NORGES VASSKRAFT

OG ELEKTRISITETS-

PRODUKSJON

OSLO 1939

Copyright
Blix Forlag A/S
Oslo

GRØNDAHL & SØNS BOKTRYKKERI — OSLO

Norges vasskraft og elektrisitetsproduksjon.

Av Olaf Rogstad,
generaldirektør for Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen.

VASSKRAFTA.

Den nyttbare kraftmengda i Norges vassdrag er beregnet å utgjøre i alt 12,5 millioner turbinHK, som svarer til 9,2 millioner kilowatt (kW). Dette er årgangskraft, (all-the-year kW), dvs. kraft som er forhånden over samtlige døgnets og årets timer. Den samlede energimengd i vassdraga i landet er således noe over 80 milliarder kilowatt-timer (kWh) pr. år.

Som nyttbar vasskraft er ved fastsettelsen av de refererte oppgaver ovenfor tatt med de kraftkilder som ved en rimelig vassdragsregulering kan bringes opp til minst 1 000 turbinHK årgangskraft, og hvis utbyggingskostnad ikke overstiger kr. 500 pr. turb.HK regnet etter førkrigs-priser. (Reguleringsurgifter, fallets kostnad og mulige erstatninger ekskl.). Denne *øvre grensa* for utbyggingskostnader svarer etter prisnivået 1935—36 til en kraftpris på rundt kr. 100 pr. kW. for året eller noe mindre enn $1\frac{1}{4}$ øre pr. kWh. Utbyggingsprisen vil selvsagt da for de fleste kraftkilder ligge betydelig lavere. Særlig gjelder dette for de større kraftkilder som ligger mest laglig til for levering til industri.

En generell planlegging og kostnadsberegning av en del slike industri-vassfall, som representerte i alt ca. $\frac{1}{2}$ mill. kW, viste at den *gjennomsnittlige* utbyggingspris etter prisnivået høsten 1935 var rundt kr. 420 pr. kW, svarende til omtrent 0,5 øre pr. kWh. Krafta er da forutsatt levert på steder der en har isfri havn og arealer som høver for industrianlegg.

Det er selvfølgelig i Norge en hel del vassfall som ikke er kommet med i den offisielle oversikt over vasskrafta i landet[1]), dels fordi kraftmengda ikke når opp i 1 000 turb.HK og dels fordi utbyggingskostnadene ligger over den forutsatte grensa. Det er videre bare i de færreste tilfelle at en kraftkilde bygges ut for bare årgangskrafta, dvs. for et konsum som er konstant gjennom hele året. Hvor en — som i Norge — har høve til å skaffe tilstrekkelige magasiner, holdes vannet tilbake i de tider da konsumet er lite, for til andre tider å kunne levere en så meget større kraftmengd. De her nevnte forhold har ført til at Norges nyttbare kraftmengd ofte fins oppgitt å være betydelig større enn de offisielt oppgitte 12,5 mill. turb.HK. En framstående kjenner av vasskrafta i landet regner således med 16 à 18 mill. turb.HK.

Selv om en holder seg til den laveste ansettelse av størrelsen på Norges vasskraft — den offisielle — vil det ved sammenlikning med andre vasskraftland fremgå at Norge er uvanlig gunstig stillet. Regnet i absolutte tall kan det land i Europa som er nestrikest på vasskraft etter de foreliggende oppgaver bare oppvise ca. 65 % av det Norge har. Det kunne være fristende å gi opp tall her for de forskjellige land, men da de forutsetninger som ligger til grunn for de enkelte lands oppgaver, er innbyrdes meget avvikende, har dette f.t. mindre interesse. Mens således tallet for Norges vedkommende som foran nevnt angir hvor stor årgangskrafta er, angir de tilsvarende oppgaver fra andre land størrelsen av den vasskraft en kan påregne i 9 av årets måneder eller i ennå kortere tid. Til sammenlikning kan nevnes at om en skulle beregne Norges vasskraft på basis av 9 måneders brukstid, ville den nyttbare kraftmengd bli ca. 30 % større enn foran oppgitt.

