

Kraftverk; arkitektur, funksjon og teknologi

rapport fra FoU-forprosjekt 80176

Peter Forrás

Helena Nynäs



Rapport, bokmål nr 52-2019

Kraftverk; arkitektur, funksjon og teknologi

Rapport fra FoU-forprosjekt 80176

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Helena Nynäs
Forfatter: Peter Forrás
Helena Nynäs

Trykk: NVEs hustrykkeri

Forsidefoto: Skarsfossdammen med lukehus og manøvreringshus , Rjukan 1910, avfotografert bilde fra arkitekt Olaf Nordhagens arkiv, Dorabiblioteket, serie F-L0002, NTNU, Trondheim

ISBN: 978-82-410-1977-7

ISSN: 1501-2832

Sammendrag: For å øke forvaltningens kompetanse på vannkraftens kulturminner, i form av både enkeltminner og kulturmiljøer og spesielt sammenhengen mellom dem, er det nødvendig å utforske oppkomsten av vannkraftverk mer detaljert. En slik utforsking må ha et tverrfaglig, historisk og kontekstuellt perspektiv. Forståelsen av disse sammenhenger, utover de rent tekniske, er et lite utviklet kunnskapsfelt i Norge. Forprosjektet konkluderer med at det, i et samarbeid med kulturminneforvaltningen og kraftbransjen, bør forskes videre på egnede metoder som kan redegjøre for vannkraftens helheter.

Emneord: Forskning, Kompetansebehov, Kraftverk, Kulturlandskap, Kulturmiljøer, Kulturminner, Utforming, Vannkraft

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Epost: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Desember, 2019

Kraftverk; arkitektur, funksjon og teknologi

Rapport fra FoU-forprosjekt 80176

Innhold

Forord	5
Sammendrag	6
1 INNLEDNING	7
1.1 Om forprosjektet	7
1.2 Bakgrunn og sentrale problemstillinger	8
1.2.1 Mål.....	9
1.2.2 Hensikt.....	9
1.2.3 Metode og tilnærming	10
1.2.4 Avgrensning.....	10
1.3 Vannkraftverk - grunnlag, funksjon og elementer	10
1.4 Moderne tekniske systemer som kulturminnefaglig utfordring	14
1.5 Systemperspektiv på kraftanleggene	17
1.6 Den kulturlandskapsformende vannkraften	20
1.7 De profesjonelle systembyggerne	23
1.8 Industrimodernismens kulturminner og landskap	24
2 CASESTUDIE Tysso I – Profesjoner 1900-1935	27
2.1 Tysso I kraftverk	27
2.1.1 Historikk.....	27
2.1.2 Teknisk utførelse.....	29
2.1.3 Tysso som et system i landskapet.....	30
2.2 Ingeniører	31
2.2.1 Ingeniører og ledelse	33
2.2.2 Ingeniørfaglige spesialområder	35
2.2.3 Ringedalsdammen og nettverksplanlegging.....	39
2.2.4 Tyssedal kraftstasjon - teknikk og arkitektur.....	41
2.3 Arkitekter	45
2.3.1 Tveitahaugen hageby.....	46
2.3.2 Brakkebyer og direktørboliger	48
2.3.3 Reguleringen av Tyssedal.....	49
2.4 Hydrologisk ekspertise.....	56
2.4.1 Tyssedals hydrografiske kartlegging	61
2.4.2 Nedbørfelt som geografisk ramme – oppsummering	64
3 OPPSUMMERING	68
4 VEIEN VIDERE	75
4.1 Hensikt.....	75
4.2 Problemstilling	75
4.3 Hypotese	76
4.4 Resultat- og prosjektmål	76
4.5 Metode.....	77
4.6 Målgrupper	77
4.7 Delprosjekter.....	77
4.8 Organisering	78
4.9 Utvalgt litteratur.....	79

5	VEDLEGG	81
----------	----------------------	-----------

Forord

Vannkraften har, siden elektrifiseringen av landet, skapt særegne anlegg og landskap. En utfordring er at de i stor grad mangler anerkjennelse i en kulturhistorisk sammenheng. Som et ledd i oppfølgingen av NVEs sektoransvar for vannkraftens kulturminner og kulturmiljøer, skal dette forprosjektet identifisere noen av utfordringene på feltet.

Vannkraftens kulturarv, både i form av enkeltobjekter og helhetlige miljøer, har fått økende oppmerksomhet i forvaltningen. I lang tid har hovedfokus vært på kraftverkene enkeltobjekter. Å se på hvordan objektene henger sammen i et større system, og hvordan dette systemet preger landskapet, har fått liten oppmerksomhet. Å utvikle mer helhetlige tilnærminger er imidlertid ikke et nytt ønske. Helt siden 1988 har det blitt påpekt at det er viktig å inkludere vannkraftens spor i forståelsen av et landskap. Først i *Utvalg for teknisk og industrielt kulturvern* (Norsk Kulturråd) og så på 1990-tallet av landskapsarkitekt Knut Hillestad i NVE/Vassdragsdirektoratet. Siden 2018 har Riksantikvarens arbeid for å identifisere nasjonalt viktige landskap, prosjektet *Kulturhistoriske landskap av nasjonal interesse* (KULA), hatt fokus på helhet. Et mål i KULA er å inkludere et mangfold av landskap i utvalget. Så langt har to vannkraftrelaterte landskap, ett i Hordaland og ett i Østfold, blitt valgt ut. Felles for alle prosjektene og tiltakene er imidlertid at de oppfordrer til å tolke landskapet som en historisk skapt helhet.

Kunnskap om vannkraftens produksjons- og forsyningslinjer, om utforming av anleggene og kraftlandskapet som helhet, er i dag mangelfull. Hvordan kraftverkene har formet omgivelsene, fra kraftstasjonsfasader til dammer, tunneler, industristeder og bomiljøer, er derfor et viktig kunnskapsfelt å utvikle videre. Eksisterende beskrivelser gir god teknisk forståelse av enkeltelementer, men mindre innsikt i anleggenes oppkomst og karakter samt rammebetingelser og estetiske utforming. I lys av dette er det viktig å utforske vannkraftverkene karakter, kontraster, likheter og mangfold nærmere. Forprosjektet skal foreslå hvordan et større forskningsprosjekt kan bidra til å heve denne kompetansen.

Oslo, desember 2019

Christine E. Kiste
avdelingsdirektør

Siri Slettvåg
seksjonssjef

Sammendrag

For å øke forvaltningens kompetanse på vannkraftens kulturarv, er det nødvendig å utforske oppkomsten og utformingen av vannkraftverk mer inngående. Dette må skje ved å fokusere på både enkeltminner og kulturmiljøer samt sammenhengen mellom dem. Et slikt arbeid krever et tverrfaglig, historisk og kontekstuellet perspektiv. Viktige spørsmål er: Hvordan er vannkraftsystemet som helhet satt sammen, og hvilke faktorer har vært avgjørende for utformingen? Vannkraftverk deles inn i de to hovedtypene elvekraftverk og høytrykkskraftverk. Hva er fellestrekkene og forskjellene mellom dem? Hvordan har produksjonen og overføringen av elektrisitet satt sitt preg på landskapet og samfunnet rundt?

Forprosjektets casestudie av høytrykkskraftverket Tyso I har vist at flere kunnskapsfelt var helt avgjørende for utformingen. Mange aktører med ulike kvalifikasjoner sto sentralt. Både for å forstå og beskrive oppkomsten og utformingen av et kraftverk, er det viktig å utforske denne bredden. Kraftverk er komplekse og dynamiske helheter som består av vann, magasiner, dammer, tunneler, tekniske installasjoner og bygninger. Ulike aktører er sentrale i ulike faser. Forståelsen av sammenhenger mellom elementene, utover de rent tekniske, er et lite utviklet kunnskapsfelt i Norge. Et viktig forskningsfelt videre er derfor samspillet mellom terreng, teknikk og utforming i bred forstand. Forprosjektet konkluderer med at det, i samarbeid med kulturminneforvaltningen og kraftbransjen, bør forskes videre på å finne egnede metoder som kan redegjøre for dette samspillet. Et tverrfaglig forskningsprosjekt vil gi forvaltningen av vannkraftens kulturminner og landskaper, et bedre og mer helhetlig faglig grunnlag. Et slikt kunnskapsgrunnlag vil kunne bidra til bedre strategier for bevaring og en mer dekkende formidling av sektorens kulturminner og kulturmiljøer.

1 INNLEDNING

1.1 Om forprosjektet

Prosjektet omhandler kraftproduksjonens og kraftoverføringens anlegg, som faller inn i kategorien teknisk-industrielle kulturminner og kulturmiljøer. Å forstå, beskrive og dokumentere kulturminneverdier knyttet til slike komplekse og omfangsrike systemer gir særlige utfordringer. En utfordring er at anlegg både forvaltes, dokumenteres og formidles som enkeltobjekter, eksempelvis når kraftstasjonsbygninger fremheves på bekostning av helheten. Dette gir ikke et helhetlig bilde av det systemet anlegget inngår i. Forprosjektet utreder denne, og tilknyttede, problemstillinger nærmere, og illustrerer i en casestudie ett helhetsperspektiv. Flere innganger til en helhetlig tilnærming bør imidlertid utvikles. Forprosjektet foreslår oppstart av et forsknings- og utviklingsprosjekt fra 2020 i samarbeid med relevante fagmiljøer.

En faglig ressursgruppe, bestående av kunst- og arkitekturhistoriker Siri Skjold Lexau, Universitetet i Bergen, historiker og industriarkeolog Ulf Ingemar Gustafsson, Orkla Industrimuseum, kulturminnerådgiver Unn Eide og sjefingeniør Torodd Jensen, begge fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), har gitt innspill underveis i arbeidet. Sistnevnte ble i januar 2019 avløst av sjefingeniør Kjell Erik Stensby, NVE. Prosjektansvarlig er leder i seksjon for informasjonsforvaltning og kulturhistorie (AIK), Siri Slettvåg. Kulturviter og industriantikvar Peter Forrås var engasjert som prosjektleder i perioden 15.2-30.6 2018. Forrås står for hoveddelen av rapportens tekst og casestudien i sin helhet. I juli 2018 overtok kulturminnerådgiver Helena Nynäs, AIK, som prosjektleder. Nynäs har stått for kapittel 4 samt endelig redigering av rapporten. Kjell Erik Stensby har stått for avsnittene 1.3 og 1.4 og den introduserende beskrivelsen av kraftverket Tyssø I.

Forprosjektet har vært i dialog med forskningsinstanser, museer og fylkeskommuner. Disse har gitt innspill til arbeidet med å formulere og planlegge et oppfølgende prosjekt.

Opprinnelig plan var å utføre to casestudier i 2018 for hhv kraftanleggene på Rjukan og i Tyssedal. Det ble tidlig klart at det ville bli for omfattende, og konsentrerte oss om Tyssø I-utbyggingen i Tyssedal.

Rapporten er delt inn i fire deler. Første del redegjør for noen hovedutfordringer for vannkraften som teknisk-industrielt kulturmiljø. Andre delen eksemplifiserer en tilnærming til et helhetsperspektiv på kraftutbyggingshistorie ved noen hovedtrekk fra Tyssø I og profesjonshistorien. Tredje del drøfter og utpeker noen utfordringer med, og muligheter for, å nærme seg et mer helhetlig grep med dekkende beskrivelser og verdivurderinger av store tekniske systemer. I fjerde del skisseres veien videre mot et større prosjekt, med forslag til problemstillinger og tanker om instanser som kan delta i utforskningen av dem.

1.2 Bakgrunn og sentrale problemstillinger

Elektrisitetforsyningens bygninger, anlegg og terrenngrep hører til kategorien teknisk-industrielle kulturminner, som omfatter «bygninger og produksjonslinjer med maskineri, transport og annen infrastruktur, så vel som stadar brukt til sosiale aktiviteter som bustadar, religiøse byggverk, skolar, rekreasjons- og grøntanlegg.»¹ Denne kategorien kulturminner ble viktig på 1980-tallet, og den spenner meget vidt. Betydningen ble ytterligere forsterket fra 1990-tallet ved at flere statlige sektorer utarbeidet landsverneplaner og kulturminneplaner.² Kategorien omfatter gruveanlegg, høvlerier, spinnerier og jernverk til kanaler, vannkraftverk, oljeplattformer, veier og flyplasser med tilhørende strukturer og funksjoner.

For å gjøre alvor av det uttalte målet om å dekke *mangfoldet* av kulturminner, kulturmiljøer og kulturlandskap mener vi at også store anlegg og systemer i landskapet – uavhengig av forestillinger om estetisk behag – bør inngå i fortellingene om framveksten av det moderne Norge.

I vassdrags- og energisektoren opplever vi at vannkraftens fysiske spor ut fra karakter, kompleksitet, utbredelse og omfang gir *særlige* utfordringer for så vel dokumentasjon som formidling.³ For det første vekker mange anlegg, så som dammer og kraftledninger, negative assosiasjoner. Dammer som «ødelegger» vassdrag og «monstermaster i Hardanger» er noen eksempler. For det andre har «moderne» industrielle anlegg og infrastruktur ofte stor grad av kompleksitet, stor skala og geografisk utstrekning.⁴ Det er utfordrende å redegjøre for sammenhenger, og dette krever ny kunnskap og nye innfallsvinkler.

Et sentralt spørsmål er *hvordan* en kan fange opp slike storskalasystemer. I den tradisjonelle kulturminneforvaltningen har fokuset på enkeltbygninger og mindre bygningsmiljøer gjort det enklere å forstå, anskueliggjøre, avgrense og dermed også å forvalte dem. Moderne storskala infrastruktur sprenger imidlertid rammene for en enkel og intuitiv forståelse av anleggene som kulturmiljøer. Dette skyldes bl.a. store avstander mellom objekter som henger sammen og dermed medfører at de funksjonelle sammenhenger er mindre håndgripelige.

En bred og tverrfaglig kunnskap om *sammenhengen* mellom formgivning, funksjon, naturgitte og teknologiske forhold for vannkraftens anlegg er lite utviklet. En mulig tilnærming kan være å utforske *hvordan* slike komplekse systemer meget konkret har blitt til i et historisk perspektiv. Omkring år 1900 var storskala elektrisitetsproduksjon med overføring samt elektrokjemisk storindustri nytt. Utbyggingen forutsatte evnen til å planlegge og koordinere et stort antall tekniske, landskaps- og sosiale forhold til ett sammenhengende system. Noen sentrale spørsmål i den sammenheng har vært:

¹ <https://www.riksantikvaren.no/Tema/Tekniske-og-industrielle-kulturminne> (15.10.2018)

² <https://www.riksantikvaren.no/Prosjekter/Landsverneplaner/Om-landsverneplanprosjektet> (6.5.2019)

³ Et kraftverk består av både bygninger, tekniske anlegg og strukturer. I tillegg har mange kraftutbygginger bidratt til at særegne lokalsamfunn har oppstått. Alle disse setter preg på landskapet, som bør forstås som et kulturlandskap.

⁴ Vannkraftverk deler denne karakter med f. eks. vindkraftverk og oljeplattformer.

Hva, og hvordan ble/var det politiske og juridiske rammeverket utformet rundt slutten av 1800-tallet, og hvordan påvirket dette etableringen av slike store prosjekter i Norge? Hva var de økonomiske rammene for slike prosjekter? Et følgespørsmål av disse to overordna spørsmålene er; hvordan påvirket disse lokaliseringen, utformingen og de tekniske valg som ble gjort?:

- Hva krevdes av kunnskaper innenfor planlegging, prosjektering og konstruksjon for å bygge opp ett system for produksjon, overføring og bruk av elektrisitet fra 1880-årene og fremover?
- Hvorfor ble systemet og dets komponenter utformet slik de ble, og hvordan ble de knyttet sammen?
- Hvilke forhold har vært bestemmende for utformingen av hovedelementene, fra magasin, inntak, vannveier, kraftstasjon med mekaniske og elektrotekniske komponenter, diverse hjelpeanlegg, infrastruktur og kraftoverføringsanlegg?
- Hvordan har disse forholdene utviklet seg, og hva har påvirket forandringene?
- Var ulike fagområder godt koordinert, eller foregikk faglig arbeid separat
- Hvilke faktorer har vært avgjørende i et historisk perspektiv, og hvordan har de variert?

Utforskning av disse forholdene vil øke kunnskapen om kraftverkene som funksjonelle, geografiske og arkitektoniske helheter. Et bredt og tverrfaglig helhetsperspektiv på disse anleggene er nødvendig i NVEs og i kulturminneforvaltningens arbeid. Begge instanser har roller som rådgivere og myndighetsutøvere, og stiller krav til eiere om at det tas hensyn til kulturminneverdier, spesielt de som har nasjonal interesse. En utforskning vil bidra til økt kunnskap om vannkraftens *særegne* karakter, og vil gi forvaltningen et *bedre faglig* grunnlag. En helhetlig tilnærming er også viktig når det gjelder museumsfaglig og annen formidling. For et museum med ansvar for forvaltning og formidling av et kraftverk vil det ligge store gevinster i å oppnå en bredere og mer nyansert forståelse av kraftverket som en helhet og som en prosess. Det er gjerne enkeltelementer og bestemte epoker som har dominert i fortellingene, og ikke minst tiltalende fasader på bygninger. Å formidle kraftstasjoner som «katedraler» eller «slott» eller kraftmaster som «monster», kan tjene som eksempler på at vektlegging av sanselige aspekter, om enn så slående kommunikasjonsmiddel, er ensidig.

1.2.1 Mål

I dette forprosjektet skal vannkraftutbygginger vurderes *som et sammenhengende system*. Det skal pekes på kulturminnefaglige utfordringer. For å belyse disse skal det presenteres en casestudie. Det skal angis hvilke retninger forskningen kan ta videre ved å *skissere* et hovedprosjekt. Potensielle samarbeidsparter med relevant faglig og forvaltningsmessig bakgrunn skal kontaktes for å bygge opp en plattform for videre arbeid.

1.2.2 Hensikt

Hensikten med forprosjektet er å *legge grunnlaget* for et større tverrfaglig FoU-prosjekt i regi av NVE fra 2020. Som rådgiver og kravstiller trenger forvaltningen et bedre grep om vannkraftverk som sammenhengende systemer. Hovedprosjektet skal bidra til å sikre et

bedre kunnskapsgrunnlag og et forskningsbasert perspektiv, bedre forståelse og en mer nyansert formidling.

1.2.3 Metode og tilnærming

Forprosjektet skal vise til eksisterende relevant faglitteratur for å gi et bilde av forskningsfeltets karakter og status. Casestudien, kraftverket Tysso I i Odda kommune i Hordaland, bygger på befaringer, kartlegging, samtaler og gjennomgang av litteratur og arkivalia. Den belyser hvilket historisk materiale som faktisk finnes og hva som er tilgjengelig. Casestudien skal *teste ut* hvilke elementer som kan inngå i en helhetlig sammenheng, samt *reflektere* over hvilke utfordringer en har når kulturminner skal beskrives, formidles og forvaltes.

1.2.4 Avgrensning

Forprosjektet berører ikke spørsmål om kulturminneforvaltningens praktiske dokumentasjonsmetoder (utstyr, formater, lagring etc.). Her er dokumentasjon av objekter og anlegg i landskapet en metode for å innhente kunnskap, og for å supplere andre kilder.

Fokus vil være å prøve ut, og foreslå, tilnærminger som har potensialer i forståelsen og forklaringen av vannkraftverkene som helhetlige systemer. Casestudien er avgrenset til Tysso I, regionens første høytrykks vannkraftanlegg forbundet med elektrokjemisk storindustri, og en utbygging som omskapte Tyssedal som sted. Tysso I er valgt siden det er et, av Olje- og energidepartementet, prioritert anlegg (i likhet med Telemarkskanalen). I tillegg har NVE over lang tid hatt tett faglig samarbeid med Kraftmuseet, som forvalter stedets historie. Studien begrenser seg til perioden 1900-1935. Dette fordi de fysiske spor denne utbyggingen har satt i Tyssedal, ikke har forandret seg stort siden 1930-tallet.

Til å begynne med skal vannkraftverk forklares, og de to hovedtyper lavtrykksanlegg og høytrykksanlegg redegjøres for. Dette er nyttig for å forstå de grunnleggende trekk for hvordan kraftverk ligger i terrenget og i forhold til vassdraget.

1.3 Vannkraftverk - grunnlag, funksjon og elementer

Et vannkraftverk omformer vannets potensielle energi til elektrisitet, som via linjenett overføres til forbrukerne. De tekniske konstruksjoner som kan inngå i et vannkraftverk er dam, magasin, inntak, tunnel, sjakt, rørgate, kraftstasjon med elektrotekniske og mekaniske komponenter, m. m. Til sammen fungerer det enkelte kraftverkets elementer som en helhet. Hvert enkelt kraftverk inneholder imidlertid ikke nødvendigvis alle de nevnte elementene. Både kraftverkets størrelse (yteevne) og hvilke elementer som inngår bestemmes blant annet ut fra topografiske forhold og andre naturgitte forhold. Fra omkring 1960 ble dessuten miljøsyn viktige. I tilknytning til selve kraftverket kan det bli gjennomført forskjellige tekniske inngrep og tiltak i kraftverks-området. Denne beskrivelsen tar i hovedsak for seg kraftverks- og anleggstekniske forhold.

I kraftverket ledes vannet fra et inntak til turbin(er) i kraftstasjonen, og derfra til utløpet fra kraftstasjonen. Utløpet kan være til elv, innsjø, et magasin eller til havet. Kraftverkets installasjon, det vil si ytelse i megawatt (MW), bestemmes i all hovedsak av fallhøyden (vanstrykket), kraftverkets såkalte slukeevne (vanngjennomstrømningen). Ytelsen

avhenger også av turbinenes effektivitet (virkningsgrad). Noe popularisert kan en si at fallhøyden er høydeforskjellen mellom inntaket og utløpet. Slukeevnen er turbinen(e)s maksimale driftsvannføring, som vil si den største (økonomisk optimale) vannmengden gjennom turbinen(e) per tidsenhet, og som vanligvis er oppgitt i m³/s. Kraftverkets produksjon kan være oppgitt i kilowatt-timer (kWh) per år, men vanligvis i gigawatt-timer (GWh) per år. 1 GWh er 1 000 000 kWh. Produksjonen bestemmes ut fra vannmengden som utnyttes i kraftverket, og er sjelden eller aldri jevnt fordelt over året. Fordelingen er avhengig av blant annet variasjon av tilsiget (vannmengden) i kraftverkets nedbørfelt, magasinkapasiteten (hvor mye vann som kan lagres) for senere utnyttelse samt etterspørselen (kraftbehov/leveringsplikt) og også gitt, eller forventet, kraftpris.

Det er ikke alltid at alt vannet (tilsiget) til et kraftverks inntak kan nyttes i kraftproduksjonen. Utnyttelsesgraden bestemmes i stor grad av tilsigets fordeling over året, magasinkapasiteten og slukeevnen. Med stor magasinkapasitet i forhold til årlig tilsig (forholdet mellom magasinkapasitet og midlere årlig tilsig kalles relativ magasinkapasitet) kan ofte alt vannet utnyttes. Vannet magasineres når tilsiget er større enn det som trengs for å imøtekomme kraftbehovet/etterspørselen. Magasineringen kan være på kort sikt (døgn, uke) eller lengre sikt (årsmagasin, flerårsmagasin) for de virkelig store magasinene. Da kan store deler av sommertilsiget lagres til utnyttelse i vinterhalvåret. Men det er også kraftverk med svært liten relativ magasinkapasitet eller knapt magasin i det hele tatt, bare et lite inntaksmagasin/-basseng. Da må kraftproduksjonen skje i takt med tilsigsvariasjonene. Dette gjelder for elvekraftverk. De fleste småkraftverk kan også sies å komme inn under denne kategorien. Under slike forhold er det ikke økonomisk å dimensjonere kraftverkets slukeevne slik at alt vannet kan nyttes, og det blir flomtap.

Magasin kan etableres ved bygging av dam (demningsmagasin) og også ved at inntak i et vatn legges lavere enn vatnets naturlige vannstand (senkningsmagasin). I Norge er det lang og omfattende erfaring med slike magasin, da topografien mange steder ligger godt til rette for en slik løsning. Vanlige damtyper er forskjellige typer betongdammer, tidligere også steinmurte dammer. Noen få år etter andre verdenskrig er det bygget et stort antall steinfyllingsdammer i Norge.

Fra inntaket, enten dette er i et magasin (magasinkraftverk) eller i ei elv (elvekraftverk), ledes vannet til kraftstasjonen og utløpet gjennom det som ofte benevnes som kraftverkets *vannveier* (oppstrøms vannvei fra inntaket og til kraftstasjonen og nedstrøms vannvei fra kraftstasjonen til utløpet). Typer av oppstrøms vannvei kan være kanal, tunnel, sjakt og rørgate. I tillegg har vannveiene forskjellige typer mekanisk utstyr i form av stenge/lukkeanordninger, spesielt forskjellige typer luker. På grunn av hydrauliske forhold som kan oppstå i vannstrengen i et slik system er det også nødvendig med spesielle tekniske arrangementer (svingesjakt/-kammer eller luftputekammer, ventil- og fordelingskammer), men disse går vi ikke inn på her. Kanal er relativt sjeldent brukt i Norge, men de finnes, spesielt ved noen elvekraftverk.

En vanlig løsning for de første store magasinkraftverkene var en tilnærmet horisontal tunnel fra inntaket og fram til en dalside, hvorfra det var rørgate nedover dalsida og ned til kraftstasjonen. Det var tilfelle både for Tysso I og for noen andre velkjente tidlige kraftverk, som Vemork på Rjukan og Nore I i Numedal, for å nevne noen. Senere ble det utviklet teknikk med sjakt i fjellet (trykksjakt) fra tunnelen og ned til området for

kraftstasjonen, enten kraftstasjonen var plassert «i dagen», som var vanlig i alle fall fram til andre verdenskrigen, eller inne i fjellet. Etter verdenskrigen er de fleste kraftstasjoner av noe størrelse plassert inne i fjellet. Norge er stort sett forsynt med godt og solid fjell. Dette har gjort at kraftstasjoner i fjell, trykksjakter og tunneler har vært gode løsninger både teknisk og økonomisk.

Kraftstasjonen rommer turbiner, generatorer, transformatorer og annet elektroteknisk og mekanisk utstyr for kraftverksdriften. Til sammen benevnes ofte en turbin med tilhørende generator for aggregat. Vannet driver turbinen, der vannets potensielle energi omformes til kinetisk energi. Det er forskjellige turbintyper, og valg av type bestemmes i stor grad av fallhøyden, men maksimal vannføring (slukeevne) samt variasjon i vannføring kan også ha noe betydning. Turbinen er tilknyttet en generator, der den kinetiske energien omformes til elektrisk energi ved elektromagnetisk induksjon. Deretter transformeres kraften (i en transformator) opp til ønsket spenning (volt) for overføring i høyspent linjenett fram til nedtransformering til lavspent lokalt distribusjonsnett. Kraftledningene fra kraftstasjonen er også visuelt godt merkbare inngrep i kraftverksområdet (og også utenfor det som kan defineres som det romlige kraftverksområdet).

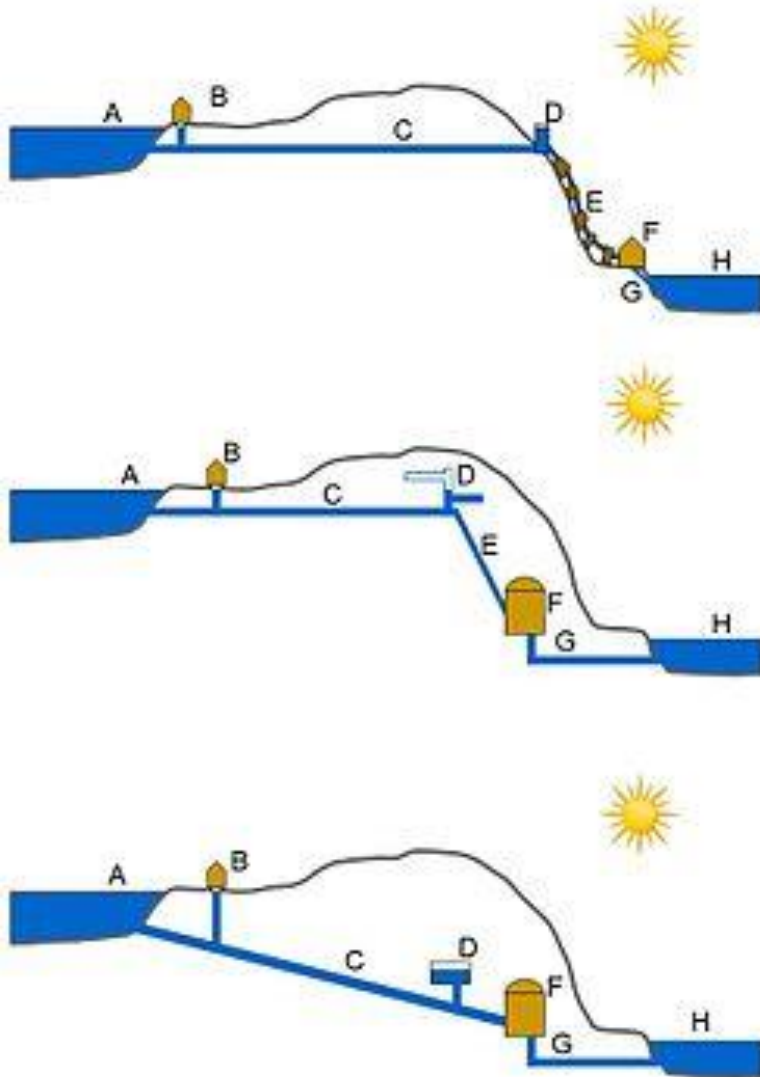
Kraftstasjoner i store kraftverk blir dermed omfattende og komplekse byggverk, ofte i mange etasjer. Spesielt for kraftstasjoner i fjell trengs «hjelpetunneler» for interne adkomster til forskjellige deler av kraftstasjonen, eller til oppstrøms og nedstrøms vannveier (tunneler, sjakt). Kraftstasjon i fjell krever også en adkomsttunnel utenfra.

Nedstrøms vannvei (undervannet) kan være kort fram til utløpet, for eksempel en kanal eller kulvert dersom kraftstasjonen er plassert i dagen og nær utløpet. Med kraftstasjon i fjell er det mer vanlig med tunnel (utløps-/avløpstunnel) fram til utløpet. Også i undervannet er det vanligvis behov for forskjellige mekanisk/hydrauliske innretninger.

Det framgår av det som er beskrevet her at kraftverk og bygging av kraftverk kan medføre betydelige, og også godt synlige, inngrep. En ting er konstruksjonene som inngår i selve kraftverket, som dammer, magasiner, rørgater etc. Selve byggeprosessen setter også sine spor. Det kan være behov for anleggsveier og annen infrastruktur. Fjellanlegg med mye sprengning krever at det tas ut til dels store mengder sprengstein, som må plasseres i steintipper i terrenget. I kraftutbyggingens pionertid ble det kanskje tatt mindre hensyn til hvor og hvordan steintippene ble plassert. Uttak av steinmasser hadde også betydelig mindre omfang enn senere tiders gigantiske fjellanlegg. Etter hvert har det kommet strenge regler for plassering av tippene, utforming, arrondering og tilsåing. Dette blir nøyaktig kontrollert (NVE, som også skal godkjenne planene), men steintippene har uansett en romlig virkning. Uttak av masser (steinbrudd, massetak) for eksempel til bygging av steinfyllingsdammer er et annet moment.

Kraftverket Tyssø I som presenteres som studiecase er et høytrykksanlegg fra en pionertid, med den første byggefasen i årene 1906 til 1908, og med senere utvidelser. Tyssø I har *sine* forutsetninger og løsninger. Men før en ser på studien kan denne mer generelle beskrivelsen av vannkraftverk være nyttig ved at en har noe å koble Tyssø I opp mot, både når det gjelder tidlige kraftverk, og også senere utvikling.

I det følgende illustreres forskjellige typer kraftverk ved to figurer.



Illustrasjon 1. Skisse av vannkraftverk. I: Wikipedia. Hentet 30. april 2019 fra <https://no.wikipedia.org/wiki/vannkraftverk>.

