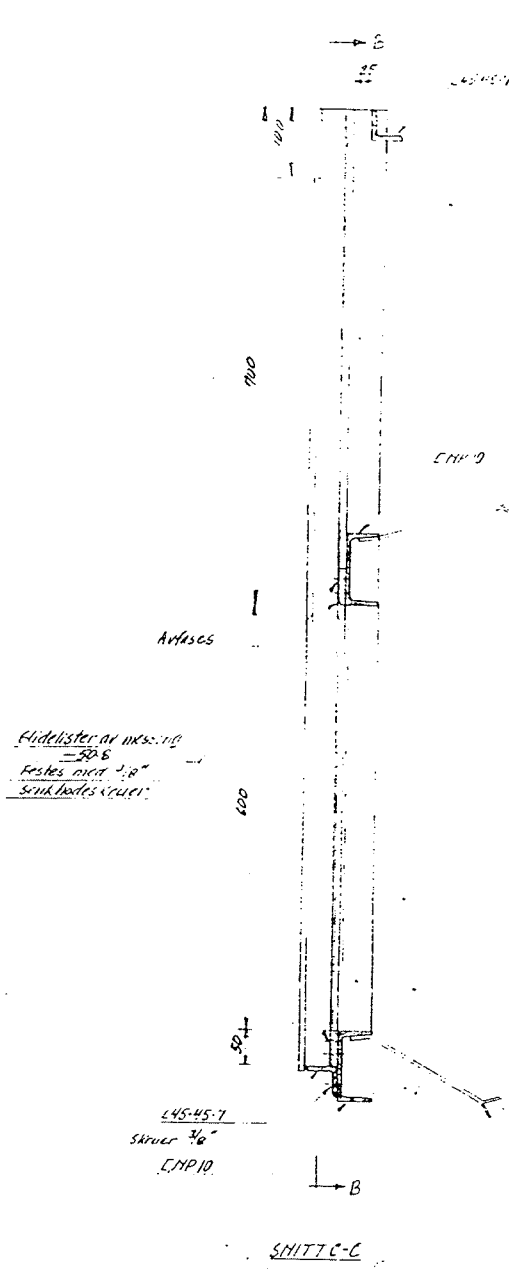
Regninger:

Titel	Tegn. nr.
Oversikt - Forskalling dam	4648
Forskalling og anordning av innløp	4649
Blomstet dam	4650
Utgraving i vannet	4651
Forbening av innløp av innløp	5045
Regning og foring for bjelkestøt	4992

Beløpsskillet A

Heret sidefeltene til K. 753,5	C	1/2-ss a.B.
Tilføyet ventilasjonsåpning	B	1/2-ss a.B.
Diverse forandringer	A	1/2-ss a.B.
Forandringer	Nr.	Dato, sign.
HAARDOLA KRAFTVERK	Målestokk	Tegn. nr.
Dam og innløp Bjordøla	1:500	4648
Oversikt - Forskalling dam	1:500	4648
INGENIØR A. B. BERDAL	Ans. nr.	Tegn. nr.
- OSLO -	88	4648

Sidsefalt massivdam heret		3	96-56 0.0
Effekt dæmning for rust og deleter for rust		A	9/18 0.0
Forandringer		Nr.	Data, sign.
NIARTDOLA KRAFTVERK		Målestok	Tegn.
Dam og innløst Bjørndals		1:50	96-55 0.0
Forseiling og armering av innløst		1:20	Trac.
taket		Kont.	
		Godkj.	
INGENIØR A. B. BERDAL		Ant. nr.	Tegn. nr.
- OSLO -		88	5045



