

Tunhovddammen.

VOR VANDKRAFTS HISTORIE I 50 AÅR

Av fossedirektør *Ingvar Kristensen*.

Naar man har gjennomført en nyordning, gjort sig fortrolig med den og kassert de gamle former som forældede, synes de snart fjerne og er om ikke lang tid helt glemt. Vandkraftteknikken har i sin raske utvikling i det siste halve aarhundrede gjennomgaat mange stadier med skrinlæggelse av gamle og indførelse av nye former. Uaktet de gamle former nu ingen værdi har, vil det dog ha sin interesse at gaa tilbake i tiden og se litt paa den utvikling vi har gjennomgaat, og vi begynder da med syttiaarene.

Det store gros av vandkraftmotorer, spredt over det hele land, blev dengang forarbeidet hjemme, utført av mer eller mindre kyndige haandverkere. Disse vandkraftmotorer virket i hjemmeindustriens tjeneste væsentlig til maling av korn og sagning av bygnings- og snekkermateriale. De største og næsten eneste industrier omfattet træforædling, bergverksdrift samt drift av forskjellige fabrikker. Disse fik, hvor turbiner blev anvendt, sine motorer fra specialverksteder, mens vandhjulene i almindelighet blev bygget paa det sted hvor de skulde benyttes. — Det kan nævnes at *Myrens mek. Verksted* allerede i 50-aarene kon-

struerte og utførte sin første „skotske“ turbin paa 3 HK. til drift av en slipesten og en dreibænk. Dette gav støtet til at verkstedet fik i oppdrag at levere hydrauliske anlæg — vandhjul eller skotske turbiner — til flere bedrifter langs Akerselven, og her staar vi ved begyndelsen til den store virksomhet som har fundet sted nedigjennem aarene i denne saa sterkt utnyttede elv, der var laglig og passe stor for tidens behov. I henimot et halvt aarhundrede hævdet den sin plas som et av vore viktigste industrivasdrag.

Ser vi imidlertid bort fra de mere koncentrerte industricentraer, hvis

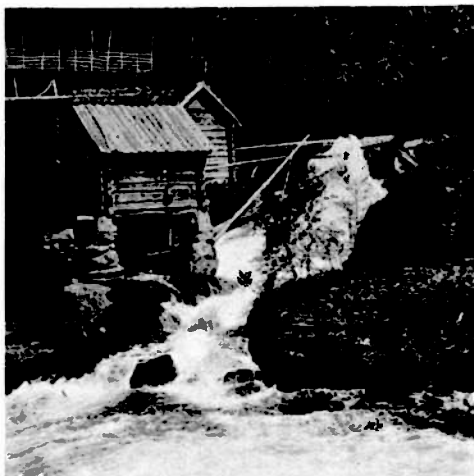


Fig. 1.

antal ikke var saa særdeles stort i 70-aarene, og til arbeidet ut over det hele land, vil vi finde at den lille *kvernkall* (fig. 1) dengang trak det store læs. Til denne motor er der ikke knyttet noget oppfindernavn; mange generationer har ved bruk eksperimentert, prøvet og rettet, til den fik sin faste form, som blev kjendt og brukt i dalfører, hvor moder i drakt eller bygningsskikk ikke fandt vei. Den lille kvernkall paa én eller nogen faa hestekræfter har ikke alene grepet ind i bondens virke, men ogsaa i hans fantasi; dette fremgaar tydelig nok av de mange sagn og eventyr

som knytter sig til kvernkallen. Den har ydet sin værdifulde hjælp baade ved tilberedelsen av hans legemlige føde og ved at skaffe ham aandelig føde. I mange dalfører hvor terrangforholdene var nogenlunde skikket for det — og der er mange saadanne i Norge — hadde hver gaard sin kall eller ialfald andel i en. — I skogbækkene stod de i række nedover, og de mange kvernrettigheter spiller endnu en vistnok ikke behagelig rolle for dem, der ønsker at utnytte vandkraften paa en maate som passer for *vor* tid. Nogen statistikk over disse motorers antal og størrelse findes ikke; men at de tilsammen har representert en installation av over titusen hestekræfter, er sikkert. Hvor den naturlige vandføring var utilstrækkelig, benyttet man magasiner. Kravet til disse var dog i almindelighet ikke stort, idet den daglige brukstid ordnedes efter forholdene. Selv om en slippedam ikke kunde anlægges paa eierens egen grund, støtte et saadant anlæg i almindelighet ikke paa andre

vanskeligheter end dem som var forbundne med selve dammens opførelse. Denne blev oftest utført som en bukkedam med skraa plankevæg eller som stenfyldt lafteverksdam.