Illustrasjonen viser en typisk utvikling over en årrekke av typisk planløsning for et kraftverk med magasin (magasinkraftverk). Betegnelsen høytrykksanlegg brukes også.

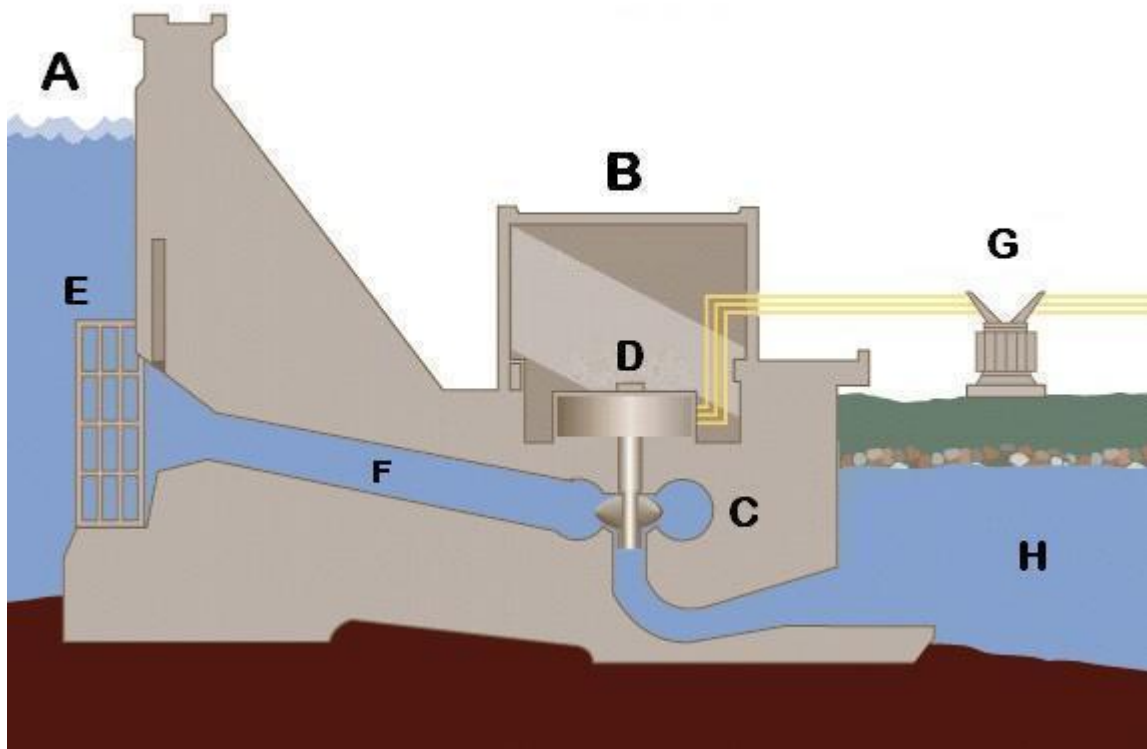
Øverst: Tunnel (C), rørgate i fjellsida (E) og kraftstasjon i dagen (F)

I midten: Tunnel, sjakt (trykksjakt) (E), kraftstasjon i fjell, tunnel til utløp i innsjø/magasin

Nederst: Tunnel erstatter tunnel og trykksjakt

D er svingekammer/-sjakt for de to øverste og luftputtekammer nederst (svingesystem). Svingesystemet skal stabilisere vannmassene i vannveien ved pådrag (oppstart) og avslag (driftsstans).

B der inntak med inntaksluke, lukesjakt og lukehus.



Illustrasjon 2. Skisse av vannkraftverk, av Knut Rosvold. I: Store norske leksikon. Hentet 30. april 2019 fra <https://snl.no/vannkraftverk>.

Illustrasjonen viser en løsning for et elvekraftverk (kraftverk som ikke har magasin direkte knyttet til kraftstasjonen). Dette kan også betegnes som lavtrykksanlegg.

Kraftstasjon i dagen (B), nært knyttet til dam og inntaksmagasin/inntaksbasseng. Magasinet/bassenget (A) har liten lagringskapasitet, og dets funksjon er i all hovedsak å sikre en størst mulig konstant trykkehøyde.

C: Turbin

D: Generator

G: Transformator

Fra G er det utgående høyspent kraftlinje.

1.4 Moderne tekniske systemer som kulturminnefaglig utfordring

I et kulturminneperspektiv er det sentralt å kunne forklare og dokumentere hvorfor bygninger, anlegg og omgivelser er blitt som de er. For kraftverk er det viktig å kunne

forstå de materielle spor i form av så vel mange typer bygninger og anlegg som terrenginngrep.

En fullstendig redegjørelse for et anleggs konstruksjon, utforming og terrenginngrep og tilpasninger krever at man utforsker *både* de ytre betingelser (politiske og økonomiske rammer), samtidig som man følger de sentrale aktørene i deres samtid og konstruksjonen av et teknisk prosjekt i sin spesifikke kontekst.⁵

Gjennom en slik tilnærming kan vi få forståelse for, og kunnskap om, hvilke prosesser, samhandlinger og kunnskapsformer som påvirket anleggenes utforming, teknologivalg, lokale tilpasninger, arkitektoniske valg, miljøtilpasninger, sosiale konsekvenser og mye annet over et lengre tidsperspektiv. Ved å bruke industriarkeologiske⁶ metoder, der vi kombinerer flere kildetyper, og benytter oss av allerede opparbeidede erfaringer fra kulturminnefaglig dokumentasjon i vår sektor, kan vi sikre en dybde og bredde når det gjelder grunnleggende kunnskap om et kraftverk, dets oppkomst, utbredelse og utvikling.

De faglige utfordringene utdypes nærmere i det følgende, men la oss først si litt om forprosjektets plass i NVEs kulturminnefaglige utviklingsarbeid. Siden etableringen av NVEs Museumsordning i 2003 har etaten ervervet og formidlet kunnskap om vassdrags- og energisektorens historie og kulturminner. Omfattende kulturminnearbeid er utført gjennom fire temaplaner.⁷ I tillegg er metoder innen kulturminnefaglig dokumentasjon videreutviklet.⁸ Disse arbeidene har bidratt med landsdekkende oversikter over kulturhistorisk viktige anlegg i vassdrags- og energisektoren. De har også økt kompetansen om anleggenes kulturminneverdier. Vi mangler imidlertid dypere kunnskap om *sammenhengene* mellom ulike elementer i elektrisitetsforsyningen, og hvilke forhold som knytter dem sammen til en funksjonell og formmessig helhet.

En kunnskapshistorisk analyse av planlegging, utbygging og utvikling av Tysso I som system, vil belyse dette. Det vil argumenteres for at profesjons- og vitenskapshistorie kan være en inngang til å forstå og forklare den særegne planmessigheten som kjennetegner utbyggingen av vannkraftverk. Det vil ikke handle om kraftverksarkitekturen forstått som en stilhistorisk analyse av bygninger, men om hvordan kraftverkene er basert på kunnskap innen mange fagfelt.⁹ Ved å kartlegge vassdrag, nedbørfelt og terreng ble landskapet abstrahert, bearbeidet og tilrettelagt for teknisk-industriell bruk. Med kunnskapshistorie ønsker en å få frem hvordan tenkemåter, vitenskap, teknologier, metoder og begreper bidrar til å legge grunnlaget for, og hvordan dette inngår som en del

⁵ En slik aktør-nettverk-tilnærming går enda grundigere inn i oppkomsten av et kraftverk enn en profesjonstilnærming som belyses i rapportens casestudie. Disse tilnærminger kan imidlertid utfylle hverandre.

⁶ «Industrial Archaeology» er en britisk betegnelse fra 1950-tallet for det fagområde som vi her i Norden har betegnet som arbeid med «vern av industriminne eller tekniske kulturminner» (Bevaring av tekniske og industrielle kulturminner i Norge, Innstilling fra Utvalg for teknisk og industrielt kulturvern, Norsk Kulturråd, 1988, s. 19). I Sverige har man siden 1960-årene arbeidet organisert med registrering og dokumentasjon av industriminne. I Norge har det også dette vært et innsatsområde, men mer løst organisert. I 1978 åpnet kulturminneloven for å frede teknisk-industrielle kulturminner uavhengig av alder. (Ibid., s. 24).

⁷ <https://www.nve.no/vann-vassdrag-og-miljo/nves-utvalgte-kulturminner/>

⁸ <https://www.nve.no/om-nve/vassdrags-og-energihistorie/pagaende-prosjekter/dokumentasjon-av-sektorens-kulturminner/>

⁹ I forprosjektets casestudie vil ikke, om enn så sentralt i en helhetlig kulturhistorisk fremstilling, analyser av de politiske og økonomiske rammene for Tysso I-utbyggingen, inkluderes.

av, industriell og teknologisk utvikling. Med «kunnskapsformer» menes ulike typer kunnskap som kan være motivert av estetiske, tekniske eller praktiske forhold, mens det med profesjoner avses ulike yrkesgrupper som vokser frem rundt bestemte fagdisipliner, som landmålere, steinhoggere, fjellspengere, murere, smeder arkitekter, ingeniører, hydrologer etc. En kunnskapsform skal ikke forstås i strikt mening som en disiplin. En disiplin, som for eksempel arkitektur, er sammensatt av ulike kunnskapsformer av mer eller mindre estetisk eller teknisk art. Det samme gjelder for ingeniører og hydrologer.¹⁰ Dette er kunnskapsformer som ofte er preget av rene tekniske eller naturvitenskapelige hensyn i betydelig grad, men som samtidig kan være preget av estetiske interesser og/eller ha estetiske implikasjoner.

En illustrasjon av dette er at fra omkring år 1900 ble kraftstasjoner en spesialoppgave for arkitekter. Mange norske kraftstasjoner bærer tydelige stilhistoriske trekk fra 1900-tallets repertoar i form av romantiserende, monumentale, funksjonalistiske og modernistiske uttrykk. Men det er også et spørsmål om arkitektene hadde noen rolle *utover* dette i kraftverkens utforming, og hvilket syn de hadde på at sted, terreng og landskap preget kraftutbyggingen. Var det for eksempel ingeniørenes perspektiv som rådde, og stod ingeniørens perspektiv i motsetning til arkitektenes?

Å beskrive et kraftverks kulturhistoriske verdi på en transparent og begrunnet måte, krever at man velger historiske perspektiver med omhu. Målsetningen her er å nærme seg et helhetsperspektiv. Det ligger derfor i sakens natur at en må arbeide både med den teoretiske og den empiriske siden ved verdisetting, og dokumentasjon av teknisk-industrielle objekter og miljøer. Et kunnskapshistorisk perspektiv fanger ikke alt, men kan være egnet til å få frem hvordan kraftverkens bygninger og beliggenhet i stor grad er et resultat av kunnskapsformer som mestret inngripen i og omforming av de materielle omgivelsene. Dette er et elementært vitenskapsteoretisk poeng, som dreier seg om at «fakta» er *avhengig* av hvilke begreper og perspektiver man ser tingene ut fra.

Kulturminneforvaltningen er satt sammen av ulike fag og disipliners begrepsapparater og perspektiver, slik som arkeologi, kulturhistorie, arkitekturhistorie, kunsthistorie, etnologi, geografi etc. Innenfor disse fagene finnes det i sin tur ulike tradisjoner og metoder, der ulike typer kilder blir vektlagt. Det faglige perspektivet har endret seg over tid som en konsekvens av at samfunnet rundt oss endrer seg. Dette gjelder både med hensyn til hva som vurderes som viktige kulturminner (kirker, ruiner, gårdshus, byhus, hageanlegg, havneanlegg, fabrikker etc.), og hvordan kulturminneverdiene blir karakterisert og vektlagt (jf. historisk verdi, arkitektonisk verdi, autentisitet, miljøverdi, symbolverdi, etc.).¹¹

¹⁰ Kunnskap om vann og vannets egenskaper er gammel kunnskap og vannmålinger har foregått lenge, men det er først i 1895, da Kanalvæsenet fikk opprettet Hydrografisk avdeling (senere Hydrologisk avdeling) at hydrologien i Norge ble institusjonalisert. Ingeniør Ingvar Kristensen (1865-1947), som den gang ledet avdelingen, kalles «en sterk kandidat til å være Norges første hydrolog» (Sælthun, Nils Roar: *Arven etter UNESCOs internasjonale hydrologiske dekade – norsk hydrologi i et nordisk og internasjonalt perspektiv*, I: Vann, 02/2015, s. 210-211).

¹¹ Hans Emil Lidén, *Fra antikviteten til kulturminne: trekk av kulturminnevernets historie i Norge*, Oslo: Universitetsforlaget, 1991.

1.5 Systemperspektiv på kraftanleggene

Hensikten med et systemperspektiv er dels å belyse hvilke profesjoner og kunnskapsformer som var involvert i etableringen av store sosio-tekniske systemer. De materielle sporene kan dokumenteres og beskrives i lys av de kunnskapsformer og tenkemåter som ga opphav til dem. Dels innebærer det at man i beskrivelsen av anleggets helhet legger vekt på dets systemiske karakter, m.a.o. vektlegger relasjoner og innbyrdes sammenhenger. I vår sammenheng betyr det å vektlegge hvilken form for (eventuelt helhetlig) planmessighet og styring et kraftverk ble utformet innenfor. Dersom man følger systembegrepets betydning slik det har blitt utviklet i historisk og samfunnsvitenskapelig forskning på såkalte store tekniske systemer (LTS-tradisjonen, Large Technical Systems), betyr det at et fysisk objekt ikke kan betraktes som et avgrenset produkt, men at det som gir objektet identitet er *dets plass eller rolle* som en del av et system. Et eksempel kan være telefonen. Betraktet som et artefakt¹² er det en boks eller en skjerm som ligger på bordet fremfor en, eller som man har i lommen. Når den betraktes som et system er telefonen bare en liten del av et stort og forgrenet komplisert system.¹³

Ett mål må være å sikre at dokumentasjonen av moderne tekniske systemer håndterer objektets og miljøets *særegne* karakter. Den omfatter en mengde teknologier, bygninger, lokaliteter, naturformer mv., og alle interagerer på komplekse nivåer for å fungere som *et* sammenhengende system. Derfor er det viktig å forstå, forklare og beskrive hvordan delene henger sammen. Det følger av dette at det er viktig å kartlegge hvilken type planlegging, kunnskaper og styring som bidrar til å skape en sammenhengende helhet.

Begrepet store tekniske systemer ble først formulert i den teknologihistoriske forskningen på 1980- og 90-tallet der det ble brukt til å beskrive utviklingen av klassiske infrastrukturerte systemer som transportsystemer (fly, jernbane, vei og sjøfart), telekommunikasjonssystemer (telefon, data, tv, radio, post), vannforsyningssystemer (vann og avløp), og ikke minst energiforsyningssystemer (gass, fjernvarme, elektrisitet).¹⁴

Fra denne forskningen kan man trekke ut minst en vesentlig ting som direkte angår vannkraftanleggene. Som produsenter av elektrisk energi var de viktige for fremveksten av Norge som industrialisert samfunn. Etableringen av slike anlegg var en *ny* form for bruk av terreng og vassdrag.¹⁵

I dag er det en selvfølge at slike anlegg fungerer som systemer. Gjennom dambygging, oppsamling av vann i magasiner og konstruksjon av kunstige vannveier for å lede vannet i ønsket retning og fart, har man gjort det mulig å la naturkreftene selv bidra i prosessen med å frambringe bevegelsesenergi som omdannes til elektrisk kraft. Kanalisering av vann er kjent langt tilbake i historien, men forskjellen mellom vassdragsutnyttelse i moderne og førmoderne tid er stor. I moderne tid er naturinngrepene og

¹² Begrepet «artefakt» brukes for å beskrive menneskeskapte gjenstander, «från världens största maskin, de sammankopplade tele- och datanäten med all kringutrustning, till den klassiska liberalismens arketytiska artefakt, nålen.» Fra Sven Widmalm (red.) 2004 *Artefakter. Industrin, vetenskapen och de tekniska nätverken*, Gidlunds Förlag, Lund, Sverige, s. 9.

¹³ Pär Blomkvist og Arne Kaijser, «Introduktion: De osynliga systemen», i *Den konstruerade världen – tekniska system i historiskt perspektiv*, Stockholm: Symposion, 1998.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Bruken av vassdrag til mekanisk energi er meget gammel kunnskap og teknologi, men det er mange prinsipper i utnyttelsen som er like.

terrengutnyttelsen langt større. Forskjellen har vært formulert som forskjellen mellom en økonomi der virksomhetslokalisering ble bestemt av lokal tilgang på vann, vannkraft, ved, malm, mineraler o.l., og en økonomi der tilgangen på tekniske system i større grad var bestemmende for lokaliseringen av virksomheter. Her kan vi se for oss både glidende overganger og et historisk forløp. Et sentralt moment er at mange typer virksomheter ikke lenger har så stedbunden karakter, og at systemene ikke er synlige og åpenbare.

Denne nye teknisk konstruerte virkeligheten som de *store* tekniske systemene har ført med seg, er altså av en relativt ny dato. Flere av dem er en integrert del av dagens samfunn, særlig elektrisiteten som energiform. Men selv om fremveksten av elektrisitetsforsyningen er fra en nær fortid, gjør slike systemers uåndgripelige og komplekse karakter at de lett blir usynlige og glemmes i vår daglige omgang med elektrisk belysning og oppvarming. I tillegg har vi mange andre tekniske systemer som er basert på elektrisitet, slik som datakommunikasjon, radio, telefon etc. Man kan derfor hevde at det er viktig at slike anlegg og systemer bevares eller dokumenteres som kulturmiljøer slik at de kan minne oss om, og også gi utgangspunkt for et historisk perspektiv på samtiden. En utfordring er å behandle dem *som* systemer og ikke bare som fragmenter eller løsrevne enkeltobjekter. Et trekk ved store vannkraftanlegg er at de har lang levetid når de først er etablert. De har en egen treghet i og med at det som regel er investert store økonomiske, tekniske, sosiale og kunnskapsmessige ressurser. Den amerikanske teknologihistorikeren Thomas Hughes har beskrevet dette som de tekniske systemenes *momentum*.¹⁶ Dette betegner blant annet at forbindelse mellom teknologi og samfunn er gjensidig avhengige. Når et system først er etablert så har det en fart og en retning som gjør at endringer skjer langsomt. Også dette er noe av den nevnte systemiske karakter til kraftanleggene. De har et momentum som i mange tilfeller gjør at vi i dag lett kan kjenne igjen trekk ved systemene slik de var da de ble til. På den andre siden blir forandringene og naturinngrepene desto større og mer merkbare når slike systemer utvides.

Et kraftverk er et teknisk system i den forstand at komponenter som magasiner, dammer, vanninntak, rørgater, sjakter og tunneler, kraftstasjoner, trafostasjoner og ledninger ikke virker som en helhet uten at andre komponenter virker samtidig. Omfanget og graden av kompleksitet samt formen for integrasjon kan likevel variere fra kraftverk til kraftverk. Størrelsen kan også variere betraktelig. I elektrifiseringens tidlige fase var relativt små kommunale kraftverk vel så vanlige som de større industrirelaterte anleggene. Men også små vannkraftverk har systemkarakter i og med at de krever betydelig planleggingskunnskap for å koordinere ulike deler av helheten. De mindre vannkraftverkene forutsatte kunnskap om fallhøyder, dambygging, andre bygningsmessige konstruksjoner, elektro- og maskinteknikk og overføringsteknologi etc. Begrenset romlig utstrekning kan innebære en betydelig grad av teknisk kompleksitet som krever helhetlig planlegging. Små og store kraftverk har i hovedsak samme type komponenter.

¹⁶ Thomas P Hughes *Networks of power. Electrification in Western Society 1880-1930*, John Hopkins University Press, Baltimore and London 1983, s. 140.

Videre vil utgangspunktet være at vannkraftanleggene er *moderne* tekniske systemer.¹⁷ Fra et generelt teknologi- og vassdragshistorisk ståsted kan det finnes gode argumenter for et kulturminnefokus som inkluderer før-moderne tekniske systemer som kverner, møller, oppgangssager og annen direkteoverføring av kraft. Men siden det er det egenartede ved vannkraftbaserte *elektrisitetsverk* som er vårt tema, vil systembegrepet avgrenses til moderne tekniske systemer. De karakteriseres som moderne fordi de bygger på en sammenheng mellom teoretisk vitenskap og teknologi. Det vil si at erkjennelse av, og kunnskapen om, naturen foregår i eksperimenter og ved systematisk observasjon, og i forlengelsen kan de anvendes til å utvikle teknologi. En slik sammenheng mellom teori og teknologi slo igjennom i løpet av 1800-tallet. Det samme gjelder betydningsinnholdet i ordet «teknologi», som på 1800-tallet fremdeles kunne stå i sammenheng med «kunst» forstått som fremstilling i sin alminnelighet.¹⁸ I vår kontekst kan vi for eksempel se at ordet «vannbyggingskunst» mot slutten av 1800-tallet blir erstattet av «vannbyggingsteknikk».

Det moderne aspektet består videre i en overgang til nye energiformer som elektrisitet, nye syntetiske og kjemisk fremstilte materialer som bakelitt, ebonitt, celluloid, mer bruk av ledende metaller som kobber og aluminium. Ikke minst vokste nye samfunnsklasser frem i kjølvannet av disse prosessene, noe om endret arbeidets sosiale organisering til å bli basert på en stor og eiendomsløs arbeiderklasse.¹⁹ Dessuten ble *store* tekniske systemer gjenstand for *store* kapitalinvesteringer og privat eierskap, ofte med økonomisk profitt som motiv. Av mer kulturelle aspekter består det moderne i at store vannkraftanlegg har dannet bilder for samfunnets forståelse av seg selv som moderne. Fra vannkraftkraftutbyggingens tidlige fase vet vi at dammer og kraftstasjoner var viktige symboler og ikoner for forståelsen og selvbildet av Norge som moderne og progressiv nasjon.²⁰

Utgangspunktet om teknikkens systemiske karakter innenfor LTS-forskningen (Large Technical Systems) kan antakeligvis med tilpasning også anvendes på mindre kraftverk, og kanskje nettopp til å utforske *hva som avgjør* ulik størrelse og grad av kompleksitet. I et kulturminneperspektiv kan dette være en hjelp til å identifisere det særegne ved vannkraftens anlegg. Denne særegenheten kan altså utvikles ved å ta i bruk noe av det som ligger i LTS som et historisk perspektiv innrettet på å fange opp kompleksitet og relasjoner.

De moderne vannkraftverkene representerer en overgang fra håndverksbasert teknologi og industri, til en vitenskapsbasert og organisatorisk komplisert energiforsyning. Her kan det også presiseres at det med tekniske systemer ikke menes rent tekniske komponenter, men nettopp er systemer der ulike profesjoner, institusjoner, teknologier og organisasjoner legger grunnlaget, og også driver og bruker systemene. Derfor har Hughes

¹⁷ «Det moderne» er en forestilling og en distinksjon som i seg selv er en utfordring i samfunnsfag og humaniora. Det vil føre for langt her å reflektere inn denne grunnleggende problematikk, men i et hovedprosjekt vil også dette kunne være gjenstand for utforskning og analyse.

¹⁸ For en nærmere redegjørelse se «*Theoria, Praxis og Poiesis*», i *Fabrikken*, Oslo: SAP, 2004.

¹⁹ Denne perioden har blitt kalt den «neotekniske fasen», Lewis Mumford, *Technics and civilization*, Chicago: The University of Chicago Press, 1934, 212 ff.

²⁰ «Våre store kraftstasjoner hører nu til landets stolteste frembringelser, og en bok om store norske ingeniørarbeider kan ikke tenkes uten en beskrivelse av et moderne vannkraftsanlegg», omtale av Mørkfoss-Solbergfoss-anlegget i Georg Brochmann, *Store norske ingeniørarbeider*, Oslo: Gyldendal, 1926, s. 96.

og andre teknologihistorikere modifisert tekniske systemer til *sosio-tekniske* systemer, for dermed å fremheve at systemene også er komplekse ved at de består av ulike aktører, profesjoner og kunnskapsformer. Slike *systembyggere* vil stå sentralt i casestudien, siden systemet og dets kompleksitet og elementer er menneskeskapt, og fordi kontroll og integrasjon av systemets deler har preget arbeidet til de som har planlagt systemene.



Illustrasjon 3. Tyssedal i 1933, Foto: Barthold Hagemann/AST/Kraftmuseet, arkivnr. I-HA005

1.6 Den kulturlandskapsformende vannkraften

En profesjonshistorisk tilnærming kan plasseres i grenselandet mellom kraftutbyggingshistorie og kulturminnebeskrivelse. Det vil si at man både skal gi rom for profesjonenes intensjoner, verdier og tenkemåter på den ene siden, og på den andre siden hvordan man konkret håndterte byggeoppgavene og de fysiske omgivelsene innenfor det prosjektet som ble utformet.

I historieforskningen er mye av systemutviklingens politiske, økonomiske og institusjonelle sider godt dokumentert. Det reflekterer den store næringsmessige og politiske betydning utbyggingene hadde.²¹ Et viktig senere bidrag er Thue og Skjold (2007) som blant annet har undersøkt elforsyningssystemer. Fra 1880-tallet utviklet de

²¹ Noen eksempler er Knud Bryn 1930: *Elektrisitetsvesenets utvikling i de siste 50 år*, Johan Vogt 1971: *Elektrisitetslandet Norge*, Erling Annaniassen 1983: *Rettsgrunnlag og konsesjonspraksis. En undersøkelse av rettsgrunnlaget for vassdragskonsesjoner og dets håndhevelse i tidsrommet 1906–1910*, Lars Thue 2003/2006: *For egen kraft. Kraftkommunene og det norske kraftregimet 1887–2003/Statens kraft 1890–1947. Kraftutbygging og samfunnsutvikling.*

seg fra blokkstasjoner og bedriftsanlegg til lokale og regionale anlegg, til samkjøring og både nasjonal og internasjonal nettverksintegrasjon.²²

Det er derimot lite forsket på hvordan systemene ble planlagt og bygget ut som materielle strukturer i et ofte utfordrende terreng, og hvilke roller ulike profesjoner og vitenskaper spilte. På hvilken måte denne infrastrukturen over tid har skapt et særegent kulturlandskap, og hvordan det har ekspandert, er heller ikke godt dokumentert. Håndtering av terrenget og vassdraget, og for eksempel etableringen av et nedbørfelt, er sjelden del av en historisk undersøkelse.

Den begrensede litt mer allmenne kulturminneinteressen for disse anleggene har sammenheng med at disse objektene og strukturene har gitt, og fortsatt gir, negative assosiasjoner. De kan ikke enkelt innordnes i allment aksepterte forestillinger om hva et kulturlandskap er, og hva som er bevaringsverdig. Begrepet kulturlandskap er gjerne begrenset til landbrukets, eller de såkalte primærnæringsers, landskap. Skillelinjer i et landskap er verken lette å se eller å avgrense. Riksantikvaren operer for eksempel med et skille, der kulturlandskap er «alt landskap som er påvirket av menneskenes aktivitet gjennom tidene. Begrepet brukes særlig om jordbrukslandskapet». Naturlandskap «brukes for å sette søkelyset på landskapsformene og landskapets geologiske og biologiske innhold, ofte i områder der kulturinnslagene er lite synlige».²³ Skillet peker på mer eller mindre kulturinnslag, men i vårt tilfelle er ikke dette noen enkel, og kanskje heller ikke en anvendelig, distinksjon. En damkonstruksjon i øde fjellområder eller en kraftledning i nærheten av fredete, urørte naturområder kan illustrere dette.

Et landskap formet av industri kolliderer gjerne med et landskap formet av landbruket, hvilket også har sammenheng med at «industri» oppfattes i en nokså bestemt betydning som fremmed og moderne i motsetning til tradisjonell landskapshåndtering. Denne utfordring pekes på allerede i 1988 av utvalget som arbeidet med bevaring av teknisk-industrielle kulturminner. Utvalget hevder at «et sentralt begrep som 'industriellandskap' aldri vært lansert med hell i norsk vernesammenheng, til tross for en vedvarende og ofte poengtert interesse for vern av helhetlige miljøer».²⁴ Dette kommer vi tilbake til i oppsummeringen.

Når man ser på dagens kraftverk i Norge er mange systemer omfattende i geografisk utstrekning. Siden omtrent år 1900 har utbygginger etablert flere versjoner av terreng- og vassdragsbruk der tidligere adskilte steder er blitt koblet sammen via vassdrag og kraftoverføring.²⁵

Vannkraftanleggene gir i og med sin intensive utnyttelse av vassdrag og terreng et *særegent* avtrykk i landskapet. En sentral nøkkel til å forstå landskapsavtrykket er å beskrive hvordan bruken av terreng og vassdrag ble etablert som *ressurs- og kunnskapsobjekter* gjennom bestemte profesjoner og vitenskaper som hadde teorier,

²² Lars Thue og Dag Ove Skjold *Statens nett*, Oslo: Universitetsforlaget, 2007.

²³ Riksantikvaren: <https://www.riksantikvaren.no/Tema/Landskap> (besøkt 3.5.2019)

²⁴ *Bevaring av tekniske og industrielle kulturminner i Norge*, Innstilling fra Utvalg for teknisk og industrielt kulturvern, Norsk Kulturråd, 1988, s. 22.

²⁵ En kunne også knyttet dette til *miljøhistorie*; menneskets forhold til sine naturlige omgivelser over tid. Miljø- og kunnskaps- eller vitenskapshistorie er slik beslektet, synet på, og kunnskapen om, naturen påvirker også naturen.

begreper og metoder til å generere kunnskap om, og dermed kontroll over, vannveier, terreng og lokaliteter. Det vil si at bruken av det geografiske rommet man kan avdekke ikke bare handler om pregningen av landskapet i form av dammer, endring av vannføring, kanalisering av vann, ledningsbygging og dannelsen av nye steder. Det handler *også* om hvordan man har utvunnet kunnskap om landskapet og brukt dette til å planlegge og bygge kraftverk, for eksempel ved å kartlegge et nedbørfelt omkring år 1900.

Kraftverkslandskapet er i en forstand et vitenskapelig og teknologisk rom, det er formet ut fra kartlegging, beskrivelse og tilpasning til vannkraftutbyggerens blikk på naturen. Å se og beskrive landskapet menes her ikke en passiv gjengivelse av naturen, men at en gjennom ulike vitenskapelige praksiser (særlig hydrologi) ble i stand til å forme, fortolke og omforme landskapet.

Kunnskap som ble etablert gjennom kartlegging og oppmåling av terreng og vann, lot omgivelsene bli sett, og håndtert, på en bestemt måte. I opparbeidelsen av denne kunnskapen var grensen mellom vitenskap og teknologi flytende, men de var tett sammenvevd. Etableringen av vassdraget *som* et nedbørfelt er blitt drevet frem i et samvirke mellom vitenskap og teknologi. Selv om det her ikke skal trekkes konklusjoner fra casestudien, støtter en del av materialet kritikken av den såkalte «lineære modell» i vitenskaps- og teknologihistorie.²⁶ Det var ikke slik at kunnskap først ble etablert i hydrologien, og deretter anvendt i teknologien, men det var aktører med så vel ingeniørfaglig som vitenskapelig bakgrunn som fremskaffet hydrologisk kunnskap. På tilsvarende måte var grensen mellom teknologi og kunst flytende, eksempelvis ved at skillet mellom arkitekt- og ingeniøroppgaver ikke hadde tydelige avgrensninger.

I forbindelse med kraftutbygging rundt år 1900 ville begrepet *landskapsarkitektur* være en anakronisme siden dette som fag og profesjon ikke var anvendt i NVE før etaten ansatte sine første landskapsarkitekter rundt 1963.²⁷ På 1960- og 1970-tallet var landskapsarkitektur en forskjønnning, eller rehabilitering, av kraftutbyggingens terrenginngrep.