LUKE

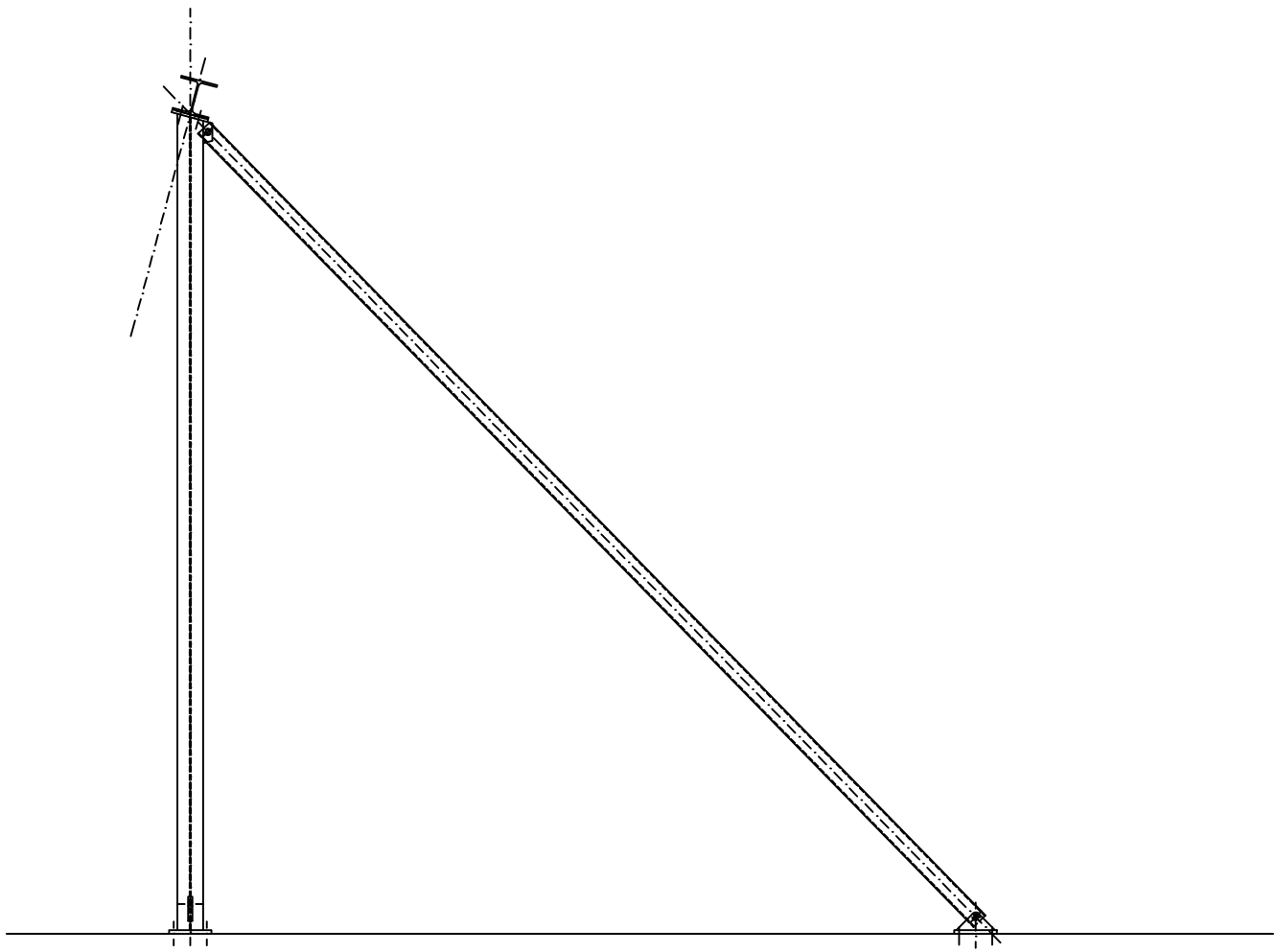
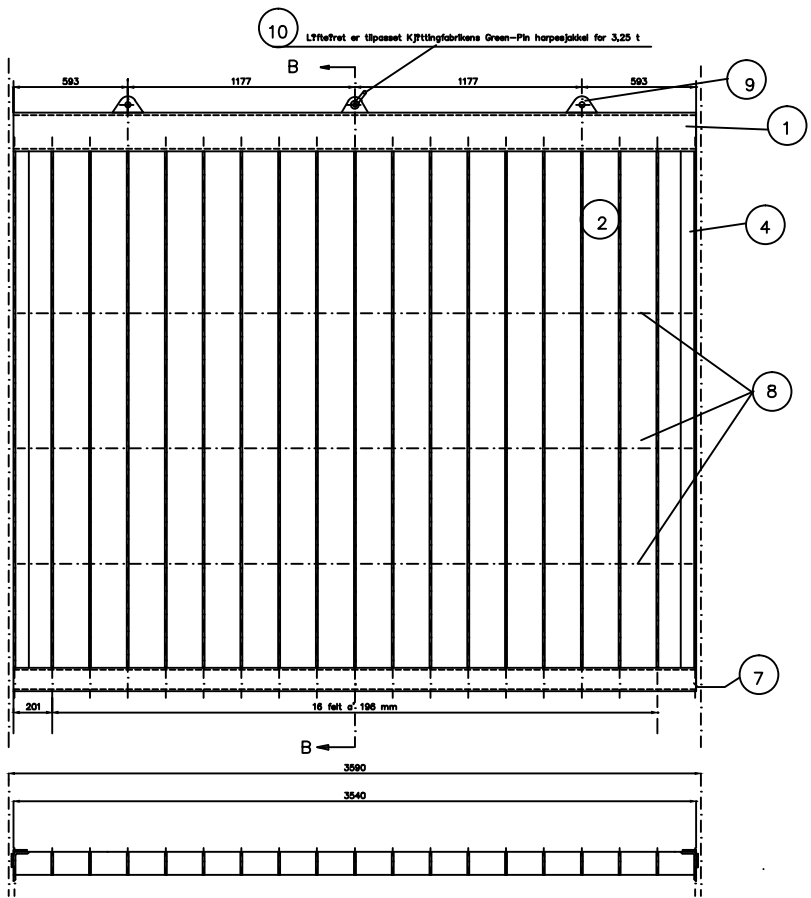
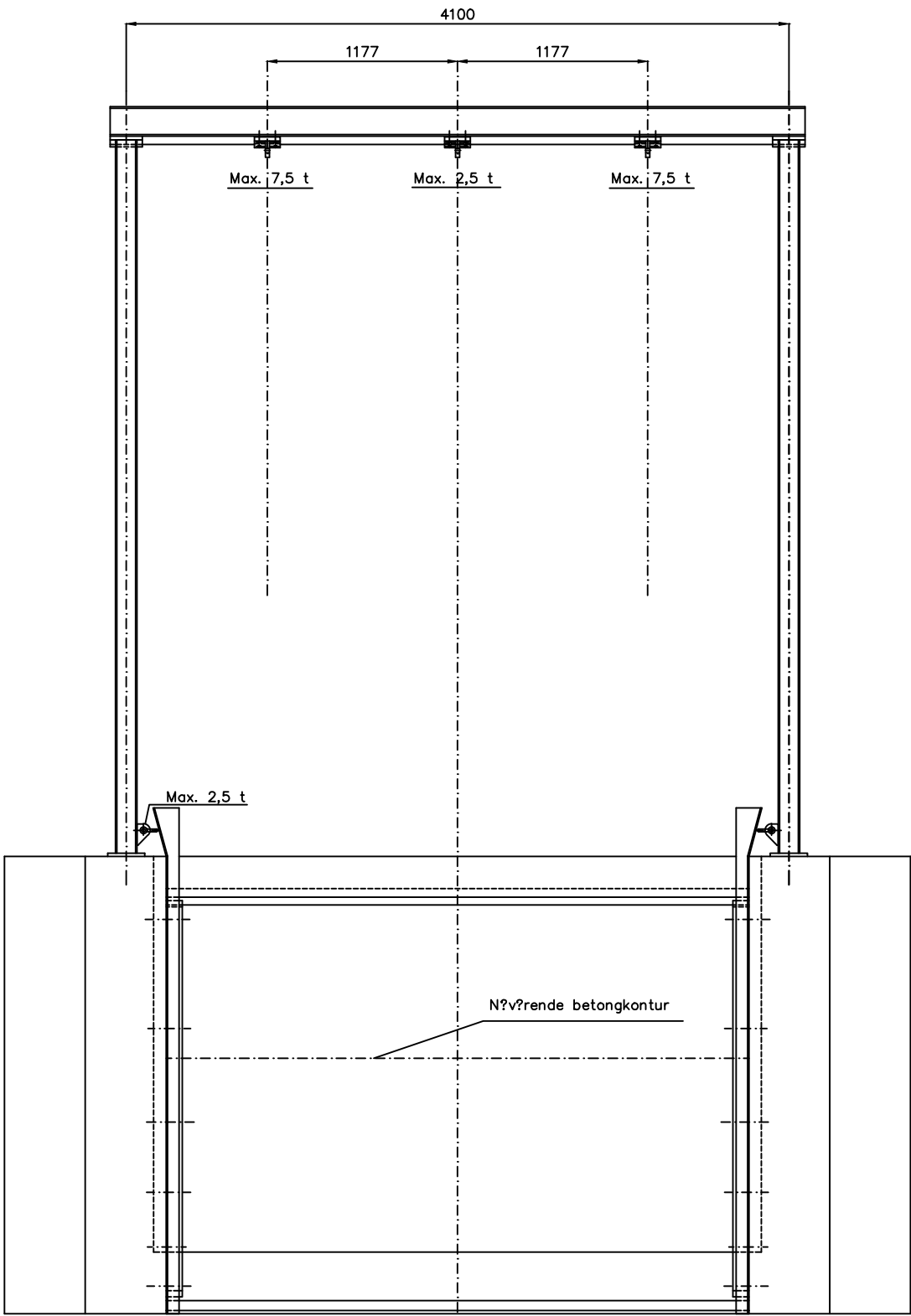
