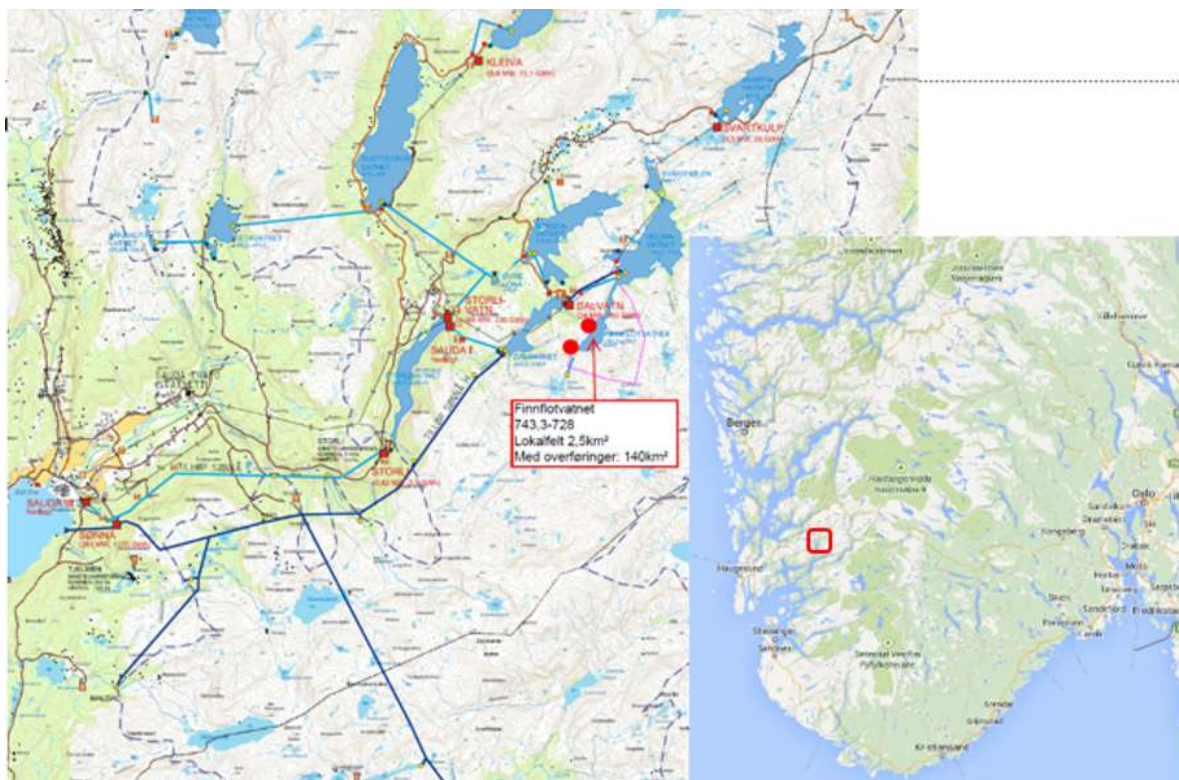


Forslag – Dam Finnflot som kandidat til Damkrona 2019

Dam Finnflot i Sauda Kommune i Rogaland er en av de første dammene som ble bygget i Aktieselskabet Saudefaldenes historie. Dammen er også en av landets eldste platedammer og er nylig rehabilitert i henhold til dagens krav og standard. Dammen inngår i kraftanleggene som har hjemfall til Statkraft, men leies tilbake til Saudefaldene.



Kartet til høyre viser hvor Sauda ligger, helt nordøst i Rogaland. Til venstre ser vi et utsnitt av reguleringskartet for Saudefaldene, hvor dam Finnflot er markert.

Damanlegget ved Finnflotvatnet består av i alt tre dammer; en platedam samt to mindre atthaldsdammer som alle ble bygget i perioden 1919-1921.

Platedammen er plassert i konsekvensklasse 2. Den er bygget i armert betong, er ca. 100 meter lang og største høyde er vel 17 meter. Dammen har 15 platefelt, hvor det er ca. 4,5 meter mellom hver piler. I hver ende, mot vederlaget, er det gravitasjonsdammer. Dammen ble opprinnelig bygget uten frostvegg, noe man etter hvert så behovet for. Frostvegg ble derfor bygget i 1928. De to atthaldsdammene er massivdammer i betong.