Ved siden av kvernkallen hadde man i begyndelsen av 70-aarene ogsaa *vandhjulet*, almindelig fremstillet i primitiv form som underfaldshjul, hvor vandet virket ved støt mot radielt stillede flate skovler. Nytteeffekten var ikke stor — 25—35 % — og energiydelsen 5—15 HK. Disse vandhjul blev særlig benyttet til sagbruk. — Vor grubedrift der allerede hadde en lang utvikling at bygge paa og forholdsvis stort energibehov,

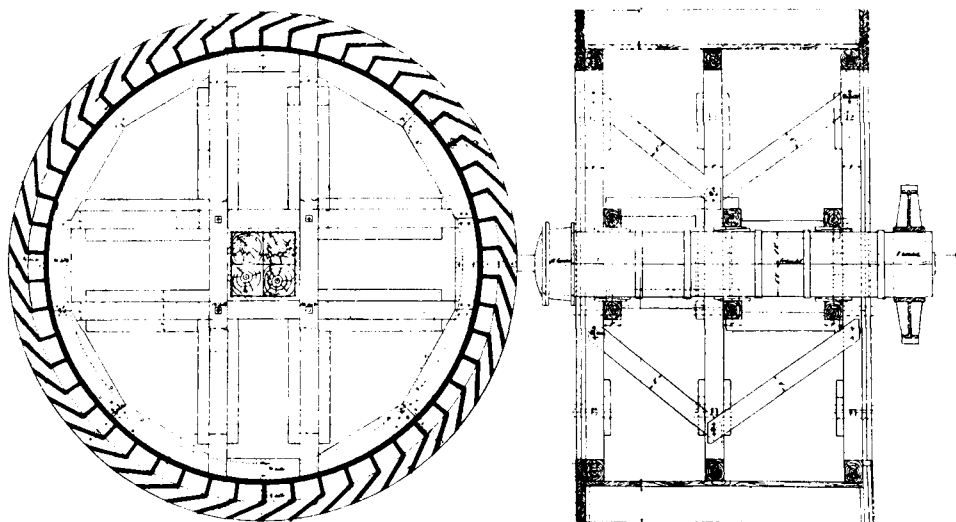


Fig. 2.

sat inde med adskillig teknisk kyndighet Den var, som rimelig kunde være, langt fremme med hensyn til konstruktion og utførelse av vandkraftmotorer. Det var vandhjulene som her spilte hovedrollen, særlig overfaldshjul, hvis effekt gik op i 60 - 75 %. — *Fig. 2* viser en særdeles smuk og vel gjennomarbeidet plan for overfaldshjul til Røros kobberverk, datert 1866. Den konstruktive anordning er nitid i utførelse og omhyggelig gjennemtænkt i konstruktiv henseende, fuldt paa høide med vor tid. Hjulet er beregnet for et vandforbruk av 30 kubikfot pr. sek., det har en diameter av $18\frac{1}{2}$ fot og er forsynt med 50 lommeformede skovler. Det utviklet 40 á 50 HK. Den ganske anselige aksel bestod av 4 sammenboltede 14×14 “ stokker, altsaa ialt vel 700×700 mm. Endene var forsynt med tapper og beslag av jern. — Den vanskelighet som før elektricitetens indførelse har været forbundet med energiens transport, bevirket at forbruksstedet blev henlagt saa nær som mulig til kraftkil-

den, saaledes at maskineriet direkte ved taugtransmission eller tandhjulsutveksling kunde tilkobles motorakselen. Et ganske morsomt eksempel paa en saadan tandhjulsutveksling har man fra Røros bergverk, hvor hjulet driver en kvern for maling av grubeprodukter (*fig. 3*). — Hvor energiens utviklings- og anvendelsessted laa langt fra hinanden, benyttet man i almindelighet taugtransmission, aapne vandrender

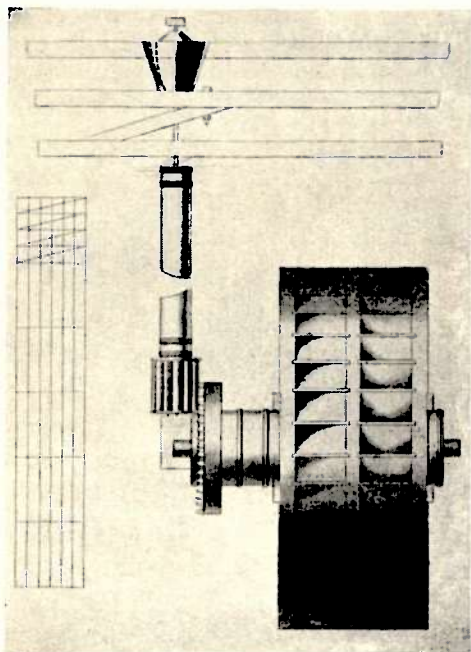


Fig 3.

eller den frem- og tilbakegaaende bevægelse ved staaltaug eller stænger. Eksempel paa den siste art av energioverførsel har man fra Storvartz gruber, hvor et pumpeverk, der er henimot en kvart kilometer fra kraftkilden, drives ved vandhjul (*fig. 4*).

70-aarene var forsaavidt en gjennombrudstid, som man da gik over fra de „skotske“ turbiner, hvor man, i likhet med de roterende vandspredere for haveanlæg, kun benyttet løpehjul, til Girard- og Jonvalturbiner samt tangentialhjul for hoiere fald og smaa kraftutviklinger. Girard- og Jonvalturbinene blev utført med faste ledehjulskovler. Tangentialhjulet, der i princippet var et Peltonhjul, hadde som paadrag firkantet straale til dels formet i overensstemmelse med

skovlene. Dette gjennombrud hadde vistnok sin store betydning i den efterfølgende utvikling, men kan neppe antaes øieblikkelig at ha grepet merkbart ind i vandkraftens utnyttelse.