I vår sammenheng henviser den romlige praksis til ulike profesjonelle måter å se og bruke landskapet på, både av estetisk, vitenskapelig og teknologisk karakter.²⁸ Denne romlige praksis ble drevet frem av ulike typer kunnskap som virket samtidig, og ved siden av hverandre. I prinsippet var det både samstemmighet og kontraster mellom kunnskapsformer og profesjoner involvert i tilretteleggingen og utformingen av kraftverkene. Det var en praksis som kombinerte kunnskap om terreng, vassdrag og teknologi med en ny pregning av kulturlandskapet. Det var en aktivitet der man beskrev, fortolket og grep inn i de fysiske omgivelsene for å tilpasse dem produksjon, overføring og bruk av elektrisitet. Derfor ligger det en betydelig og relativt utforsket kunnskapshistorie knyttet til hvordan fysisk planlegging, karttegning, hydrologi etc. *samlet* danner vesentlige betingelser for kraftutbyggingen. Det er åpenbart at det også

²⁶ Se for eksempel Sven Widmalm «The Svedberg och gränsen mellan vetenskap och teknik», I: Widmalm (red.) *Artefakter. Industrin, vetenskapen och de tekniska nätverken*, Gidlunds Förlag, Lund, 2004, s. 149-151.

²⁷ Yngve Nilsen, *Landskapsarkitekten Knut Ove Hillestads virksomhet ved NVE 1963-1990*, Oslo: NVE, 2010.

²⁸ For en nærmere redegjørelse av begreper som romlig praksis og produksjon av rom i historisk-geografisk perspektiv, se David Harvey, *The Condition of Postmodernity*, Oxford: Blackwell, 1993, s. 211-239, og Henri Lefebvre, *The Production of Space*, Oxford: Blackwell, 1991.

ligger en betydelig kunnskapshistorie i den elektrotekniske systemutviklingen, men den må av hensyn til avgrensning holdes utenfor her.

Vi kan foreløpig sammenfatte dette avsnitt med å kalle elektrisitetsforsyningen en kulturlandskapsformende aktivitet.

1.7 De profesjonelle systembyggerne

Kunnskaps- og profesjonshistorien gir en inngang både til å forstå hvorfor bygninger, materielle strukturer og landskap ser ut som de gjør, og til å definere omfanget av et kulturmiljø i tilknytning til aktørenes perspektiv på hva kraftverk, natur og landskap var. De vitenskapsformene som har preget kraftutbyggingen er utpreget materielle (tekniske og naturvitenskapelige) ved at de primært ble brukt til å tilrettelegge vassdraget og terrenget for industriforetak og kraftproduksjon. Vannkraftens infrastruktur kan gis en bedre historisk lesbarhet dersom en kjenner til kunnskapshistorien bak hvordan landskapet som helhet ble håndtert. Med andre ord bør beskrivelser baseres på kjennskap til hvordan det ble tenkt og hvordan det ble opparbeidet kunnskap om planlegging og utbygging, og hvorfor det ble tenkt slik og ikke annerledes. Som vi skal se kan vi få et begrep om systempreget ved kraftverkene ikke bare ut fra dagens historiske tolkning og etter-konstruksjon, men også gjennom kartlegging av de systemorienteringer som sentrale aktører hadde den gang anleggene ble bygget. Kraft- og industrilandskapet er et menneskeskapt landskap, noe som i og for seg er selvsagt. Men forholdet mellom mennesker og omgivelser kan spesifiseres nærmere når man ser på ulike kunnskapsformers og profesjoners rolle i planlegging og bygging av kraftverk. Det ble gjennomført ut fra bestemte kunnskapshistoriske betingelser som her skal beskrives nærmere.

Et kraft- og industrilandskap er det man i kulturforskningen kaller et «minneslandskap». Det vil si at de materielle strukturer og landskapspregninger som vi omgir oss med samspiller med kulturell erindring og glemsel.²⁹ For kraftverkene del er det særegne ved minneslandskapet først og fremst stor skala og spredning i rom. Hvorvidt dette kraft- og industrilandskapet påkaller erindring som stimulerer til en interesse for historier bak bygningene, miljøet og landskapet, eller om landskapshistorie tvert imot går inn i glemselen, er avhengig av hvilke fortolkningsnøkler museer, forvaltning og forskning kan gi for å lese et slikt landskap. I casestudien skal det gis noen nøkler til landskapets lesbarhet ved vektlegging av den romlige praksis og den tilknyttede kunnskapshistorien. Det er altså ikke landskapet i seg selv som begrunner en undersøkelse av håndteringen av rommet i kraftutbyggingen, men måten dette landskapet spiller eller *kan* spille sammen med det kollektive minnet mennesker og sosiale grupper har. Et landskap er alltid et landskap for *noen*. Disse kulturminnene handler slik sett om å forstå og å beskrive hvordan landskapet ble sett og håndtert av mennesker i en annen tid enn vår, ut fra det som er igjen for oss her og nå. Mer konkret vil en innfallsvinkel til å forstå disse kraftanleggene som en sammenhengende rekke av kulturminner være å fokusere på de profesjoner som formulerte kunnskap om, og formet, det spesifikke rommet.

Når vi ønsker å knytte anleggenes historie til mennesker, meninger og intensjoner, er det naturlig å fokusere på profesjonelle systembyggere. Kunnskap i denne sammenheng

²⁹ Pierre Nora, «*Between Memory and History: Les Lieux de Mémoire*», I: *Representations*, vol. 26 (1989).

handler i stor grad om kontroll og koordinering av ulike deler av et system som har stor geografisk utbredelse, og om skiftende muligheter for slik kontroll og planmessighet ut fra kunnskapsmessige forutsetninger. Et sentralt kunnskapshistorisk spørsmål er hvilke fag og vitenskaper som var bestemmende for kontroll og planmessighet i systemutviklingen. Det er åpenbart at ingeniører var helt sentrale. Det er imidlertid mulig å nyansere ingeniør oppgavene og utdype ingeniørens rolle langt mer. Kartlegging av ulike ingeniørers posisjoner i et konkret teknisk system kan være en vei å gå. I forlengelsen av dette vil det være en fordel å fokusere på arkitekter som profesjon, arkitekturen som prosess og ikke så mye på arkitekturen som et resultat. I et profesjonshistorisk lys er det interessant å se kontekstuelte på arkitektenes arbeid, og på hvilken rolle ingeniørene og andre profesjoner hadde i dette arbeidet. Det kan være nyttig å se på hvilke faktorer som bestemte profesjonenes plass i systemene.

- Var det kunnskapsmessige, kulturelle eller organisatoriske forhold som var avgjørende?
- Hvilke forhold var det mellom ulike profesjoner og ledelse?

Uten å gå i detalj kan vi ha i mente at omkring år 1900 var forholdet mellom ingeniører og arkitekter begynt å utkrystallisere seg i to ulike profesjoner.³⁰ Selv om det mot slutten av 1800-tallet og tidlig på 1900-tallet hadde vært felles interesser og dels overlappende oppgaver for ingeniører og arkitekter, ble skillet mellom dem og mellom teknikk og kunst klarere omkring år 1900. En viss faglig konkurranse oppsto gjennom organisasjonslivet, i egne tidsskrifter og fagmiljøer. Slik oppsto det grobunn for en viss strid om hvem som var best skikket til planleggings- og byggeoppgaver.

1.8 Industrimodernismens kulturminner og landskap

Systemperspektivet kan belyse på hvilken måte, og i hvilken grad, kraftverkene ble planlagt og bygget med basis i en helhetlig tankegang. Vi kan få et inntrykk av hvorvidt og hvor sterkt en moderne planleggingsoptimisme preget utbyggingen av kraftverkene. En slik analyse kunne i prinsippet gjøres rent teknologihistorisk ved en beskrivelse av funksjonell integrasjon av de tekniske elementene. Men som sagt vil vi belyse *mangfoldet av praksiser* som omskapte det geografiske rommet, og dermed prøve å koble sammen teknologiske, formmessige og geografiske aspekter ved kraftanleggene, og herunder også berøringspunkter til arkitektur. Når vi vil ha frem systembyggingen og ulike profesjoners roller, vil arkitektens rolle være en *del* av større og mer komplisert byggeoppgaver der flere profesjoner, planleggingstyper og kunnskapsformer er involvert.

Arkitekturhistorie er et relativt godt innarbeidet grunnlag når kraftanlegg vurderes som kulturminner i Norge. En fylldig arkitekturhistorie om norske kraftverk er ennå ikke skrevet.³¹ Innenfor temaet «mekanisk energi og industriarkitektur» har imidlertid kunsthistoriker Kari Hoel levert et viktig bidrag som dekker tiden før produksjonen og overføringen av elektrisk energi ble grunnlag for industriutviklingen.³² Innenfor

³⁰ Rolf H. Jensen, *Moderne norsk byplanlegging blir til*, Nordplan: Trondheim, 1980, s. 148.

³¹ Enkelte bidrag finnes likevel - jf. kunsthistoriker Ivar Stavs arbeider om arkitektur i NVE-rapport 2/2006 *Kulturminner i norsk kraftproduksjon* og NVE-rapport 17/2010 *Kraftoverføringens kulturminner*. I Sverige har kraftverksarkitektur fått større forskningsoppmerksomhet, jf. Brunnström, Lasse og Spade Bengt (1995) *Elektriska Vattenkraftverk* og Brunnström, Lasse (2001) *Estetik & Ingenjörskonst*, begge utgitt av det svenske Riksantikvarieämbetet.

³² Kari Hoel, *Beauty & Utility. Myren engineering workshop: a creator of industrial buildings in Norway in the 19th century*, Oslo, 1991.

industriarkitektur kan formgivningen vanskelig tolkes som en løsrevet del fra teknikk og funksjon – de er gjerne helt sammenvevd. Hoel er imidlertid inne på en interessant distinksjon hva gjelder arbeidsfordelingen mellom arkitekter og ingeniører: «the taste of the architect and the stability of the engineer».³³

Et systemperspektiv innebærer imidlertid en forskyvning fra en snever arkitekturtilnærming til en tilnærming til kraftanlegg *som landskapsproduksjon*. På den ene siden kan man fokusere på arkitekturhistorie forstått som en fremstilling av bevisst formgivning av bygninger. På den andre siden kan man fokusere på kraftutbyggingen som en måte å etablere og bruke et bestemt landskap på der så vel arkitektur og teknologi som de fysiske elementene var i spill. Det siste tilbyr et utvidet perspektiv på kraftverkene som gjør det mulig å inkludere de høyst ulike konstruerte elementer, samt å forstå hvilke historiske sammenhenger som ligger bak de egenartede (karakteristiske) materielle spor som kraftanleggene utgjør.

Gjennom kraftutbyggingene vokste nemlig en egenartet type omgivelser frem. I dag kan dette avleses gjennom elementer som rørgater, dammer, kraftstasjoner og trafostasjoner, master og ledningsgater, vannmagasiner, tørrlagte elveløp og tippauger. I mange tilfeller også i nærliggende fabrikkanlegg og industristeder. De kraftverkslandskapene vi i dag kaller kulturmiljøer må forstås også som et uttrykk for en historisk spesifikk tenkemåte om natur og terreng. Det er her profesjonenes tenkemåter kommer inn i bildet. Den svenske idé- og miljøhistorikeren Sverker Sörlin bruker begrepet *romlig modernisme* for å betegne det tidlige 1900-tallets syn på rommet og de materielle omgivelser som noe som kan formes, bearbeides og tilpasses etter menneskelige målestokker og på vegne av en idé om teknologisk fremskritt.³⁴ Dette begrepet utdyper hvordan kraftverk hadde en formende virkning på landskapet langt utover formgivning av enkeltbygninger. Denne form for romlig modernisme vokste frem i løpet av første halvdel av 1900-tallet, og formen preget mange ingeniørers, arkitekters, industrifolks, vitenskapsfolk og planleggeres syn på de naturlige omgivelsene. Etter denne oppfatningen var landskapet noe som stod til disposisjon for industriell og teknologisk naturkontroll. De store anleggene utgjorde dermed en distinkt romlig praksis. Menneskeskapte store konstruksjoner, og særlig kraftverk langt fra de etablerte byene, med dammer, rørgater, ledningsgater, master etc., ble ofte bygget ut med stor optimisme. Dette var i seg selv smaksbelærende ved at slike konstruksjoner fikk positiv oppmerksomhet: «Denna fostran gick ut på att få människor att acceptera och bejaka det som de inte spontant kunde förväntas gilla.»³⁵ Man tenkte seg at det tekniske fremskrittet viste seg konkret ved erobringen av det geografiske rommet og byggingen av storskala infrastruktur, som for eksempel vannkraftverk. Dette var en modernisme, men ikke en modernisme i en konvensjonell stilhistorisk betydning. Den må følgelig behandles som en modernisme relatert til landskapshåndtering.

Ifølge Sörlin var den romlige modernismen vel så sosial som estetisk. Modernismen som lå i synet på utbygging av storskalsystemer var samtidig opptatt av å bygge boliger, hygieniske tiltak, skoler og rekreasjonsområder. I omformingen lå også modernisering av de samfunnsmessige forhold. En slik reformiver knyttet til samfunnsutviklingen gjennom

³³ Ibid., s. 150.

³⁴ Sverker Sörlin, «Den stora skalan», I: *Industrins avtryck – perspektiv på ett forskningsfält*, Stockholm: Symposion, 2003, s. 296.

³⁵ Ibid., s. 297.

storindustri finner man paralleller til i mange land. Dette gjelder særlig for de kraftutbygginger som var direkte knyttet til moderne elektrokjemisk industri i Norge fra begynnelsen av og frem til midten av 1900-tallet. Mange av disse kraftverkene ble bygget på steder der det ikke tidligere var byer eller tettsteder. Her kunne storskalamodeller som inkluderte steds- og samfunnsbygging få betydelig gjennomslagskraft, selv om slike steder ikke er representative for norsk kraftutbygging i sin alminnelighet.³⁶ Der denne koblingen mellom kraftverk og industri imidlertid fantes, er det mht. historiebeskrivelser uheldig å skille kraftverket fra disse drivkreftene.

Modernismen i kraftutbyggingen på slike steder kan tolkes som et møte mellom form og landskap over tid, og som var sammenvevd med andre samfunnshensyn som boligbygging, kommunal infrastruktur, helseforetak og fritidssysler. Denne romlige modernismen har nå blitt behandlet som en egen historisk fase i kraftutbyggingen. Man kan stille spørsmål om den har blitt erstattet av en «romlig postmodernisme» der også hensyn til naturvern og mindre fremskrittsoptimisme gjelder, og der den allmenne opinion og ikke-profesjonelle oppfatninger har fått mer plass i meningsdannelsen rundt kraftutbyggingen.³⁷ Dersom dette stemmer vil det også innebære at romlig modernisme kan være et begrep for en avgrenset periode av kraftverkshistorien, og ikke for forholdene før og etter denne modernismen, altså før omkring år 1900 og etter omkring 1970. Men for kraftverksprosjekter frem til omkring slutten av 1960-tallet hadde vitenskapene og de vitenskapsbaserte profesjonene (som arkitekter, ingeniører, leger, geografer og økonomer) en sentral rolle. Dette gjaldt både i den konkrete planleggingen av storskalasystemene og i dannelsen av fremskrittsideologien som modernismen også var en del av.³⁸ For å dekke både eldre og nyere kraftverk er det nødvendig med et begrepsarbeid som bl.a. tar stilling til hvorvidt periodiseringer gir en god inngang til kunnskaps- og profesjonshistorie relatert til vannkraftens infrastruktur.

Avgrensningen av kraftverkets omfang i denne konteksten vil være et spørsmål om i hvilken grad man kan skille mellom teknologi og samfunn, og mellom vitenskap og samfunn. Slike skiller er ikke noe som «finnes» i virkeligheten, men et skille vi trekker eller gjør. Dette har implikasjoner for beskrivelser, dokumentasjon, formidling og forvaltning av kulturminner.

I kapittel 2 skal vi peke på ulike typer kunnskapsformer og profesjoner, både tekniske, vitenskapelige og estetiske, bak utformingen av kraftverket, stedet og landskapet i Tyssedal. Ved å beskrive utbyggingen av Tyssø I kan man få en større forståelse av hvordan industri og kunnskap om vassdrag og terreng var nært knyttet til hverandre på steder der kraftkrevende industri ble etablert. Kort sagt skal vi trekke frem noen aspekter av den romlige praksis som danner et kraftverkssystem. Ut fra dette kan man danne seg et bilde av på hvilken måte det skisserte problemområdet og perspektivene har betydning som én mulig tilnærming til kulturminneverdier i komplekse sosio-tekniske systemer.

³⁶ Jf. det todelte system i flg. Lars Thue *Statens nett*, Oslo: Universitetsforlaget, 2007.

³⁷ Altautbyggingen kan settes som et vendepunkt. Troen på teknisk fremskritt og økonomisk vekst ble utfordret av naturvern og teknologikritikk, se Andreas Hompland et al, *Norsk idéhistorie: Bind 6: Et lite land i verden*, (Oslo: Aschehoug, 2003), s. 37 ff.

³⁸ Arkitektene stod vel å merke med en fot i vitenskapen, og en annen i kunsten.

2 CASESTUDIE Tysso I – Profesjoner 1900-1935

Som en bakgrunn for forståelsen av studien gis det først en oversikt over utbyggingen av Tysso I, med historikk, forutsetninger og teknisk beskrivelse av kraftverket.³⁹



Illustrasjon 4. Plassering av kraftstasjon og dam. Utsnitt av kart Odda- Tysedal - Ringedalsvatn

2.1 Tysso I kraftverk

2.1.1 Historikk

Aktieselskabet Tyssefaldene ble konstituert 20. april i 1906 med Sam Eyde som initiativtager. Bak Eyde sto internasjonale kapitalinteresser. Formålet var å utnytte vannkraften i Tyssovassdraget ved indre del av Sør fjorden i Hardanger. Tre uker senere ga Stortinget tillatelse til at A/S Tyssefaldene kunne bygge et stort kraftverk i Tysedal omtrent 6 kilometer nord for Odda sentrum. Eyde ble selskapets første generaldirektør.

De klart største kundene var de engelsk eide karbid- og cyanamidfabrikkene som var planlagt i Odda. Kraftverket skulle levere den nødvendige kraften til fabrikkene. Grunnet vannkraften og dannelsen av A/S Tyssefaldene var vannkraften og den dype, isfrie Sør fjorden, som gjorde det mulig å etablere lønnsom storindustri med drift året rundt.

Tyssovassdraget har sitt utspring på vestre del av Hardangervidda. I disse områdene er det en rekke vatn på ca. kote 1 200. De har avløp til Ringedalsvatnet med naturlig

³⁹ Avsnittene 2.1.1 og 2.1.2 er skrevet av Kjell-Erik Stensby. Beskrivelsene inngår også i NVE-rapport 2006:2 Kulturminner i norsk kraftproduksjon og NVE-rapport 2013:52 Kulturminner i norsk kraftproduksjon (revidert utgave).

vannstand på ca. kote 440. Vetlevatnet ligger på ca. kote 415 rett nedenfor Ringedalsvatnet, med en lav terskel mellom. Til Vetlevatnet er det et sidevassdrag, Mågelivassdraget, med blant annet Øvre og Nedre Bersåvatnet. Fra Vetlevatnet renner elva gjennom den fire kilometer lange, trange og ville Tyssedal ned til Sørfjorden. Med høye fall og gode magasineringsmuligheter har vassdraget et stort kraftpotensial. Ingeniører og industrigründere ble tidlig klar over dette. I likhet med steder som Rjukan og Notodden ble Tyssedal og Odda bygd opp til store industristeder i årene like etter unionsoppløsningen.

Det var gunstig å dele fallet fra nivået på 1 200 meter. Det ble derfor planlagt to kraftverk. Tyssø I fikk fall fra Vetlevatnet og ned til Sørfjorden. Tyssø II ble planlagt med fallet fra magasiner på 1 100 – 1 200 meters nivå og ned til Ringedalsvatnet. Byggingen av Tyssø I startet for fullt i september 1906. Arbeidene med Tyssø II ble først satt i gang mange tiår senere, og kraftverket ble satt i drift i 1967.

Første byggetrinn for Tyssø I ble utført i perioden 1906-1908. Kraftverket ble satt i drift med de seks første aggregatene etter en byggeperiode på bare halvannet år. Året etter kom ytterligere ett aggregat på plass. Arbeidene fortsatte nesten kontinuerlig til 1918. Da hadde kraftverket i alt 15 aggregater. I 1918 sto dammen ved Ringedalsvatnet ferdig, og var den gang Norges største dam.

Arbeidsstyrken var på omtrent 500 mann i den første anleggsperioden. Det var mye for en liten plass som Tyssedal, der det bodde bare 30-40 personer før utbyggingen startet. Etter hvert var det ikke mange som kom til Odda og Tyssedal for å beundre fossene. De som kom nå, var på jakt etter arbeid i anleggsbransjen eller i en av fabrikkene. En stor del av arbeidsstokken var rallare og andre omreisende arbeidere. Det ble bygget boliger for arbeidere og funksjonærer, direktørbolig, skole og forsamlingshus. Samfunnet var både internasjonalt og klassedelt.

Karbid- og cyanamidfabrikkene i Odda ble satt i drift 4. mai 1908 med strøm fra det nye kraftverket. Kraftverket produserte 25 Hz (perioder per sekund). De to fabrikkene ble i 1924 til Odda Smelteverk AS. Det ble også kraftleveranser til Det Norske Nitridaktieselskab Aluminium (DNN Aluminium) (1916) og Det Norske Zinkkompani (1924). Råstoffene måtte fraktes til Odda. De ferdige produktene ble transportert til forbrukerne rundt omkring i verden.

Sam Eyde gikk av som generaldirektør i 1910. Han ble etterfulgt av Ragnvald Blakstad som satt i stillingen til 1923.

Skjeggedal kraftverk like nedenfor Ringedalsdammen kom i drift i 1938. Kraftverket utnytter fallet fra Ringedalsvatnet til Vetlevatnet. Da Tyssø II ble satt i drift i 1967 ble det nødvendig med tilknytning til samkjøringsnett. Det ble bygget en 300 kV overføringslinje fra Skjeggedal til Røldal. Odda kunne dermed gå over til 50 Hz, etter sigende som det siste stedet i Norge.

I 1975 ble det inngått en avtale mellom Tyssefaldene og NVE-Statskraftverkene om bygging av Oksla kraftverk. Oksla, som sto ferdig i 1980, utnytter fallet fra Ringedalsvatnet til havnivå og har kraftstasjon og tilløpstunnel i fjell. Kraftverket utnytter det samme fallet som Tyssø I og Skjeggedal til sammen gjorde tidligere. Skjeggedal kraftverk mistet dermed sitt grunnlag.

Etter et rørbrudd i 1981 var bare to, av de 15, aggregater i Tysso I i drift. Kraftverket ble tatt helt ut av drift i 1989.

I 1924 ble Odda Smelteverk fellesnavnet for de to opprinnelige industriforetakene, etter vanskelige økonomiske tider. Det kom periodevis usikre tider senere også. Den siste produksjonen ved smelteverket var i 2002, og en endelig avgjørelse om nedleggelse kom i 2003.

I mai 2000 ble Tysso I fredet av Riksantikvaren. Siden da er det gjennomført en omfattende restaurering av kraftverket. Kraftverket er et helhetlig, autentisk anlegg som forteller viktig norsk vannkraftshistorie. Kraftverket representerer sammen med de samtidige industriforetakene i Odda og Tyssedal flere viktige samfunnsmessige forhold i tillegg til tekniske aspekter. I en stor skala omfatter teknologien en helhetlig planlegging for utnyttelsen av store vannkraftressurser. I en noe mindre skala, men ikke helt liten den heller, kommer den tekniske utførelsen av kraftverket. Industrisamfunnene i Tyssedal og Odda er markante symboler på framveksten av Norge som en moderne industrinasjon etter år 1900. Kapital fra utlandet ble forent med de lokale naturressursene, norsk entreprenørskap, skaperevne og arbeidskraft.

Utbyggingen i Tyssedal var en milepæl i norsk vannkraft og industrihistorie. «Panikklovene», som la grunnlaget for konsesjonslovene, kom blant annet som en følge av utenlandske oppkjøp i Tyssovassdraget. Dette var med på å legge grunnlaget for moderne vassdragslovgivning i Norge. Tysso I var den første utbyggingen som fikk konsesjon etter «panikklovene», i 1906. Tyssedal var et resultat av en politisk og juridisk modell som ble etablert blant annet for å styre den industrielle utviklingen i landet.

Tysso I var det første anlegget i Nord-Europa med så stor fallhøyde som 400 meter. Bak anlegget sto dristige ingeniører og dyktige håndverkere som i sum utøvde stor ingeniørkunst. Byggetiden for Tysso I var imponerende kort fram til kraftverket ble satt i drift med de første aggregatene. Arbeidskraften var lett tilgjengelig og billig, men arbeidene var krevende. Det skulle også bestilles, produseres, transporteres og monteres turbiner, generatorer og annet maskineri og materiell.

2.1.2 Teknisk utførelse

Tysso I utnyttet fallhøyden på ca. 400 meter fra inntaksmagasinet i Vetlevatnet til havnivå. Den maksimale ytelsen ble etter hvert 89 MW. Kraftverkets hoveddeler var magasiner, dammer med flomavledning, inntak, vannveier og kraftstasjon med permanentutstyr.

Ved inntaksmagasinet i Vetlevatnet ble det først bygget en betong massivdam nedenfor inntaket. I 1928 var et nytt inntak og en ny dam ferdig. Hovedmagasinet for Tysso I var Ringedalsvatnet, som ble regulert mellom kote 465 (høyeste regulerte vannstand, HRV) og kote 414 (laveste regulerte vannstand, LRV). (Magasinet er i 1980 økt ved senkning til kote 372 gjennom tilløpstunnelen til Oksla kraftverk).

Ringedalsdammen var den største dammen i Norge da den var ferdig, med en byggeperiode fra 1906 til 1918. Den er en massivdam i betong (gravitasjonsdam), og er kledd med granitt. Lengden er 520 meter, og den største høyden er 33 meter. Dammen fikk lekkasjer, og i årene 1929-31 ble det støpt en armert betongplate foran dammens vannside. Platen har vært tett siden den ble støpt. Løsningen ble utarbeidet av den kjente

ingeniøren Christian Fredrik Grøner. Ringedalsdammen var et storverk for sin tid. Den har en sikker plass i norsk damhistorie.

Fra Ringedalsmagasinet ble det sprengt to parallelle tunneler med en lengde på 150 meter. Fra inntaket i Vetlevatnet ble det sprengt to parallelle tunneler med en lengde på ca. 3,5 kilometer og et tverrsnitt på 9-10 m² fram til et fordelingsbasseng i fjell. Den første tunnelen ble drevet med håndboring og håndlasting fra til sammen 16 tverrsnitt. Arbeidet med den andre tunnelen startet i 1914, og ble drevet med mer bruk av maskiner. De to tunnelene er kanskje ikke så imponerende sett med dagens øyne og med bakgrunn i utviklingen som senere har funnet sted innen sprengningsteknikken. Utviklingen startet jo så smått allerede under byggingen av Tyssø I, med drivingen av den andre tunnelen. Og det er slett ikke sikkert at noen i dag hadde maktet å utføre et arbeid med datidens teknikk (håndmakt, minebor, feisel og dynamitt).

Fra fordelingsbassenget var det i første byggetrinn to rør ned til kraftstasjonen. Fram til 1918 ble det lagt tre rør til. Lengden var 720 meter. Største diameter var 1,7 meter. Rørgaten er svært bratt med helning på 58 grader på det bratteste. Dette var et pionerarbeid i skandinavisk målestokk. Det var aldri tidligere lagt rør for et så stort trykk og i et så bratt terreng. Terrenget var særdeles vanskelig. Rørgater av denne størrelsesorden var ikke montert tidligere og ikke så mange ganger senere heller.

Etter første byggetrinn var kraftstasjonen 50 meter lang. Den ble ombygd og forlenget fram til 1918, til en lengde på 175 meter. Første byggetrinn ble tegnet av arkitekt Torvald Astrup. Anlegget har elementer fra middelalderborger og renessanseslott. Dette var Astrups første kraftverksoppdrag. Han leverte også utkast til utvidelsen. Utbyggeren var ikke fornøyd med løsningen, og oppdraget gikk i stedet til arkitekt Victor Nordan. Utbyggingen markerer at kraftstasjonene etter hvert ble ansett som viktige symboler, og at arkitektene dermed begynte å få viktige oppgaver innen norsk kraftutbygging.

Det ble totalt 15 hovedaggregater i kraftstasjonen, alle med horisontal oppstilling og Pelton-turbin. Kraften skulle overføres til industriforetakene i Odda. Terrenget for overføringslinjen er vanskelig. Ledningene måtte derfor legges i tunnel over en strekning på 1,2 kilometer. Total lengde er ca. 7 kilometer.

2.1.3 Tyssø som et system i landskapet

Kraftmuseet i Tyssedal forvalter både arkiver og anleggselementer, og har vært en sentral kilde til informasjon. Det er anvendt et systemperspektiv på utformingen av kraftverket. Dette perspektivet består av tre relaterte aspekter:

- Det kunnskapshistoriske, der vi ser på hvilke fag og vitenskaper som preget arbeidet
- Det teknologihistoriske, der vi ser på hvordan de romlige og materielle sidene ved anleggene tok form
- Det profesjonshistoriske, der vi primært ser på forholdet mellom ingeniører, arkitekter og hydrologer.

Studien kan være én inngang til å forstå hvordan anleggene fikk sin utforming og utstrekning. Det er et forsøk på å belyse at mange profesjoner var involvert. Både ingeniører, arkitekter og hydrologer oppfattet og formet omgivelsene i forbindelse med byggingen av kraftverkene. Vi skal se at de viktigste systembyggerne i Tyssedal og Odda var de som hadde kunnskapsmessige ressurser til å mestre vassdrag, terreng og topografi.

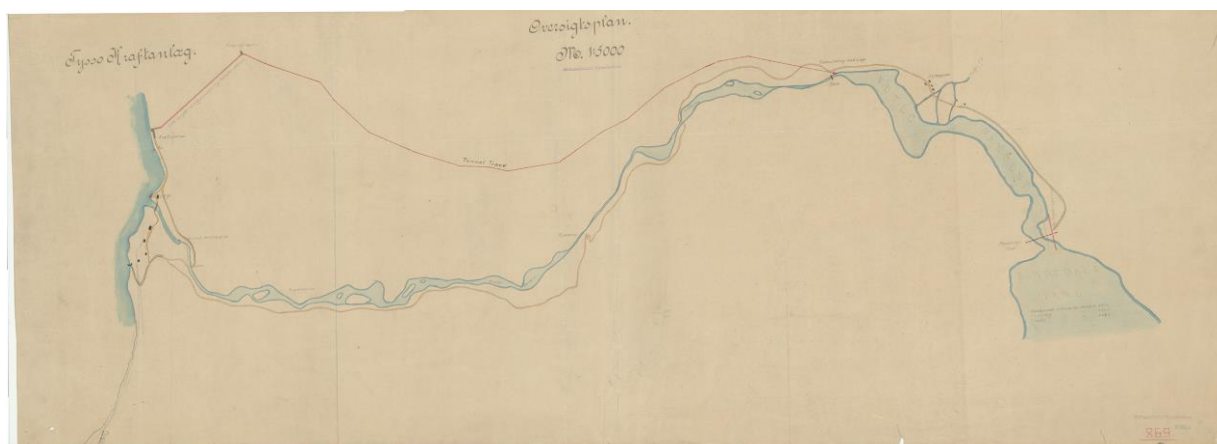
Det vil bli lagt vekt på å analysere om anleggene ble totalplanlagt eller om det også var gradvise og mer tilfeldige utviklingstrekk. I tillegg ses det på hvordan forholdet mellom relativt godt planlagte deler i systemet og de delene som var planlagt i mindre grad (vi kan kanskje si «ad hoc»). Hvordan var ulike profesjoner involvert? Hvordan ble forholdet mellom kraftverket og de fysiske omgivelsene håndtert framover mot 1930-tallet, da tettstedet Tyssedal hadde fått den fysiske utformingen som stedet fremdeles har i stor grad? Dette blir også belyst.