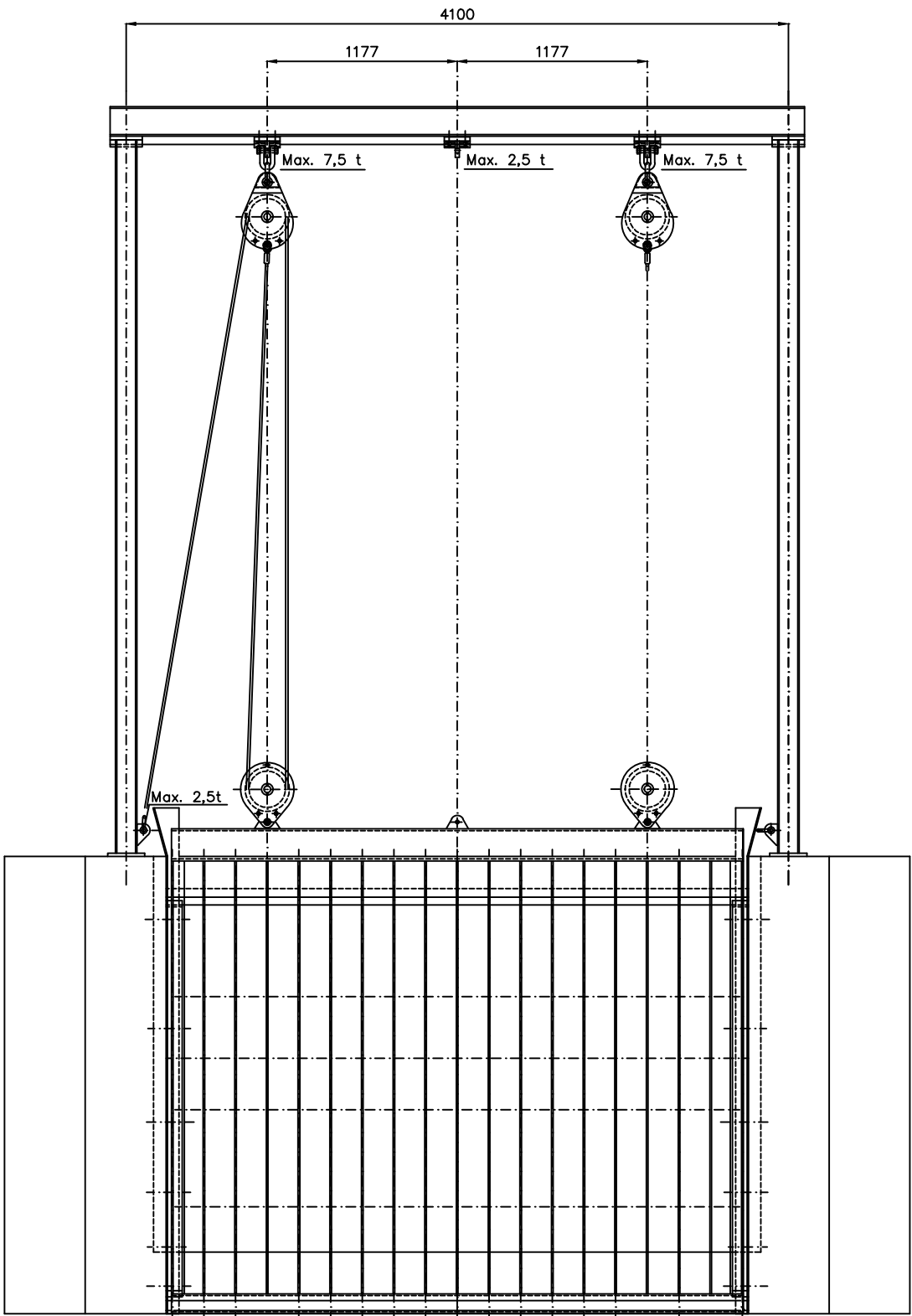
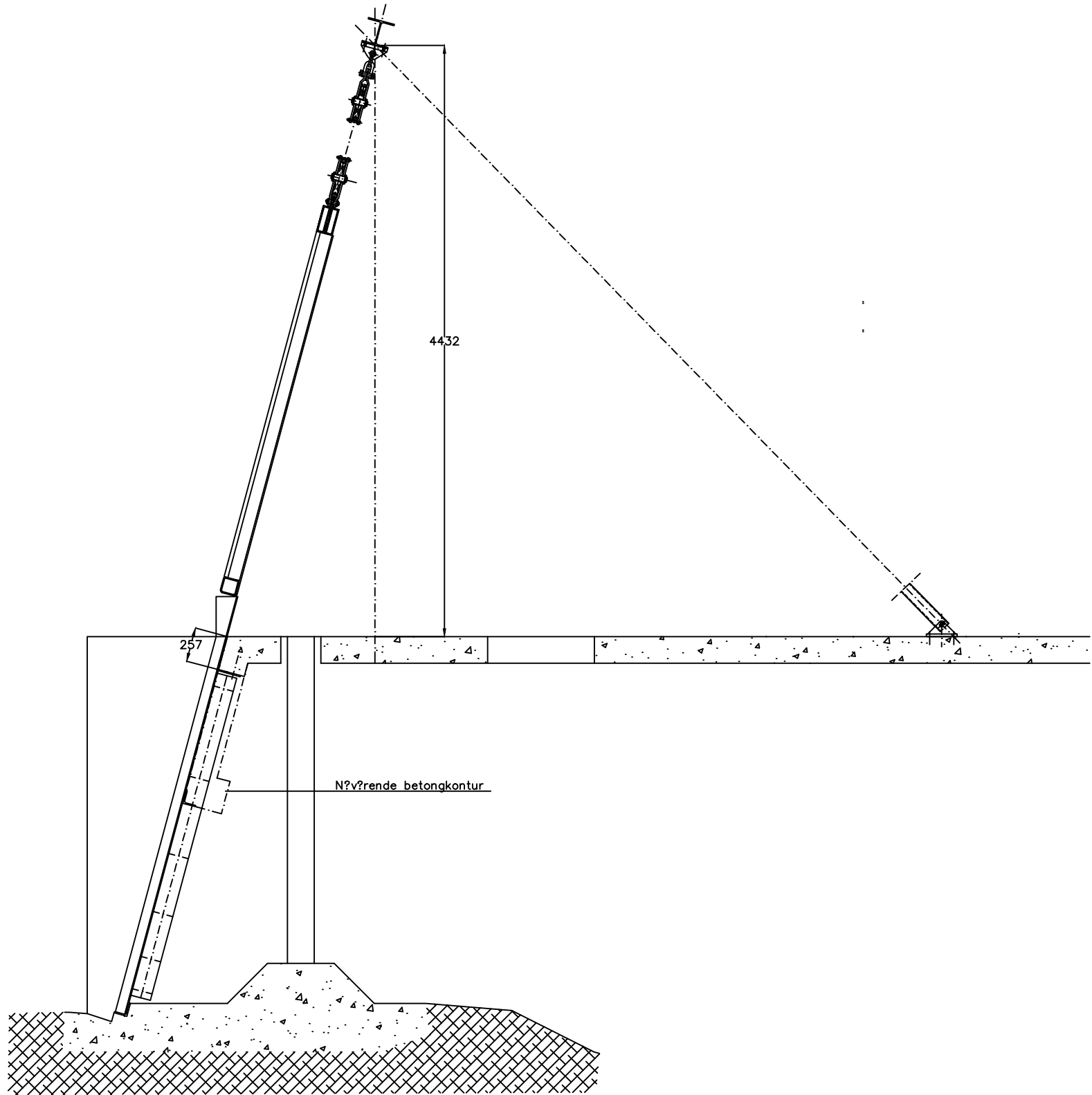
LUKEFØRING