Turbinene blev til en begyndelse regulert for haanden ved delvis stængning av tillopet. Da dette var tungvint og vanskelig ved variabel drift, som ved spinderier etc., indførte man i begyndelsen av 70-aarene *automatisk regulering* ved store vektpendler, der virket paa bremse eller sluse. I slutten av 70-aarene hadde Myrens mek. Verksted levert vandkraftmotorer av forskjellig slags til en samlet kraftydelse av ca. 6000 HK. — Da de industrielle bedrifters vandhjul og turbiner hadde en betydelig længere aarlig driftstid end kvernkallene, maa man gaa ut fra, at selv om de var disse underlegne i antal og maaske ogsaa i sam-

let kraftydelse, var dog deres arbeide det største. Paa den anden side stod vandhjulene og turbinene i svakere kontakt med det hele folks liv og virke. Naar disse forhold taes i betragtning, vil det vel være rigtigst at karakterisere ialfald begyndelsen av 70-aarene som kvernkallenes og vandhjulenes tid.

I 80-aarene gik man over til en større turbintype paa 300 á 350 HK. passende for den tids sliperier, idet man hadde en turbin til hver slipesten. — Den almindelige type var da Girard-turbinen. Al anden industriell virksomhet blev saa godt som utelukkende drevet med damp. Den

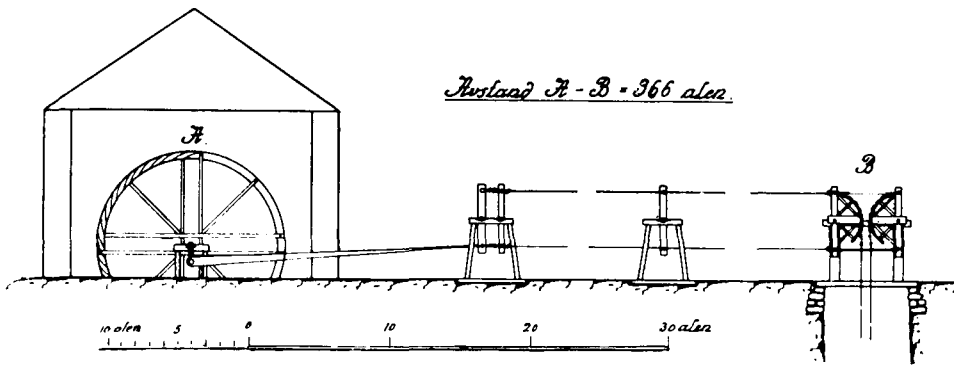


Fig 4.

væsentligste grund hertil var at saavel vandkraften som de industrielle bedrifter var stedbundne, og vandfaldenes beliggenhet passet i almindelighet ikke for fabrikkene, der krævet gode kommunikationsveier og nærliggende tætbebyggelse. Vandkraften blev for størstedelen utnyttet av træforædlingsindustrien, idet transportveien for de raaprodukter som var nødvendig for denne industri, netop var vasdragene. — Nogen anden væsentlig utvikling av vandkraftens utnyttelse end den træsliperiene foranlediget, frembød ikke 80-aarene. Vistnok gjennemgik ogsaa anden træforædling, fabrikvirksomhet samt mølleindustrien adskillig utvikling; men disse industrigræner spilte dog med hensyn til utnyttelse av vandkraften en underordnet rolle i forhold til træsliperiene. — En begivenhet maa noteres i dette decennium, selv om den ingen rolle spilte dengang. Den var den første spire til det træ som senere fik en saa kraftig vekst, at det overskygget al anden vandkraftutbygning. Det var nemlig installationen i 1885 av den første turbin som blev utført ved Myrens mek. verksted for drift av et elektrisk anlæg. Denne turbin var ikke stor; det var en Girard-turbin paa 14 HK.

Bød 80-aarene paa en fredsommelig utviklingsperiode, var det om-

vendte tilfælde med 90-aarene. I dette decennium blev indført de høiere elektriske spændinger, som muliggjorde transport av store energimængder. Byenes elektricitetsverker blev dog endnu, som de fleste industrielle bedrifter, drevet med dampkraft. For byverkenes vedkommende gik konsumet væsentlig til lys, og dette forbruks korte konsumtid bidrog sit til at kullene hadde overtaket. Imidlertid steg kulbehovet med den voksende industrielle virksomhet, og i midten av 90-aarene hævet der sig sterke røster for vandkraften. Man hadde da gjort sig mer fortrolig med energioverføringer, og vandkraften blev hermed frigjort, og var ikke længer stedbunden. Allikevel fik vandkraftens forkjæmpere føle at det er tungt at overvinde gammel vane og hævdvundne former.

Som foregangsmand i denne kamp for vandkraften bør ingeniør *II. C. F. Stormer*¹ nævnes. Han hadde idealistens tro paa sit fædrelands industrielle utvikling gjennom dets talrike vandfald, han tok kampen op mot kullene med varm begeistring, og han kjæmpet til sin død i 1900. Han satte ikke alene ind sine rike evner i denne kamp, men han viste ogsaa sin tillid til den sak han kjæmpet for, ved at sætte ind sin formue i vandfald. Han seiret ikke mens han levet; seieren kom først efter hans død. Den ganske anselige vandkraft som han hadde erhvervet, testamenterte han til Den norske ingeniørforening, Nansenfondet samt Det norske samlaget.