Dammene er nylig rehabilitert for å tilfredsstille dagens krav til damsikkerhet. Hovedarbeidene ble fordelt på to sesonger, 2016 og 2017, mens noe restarbeid ble utført i 2018. Siste finpuss langs veier og tipp Dalvatn ble gjort i 2019.



Dam Finnflot i gammel og ny drakt (2016 og 2019)

Kort historikk.

Dammene i Finnflotvatnet er bygget slik at Finnflotvatnet flyter sammen med Holmavatnet. Magasinet er driftsmagasin for Dalvatn kraftverk, tidligere Sauda II. Kraftstasjonen er oppgradert to ganger (1978 og 2006), blant annet med ny vannvei og ett aggregat til ved siste utbygging.

Terskelnivået mellom Finnflot og Holmavatnet er ca. 6,7 meter under HRV så under normale driftsforhold er det bare disse øverste 6,7 meterne av magasinet i Finnflot som benyttes. Flomavløpet fra Finnflot ledes til Holmavatnet og har avløp til Førstavatnet. Dam Finnflot har en bunntappeluke som kan nyttes til tapping når og dersom det er behov for det.

Den gamle dammen i Holmavatnet og dam Finnflot ble bygget i perioden 1919-1921. Det var et omfattende og arbeidskrevende prosjekt. Byggeplassene lå langt fra vei så for å lette transporten ble det bygget taubane for bruk i byggefasen. Tilslaget til dam Finnflot ble funnet inne i magasinet og synes å ha vært av ok kvalitet, i motsetning til tilslaget for den gamle dam Holmavatnet der tilslaget ble knust på stedet. Denne dammen ble kondemnert 30 år senere da det viste seg at kvaliteten på dammen var for dårlig, og ny dam ble bygget i 1952.



Oversiktsbilde fra Dalvatn/Dalvatn Kraftverk mot Finnflot med nye veier.

Hvorfor foreslår vi dam Finnflot som kandidat til Damkrona 2019?

Gode tekniske løsninger gjennom godt samarbeid. Saudefaldene vil fremheve samarbeidet mellom myndigheter (NVE Damtilsyn og NVE Miljøtilsyn), byggherre, konsulent Sweco og utførende entreprenør. Vi mener prosjektet har vært preget av åpen dialog mellom alle parter og kreative og teknisk gode løsninger. Vi har møtt praktiske, kunnskapsrike og løsningsorienterte personer i alle ledd.

En 100 år gammel dam, nærmest utgått type, er rehabilitert i henhold til dagens krav og framstår fullstendig i ny drakt og klar for 100 nye år.

I tillegg til at det sikkerhetsmessige og tekniske er oppdatert, er også en verdifull damhistorie ivare tatt samt at dammen har blitt et flott byggverk som de involverte er stolte av å ha vært med på.

Prosjektets historie, utvikling og resultat.

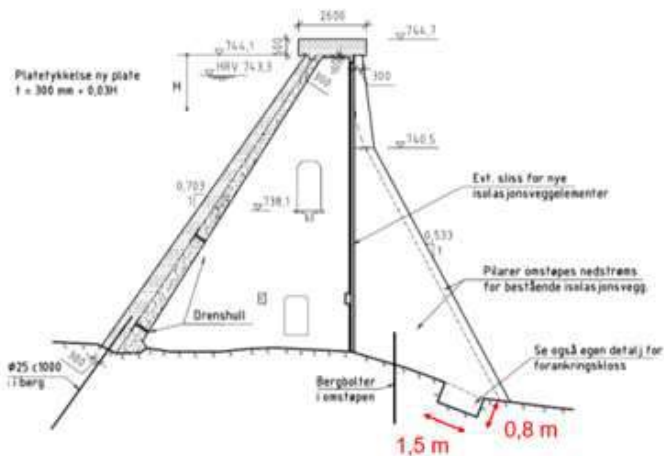
Situasjonen før plan og tiltak:

- ✓ Revurdering 2005
- ✓ Skader i damplate
- ✓ Manglende styrke
- ✓ Manglende stabilitet mot velting og glidning
- ✓ Vannstandsrestriksjon på vinteren på grunn av islast

Dette resulterte i 2007 i en teknisk plan med stabilisering med ny plate og berganker, ett anker pr. platefelt. Av ulike grunner ble saken liggende lenge til behandling. Etter hvert ble prinsippet godkjent, men med kommentar at det ikke var planlagt mange nok ankere pr. seksjon.

