



BERGEN KOMMUNE

Osavatn og Espeland kraftverk i vannverk

Sluttrapport

2012-12-20 Oppdragsnr.: 5103771



Dokumentasjon i henhold til:

NVEs Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg

Kapittel 6. Bygging og idriftsettelse

§ 6-1 Bygging

0	18.01.2013	Basisversjon	HON <i>[Signature]</i>	CM <i>[Signature]</i>	HON <i>[Signature]</i>
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Innhold

1	Orientering	5
1.1	Anleggs- og aggregatdata	6
1.1.1	Osavatn kraftverk	6
1.1.2	Espeland kraftverk	6
2	Grunnlag	7
3	Organisasjon, kontroll og byggeledelse	8
4	Gjennomførte tiltak	9
4.1	Osavatn	9
4.2	Espeland	10
5	Igangkjøring	13
6	Vedlegg	14

Sammendrag

Osavatn silhall og Espeland vannbehandlingsanlegg eies av Bergen kommune og ligger i Indre Arna utenfor Bergen. Anleggene inngår i Gullfjellet vannverk, med inntak i Svartavatnet og med silhallen og vannbehandlingsanlegget liggende i serie etter hverandre.

Byggherren Bergen kommune har nå installert vannkraftaggregater med merkeeffekt på henholdsvis 0,6 MVA og 1,0 MVA, i parallell med eksisterende trykkreduksjonsventiler i Osavatn silhall og Espeland vannbehandlingsanlegg. I denne forbindelse er det også installert nye stengeorganer samt kortere partier med trykkrør i nedre del av hver av aggregatenes vannveier.

Når byggearbeidet er gjennomført, skal byggherren jf. OED's Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg, «Damsikkerhetsforskriften», Kapittel 6. Bygging og Idriftsettelse, § 6-1 Bygging, oppsummere utførte kontroller, målinger og prøver, herunder protokoll fra eventuell idriftsettelse, og en vurdering av resultatene, i en sluttrapport. Sluttrapporten skal også inneholde tegninger som viser endelig utførelse av vassdragsanlegget. Rapporten skal sendes NVE til orientering, senest 6 måneder etter at byggearbeidet er avsluttet.

Norconsult er engasjert av Bergen kommune for å utarbeide sluttrapport for prosjektet Osavatn og Espeland kraftverk i vannverk. Foreliggende rapport utgjør sluttrapport til NVE for dette prosjektet.

1 Orientering

Osavatn silhall og Espeland vannbehandlingsanlegg eies av Bergen kommune og ligger i Indre Arna utenfor Bergen. Anleggene inngår i Gullfjellet vannverk, som har inntak i Svartavatnet og silhallen og vannbehandlingsanlegget liggende i serie etter hverandre nedover. Det er nå installert turbiner i silhallen og vannbehandlingsanlegget, i parallell med dagens trykkreduksjonsventiler. Dette gjør både begge anlegg til kraftverk, med dertil hørende dokumentasjonskrav til NVE for de deler av anleggene som nå omfattes av Damsikkerhetsforskriften, det vil si trykkør og stengeorganer oppstrøms hver av turbinene. Byggearbeidene i forbindelse med kraftverkene ble avsluttet sommeren 2012 med offisiell overtakelse 1. august 2012.

Parallelt med kraftverksprosjektene har det pågått, og pågår fortsatt, to andre prosjekter i Gullfjell-systemet, nemlig «Ny dam Svartavatnet», som består i å øke damhøyden og magasinkapasiteten i Svartavatnet, og «Espeland vbh rørgate fornying», som består i å erstatte den delen av vannveien til Espeland som består av smisveiste stålrør på fundamenter i dagen ned Moldalia, med nye spiralsveiste stålrør på nye fundamenter. Disse to prosjektene behandles for ordens skyld som separate prosjekter, hvert av dem med eget dokumentasjonsregime overfor NVE.

Skisse med oversikt over begge anlegg er vist i Figur 1.



Figur 1: Oversiktsfigur Osavatn og Espeland kraftverk i vannverk (utklipp fra Bergen Kommunes informasjonsbrosjyre)

Norconsult AS har vært engasjert av Bergen kommune med prosjektering, utarbeidelse av dokumenter for gjennomføring av prosjektet, samt byggeledelse og kontrollørarbeid.

1.1 ANLEGG- OG AGGREGATDATA

Hoveddata på anlegg og komponenter er gitt under. Nye komponenter i vannveiene som er blitt installert i og med dette prosjektet, er **uthevet**.