Men 90-aarene bød ikke alene paa kamp; de store fordringer som de elektriske maskiner stillet til en økonomisk og jevn drift, bevirket en rask utvikling i turbinteknikken. Det var i denne tid at man indførte automatisk regulering av turbiner med bevægelige ledeskovler. I 1898 leverte Myrens mek. Værksted saadanne regulerbare turbiner for Kristiania elektricitetsverk ved Hammeren, hvorfra energien blev overført til Kristiania. Da man paa denne tid gik over til utnyttelse av store faldhøider, maatte man, foruten apparater til hastighetsregulering, ogsaa indføre automatiske trykreguleringsapparater, for at undgaa de farlige trykstøt i rørledningene.

Med indførselen av de høispændte elektriske ledninger og mere fuldkomne turbiner var veien aapnet for vandkraftens seiersgang i dette aarhundrede. At der paa den ene side har været og fremdeles er megen fordom og konservatisme at bekjempe og paa den anden side en overdreven begeistring, der ikke altid har avveiet alle de faktorer som der bør taes hensyn til, har vistnok skapt vandkraften vanskeligheter; men den stadige fremgang har disse uheldige forhold dog ikke kunnet hindre.

Forat man skal faa en forstaaelse av den norske turbintekniks raske

¹ Portraet er indtat paa side 50.

utvikling, skal jeg efter meddelelser fra Kværner bruk og Myrens mek. verksted gi en opgave over de største turbiner som er levert i hvert decennium siden 1870: 1870—80 50 à 100 HK; 1880—90 400 HK; 1890—1900 1000 HK; 1900—10 5000 HK; 1910—20 16000 HK og i 1920-aarene 27000 HK.

En nogenlunde paalidelig statistik over den *utbyggede vandkraft-energi* har man kun for dette aarhundrede. Men ved at sammenholde denne med opgaver indhentet fra nogen av vore største verksteder, maa utbygningen antaes omtrent at ha stillet sig saaledes:

Aar	Utbygget vandkraft
1880	ca. 30 000 turb. HK.
1890	" 60 000 " "
1900	" 150 000 " "
1910	" 450 000 " "
1920	" 1 600 000 " "
1922	" 1 800 000 " "

Som et interessant billede i den norske vandkraftutbygnings historie maa jeg faa lov til at fortælle historien om det stolte Rjukanfald i Telemarken. Denne historie har bl. a ogsaa specielt interesse fordi den tangerer de senere saa omtvistede koncessionslover: Rjukan betyr den rykende. I 80-aarene vandret turister opover den farlige Maristi for at faa se den stolte og vidunderlig skjønne Rjukanfos, hvor vandmassene fra det store Mjøsvatn i et vældig sprang styrtet mer end 100 m. ned i dypet for atter i mæktige sprøit at stige tilveirs og fylde luften med en tæt regn, som dannet nye fossefald langs sidene av den trange dalkløft. Naar solen om morgenen faldt ind i dalen, stod regnbuen som en glorie over det hele. For ca. 25 aar siden blev hotellet Krokan solgt for 5 000 kroner, og Rjukan fulgte med som et appendiks. Trods den lave pris var dog Rjukan dengang paa høide med sin tid; den var dalens stolthet, og mange var de hvis maal det var at se faldet i al sin prakt. I 90-aarene blev fossen kjøpt av A/S Elektrokemisk Industri, og allerede i 1908 var det første fald paa 130 000 HK. utbygget. Men 2 aar før den tid indtraf en bemerkelsesværdig episode. St. prp. nr. 26, 1906, indeholder et tilbud fra Det Norske A/S for Elektrokemisk Industri, om at Rjukanfaldene, som efter den daværende energiberegning repræsenterte . . . 290 000 HK.
 Vamma i Glommen 50 000 "
 og Bøilefoss i Arendalsvasdraget 40 000 "

Tilsammen 380 000 HK.,

skulde tilfalde den norske stat fuldt utbygget med kraftstationer, vas-

dragreguleringer, fabrikker, jernbaner og tomter samt fjernledninger til eie efter 80 aars forløp paa følgende betingelser:

1) Den norske stat skulde garantere et obligationslaan med 1ste prioritets pant stort indtil kr. 100 pr. utbygget HK, dog i det hele for alle de utbyggede 380 000 HK ikke over 18 mill. kr. For denne garanti skulde selskapet betale $\frac{1}{2}$ % aarlig av laanets størrelse.

2) Selskapet skulde faa koncession til anlæg av nødvendige jernbaner og fjernledninger.

3) Staten skulde tillate utenlandsk kapitalanbringelse i selskapet.

4) Endvidere tillate at halvparten av kraftanlæggets bestyrelse og $\frac{2}{3}$ av bestyrelsene i de fabrikker som blev drevet av vandkraften, skulde kunne være utlændinger.

5) Naar staten om 80 aar overtok kraft- og fabrikanlæg, skulde den betale kr. 100 pr. utbygget HK, dog kun under forutsætning av at selskapet allerede i avgift for garantier i aarenes løp hadde betalt staten denne sum.

Staten skulde ha ret til straks at utta indtil 5 % av den til enhver tid utbyggede kraft for en pris av 20—30 kr. pr. HK-aar. Selskapet forpliktet sig til ved sine anlæg fortrinsvis at benytte norske borgere og norsk materiel samt ikke at eksportere kraft. — Regjeringen anbefalte tilbudet antat; men Stortinget undlot at behandle saken indtil fristen for tilbudets vedtagelse var utløpet, og spørsmålet bortfaldt saaledes av sig selv. — Dette tilbud er i flere henseender bemerkelsesværdig. Hvad det først og fremst fortæller om, er de vanskeligheter pionerene paa vandkraftutbygningens omraade maatte kjæmpe med for bare 18 aar siden. Hvor store disse vanskeligheter var, vil man forstaa naar man erindrer, at dette tilbud kom fra et selskap hvis vandfald blev utbygget for mindre end 100 kr. pr. el. HK motsvarende en pris av 10 kr. pr. HK-aar. Nu vet vi da at et saadant selskap ialdfald ikke vil ha økonomiske vanskeligheter. Anvendelsen av de store kraftkvantiteter bød dengang endnu kun paa muligheter. Vistnok var der mange av disse; men de var alle endnu kun kjendt fra eksperimenter i det smaa.