NBS
Det er forbeholdt ingeniør utførelse
for alle skruerforbindelse art
angitt

Hvis innstopping av lukevingene
se tegn. 4648

Forandringer		Nr.	Dato, etc.
HJARTDOLA KRAETVERK Dum og lantak Bjordala Bunnluke i dam	Målestokk	1:5	Tegn. 7/7-53 AB
	Trac.		
	Kont.		
	Godkj.		
INGENIØR A. B. BERDAL — OSLO —		Anl. nr. 88	Tegn. nr. 4650

Forandringar	Hjartd?la kraftverk	Anlegg:		Gruppe nr.:
	Bekkeinntak Bjord?la	M?lestokk	Tegn.: N.E.	7/6-96
	Rist med fot	1:10	Trac.:	
		1:1	Kfr.:	
		A1		
	Skiersfjordens kommunale kraftselskap	Erstatning for:		
		1-20.339		
		Erstattet av:		



Forandringer			
Skiersfjrdens kommune kraftseksjon	Hjertdrt kraftverk		Kategori
	Bygningen bekkemottok		Gruppe m.
	Arbeidsplan		
	1:20		
0-20.013	Kritiskdel		Kategori
	1:20		Gruppe m.
	AO		
	Kritiskdel		

L?ftebukk: 0-20.014
Rist: 1-20.342
Detaljer: 1-20.343
F?ringer: 1-20.341
Blokk: 1-20.344

Vedlegg 2: Bilder av eksisterende anlegg

22.08.2025

Opprettet av: Benjamin Helland

Prosjektnummer: 10247727-R02

Prosjekt: Minstevannføring Bjordøla

Kunde: Skagerak Kraft AS

Prosjektleder: Helga Løset Skodjereite

Vedlegg 2: Bilder

Bekkeinntak Bjordøla 15.05.2025



Figur 1 Inntakskulp sett fra øst ved vannføring 2,5 m³/s. Vannivå 1,15 m under topp terskel.



Figur 2 Bekkeinntak sett fra vest

22.08.2025

Prosjektnummer: 10247727-R02
Prosjekt: Minstevannføring Bjordalen



Figur 3 Inntaksdam sett fra vest



Figur 4 Inntaksdam sett fra oppstrøms side. Bunn tappeluken ca. 3,3 m under topp dam

22.08.2025

Prosjektnummer: 10247727-R02
Prosjekt: Minstevannføring Bjordalen



Figur 5 Bekkeinntak sett fra vest



Figur 6 Bekkeinntak sett fra vest, nedtappet

22.08.2025

Prosjektnummer: 10247727-R02
Prosjekt: Minstevannføring Bjordalen



Figur 7 Nedstrøms side av tappeluken ved delvis åpning, sett fra øst



Figur 8 Nedstrøms side av tappeluken, sett fra vest

22.08.2025

Prosjektnummer: 10247727-R02
Prosjekt: Minstevannføring Bjordalen



Figur 9 Tappeluke sett fra nedstrøms side



Figur 10 Inntakskulpen. Bak i bildet (høyre) ser man tilløpet fra elva Bjordøla. Til venstre er avløpet fra Bjordalen kraftverk som renner inn i inntakskulpen.