I 2013 var en ny teknisk plan klar. Planen var justert til å omfatte støp av ny damplate utenpå den gamle, støpe ny damkrone samt omstøping av pilarene nedstrøms frostveggen. Noen pilarer ville med dette få tilfredsstillende stabilitet, men ikke alle.

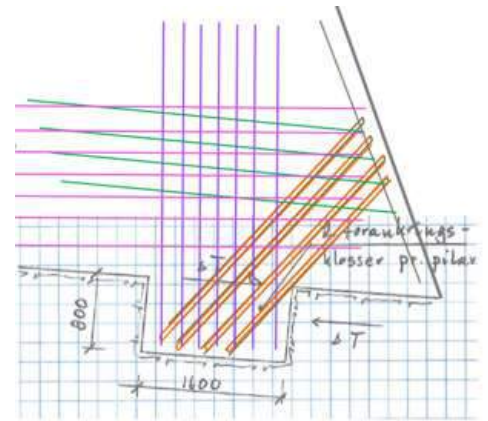
For å oppnå tilfredsstillende glidestabilitet gikk Saudefaldene etter hvert for en løsning med å forankre 7 av pilarene med slisser i fjellet og armere de slik at omstøpen av pilarene forlenges inn i og ned i berggrunnen under.



Beregningsmessig tas det utgangspunkt i pilaren med lavest glidefaktor. Last fra pilaren vil dels overføres til nedstrøms berg som et trykk gjennom klossen og som skjærkraft gjennom skjærflata mellom omstøp og klossen under.

Spesielt er følgende sjekket:

- ✓ materialutnyttelsen av betongen i «klossen»
- ✓ momentarmering mellom kloss og omstøp
- ✓ kraftoverføring mellom klosser og omstøp
 - Dimensjonerer armering gjennom skjærflata med hårnålsbøyler
- ✓ Kraftoverføring mellom bestående pilar og omstøp
 - Dette ivaretas med U-bøyler



Ny teknisk plan ble godkjent i november 2014, med følgende kommentarer og vilkår:

- ✓ Det er valgt en noe utradisjonell løsning ☺
- ✓ Dette er en klasse 2- dam så løsningen kan aksepteres.
- ✓ Det settes noen spesielle vilkår:
 - Det må tas boreprøver i tilstrekkelig dybde (det doble av gropdybden). Dette for å avdekke om det er glidesjikt i fjellfundamentet
 - Det må benyttes kjerneboring for å ta ut fjellet på en skånsom måte
 - Løsning med berganker kan være aktuelle dersom det avdekkes glideplan

Tiltaket har flere tekniske fordeler:

- ✓ Vilkårene er lette å sjekke og oppfylle
- ✓ Ikke behov for spesialentreprenør på grunn av berganker
- ✓ Ikke behov for etterkontroll på grunn av oppspenning
- ✓ Estetikk – forankringsklossene blir usynlige

I tillegg legger det til rette for å få et estetisk flott byggverk

Verifisering:

- ✓ Det ble kjerneboret i fjellet mellom hver pilar
- ✓ Resultatet viste massiv bergmasse med lite sprekker
- ✓ Foreslått løsning ble valgt (helt uten berganker)
- ✓ Kjerneprøvene merkes og lagres (i dammen i egne plastrør).



Eksempel på kjerneprøve, 158 cm lang. Bildet til høyre ovenfor viser prinsippet for hvor kjerneprøvene ble tatt.

Utførelse.

- ✓ Gropene
 - Gropene plasseres individuelt for hver pilar, også for hver side ihht bergets utforming, helling og overdekning mot friluft.
 - De får også litt individuell utforming tilpasset forholdene på stedet (dog med minimumsmål som tegner og beskrevet).
 - Gropene tas ut skånsomt med enkelt kjerneboringsutstyr, helt uten rystelser.
 - Alt kontrollmåles, dokumenteres og verifiseres.
 - Noen av de utbora elementene tas vare på (lagres i dammen).



Kjerneboring pågår



Utbora groper, her ved pilar 8.