1.1.1 Osavatn kraftverk

Inntak i dam Svartavatnet, som i dag er klassifisert i bruddkonsekvensklasse 3. Når ny dam er ferdig påbygget i 2013 vil den havne i bruddkonsekvensklasse 4.

Vannveien til Osavatn er

- HRV i Svartavatn kt 393 (kt 408 når ny dam er ferdig i 2013)
- LRV i Svartavatn kt 381
- Vannvei fra inntak:
 - 290 m PE-rør DN800
 - 1570 m GRP-rør DN700, PN10
 - **20 m rustfritt stålrør DN600**
 - **8 m stålrør DN600**
- **Stengeventil** **Spjeldventil DN600 PN16, med fallodd**
- **Turbin:**
 - Fabrikat: Energi Teknikk, Vertikal pelton med 6 dyser
 - Nominell fullastytelse 604 kW
 - Nominell fallhøyde 90 mVS
 - Max slukeevne 0,777 m³/s
 - Turtall 500 o/min
- Undervannskote i Osavatn-tunnelen ca. kt 308.3 (max), vanligvis ca. kt 307

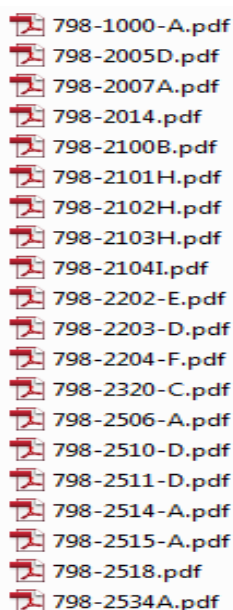
1.1.2 Espeland kraftverk

- HRV i Osavatn-tunnelen kt 308,3
- LRV i Osavatn-tunnelen ikke relevant
- Vannvei fra inntak:
 - 1880 m tunnel A=4 m²
 - 275 m stålrør DN900 (under utskiftning til nytt DN800 stålrør i 2013)
 - 120 m stålrør DN800 (under utskiftning til DN800 stålrør i 2013)
 - 515 m GRP-rør DN800
 - 33 m rustfritt stålrør DN700
 - **10 m stålrør DN600**
- **Stengeventil** **Spjeldventil DN600 PN25, med fallodd**
- **Turbin:**
 - Fabrikat: EnergiTeknikk, Vertikal pelton med 5 dyser
 - Nominell fullastytelse 965 kW
 - Nominell fallhøyde 145 mVS
 - Max slukeevne 0,777 m³/s
 - Turtall 750 o/min
- Undervannskote i avløpskum under turbin ca. kt 156,5-157,5 avhengig av last

2 Grunnlag

Ved utbygging av Osavatn og Espeland kraftverk i vannverk danner blant annet følgende dokumenter grunnlag for de gjennomførte arbeidene:

- NVE « Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg»
- NVE «Retningslinjer for stenge- og tappeorganer, rør og tverrslagsporter» 1-2011
- Rapport: «Bergen kommune. Vannkraft i Vannverk. Osavatnet-Espeland-Sedalen.» Forprosjekt 28.07.2005. BKK Rådgivning AS
- Brev fra NVE til Bergen Kommune: Vedtak om ikke konsesjonsplikt, datert 19042010
- Konkurransesgrunnlag vedrørende utførelse av anleggsarbeider i forbindelse med montasje av kraftturbiner i fjellhall Osa og i separat bygg ved Espeland vannbehandlingsanlegg, datert 25.05.2010.
- Kontrakt mellom Bergen kommune og entreprenør Hylland AS, basert på konkurransegrunnlaget og revidert tilbud på Hylland AS, juni 2010
- Kontrakt: «Avtaledokument Osavatn», mellom Bergen kommune og leverandør av elektromekanisk utstyr; Energi Teknikk AS, desember 2010
- Kontrakt: «Avtaledokument Espeland», mellom Bergen kommune og leverandør av elektromekanisk utstyr; Energi Teknikk AS, desember 2010
- Referansetegninger, hovedsakelig fra Bjarne Instanes AS (ikke uttømmende liste)



- Brev fra BKK Nett til Bergen kommune datert 26.05.2012: Nettilknytning for småkraftverk på Espeland og ved Osavatn i Bergen kommune

3 Organisasjon, kontroll og byggeledelse

Byggherre for prosjektene har vært Bergen kommune. Kommunens prosjektleder for gjennomføring av arbeidene var Asle Aasen til å begynne med, og Arne Halvorsen fra ca mai 2011. Halvorsen er også VTA for anleggene.