22.08.2025

Prosjektnummer: 10247727-R02
Prosjekt: Minstevannføring Bjordalen

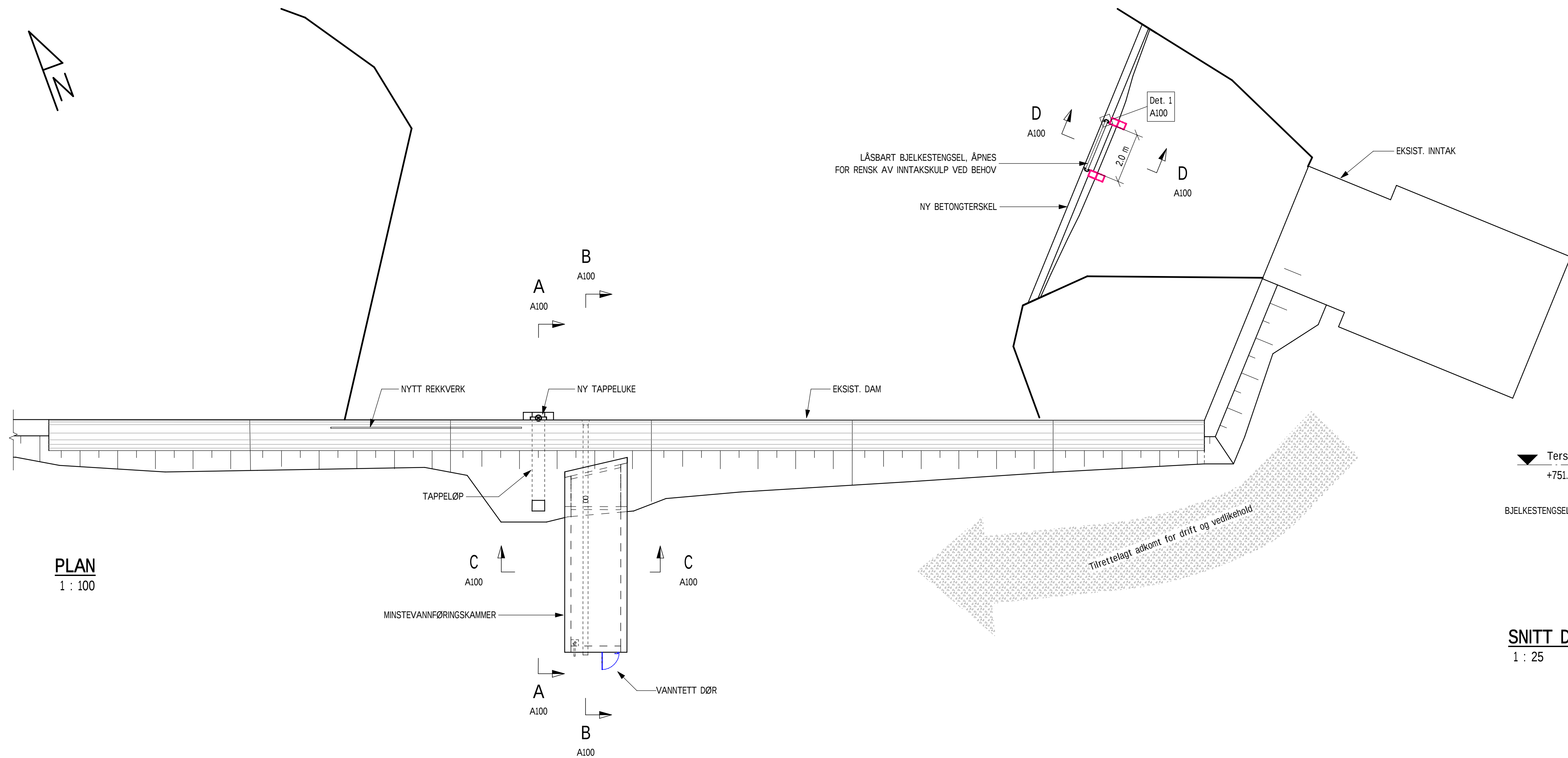


Figur 11 Inntakskulpen sett fra øst, nedtappet på lav vannstand

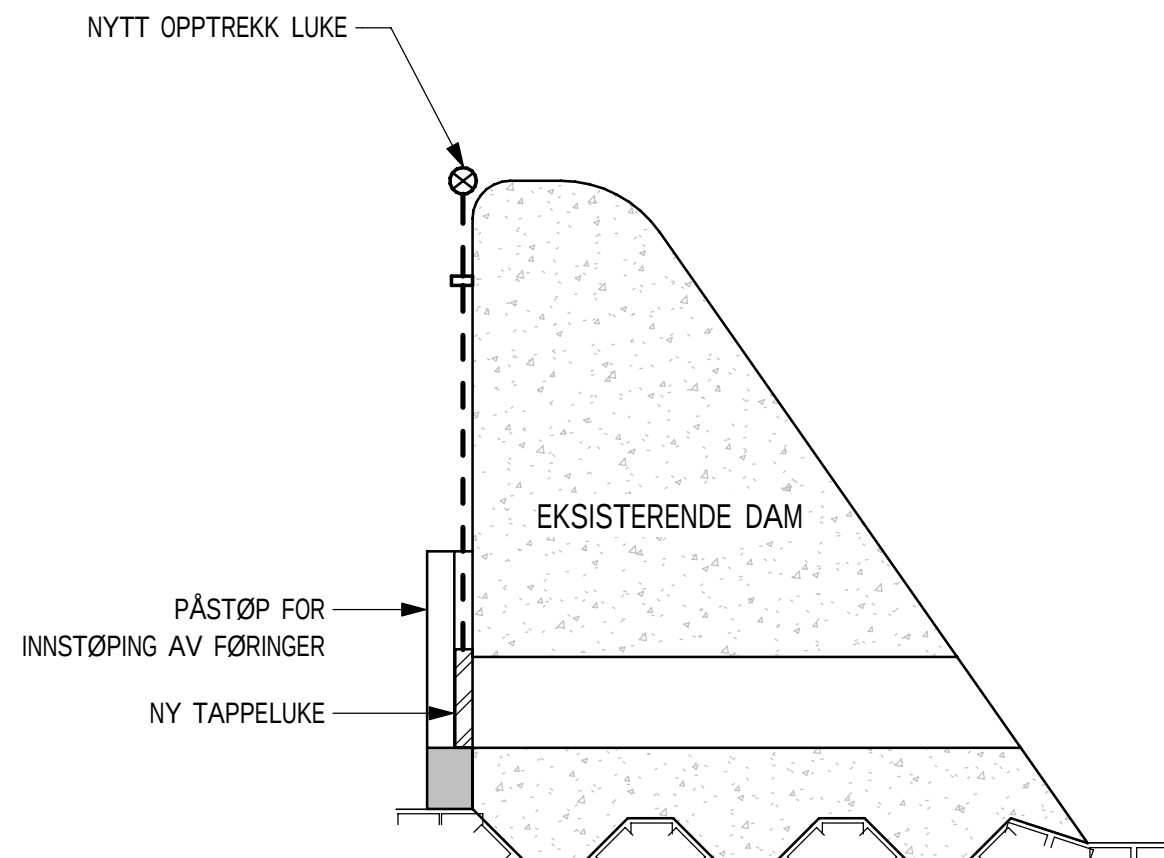


Figur 12 Utløp fra Bjordalen kraftstasjon ved lav vannstand.