Den anden bemerkelsesverdige side ved dette tilbud er dets form, baade med hensyn til de positive og de negative bestemmelser: Hjemfald til staten, forholdet til utenlandsk kapital, norsk fortrinsret i bestyrelse, arbeidskraft og materiel og avgift av et bestemt kvantum billig kraft til borgerlig behov. — Man kan si at dette tilbud 3 aar senere dannede det fundamentale grundlag for de koncessionslover som da blev vedtatt av statsmaktene.

Skjønt industrien ved Rjukan i mange henseender avspeiler den nor-

ske storindustriens historie, har ikke industrien i almindelighet naad saa gunstige levevilkaar som den. Flere faktorer har bidrat hertil. Jeg skal ikke her forsøke at forklare de mange vanskeligheter som en opvoksende industri maa kjæmpe med, men vil kun se litt paa den jordbund hvori industrien maatte plantes og vokse i Norge. For at forstaa disse forhold maa man være opmerksom paa, at Norge ikke tidligere har været noget industriland. Jordbruk med fædrift og skogbruk samt fiskeri og sjofart var de store hovednæringsveier. Da industrien for 15 aar siden meldte sig med krav paa arbeidskraft, først for bygning av kraftverker og fabrikker og siden for drift av disse, merket særlig jordbruket at arbeidshjælpen ikke alene blev fordyret, men ogsaa vanskeligere at erholde. Dette forhold gjorde, at industrien ikke blev mottat med den imøtekommenhet som kunde synes naturlig, naar man ser hen til de mange fordeler den bringer, maaske særlig for jordbruket. — I Stortinget raadet de gamle næringsveiers representanter, og da koncessionslovene kom, blev der fra industrien bestemt fremholdt, at de ikke alene paala industrien urimelige byrder, men ogsaa at loven var i strid med grundlovens bestemmelse om eiendomsretten. Dette siste spørsmal blev forelagt landets domstoler, og i 1918 erklærte landets høieste ret at loven var lovlig.

Krigsaarene bragte for vandkraften en konjunkturbølge som vistnok aapnet oinene for vandkraftens værdi og fordelene ved at være uavhengig av den utenlandske energitilførsel; men den belemret flere kraftanlæg med saa store byggeomkostninger, at de vil virke tyngende mange aar fremover. Hermed vil jeg dog ikke ha sagt at den samlede virkning av vandkraftutbygningen i denne tid kan karakteriseres som landskadelig; ti den utbyggede vandkraft vil i fremtiden altid ha sin store værdi. Hadde vi ikke hat denne anvendelse for den indstrømmende kapital, vilde de mange krigskonjunkturblomster som nu er visne og døde, sikkerlig ha trukket endnu mere kapital til sig, kapital som nu helt maa strykes. Jeg mener at vandkraftutbygningen har frelst megen kapital som ellers vilde gaat helt tilgrunde. At der har været dem som paa slet utredet hydrologisk fundament har bygget kraftverk der senere har vist sig ikke at ha den paaregnede kapasitet, eller dem som gav sig ikast med oppgaver der teknisk set var uhyrlige, er en ting for sig. De herav følgende tap maa konteres paa de barnesygdommer, som i større eller mindre grad følger med den læretid nye former maa gjennomgaa. At forholdet har indtruffet under en høikonjunktur har vistnok gjort det mere ondartet, og erfaringen har av den grund været høiere betalt end den vilde ha været under mere normale forhold; men vi faar haabe at lærdommen av den grund har været saa meget grundigere.

Vandkraftutbygningens utvikling i dette århundrede.

Den eneste vandkraftindustri av betydning som det forrige århundrede overleverte til dette, var træforædlingen. Allerede ved hundredaarskiftet hadde denne industri erhvervet sig hjemstavnret i landet, idet den hadde et kvart århundredes utvikling bak sig. I 1900 var vel 90 000 HK. utbygget for sliperier og anden træforædling, mens den øvrige vandkraftutbygning ialt beløp sig til ca. 60 000 HK. Av disse blev 15 000 HK. omsat i elektrisk energi. Endnu eksisterte der ikke noget „borgerlig behov“ i de tusen hjem; den daværende mekaniske energiform var uanvendbar i hjemmene, og al energi gik til industrien. Et decennium senere, i 1910, var de 3 hovedgrupper for vandkraftens nyttiggjørelse omtrent jevnbyrdige, og utnyttet hver omkring 150 000 HK. Disse grupper er av saa væsentlig forskjellig art at de endnu har bevarer sit særpræg.

Træforædlingsindustrien, som til en viss grad er stedbunden til tømmerets store transportvei vasdragene, tar i almindelighet sin drivkraft direkte fra turbinene uten elektrisk overføring eller omsætning. Denne vor gamle industri hadde i 1910 stabil form med jevn utvikling siden 70-aarene. Den utnyttet i 1922 225 000 HK. Den gjennomsnittlige aarlige vekst i hele utviklingstiden har været 4 500 HK., noget sterkere i den siste tid end i den første; saaledes har det gjennomsnittlige aarlige tillæg i perioden 1910—22 været 5 100 HK.