Utbora kjerner (lagret)

✓ Armering

- Det bores og gyses fast fjellbolter i bunn av gropene
- Armeringa rundt pilarene føres helt ned
- Det monteres egne bøyler, 5 sett pr. grop, fra gropa og opp i pilaren
- Det monteres egne U-bøyler i front av pilaren



Typisk armering, her ved pilar 8.



Flere bilder av armering. Her ved pilar 7 der gropene er plassert forskjøvet på grunn av fjellets utforming.

✓ Utstøping

- For alle pilarene har vi valgt et eget design for forskaling og støping.
- Nederste del, fundamentene, forskales og støpes for seg.
- Det nyttes tradisjonell bordforskaling, stående (både for å skille fundament og konstruksjon, men også for å få best og finest mulig tetting/overgang til fjell).
- Groper og fundament støpes i ett



Pilarer mot fjell – opprinnelige og groper/fundament ferdig støpt.

Andre forhold.

Flere forhold innen miljø, HMS, estetikk og teknisk løsninger går inn i og påvirker hverandre og samspillet i dette prosjektet har bidratt til et godt sluttresultat. Det må nevnes litt om:

- ✓ Adkomst for sikker og rasjonell utførelse og med svært god verdi og nytte for ettertida
- ✓ Ett hovedbyggemateriale - armert plass-støpt betong
- ✓ Forskaling – tradisjonell hud av bord, men for det meste utført med system på en moderne og stagløs måte.
- ✓ Enkel og kraftig rekkverksløsning uten hulrom med enhetlige og utskiftbare elementer
- ✓ Fornya innvendige adkomster i dammen
- ✓ Info i prosjektfasen
- ✓ Kulturhistoriske forhold

Adkomst

Opprinnelig var prosjektet tenkt veiløst. Men; -med tanke på personsikkerhet generelt og byggefasen spesielt ble det fort interessant å se på muligheter for å bygge vei til Finnflotvatnet. Det var mye materiell og utstyr som eventuelt måtte flys opp (1000 m³ betong ville alene bidra til minst 3000 helikopterturer). Det var også rimelig nærhet til eksisterende vei. I tillegg var det mulighet for å hente masser i en tilgjengelig steintipp fra tidligere kraftutbygging. Det viste seg at interessen for å gi tilbud på prosjektet også økte når det ble bygget vei.

Framsente myndighetspersoner, kreative entreprenører, interesserte brukere både internt, i drift og blant de friluftinteresserte, samt den tilgjengelige steintippen gjorde veibygging mulig og gjennomførbart. Ingen protesterte på forslaget og Miljøtilsynet ga nødvendig tillatelse. Betingelsene var at veien skulle tilordnes terrenget etter at anleggsperioden var over og ikke være åpen for allmenn motorferdsel. Dette samsvarte også med Saudefaldene sine ønsker. Veien kan nyttes med kjøretøy for driftsoppgaver og ved hendelser i fjellet og veien har gitt betydelig lettere adkomst til dam Holmavatnet siden det nå kan nyttes båt fra Finnflot. Tidligere måtte en gå til fots fra Førstavatnet eller nytte helikopter. I ettertid viser det seg at veien brukes flittig som adkomst til fjellområdene videre innover mot den kjente Sauda-toppen Skaulen.

Det ble bygget vei opp til hoveddammen, ut til atthaldsdammene samt nedstrøms og oppstrøms hoveddammen. Veien er lagt skånsomt i naturen og mengdene tilgjengelig masse gjorde at sprenging i terrenget kunne reduseres. Det er bygget ca. 2 km. vei, 1200 meter fra Dalvatn til dam Finnflot og ca. 800 meter ut til Atthaldsdammene. På de 1200 metrene stiger veien 190 meter og har maks stigning på ca. 30%. I tillegg ble det laget adkomst både nedstrøms og oppstrøms dam. Øverste delen av veien oppstrøms er beholdt som adkomst for å sette ut båt og nedstrøms er så mye som mulig beholdt slik at en kan komme seg ned til damfoten og tappeluken.

Veien var i hele anleggsperioden stengt for allmenn ferdsel. Stor og tung anleggstrafikk på en krevende vei har gått knirkefritt og uten uhell. Veien er fortsatt stengt for allmenn ferdsel med kjøretøy.