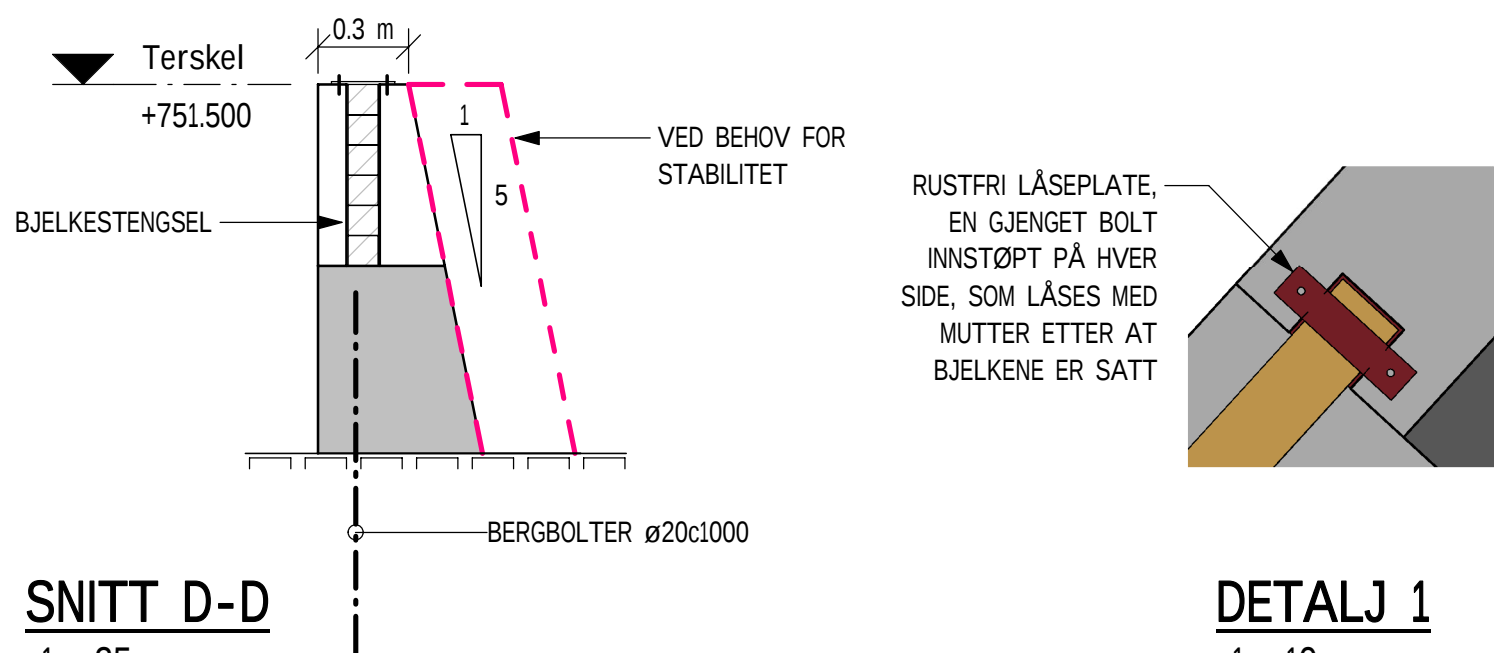
Vedlegg 3: Tegninger nytt minstevannføringsarrangement Bjordøla