Den anden gruppe er energi til *borgerlige behov*. Denne gruppes omfang har været diskutert til den siste tid, og dens nuværende benævnelse og almindelige definition blev først git av vasdragdirektør *Ingvar Kristensen* i et foredrag i N. I. F. i 1919. Benævnelsen er overført fra Sverige, og den omfatter omplantet i vor jordbund, ikke alene de tusen hjemms behov i hjemmene, men ogsaa grube-, jernbane- og sporvognsdrift, gatebelysning samt al industri med undtagelse av den elektrokemiske og termiske. Den gik ind i dette århundrede med et energikonsum av 45 000 HK. Herav var dog bare henimot 7 000 HK., væsentlig for belysning, omsat i elektrisk energi, mens mesteparten blev anvendt som mekanisk drivkraft til smaaindustri (møllebruk, sagbruk, div. fabrikker m. m.) Denne gruppes vekst har været sterkt progressiv. Den gjennomsnittlige totale tilvekst pr. aar og utlignet i Watt pr. hode av det hele lands befolkning fremgaar av tabellen side 419.

Denne utligning av forbruket pr. individ maa ikke forveksles med den i det siste hyppig forekommende „beregning“ av det borgerlige behovs vekst i distrikter som er eller skal elektriseres, da utligningen omfatter alle distrikter i det hele land, baade de som har adgang til elek-

Ingvar Kristensen: Vor vandkrafts historie i 50 aar.

Aar.	Total utbygn. HK.	Tilvekst i perioden HK.	Pr. aar HK.	Utlignet paa landets befolkning pr. individ.
1900	45 000			
05	66 000	21 000	4 200	1.1 Watt i kraftst.
10	120 000	54 000	10 800	2.7 "
15	360 000	240 000	48 000	13,0 "
20	650 000	290 000	58 000	15,6 "
22	807 000	157 000	78 500	21,0 "

trisk energi, de som ikke har adgang, og endelig de distrikter hvor konsumet bremser ved rationering eller høie energipriser. En kalkyle over konsumstigningen i et distrikt hvis behov ikke er tilfredsstillet, og som faar fri adgang til elektrisk energi, maa selvfølgelig baseres paa en sterkere stigning end den gennemsnitlige for det hele land.

Vi gaar over til den tredje gruppe, *storindustrien*, som er født og utviklet i dette aarhundrede, som allerede i 1910 var jevnbyrdig med de to ældre grupper, og som i de følgende

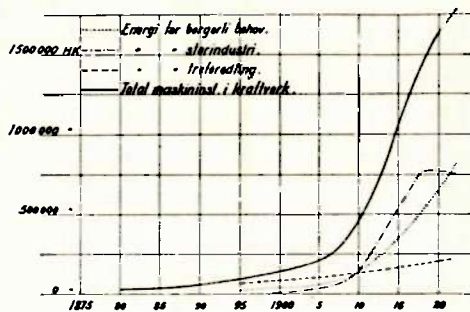


Fig. 5. Norges vandkraftutbygning.

år, særlig i krigsaarene, tok ledelsen med en aarlig tilvekst i 8-aars perioden 1910 til 1918 av over 75 000 HK. Efter krigen har imidlertid denne gruppes energikrav snarere været i tilbakegang end fremgang, idet en del av den for industrien utbyggede energi er tat i det borgerlige konsums tjeneste.

Det er umulig nøiaktig at bestemme størrelsen av storindustriens enkelte grener. Fremstillingen av de forskjellige fabrikata har nemlig vekslet med konjunkturforholdene paa verdensmarkedet, saaledes at den samme energi ofte har været dirigert snart til det ene eller andet bruk. Nedenstaaende fortegnelse, hvori man har gaat ut fra den oprindelige hensikt med de respektive kraftverkers anlegg, tildels korrigeret ved senere indhentede opplysninger vil dog gi et bilde av energiens hovedanvendelse i de siste aar:

Nitrater og Cyanamid	400 000 HK.
Karbid	100 000 "
Metaller: aluminium og sink	140 000 "
Ferrolegeringer	60 000 "
Staal	6 000 "
Elektroder	20 000 "
Karborundum og korund	10 000 "

Fig. 5 viser *landets samlede vandkraftutbygning* i tiden fra 1880. Fra 1895 sees energiens fordeling mellem de ovenfor omhandlede 3 hovedgrupper. I de oplysninger som danner basis for disse kurver, har uttrykkene „utbygget for en bestemt kraft“, „installert maskineri“, og „ibruktagen kraft“ vekslet noget. Herved blir tiden for kraftøkningens indførsel i de forskjellige kurver tildels usikker. Dette vil paa grund av den sterke konsumstigning medføre nogen usikkerhet i kurvenes form. Denne mulige feil vil dog ikke være større end at kurvene i sine store træk gir et godt billede av vor vandkraftutbygningens raske utvikling, likesom de vil gi opplysning om de hovedmomenter som har virket bestemmende ved utbygningen. — Jeg skal i det følgende i store træk gi en fremstilling av landets samlede vandkraft, baade den som er nyttiggjort, og den som endnu frit boltrer sig i skummende kraft og med landets mange fremtidsmuligheter i sit skjød. For at opnaa den best mulige oversikt holder jeg mig til den tabellariske fremstilling, og skal herunder søke ved grupperinger at belyse de spesielle egenskaper som har almindelig betydning ved valg av kraftkilder og ved deres utnyttelse.