*

På Norges-kartet — bakerst i heftet — er de enkelte vasskraftkilder, også de helt eller delvis utbygde, angitt ved sirkler med sentrum på det sted der selve kraftstasjonen er eller forutsettes lagt. Kraftmengda i de enkelte kraftkilder er

[1]) «Vannkraften i Det Sydlige Norge» ved Vassdragsdirektøren, 1919. «Vannkraften i Trøndelag og Nordland» ved Vassdragsdirektøren, 1920. «Vannkraften i Troms og Finmark» ved Vassdrags- og Fløtningsdirektøren, 1922. Alle i kommisjon hos H. Aschehoug & Co., Oslo.

proporsjonal med flateinnholdet av vedkommende sirkel.

Det fremgår av kartet at vasskraftkildene er temmelig ujevnt fordelt over landet. Både når det gjelder tallet på nyttbare kraftkilder og kraftmengd i de enkelte utbygginger står den sørvestlige delen av landet — Vestlandet — i en særstilling. Innen et område som utgjør 13,5 % av landets samlede areal og med 19 % av landets innbyggertall ligger her hele 35 % av Norges samlede nyttbare vasskraft. Det er likevel ikke bare ved sin mengd og størrelse at vasskraftkildene i denne delen av landet påkaller oppmerksomhet. Landskapets topografi, så vel som de meteorologiske og geologiske forhold legger også alt til rette for en billig utbygging. Landet stiger bratt opp av sjøen til høyder på 1 000 m og mer. Dette fører med seg at kraftkildene gjennomgående har store fallhøyder, så en selv med relativt små nedbørfelter — små vassføringer — får betydelige kraftmengder. De fuktige havvinder gir en stor og over året forholdsvis jevnt fordelt nedbør, som flere steder når en størrelse av 3 000 mm pr. år. Da de vassføringer en har å dimensjonere kraftanleggenes driftstunnel, rørledning osv. for, som regel er relativt små, blir kostnaden for utbyggingenes enkelte deler tilsvarende små. Kraftanleggene kan i sin helhet bygges i og på godt fjell, og utforing av tunneler o. l. unngås. De magasiner som er nødvendige ligger som oftest i lite verdifullt høyfjellsterreng, og utgiftene til ervervelse av reguleringsrettigheter, erstatninger m. v. er derfor små. Like ens er det sjelden at omsynet til andre interesser i vassdraga — såsom fløting, driften av andre kraftverker osv. — medfører noen avgrensing i den fulle utnytting av vassføringa i vassdraget.

Når det bemerkes at vasskraftkildene i det ovenfor omhandlede sørvestlige Norge ligger ved eller i umiddelbar nærhet av arealer utmerket egnet for større industrianlegg ved dyp, isfri havn, vil det ikke forbause at en rekke av vassfallene allerede er tatt i bruk til industrielle formål. For å nevne enkelte: Saudavassdraget leverer ca. 120 000 kW hovedsakelig til fremstilling av ferromangan, Tyssovassdraget leverer ca. 100 000 kW til diverse elektrokjemiske og elektrotermiske industrier, Bjølvovassdraget — med 865 m fallhøyde — leverer energi til fremstilling av ferrosilisium og ferro-krom, Øyreelva og Jetlandselva i Høyanger leverer energi til fremstilling av aluminium. Både i Bjølvo og Høyanger pågår for tida store utvidingsarbeid som vil auke kraftverkenes kapasitet ganske betydelig.

Også inne i landet — på Østlandet — har det sørlige Norge en rekke store kraftkilder. Disse kan inndeles i to karakteristiske grupper. For begge grupper gjelder at det sammenlignet med Vestlandets kraftkilder er relativt store vassføringer å arbeide med.