Utbyggingen av Tyssø I kan dokumenteres og beskrives på ulike måter. Her skal vi finne fram til hvordan Tyssø I ble bygget ut og plassert inn i omgivelsene, og dermed formet rommet. Dette gjør vi ut fra ulike vitenskaper og profesjoner som var involvert i planleggingen og utbyggingen. De ulike sidene ved systembyggingen og den bruk og kunnskap om det geografiske rom som ble brukt i Tyssedal, skal drøftes ut fra noen profesjoners rolle i planleggingen av kraftverket:

- 1) ingeniører
- 2) arkitekter
- 3) hydrologer

Det blir snakk om en skissemessig fremstilling siden det blir for omfattende å gå i detalj på alle punktene. Overordnet skal vi se at planleggingsarbeidet for kraftverket foregikk ut fra ulike hensyn, på forskjellige byggverk og på ulike geografiske nivåer.

Planleggingsarbeidet foregikk på en mer forhandlingsbasert måte enn ut fra en totalplanlegging som kunne koordinere alle ledd. Framstillingen er langt fra uttømmende når det gjelder periodens profesjonshistorie i sin helhet. Eksterne forhold som utdanningsinstitusjoner, kunnskapspolitikk og profesjonenes organisasjoner er ikke behandlet. På den andre siden er det lagt vekt på hvordan aktører konkret planla og bygget ut dette spesifikke kraftanlegget. Videre vektlegges det hvem som gjorde hva, og på forholdet mellom planløsninger og forming av bygninger og steder. Dermed kan man se forbindelseslinjer mellom konkrete byggverk og steder, og kunnskapsformene bak dem.



Illustrasjon 5. Tyssø Kraftanlæg. Oversigtsplan 1:5000. Kart 869 AST arkiv

2.2 Ingeniører

I den overordnede tilnærmingen har vi lagt til grunn at systemene er sosio-tekniske systemer. Det vil si at det ikke bare handler om tekniske løsninger, men også om sosiale

relasjoner som betinger systemenes vekst og integrasjon. I Tyssedal gikk disse relasjonene både mellom profesjoner og ledelse, og mellom ulike profesjoner (særlig ingeniører, arkitekter og hydrologer), og internt mellom ingeniørene. Organiseringen av profesjonsrelasjonene ved byggingen av Tyssø I må først og fremst kartlegges i lys av aksjeselskapet A/S Tyssøfaldene, som fra 1906 var sentral i koordineringen av ulike spesialister og profesjoner som foretaket knyttet til seg både for prosjektering og ordinær drift av anlegget. A/S Tyssøfaldene var også sentral i den tekniske integrasjonen og ekspansjon av kraftproduksjonssystemet inn i det industrielle systemet i Tyssedal og Odda for øvrig. De aller fleste av de profesjonelle ansatte og konsulenter var ingeniører innen forskjellige fag. Men deres makt til å forme anlegget var på den ene siden begrenset av grenser mot andre profesjoner, og på den andre av A/S Tyssøfaldenes forretningsmessige ledelse som både kunne ta initiativ til og behandle større utbyggingsplaner. Videre må hydrologenes rolle tas i betraktning, som vi kommer tilbake til i kapittel 2.3. Det er imidlertid ikke tvil om at ingeniørene som profesjon var i en særstilling, og at det derfor er naturlig å begynne med å se på deres rolle i systembyggingen.



Illustrasjon 6. Ingeniører og ledelse fra DNN på synfaring i Tyssedal 1925/26. Foto: Nathalie Lubowidsky/Kraftmuseet, arkivnr. I-02169

Vi tar forholdet mellom ingeniører og ledelse først. Foretakets forretningsmessige og strategiske ledelse bestod av et valgt styre med representanter for aksjonærene i selskapet. Hvem som satt i styret endret seg flere ganger ut fra forretningsmessige interesser. Det samme gjorde byggeledelse og ledelsen i driften av anlegget. Fra 1924 fantes det også et representantskap der aksjonærene kunne velge styre på selskapets generalforsamling. Vi

beskjeftiger oss med her med perioden fra 1906 til ca. 1935, da Tyssedal framstår som et fullt utbygd industrisamfunn. I denne perioden var de vesentligste endringene i den forretningsmessige ledelsen i 1910 da Sam Eyde og hans nettverk trekker seg ut av Tyssefaldene, og i 1923/24 da A/S Tyssefaldene ble refinansiert og delt mellom de tre industriselskapene Det Norske Nitridaktieselskab (DNN), Det Norske Zinkkompani og Odda Smelteverk. Utsiftingen av medlemmer i selskapets styre og av selskapets administrerende direktører fulgte i en stor grad endringene i den forretningsmessige driften, mens de som var fast ansatt som ingeniører og teknikere i mindre grad ble berørt av slike endringer. La oss imidlertid legge til at en organisasjon som var tilpasset en mer stabil driftsfase ikke kom før mot 1908 -1910. Da ble kraftverket satt i drift og Oslokontoret for A/S Tyssefaldene ble reorganisert med en ny «direksjon» som var helt uavhengig av Eyde og hans ingeniørkontor. Fra 1908 var det også ansatt en fast driftsbestyrer i Tyssedal. Fram til 1932 satt følgende ingeniører i stillingen: Birger Berg-Hansen, Alfred Nielsen og K. J. Resch. I Tyssefaldenes faste administrasjon var det både personer med forretningsmessig bakgrunn og personer med ingeniørbakgrunn, slik at ingeniører ikke bare hadde en teknisk rolle, men også kunne ha en lederrolle og en strategisk rolle i aksjeselskapet. På toppen av administrasjonen av A/S Tyssefaldene var det i løpet av de første 30 år tre personer hvorav to hadde ingeniørfaglig bakgrunn. Administrerende direktør i selskapet mellom 1906 og 1910 var Sam Eyde som var utdannet som ingeniør: Etter ham overtok Ragnvald Blakstad som var utdannet ved handelsakademiet i Dresden. Deretter overtok ingeniør Hans Aanonsen fra 1923 til 1937.

2.2.1 Ingeniører og ledelse

Ser en litt nærmere på hvilken organisasjonsstruktur ingeniørene i Tyssefaldene opererte innenfor er det tydelig at de hadde en rolle i selskapets planlegging og strategiske disposisjoner. Selv om de var i mindretall i styre og representantskap, satt de i sentrale stillinger i den daglige driften av kraftverket.⁴⁰ Men det ser ut til å ha vært en forskjell på ingeniørers strategiske innflytelse alt ettersom de arbeidet for hovedkontoret i Oslo, eller for den stedlige driftsledelsen i Tyssedal. Arbeidsfordelingen mellom Oslo og Tyssedal mht. planleggingen og utbyggingen av kraftverket var noe ulik alt ettersom utbyggingen ble foretatt før eller etter at kraftverket ble satt i drift i 1908; før 1908 var det en stedlig byggeledelse i Tyssedal der ingeniør Sigurd Brinch og Ragnvald Lie hadde ansvaret for fremdriften, mens ingeniørene A. Scott-Hansen og Sigurd Kloumann satt i Oslo med ansvar for utredningsarbeid, innleie av konsulenter og overordnet planlegging. I 1910 overtok ingeniør Torvald Schult som byggeleder etter Brinch. Etter at anleggets første byggetrinn ble ferdigstilt, ble den stedlige byggeledelsen supplert med en stedlig driftsledelse, mens Oslokontoret fungerte som en hovedadministrasjon frem til 1932/33 da Oslokontoret ble nedlagt og administrasjonen samlet i Tyssedal. Men i tiden mellom 1906 og 1932/33 ser det altså ut til å ha vært en arbeidsdeling mellom Tyssedal og Oslo dels på det rent administrative område, men særlig på den tekniske og anleggsrelaterte planleggingen. De større maskin- og materialbestillinger, samt tegnings- og prosjekteringsarbeid skulle utføres via hovedkontoret i Oslo, mens den daglige tekniske drift og ettersyn av anlegget i Tyssedal skulle utføres av ingeniører og annet teknisk personale der.

⁴⁰ *Aktieselskabet Tyssefaldene*, se oversikt s. 113-116.

I arkivene etter Tyssefaldenes finnes materiale fra årene 1921 og 1931 som viser ganske konkret hvordan forholdet mellom lokale og sentrale ingeniører var organisert, samt forholdet til ledelsen for øvrig. I 1921 bestod Oslokontoret til Tyssefaldene av 15 personer, mens det var 14 ansatte ved den stedlige administrasjonen i Tyssedal. Av de 15 ved hovedkontoret i Oslo var det tre personer som utgjorde «direksjonen». Disse var administrerende direktør (Blakstad), en generalsekretær (Rittmester L. Thrap-Jensen) og en overingeniør (elektroingeniør Hans E. Aanonsen). Overingeniør var altså en stillingstype i selskapet og ikke en utdanningsbakgrunn (som elektroingeniør i dette tilfellet var), og var den øverste tekniske ledelse i selskapet. I tillegg til disse tre var en advokat og en bankdirektør en del av direksjonen. Etter alt å dømme var dette ikke faste stillinger, men de skulle supplere ledelsen med juridisk og forretningsmessig kunnskap. Av øvrige ved hovedkontoret som var involvert i planlegging og utvikling av selve anlegget var det én ingeniør (ingeniør Gjessing), mens resten var merkantilt personale og sekretærer. I Tyssedal var nesten samtlige av de 14 i den stedlige administrasjonen ingeniører eller andre tekniske fagpersoner. Der var det tre ansatte med ingeniørutdannelse, mens resten var kontorsjef, materialforvalter, timeskriver og sekretærer. I tillegg til administrasjonen i Oslo og Tyssedal kom rundt 1920 om lag 55 ansatte som arbeidet ved kraftverket i Tyssedal. På lønnslista stod elektrikere, brettvakter, maskinister, damvoktere, linjeformenn, oppsynsmenn, doktor, jordmor, telegrafist, rørlegger, snekker, maler, politibetjent m.m.

Systembyggerne i Hughes forstand, det vil si entreprenører som målbevisst utvikler, former eller kontrollerer de sosio-tekniske systemenes framvekst og ekspansjon, var i Tyssefaldenes tilfelle likevel ingeniørene og den forretningsmessige ledelsen i Oslo. Dette fortsatte fram til 1932/33 da Oslokontoret ble lagt ned og flyttet til Tyssedal. Sammenlignet med situasjonen i A/S Tyssefaldene rundt 1920 var det i 1931 færre ansatte både i Oslo og Tyssedal, men arbeidsdelingen mellom mer langsiktig planlegging og daglig drift ble opprettholdt fram til Oslokontoret ble lagt ned i 1932/33 og all administrasjon flyttet til Tyssedal. Fram til da ble alle større prosjekteringsarbeider og tegnearbeider i tilknytning til slike prosjekter utført eller innleid via Oslokontoret. Med tanke på utdanningsbakgrunn var de fleste ingeniørene som var ansatt i Tyssefaldene de første om lag 30 år av selskapets historie enten bygningsingeniører eller elektroingeniører. Spesialisering i vannbygging i Norge fantes ikke før rundt 1912 da det ved NTH ble gitt forelesninger i «vannbygning». («Vannbygging» er nok en mer brukt terminologi i dag, men «vannbygging» (evt. «vannbygning») var kanskje brukt den gang. Vi bruker begrepet «vannbygging» i fortsettelsen. Tilsvarende brukes «vassdrag». Men i noen andre sammensatte ord brukes her «vann-», for eksempel «vannkraft», «vannføring» og «vannføring», selv om i alle fall «vasskraft» og «vassføring» er terminologi som er i bruk. Imidlertid var Tyssefaldenes ingeniører i tiden vi snakker om her ferdig utdannet i en god del år før. De aller fleste var bygningsingeniører, som var det ingeniørfaglige området som omfattet alle slags bygningsarbeider bortsett fra «husbygging», som var et eget fagfelt.⁴¹ Andre ingeniørfag var maskin, elektro, kartlegging og oppmåling. Vi kan og legge merke til at det ikke var noen arkitekter ansatt ved Tyssefaldene eller ved DNN. De ble leid inn til å utføre avgrensede oppdrag i perioder med stor utbygging i Tyssedal. Hvordan slike oppdrag ble gitt kommer vi tilbake til. På dette tidspunktet, altså på 1920- og 1930-tallet, må en heller ikke glemme at det var etablert et stort industriforetak i

⁴¹ Se f. eks. fagavdelingene på Landsmøtet for teknikk i 1904.

Tyssefaldene i og med DNN, og at dette foretaket også bragte med seg en rekke profesjonelle ansatte, i hovedsak ingeniører.

Planlegging og utbygging av kraftverket ble likevel ikke utført av Tyssefaldenes kontor alene. Modellen for store byggearbeider var å leie inn konsulenter, og planleggingen ble i stor grad et forhandlingsarbeid mellom to parter; byggherre og entreprenør. Dermed ble også rollen til ingeniørene i Tyssefaldenes ledelse i stor grad å være koordinatorene og administratorene av eksterne ingeniører, og å kontrollere hvorvidt bygningsarbeider ble utført i henhold til betingelser som var fastsatt på forhånd. Relasjonen mellom ingeniørene var altså ikke bare teknisk, men også økonomisk i og med at var snakk om å inngå avtaler om kjøp av tjenester og produkter. Profesjonsmakt handlet i denne sammenheng ikke om en profesjons dominans over andre, men om forholdet mellom ingeniører som på den ene siden var representanter for en byggherre, og på den andre siden representanter for en faglig ekspertise som kunne levere et produkt eller en tjeneste. Vi må kunne anta at kontaktflaten mellom interne og eksterne ingeniører skapte muligheter for en dynamikk i selskapet ved at man gjennom et stort teknisk kunnskapsnettverk var i stand til å fange opp nye teknologier eller gi nye utfordringer etter hvert som nye oppgaver skulle løses. Et eksempel er byggingen av rørgaten som på den tiden var helt nytt i Norge. Den ble planlagt med bidrag fra tyske ingeniører. Kraftverket, industrien og stedet forandret seg stadig, slik at nye planer stadig måtte utvikles, organiseres og gjennomføres. Ved siden av den opprinnelige utbyggingsplanen fra 1906 og en rekke utredninger om utvidelse av kraftverket fra rundt 1908-1910, var det mange planer for mindre deler av anlegget som ble utviklet i samarbeid mellom Tyssefaldene, konsulentene og industribedriftene. Byggingen av de ulike delene i kraftverket trakk inn ulike fagområder og ingeniører som var spesialisert i en eller annen retning.

2.2.2 Ingeniørfaglige spesialområder

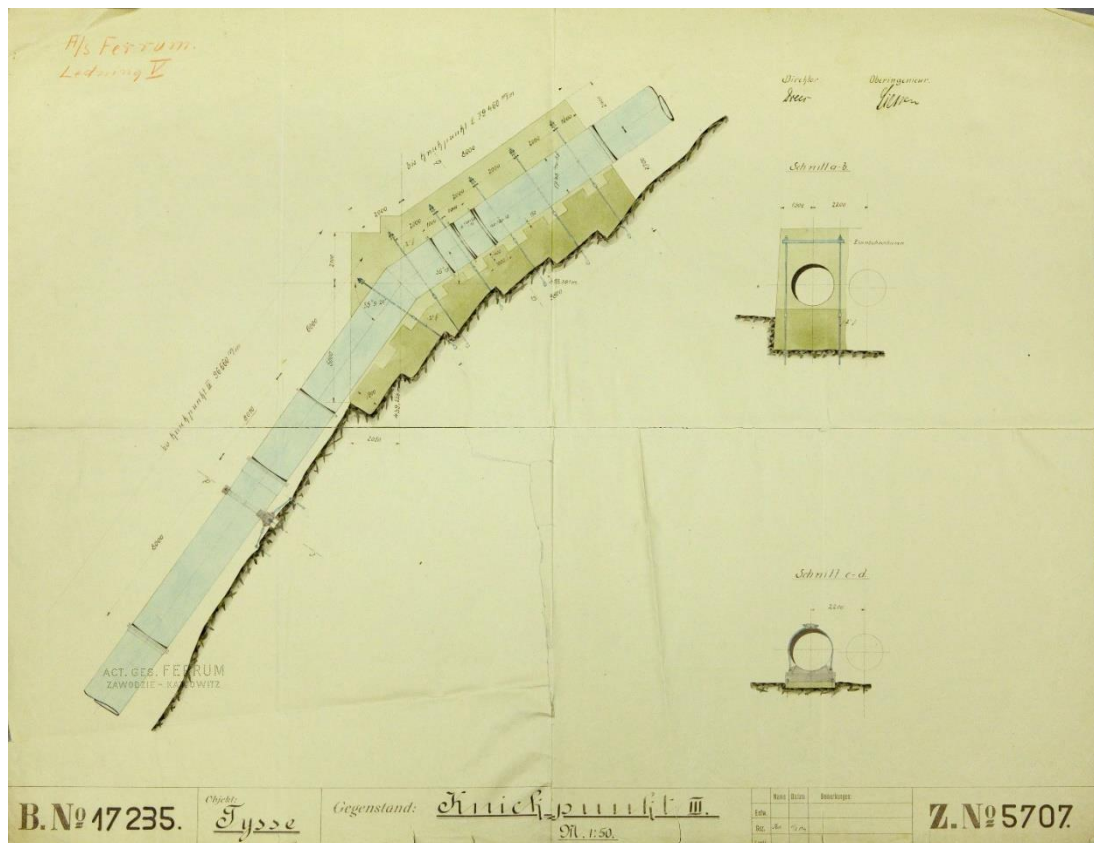
De ulike ingeniørfaglige spesialområder som var representert i A/S Tyssefaldene i perioder med planlegging og utbygging de første 10-20 år var følgende:

1) *Vannbyggingsteknikk og hydrologisk kartlegging* var det første og mest grunnleggende fagområdet der det ble leid inn ekstern ekspertise. Her var ulike konsulentbedrifter involvert, blant annet det svenske firmaet *Vattenbyggnadsbyrån* (VBB) som foretok den første kartlegging og utredning om kraftressursene i Tyssefaldene i mars 1906. Oppdragsgiveren her var Eydes ingeniørkontor som via Sam Eyde noen uker etter, 20. april 1906, var involvert i stiftelsen av A/S Tyssefaldene. Til tross for at Eydes ingeniørkontor var et konsulentbyrå innen større stasjons-, havne- og gruvearbeider, ble oppdraget med hydrologisk kartlegging gitt til VBB. I august samme år ble det imidlertid gjort en ny vurdering av de hydrologiske forholdene og laget en mer detaljert utbyggingsplan av ingeniør Sigurd Kloumann, som ble forelagt generalforsamlingen i A/S Tyssefaldene for godkjenning. Kloumann var etter alt å dømme ikke ansatt i A/S Tyssefaldene, men gjorde et konsulentoppdrag på lik linje med VBB. I forbindelse med utvidelsen av kraftverket de påfølgende år ble også et annet svensk vannbyggingsselskap ingeniør Mats Hedlund brukt som konsulent. Fra 1911 gjorde Kincks Vandbyggingsselskap en stor jobb med å prosjektere og bygge Ringedalsdammen. Senere var A/S entreprenørfirmaet Høyer-Ellefsen ansvarlig for reparasjon av Ringedalsdammen med ingeniørfirmaet Chr. F. Grøner som konsulentbistand. Sistnevnte hadde også ansvaret for ombyggingen av Vetlevatnsdammen i 1928.

2) *Betong- og murarbeider* var et annet spesialområde. Betong er et byggemateriale som lages ved å blande [sement](#) og [vann](#) med [sand](#), [stein](#) og [tilsetningsstoffer](#). Kraftstasjonen, rørfundamenter, dammer og andre konstruksjoner ble bygget i betong eller som murarbeider. Dette var byggverk som skulle tåle store belastninger, og detaljert kunnskap om betongsammensetninger, mureteknikk og bruddstyrke var derfor helt avgjørende. Denne kunnskapen var ikke erfaringsbasert, selv om selve betong- og murarbeidene kunne være det. Kunnskapen var basert på vitenskapelig testing av bruddstyrken til ulike mørtelblandinger. Videre kunne det bli stilt helt spesifikke krav til kvaliteten, korning på sand, hva slags grus og pukkk som kunne brukes i betongen, og også om ulike blandingsforhold alt etter hva som skulle støpes. Ved byggingen av Ringedalsdammen for eksempel, ble det også gitt anvisninger for hvilken mørtel som skulle håndblandes og hvilken mørtel som skulle maskinblandes. Det viktigste firmaet i denne sammenheng var Christiania Monier- og Cementvarefabrikk som leverte sement og jernbetongelementer (armert betong) til byggingen av kraftverket.⁴² Denne fabrikken var oppkalt etter franskmannen Joseph Monier som var den som først introduserte idéen om armert betong eller «jernbetong». Navnet markerte at fabrikken kunne levere moderne betongprodukter. Sementen herfra var en portlandsement som i Norge den gang var relativt ukjent i betongkonstruksjoner.

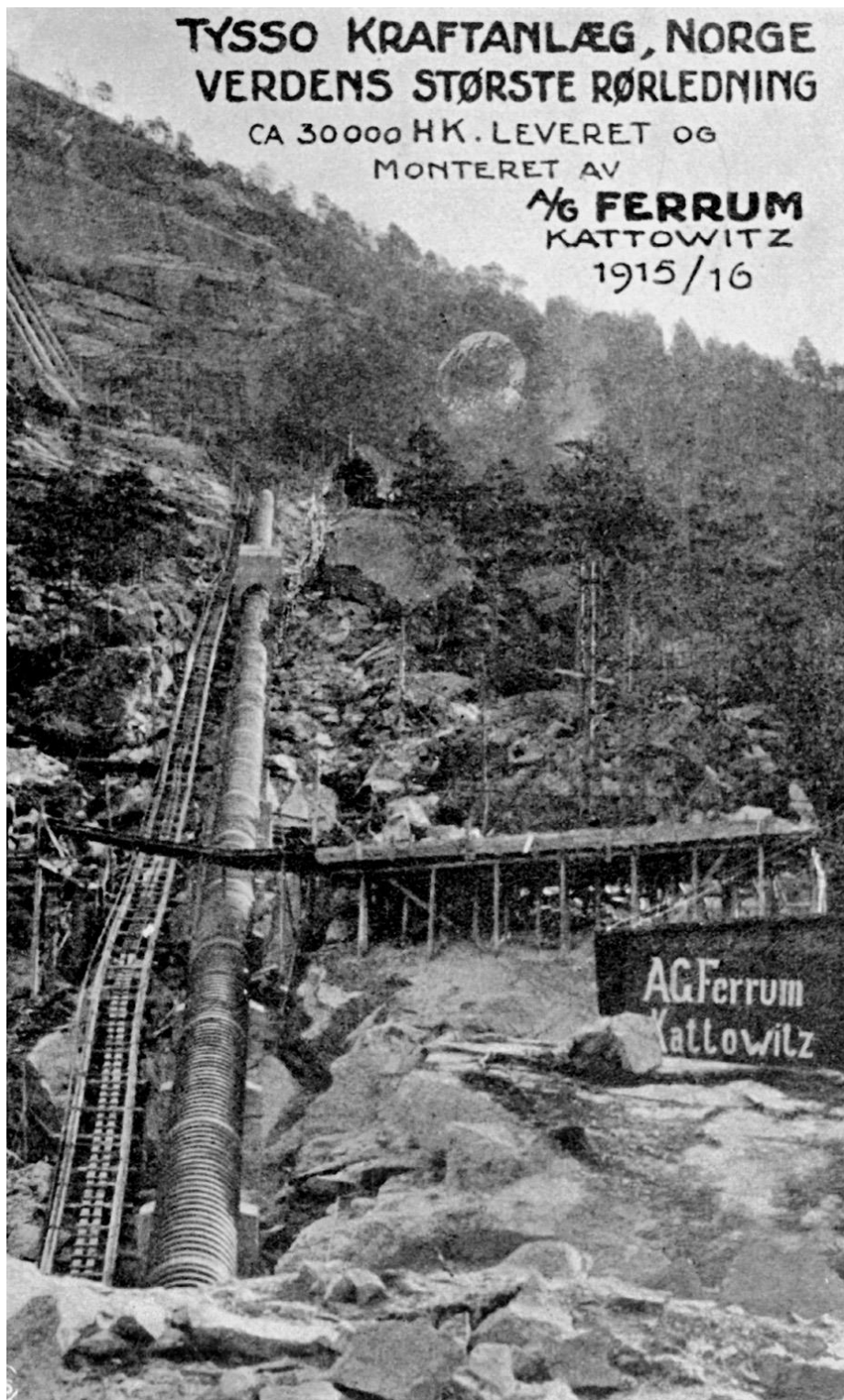
3) *Elektroteknikk og maskinteknikk* var særlig viktig i kraftstasjonen og ved overføringen av elektrisitet til fabrikkene i Odda og Tyssedal. De aller fleste leverandører av turbiner, generatorer og instrumentering til Tyssø I var utenlandske bedrifter. Også her dreier ingeniørarbeidet fra A/S Tyssefaldenes side seg i stor grad om å hente inn anbud og vurdere løsninger som foreslås av bedriftene. Tyssefaldene lente seg i stor grad på utenlandsk ekspertise, og systembygging og utvikling hadde i liten grad preg av å utvikle egne «oppfinnelser». Det vil si at det er de engasjerte bedriftene som i stor grad tegnet konkrete løsninger for Tyssefaldene. De sveitsiske firmaene Escher-Wyss, Picard, Pictet & Cie leverte turbiner, mens amerikanske Westinghouse og tyske Siemens-Schuckert leverte generatorer. Alle disse bedriftene var etablerte aktører på kontinentet. For ingeniørene ved A/S Tyssefaldene dreide arbeidet seg i stor grad om å overføre eksisterende teknologi til et konkret anlegg i Norge.

⁴² http://industrimuseum.no/bedrifter/oslomonier__cementvarefabrika_s



Illustrasjon 7. Tegning «Knickpunkt III» Rørgaten Tyssø I. Selskapet Ferrum. Kraftmuseet/AST arkiv

4) *Rørteknologi* var også teknologioverføring fra utlandet til Norge. Teknologien inkluderer beregninger (rør som konstruksjonsmateriale), produksjon av rørene og leggingen av rørene i fjellsida (anleggsarbeid). Her ble det i alle fall brukt to tyske firmaer. Gustav Kunze og A.G. Ferrum var leverandør i andre byggetrinn av rørgaten som tok til i 1910, og muligens Escher-Wyss som leverandør av de to første rørene i perioden 1906 til 1908. I likhet med konsulentbruken på de øvrige ingeniørfaglige delområdene var det også her et betydelig tegne- og konstruksjonsarbeid som ble utført av leverandørenes ingeniører og godkjent eller modifisert av Tyssefaldenes ingeniører. I ingeniør Sigurd Kloumanns utredning fra 1906 framgår det at det er «die turbinfirma» som har kommet med utkast til rørgate og rørprofiler, men at det samtidig er nødvendig «an Ort und Stelle die sich hierin notwendig machenden Abänderungen vornehmen muss, worüber zwischen unseren Ingenieuren und den Ingenieuren der Turbinfirma Vereinbarungen zu treffen sind». Altså må Tyssefaldenes og leverandørenes ingeniører bli enige om tilpasninger på stedet. Et eksempel på konkret tilpasning av rørkonstruksjoner til anlegget i Tyssedal utført av konsulentfirma ser vi på tegningen over. Den ble tegnet i forbindelse med det femte og siste røret som ble lagt fra Lilletopp til kraftstasjonen i Tyssedal i 1914. Her ser vi betongfundamentet, hellingen på røret og knekkpunktet på røret eksakt tilpasset terrenget ved Lilletopp. Tegningen er signert av A.G. Ferrums overingeniør. Fotoet under er også fra A.G. Ferrum, og tyder på at rørledningen også var et nybrottsarbeid for A.G. Ferrum sin del.



Illustrasjon 8. Plakat. Kraftmuseet/AST arkiv.

5) *Tunnelteknologi*. Bergteknisk (geologisk) kunnskap fantes i Norge. Firmaet Horneman & Strøm fikk i 1906 kontrakten med å drive en 3 400 meter lang tunnel fra Vetlevatnet til fordelingsbassenget på Lilletopp. I følge stedlig byggeleder i den første fasen, ingeniør Sigurd Brinch, var arbeidet med Gravhalstunnelen på Bergensbanen nettopp ferdig. Hornemann & Strøm som var entreprenører for tunnelen fikk da oppdraget med

tunnelarbeidet for Tyssefaldene. Også på dette området synes modellen for planleggingen av Tysso I å være basert på at eksternt ekspertise trekkes inn for å utvikle en løsning på et bestemt fagområde og del av kraftverket, og at ingeniørene i Tyssefaldene først og fremst har en rolle som koordinator og godkjenner av forslagene.

Når det gjelder hvilke områder ingeniører innen kraftutbygging var spesialisert i, var den grovinndelingen vi ser i forbindelse med byggingen av Tysso I ikke enestående for Tyssedal. Differensieringen av ingeniørkunnskapen i ulike retninger var mer eller mindre etablert internasjonalt da byggingen av Tysso I ble satt i gang. Dette hadde også å gjøre med at kraftverksbygging var en byggeoppgave som var i ferd med å bli standardisert gjennom lærebøker og utdanningsopplegg som tok for seg grunnleggende aspekter ved vannkraftutbygging. Forholdet mellom de konkrete kraftutbyggingene og lærebøkene om kraftutbygging må vi kunne anta var et vekselvirkningsforhold, men de ulike typer spesialkunnskap som ble brukt ved utbyggingen av Tyssedal var på samme tid blitt eller dels i ferd med å bli standardiserte deler av en internasjonal vannbyggingsteknisk kunnskap.

Den eldste «lærebok» om vannbyggingsteknikk rettet mot vannkraft for elektrisitetsproduksjon er som allerede nevnt Olav Heggstads bok og forelesningsrekke om dette emnet ved NTH. Den ble publisert i 1921, men ble brukt i et undervisningsopplegg i alle fall fra 1912. (NTH ble opprettet i 1910.) De publiserte forelesningene baserer seg på materiale fra vannkraftutbygginger i Norge, Tyskland, Sveits og USA, og ikke minst på faglitteratur fra særlig Tyskland og USA, der vannbyggingsteknikk som fagfelt var mer etablert enn i Norge. Den tematiske inndelingen til Heggstad er også ganske lik et amerikansk standardverk om vannkraftutbygging med tittelen *Hydro-Electric Power Stations* som kom ut i 1917. Den tar for seg hydrologisk teori, dambygging og damtyper, kanalisering, tunnelbygging, rørteknikk, magasiner, kraftstasjonsutforming, hydraulisk utstyr og elektroutrustning. Heggstad bygger også mye av forelesningene sine på *The Design and Construction of Dams* som var publisert i flere utgaver på 1890-tallet. Heggstad hentet det meste av eksempel materialet på dambygging fra dette verket. Mer detaljerte studier av hva som var nytt i norsk vannbyggingsteknikk og hva som ble overført fra utlandet, kan belyse kunnskapshistoriske forhold nærmere. Her skal vi bare påpeke at de faglige spesialområdene ser ut til å ha vært rimelig godt etablert i Tyskland, Sveits og USA da byggingen av Tysso I tok til, og at denne utbyggingen tok sitt utgangspunkt i et eksisterende kunnskapsfelt som det var viktig å trekke inn og koordinere ved utbyggingen av Tysso I. Spørsmålet om og eventuelt hvilke sider ved byggingen av Tysso I som var kunnskapsdannende må vi la ligge inntil videre.

Koordinering av planlegging og gjennomføring var viktig. I de to neste underkapitlene omtales «nettverksplanleggingen» for Ringedalsdammen og kraftstasjonen. «Nettverksplanlegging» kan defineres som en metode hvor et prosjekt beskrives som et nettverk av aktiviteter og deres gjensidige avhengighet.

2.2.3 Ringedalsdammen og nettverksplanlegging

Det vi kan si noe om er at ingeniørarbeidet ved Tysso I innebar en betydelig del «ikke-tekniske» oppgaver. Ingeniørene måtte i stor grad også opptre som organisatorer av interne og eksterne ingeniører, og drive planlegging gjennom forhandling. La oss derfor avslutte dette underpunktet ved å vise et eksempel på hvordan ingeniørens profesjonelle

virke kunne arte seg når hans rolle i hovedsak var å kontrollere og korrigere planleggingsarbeider og anbud som kom fra eksterne spesialister. Ved utbyggingen av Ringedalsdammen fra 1911 var som nevnt Kincks Vandbyggningskontor en sentral samarbeidspartner for Tyssefaldene. Fra anbudsdokumentene som ble utformet i forbindelse med planleggingen av dammen framgår det at rollene til ingeniørene i Tyssefaldene og ingeniørene i Kincks Vandbyggningskontor ble nøye avtalt og kontraktfestet gjennom anbudsdokumentet. Arbeidsdelingen mellom A/S Tyssefaldene (AST) og Kinck var at førstnevnte skulle sørge for utstikning for dammen med ved å sette ut fastmerker slik at dammens beliggenhet kunne kontrolleres. Fastmerker er permanente punkter i marken, og de ble målt inn (posisjonsbestemt) ved hjelp av landmålingsinstrumenter. Siden dammen ble planlagt med bestemte kotehøyder (altså meter over havet), var et nøyaktig kart- og landsmålingsarbeid en forutsetning for å kunne bygge dammen.