Norges samlede nytbare vandkraft.

De energimængder som er anført i det efterfølgende, er HK. paa turbinakselen aaret og døgnet rundt, under forutsætning av at vasdraget er regulert inden rimelige økonomiske grænser. Ved utbygning av et vandfald vil man imidlertid foruten til vasdragets aarsregulering ogsaa ta hensyn til den lokale døgnregulering, som lar sig gjennomføre og nyttiggjøre. Herved opnaaes i almindelighet fordelene ved en maskininstallation som er større end den jevne aars- og døgnkraft. Dette forhold maa man være opmerksom paa, ikke bare fordi den i det efterfølgende opførte aarskraft for de ikke utnyttede fald ved utbygning kan paaregne en videregaaende utnyttelse, men ogsaa fordi den anførte *utbyggede aarsenergi* i virkeligheten er betydelig — ca. 37 % — større end angit. Medregnes ikke fald som er under 1000 HK, eller som er særlig kostbare at utbygge, vil landets samlede vandkraft utgjøre:

	Aars- og døgn- turb. HK.	%	Antal fald.	HK. pr. indbygger.
Utbyggede fald	1 200 000	10	120	0.5
Ikke utbyggede fald	11 000 000	90	1060	4.2
Sum	12 200 000	100	1180	4.7

For at faa en oversigt over enkelte karakteristiske sider ved vandfaldene er det hensigtsmæssig at gruppere dem i klasser efter deres størrelse og beliggenhet ved kysten eller i landet Med „ved kysten“ mener jeg ikke alene de fald som ligger saaledes til at oceanfarere kan laste og losse i kraftstationens umiddelbare nærhet, men ogsaa de fald, ved

TABEL I.
Gruppering av *utbyggede fald* m. h. t. beliggenhet og størrelse.

	Aars HK.		Anlæggenes		Sum turb. HK.	Midlere størrelse	Sum.	%
	fra	til	Antal	%				
Kl. A. Kystanlæg over 10 000 turb. HK. (aars- og døgn-HK.).	10 000	25 000	12		193 705	16 000		
	25 000	50 000	3		123 530	41 000		
	50 000	99 360	1		99 360	99 000		
Sum			16	13		26 000	416 565	35
Kl. B. Indlandsanlæg over 10 000 turb. HK. (aars- og døgn-HK.).	10 000	25 000	6		80 356	13 500		
	25 000	50 000	4		154 882	38 700		
	50 000	100 000	1		69 840	61 000		
	100 000	126 000	2		283 500	119 000		
Sum			13	11		41 000	534 578	44
Kl. A + B.			29	24		33 000	951 143	79
Kl. C. Kyst- og indlandsanlæg mellem 1000 og 10 000 aars HK.	1 000	10 000	91	76	253 997	2 800	253 997	21
Kl. A + B + C	1 000	126 000	120	100		10 000	1 205 050	100

TABEL II.
Gruppering av *ikke utbyggede fald* m. h. t. beliggenhet og størrelse.

	Aars HK.		Vandfaldenes		Sum turb. HK.	Midlere størrelse	Sum	%
	fra	til	antal	%				
Kl. A. Fald ved eller nær kysten over 10 000 turb. HK (aars- og døgnkraft).	10 000	25 000	91		1 332 000	14 600		
	25 000	50 000	35		1 286 000	36 700		
	50 000	100 000	11		902 000	82 000		
	100 000	235 000	8		1 280 000	160 000		
Sum			145	14		33 000	4 800 000	44
Kl. B. Indlandsfald over 10 000 turb. HK (aars- og døgnkraft).	10 000	25 000	76		1 199 000	15 700		
	25 000	50 000	22		825 000	37 500		
	50 000	100 000	12		732 000	61 000		
	100 000	150 000	4		544 000	136 000		
Sum			114	11		29 000	3 300 000	30
Kl. A. + B.			259	25		31 300	8 100 000	74
Kl. C. Kyst- og indlandsfald 1000 — 10 000 turb. HK.	1 000	0 000	801	75	2 900 000	3 600	2 900 000	26
Kl. A + B + C	1 000	235 000	1 060	100		10 400	11 000 000	100

TABEL III.
Gruppering av *ikke utbyggede fald* m. h. t. høide og beliggenhet.

	Høide i m		Vandfaldenes		Sum turb. HK.	Midlere Størrelse.	Sum	%
	fra	til	antal	%				
Kl. A. Fald ved eller nær kysten over 10000 HK. (aars- og døgnkraft)	19	20	1		12 000	12 000		
	20	100	20		360 000	18 000		
	100	300	35		779 000	22 200		
	300	500	46		1 610 000	35 000		
	500	950	43		2 039 000	47 000		
Sum			145	14		33 000	4 800 000	44
Kl. B. Fald inde i landet over 10 000 HK. (aars- og døgnkraft)	6	20	14		196 000	14 000		
	20	100	37		705 000	19 000		
	100	300	36		1 135 000	31 500		
	300	500	18		980 000	54 500		
	500	890	9		284 000	31 500		
Sum			114	11		29 000	3 300 000	30
Kl. A + B.			259	25		31 300	8 100 000	74
Kl. C. Kyst- og indlandsfald mellem 1000 og 10000 HK	2	860	801	75	2 900 000	3 600	2 900 000	26
Kl. A + B + C.	2	950	1060	100		10 400	11 000 000	100

hvilke energiens overførsel til kysten ikke spiller nogen væsentlig økonomisk rolle. Som maksimal længde for denne overførsel har jeg tat 30 kilometer.