Norconsult AS (NO) var engasjert av Bergen kommune med prosjektering, utarbeidelse av dokumenter for gjennomføring av prosjektet, samt byggeledelse og kontrollørarbeid. Rollen som byggherrens ansvarlige ble innehatt av Trond Helge Hanssen. Hanssen var også byggeleder i prosjektet. Teknisk kontrollør for arbeidene var Karl André Bakke.

Norconsults prosjektleder var Hans Olav Nyland, som også var fagansvarlig og utførende på maskinteknikk. Norconsults fagansvarlige på bygg var Christian Mastrup, mens Karl André Bakke var byggeteknisk prosjekterende. Anders Lingaas var fagansvarlig på elektroteknikk. Ytterligere ressurser ble hentet inn internt i Norconsult ved behov; som Rolf Holmøy innenfor transformator og nettilkobling, Lars G Aasprong på VVS og Frank Mikkelsen innenfor brann og sikkerhet.

Fagansvarlig overfor NVE har vært Hans Olav Nyland (godkjent fagområde III, alle klasser).

Leverandør av elektromekanisk utstyr har vært Energi Teknikk AS (ET). Kontrakt med Bergen kommune ble inngått i desember 2010. ET's prosjektleder var Rune Dyrkolbotn. Underleverandør av rør var Hordaland Rørteknikk (HRT) ved prosjektleder Arild Mjelstad. HRT's underleverandør av sveisetjenester var Bergen Group (BG).

Byggentreprenør var Hylland AS. Kontrakt med Bergen kommune ble inngått i juli 2011. Prosjektleder for Hylland AS var Geir Arne Hylland og anleggsleder var Kjell Trengereid/Fredrik Årvåg.

Under hele utførelsesperioden har det generelt vært lett og god kommunikasjon mellom de ulike parter, også internt i Norconsult til tross for at Hanssen og Bakke til daglig arbeider ved Norconsults Bergenskontor, mens Mastrup og Nyland sitter ved hovedkontoret i Sandvika. Byggemøtene som har vært avholdt på anlegget annenhver uke gjennom prosjektet har vært en god arena til å bringe opp spørsmål og uklarheter, som så er blitt diskutert over telefon og email, og løst. Uforutsette hendelser og problemstillinger som har dukket opp underveis utenom byggemøtene, har også blitt tatt opp raskt og løst.

4 Gjennomførte tiltak

Under følger en kort oppsummering av arbeidet som er utført på begge anlegg. Særlige utfordringer som ble påtruffet og hvordan disse ble løst, er nevnt under respektive aktiviteter.

I Vedlegg 1 ligger rapport fra byggeleder og kontrollør, i Vedlegg 2 er det vist bilder fra byggeprosessen, i Vedlegg 3 ligger arbeidstegninger som bygget og i Vedlegg 4 finnes tegninger og dokumentasjon fra leverandør av elektromekanisk utstyr.

4.1 OSAVATN

På Osavatn var det satt av plass inne i eksisterende fjellhall (silanlegg) for ettermontering av turbin.

Uttak av fjell for turbin fundament/basseng:

Inni fjellhallen er det "sprengt" ned i fjell for å etablere fundament og utløpslum i betong under turbinen. Nødvendige tiltak ble iverksatt på grunn av strenge krav til rystelser for å unngå skade på eksisterende vannrør og omliggende konstruksjoner.

Rivearbeider:

Det er tatt hull i eksisterende bassengvegg for utløpsvannet. Eksisterende vegg og ny vegg ble støpt avrundet i overkant. Deler av eksisterende betonggulv, acodrain renner og løsmasser er fjernet for å gjøre plass til nye konstruksjoner.

Betongarbeider:

Fundament / undervannskum for turbin plasstøpt i betong fundamentert direkte på fjell. Det ble også boret og gyst fjellbolter for fundament/undervannskum.

Det ble etablert tre nye fundamenter for rør; to stk. mellom Y-kobling og ett ved/rundt Y-kobling.

Stabilitetsmessig var utfordringen her å designe et system som tillot opprinnelig hovedrør å bevege seg aksielt men oppta krefter sideveis fra det nye turbinrøret i forlengelsen av Y-forgreningen. Dette ble løst ved å bygge et sidefundament på den rette delen av Y-forgreningen (på motsatt side av selve forgreningen).

Det er bygget et eget trafobygg i betong ved siden av aggregatet.

Det er bygget et EL-tavlerom, også i betong, overfor trafobygget.

Maskininstallasjoner:

Det er montert en vertikal peltoneturbin med trykkammer hovedstengeventil og laststyring, fra Energi Teknikk, rett oppå betongfundamentet.