Veien, nedre del, oppover fra Dalvatn.



Veien øvre del ved dam Finnflot og mot Atthaldsdammene

Hovedbyggematerialet – betongen.

Den opprinnelige dammen var bygget i betong og med lokalt tilslag (funnet inne i magasinet). Betong er et godt og solid byggemateriale og vi ønsket å gjennomføre rehabiliteringen så likt det opprinnelige som mulig. Selv om andre materialer ble vurdert for ny isolasjonsvegg, valgt vi betong her også. Betongen ble produsert lokalt og med lokalt tilslag. Blandeverket ligger i grustaket på Birkeland i Sauda, der naturlige sand-/grusforekomster blir tatt ut og viderebehandlet blant annet til betongtilslag. Dette grustaket ligger ved siden av Storelvassdraget, som Finnflotvatnet er en del av. Det ble benyttet vanlig MF45-betong på hele byggverket, men som SKB på damplaten. I dette prosjektet ble det godkjent å benytte betong uten tilsetning av farge. Bakgrunnen for dette var flerdelt:

- Fargestoffet gjør den kraftige betongen betydelig vanskeligere å jobbe med, ikke minst få den til å flyte, fylle godt, gi god tetthet og bli fin mot forskalinga
- Fargestoffet gjør det ekstra krevende å få betongfasaden til å se lik ut. Dette både for at utstøpinga er vanskelig og for at feildoseringer lett gir forskjell i fargen på utvendig overflate
- Det naturlige tilslaget «føres tilbake» til naturen der det en gang kom fra
- Det majestetiske byggverket skal ikke gjemmes bort, men være synlig. Her i disse omgivelsene blir det allikevel, spesielt på avstand, en liten brikke som fort forsvinner i fjellmassene rundt.

Forskaling.

For å ivareta det opprinnelige og få fram et synlig, estetisk flott, men ikke ruvende byggverk satte vi krav om bordforskaling på dammens luftside samt damkrone (begge sider). Det ble valgt stående bord på fundamentene og liggende bordforskaling på alt annet (pilarer, frostveggelementer og damkrone).

For å få en sammenheng og samme uttrykk på Atthaldsdammene valgte vi stående bordforskaling utvendig her også.

En kreativ betongentreprenør tok dette enda lenger ved å prefabrikere egen systemforskaling både til pilarene og damkrona. Denne løsningen ble laget slik at den både var praktisk og rasjonell i bruk, var sterk nok til å slippe gjennomgående forskalingsbindere og mulighet for å støpe pilarene i ett, uten støpeskjøt. Slik ble det.

I dag er det bare en støpeskjøt på hver pilar (mellom fundament og resten av pilarene) og synlige merker etter forskalingsstag bare på fundamentene (og de få pilarene i endene som måtte tilpasses og forskales på stedet).

Vi valgte prefabrikerte betongelementer til ny isolasjonsvegg (frostvegg). Overflaten var horisontal bordforskaling og de ble montert slik at linjene (fugene) fluktet og ga et likt og helhetlig inntrykk av dammen.

Siden det ble bygget vei kunne elementene lages i fabrikk og slik at de ville passe inn i estetikken for dammen. Elementene ble frakta opp og montert med ordinært anleggsutstyr (kranbil/gravemaskin). For damplate ble det også prefabrikert en forskaling, men mer tradisjonell både med hensyn til overflate (finér) og for at den ble laget i flak som sattes sammen til et stort flak som dekket et helt platefelt. Flaket ble så demontert og heist på plass på nytt felt. Annethvert felt ble støpt i ett, helt opp og med SKB-betong.



Reine nye betongoverflater uten staghull

Rekkverk

Med dagens krav til sikkerhet for 3.person og lettere adkomst (vei) samt det at dammen ligger i fjellet så måtte en finne en enkel og sikker løsning på rekkverk. Etter mange vurderinger ble det valgt å gå for en egenutviklet type i galvanisert stål.

Rekkverket ble dimensjonert for stor belastning (vind, snø, is), men også for enkelt å kunne kontrolleres, vedlikeholdes og ikke minst slik at elementer skulle kunne skiftes ut.