En god del kartleggingsarbeid for magasinet Ringedalsvatnet hadde blitt utført allerede rundt 1906 da det ble drevet reguleringstunneler ved Ringedalsvatnet. Kartleggingen ble utført av oppmålingsingeniør Per Ugland ved oppmålingsavdelingen ved Eydes ingeniørkontor i forbindelse med utstikning av tunnelen fra Ringedalsvatnet/Vetlevatnet til Lilletopp. Det var også Ugland som utførte kartleggingen av terrenget mellom Ringedalsvatnet og Vetlevatnet i 1909 da den videre reguleringen av Ringedalsvatnet ble påbegynt. Grunnleggende kartarbeid og utstikning ved planleggingen av Ringedalsdammen var altså byggherrens ansvar, mens entreprenøren (Kinck) skulle sørge for at det ble satt ut tilstrekkelig punkter til at dammens beliggenhet kunne kontrolleres. Arbeidsdelingen var at oppmålingsingeniørene satte rammene for anleggsarbeidet, mens vannbyggingsingeniørene prosjekterte dammen innenfor disse rammene. Hvordan elementene av stilhistoriske referanser til middelaldersk borgarkitektur ved dammens maskinhus har kommet til framgår ikke av arkivmaterialet etter Kincks Vandbyggningskontor. Om det har vært arkitekter involvert eller om også dette ble planlagt av ingeniørene, kan muligens avklares ved grundigere kildearbeid.

Videre var organisering en viktig del av ingeniørenes oppgaver ved at arbeidet som skulle utføres av konsulentene ble kontraktfestet. Ved byggingen av Ringedalsdammen ble ansvarsområdene til Tyssefaldenes ingeniører og Kincks ingeniører regulert gjennom anbudsbetingelsene, som utgjorde en egen del av anbudet ved siden av selve arbeidsbeskrivelsen og framdriftsplanen for arbeidet med dammen. Det interessante ved dette er at det viser at ingeniørarbeidet her var satt sammen av ulike typer oppgaver av både teknisk og ikke-teknisk art. Dette samsvarer godt med annen forskning på ingeniørenes profesjonshistorie der såkalt «heterogent ingeniørskap» blir brukt som en term for å nyansere bildet av ingeniørenes arbeid som styrt av en rent teknisk rasjonalitet og som en profesjon som kun befatter seg med rent tekniske oppgaver.⁴³ Saken er at ingeniørene ved siden av de tekniske oppgaver også må hanskles med økonomi, organisering og sosiale prosesser. Ser man på anbudsbetingelsene var det en kontrakt som ble inngått mellom Tyssefaldene og Kincks Vandbyggningskontor der betalingsordninger, konsekvenser av arbeidsstans, tilrettelegging av infrastruktur for utførelse av damarbeidene, konsekvenser av forsinkelse etc. ble avtalt og deretter kontraktfestet.

⁴³ Se Jane Summertons redegjørelse av denne termen i «Stora tekniska system. En introduktion till forskningsfältet», i Per Blomkvist & Arne Kaijser (red.) *Den konstruerade världen. Tekniska system i historiskt perspektiv*, Stockholm: Symposion, 1998, s. 30-31.

Dessuten ble det avtalt en tydelig rollefordeling mellom entreprenøren og den såkalte «kontrollerende ingeniør». Sistnevnte var representant for byggherren, altså A/S Tyssefaldene. Kontrollerende ingeniør var den som skulle orienteres om alle forhold som angikk framdriften av dambyggingen.

Videre fastslo anbudsbetingelsene at dersom det oppstod tvister mellom byggherre og entreprenør som ikke lot seg løse av partene seg imellom, så skulle dette avgjøres av den tekniske voldgiftsrett. Dette var en juridisk ordning som ble etablert i 1906 og som viser en sterkere juridisk regulering av kontrakter i teknisk-industriell sektor. For Tyssefaldenes og Kincks Vandbyggningskontors del betyr dette at de tekniske oppgavene var innvevd i et organisatorisk system. Satt på spissen kan man si at ingeniørene måtte kunne både konstruere og skrive. Plasseringen og utformingen av Ringedalsdammen ble tegnet (konstruert), mens organiseringen av arbeidet ble skrevet. Overordnet er poenget i denne sammenheng ikke detaljene i kontrakten, men at ingeniørens arbeid var langt mer enn selve beregningene og tegnearbeidet for de tekniske løsningene. Det var også juridiske, organisatoriske og sosiale oppgaver knyttet til det å få samarbeidet til å fungere. «Den kontrollerende ingeniør» samt rekken av ulike tekniske spesialister som det var snakk om i forbindelse med utbyggingen i Tyssedal, nyanserer ingeniørprofesjonens virke og tyder på at planleggingen vel så mye var en form for nettverksplanlegging og planlegging gjennom forhandling som en totalplanlegging der alt ble samordnet på forhånd og i en og samme organisasjon. A/S Tyssefaldene var i anleggsfasene omgitt av et stort nettverk av forskjellige typer ingeniørbedrifter. Det store omfanget av koordineringsarbeidet tyder på at systemintegrasjon i praksis hadde en betydelig «ikke-teknisk» del. Likevel ble slike oppgaver i stor grad utført av ingeniørene, siden de satt i ledelsesposisjoner i både A/S Tyssefaldene og hos konsulentene.

2.2.4 Tyssedal kraftstasjon - teknikk og arkitektur

En vanlig arbeidsdeling på både fabrikkbygninger og kraftstasjoner i tiden da Tyssedal kraftstasjon ble bygget var at planløsningen for bygninger ble utarbeidet av ingeniører, mens arkitektens innsats i prosjekteringen ble avgrenset til fasadene.⁴⁴ En lignende arbeidsdeling var det ved prosjekteringen av Tyssø I, der ingeniør Sigurd Kloumann tidlig i 1906 la fram en plan for hele kraftverket inkludert kraftstasjonen. Kraftstasjonens planløsning ble da skissert uten at fasadebehandlingen eller arkitektur blir nevnt i det hele tatt. Arkitektene kom inn senere i prosessen, slik at det ikke var noe samarbeid mellom ingeniør og arkitekt fra begynnelsen av planleggingsarbeidet. Utbygginger der ingeniører og arkitekter fra begynnelsen samarbeidet med planlegging av både form og funksjon kom senere og varierte mellom industriland som USA, Tyskland, Sverige og Norge, og fra prosjekt til prosjekt i de ulike landene.⁴⁵

Kraftstasjonen Tyssø I var gjenstand for samme type «nettverksplanlegging» som Ringedalsdammen og den var en kombinasjon av ulike former for spesialisert kunnskap, både ingeniørfaglig og arkitektonisk. I arkitekturhistorisk sammenheng er det kjent at Tyssø I kraftstasjon ble tegnet av arkitekt Thorvald Astrup og andre byggetrinn av arkitekt Victor Nordan. Stilmessig er kraftstasjonen preget av monumentale og romantiserende trekk med referanser til tårn og middelaldersk borgarkitektur og vindusrekker i rundbuestil, samt grunnmur i råkopp (tørrmur/håndstein) og fasade i

⁴⁴ Lisa Brunnström, *Den rationella fabriken*, Umeå: Dokuma, 1991, s. 22.

⁴⁵ Ibid, s. 73.

upusset teglstein. Formgivningen av stasjonen var imidlertid på forhånd betinget av ingeniørfaglige vurderinger som la rammer for hvordan byggverkets visuelle framtoning kunne arte seg. I Olav Heggstads forelesninger ved NTH om vannbygging kom i gang noen år etter byggingen av Tysso I, het det enkelt og greit at «Kraftstasjonens størrelse retter sig efter maskinernes størrelse og antall og oppstillingsmåten. Dersom man ikke har tegninger for maskinerne finnes størrelsen ved sammenligning med utførte anlegg».⁴⁶ Kloumanns plan for Tysso I ser ut til å ha vært tenkt på tilnærmet samme måte, Kraftstasjonen var i utgangspunktet en maskinhall med mulighet for videre forlengelser mot nord eller syd etter hvert som mer vann og dermed flere maskiner ble tatt i bruk. Slike funksjonelle krav var vanlig i de fleste kraftstasjoner, og dannet et utgangspunkt for arkitekturen.⁴⁷

En ting var de funksjonelle krav om å romme maskiner og om at bygningen måtte ha en traverskran slik at det var mulig å installere maskin- og elektroutstyret. Men i tillegg var det også bestemte krav til materialbruken i form av stein, betong- og murarbeider. Dette ble redegjort for i ingeniør Sigurd Kloumanns plan for kraftverket i 1906. Akkurat på dette punktet, og på beslutningen om kraftstasjonens nøyaktige beliggenhet i terrenget ved første utbyggingstrinn ser det ikke ut til å ha vært bruk av eksterne konsulenter slik det var på andre deler av anlegget slik vi så foran i forbindelse med Ringedalsdammen. Noe av årsaken kan ha vært at Kloumann var utdannet som bygningsingeniør og at Eydes ingeniørkontor for øvrig drev mest med store bygningsarbeider som jernbanestasjoner, havneanlegg o.l. På dette feltet hadde Tyssefaldene og Eydes ingeniørkontor selv spesialkompetanse og påtok seg det meste av planleggingsarbeidet på kraftstasjonen. Kloumann arbeidet for Eydes ingeniørkontor, som jo også var utgangspunktet for stiftelsen av A/S Tyssefaldene, og skrev i planen for kraftverket i 1906 at kraftstasjonen skulle oppføres med gråsteinsgrunnmur, gulvet i stasjonen skulle støpes i armert betong, mens vegger skulle bygges i teglsteinsmur. Bruken av armert betong i sivile bygninger var den gang noe helt nytt, mens tørrmuring og tegl var eldre teknikker. I materialbruken var det slik sett ingen klare stilmessige hensyn verken av historiserende eller framtidsrettet art, men rent praktiske overveielser av hva som var egnet for ulike deler av konstruksjonen.

⁴⁶ Olav Heggstad, *Vandbygning*, Trondheim: NTH, 1921, s. 132.

⁴⁷ Lasse Brunnström, *Estetik och ingenjörskonst. Den svenska vattenkraftens arkitekturhistoria*, Stockholm: Riksantikvarieämbetet, 2001.



Illustrasjon 9. Kraftstasjonen ble bygget i både stein, betong og teglstein, her fra andre byggetrinn i 1911. Foto: AST/Kraftmuseet, arkivnr. I-TY0260

Den viktigste grunnen til materialvalget var ganske enkelt at kraftstasjonens fundament ville stå under vann ved høyvann i Sørfjorden, siden stasjonen ble lagt nærmest mulig over havnivå for ikke å tape fallhøyde. Samtidig kom det meste av utstyret til kraftstasjonen sjøveis, slik at en kraftstasjon nær havnen i Tyssedal var en klar fordel mht. transport. Dessuten var et betongfundament utsatt for forvitring på grunn av sjøvann, slik at et tørrmurt fundament i stein hogd på stedet var å foretrekke framfor en støpt konstruksjon. Betonggulvet i kraftstasjonen måtte derimot støpes for å gi et solid fundament for maskinene som skulle stå i stasjonen. Her ble den nyeste teknikk med armert betong tatt i bruk for å sikre at maskinhallen hadde tilstrekkelig bæreevne og tilstrekkelig spennvidde slik at en kunne føre rørene til turbinene inn under gulvet til generatorene. Men siden jernbetong (eller «Monierteknikk») ikke ble brukt på hele konstruksjonen, var resten av bygningen «fristilt» som teglsteinsfasade. Riktignok ble teglsteinsfasaden etter hvert pusset, slik at dens visuelle framtoning derved ble endret.

Hvorledes dette materialvalget fra Kloumanns ble tolket på arkitektsiden har det det ikke lykkes å finne svar på, men det er tydelig at teglstein av arkitektene ble benyttet som et formativt element i og med rundbuestilen. Hvorfor det ikke ble brukt betong i hele kraftstasjonen er uklart. På om lag samme tid som Tyssedal kraftstasjon ble oppført ble det bygget kraftstasjoner med fasader i armert betong, rett nok forblendet med natursteinsmur.⁴⁸ Slik sett var betong et reelt alternativ, men i Tyssedal ble teglstein brukt som byggemateriale i fasaden. Om bruk av teglstein på den øvre delen av veggene var et bevisst valg fra ingeniør Kloumanns side, og dermed en tilrettelegging for en type

⁴⁸ Ivar Stav, «Norsk kraftverksarkitektur», i *Kulturminner i norsk kraftproduksjon*, Oslo: NVE, 2003, s. 118.

arkitektur, er det heller ikke mulig å svare på ut fra foreliggende kilder. Likedan må det utføres nøyere undersøkelser for å belyse om og eventuelt i hvilken grad arkitektene hadde innflytelse på materialvalget for kraftstasjonen.

Når det gjelder spørsmål om kraftstasjonens beliggenhet, var det i realiteten allerede avgjort da spørsmålet om maksimal fallhøyde ble besvart ved å plassere fordelingsbasseng og starten på rørledning på Lilletopp, slik at en kunne oppnå stort trykk og samtidig forankre rørledningen i fast fjell. Kraftstasjonens beliggenhet var kun et spørsmål om plassering av et maskinhus for turbiner og generatorer. For å gjøre dette ble også beliggenheten fastsatt gjennom å legge den på lavest mulig nivå slik at fallhøyden og dermed vanntrykk inn i turbinene ble optimal. I realiteten var det to høydenivåer som bestemte stasjonens plassering, ett for turbinene og ett for vann ut fra turbinene, som måtte være lavere. Derfor ble det først sprenget ut på kote 4,5 (meter over havet; moh.) og deretter på kote 2,5, slik at kraftstasjonen kunne bygges over to høyder. Stasjonens plassering i terrenget var altså bestemt ut fra optimal høyde for maskinplassering, og ble målt inn i terrenget ved hjelp av kart med kotehøyder. For øvrig ble kartet utarbeidet av spesialiserte oppmålingsingeniører leid inn av Tyssefaldene. Ellers kan man merke seg at samtlige ingeniører som uttaler seg om «kraftanlegget» sikter til hele rekken av konstruksjoner fra dam til kraftstasjon, og at samtlige følger vannveien i framstillingen av rekkefølgen av byggverk og installasjoner. Dette gjelder både Kloumann, Scott-Hansen, Mads Hedlund (som ble trukket inn som konsulent for utvidelse i 1908), m. fl. Heller ikke da kraftverket av ingeniørene ble presentert utad eller i forbindelse med nye utbyggingsplaner, ble kraftstasjonen trukket ut som et eget byggverk og som noe særskilt i forhold til resten av kraftanlegget. For ingeniørene betød kraftverket *hele systemet*, og det ser ut til at det svært sjelden har vært snakk om kraftstasjonen som noe isolert fra resten av kraftverket. Kraftstasjonen var heller ikke «slutten» på kraftverket, siden det også var vanlig å ta med kraftoverføringen via ledninger til Odda som en del av det samme kraftverket. Ytterpunktene i produksjonslinjen var som regel Ringedalsvatnet og Ringedalsdammen og mottakerstasjonen for strøm ved fabrikkene i Odda.



Illustrasjon 10. Her er kraftanlegget hele «systemet» fra nedbørfelt, til Tyssedal og til Odda; «Oversikt over Tysso kraftanlegg», B. Hagemanns oppmålingskontor 1928. AS Tyssefaldenes tegningsarkiv/Kraftmuseet.

2.3 Arkitekter

Til listen over innleide ingeniørkonsulenter over kunne vi føyd til arkitekter eller arkitektfirmaer som i likhet med innleide ingeniører, var i forhandlinger med ingeniørene i Tyssefaldenes eller DNNs ledelse om boligbygging, regulering og bygging av bygninger som kraftstasjon, skole og forsamlingslokale. Når relasjonen arkitekt-ingeniør likevel behandles for seg, er det for å kunne fokusere noe mer på hvordan bygninger og steder rundt kraftverket utviklet seg, der de profesjonsmessige grensedragninger mellom ingeniører og arkitekter kanskje enda tydeligere enn i kraftverket i mer snever forstand kom til uttrykk.

- Hvor strengt var arkitektoppgaver definert i forhold til ingeniør oppgaver med tanke på boligbygging?
- Hvordan formet Tyssefaldene og DNN de involverte arkitektenes arbeid?
- Hvem definerte reguleringsplanene for Tyssedal bygningskommune?

Sett i lys av det som tidligere har blitt sagt om å beskrive landskapshåndtering i kraftverksutbygginger som samtidig var industrireisingsprosjekter, er spesielt arbeidet med regulering og boligbygging viktig. Ikke bare førte driften av selve kraftanlegget til behov for boliger. Men siden Tyssefaldene både var kraftprodusent og hadde industrielle interesser, var stedsutvikling som tilrettelate for industriell virksomhet på stedet en uløselig del av kraftutbyggingen. For å belyse dette skal vi bruke noe av arkitekt Oscar Hoffs arbeid i Tyssedal som eksempel. Han var den som definitivt hadde mest å gjøre med både

arealregulering og boligbygging. Det var også en rekke andre arkitekter som utførte oppdrag i Tyssedal i perioden som interesserer oss her, som Victor Nordan og Thorvald Astrup på kraftstasjonen samt Paul Lambach og Morgenstjerne & Eide m.fl.⁴⁹ Men vi skal i holde oss til Hoff siden poenget her er å eksemplifisere hvordan prosessene rundt tilblivelsen av ulike byggverk og rom kunne arte seg.

A/S Tyssefaldene hadde som største eiendomsbesitter i Tyssedal en sentral rolle i arealplanleggingen. Det ble ervervet store eiendommer i forbindelse med kraftutbyggingen. De ble i hovedsak brukt til industri og med den fulgte også et stort boligbehov. Tyssefaldene eide tomter som kunne bygges og leies ut til industrivirksomhet både i Tyssedal og Odda. I Tyssedal var Tyssefaldene den klart største tomteeier. I 1921 eide de nesten 100 000 kvm. Dernest kom DNN med rundt 50 000 kvm, så legeringsverket med 20 000 kvm, mens «private» - altså enkeltpersoner uten tilknytning til kraftverk og industri - bare eide 10 000 kvm. Siden alt dette arealet utover i mellomkrigstiden ble tatt i bruk på et tynt befolket sted, lå alt til rette for en totalplanlegging. Mye ble planlagt og bygget på svært kort tid. Det var primært terreng og topografi som satte premissene for arealbruken, og i mindre grad eksisterende bebyggelse slik som i de store byene. Dermed lå også alt til rette for å utforme stedet ut fra moderne arkitektoniske og planmessige prinsipper, som kunne være ganske fjerne fra datidens lokale byggeskikk i Hardanger.⁵⁰

2.3.1 Tveitahaugen hageby

For å gi et bilde av arkitektenes rolle i bolig- og stedsplanleggingen i Tyssedal skal vi gi et eksempel ut fra tilgjengelig arkivmateriale. Et av de mest karakteristiske boligområdene i Tyssedal er Tveitahaugen, som mellom 1916 og 1918 ble bygget ut som en hageby. Hagebyen var et boligplanleggingsideal med opprinnelse i England, og som fikk stor gjennomslagskraft i norsk byplanlegging og på industristeder fra omkring 1905. Idéen var at boliger i grønne omgivelser fremmet beboernes helse, sunnhet og trivsel. Arkitekter og leger var viktige i formidlingen av disse idéene fra kontinentet til Norge, blant annet gjennom Norsk forening for boligreformer.⁵¹ Med forbehold om at bakgrunnen for at Tveitahaugen ble utformet som hageby er noe uklar, kom sannsynligvis hagebyen som planleggingskonsept til Tyssedal via arkitekten som fikk oppdragene med å tegne boligene, altså arkitekt Oscar Hoff. Hvilken rolle oppdragsgiver hadde i å definere selve konseptet vites ikke. Samtidig vet vi at Norsk Hydro både på Notodden og på Rjukan i årene rett før byggingen av Tveitahaugen bevisst planla disse stedene som hagebyer. I arkivet til DNN kan man også finne reguleringsplaner fra Rjukan, noe som tyder på at ledelse og funksjonærer i DNN var opptatt av planleggingen på andre industristeder. Det er også grunn til å merke seg at forholdet mellom AST og DNN var svært tett. Da DNN valgte å etablere seg i Tyssedal i 1916 ble det skrevet en kontrakt som

⁴⁹ For en oversikt over de enkelte arkitekter, se Eva Røyrane *Fabrikkbyane i Hardanger – Husa i industrilandskapet*, Kvinnherad: Nord 4, 2011

⁵⁰ Ibid, for en oversikt over bygninger i Tyssedal.

⁵¹ Gunnar Ridderström, *Helse og fysisk planlegging i Norge 1814-2008*, Avhandling PhD, Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, 2015.

ikke bare omfattet kraftleveranse, men også leie av tomter for fabrikker og boliger fra AST til DNN.⁵²

Kontrakten mellom AST og DNN inkluderte også at det måtte skaffes tomter som kunne gi bolig til ca. 400 arbeidere og funksjonærer ved DNN. Det nødvendige arealet til dette ble av DNN beregnet til å være om lag 123 mål, dels på Kvernhussteigen og dels på Tveitahaugen. Avtalen med AST var at det skulle bygges 12-mannsboliger for arbeidere og 4-mannsboliger for funksjonærer, og at en for 12-mannsboligenes del gjerne ville bruke Tyssefaldenes «typehus». Det vil si at det her ikke var så mye vekt på en unik utforming, men på at det var en lett reproducerbar boligtype som hadde blitt bygget før. Tveitahaugen var altså en del av en større plan, samtidig som oppdraget med å utforme boligene der ble gitt til arkitekten Oscar Hoff. Hoff tegnet på denne tiden også Ullevål Hageby i Oslo, og en viss stilmessig likhet mellom den og Tveitahaugen kan lett gjenkjennes, selv om både omfang, fellesarealer og detaljering er nokså ulik.

I et profesjonshistorisk perspektiv og med vekt på arkitektens arbeid i en konkret kontekst, er det interessant hvordan planene fra arkitekt Hoff ble påvirket underveis. Når vi ser vi på prosessen rundt planleggingen av Tveitahaugen, er det rimelig klart at det ikke var en «rett vei» fra arkitektens tegnebord til ferdig bygning, men en forhandlingsprosess der både ingeniører og håndverkere fikk en viss betydning for sluttresultatet. For det første ble Tveitahaugen i alle fall fra DNNs side oppfattet med referanse til allerede eksisterende boliger i Tyssedal. Sannsynligvis har også Hoff sett til allerede eksisterende boliger, og da konkret maskinistboligene som ble bygget for Tyssefaldene i 1915. Med tanke på detaljering og murarbeid på fasaden ligner husene på Tveitahaugen mer på maskinistboligene i Tyssedal enn på Ullevål Hageby, som ofte blir trukket fram som inspirasjonskilden for Tveitahaugen.⁵³ Dette er ikke så rart når man ser på forhandlingsprosessen mellom DNN og Hoff. Der kan man i DNNs korrespondanse dokumentere at det som ble trukket fram som et forbilde i forbindelse med tilbakemeldinger til Hoff's tegninger på Tveitahaugen, nettopp var Tyssefaldenes maskinistboliger. Og maskinistboligene til Tyssefaldene var ikke tegnet av arkitekter, men av ingeniør Edvard Svanøe, som da var ansatt ved Tyssefaldene.

Konkret gikk DNNs ønske om å kopiere løsninger fra Svanøes maskinistboliger på at dører og vinduer skulle være samme type som på maskinistboligene, og at de skulle bestilles fra samme leverandør. Murmester Sørvig, som våren 1916 var i gang med å bygge en del av husene på Tveitahaugen, hadde da allerede bestilt samme type vinduer som på maskinistboligene. Dermed fikk de ikke noen individuell utforming slik man kan se på enkelte av direktørboligene som ble oppført på den samme tid. Individuell utforming av vinduer og dører til direktørboligene var en klar arkitektoppgave, og bestilling av hyllevare til Tveitahaugen må kunne forstås som en innsnevring av arkitektens formgivning. Hoff ville også lage individuelt tilpassede dører og vinduer til Tveitahaugen, men dette ble det ingenting av da ingeniør Hans Fredrik Hygen, som var direktør for DNN, valgte en enklere og rimeligere løsning. Det andre Hygen ville endre på i Hoff's forslag var inndelingen i boligene. Det skulle være flere leiligheter enn først planlagt av Hoff. Dernest ble arealdisponeringen endret ved at DNN ville legge inn

⁵² I kontrakt fra februar 1916 heter det at «Kraftanlegget forpligter seg til at skaffe D.N.N. den nødvendige grund i nærheten av kraftstationen for anlæg av fabrikkbygninger og lagerhuse samt grund til bygning av huse for funktionærer og arbeidere».

⁵³ Se Eva Røyane.

vannklosett i kjelleren, samt husholdningskjeller og vedbod. Dermed måtte bryggerhus for hvert hus sløyfes. I stedet ble Hoff bedt om å tegne et felles bryggerhus der det opprinnelig var foreslått en treklynge. Antageligvis skyldtes dette krav i bygningsloven som ble gjort gjeldende for Tyssedal i og med at Tyssedal også ble egen bygningskommune⁵⁴ i 1916. Sanitærforhold ble der tillagt stor vekt. Plasseringen av de neste tre boligene som skulle bygges på Tveitahaugen hadde DNN også oppfatninger om. DNN – og ikke Hoff – skulle utarbeide en plan for dette, og som de ville sende til arkitekten for uttalelse. Et felt som DNN *ikke* hadde synspunkter på i forbindelse med boligene på Tveitahaugen, var utformingen av gesims, verandasøyler, hjørnepilarer og takutbygg. Til slike detaljer for murarbeidene fikk Hoff mer eller mindre fritt spillerom.

2.3.2 Brakkebyer og direktørboliger

Et annet forhold som vedrører arkitekturen i en kraftverkskontekst, og dens preg av en forhandlingsprosess med teknisk-industrielle hensyn, er at det var et bredt spekter av kombinasjoner av både individuelt tilpasset arkitektur og mer standardiserte løsninger. Siden det meste i Tyssedal ble bygget på samme tid er det ganske klart at disse variasjonene ikke handler om endringer i tiden, men om at arkitekturen var i en sosial kontekst og at arkitektenes arbeid med boliger ble formet etter hierarkiet i industrisamfunnet. Dette er kanskje tydeligst i forbindelse med etableringen av industriselskapet DNN, men gjelder også kraftselskapet Tyssefaldene. Samtidig med at Tveitahaugen ble bygget for arbeiderfamilier og funksjonærer, ble det også bestilt en ny brakkeby og tegnet direktørbolig for Hygen. Brakkebyen skulle huse anleggsarbeidere og industriarbeidere, og ble bygget av A/S Tyssø Byggekompani som var et underforetak av Tyssefaldene, men som skulle leies av DNN til å huse arbeidere der. Brakkebyen skulle stå på Kvernhusteigen der det også før hadde stått brakker, men på grunn av deres dårlige forfatning skulle det i forbindelse med etableringen av DNN bygges nye. Utformingen og planleggingen av disse hadde imidlertid verken Hoff eller andre arkitekter noe med, og oppdraget ble utført av ingeniørfirmaet A/S Høyer-Ellefsen som gjorde flere oppdrag for Tyssefaldene. Planleggingen av brakkene bestod ganske enkelt i å gi en anvisning for tømmer- og snekkerarbeidet som skulle utføres, som først og fremst bestod i hvilke dimensjoner en skulle bruke til bjelker, tak, gulv etc. Her var det ikke snakk om noen detaljering av fasade eller om omgivelsene rundt.

På den motsatte siden var det i forbindelse med bygging av huset til DNNs direktør Hygen svært mange forhandlinger med Hoff om hvordan huset skulle se ut. I et brev fra Hygen og hans kone ble det foreslått endringer av romløsninger, romstørrelser, vinduer, rørgjennomføringer, bad og toalett. Dessuten påpekes det i brevet at fasaden er for enkelt utført og at den «minder alt for meget om egne hjem kolonier». Hygen og konen gir tydelige instruksjoner til Hoff om fasadens utforming ved å sende sine egne tegninger samt noen avisutklipp med bilder som viser hvordan det kunne utføres. Det foreslås nokså detaljerte endringer som blant annet går ut på å kombinere liggende og stående panel (det

⁵⁴ En bygningskommune var før 1970 en enhet innenfor et herred der bygningsloven var gjort gjeldende. Den tidligere bygningslovgivningen var primært rettet mot byene. I bynære og tettbygde strøk på landet hadde man behov for regulering av byggevirksomheten, og løsningen ble å opprette bygningskommuner.

I bygningsloven av 1869 ble det bestemt at en bygningskommune skulle ha et eget bygningskommunestyre med fem medlemmer. De skulle velges av og blant huseiere i området. <https://no.wikipedia.org/wiki/Bygningskommune>

var et trehus), samt å kombinere hvitmalte og brunbeisede overflater. Oppsummert kan vi si at boligarkitekturen i DNNs etableringsfase var tre typer relasjoner. I den første var det ikke egentlig snakk om arkitektur som individuell utforming, men om at ingeniører bestilte en standardisert brakkeby. Den andre var Tveitahaugen der det var en dels individuell og dels repeterende bruk av former, mens den tredje fasen var direktørboligen som var mer rent individuell. I alle tre tilfeller avgrenses arkitektens frie formgivning, enten ved at noe ikke regnes som arkitektoppgaver eller ved at byggherrens interesser var mer eller mindre styrende for den endelige tegning.

2.3.3 Reguleringen av Tyssedal

Et tredje område der vi kan få et inntrykk av forholdet mellom ingeniører og arkitekter, er stedsutviklingen i Tyssedal. Da Tyssø I ble satt i drift i 1908 var stedet mer eller mindre en brakkeby. Befolkningstallet økte raskt, og i 1916 ble det altså etablert industri i Tyssedal som bidro sterkt til flere mennesker og økende behov for boliger. Planer, og styring, over selve stedsutviklingen og det samfunnsmessige liv utviklet seg da parallelt, og i dette var etableringen av Tyssedal som egen bygningskommune i 1916 en viktig begivenhet. Tyssedal bygningskommune skulle ha ansvaret for brannvesen, regulering av gater, veier og plasser, vann- og kloakk, og håndtere byggesaker. I styret for bygningskommunen skulle det være fem personer, og til det kunne huseiere i kommunen velges. Som største tomteeiere var naturligvis A/S Tyssefaldene og DNN representert, men det var også én til to representanter uten forbindelser til kraftverk og industri. Når det gjelder forholdet mellom Tyssedal bygningskommune og kraftselskapet, er det interessante i planmessig henseende at selv om forholdet mellom dem var nært, hadde Tyssedal bygningskommune en viss autonomi. Sammenliknet med situasjonen i Rjukan der Norsk Hydro gjennom Rjukan Byanlegg organiserte byutviklingen ved en detaljert og omfattende reguleringsplan, så foregikk planleggingen i Tyssedal i stor grad parallelt med byggingen. Dessuten ble reguleringsplanen i større grad utviklet med føringer fra Tyssedal bygningskommune.⁵⁵

Parallellen til Rjukan Byanlegg i Tyssedal var Tyssø Byggekompani. Dette var et underbruk av A/S Tyssefaldene, men sammenlikningen er noe misvisende. Tyssø Byggekompani hadde ikke det samme grepet om byplanlegging og regulering som Rjukan Byanlegg. Ved sistnevnte var det ansatt både ingeniører og arkitekter som utviklet planer for boliger og planløsninger i Rjukan. Slikt planleggingsarbeid i Tyssedal foregikk imidlertid gjennom Tyssedal Bygningskommune. I Tyssedal bygningskommune var majoriteten av representanter fra kraftverket og industriene, men disse ble valgt med lensmannens godkjennelse, og med en sammensetning som fulgte bygningslovens krav, mens Rjukan Byanleggs ansatte representerte BASF/Norsk Hydro.⁵⁶ Da spørsmålet om etablering av bygningskommune kom opp i Rjukan motarbeidet Rjukan Byanlegg/Hydro dette, mens etableringen av Tyssedal Bygningskommune foregikk uten nevneverdig motstand fra A/S Tyssefaldene og DNN.