PLAN
1 : 100

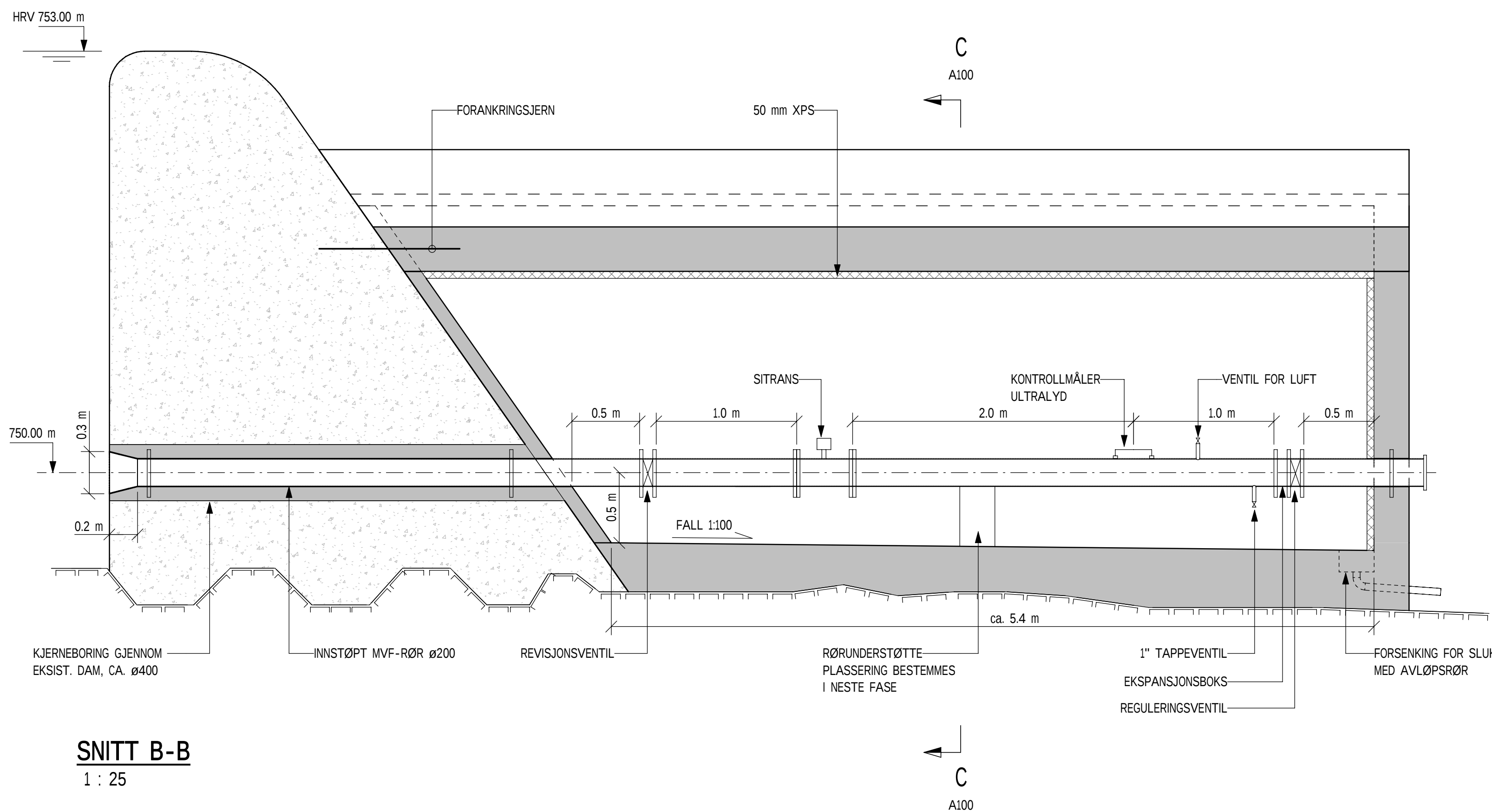


SNITT A-A
1 : 50

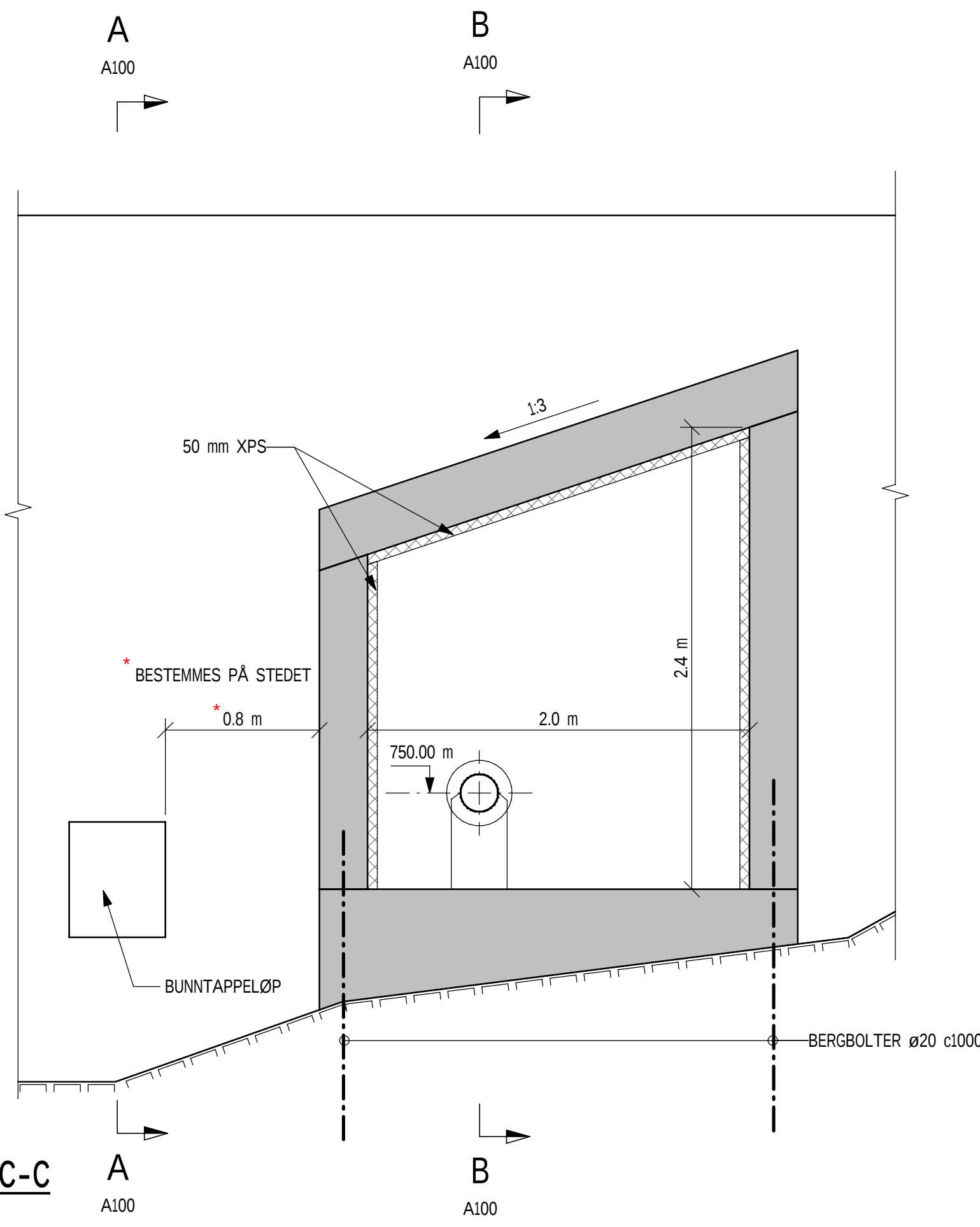


SNITT D-D
1 : 25

DETALJ 1
1 : 10



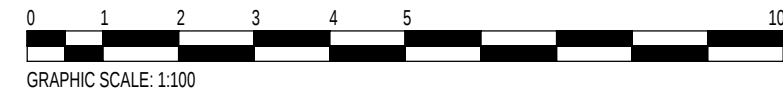
SNITT B-B
1 : 25



SNITT C-C
1 : 25

Tegningsstittel: BJORDØLA	Tegningsstatus: PLANFASE
Dokumentnummer:	10247727 -B -A100 -B -00

ANMERKNINGER:
Koordinatsystem UTM 32, Høydesystem NN2000



00	PLANFASE	NOOLGA	NOTJUG	19.12.2025
Rev	Endring	Utf.	Kontr.	Dato
Oppdragsgiver SKAGERAK KRAFT AS		Målestokk Som vist		
Tittel MINSTEVAANFØRING HJARTDØLA		Format A1		
BJORDØLA		Sweco oppdragsleder Helga Løset Skodjereite		
PLAN OG SNITT		Sweco oppdragsnr. 10247727		
ARRANGEMENTSTEGNING		Tegningsstatus PLANFASE		
Fagdisiplin B		Tegningsnummer (bygg-et-fag-syst-type-løpenr) A100		Status B
				Rev. 00

Prosjektadresse: Prosjektadresse

Vedlegg 4: Beregninger

Vedlegg 4.1: Tappekapasitet rør for minstevannføring

Kapasitet minstevannføringsrør Bjordøla

Prosjekt	Prosjektnummer	Kunde	Prosjektleder	Dato
Minstevannføring Hjørdøla	10247727	Skagerak Energi AS	Jørgen Larsen	
Utarbeidet av	Dato	Kontrollert av	Dato	Dokumentnummer
Per Erik Nevjen	12.12.2025			Version