Rekkverket har ingen hulprofiler, kun utvendige flater. Stolpene er HEB-bjelker med påsveiste fotplater og festet i betongen med 4 stykk innstøpte bolter. Rekkverksfeltene er fullt og helt laget i U-profiler, forholdsvis tettmasket og klatresikkert. Dette gjør at all skade og korrosjon vil bli synlig. Det er laget i like elementer, stolpene for seg og selve rekkverksfeltene for seg.

Rekkverksfeltene er slik at de nærmest kan tas rett ut og nye settes inn. De tres ned i stolpen, står på betongen med små bein og festes kun med litt Tec7 for at det ikke skal klirre. Rekkverket er laget i stål, alle deler prefabrikkert og sammensveiset på verksted før galvanisering. Intet annet enn frakt og montering er gjort etter retur fra galvanisering.



Rekkverket montert på dammen sett fra nord.



Typisk seksjon sett fra damkrona og ut.

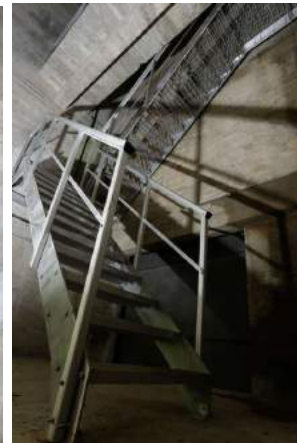
Fornya innvendige adkomster

De gamle gangveiene av kreosotimpregnert plank nederst i dammen er bytta ut med enkle, vedlikeholdsfrie og standard gangveier og rekkverk i aluminium.

De gamle rusta leiderne mellom etasjene er erstatta av god og sikker trapp i aluminium. Vinterinngangen, utvendig leier med plattning fra damkrona og ned til øvre innvendige gangvei er bygd helt ny i kraftig aluminium. Den gamle var av malt svart stål.



Gamle og nye gangveier.



Gammel og ny adkomst til øvre nivå.

Info i prosjektfasen.

Landskaps- og miljøplanen er laget som et lettfattelige dokument på 3 A3-sider med tekst og bilder. Foruten vanlig gjennomgang med alle involvert ble planen hengt opp på veggen i brakka og ble dermed et godt synlig arbeidsdokument. I tillegg ble det laget et eget premissdokument.



Landskaps- og miljøplan på A3-sider hang som oppslag i brakka. (opprinnelig utgave – revisjoner er gjort).

På grunn av stor trafikk i anleggsperioden, og med en anleggsvei midt i et turområde lagde vi en liten orientering om prosjektet.

Denne ble hengt opp sammen med annen vanlig anleggsskilting og ble ajourført hvert år. Hovedoppslaget var ved Dalvatn Kraftstasjon, men den ble også hengt opp ved stien i området ved Atthaldsdammene. Ellers var det tradisjonell varsling om oppstart i lokalavisa. Prosjektet fikk god tilbakemelding både i forhold til informasjon og det som ble gjort.

Kulturhistoriske forhold

Dam Finnflot, 100 år gammel og en av våre eldste platedammer -klar for 100 nye år. Både for vannkraften generelt og betongdamhistorien spesielt samt Saudefaldenes og kraftutbygginga i Saudafjellas lokalhistorie er dammen nå i ny drakt en kulturformidler.

Dette kommer i tillegg til at den dekker dagens krav til en dam av denne klasse. Utvendig ser den foreløpig helt ny ut, men i gammel form. Innvendig ser den betongteknisk fortsatt 100 år gammel ut. Dammen er også plassert i et område som har ulike andre viktige kraftkulturhistoriske objekter, blant annet Dalvatn krafverk (generasjon 3) og rørgata fra 1920.

Dammen er gjort allment tilgjengelig og den nye veien bidrar til besøk og turer i området.

Ved graving i en gammel tipp ved tunnelutløpet Nedre Fjellvatn-Finnflot fant vi 100 år gammel redskap fra drivinga av tunellen. Tralle, hjulgang og tønne er tatt vare på og lagt opp på et berg ved veien og er i dag et flott minne om de som sleit her for 100 år siden.



Fra bygginga, ca 1920.



Før rehabiliteringa





Etter rehabilitering



Innvendig – «urørt» 100 år gammel betong.

Til høyre -fra en pilar mot damplate der det gjøres reparasjon

Kort om Atthaldsdammene.