Rørarbeider:

På eksisterende hovedledning var det allerede montert en Y-kobling med tanke på et framtidig aggregat. Før prosjektet startet var denne blendet. Nytt innløpsrør ble koblet til denne og videre til turbin. Nedstrøms Y-kobling (og oppstrøms turbinen) ble det montert en ventil og en demontasjeboks.

En stabilitetsmessig utfordring her var at ettersom Y-forgrening og turbin er fastholdt aksielt langs turbininnløpsrørets akse, må aksial vandring ved temperaturutvidelse av det nye turbinrøret tillates mellom disse to punktene. Dette ble løst ved å introdusere en ekspansjonsmulighet mellom turbin og hovedstengeventil i form av en Straub Flex-kobling. Samtidig måtte dette røret i størst mulig grad hindres å bevege seg sideveis, da Straub'en ikke tar opp sideveis krefter. For å oppnå dette ble det designet et spesialfundament for hovedstengeventilen, som besto av en glideplate med støtte på hver side, men åpen i aksial retning.

Dessuten ble 2 stk siler (både på ledningen fra Svartavatnet og på ledningen fra Korlatjørn), med omløpsrør, demontasjebokser og stengeventiler både oppstrøms og nedstrøms for hver av silene fjernet, og erstattet med rette rør i samme materiale, dimensjon og veggtykkelse.

EL-arbeider:

En vertikal generator fra TES er montert oppå turbinen. Ved siden av turbinen er det montert en tørrtrafo (eid av BKK Nett) i trafobygget i betong som ble satt opp ved siden av aggregatet. Det er montert elektrotavle i EL-tavlerommet i betong som ble satt opp overfor trafobygget.

Kabelgate er etablert fra trafo og langs fjellvegg og ut av fjellhallen.

Diverse arbeider:

Det er montert Giertsen duk i tak og på veggene i eksisterende fjellhall (silhall) som ikke hadde dette fra før.

4.2 ESPELAND

Inne i Espeland vannbehandlingsanlegg var det i utgangspunktet tilrettelagt for montasje av et vannkraftaggregat i et eget rom («ventilrom»), men på grunn av plassmangel i det tiltenkte rommet ble det besluttet å etablere et nytt bygg for kraftverket, på baksiden (oversiden) av vannbehandlingsanlegget, heretter kalt «nybygget». Turbinens inn- og utløpsrør går fra «ventilrommet» og ut til nybygget på utsiden av eksisterende bygg, mens utløpsrøret går tilbake igjen ca. 1,5 m lavere.

Fundamentering av nybygget:

Nybygget er bygget i betong og fundamentert til fjell og via underliggende avlastningsplate og veggribber under denne.

Rivearbeider:

Det er tatt hull i vannbehandlingsanleggets eksisterende fasadeelementer for turbinens inn- og utløpsrør, og i eksisterende dekke for avløpsrøret ned mot bassenget. Eksisterende asfalt under nye konstruksjoner er fjernet.

Rørarbeider:

Hovedinnløpsrøret for råvann er et rustfritt DN700-rør som kommer opp gjennom dekket i «ventilrommet». I utgangspunktet gikk dette røret gjennom to 90°-bend i en bue gjennom rommet og ned igjen gjennom en ringstempelventil DN500 som energidreper og vannføringsregulator, og

videre ned i inntaksbassenget gjennom et hull i dekket. Turbinrøret ble koblet på opprinnelig hovedinnløpsrør ved hjelp av en ny forgrening.

Hovedutfordringen her var å designe en forgrening med tilstrekkelig lave spenninger i sveisene. Det var dessuten veldig trangt i området opprinnelig innløpsrørbend og fasadeelement. Løsningen på dette ble at opprinnelig hovedinnløpsrør for råvann ble kappet rett over dekket i «ventilrommet» og litt innpå den horisontale delen, hvor det ble blindet av. Turbinens innløpsrør ble via sveise- og flensforbindelser koblet på stussen over dekket som en forlengelse av hovedinnløpsrøret. Råvannet får etter dette sitt hovedløp mot turbinen, via en ny konus DN700/DN600, en revisjonsventil, et nytt 90°-bend, gjennom fasadeelement og videre mot hovedstengeventil og turbin. Nye rørdeler bortsett fra ventiler er utført i rustfritt stål. Se figur

Oppstrøms hovedstengeventilen er turbinens innløpsrør forankret i betongkloss over gulv i nybygget.

Opprinnelig hovedinnløpsrør med ringstempelventil/energidreper er påkoblet igjen i praksis som omløp for turbinrøret, via et DN400-rør med bend, påsveist rørvegg på nytt turbinrør og på opprinnelig hovedinnløpsrør.