Bjordøla, minstevannføring

Drivende trykk, min H 1,5 mVs

Vannføring, krav Q 0,07 m3/s

Valgt dimensjon

Diameter D 0,2 m

Lengde av rør L 9 m

Hastighet ref. krav vk 2,23 m/s

Mellomregning rørfriksjon

Reynoldstall Re 4,46E+05

Ruhet, stål k 0,025 mm

Relativ ruhet 1,25E-04

Avlest Lam 0,015

Kontroll Lam iht. formel:

Asymptote 0,0125

Eksakt 0,0149

=>Falltapsfaktor, rør xr 0,675

Falltapsfaktor innløp xi 0,5

Falltapsfaktor ventiler xv 0,2

Falltapsfaktor utløp xu 1

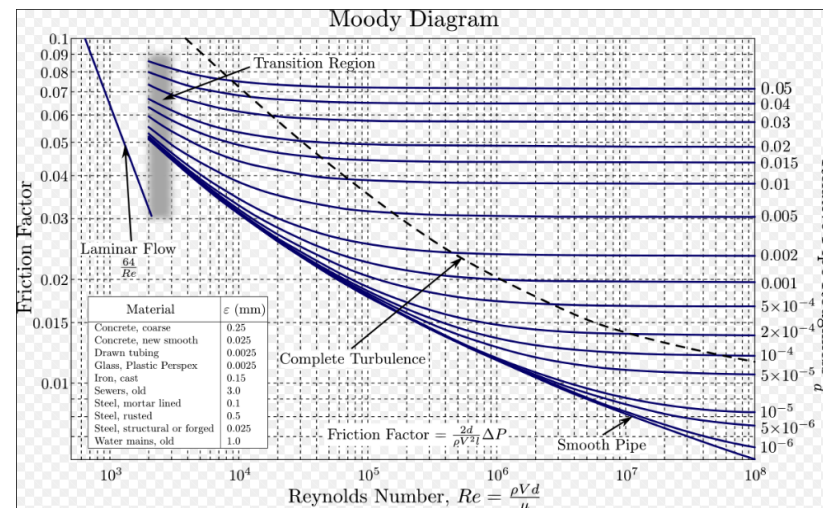
Total falltapsfaktor xtot 2,375

Hastighet v 3,52 m/s

Vannføring Q 0,11 m3/s

Falltapskator som gir vk 5,927805 , dvs. man kan strupe ned betydelig med hovedventil

- Fra inntak Bjordøla skal det slippes minimum 0,070 m³/s i tiden 1.5 - 30.9 og minimum 0,040 m³/s resten av året.



Sjekk for mindre rørdimensjon

Rørdimensjon DM 0,15 m

Hastighet ref. krav vk 3,96 m/s

Rørfriksjon noe endret, asymptote 0,013229 ; ubetydelig

Samme xtot gir samme hastighet
Vannføring ved DM 0,062 m³/s => For lavt

Vedlegg 4.2: Notat tappekapasitet

Bjorhyl minstevannføring, kapasitetsberegning for valgt løsning

Kravet til minstevannføring sommerstid er størst; $Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$.

Valgt rørdimensjon for arrangementet er $D = 0,2 \text{ m}$. Total lengde av arrangementet er $L = 9 \text{ m}$.

Kravet gir en midlere hastighet i røret: $v_k = Q/(\pi/4 \cdot D^2) = 2,2 \text{ m/s}$

Det drivende trykket for minstevannføringssystemet er $\Delta H = 1,5 \text{ mVs}$.

Kapasiteten vil være gitt av falltapet i systemet fra innløp til avløp. Med de ulike deltapsfaktorene benevnt ξ gir dette:

$$1) \Delta H = \sum \xi \times v^2 / 2g$$

v_k er her den høyest mulige hastigheten man kan få i systemet med de gitt forholdene og hovedventilen helt åpen.

For det valgte systemet har vi følgende deltap:

Type tap	Benyttet verdi for ξ	Kommentar
Innløp	0,5	På sikker side. Det er her valgt traktformet innløp som egentlig gir en betydelig lavere verdi.
Revisjonsventil	0,1	På sikker side. Skyvespjeldventil med små spalter.
Hovedventil	0,1	På sikker side. Helt åpen ventil. Skyvespjeldventil med små spalter.
Rørfriksjonstap	0,68	Basert på falltapsfaktor $\xi = \lambda \times L/D$. λ er avlest fra Moodys diagram til å være 0,015 for $Re = 4,5 \times 10^5$, som v_k gir.
Utløpstap	1,0	Hele hastighetshøyden går tapt.
Totalt, $\sum \xi$	2,38	

Med formel 1) løst på hastighet v , og øvrige verdier satt inn i formelen gir dette:

$$v = (2 \times g \times \Delta H / \sum \xi)^{0,5} = (2 \times 9,81 \times 1,5 / 2,38)^{0,5} = 3,5 \text{ m/s} > v_k = 2,2 \text{ m/s}$$

Kapasiteten for systemet blir av dette:

$$Q = v \times \pi/4 \cdot D^2 = 0,111 \text{ m}^3/\text{s}; \text{ dvs. ca. 50\% høyere enn kravet}$$

For alle tapsfaktorer er det tatt godt i. Dette er dessuten et rettstrekk hvor feilmarginer ved eventuelle uteglemte falltapselementer er liten. Den verdien av total falltapsfaktor som gir kravet; $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$ er $\sum \xi = 5,9$. Dette betyr at man kan strupe ned betydelig med hovedventilen.

Vedlegg 4.3: Dimensjonering av målekniv

Dimensjonering av måleprofil Minstevannføring Hjørdøla

Bjørdøla	m ³ /s	l/s
Krav sommer	0,07	70
Krav vinter	0,04	40
Heiåi	m ³ /s	l/s
Krav hele året	0,05	50

h (cm)	Q (l/s)
1	0,0
2	0,1
3	0,2
4	0,4
5	0,8
6	1,2
7	1,8
8	2,5
9	3,3
10	4,3
11	5,5
12	6,8
13	8,3
14	10,0
15	11,9
16	13,9
17	16,2
18	18,7
19	21,4
20	24,3
21	27,5
22	30,9
23	34,5
24	38,4
25	42,5
26	46,9
27	51,5
28	56,4
29	61,6
30	67,0
31	72,8
32	78,8
33	85,1
34	91,7
35	98,6

Bjørdøla vinter

Heiåi hele året

Bjørdøla sommer