Atthaldsdammene helt sørvest i magasinet ligger i et område der det er god utsikt mot Dalvatn og fjellområdene rundt. Her er det også stinett som går videre innover i fjellet. Dammene er forsterket på tradisjonelt vis med forankring i fjell og ny påstøp utvendig og på toppen. Stien gikk oppå de gamle dammene, men her ønsket vi ikke å montere rekkverk så vi valgte å lage sti på utsiden av dammen. Adkomsten til toppen på dammene stengte vi med noen store steiner. Når Finnflotvatnet er nedtappet 3 meter eller mer er det lagt til rette for å krysse magasinet, fra stien på den ene sida til den andre.



Oversikt over Atthaldsdammene, ferdig rehabilitert.

Steintippen på Dalvatn

Steinmassene fra den nye driftstunellen til Dalvatn kraftverk (2006) var fint planert ut og arrondert til i indre enden av Dalvatnet. I god dialog med Miljøtilsynet fikk vi åpne denne og ta ut masse til bruk for ny veg til Finnflot. Flere tusen m³ meget god veimasse ble tatt ut og brukt på veien. Tippen er arrondert til igjen og fremstår nærmest som urørt.



Tippen på Dalvatn, arrondert og tillaget etter uttak av masse til veibygging.

Erfaring, læring og nytte

Fra en dam, utgått på tid, med lekkasjer, vanskelig tilgjengelig osv. har prosessen fra første tekniske plan til den godkjente som det nå er bygget etter gitt oss mye positivt både under utførelsen og i ettertid. Prosjektet har ikke gitt en eneste kWh mer kraft, men noen av gevinstene må nevnes spesielt:

- Betydelig redusert risiko generelt og i prosjektet spesielt
- Smarte tekniske løsninger, og som ikke koster ekstra
- Kreativitet og engasjement helt fra byråkrater til fagfolka direkte på jobben
- Enklere prosjektgjennomføring
- Bedre HMS både i prosjektet og for ettertida på grunn av tilkomst med vei
- Lavere kostnad
- Enklere framtidig kontroll og vedlikehold
- Bedre og tryggere adkomst til dette og andre av våre anlegg i området
- Økt og bedre tilgjengelig for allmenheten til Finnflot-området og videre innover i fjellet
- Stor faglig stolthet – utsagnet «*dette har det vert interessant å være med på*» har vi hørt mye.
- Generelt gode tilbakemeldinger fra de involverte og allmuen som bruker området.

Forhold som etter Saudefaldene og de prosjekthinvolverte oppfatning gjør rehabilitering av dam Finnflot til en kandidat for Damkrona 2019:

- En flott og smart rehabilitert gammel dam i ny drakt med historisk stil
- Et prosjekt som har flere økonomiske og miljømessige gevinster
- Den lokale krafthistorien ivaretas og forsterkes
- Prosjektet utløser betydelige forbedringer for drift og vedlikehold av selskapets anlegg i området
- Det gir forbedrede turmuligheter og kulturopplevelser for allmennheten.

Dette er oppnådd gjennom tett dialog og godt samarbeid mellom fagpersonene i NVE (dam- og miljøtilsynet), konsulenten (Sweco), byggherren (Saudefaldene), vassdragsteknisk ansvarlig (VTA Saudefaldene), prosjekt- og byggeledelse (Saudefaldene) og ikke minst de lokale entreprenørene som sammen har gitt tillit og aksept for samt gjennomført faglig gode arbeider. Stikkord for dette er:

- Smart teknisk, praktisk og økonomisk løsning for å ivareta dagens damkrav
- Myndigheter som tør å ta litt utradisjonelle valg og som tror på og støtter godt dokumenterte, og litt utradisjonelle forslag.
- Faglig sterke konsulenter som, er villige til å gjøre beregninger litt utenom det tradisjonelle
- Tillit og tro på personer og deres kreativitet og kvalifikasjoner i alle ledd
- Eierskap hos alle involverte til det som leveres og utføres
- Faglig flott utført arbeid og stolthet for fagene
- Sansen for og muligheten til å integrere historie i moderne krav og teknikk
- Tett og god oppfølging og dialog underveis blant annet om smarte og rasjonelle løsninger



Dam Finnflot i dag, november 2019

Vedlegg – bildeserie fra anlegget og byggeprosessen