Den første gruppe omfatter de kraftkilder som ligger inne i landet, ved foten av den bratte overgangen fra høyfjellsviddene mot vest til låglandet i det sørøstlige Norge. Det er særlig i de vassdrag som har utspring på Hardangervidda en finner slik vasskraft. Fallhøydene dreier seg om 300—400 m for de største og mest kjente av disse kraftkilder. Regnet sørfra og nordover kan en nevne Tokke, Rjukan, Mår og Nore; av disse er for tida utbygd (helt eller delvis) Rjukan for kraftlevering til Norsk Hydro-Elektrisk Kvælstof-Aktieselskaps fabrikker og Nore for levering til den alminnelige kraftforsyning til byer og bygder på Østlandet.

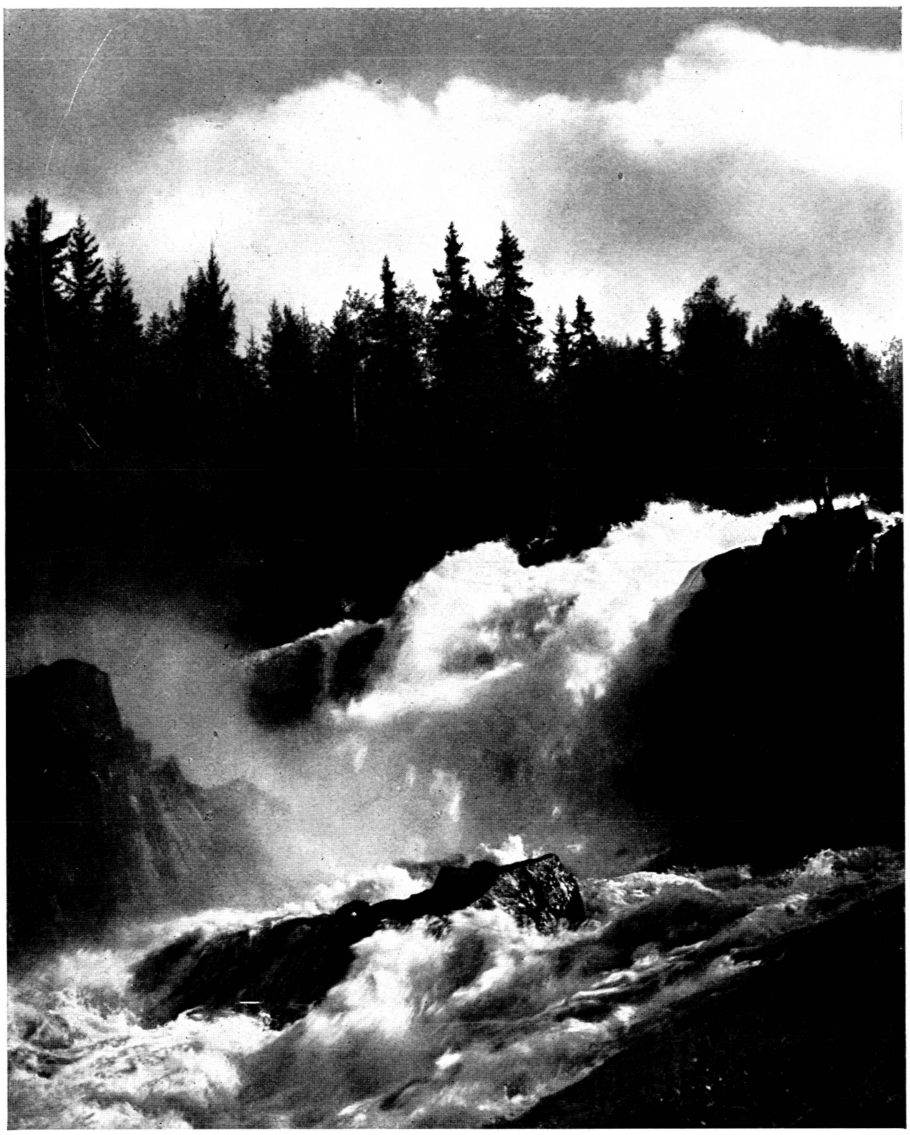
Den annen gruppe av store kraftkilder i denne delen av landet er å finne i den nedre del av de større vassdrag. Det er her fallhøyder på 15—30 m som blir utnyttet. Disse fall utbygges som oftest med en inntaksdam tversover vassdraget og med kraftstasjonen like inntil dammen. Mest kjent av kraftkildene i denne gruppe tør være de utbygde fall i Glommas nederste del: Mørkfoss-Solbergfoss, Kykkelsrud, Vamma og kraftverkene ved Sarpsfossen. Disse kraftverker er utbygd for betydelige vassføringer, ved full maskininstallasjon kan således Mørkfoss-Solbergfoss drive med mer enn 600 sm³.