Understøttelse av innløpsrøret er gjort på to punkter; ett innvendig i «ventilrommet» og ett utvendig, ved hjelp av stålstag festet i eksisterende bygg. Fundamentet nærmest nytt bygg er utført med justerbar innfesting på grunn av montasje av rettstrekk rør og for etterjustering ved vertikaldeformasjon som følge av tilleggslast på eksisterende dekker.

Det er montert et utløpsrør i PE100, Dy=1000 mm, fra turbinens undervannskum i nybygget, tilbake parallelt med inntaksrør men vinkles inn i litt før innløpsrøret og gjennom fasadeelement og videre inn i «ventilrom», returrøret går så gjennom eksisterende dekke og ned i vannverkets inntaksbasseng. Retur rør er utført i GRP – glassfiberarmert. Dette røret er understøttet utvendig av ett enkelt støttefundament i betong på mellom eksisterende bygg og nybygget..

Turbinbygg, nybygget:

Nybygget er støpt i plasstøpt betong, Grunnflate bxl= 7x5m. En tofløyet port på nordsiden. Ytterdør på syd side. Innvendig dør. To vinduer på øst siden. Trapp med repos på syd siden med ett mellomrepos. Gulv i nybygget er av plasstøpt betong og har en tilkomstluke øst siden. Kranbjelke i himling for utløfting av generator, Løftekapasitet 10t. Galge på innervegg østside for løfting av skovlhjul. Løftekapasitet 0,5t. Nybygget deles inn i to rom ett for turbin og et for kontroll/tavlerom. Vegger er av plasstøpt betong med malt innside og utside av utlektet 100mm isolasjon med aluminiums-/stålplater. Takkonstruksjonen er vanlig tretak med betongtakstein. Total byggehøyde er ca 7,9m over eksisterende vei.

Maskininstallasjoner:

Det er montert en vertikal peltonturbin med trykkammer, hovedstengeventil og laststyring fra Energi Teknikk, rett oppå betongfundamentet.

EL kabler fra nybygget til traforom i hovedbygget:

Det er etablert en kabelgate fra nybygget og langs eksisterende fasade og gjennom ytterveggen ved dør, deretter gjennom vegger og inn i eksisterende traforom. Kabelgate legges over både inntak og utløpsrør.

Ventilasjon av nybygget:

Det er etablert en ventilasjonskanal fra nybygget og inn til ventilasjonsrommet i eksisterende bygg for å utnytte overskuddsvarme fra generator.

Ventilasjonsrørene er holdt oppe ved hjelp av bærestål festet i eksisterende bygg.

For øvrig er nybygget ventilert med ventilert port og vifte ved dør.

Veien rundt eksisterende bygning:

Plassering av nybygget har gjort det nødvendig å utvide eksisterende vei rundt nybygget på nordsiden, for å opprettholde transportkapasitet til nordsiden av bygget og for å ivareta inn/ut transport av generator. Noe eksisterende fjell er sprengt bort.

5 Igangkjøring

14.-15.03.2012 gjennomførte Norconsult inspeksjon og deltok på deler av igangkjøringsprøvene på Osavatn og Espeland kraftverk i vannverk for Bergen kommune, Vann- og Avløpsetaten. Energi-Teknikk, som er leverandør av aggregatene til begge anleggene, sto for manøvrering av utstyret under testene.

Rapport fra inspeksjonen ligger i Vedlegg 5.

Det viktigste avviket funnet under inspeksjonen ved igangkjøring, var at lukking med hovedstengeventil i stedet for nålinjektorer, i tilfelle disse svikter, ikke fungerte for noen av anleggene; ventilene stengte enten for fort, noe som ga trykkstøt over tillatt trykk, ellers så stengte de ikke i det hele tatt; lukkebevegelsen stanset halvveis. Vannhydraulikken i ventilaktuatorene, som var valgt ut fra drikkevannshygienehensyn, ga ustabil og uforutsigbar lukketid, ettersom blendeåpningen ble alt for liten, i tillegg til å være utsatt for groing.

Begge hovedstengeventil-aktuatorer ble derfor i løpet av høsten 2012 bygd om til drift med olje godkjent av Mattilsynet; Geralyn® SF32. Prøver utført av Energi-Teknikk verifiserer at lukketidene nå er i tråd med beregningene i Norconsult trykktransientrapporter, som setter krav om minimum 155 sek for Osavatn og 120 sek for Espeland.

Energi Teknikks egen rapport fra igangkjøring er også i Vedlegg 5.