Samtidig er det klart at Tyssefaldene dominerte Tyssedal bygningskommune, ved at de fleste av bygningskommunens representanter var ansatt ved Tyssefaldene. De som hadde

⁵⁵ Helge Dahl, Rjukan. Tinn: Tinn kommune, 1988.

⁵⁶ Badische Anilin- & Soda-Fabrik (BASF) var frem til 1910 sammen med Hydro om å utvikle industri på Rjukan. Badische hadde eget bygningskontor på Rjukan, «Architektführung», frem til 1910 da de trakk seg ut og Rjukan Byanlegg/Hydro overtok byplan og boligbygging.

stemmerett var huseiere i bygningskommunen. I 1928 var det Tyssefaldene, Tysso Byggekompani, Tyssedal Handelsforretning, DNN, Hardanger Elektriske Jern og Stålverk, Tyssedal skole (Odda kommune), og i tillegg fem privatpersoner. De som ble valgt som representanter var imidlertid ingeniører som var ansatt ved Tyssefaldene. I 1922 bestod styret i Tyssedal bygningskommune av fem ingeniører ved Tyssefaldene, og i 1928 var styret tre ingeniører, en direktør fra Tyssefaldene og en kjøpmann. Dette kunne tilsa at bygningskommunens rolle som offentlig reguleringsmyndighet i praksis var satt ut av spill. Men ser man på en del av korrespondansen fra bygningskommunen ser vi at representantene for Tyssedal bygningskommune påtar seg oppgaven med å implementere det som fulgte med av offentlig regulering, først og fremst av sanitære forhold. Disse var strengere enn Tyssefaldene hadde lagt opp til. I tillegg betalte Tyssedal bygningskommune Tyssefaldene for overtakelse av vann og kloakkanlegg, og var videre i forhandlinger om gatebelysning og elektrisitet. Slik sett ble de to organisasjonene behandlet som to forskjellige enheter, og hadde hver sin økonomi. Ingeniør Per G. Brekke som var formannen for Tyssedal bygningskommune fra 1916 til 1928 var også anleggsbestyrer ved Tyssefaldene, og hadde det overordnede ansvaret for å få på plass en reguleringsplan for Tyssedal. I dette arbeidet var det brevveksling mellom ham, hovedkontoret i Oslo og med amtmannen i Søndre Bergenhus. Dette tyder på at respekten for bygningskommunen og bygningsloven var stor selv om Brekke satt i denne posisjonen i kraft av Tyssefaldenes interesser på stedet. Blant annet skriver Brekke til direktør Blakstad ved hovedkontoret i Oslo at han har vært i konferanse med amtmannen for å sette seg inn i hva som kreves av en bygningskommune, og at han anbefaler Blakstad å anskaffe seg et eksemplar av bygningsloven. Videre skriver Brekke at ut fra kravene bygningsloven stiller må sanitærforholdene i Tyssedal forbedres, og at man bør legge til rette for et nytt skolebygg som har plass til alle. Brekke varsler også at det vil komme krav om kirke som det må tas høyde for i reguleringsplanen som var ment å foreligge i løpet av 1916. Vi skal ikke følge dette videre i detalj, men bare påpeke at kraftselskapenes og industriens rolle i reguleringsarbeidet på de nye industristedene kan ha variert en del fra sted til sted.



Illustrasjon 11. Postkort øvre deler av Tyssedal, Foto: Mittet & Co, Kraftmuseet arkivnr. I-01444

Når det gjelder det mer direkte profesjonsmessige aspektet tyder et foreløpig blick på Rjukan og Tyssedal også på at arkitektenes og ingeniørenes rolle kan ha artet seg ulikt fra sted til sted. Som sagt så ble byplanen for Rjukan utviklet av ingeniører og arkitekter ansatt i Rjukan Byanlegg. Byplanen skulle også godkjennes av amtmannen og var slik sett underlagt bygningslovens krav. Men initiativet til reguleringsarbeidet og tolkningen av hva det skulle inneholde av stedsformende tiltak var ulikt på Rjukan og Tyssedal. På Rjukan var *byform* sentralt i utviklingen av stedets første reguleringsplan. Hele byen ble bygget etter hagebyens prinsipper, ikke bare deler av den, slik som Tveitahaugen i Tyssedal.⁵⁷ På Rjukan var det ansatt like mange arkitekter som ingeniører i Rjukan Byanlegg. I Tyssedal ble reguleringsarbeidet initiert og definert av ingeniørene gjennom Tyssedal bygningskommune. Den var inndelt i brannstyre, reguleringskommisjon og bygningskommisjon. I brannstyret satt en ingeniør, en privatperson, en agronom og en maskinmester. I reguleringskommisjonen satt fire ingeniører. I bygningskommisjonen var det tre ingeniører, en snekker og en materialforvalter. Profesjonsmessig var Tyssedal bygningskommune en ingeniørstyrt kommune. I reguleringskommisjonen som hadde ansvaret for planarbeidet i bygningskommunen satt det utelukkende ingeniører.

I 1913 tilbyr seg Tyssefaldene, i brevveksling med Departementet for offentlige arbeider, å utarbeide en «fullstendig» reguleringsplan for Tyssedal. Arbeidet kom i gang etter 1916 da Tyssedal bygningskommune ble etablert og fikk ansvaret for å utarbeide reguleringsplanen. I hvilken forstand dette var en byplan, kan vurderes litt nærmere dersom en skiller mellom byregulering og byplanlegging. I følge planleggingshistorikeren Rolf H. Jensen⁵⁸ dreier det seg om en passiv eller aktiv holdning til byplanlegging, hvorvidt planleggingen kun dreier seg om basale tekniske spørsmål som gater, eiendomsforhold, brannvern, vann og kloakk, eller om den i tillegg arbeider for å fremme samfunnsmessige verdier. Reguleringsplanen for Tyssedal ser ut til å inneholde elementer av begge, men den radikale byplanleggingsambisjonen som man finner i Rjukan og kanskje i Notodden, Sauda, og Høyanger, er vanskeligere å få øye på. Reguleringsplanarbeidet ble i Tyssedal i hovedsak oppfattet som en oppmåling og kartlegging av eiendommer, og fordeling av byggegrunn til ulike formål, og i mindre grad som en realisering av en moderne industriell utopi. Det var altså mer snakk om en byregulering enn en byplan.

⁵⁷ Jmf Ingeniør Steffens, Rjukans byanleggs arkiv.

⁵⁸ Rolf H. Jensen (1980) Moderne norsk byplanlegging blir til. Nordplan, Trondheim, 1980, s. 343.



Illustrasjon 12. Reguleringsplan Tyssedal 1919, Kraftmuseet arkiv

Selv om det er grunn til å anta at det er forskjeller mellom svensk og norsk romlig modernisme og industrikultur, finnes spor av en framskrittsideologi også i Tyssedal i form av forsamlingslokalet Festiviteten, Tveitahaugen Hageby, Storhotellet (revet), skolen, musikkpaviljongen etc. Disse bygningene var langt mer enn tak over hodet for ansatte og funksjonærer ved kraftverket. Hensikten var også å være utviklende for samfunnslivet på stedet. Ingeniør Gjessing som arbeidet for administrasjonen i A/S Tyssefaldene uttrykte betydningen av disse bygningene slik i 1922: «[...] selskapet har lagt særlig an paa at skape lyse og lykkelige livsvilkaar for sine arbeidere og funksjonærer for hvem der er bygget talrike boliger, med til dels vakre haveanlæg [...]».⁵⁹ Systemet som ble bygget var mer enn et rent teknisk system. Ingeniørene hadde slik sett også en rolle utover den tekniske planleggingen av kraftproduksjonen.⁶⁰

⁵⁹ AST arkiv.

⁶⁰ Dette peker på at avgrensingen av kraftverk til de rent tekniske konstruksjoner, er problematisk generelt, men meget problematisk, for ikke å si umulig, på ensidige industristeder som Tyssedal. Liknende forhold støter vi på i Rjukan, Sauda, Høyanger, Glomfjord, for å nevne noen. Flere industrisamfunn som ble bygd opp hadde utbyggingen av vannkraften som sin forutsetning.

Men det ser ut til at den romlige modernismen i Tyssedal ble begrenset dels av at arkitektene fikk mindre plass til å formulere byplanen/reguleringsplanen og dels av at terrenget ikke tillot en type totalplanlegging som på Rjukan. Tyssedal var et betydelig mindre sted enn Rjukan, og med begrenset byggbar grunn. Videre ble boligområdene i Tyssedal (Tveitahaugen, Kvernhusteigen og Skogly) planlagt og bygget ut hver for seg. Reguleringsplanene for hvert av områdene ble laget av personer med ulik tilknytning til Tyssefaldene og DNN. Kvernhusteigen og Skogly ble prosjektert av henholdsvis ingeniør Arthur Wagle og ingeniør Harald Gram, mens Tveitahaugen som tidligere nevnt ble til som et kompromiss mellom arkitekt Hoff og DNN. Reguleringsplanarbeidet for bygningskommunen handlet i sin helhet først og fremst om å få gjennomført en brukbar oppmåling og kartlegging av Tyssedal, parallelt med byggingen av boliger. Bygningskommunens reguleringsplan ble til mens det ble bygget, og var slik sett i mindre grad et styringsverktøy enn en egentlig (aktiv) byplan/byplanlegging. Arbeidet med å få på plass en reguleringsplan hadde vært på dagsorden siden 1913, men tok i realiteten først til i 1917 da en gikk i gang med mer omfattende boligbygging som følge av at DNN etablerte seg i Tyssedal.

Følger man prosessen med utforming av reguleringsplan for Tyssedal, ser man også at kunnskapsformen primært var teknisk, selv om noe arkitektkunnskap var i spill. Det første tiltaket var å få et «oppmålingskontor» til å lage et nøyaktig kart over Tyssedal. Dette oppdraget gikk til Nerdrums oppmålingskontor, som også tidligere og senere hadde oppdrag med kartlegging av terrenget i Tyssovassdraget i Når man ser på prosessen med utforming av reguleringsplan for Tyssedal viser det seg at kunnskapsformen som ble brukt i prosessen primært var av en teknisk karakter, selv om det også her var anvendt arkitektonisk kunnskap. bruk. Det første man gjorde for å få på plass en slik plan var å få et «oppmålingskontor» til å lage et nøyaktig kart over Tyssedal. Dette oppdraget gikk til Nerdrums oppmålingskontor. Kontoret hadde også både tidligere og senere oppdrag med kartlegging av terrenget i Tyssovassdraget i forbindelse med bygging av kraftverk. Reguleringsplanarbeidet var i dette henseende et kartfestingsarbeid. Det som utgjorde planen og som skulle «approberes» av myndighetene var rett og slett et kart der bebyggelse, terreng og kotehøyder samt at eierskap til bebyggelse og tomter ble stadfestet. I beskrivelsen av arbeidet med kartleggingen foreslo ingeniør Haukeli ved Nerdrums oppmålingskontor å utføre arbeidet ved å ta i bruk «moderne bymålingsteknikker» der bebygde strøk ble målt etter rettvinkelmetoden.⁶¹ Det ble satt ut polygonpunkter samt at gater og veier ble markert på kartet. Kartet skulle beskrive «alt synlig av interesse, som bebygning, gjærder, ledninger, belyningsstolper m.m.»⁶² Byggverkene skulle føres på kartet med «håndrids» der de også ble påskrevet mål.

Kartet ble utarbeidet i løpet av 1918, men det videre arbeidet med å fullføre reguleringsplanen ble så overdratt til arkitekt Oscar Hoff. Hvorfor dette ble gjort er uklart, men det framgår av korrespondanse fra Tyssedal bygningskommune at Hoff skulle føre inn «byggelinjer» på kartet over eksisterende og prosjektert bebyggelse, og også føre opp eierskapet til ulike bygninger. Særlig aktuelt ble dette i forbindelse med eierskiftene som skjedde i 1924 da Tyssefaldene ble reorganisert og DNN overtok en del av eiendommene i Tyssedal. I denne situasjonen viste det seg også at DNN var interessert i større arealer til

⁶¹ Ved rettvinkelmetoden blir posisjonen av et punkt bestemt i forhold til en rett linje, grunnlinjen. Grunnlinjen kan betraktes som x-aksen i et lokalt koordinatsystem.

⁶² Arkiv Tyssedal bygningskommune.

industriformål. Dette var et område opprinnelig eid av Tyssefaldene, men som først var reservert for Norsk Hydro som en tid hadde planer om å etablere industrianlegg der. Da disse planene falt bort, ønsket DNN å overta samme område, noe som Tyssedal bygningskommune poengterte ovenfor amtmannen, fordi denne endringen måtte innarbeides i reguleringsplanen som nettopp var blitt godkjent. I tillegg henviste Tyssedal bygningskommune amtmannens eventuelle ønsker om tydeliggjøring av byggesoner på kartet til arkitekt Oscar Hoff, som da var gitt dette ansvaret av Tyssedal bygningskommune. Denne avmerkingen ble altså da foretatt på et kart som allerede var produsert av Nerdrums oppmålingskontor. Hoff produserte selv ikke oppmålingskart siden dette krevde spesialkunnskap og spesialutstyr og ble utført av oppmålingsingeniører.

Poenget er at reguleringsplanens funksjon i første rekke var å redegjøre for tilgjengelig byggegrunn og bestemme hvilke arealer som skulle brukes til hva. Den var i liten grad preget av visjoner om hvordan stedet ellers skulle utformes. Det er karakteristisk at når man ser på hvordan Tveitahaugen ble regulert, så foregikk det konkret ved at kart som var utarbeidet av oppmålingsingeniører ble brukt av arkitekt Hoff til å tegne inn forslag til hvordan hus og gater skulle plasseres. Reguleringsplanen var slik en sammensetning av teknisk og estetisk kunnskap, men den estetiske dimensjonen som lå i å bestemme hvordan boligene skulle plasseres i terrenget ser ut til å ha vært ganske sterkt begrenset av kunnskapen om de byggbare grunnarealene. Denne kunnskapen ble påvist gjennom ingeniørenes oppmåling av terrenget. Ser man for eksempel på hvordan Hoff tegnet reguleringsplanen for Tveitahaugen så var det ved å bruke kartet som utgangspunkt. De to tegningene under viser hvordan kart og tegning ble føyd sammen i ett bilde, der det nederste har størst grad av estetiske bearbeiding. Men også denne siste tegningen må kunne kalles relativt moderat i og med at reguleringsarkitektur på denne tiden var vel etablert som en egen arkitektonisk sjanger med betydelige formbearbeidende innslag og pretensjoner om helhetlige estetiske løsninger.

Arkitekturen stod også her i en bestemt kontekst som ga den et bestemt preg. Vi kan samtidig se hvordan ingeniørenes arbeid hadde implikasjoner for form og sted, selv om formgivning ikke var et begrep som de i nevneverdig grad brukte om sitt arbeid.

2.4 Hydrologisk ekspertise

Hydrologi⁶³ er vitenskapen om vannets kretsløp i naturen, og er helt åpenbart et grunnleggende kunnskapsområde for ethvert vannkraftanlegg. Hydrologikunnskap gir grunnlag for all utnyttelse av *ferskvann* til vannforsyning, energiproduksjon, jordbruksvanning (irrigasjon) og industriformål. Tidlig i vannkraftutbyggingens historie ble den senere terminologien «hydrologi» benevnt *hydrografi*. Det synes imidlertid som om «hydrologi» raskt ble anerkjent terminologi. Hydrografi er betegnelsen for fagområdet som omhandler havvannets kjemiske og fysiske forhold. Begrepet brukes også om arbeidet som ligger til grunn for utarbeidelse av bl.a. sjøkart, beskrivelse av farvann, tidevannstabeller.

For Tysso I sin del, sammen med mange andre tidlige vannkraftutbygginger i Norge, faller utbyggingen sammen med betydelige endringer i hydrologien som vitenskap og kunnskapsform. Hydrologiens utvikling omkring 1900 er også et eksempel på hvordan skillelinjer mellom vitenskap, teknologi og industri vanskelig lar seg opprettholde. Den såkalte lineære modell i teknologihistorie ville tilsi at det fant sted en vitenskapelig utvikling i hydrologien som deretter kunne anvendes som teknologi i industrien. På et lokalt nivå, altså i Tyssedal er dette til en viss grad rett fordi det grunnleggende begrepsapparatet omkring nedbørfelt, vannføring, avløpsforhold, fordampning m.m., ikke ble utviklet lokalt, men anvendt i den grunnleggende kartleggingen og utredninger om muligheter for kraftverk i Tyssovassdraget. Samtidig er det viktig å være oppmerksom på den mer allmenne vitenskapshistoriske konteksten rundt kraftverket i Tyssedal, der det er ganske klart at hydrologi som disiplin påvirkes av kunnskapsbehovet i de mange kraftutbyggingsprosjekter som tar form rundt 1900. Blant annet dreier dette seg om metoder for innsamling av hydrologiske opplysninger fra elver og vassdrag i Norge, og om krav fra Den Norske ingeniør- og arkitektforening om at Meteorologisk Institutt (MI) og staten tar ansvar for mer omfattende og regelmessige målinger av nedbør og vannføring i elver. I følge Lars Gottschalk (2000) fører også vannkraftens utvikling mot slutten av 1800-tallet til at vannføring i bestemte seksjoner av vassdrag blir like viktig som måling av vannstands nivåer som hadde vært hovedanliggendet knyttet til kanalbyggingen.⁶⁴ Måling av vannføring blir mot slutten av 1800-tallet en regulær virksomhet gjennom etablering av faste målestasjoner som det utarbeides vannføringskurver for.

Hydrologiens historie går mye lenger tilbake enn overgangen mellom 1800- og 1900-tallet, men det som er spesielt med den sistnevnte tid er at elver og vassdrag kartlegges mer nøyaktig. Hydrologien retter nå både oppmerksomheten mot sjøen, men og mot innlandet, innsjøer, og mot terreng og å utforske ulike nedbørfelt. For å se den direkte profesjonsmessige interesse i denne vitenskapen og dens innretning mot kartlegging av

⁶³ Tollan, Arne. (2009, 14. februar). hydrologi. I Store norske leksikon. Hentet 23. mai 2019 fra <https://snl.no/hydrologi>

⁶⁴ Lars Gottschalk, *Hydrologiens historie*, Oslo: s.n., 2000, s. 12.

www.uio.no/studier/emner/matnat/geofag/HYD2010/v06/kompendium_hyd1/hydrologiens_historie.pdf

innlandet lite tilfredsstillende, og viser til at det første hydrografiske⁶⁶ kart for Sør-Norge utgitt i 1892, redigert av Hans Nysom ved Kanaldirektørens kontor, var utilfredsstillende for industrien. Her fremgår det tydelig at det er en sammenheng mellom hydrologiens vitenskapelige innretning og tekniske og industrielle interesser. Det som oppfattes som det vitenskapelig mangelfulle er det som er viktig for industriell bruk av vannet. I forslaget formuleres «intet viser bedre end dette for teknisk bruk ellers så utmärket planlagte kart, hvilket utilstrækkeligt materiale forfatterne har havt at råde over; thi netop den faktor, som for industrien har størst værd, nemlig nedbøren og vasdragenes vandføring, er dels ufuldstændig, og dels mangler den ganske». Av omkring 100 elver var bare 20 kartlagt mer eller mindre fullstendig i Nysoms kart fra 1892.

Utfallet ble blant annet at det ble opprettet 263 nye stasjoner for nedbørsmåling, og at det ble større kontinuitet i nedbørsmålinger og vannstandsobservasjoner gjennom året. En av disse målestasjonene ble plassert ved Skjeggedalsgården, hvorfra det ble gjort målinger fra 1896. Disse målingene ble brukt i de første utredninger om kraftutbygging i Tyssedal, som vi skal se lenger ned.

Reorienteringen av hydrologien mot tekniske og industrielle hensyn, kommer også til uttrykk hos kanaldirektør Gunnar Sætren på omtrent samme tid som Den Norske ingeniør- og arkitektforening gjør fremstøt mot Stortinget. I 1900 skriver han at det ikke lenger var tidsmessig med vassdragsbeskrivelser som i hovedsak dreide seg om fløtningsforholdene. Kanalvesenet hadde frem til 1890-årene først og fremst rettet seg mot hydrologiske kartlegginger som var til nytte for tømmerfløtingen, men nå «Med lige stor ret vil man ogsaa kunne forlange oplysninger om vandkraften og vandfaldenes udnyttelse i industriens tjeneste». Kanalvesenet var blant de som fikk økte ressurser til vassdragenes kartlegging som følge av Stortingets bevilgning i 1894, og ved å bearbeide eksisterende kartmateriale ga Gunnar Sætren ut et nytt hydrologisk kart over Norge i 1900. Uten å gå videre i detalj dreide hydrologien som vitenskap mot vannkraftutbygginger og industri mot slutten av 1900-tallet. Det var en kunnskapsform som dels trakk veksler på meteorologi og dels på geografi. Slik var hydrologien også en vesentlig komponent i det vi tidligere har omtalt som kraftverkernes romlige praksis. Ved kartlegging og en ny inndeling av terrenget i nedbørfelt og innsamling av opplysninger rundt nedbørfeltet som vitenskapelig enhet, ble også det geografiske rommet sett gjennom hydrologiske begreper.

Hvorvidt man kan snakke om hydrologer som en egen profesjon rett etter 1900 er imidlertid høyst tvilsomt. Det ene var at de institusjonelle rammer for faget var flytende og knyttet til tilstøtende fagområder som meteorologi og geografi, det andre var at hydrologiske undersøkelser gjerne ble utøvd nettopp av de som på den tiden var distinkte profesjoner, som ingeniører og til dels meteorologer.

I 1907 endret også de institusjonelle rammene seg ved at Kanalvesenet ble til Vassdragsvesenet (senere NVE). Dette ga antakeligvis et noe bedre grunnlag for hydrologisk virksomhet, uten at det i seg selv ga grunnlag for en egen profesjonsidentitet. Dannelsen av Norges Teknisk Høyskole (NTH) i 1911 og etableringen av vannbygging som et eget spesialfag der, bidro nok til en styrking av profesjonsidentiteten, men

⁶⁶ «Hydrografi» henviser til «geografisk beskrivelse av vannforekomster på jordoverflaten. Brukes ofte om kjemiske og fysiske forhold i ferskvann og sjøvann». «Hydrologi» er vitenskapen om vannet i naturen, dets forekomster og egenskaper. (norskvann.no)

innenfor rammen av en bredere ingeniørutdanning og profesjon. I tillegg ser det ut til at hydrologiens status som egen vitenskap var ganske svak, og at den rundt 1900 ble betraktet i forlengelsen av meteorologi, som da var en distinkt vitenskapelig disiplin knyttet til universitet og til ren forskningsvirksomhet. Dette tyder blant annet responsen fra MI på forslaget fra Den Norske ingeniør- og arkitektforening i 1894 som ble nevnte over. Der påpeker MI at instituttets virksomhet har «været ført i væsentlig vitenskapelig retning», mens den foreslåtte opptrapping av hydrologiske målinger «næsten udelukkende gjælder praktiske Formaal». Og av samme grunn mener ledelsen i MI at opptrappingen bør holdes adskilt fra universitetsbudsjettet der MIs vitenskapelig virksomhet ble finansiert. Dermed ble hydrologien på denne tiden stående mellom vitenskap og teknikk, fordi det på vitenskapelig hold var en viss skepsis til rene «praktisk formaal» som drivkraft, samtidig som det i vannbyggingsteknikken nettopp var en kunnskapsform som hadde et vitenskapelig preg. For eksempel ble ingeniør Olav Heggstads forelesningsrekker om vannbygging ved NTH fra omkring 1915 innledet med en innføring i hydrologi, med vekt på vannets kretsløp, nedbørsmålinger, fordampning, bortsigning, grunnvannets bevegelse, avløpsmengder, vannstand og strømmingers hastighet.⁶⁷

En nærmere undersøkelse av forholdet mellom kraftutbygging og hydrologiens vitenskapshistorie ville åpenbart kreve en lange mer inngående fremstilling enn det som er mulig her. Men vi har trukket frem noen elementer for å vise hvilke kunnskapshistoriske problemstillinger som kan dukke opp i forbindelse med kraftverkshistorien, og da spesielt relasjonene mellom vitenskap, teknikk og industri. Det har altså vært snakk om tre profesjoner som var viktige i Tyssedal; ingeniører, arkitekter og hydrologer. Men hydrologien ble der utøvd av ingeniører, som imidlertid ser ut til å ha vært blant de ingeniører som hadde mest vitenskapspregede oppgaver i Tyssedal i og med kartleggings- og analysearbeidet som foregikk rundt Tyssovassdraget. I Tyssedal var det ingeniører ved vannbyggningsbyråene som tok fatt i den mer utførlige hydrologiske kartleggingen. Det kan være grunn til å merke seg at disse byråene ble leid inn av Tyssefaldene, og at disse ingeniørene var blant de som satt på nøkkelkunnskapen og som var de som i minst grad kunne velge standardløsninger slik maskiningeniørene og elektroingeniørene i større grad gjorde ved å bruke «hyllevare» fra utenlandske produsenter. Denne kartleggingen var drevet av tekniske og industrielle interesser, men det er samtidig klart at det ble samlet inn opplysninger om nedbørsforholdene ut fra vitenskapelige metoder. En del av den vitenskapelige rammen var opparbeidet gjennom de nevnte institusjonelle endringer over og var slik i seg selv betinget av teknisk-industrielle interesser, men i den lokale konteksten i Tyssedal bar vannbyggingingeniørenes arbeid preg av en vitenskapelig orientering i den forstand at det var om å gjøre å få til nøyaktige og pålitelige målinger og kartlegginger av vassdraget. En hypotese som kan undersøkes nærmere i fremtidige studier kan derfor være at grensene mellom vitenskap, teknikk og industri kunne arte seg ulikt ikke bare mellom ulike profesjoner som ingeniører og arkitekter, men også internt i den samme profesjonen. Hva som var styrkeforholdet mellom ulike typer aktivitet varierer med konteksten.

Det vi likevel kan si er at hydrologien ga grunnlag for et bestemt grep om rom og terreng for Tyssø I. Gjennom hydrologiens begreper og kunnskapsteknikker ble det opparbeidet

⁶⁷ Olav Heggstad, *Vandbygning*, Trondheim: NTH, 1921.

et forhold til terrenget som skilte seg fra tidligere former for hydrologi og geografi. Som nevnt over var det særlig kartleggingen av Norge som en sammensetning av nedbørfelt som markerte dannelsen av et nytt hydrologisk bilde av Norge. Hydrologisk kartlegging innebar frem til 1890-tallet i hovedsak kartlegging av sjøen og utgivelse av sjøkart. Topografiske kart tok på sin side for seg kartlegging av landområder, men uten at de nyere hydrologiske begreper som nedbørfelt var innarbeidet i kartene. Hydrografiske kart som dreide seg om landet eller innlandet, var noe nytt og innebar at hydrografien ble delt mellom sjø og land. Som nevnt ble det mer eller mindre komplette hydrografiske kart over Sør-Norge utgitt i 1900 av kanaldirektør Gunnar Sætren. Her kan en merke seg at hydrografisk kart ble brukt som en betegnelse på kart over elver og nedbørfelt i innlandet, og at den eneste forbindelsen til eksisterende kartlegging som Sætren nevner er at det forefantes geografisk materiale som kunne brukes som grunnlag for hydrografiske kart for innlandet. Hydrografering forstått som sjøkartlegging nevnes ikke, antakeligvis siden den brukte andre kartleggingsteknikker og siden den ikke var relevant for det landkartet som det hydrografiske kartet tross alt var. Kartet dreide seg om oppmåling av terreng, og ikke om dypplodding av undersjøiske områder. Ikke minst var prinsippet for inndeling av områder nedbørfelt, slik vi ser av kartet under der Norges geografi er delt inn og fargelagt i ulike nedbørfelt. Hydrologien dannet slik sett de helt grunnleggende forutsetninger for å identifisere vannressurser og begynne å beregne hvilke vannmengder som var tilgjengelige for kraftutvinning.



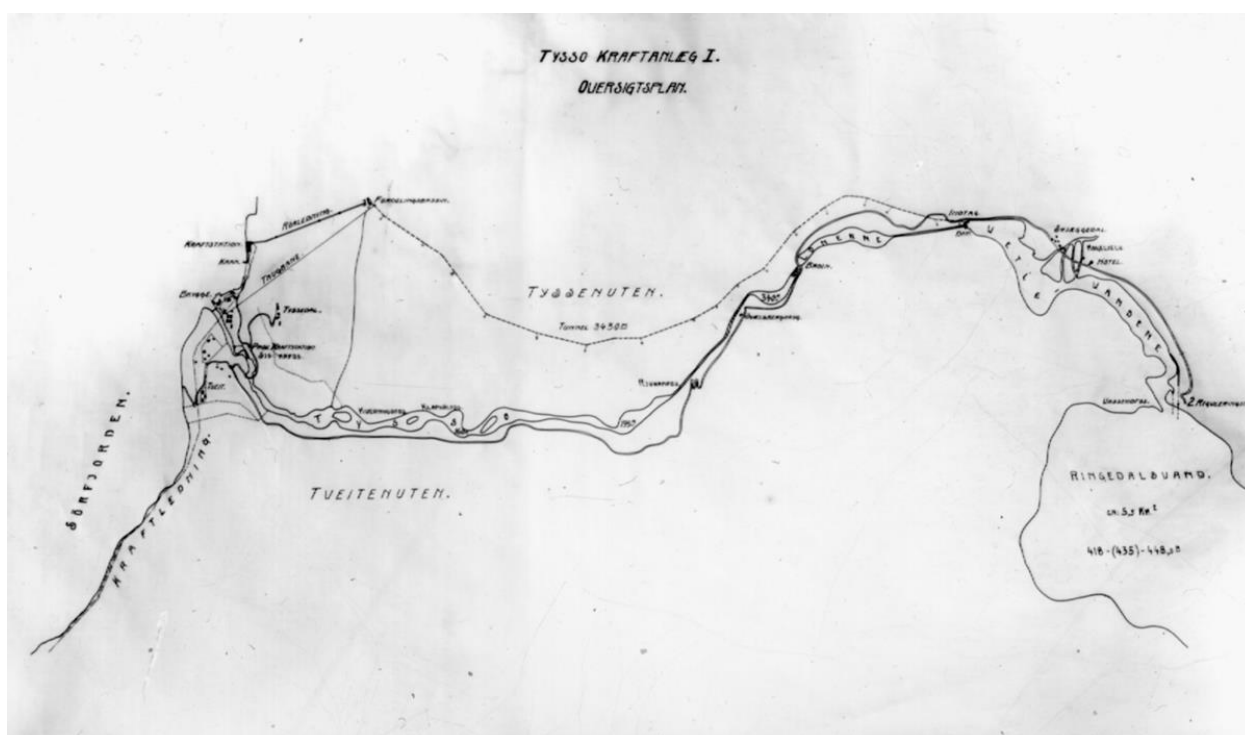
Illustrasjon 16. Hydrografisk kart over Sør-Norge fra 1900.