Tabel I. viser beliggenhet og størrelse av *utbyggede fald* over 1000 HK. Man ser herav at den overveiende del av kraften (79 %) utvikles i et forholdsvis lite antal (24 %) av anlæggene Den store kraftmengde hos indlandsfaldene — 534 578 HK. — sammenlignet med kystfaldenes — 416 565 HK. — skyldes den omstændighet, at kvælstof-industrien har utnyttet to meget gunstige indlandsfald paa ikke mindre end 238 500 HK. tilsammen. Den største utnyttede faldhøide er 865 m. Som ovenfor nævnt er der installert maskineri for gjennemsnitlig 37 % mer end den anførte aars- og døgnkraft.

Den ikke utbyggede vandkraft. Den i *tabel II og III* angivne ikke utbyggede kraft beløper sig til 11 mill. HK. eller næsten 100 milliarder HK-timer i kraftstation. Det sterkeste indtrykk som *tabel II* efterlater, er sandsynligvis den høie procentsats av kraft som forefindes i kystfaldene (kl. A 44 %). Tar man i betraktning at ogsaa en del av faldene i kl. C ligger ved kysten, finder man at mer end halvparten av al vor ikke utbyggede vandkraft ligger i nærheten av sjøen. Den samlede energi i kystfald hvis størrelse er over 10000 HK., er 4 800 000 HK.

Da de 30 km.s avstand fra kysten er en vilkaarlig valgt grænse, har

jeg ogsaa beregnet forholdet under forudsætning av at avstanden reduceres til 10 km., og kommer da til det ganske interessante resultat, at rundt $\frac{2}{3}$ eller 3 200 000 HK. av kystfaldenes energi forefindes i fald som er mindre end 10 km. fra kysten, eller fra fjord som kan trafikeres av sjøgaaende skiber.

Et andet fremtrædende træk ved vore vandfald er de mange koncentrationer av betydelige kraftmængder. Der er saaledes 35 fald paa over 50 000 HK. Av disse er det største paa 235 000 HK. Den samlede kraft i disse 35 kraftkilder er 3 458 000 HK. d. v. s. gennemsnitlig ca. 100 000 HK.

De karakteristiske faldhøider er vist i *tabel III*. Kystfaldene viser sig her gennemgaaende at være de høieste; omtrent 60 % av al kraft i landet forekommer i fald som er 300 m. høie og derover.

Fremtidsmuligheter.

Det er ingen git at se den vei fremtidens udvikling vil ta. Med det syn jeg nu har, vil jeg dog i et par ord nævne de tidligere omhandlede hovedgrupper for energiens anvendelse.

Borgerlig behov bør være en prioritert klasse som først og fremst maa reserveres tilstrækkelig energi. Denne gruppe samler de faktorer som paa den mest intense maate direkte og indirekte griper ind i de tusen hjemms liv og trivsel. Den har naar man medregner energi til træforædling, for tiden beslaglagt vel 1 mill. HK.; men den har ikke paa langt nær naad sin fulde udvikling. Tar man hensyn hertil og til folkemængdens økning, mener jeg det vil være heldig om landets halve energi reserveres denne klasse. Dette motsvarer, utlignet paa den nuværende befolkning, 2 à 2 $\frac{1}{2}$ HK. pr. individ. Man maa i denne forbindelse være opmærksom paa at det borgerlige behov er stedbundet. Det er derfor ikke tilstrækkelig at reservere den hertil fornødne kraft hvorsomhelst; den maa reserveres paa saadanne steder at den er anvendbar for oie-medet.

Storindustri. Skjøndt denne i forhold til sit energikonsum ikke griper saa sterkt ind i de tusen hjemms trivsel som den foregaaende klasse, maa den for flere greners vedkommende regnes som helt national, idet den nyttiggjør landets raaprodukter, fremmer andre næringsveier, saasom jordbruk og industri, og spiller en viktig rolle i vor nationaløkonomi. Disse gode sider tiltrods bør man dog være opmærksom paa og sørge for, at der opretholdes et visst balanseforhold mellem vore gamle næringsveier, smaaindustri og storindustri. Det maa bli fremtidens sak at bestemme hvor grænsene bør trækkes; ti den alene vil kunne vurdere de faktorer som bør veie. Skulde det vise sig nødvendig, bør den anden

halvdel av vor vandkraft, naar den ligger paa saadanne steder at den fortrænger det borgerlige behov, reserveres storindustrien. Det blir Vestlandets store kraftkilder som da fortrinsvis kommer i betraktning.

Eksport av energi. Da energien i og for sig er lite værdifuld og først faar betydning ved sin anvendelse, bør man være opmerksom paa at eksporten ikke sker til fortrængsel for nogen av de to førstnævnte klas-sers behov. Man kan si, at jo længer vi venter med i større skala at eksportere energi, des sikrere er vi mot feilgrep; ti først naar vi har oversikt over vort eget behov, kan vi bedømme om vi har overskud av energi, og i tilfælde hvor stort.