6 Vedlegg

- Vedlegg 1: Rapport fra byggeleder og kontrollør**
- Vedlegg 2: Bilder**
- Vedlegg 3: Tegninger, som bygget; Norconsult AS**
- Vedlegg 4: Sluttdokumentasjon fra leverandør av elektromekanisk utstyr; Energi Teknikk AS**
- Vedlegg 5: Rapport fra igangkjøring**

VEDLEGG 1 – Rapport fra byggeleder og kontrollør

Bergen kommune, VA-etaten
Prosjekt Osavatn & Espeland "Kraftverk i vannverk"**Rapport fra byggeleder og kontrollør***Orientering om prosjektet*

Bergen kommune v/ VA-etaten har vært byggherre for innkjøp og installasjon av 2 stk. vannkraftturbiner tilknyttet Bergen kommunes hovedvannforsyning fra Svartevatn i Arna.

På -80 tallet ble det bygget nytt hovedvannverk på Espeland og det ble den gang tilrettelagt for installasjon av turbiner i hhv. fjellhallen i Osa og nede på vannrenseanlegget på Espeland. Tilløpet fra Svartevatn føres via fjellhallen i Osa ned til Espeland gjennom tunnel og den gamle turbinledningen som forsynte det private Espeland Kraftverk. Dette anlegget var nedlagt og tilløpsrøret ble omkarakterisert fra turbinledning til hovedvannledning.

Ledningen er nå tilbakeført som turbinledning og iht. NVEs krav er den under utskiftning, et arbeid som ventes avsluttet i mars 2013. Da skal ny kombinert vann- og turbinledning være på plass og den gamle koblet ut.

Prosjektering og bygging av kraftstasjonene

Norconsult AS fikk i oppdrag av Bergen kommune å prosjektere og hente inn tilbud på maskintekniske arbeider, inkl. leveranse av turbiner.

I Osa var det forutsatt at turbinen skulle monteres inne i fjellhallen, med tilløpsrør direkte tilkoblet hovedvannledningen fra Svartevatn.

På Espeland var det i utgangspunktet forutsatt at turbinen skulle monteres i et eget avsatt rom i vannrenseanlegget, men det ble tidlig klart at avsatt plass var for liten og det ble derfor besluttet å sette opp et eget bygg for turbinen, på utsiden av vannrenseanlegget.

Norconsult AS prosjekterte bygget, med utgangspunkt i tegningsmateriale fra -80 tallet, da vannrenseanlegget ble bygget.

Maskin- og byggteknisk prosjektering startet i 2010 og i 2011 ble kontrakten for maskinteknisk leveranse tildelt firmaet EnergiTeknikk AS i Rosendal. Byggentreprisen ble tildelt firmaet Hylland AS i Bergen.

Deltagere i prosjektet

I tillegg til selve anleggsarbeidene og de maskintekniske installasjonene var det behov for omkobling av høyspentnettet, omlegging av rørtekniske installasjoner i både fjellhall Osa og på Espeland, i tillegg til et tett samarbeid med Bergen kommunes elektro- og IT avdeling for programmering og oppkobling av styringssystemer for turbinene.

I prosjektet deltok :

- Bergen kommune, VA-etaten, som byggherre og tiltakshaver
- Norconsult AS som ansvarlig prosjekterende og som byggeleder for arbeidene
- EnergiTeknikk AS, med underentreprenører, som elektro-, rør- og maskinteknisk leverandør
- Hylland AS som utførende grunn- og betongentreprenør
- BKK Nett, ansvarlig for utskifting av transformatorer og tilrettelegging av linjer
- Bergen Vann KF som driftsansvarlig for vannverket og driftskontrollanleggene

Oppstart

I forkant av oppstarten ble det avholdt et møte på anlegget hvor de respektive firma ble enige om ansvarsområdene og en felles framdriftsplan for prosjektet.

De fysiske arbeidene ble startet opp i august 2011 ved at Hylland AS startet grave- og sprengningsarbeider på Espeland og tilrettelegging i fjellhallen i Osa.

I forbindelse med oppstart av anleggsarbeidene ble det klart at de forutsetningene som var lagt til grunn for byggprosjekteringen ikke var sammenfallende med de faktiske forhold, noe som medførte behov for omprosjektering av fundamenter mv. For å spare tid ble omprosjekteringen utført parallelt med anleggsarbeidene.

Vannkraftturbin Osa

Arbeidene i fjellhallen i Osa omfattet følgende :

- Sprengningsarbeider for opptak av grube for turbin
- Bygging av utløpskammer
- Oppføring av internt bygg for trafo
- Omlegging av hovedledninger vann/tilløpsrør
- Fjellsikring og tiltak mot innlekkasjer i fjellrom
- Maskintekniske arbeider, montering turbin, generator og tavler
- Elektrotekniske arbeider, inkl. ny trafo
- Omlegging av ventilasjon for å hindre kondens grunnet økt romtemperatur
- Diverse arbeider ifm. hovedvannledningene for å redusere friksjonstap i rørsystemet

Arbeidene ble utført på et begrenset område, men adkomsten representerte et problem.