2.4.1 Tyssefalds hydrografiske kartlegging

Dersom man vil ha fram hvordan hydrologien som kunnskapsform formet oppfatningene av kraftverket og omgivelsene i Tyssefald mer konkret, er de første utredningene av kraftverket i 1906 sentrale kilder. Den første utredningen om kraftverk i Tyssefald er fra mars 1906 og ble utført av det svenske ingeniørkonsulentfirmaet A/B Vattenbyggnadsbyrå på oppdrag for Sam Eydes ingeniørkontor. Den andre er en mer detaljert utbyggingsplan utarbeidet av ingeniør Sigurd Kloumann i juli 1906 på oppdrag for det den gang nyoppstartede A/S Tyssefaldene. Planen ble forelagt generalforsamlingen som ble avholdt i på Svælgfos, der Norsk Hydro var i ferd med å bygge et kraftverk som skulle forsyne industrivirksomheten på Notodden med kraft.⁶⁸ Her kan man se hvordan den tekniske siden av anlegget og kunnskapen om de naturlige

⁶⁸ A/S Tyssefaldenes arkiv, NVIM.

omgivelser gjensidig definerte hverandre. Samlet ga dette den gang en ny form for romlig praksis. Avgrensningen av hva som var kraftverkets tilhørende miljø endret seg vel å merke også etter inngangen til industriepoken. Hva som var de ulike byggetrinn og hva som var full utnyttelse av vassdraget endret seg raskt etter at den første utbyggingsplanen ble utarbeidet i 1906. Årsaken til disse endringene var ikke bare økt etterspørsel på industrisiden, men også vitenskapelige og teknologiske endringer på produksjonssiden som gjorde økt kraftproduksjon mulig. Disse sidene hang åpenbart tett sammen, men det er viktig å understreke at det ikke bare var industriell vekst som endret utbyggingens trinn og omfang, men også at økt kjennskap til hydrologi og topografi ga bedre oversikt over tilgjengelige vannressurser i området.



Illustrasjon 17. Tyso Kraftanlæg I – Oversigtsplan

Forskjellen mellom de to planene gikk i hovedsak på de hydrologiske beregninger av potensielle vannmengder, der Kloumanns rapport operer med et noe høyere tall på hva som kan loves av kubikkmeter vann per sekund, og følgelig et noe høyere potensiale for elektrisk kraft.

Det en så for seg som Tyso I i den svenske planen fra 1906 var en kraftstasjon, inntaksdam ved Vetlevatnet, tunneler, fordelingsbasseng og rørgate, som en rekke av installasjoner og bygninger lokalisert langs Tysoelven som utnyttet en fallhøyde på om lag 400 meter fra inntaksmagasinet til kraftstasjonen. Planen som ble utarbeidet av Kloumann noen få måneder senere var temmelig lik med tanke på kraftverkets omfang og likheten med Vattenbyggnadsbyråns plan. Anlegget består av:

- 1) reguleringstunnel fra Ringedalsvatnet, som etter hvert skulle utbygges til
- 2) en overløpsdam
- 3) inntaksdam og ventilhus ved Vetlevatnet, som ledet vannet inn i

- 4) tunnel fra Vetlevatnet til fordelingsbasseng på Lilletopp, og
- 5) to rørgater som ledet vannet ned til
- 6) kraftstasjonsområdet, hvor vannet ledes videre (i turbinrør) til turbinene
- 7) kraftstasjonen med installasjoner for omforming til elektrisitet og deretter trafoer
- 8) og til slutt vannets korte utløp fra turbinene til fjorden.

Begge utredningene tar også med overføringsledninger og trafostasjon ved fabrikanlegget i Odda med i regnestykket for utbyggingskostnadene. Ellers kan en merke seg at den største kostnaden ved utbyggingen ikke var byggingen av kraftstasjonen. Det var tunnelarbeidene, maskin- og elektroutstyr og rørgaten som var de mest kostbare delene av kraftverket. Hver av arbeidene var mellom 4 til 5 ganger så dyre som kraftstasjonen som den gang ble beregnet til «bare» 85 000 kroner. Ingen av planene inneholdt noe om bolig eller byutvikling, og som vi har sett ble mye av dette planlagt på et senere tidspunkt, etter at DNN hadde etablert seg i Tyssedal i 1916.

Forskjellen mellom de to planene var i hovedsak resultatene fra de hydrologiske beregningene av påregnelige vannmengder. Kloumanns rapport opererer med et noe høyere anslag på hva som kan loves av kubikkmeter vann per sekund, og følgelig et noe høyere potensial for kraftproduksjon. Beregningene av vannmengdene ved en planlagt regulering varierte i 1906 fra mellom 10 m³ per sekund til 16 m³ per sekund. Begge planene la opp til en todelt utbygging, med en første byggefase for en påregnelig effekt (ytelse) på 20 000 hestekrefter (hk), og deretter en fase for 40 000 hk.⁶⁹ I en senere fase kunne potensialet økes ved å demme opp Ringedalsvatnet ytterligere samt å sprengne en tunnel for overføring av vann fra Bersåvatna til Ringedalsvatnet. Men målingene og beregningene som ble foretatt forut for utbyggingsfasene var en side av saken. Den reelle vannmengden og oppnådd produksjonen er en annen side. For å oppnå sikrere estimater ble det derfor samlet inn data og utarbeidet statistikk over det årlige gjennomsnittlige tilløpet av vann etter av kraftverket ble satt i drift. Men allerede i 1911 hadde den påregnelige vannmengden for en optimal utnyttelse (optimal effekt) økt til 24,4 m³ per sekund. Dette var følgelig en betydelig økning av potensialet. Maksimalt potensial i 1906 ble beregnet å være 40 000 hk i 1906, og økte til 100 000 hk i 1911. I 1917 ble maksimalt potensial beregnet til omkring 270 000 hk, blant annet ved at det kunne bygges et nytt kraftverk (Skjeggedal kraftverk) mellom Ringedalsvatnet og Vetlevatnet.⁷⁰ Skjeggedal kraftverk ble imidlertid ikke realisert før i 1937/38. Men den klart største økningen i potensial i Tyssovassdraget skyldtes muligheten for bygging av kraftverket Tyssø II, som skulle utnytte fallet fra magasiner på nivå 1 150 - 1 200 meters nivå og ned til Ringedalsvatnet på ca. kote 400. Men byggingen av Tyssø II ble først startet flere tiår senere, og kraftverket sto ikke ferdig før i 1967. Følgelig kunne kraftutbyggingen i

⁶⁹ **Effekt** (ytelse) er omsatt energi (produksjon) per tidsenhet, og er her angitt i hestekrefter (hk). Hk regnes i dag som en foreldet enhet for effekt i vannkraftverk. I dag brukes enheten watt (W). Sammenhengen er 1 hk = 736 W = 0,736 kW.

Produksjon oppgis i kilowatt-timer (kWh), evt. i 1000-multipler av kWh (MWh = 1 000 kWh; GWh = 1 000 MWh). Et kraftverks størrelse blir ofte oppgitt i maksimal effekt (vanligvis i MW). Produksjonen i en periode (for eksempel ett år) er imidlertid ikke entydig bestemt av oppgitt maksimal effekt, men bestemmes av hvor lenge kraftverket blir kjørt med en gitt effekt. Kraftverket blir ikke nødvendigvis kjørt med maksimal effekt i hele driftstiden. Produksjonen blir dermed summen av (*effekt i delperioden*) x (*tid (delperiodens varighet)*) over perioden. Produksjonen er derfor også avhengig av nyttbar vannmengde.

⁷⁰ AST arkiv D.1.6.

Tyssedal etter hvert bli mer omfattende og komplekst ved at flere vatn i nedslagsfeltet ble regulert og koblet sammen gjennom tunneler, og ikke minst ved at det var potensial for flere kraftverk. Her må en imidlertid skille mellom hva som var potensialet på forskjellige tidspunkter, og når potensialet ble realisert. En må også være klar over at potensialberegningene var basert på til dels usikre hydrologiske data, blant annet nedbørsfeltenes areal og spesifikk avrenning (liter per sekund og km²), og beregningene var derfor forbundet med usikkerhet. Det vises også til neste underkapittel (2.3.2). Men Tyssø I alene fikk også økt potensial på grunn av mer tilgjengelig vann, og ble også faktisk utvidet med gradvis større installasjon fram til 1918. Utvidelsen er intuitivt og mer lettfattelig, mens den geografiske eller romlige siden må forstås ut fra den rollen terrenget og hydrologien (vassdragets karakter) hadde i utvidelsen av kraftverket.

2.4.2 Nedbørsfelt som geografisk ramme – oppsummering

Det geografiske rommet man planla kraftverket innenfor ble primært definert ved hva som utgjorde nedbørsfeltet til Tyssøelven. Nedbørsfeltets kartlegging var nøkkelen til å beregne de potensielle kraftressurser i vassdraget. De hydrologiske aspektene var således på dette tidspunktet det som førte an i forhold til andre aspekter ved avgrensningen av kraftverkets utstrekning i rom, slik som de elektro- og maskintekniske og mer byggetekniske forhold. De elektrotekniske forhold i 1906 tilsa at fabrikkbygg i Odda var i rimelig nærhet av kraftstasjonen. Større avstander kom riktignok senere til som en del av planleggingen av kraftverket, gjennom en plan om overføring av elektrisk kraft fra Tyssedal til det sentrale Østlandet i 1917. Men i 1906 var det geografisk rommet for den industrielle utnyttelsen av kraften avgrenset til den Indre Sørfjorden. Det var nedbørsfeltet til Tyssøvassdraget som på sett og vis dannet de ytre grenser for kraftverket inntil kraftproduksjonen i Tyssedal ble koblet til det nasjonale samkjøringsnettet i 1967. De nøyaktige beregninger av nedbørsfeltets størrelse ser ut til å ha variert noe i tiden rundt 1906. Vattenbyggnadsbyrån opererte med 370 kvadratkilometer. Noen år senere skriver A. Scott-Hansen som hadde ansvaret for Tyssedal ved Eydes Ingeniørkontor at det er ca. 380 kvadratkilometer, mens på Sætre's kart fra 1900 ble nedslagsfeltet beregnet til 374 kvadratkilometer. Det er sannsynligvis dette ingeniør Bruun fra Bergen la til grunn for de første forsøk på å etablere kraftverk i vassdraget i 1900/1901. Dette bygget på en topografisk kartlegging av Tyssøvassdraget i regi av Søndre Bergenhus Amt som tok til omkring 1895. Høyfjellskommisjonens kartlegging fra 1915 beregnet nedslagsfeltet til Tyssøvassdraget til 380 kvadratkilometer, mens det i en rapport fra NVE i 1923 ble beregnet til 378 kvadratkilometer. I A/S Tyssøfaldenes 50-års jubileumbok fra 1956 er nedslagsfeltet oppe i 406 kvadratkilometer.⁷¹ Beregningene av Tyssøvassdragets utstrekning varierte altså noe.

Kartlegging av nedbørsfelt var en del av hydrologien og var slik sett en vitenskapelig praksis, men det var et kunnskapsområde som fikk stor gjennomslagskraft gjennom den industrirettede kraftutbyggingen som tok til i løpet av 1890-tallet. Kartlegging av nedbørsfelt og andre hydrologiske opplysninger om vassdraget var avgjørende forutsetninger for lokaliseringsplanleggingen av Tyssø I, og for i det hele tatt å se på Tyssøvassdraget som et nedbørsfelt som kunne avgrenses og mestres gjennom vitenskapelig kartlegging. I Kloumanns rapport om bygging av kraftverk i Tyssedal fra 1906 var det nettopp de hydrologiske premissene for kraftproduksjonen som utgjorde

⁷¹ Aktieselskabet Tyssøfaldene, s. 22.

usikkerhetsmomentet og som fikk stor oppmerksomhet i og med at dette direkte berørte hvor mye elektrisk kraft en kunne være sikker på å levere til karbidfabrikken som industriselskapet The Sun Gas Company hadde under planlegging. For en ting var tallfestingen av størrelsen på nedbørsfeltet til kraftverket som om vi så var ganske ensartet. Noe annet var beregningene av kubikkmeter vann per sekund som strømmet gjennom Tyssøelven og som kunne mer direkte omregnes til drivkrefter for turbiner og dermed til elektrisk kraft. Her kom graden av integrasjon mellom vatna i vassdraget inn i bildet, og som for oss er nok en nøkkel til å forstå hvordan kraftverkssystemets omfang ble formet av datidens kunnskapsmessige forutsetninger.

Over tid ble det definert og kartlagt flere nedbørsfelt (delfelt) innenfor Tyssøvassdragets totale nedbørsfelt. Dette ble gjort fordi en da kunne vurdere forskjellige nedbørsfelt og inntak for flere kraftverk, og beregne teoretisk tilgjengelig vannmengde for kraftproduksjon. Inntakene kunne vurderes med plassering på ulike steder og i ulike høyde, og dermed med ulike nedbørsfelt, for å finne fram til en best mulig utnyttelse av kraftressursene. Ved å definere og kartlegge flere nedbørsfelt, kunne vann utnyttes i flere kraftstasjoner ned til kraftverket på det laveste punkt i vassdraget (Tyssø I). Mellom 1906 og 1956 ble det utarbeidet utbyggingsplaner ut fra følgende nedbørsfelt:

Kraftverket i Tyssedal (Tyssø I, 406 km² (1956)

Kraftverket i Skjeggedal, 339 km²

Kraftverket i Mågelivassdraget, 57,8 km²

Magasin i Øvre Bersåvatnet, 26,8 km²

Magasin i Nedre Bersåvatnet, 51,3 km²

Kraftverket Tyssø II, 270 km².

Vattenkraftbyrås og Kloumanns utredninger i 1906 inkluderte bare Ringedalsvatnet og Bersåvatna som reguleringsmagasiner. De øvrige vatna i nedbørsfeltet ble betraktet som for utilgjengelige for regulering, og ble heller ikke nevnt i de første utredningene i 1906. Dermed var den maksimale utnyttelsen av vassdraget først og fremst gitt av disse to vatna. I løpet av kort tid kom imidlertid dette til å bli endret slik at en tidlig så for seg en annen rekkefølge for utbyggingstrinn enn i 1906. Det var etablert et annet hydrologisk grunnlag i og med kartleggingen av flere nedbørsfelt (delfelt) innen totalfeltet. Ingeniør Sigurd Brinch var stedlig byggeleder for A/S Tyssøfaldene og skriver at de nedbørs- og avløpsmålinger som var foretatt var foreløpige, og at han foretok også en ny oppmålingsekspedisjon i 1907 for å vurdere mulige framtidige magasineringsmuligheter i fjellområdene. Dette ble han ikke ferdig med fordi han i stedet begynte å arbeide ved utbygginger på Notodden i 1909. Fra i alle fall 1915 blir fem vatn i tillegg til Ringedalsvatnet og Bersåvatna tatt inn i beregningene som potensielle magasiner i Tyssøvassdraget. Magasinene er Langavatnet, Holmevatnet, Øvre Tyssøvatnet, Håvardvatnet og Breiavatnet. Men fram til senkningen av Håvardvatnet, Breiavatnanlegget og Vendeavatnanlegget står ferdig i henholdsvis 1928, 1931 og 1951, blir økningen av kraftproduksjon i Tyssø I mulig gjort via økt oppdemming av Ringedalsvatnet (Ringedalsdammen ble ferdig 1918), bygging av ny (parallel) tilløpstunnel (oppstart i 1914), installasjon av flere aggregater samt ved tekniske forbedringer i kraftstasjonen (blant annet ble de 7 største turbinene ombygd på slutten av 20-tallet). Kraftstasjonen ble ombygget og forlenget i perioden fram til 1918.

Planleggingen av Tysso I stod altså hele tiden i sammenheng med en kontinuerlig utvikling av geografisk og hydrologisk kartlegging og økt kunnskap om vassdraget i sin helhet (som var en helhet som ble endret blant annet etter hvilke vatn som egnet seg for utnyttelse som magasin). Det ble også bygget nye kraftverk i vassdraget, hvor kunnskapsgrunnlaget i stor grad var hydrologisk kartlegging og oppmålingsarbeid utført i forbindelse av driften av Tysso I. Kraftverket Tysso II ble som nevnt ikke realisert før i 1967. Tappetunnelene ved Håvardsvatnet og Breiavatnet ble drevet i henholdsvis i 1928 og 1931 etter konsesjon i 1928. De ble etablert dels for å supplere Tysso I med vann og dels for å forberede Tysso II. Tysso II var planlagt i 1924 (og bygget i 1967) mens Skjeggedal kraftverk ble planlagt i 1917 og bygget i 1937/38. På den ene siden er det klart at Tysso I er ett anlegg, men på den andre siden er det vanskelig å skille byggingen av kraftverkene Skjeggedal, Mågeli og Tysso II fra Tysso I, siden de ble planlagt som en videreutvikling av samme vassdragskomplekset og nedbørsfelt til Tysso I. Tysso I kan altså på den ene siden forstås som et avsluttet system i 1918, men dette systemet ble allerede få år etter åpnet opp igjen og endret en rekke ganger. Dersom en endrer tidsperspektivet, ser man altså at landskapshåndteringen for kraftproduksjonen i Tyssovassdraget har en historie som går lenger fram i tid enn det «originale» kraftverket der historien først og fremst fant sted ved Ringedalsvatnet, Vetlevatnet, Lilletopp, fjellsida ned mot fjorden og ved kraftstasjonen. Landskapshistorien og det totale systemets historie fant derimot sted i et større geografisk rom og med et mer komplekst nettverk av vann/magasiner, dammer, tunneler, rørgater og kraftstasjoner.



Illustrasjon 18. Oppmålingsingeniør B. H. Hagemann, 1933.

Foto: AST/Kraftmuseet, arkivnr. I-HA352

3 OPPSUMMERING

Casestudien illustrerer *en* mulig tilnærming.

Den viser at systemtrekk ved vannkraftens infrastruktur kan avdekkes ved å trekke inn den profesjons- og kunnskapshistorie som lå til grunn for utbyggingen. Helheter eller systemtrekk kan være vanskelig å observere direkte og intuitivt ut fra bygninger og installasjoner. Kildene må granskes for å forstå om, og eventuelt hvordan, man har tenkt vannkraftanlegget som helhet da elementer og strukturer ble planlagt og bygget ut. Vi må imidlertid være åpne for ikke bare en helhet men mange, og ulike typer, helheter. Denne arbeidsmåten peker kanskje mot en mer problemdrevet undersøkelse av historien, enn mot kulturminnevernets mer generelt anlagte beskrivelser som ofte tar sikte på å dekke et størst mulig spekter av egenskaper ved kulturminnene, og på å beskrive enkeltbygninger i detalj og i den tilstand de er i når de blir beskrevet.

En annen tilnærming enn den profesjonsbaserte er en aktør-nettverk-tilnærming, som tar utgangspunkt i at « tekniska og industriella satsningar skapas, utformas och upprätthålls genom att centrala aktörer bygger nätverk till vilka en rad skilda företeelser länkas för att uppnå de uppsatta målen.»⁷² «Nettverk» utgjør her sosiale, tekniske og naturlige foreteelser som blir forbundet (både mennesker, teknologier og naturer), så vel materielt som immaterielt, for å oppnå noe bestemt, så som i vårt tilfelle, produksjon og fordeling av elektrisitet, og gevinst. Slike forbindelser er produserte forbindelser, og så vel nedbørfelt som bygningsmasse inngår i en helhet som er konstruert av noen.

På kulturminnefeltet har det skjedd ganske markante endringer de siste 30 årene. Dette gjelder blant annet en forskyvning fra å vektlegge enkeltobjekter, til å vektlegge helhetlige miljøer. Et kulturmiljøfokus kan se ut å være nyttig for å beskrive kraftverkene helhetlig. Samtidig kan det virke som om kulturmiljøperspektivet ennå har større potensialer. Her kan en støte på det samme problemet som i en standardisert beskrivelse av enkeltobjekter, der en for kulturmiljøet systematisk vurderer egenskaper og verdier som historisk og arkitektonisk verdi, symbolverdi, miljøverdi, aldersverdi, alder, autentisitet, mangfold, dynamikk, brudd, lesbarhet etc.⁷³

Det kan se ut som to ulike logikker står i et visst spenningsforhold. Selv om dette er en forenkling, kan det illustrere noen utfordringer. På den ene siden ønsker en å gripe egenarten til kulturminnet, mens en på den andre etterstreber en ensartet tilnærming til alle typer kulturminner ved å bruke de samme variabler for å beskrive dem. En historisk tilnærming vil ofte gå detaljert til verks og legge vekt på det egenartede ved fenomenet en studerer. Kulturminneforvaltningen bruker som regel et sett av mer eller mindre standardiserte maler og kriterier for så vel å beskrive som å vurdere verdiene av fenomenet. En gjengs og overordnet gruppering av verdiene er kunnskaps-, opplevelses-

⁷² Dag Avango (red.) 2003, Aktanter i ingenmannslandet. I: Avango & Lundström (red.) 2003: Industrins avtrykk. Perspektiv på ett forskningsfält, s. 175.

⁷³

https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/175691/3/Haandbok_for_lokal_registrering.pdf

og bruksverdier. Riksantikvaren har angitt en idéliste av egenskaper som bidrar til å kjennetegne et kulturminne:⁷⁴

- Alder, tidsdybde og kontinuitet
- Autentisitet og opprinnelighet
- Mangfold og variasjon
- Sammenheng og helhet
- Dynamikk og endring
- Brudd og kontrast
- Lesbarhet og tydelighet
- Egnethet
- Anvendbarhet
- Sårbarhet og tålegrenser
- Interaksjon natur-kultur

Av listen ser vi at spennvidden er stor, kontrastrik, og åpen for at et kulturminne/kulturmiljø er sammensatt og mangfoldig. I prinsippet utelukker det ikke mange objekter og miljøer. Her er imidlertid ikke målet å undersøke dette nærmere, men simpelthen å vise til den store åpenheten vi har å gjøre med både hva gjelder kulturminner og kulturmiljøer.

La oss til slutt se på i hvilken grad det er rom for store sosio-tekniske systemer i kulturminne-forvaltningens eksisterende kategorier. Hvilken virkning har kulturmiljøperspektivet konkret hatt på beskrivelser av formgivning av vannkraften, og hvilke eventuelle muligheter gir dette perspektivet for å bedre kunne redegjøre for egenarten ved vannkraftens kulturminner?

Rent romlig sett arbeider kulturminnevernet som regel på tre ulike plan; enkeltminner, kulturmiljøer og kulturlandskap. Dette er romlige nivåer med stigende grad av abstraksjon, og som kan beskrives med henblikk på enkeltminnets, miljøets eller landskapets karakter. Litt forenklet kan en si at de «materielle spor» som definerer kulturminnebegrepet i Kulturminneloven, har blitt operasjonalisert på tre ulike romlige nivåer; på det enkelte kulturminnets nivå, på kulturmiljønivået og på kulturlandskapsnivået. Kulturmiljøbegrepet kom inn i kulturminneloven i 1992, som et ledd i en større vektlegging av fysiske sammenhenger og helhetlige miljøer. Dette ble gjort for å kunne frede bygninger som isolert sett hadde begrensede verdier, men som i sine forbindelser til andre bygg og anlegg hadde større bevaringsverdi.⁷⁵ Dessuten var noe av bakgrunnen for kulturmiljøbegrepet å kunne se noe bredere på hvordan våre menneskeskapte omgivelser kunne inneholde spor fra fortiden i form av mønstre mellom bygninger, tunformasjoner, byplaner, grøntanlegg, veifar, gateløp og lignende.

74

https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/175723/Veileder_verdisetting.pdf?sequence=6&isAllowed=y

⁷⁵ <https://www.riksantikvaren.no/Tema/Kulturmiljoe>

Vesentlig i vår sammenheng er at også teknisk-industrielle anlegg og strukturer her inngår. Slike blir i større grad vurdert som helheter, eller deler av helheter (og gir strengt tatt lite mening uten forbindelser).

En parallell utvikling til nivåutvidelsen var utvidelsen av kulturminnekategoriene. De «teknisk-industrielle kulturminner» ble i løpet av 1980-tallet gjenstand for sterkere institusjonalisering av vernearbeid gjennom forankring i Riksantikvarens og Norsk Kulturråds virksomhet. Vannkraftens kulturminner og kulturmiljøer har denne foregående utvidelsen av hva som kan regnes som kulturminner som sin forutsetning. Dermed kan det se ut til at systempreget ved kraftverkene i alle fall i teorien delvis kunne dekkes inn av enten kulturmiljø- eller kulturlandskapsperspektiver, eller begge deler. For det fredete kraftverket Tyssø I har da også både begrepene kulturmiljø og kulturhistorisk landskap blitt nevnt i ulike forvaltnings-sammenhenger, som for eksempel i omtalen av Tyssedal i Riksantikvarens *Verneplan for tekniske og industrielle kulturminner* fra 1994. Det seneste tilskuddet i denne sammenheng er Riksantikvarens register over kulturhistoriske landskap av nasjonal interesse, der Indre Sør fjorden i Hordaland som *kraft- og industrilandskap* av nasjonal interesse fra 2016 inkluderer kraftanleggene Tyssø I fra tidlig 1900-tall.⁷⁶

Noen utstrakt innflytelse på vernepraksis når det gjelder vannkraftens kulturminner og infrastruktur, ser imidlertid ikke disse begrepene ut å ha hatt. Tinfos kulturmiljøfredning fra 2014 er det tidligste eksemplet på en vernepraksis-tilnærming der vannkraftanlegg og vassdrags- og terrengbruken er betraktet samlet. Tinfosanleggene, med 35 objekter, ligger i et relativt oversiktlig og kompakt landskap i et sentralt strøk som fra 2015 også inngår i verdensarven *Rjukan-Notodden Industriarv*, der 97 objekter over 92 km utgjør et enda større kulturmiljø eller kraft- og industrilandskap. Dette er det nærmeste vi i dag kommer en kulturminnefaglig, historisk og geografisk bred tilnærming til vannkraftens infrastruktur i en vernekontekst.

I kulturminnelovens § 1 defineres kulturmiljø bredt som «områder hvor kulturminner inngår som del av en større helhet eller sammenheng». I § 20 blir naturforbindelser omtalt i forbindelse med fredningsomfang «Fredningen kan omfatte naturelementer når de bidrar til å skape områdets egenart». I prinsippet skulle en kunne bruke begreper som kulturmiljø og landskap som tilnærminger for å unngå fragmentering av kraftverkene i enkeltdele og å gripe deres systempreg gjennom miljø eller landskap. Men når dette i praksis ikke uten videre lar seg gjøre i større bredde, har det blant annet å gjøre med at det er uklart *hvordan* kulturmiljøbegrepet kan favne om det systemiske preget ved kraftverkene som ble nevnt innledningsvis. Kraftverkernes romlige omfang og utstrekning er knyttet til spesielle forhold i den teknologiske og vitenskapelige utvikling, som det er vanskelig å se at kulturmiljøbegrepet tar høyde for.

Eksisterende veiledere og metodeanbefalinger ser ut å være for generelle for å fange opp landskaphåndtering i store tekniske systemer som kraftverk. Uten videre utvikling av *hvordan* vannkraften historisk er sammenvevd med de fysiske og de menneskeskaptede omgivelser samt teknologi, er det uklart hvordan man konkret skal kunne nyttiggjøre seg

⁷⁶ <https://www.riksantikvaren.no/Prosjekter/Kulturhistoriske-landskap-av-nasjonal-interesse-KULA>. I denne kontekst er også Glomma, Haldenvassdraget og Sarpsfossen i Østfold eksempler på landskap av nasjonal interesse der vassdragsbruken er et høyst sentralt element.

et kulturmiljø-perspektiv i beskrivelser av anleggene.⁷⁷ Den «usikkerhet omkring hvordan komplekse anlegg skulle kunne utformes som ‘kulturminner’»⁷⁸ Norsk Kulturråd pekte på allerede i 1988 ser fortsatt ut å gjelde til tross for at noen enkelte m\kulturminner og kulturmiljøer er blitt regulert eller fredet siden den gang. Komplekse industrianlegg stiller fortsatt store krav til argumentasjon og dekkende beskrivelser. Ideelt burde man integrere tverrfaglige, historiske og kulturminnefaglige beskrivelser. Slik det er nå, foregår slikt faglig arbeid mer eller mindre uavhengig av hverandre.

La oss se litt på hvordan dette har artet seg i Tyssedal, som vi nå vet har en profesjons- og kunnskapshistorie direkte knyttet til stedets karakter, bruk og utforming. Tyssø I har nemlig også en interessant vernehistorie som forteller om den kulturminnefaglige forvaltningen. Tyssedal er i dag ett av de få fredete kraftverk i Norge. Ser en på omfanget av fredningen, er det fastsatt i Riksantikvarens vedtak for anlegget fra 2000.⁷⁹

Hva slags fredning var dette? Vi tar ikke her stilling til om den ene eller andre fredningsformen er best tilpasset, men som nevnt innledningsvis er det en forskjell på om et anlegg fredes som et enkelt kulturminne eller et kulturmiljø, særlig med tanke på problemstillinger omkring bevaring av store tekniske systemer.

Ut fra det som er sagt over om helhet og systempreg, kan man anta at Tyssø I i fredningsprosessen kunne være aktuell for kulturmiljøfredning siden det er et av de viktigste redskaper forvaltningen har for å bevare helheter, og som tar høyde for at de fysiske omgivelsene i bred forstand kan ha historisk verdi. Kulturmiljøfredning var en bestemmelse som ble innført i kulturminneloven i 1992 i § 20 for å kunne frede helhetlige kulturmiljøer uavhengig av om enkeltbygninger var fredningsverdige eller ikke. RA har også presisert at kulturmiljøfredning er noe annet enn områdefredning (etter § 19).⁸⁰ En områdefredning må forstås i forlengelsen av bygnings- og anleggsfredning, og har til hensikt å beskytte forringelse av enkeltbygninger og anlegg ved å frede området rundt. Kulturmiljøfredning er på sin side ikke betinget av de enkelte bygninger og er den eneste fredningsformen der kulturmiljøets *egenverdi begrunner* fredningen.

Men fredningen av Tyssedal kraftverk er altså *ikke* en kulturmiljøfredning, men en bygnings- og anleggsfredning som baserer seg på de enkelte bygninger som hørte til kraftverket. Fredningen ble hjemlet i § 15 som dreier seg om bygninger og anlegg fra nyere tid, og er i bunn og grunn en bygningsfredning der det er en bygning eller grupper av bygninger som tilskrives kulturminneverdi, og ikke kulturmiljøet i seg selv.

I fredningsvedtaket fra år 2000 er formålet med fredningen (eksteriøret) formulert:

⁷⁷ Dette gjelder også DIVE-analyser som i liten grad gjør rede for hvordan rom og landskap ble forstått av de historiske aktørene.

<https://www.riksantikvaren.no/Aktuelt/Forvaltningsnytt/Kulturhistorisk-stedsanalyse-DIVE-revidert-utgave-2018>

⁷⁸ *Bevaring av tekniske og industrielle kulturminner i Norge*, Innstilling fra Utvalg for teknisk og industrielt kulturvern, Norsk Kulturråd 1988, s. 23.

⁷⁹ <https://www.riksantikvaren.no/Fredning/Fredninger/Eldre-fredninger/2000/Fredning-av-Tyssedal-kraftverk-Odda-kommune-i-Hordaland> og Fredningsvedtak, 15. mai 2000.

⁸⁰

https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/175707/1/veileder_Fredningogforvaltning_kulturmiljoer.pdf

«... å verne en stor industribygning – både som arkitektur og som teknisk kulturminne – og en rekke enkeltbygninger og anlegg som viser hvordan kraftproduksjonen foregikk, og som inngår i en større miløsammenheng. Det er viktig å opprettholde fasader og takflater både i struktur og detaljering; så som dekorelementer, vinduer og dører.»⁸¹

Selv om en «miløsammenheng» ble fremhevet som viktig, ble ikke kraftverket behandlet som et kulturmiljø som var fredningsverdig i seg selv. Tyssø I ble ikke regnet som et kulturmiljø i seg selv, selv om det vel å merke ble regnet som å ligge i et kulturmiljø. Å finne grunnen til at det ble fredet etter § 15 og ikke etter § 20 ville kreve videre undersøkelser, men en medvirkende faktor kan være at heller ikke kulturmiljøbegrepet er egnet til å fange opp et kraftverkssystem av denne type, fordi systemet er spredt utover et så stort landskapsrom. Omfanget av fredningen ble således kraftstasjonen Tyssø I nede ved fjorden, verkstedet rett ved siden av kraftstasjonen, en gruppe bygninger og tekniske installasjoner knyttet til fordelingsbassenget på Lilletopp i fjellsiden over kraftstasjonen, rørgaten fra Lilletopp til kraftstasjonen, og inntaksdam og ventilhus ved Vetlevatn som ligger om lag 10 km inn på fjellet fra Tyssedal.