Tunnelportalen inn mot fjellhallen var lav og måtte utvises for inntransport av turbin og generator.

Arbeidene måtte utføres svært forsiktig ettersom vannledningene i fjellhallen hører til Bergen kommunes hoved drikkevannsforsyning. Grunnet feil på andre anlegg i Arnadalen kunne ikke anlegget stenges ned over lengre tid. Feilene ble senere utbedret og tilløp til vannrenseanlegget kunne da stenges ned over kortere perioder.

Samarbeidet mellom aktørene i prosjektet var i hovedsak godt, men BKK Nett's planer ble gang på gang utsatt grunnet personellmangel og andre presserende oppgaver. Dette forsinket Energiteknikk's arbeider i vesentlig grad. I tillegg ble Hylland AS tilført en rekke ekstraarbeider som også medførte tidstillegg.

Arbeidene tok lenger tid enn forutsatt, uten at dette hadde konsekvenser for oppstarten ettersom den var avhengig av fullførelsen på Espeland, som ventelig tok lenger tid.

Vannkraftturbin Espeland

På Espeland omfattet arbeidene følgende :

- Utsprenging for plassering av bygg, omlegging av tilkomst mv.
- Grunnarbeider for nytt bygg, inkl. kompliserte fundamenteringsarbeider
- Betongarbeider ifm. nytt tilløpsrør og utløpsrør
- Ventilasjonsanlegg, oppkoblet med vannverkets anlegg for utnyttelse av overskuddsvarme
- Rør- og maskintekniske arbeider, montering av turbin, generator og tavler
- Utskifting av eks. trafo, nye hovedkraftkabler mv.

Grunn- og betongarbeidene tok lenger tid enn planlagt grunnet endrede forutsetninger mht. fundamenteringen. Tilkobling til eks. tilløpsrør tok også vesentlig lenger tid enn planlagt fordi anlegget kun kunne stenges ned i kortere perioder. Kapping, sveising og ventilmontasje ble stort sett utført som nattarbeid. Feil/lekkasje på hovedventil i vannrenseanlegget medførte at denne ikke stengte vannstrømmen, noe som var helt nødvendig for sveisearbeidene. Også på Espeland tok BKKs arbeider tid, av samme årsak for ved Osa-anlegget.

Tilkobling til Bergen kommunes driftskontrollanlegg var et annet punkt som tok lang tid. Det var data-teknisk vanskelig å få lagt kraftstasjonene inn i systemet, men ved et samarbeid mellom Bergen Vanns datapersonell og Energiteknikk ble dette omsider ordnet. Iflg. kontrakten skulle EnergiTeknikk avholde driftskurs for Bergen Vanns driftspersonell, men av årsaker som Bergen Vanns skiftordninger, avspasering og krav om antall deltagere tok også dette svært lang tid å få gjennomført.

Ferdigstillelse

Entreprisen for bygg- og anlegg ble formelt overtatt av byggherren i mars 2012.

Rør- og maskintekniske arbeider er ikke formelt overtatt i form av en overtakelsesprotokoll, men anleggene er for lengst satt i drift og avtalt overtakelse er satt til 1. august 2012. Årsaken til utsettelsen er at det har vært en del innjustering og behov for mindre endringer på det maskintekniske utstyret. Endringene har ikke hatt konsekvenser for driften av anleggene, som så langt har vært tilfredstillende.

Oppsummering

Byggingen av de 2 kraftverkene er utført i henhold til planene som ble utarbeidet. En del endringer har tilkommet, men det var også ventet ettersom anleggene skulle bygges inn og tilkobles eksisterende installasjoner.

Utførelsen tok vesentlig lenger tid enn forutsatt, særlig mht. elektroarbeidene og oppkobling mot Bergen kommunes driftskontrollanlegg.

Et annet moment som kanskje ikke var vektlagt nok, var at utbyggingen skulle tilpasses driften av vannrenseanlegget, som er Bergen kommunes primære oppgave ved Espelands-anlegget. Tilpasninger mot driftsforholdene på renseanlegget medførte tillegg i byggetid.

Alt sett under ett har prosjektering, bygging og idriftsettelse gått som planlagt, men med større tidsforbruk enn forutsatt. Som nevnt er det flere årsaker til dette.

I løpet av anleggsperioden ble det avholdt 12 byggemøter hvor alle deltakere var samlet. I tillegg ble det avholdt en rekke særmøter med de enkelte entreprenørene.