Fredningen ble begrunnet ved høy arkitektur- og teknologihistorisk verdi. Anleggets helhetlige preg ble først og fremst knyttet til den teknologihistoriske biten. Interiøret og maskinutstyret i kraftstasjonen var godt bevart på fredningstidspunktet. Rørgaten og Ringedalsdammen var også lite forandret. Den arkitekturhistoriske verdien var kvalitetene ved kraftstasjonen, karakterisert som en sammensmeltning av stilelementer fra middelalderarkitektur og moderne funksjonalitet, som var kalt typisk for den tidlige generasjonen av kraftstasjoner. Arkitekturhistoriske verdier ble kun anført for selve kraftstasjonen. De teknologihistoriske verdiene ble tillagt stor vekt og nokså detaljert redegjort for. De ble dels forstått som maskin- og elektrotekniske endringer inne i selve kraftstasjonen, dels som vannbyggingsteknikken som ble brukt til å demme opp, lede og bruke vannet til elektrisitetsproduksjon. Kraftanleggets tekniske utviklingshistorie ble primært relatert til endringene av styrings- og kontrollteknologi samt endringer av maskinteknikken inne i kraftstasjonen. Teknologihistorien på systemnivået ble berørt gjennom at fredningen ikke var avgrenset til kraftstasjonen, men inkluderte tre grupper av bygninger som er lokalisert på tre ulike steder og på tre ulike trinn som følger vannets vei ned til kraftstasjonen.

I fredningsvedtaket påpekes det likevel at fredningen strekker seg lengre enn det tradisjonelle bygningsvernet ved at det «er kraftstasjonen med tilhørende anlegg og produksjonsutstyr i et helhetlig industrimiljø som gjør Tyssedal kraftverk til et unikt fredningsobjekt i lokal, regional og nasjonal sammenheng.»⁸²

Når det gjelder det sistnevnte har oppmerksomheten rettet mot *produksjonsprosesser og -linjer*, som kom inn i kulturminneforvaltningen via industriarkeologien⁸³ og utviklingen

⁸¹ Tyssedal Kraftverk – Odda kommune. Vedtak om fredning med hjemmel i lov om kulturminner §15, jfr. § 22. Riksantikvaren brev ref. 97/669-10 GR, 15 mai 2000, s. 1.

⁸² Ibid., s. 5.

⁸³ I dette arbeidet har den internasjonale organisasjonen TICCIH siden 1999 stått sentralt med bl.a. utarbeidelse av prinsipper for vern av den industrielle kulturarven: <http://ticcih.org/about/about-ticcih/dublin-principles/>

av egne metoder for undersøkelser av teknisk-industrielle anlegg, spilt en rolle for fredningens omfang der tekniske deler utenfor selve kraftstasjonen er inkludert.

Bygningene som inngår i fredningen, er lokalisert på tre steder som i en forstand kan representere begynnelse og slutt på elektrisitetens produksjonsprosess; inntaksdam og ventilhus ved Vetlevatn, fordelingsbasseng på Lilletopp i fjellsiden, og i selve Tyssedal der kraftstasjonen og verksted er plassert og rørledningen fra Lilletopp er ført inn i kraftstasjonen. Ser vi bort fra rørgaten, er følgende ikke en del av fredningen; vannveiene mellom disse tre grupper av bygninger i form av tunneler og sjakter, Ringedalsdammen og tilhørende installasjoner som er bygget ut for å øke vannmengden i magasinet. Ringedalsdammen ble av Odda kommune ønsket vurdert som en del av fredningen, og Hordaland Fylkeskommune mente i sin høringsuttalelse at Ringedalsdammen på et senere tidspunkt burde vurderes som en del av fredningen.

Fredningsvedtaket anmerker dog at det var viktig å sikre «den helhetlige virkningen av anlegget i industrilandskapet»⁸⁴. Helhetsperspektiver som sprang ut av begreper som kulturmiljø- og industrilandskap var altså til stede, men de fikk mindre praktisk og materiell betydning i form av måten fredningens omfang ble fastsatt.

Begrepene kulturmiljø og kulturlandskap etablerer i bunn og grunn helheter relativt uavhengig av hvilken bransje eller næring kulturminnet stammer fra, og relativt uavhengig av om helheten fra de historiske aktørenes side var intendert eller ikke. Fredningen av Tyssedal peker på helhetsvirkningen i landskapet, men foretar ingen historisk undersøkelse av hvordan en helhet ble oppfattet hos de historiske aktørene. For så vidt er det snakk om teknologihistoriske verdier, men hvordan vitenskaper og profesjoner spilte inn på oppbyggingen av anlegget vil være vanskelig å få grep om bare ut fra de materielle sporene av teknologien. Fredningen tar høyde for at det er snakk om en helhetlig produksjonsprosess som skal bevares og kunne leses ut av de materielle sporene etter anlegget, men hvordan denne prosessen ble planlagt og konstruert, og om selve prosessen og utnyttelsen av vassdraget har en endringshistorikk faller utenfor den helheten som legges til grunn for fredningen av Tyssedal kraftverk.

Dette er rimelig nok, og anliggendet her er ikke å kritisere fredningens omfang. Poenget er å synliggjøre hvordan både beskrivelser, forvaltning og formidling av vannkraftens kulturminner og infrastruktur er betinget av de begreper og argumenter en bruker og motivasjoner en har. Kulturminnevernet er i sin alminnelighet ikke det samme som mer brede historiefaglige undersøkelser, i og med at utgangspunktet for kulturminnevernet i streng og tradisjonell forstand er de materielle spor fra fortiden. Men kulturminnevernet støtter seg, i større eller mindre grad, på historiefaglig kunnskap der immaterielle spor vektlegges, og det inngår i ulike forbindelser med denne kunnskapsproduksjonen.

En annen indikator på forvaltningens blikk for store tekniske systemer er NVEs arbeid med vannkraftens kulturminner. I rapporten *Kulturminner i norsk kraftproduksjon* fra 2006 er blant annet Tyssø I vurdert som et viktig kulturminne. Denne rapporten – og NVEs påfølgende rapporter om overføringsteknologi, dammer og forbygninger – tar ikke i bruk den nevnte tredeling i romlige nivåer i enkeltminner, kulturmiljø og kulturlandskap som en vesentlig inngang til å beskrive kulturminnene. Selv om denne tredelingen

⁸⁴ Tyssedal Kraftverk – Odda kommune. Vedtak om fredning med hjemmel i lov om kulturminner §15, jfr. § 22. Riksantikvaren brev ref. 97/669-10 GR, 15 mai 2000, s. 9.

fremdeles ikke er fullt utviklet som begrep og ulike tilnærminger til kulturminnes karakter og materielle utstrekning, ligger det i selve differensieringen i romlige nivåer en mulig inngang til å gjennomtenke hvordan helhet og system kan håndteres kulturminnefaglig.

Som vi har sett i case-studien, er slike kulturminners romlige omfang og utstrekning en nøkkel til å forstå noe av deres *egenart* som kulturminner; nemlig sammenhengen mellom bebyggelse og menneskeskapte elementer og landskapets egenskaper. Dette samspillet mellom mennesker og omgivelser er kanskje noe av det *mest egenartede* ved slike kulturminner. Tradisjonelt skiller geografene gjerne mellom to former for produksjon. Den første bruker deler av jordoverflaten direkte (landbruk, skogbruk, fiske), mens den andre foregår innendørs og lokalt (industri, administrasjon).⁸⁵ Men for vannkraftverk generelt ser vi at dette skillet er vanskelig å trekke, og at elektrisitetsproduksjonen og -overføringen foregår begge steder.⁸⁶ Dermed er også de romlige kunnskapsformenes (arkitektur, ingeniørvitenskap, hydrologi etc.) situasjon spesiell, fordi de inngår i en romlig praksis der grensen mellom kultur og natur er flytende. Et spørsmål blir da hvorvidt skillet er mulig, eller i det hele tatt relevant, å opprettholde samt hva dette har for implikasjoner for forvaltning av slike objekter og miljøer.

Vi har nå fått belyst utfordringer med å inkludere kraftverk i kulturlandskapet, og i overført betydning også i kulturminneforvaltningslandskapet. Som Riksantikvaren påpeker må vi «ofte forhandle om hvordan landskapets ressurser skal utnyttes, fordeles og utvikles. Et tett samarbeid mellom offentlig forvaltning, organisasjoner og private er en forutsetning for å håndtere landskapets mangfold av verdier på en bærekraftig måte.»⁸⁷

Forhandling og samhandling er vesentlig, men det er også forskning. Hvordan samspillet mellom terreng, teknikk og utforming i bred forstand har foregått i ulike kraftverk til ulike tider er en vesentlig del av vannkraftens historie og en viktig bakgrunn for de materielle sporene kulturminnevernet i dag skal forvalte. En viktig oppgave for videre forskning på beskrivelser og formidling av vannkraftarkitektur, -teknologi og -infrastruktur, er å finne strategier og tilnærminger som kan gjøre rede for slike aspekter.

⁸⁵ Tore Sund, *Bergens byområde*, Bergen: Breyer, 1947, s. 50.

⁸⁶ Det samme kunne sies om for eksempel gruvedrift – produksjonen er en tett sammenvevd relasjon mellom berggrunnen og den menneskelige aktivitet.

⁸⁷ <https://www.riksantikvaren.no/Tema/Landskap> - besøkt 3.5.2019

4 VEIEN VIDERE

Her vil forslag til et toårig FoU-prosjekt, forankret i NVE, med tittel «*Kraft og kunnskap – vannkraftindustriens utforming av anlegg og landskap - casestudier av kraftanlegg i Høyanger, Nea- og Pasvikvassdraget*», bli presentert.

4.1 Hensikt

Å heve NVEs, og den regionale kulturminneforvaltningens kompetanse på vannkraftverk som helheter/ kulturmiljøer. Et bredere og mer tverrfaglig perspektiv kreves for å utøve rollen som rådgiver og myndighetsutøver. Prosjektet vil gi et bedre faglig grunnlag for å sette krav til, og angi retningslinjer for, både fysisk bevaring og kulturminnefaglig dokumentasjon⁸⁸ av kraftverksanlegg og -miljøer. Det vil også gi bedre grunnlag for verdisetting og verdivektning, og slik bidra til bedre beslutninger.

Å sikre forutsigbar og lik saksbehandling gjennom at vi sikrer et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag i NVE og i kulturminneforvaltningen.

Å øke kvaliteten på historiefremidlingen av vannkraft, blant annet i museene. Det vil bidra til å styrke forbindelsene mellom forvaltning, forskning og formidling.

4.2 Problemstilling

Alle vannkraftverk produserer og distribuerer elektrisitet. De har også ført til nye landskapsformer og skapt bomiljøer, arbeid og aktiviteter. Enkelte steder er kraftverkene iøynefallende, og utgjør grunnlaget for hele lokalsamfunn. Andre steder er de med hensikt lite synlige, og har en diskret fremtoning. De deles inn i to hovedkategorier; magasin- og elvekraftverk. Disse har ulike naturgitte rammer, og setter ulike spor i landskapet. Å ta for seg begge kategorier, med casestudier fra magasin kraftverk i Høyanger, magasin- og elvekraft i Nea-vassdraget og elvekraftverk i Pasvikvassdraget, gir et godt utgangspunkt for å utforske utformingens kontraster, likheter, mangfold og helhetskarakter.

Kunnskap om hele produksjons- og distribusjonslinjen, om utforming av anleggene og landskapet som helhet er i dag mangelfull. Her er det viktig å anmerke at begrepet «utforming» brukes som arkitektur i *vid* forstand. Det inkluderer anlegg og strukturer i landskapet, m.a.o. ikke bare bygninger med tak og vegger. Eksisterende beskrivelser av vannkraftanlegg gir god teknisk forståelse av enkeltelementer, men mindre innsikt i anleggenes oppkomst og karakter samt rammebetingelsene og den estetiske utformingen. For å få en bedre forståelse av vannkraftanleggenes utforming er det nødvendig å utvide perspektivet fra enkeltobjekter til vannkraften som en større helhet i landskapet, og å utforske følgende spørsmål:

⁸⁸ Når et kulturminne ikke kan bevares rent fysisk, kan en grundig kulturminnefaglig dokumentasjon, en bevaringsform som sikrer kildeverdier for ettertiden, utføres.

- Hvordan er vannkraftsystemet som helhet satt sammen?
- Hva er fellestrekk og hva er helt spesifikt for elvekraftverk versus magasinkraftverk, og hvordan har de utviklet seg over tid?
- Hvordan har vannkraften satt sitt preg på landskapet utover godt synlige fasader, og hvordan har dette preg endret seg over tid?
- Hvilke metoder egner seg til å utforske utformingen og sammenhenger mellom de elementer vannkraftsystemet er del av?

4.3 Hypotese

Ved å bruke et tverrfaglig og historisk perspektiv i utforskningen av hvordan et vannkraftverk er initiert, planlagt og utformet *vil vi få økt kunnskap* om forbindelser mellom de mange elementer vannkraften består av. Heving av NVEs og kulturminneforvaltningens kompetanse på vannkraftmiljøers karakter i et historisk og bredt perspektiv, vil sette oss i stand å gi *bedre råd og retningslinjer* for både dokumentasjon og ulike typer bevaring. Dette vil forbedre forvaltningen av vannkraftens kulturarv. Formidlingen av denne kulturarven vil i tillegg bli *mer nyansert og innholdsrik*.

4.4 Resultat- og prosjektmål

Fagrapporter, basert på casestudier, som historisk og tverrfaglig undersøker utforminger av magasinkraftverk og elvekraftverk. De to kategoriene kraftverk har både likheter og ulikheter i utforming, men har satt ulike preg på landskapet og lokalsamfunnene. Avhengig av prosjektets ressurser vil det utføres to eller tre casestudier. Å få undersøkt begge hovedtyper kraftverk vil være styrende.

Sogn & Fjordane, Trøndelag og Finnmark fylkeskommuner har vist stor interesse for å delta og bidra. Det foreslås å prioritere casestudier for kraftverket Skogfoss Pasvikvassdraget, Finnmark, kraftverket Høyanger, Sogn og Fjordane samt utvalgte kraftverk i Nea-vassdraget, Trøndelag. Telemark fylkeskommune, med utstrakt erfaring og kompetanse på vannkraftens kulturmiljøer, vil bidra som et referansecase.

Casestudiene skal bidra til å heve NVEs forvaltningskompetanse på vannkraftverk som helhetlige systemer, deres karakter, betydning og fysiske spor i landskapet. De skal også bidra til å utvikle bedre metoder for kulturminnefaglig dokumentasjon av vannkraftanlegg som en helhet.

Prosjektet vil føre til en heving av faglig kvalitet på NVEs oppfølging av sektoransvaret for kulturminner fra nyere tid, herunder utvalgte kraftverk, overføringsanlegg og dammer, samt gi faglige innspill til eksisterende veileder for kulturminnefaglig dokumentasjon av disse.

Prosjektet skal i tillegg bidra til å øke kvaliteten på historiefornidlingen av vannkraft som en stedsspesifikk kulturarv.

Det er også et mål å formidle prosjektets faglige resultater underveis. De kan formidles både i vitenskapelige og populærvitenskapelige tidsskrifter og nettsteder, blant annet NVEs og museenes nettsteder. Eksempel på tidsskrifter PLAN, Byggekunst, Fabrik & Bolig, Museumsnytt, Mur & Betong, Norsk Kulturarv etc.

I tillegg planlegger NTNU og UiB å tilrettelegge for masteroppgaver innen prosjektets tema. Spesifikke masteroppgaver vil kunne bidra til kompetansehevingen (se vedlegg).

4.5 Metode

Komparative og kontrasterende casestudier av magasin- og elvekraftverk med basis i aktør-nettverk-teori og kunnskapshistorie. Vi legger til grunn en kombinasjon av ulike kilder og metoder, bl.a. arkiv-, litteratur-, kartografiske- og feltstudier, inklusive befaringer, intervjuer og samtaler. «Arkiv» omfatter så vel offentlig og privat dokumentarkiv, samt tegnings-, kart- og fotoarkiv. Casestudiene skal undersøke forbindelsene mellom ulike profesjoner med hensyn til utformingen av bygninger, anlegg og terrenginngrep. For å få innblikk i arbeidsdeling og arbeidsprosesser i utformingen av vannkraftanleggene skal også forskjellene mellom arkitekttegnede/ikke-arkitekttegnede elementer utforskes.

4.6 Målgrupper

- NVE i rollen som saksbehandler, rådgiver og myndighetsutøver – ivaretagelse av sektoransvar for vannkraftens kulturminner og kulturmiljøer.
- Nasjonal, regional og lokal kulturminneforvaltning, med vekt på det regionale nivået, dit oppfølging av fredete teknisk-industrielle kulturminner delegeres fra Riksantikvaren fra 2020.
- Museer og andre instanser som formidler, dokumenterer og forsker på vannkraften i historisk perspektiv, og som helhet i et landskap. Museer i de utvalgte regioner og i regioner med referansecase. Denne målgruppen inkluderer allmennheten i vid forstand.
- Vannkraftbransjen/Eierne.

Siden sporene etter vannkraften er mange, krysser administrative grenser og har en variert eierstruktur, er vårt håp at prosjektet kan bidra til fremtidig tettere kulturminnefaglig samarbeid om vannkraftens materielle og immaterielle kulturarv.

I tillegg vil det som er nevnt under 4.1 vil en gevinst være at NVE bidrar til, og selv skaper, bedre museumsfaglig/historiefaglig formidling av vannkraftmiljøer. På eiersiden vil økt kunnskap om egen historie kunne bidra til en bedre og mer dekkende eiendomsforvaltning av vannkraftanlegg og –miljøer. Den regionale kulturminneforvaltningen kan gis en bedre forståelse av den karakter (særpreget, stedsspesifikk utforming og kompleksitet) vannkraftshistorien har.

4.7 Delprosjekter

Som hovedsatsning foreslås igangsetting av minst to tematiske undersøkelser, basert på arkiv-, litteratur- og feltstudier. Disse kan foregå parallelt eller i faser i løpet av to år. Kunnskapen som produseres må reflektere og belyse vannkraftsektorens særegne inngrepskarakter og fysiske utforming i bred forstand fra 1880-årene til i dag. Begge studier skal også fokusere på forskjellene mellom arkitekttegnede/ikke-arkitekttegnede anlegg, som forventes gi økt kunnskap om arbeidsdeling og arbeidsprosesser i utformingen av vannkraftanlegg.

- Historisk, tverrfaglig og kontekstuell casestudie av magasinkraftverk – hvorfor etablert og hvordan utformet? Skal gi økt og overførbar kunnskap om oppkomst, utbredelse og utvikling av denne typen anlegg. Hva kjennetegner magasinkraftverkene og hvilke utviklingstrekk har de gjennomgått? Case: kraftverkene Høyanger, Sogn & Fjordane.
- Historisk, tverrfaglig og kontekstuell casestudie av utvalgte elvekraftverk - hvorfor etablert og hvordan utformet? Skal gi økt og overførbar kunnskap om oppkomst, utbredelse og utvikling av denne typen anlegg. Hva kjennetegner elvekraftverkene og hvilke utviklingstrekk har de gjennomgått? Case: Skogfoss kraftverk i Pasvikvassdraget, Finnmark (eventuelt også Neavassdraget, Trøndelag)

Andre tiltak som vil bidra til kompetanseheving er felles seminarer/workshops og studiereiser til relevante miljøer i andre nordiske land. Igangsetting av masteroppgaver ved NTNU⁸⁹, Trondheim og Universitetet i Bergen vil også bidra til ny kunnskap.

4.8 Organisering

Forprosjektet har etablert kontakt med fylkeskommunene Finnmark, Trøndelag, Sogn & Fjordane, Rogaland, Telemark og Hordaland samt forskningsinstitusjonene NTNU og Universitetet i Bergen. De viser stor interesse for å bidra videre. Forprosjektet har også vært i løpende dialog med Kraftmuseet i Tyssedal, med særskilt ansvar for norsk vannkraftshistorie. I lys av pågående regionreform, der utvidet ansvar for teknisk-industrielle kulturminner delegeres fra nasjonalt til regionalt nivå, er et prosjektsamarbeid med fylkeskommunene av stor verdi. De vil styrke kompetansen på vannkraftens materielle og immaterielle spor i det norske landskapet.

Prosjektet er tenkt organisert med ledelse i kulturhistorisk team i AIK, NVE. Som prosjektleder foreslås kulturminnerådgiver i AIK. Det engasjeres en kompetent og erfaren prosjektmedarbeider for toårs-perioden. Faglige ressurser i andre avdelinger/seksjoner i NVE vil trekkes inn der det er relevant. En referansegruppe med deltakelse fra utvalgte fylkeskommuner (kulturminneavdeling/-seksjon), Riksantikvaren, interesseorganisasjonene Energi Norge og Norsk Industri, Norsk Institutt for kulturminneforskning (NIKU) skal bistå prosjektet med innspill og råd. Fagseksjonen for industri, kommunikasjon og anlegg (SIKA) i Museumsforbundet og Norsk Teknisk Museum som ansvarlig for industrinettverket i Norge vil også kunne bidra faglig.

Det anbefales også å opprette regionale faglige referanse- eller ressursgrupper som gjenspeiler delprosjektene, med deltakere fra regionenes ansvarlige for teknisk-industrielle kulturminner, museer med ansvar og kompetanse på teknisk-industriell kulturarv og relevant forskningsinstitusjon i regionen.

⁸⁹ NTNU, ved faggruppene vannkraft og kulturminneforvaltning, har i forprosjektperioden vist interesse for å delta og bidra i form av å initiere, utforme og lede masteroppgaver. NVE vil kunne foreslå problemstillinger og kraftverksmiljøer samt være i tett dialog for å sikre at den genererte kunnskap kommer NVE til nytte. Som regel forutsetter en masteroppgave en to måneders praksisperiode i forkant. Det vil i dette tilfelle kunne være en fylkeskommune eller et museum, eventuelt NVE.

4.9 Utvalgt litteratur

Denne oversikten, som ikke er uttømmende, viser at *norsk* forskning om tekniske system, og vannkraftindustri som kulturarv, er utdatert og sparsommelig. Dette understreker behovet for kompetanseheving.

Kari Hoel (1991) *Beauty & Utility. Myren engineering workshop: a creator of industrial buildings in Norway in the 19th century*, Oslo.

Ivar Stav (2006/2010) arkitektur-artikler i NVE-rapport 2/2006 Kulturminner i norsk kraftproduksjon og NVE-rapport 17/2010 Kraftoverføringens kulturminner.

Nilsson, Kjell (1988) *Industri möter landskap: Visuella aspekter på utforming og inplacering av industriella ingrepp i landskapet*. *Stad&Land* 68 (Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet, 1988).

Eva Jacobsson (1996) *Industrialisering av älvar, doktorgradsavhandling*, Göteborg Universitet, Sverige.

Pär Blomqvist & Arne Kaijser (red.) (1998) *Den konstruerte världen. Tekniska system i historisk perspektiv*. B. Östlings bokförlag Symposion, Sverige.

Lasse Brunnström & Bengt Spade (1995) *Elektriska Vattenkraftverk*, Riksantikvarieämbetet, Sverige.

Lasse Brunnström (2001) *Estetik & Ingenjörskonst*, Riksantikvarieämbetet, Sverige.

Dag Avango & Brita Lundström (red.) 2003: *Industrins avtryck. Perspektiv på ett forskningsfält*. Stockholm, spesielt bidragene til Bo Sundin: «Vattnets kraft. Forna och nära minnen av älvarnas industrialisering» og Sverker Sörlin: «Den stora skalan. Industriminnenas politiska landskap».

David Nye (1990) *Electrifying America: Social Meanings of a New Technology, 1880-1940*. MIT Press, Cambridge.

Brian Hayes (2014) *Infrastructure – a guide to the industrial landscape*. W.W. Norton & Company Inc., New York.

Francesco Carlo Toso (2014) *A hydroelectric landscape in the Italian Alps: elements, meanings, and design cues in a historical hydroelectric development in Alta Valtellina*. I: *Journal of Landscape Architecture*, 9:2, 30-39.

Annet relatert til kompetanse:

Industriemuseum – fellesprosjekt i museumsnettverkene for industrihistorie og arbeiderkultur i Norge for å styrke samarbeid og faglig utveksling, med nettportalen www.industriemuseum.no. Støttet av Norsk Kulturråd og Norsk Teknisk Museum.

Fagseksjon for Industri, Kommunikasjon og Anlegg (SIKA): faglig møteplass i regi av Norges Museumsforbund.

UNESCO verdensarv: Rjukan-Notodden Industriarv og Røros Bergstad og Circumferensen – to fagmiljøer som forvalter vannkraft- og gruveindustri som kulturmiljøer og landskap.

Nordisk verdensarvnettverk, herunder vannkraft- og industrihistorisk miljøene i Finland (Verla tresliperi og pappfabrikk) og Sverige (Engelsbergs Bruk).

Fagnettverk internasjonalt: The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage (TICCIH), European Route of Industrial Heritage (ERIH), Society for the History of Technology (SHOT).

5 VEDLEGG

Problemstillinger for masteroppgaver – eksempelsamling, basert på innspill fra NTNU og den faglige ressursgruppen.

- Tidsavgrensningen som utfordring; Vannkraftens kulturmiljøer og tidsdybde – en analyse av ulike måter å tidsavgrense på – kan for eksempel teorier/metoder fra konvensjonell og industriell arkeologi eller industriell arkitektur bidra i denne konteksten?
- Kunnskaps- og teknologiutviklingen av norsk vannkraftutbygging – hvilke innovasjoner og milepæler har påvirket utformingen fra 1880 til i dag? Hvordan kan disse leses i landskapet? Hva ser vi/hva ser vi ikke med det blotte øyet?
- Hvordan ble et kraftverks nedbørfelt etablert? Har dette endret seg nevneverdig gjennom historien? Her kan Hydrologisk avdeling i NVE og Kartverket kobles inn.
- Hva var konteksten for å etablere kraftverket, hvilke faktorer påvirket lokaliteten, tilpasninger og utforming?
- Hvilke kunnskaper, vitenskaper og metoder dannet forutsetningene for helhetlig oversikt og overblikk over plassering og utforming av kraftverkets elementer i landskap og terreng? Hvordan har disse kunnskaper, vitenskaper og metoder utviklet seg og samvirket? Hva var det som dominerte til ulike tider?
- Hvilke profesjoner bidro når kraftverksystemet ble utformet? Ble systemet til gjennom en kontinuerlig forhandling mellom ulike profesjoner og kunnskapsformer? Har utformingen i stort eller i detaljer endret seg siden ferdigstillelse?
- Hvilken helhet hadde ingeniøren, hydrologen, arkitekten, investoren for øye? Hvordan forholdt seg de ulike profesjonene til hverandre?
- Hvilke former for kunnskap utover den institusjonaliserte/profesjonaliserte inngikk (hvis den inngikk) i oppbyggingen av et kraftverksystem? Vi må kunne anta at også de prosjektansatte, så som dambyggere, steinhoggere etc. hadde stor og spesifikk kompetanse – spesielt interessant om lignende trekk ved anlegg kan spores tilbake til anleggsarbeidere som reiste fra anlegg til anlegg.
- Form, funksjon og teknologi – omkring 1900 ble arkitekter i økende grad involvert i utforming; var forholdene mellom form, funksjon og teknologi annerledes for ingeniørtegnede versus arkitekturtegnede anlegg? Kan man finne avgjørende forskjeller på bygg og anlegg som var tegnet av ingeniører alene og de som involverte arkitekter? Hvordan foregikk et eventuelt samarbeid mellom

ingeniør og arkitekt? Hva var motivene bak den økende grad av arkitekt-
engasjering? Hvilke momenter er faste (generelle prinsipper) og hvilke kan eller
må utvikles på stedet (lokal tilpasning)?

- I hvilken grad ble kraftverkene bygget ut som enhetlige og totalplanlagte systemer?
- Å avgrense et kulturmiljø eller et kulturlandskap er en utfordring både med hensyn til tid og rom. Mange vannkraftanlegg har en forhistorie som ikke nødvendigvis er synlig i dagens terreng. I tillegg vokser de i ulike faser, eller utvides og ombygges. Hvordan avgrense vannkraftsystemet? Hvor sette grensen for systemet? Nedbørfelt, vassdrag, fra oppstrøms til sluttbrukeren/brukerne av elektrisitet?
- I hvilken grad og på hvilken måte kan arbeidet og erfaringer med kulturmiljøfredning og vannkraftbasert industriarv på Tinfos og Rjukan-Notodden ha overføringsverdi når det gjelder beskrivelser, kulturminnefaglig dokumentasjon, formidling og forvaltning av vannkraftens infrastruktur mer generelt?
- På hvilken måte kan kulturmiljøfokus og den senere tids fokus på kulturhistoriske landskap fange opp elektrisitetens infrastruktur? Er de dekkende for å forstå vannkraftens produksjonslinjer?
- Et vannkraftverk har en primærfunksjon; å produsere og å overføre elektrisitet til en sluttbruker. Imidlertid varierer formålet, m.a.o. hva elektrisiteten skulle brukes til. Hadde ulike bruk av kraften betydning for formgivning og planlegging? Kan vi se forskjeller mellom industrikraften og «kraften til folket» (alminnelig forsyning) i anleggene?
- Samspillet mellom form, funksjon og teknologi – hva skjedde med dette samspill når fjellhaller/kraftstasjoner inne i fjellet (usynlig) ble vanlig? Hvilken type fasader og detaljering gis de etter dette?
- Å se produksjonslinjen som helhet er viktig for å forstå kraftanleggenes funksjon og samspill med landskapet. Startpunktet for et kraftverk kan være både et magasin på et høyfjellsplata og en seksjon i en elv. I streng forstand er sluttpunktet for produksjonen utløpet til elv eller sjø. Når overføringen trekkes med er sluttpunktet brukeren. Hvordan beskrive, presentere og dokumentere dette samspill og slike linjer?
- Er det mulig å tegne en tidslinje for involveringen av ulike profesjoner i planleggingen av vannkraftsystemer? Vil en slik kunne bidra til å berike denne utviklingshistorien fra sent 1800-tall til i dag?

Innspill fra Siri Skjold Lexau, Universitet i Bergen, mai 2019:

Forskningsresultater kan genereres av masterstudenter, og her er mange mulige tema:

- Delprosjekt: Kraftverk og landskapssammenheng. En del kraftverk er fredet som isolerte bygninger, mye på grunn av arkitektonisk verdi. Kraftverksbygninger som del av en større landskapsmessig og teknologisk sammenheng krever imidlertid samarbeid og veiledningsressurser fra andre fag som kulturvitenskap, historie, vassdragsteknologi og geografi.
- Mange industriområder demonstrerer arkitekturhistorisk utvikling gjennom sin bygningsmasse. Mye er allerede gjort på flere industristeder, men enda mer gjenstår. Dokumentasjonen er også svært mangelfull når det gjelder arkitektene som arbeidet for de store kraft- og industriselskapene.
- Fjellhallenes arkitektur. Etter at stadig flere kraftverk ble lagt i fjell av sikkerhetsmessige årsaker, oppsto en innvendig arkitektur med særegne kvaliteter. Denne er i liten grad utforsket som arkitekturhistorisk fenomen.
- Kraftverkene og teknologiens estetiske kvaliteter. Spesielt fotokunstnere (eks. norske Per Berntsen) har interessert seg for industrielle motiver, men dette er en relativt lite utforsket del av bildekunsten i Norge.
- Teknologi og bygningsmasse som har mistet sin funksjon og praktiske betydning er kostnadskrevende å verne. Forvaltningsorganer må foreta selektiv bevaring av et utvalg representative eksempler på anlegg av høy arkitektonisk verdi. Dette førte eksempelvis til kalkovnene på Odda smelteverk ble revet i 2012, og dermed diskvalifiserte Odda-Tyssedal seg som verdensarvsted. Det er derfor stort behov for dokumentasjon av kraftanlegg *uten* vernestatus.
- Etterkrigstidens kraftanlegg: Internasjonal tidsånd og «kraftbrutalisme» nedfelt i lokale kraftanlegg og deres bebygde omgivelser, fullstendig i pakt med samtidens estetiske idealer.



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

MIDDELTHUNSGATE 29
POSTBOKS 5091 MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no