De byggtekniske arbeidene og arbeider på vannverkets rørlinjer ble fulgt opp av Norconsults personell i Bergen (Bygg- og VA-seksjonen), mens de maskin- og elektrotekniske arbeidene ble fulgt opp av Norconsults personell i Sandvika (Seksjon Maskin og Seksjon Høyspenningsteknikk, Energidivisjonen).

Bergen, 2013-01-27

Norconsult AS, Bergen

Trond H. Hanssen
Byggeleder

Espeland



Bilde 19 – Espeland lokalisering av nybygg, før byggestart



Bilde 20 – Espeland nybygg ferdig



Bilde 21 – Espeland hovedinntaksrør, før byggestart



Bilde 22 – Espeland, nytt avløpsrør fra turbin (venstre) og omlegging av hovedinnløpsrør (høyre)



Bilde 23 – Espeland – gravearbeid påbegynt



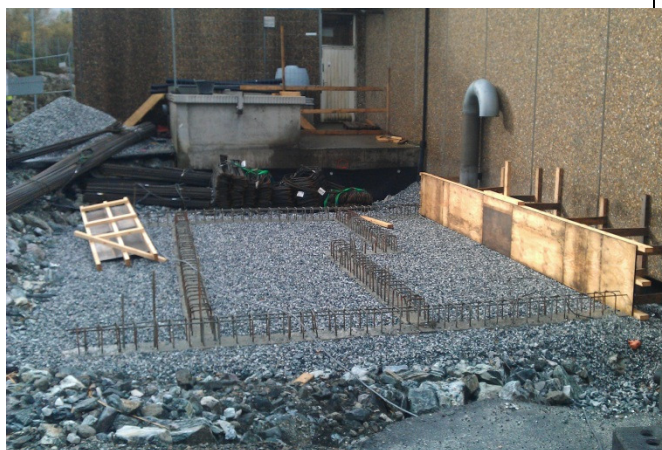
Bilde 24 – Espeland - grunnarbeider



Bilde 25 – Espeland, under eksisterende dekker 1/2



Bilde 26 – Espeland, under eksisterende dekker 2/2



Bilde 27 – Espeland, kraftstasjonsfundamentering (nybygg)



Bilde 28 – Espeland nybygg, armering



Bilde 29 – Espeland nybygg, forskalingsarbeider



Bilde 30 – Espeland nybygg under oppføring



Bilde 31 – Espeland, hull til utløpskum under turbin



Bilde 32 – Espeland, turbin før innmotasje



Bilde 33 – Espeland, nybygg under oppføring 1/2



Bilde 34 – Espeland, nybygg under oppføring 2/2



Bilde 35 –Espeland, utløpsrør



Bilde 36 – Espeland hovedinnløp , før omlegging



Bilde 37 –Espeland fasadearbeid



Bilde 38 – Espeland hovedinnløp/innløpsrør turbin, med ny revisjonsventil DN600



Bilde 39 –Espeland, omlegging av opprinnelig innløp



Bilde 40 – Espeland turbininnløp, veggjennomføring



Bilde 41 –Espeland utløpskum under turbin



Bilde 42 – Espeland betongkloss og hovedstengeventil



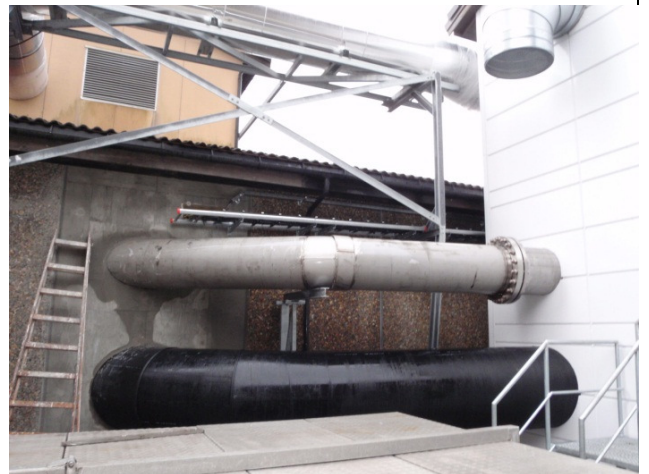
Bilde 43 –Espeland, rist over avløpskum (ved fullast)



Bilde 44 – Espeland turbinløpehjul, sett fra avløpskum



Bilde 45 –Espeland aggregat og hovedstengeventil med hydraulikkskap



Bilde 46 – Espeland innløps- og avløpsrør (øverst), og fasade mot nord (nederst)