*

Ser en på vasskraftkildene i landet lenger nord — i Trøndelag og Nord-Norge — vil en finne meget varierende forhold i de forskjellige distrikter både med omsyn til antall og med omsyn til regulerings- og utbyggingsvilkår.

I Trøndelag-fylkene har en på et område som utgjør 12,8 % av Norges samlede flateinnhold og der det bor 9,6 % av folkemengda i landet bare 6,2 % av den samlede nyttbare vasskraft. Stort sett kan kraftkildene i Trøndelag sies å være en type som ligger mellom de to foran omhandlede grupper av kraftkilder på Østlandet. — Med enkelte unntak må de naturlige vilkår for å tilveiebringe fornødne reguleringsmagasiner sies å være relativt dårlige i Trøndelagsvassdraga. Til tross for dette kan likevel landsdelen oppvise en del vassfall med en nyttbar kraftmengd hver på ca. 40 000 kW årgangskraft, et par i søre fylke og et — det største — oppe ved grensa mot Nordland fylke.

I Nord-Norge, fellesbetegnelsen for de tre nordligste fylker i landet: Nordland, Troms og Finnmark, er det — som et blikk på kartet forteller — en overordentlig stor innbyrdes forskjell på de tre fylkers rikdom på vasskraft. For den vesentlige del av vasskrafta i Nord-Norge gjelder det samme som for vasskrafta på Vestlandet med omsyn til kraftkildenes beliggenhet. De ligger like ved eller nær isfri havn, og har en ikke her i umiddelbar nærhet av kraftverket de nødvendige arealer til industrianlegg, er det som regel en enkel sak å føre krafta over til steder som høver.



Mesnafallene.

Både med omsyn til kraftmengd og gunstige regulerings- og utbyggingsforhold er Nordland fylke helt overlegent stillet sammenliknet med de to andre fylker. I alt har en i Nordland 1 167 000 kW vasskraft som kan utnyttes, dvs. 30,5 kW pr. km² flateinnhold eller 6,2 kW pr. innbygger. De tilsvarende tall for hele Norge er 28,5 kW pr. km² og 3,3 kW pr. innbygger. — De store kraftkilder i Nordland fylke er for de flestes vedkommende av noenlunde samme karakter som de foran omhandlede vestlandske kraftkilder, med fallhøyder opptil 700 m. Enkelte er dog av en type som mer likner Østlandets kraftkilder. Av store kraftkilder som nærmest faller inn under førstnevnte kategori, kan nevnes Fykanåga, som fullt utbygd kan levere henimot 100 000 kW. Videre har en i denne gruppe Skjomavassdraget som i én utbygging gir en kraftmengd på 80 000 kW. — Av kraftkilder som hører til den annen kategori har en Røsåen, som ved full utbygging er beregnet å gi i alt 175 000 kW årgangskraft, av disse 115 000 kW fra den ene av de tre kraftstasjoner.

Som nevnt er Nord-Norge for øvrig (Troms og Finnmark fylker) langt fattigere på vasskraft som kan nyttes. Til belysning av forholdet anføres under henvisning til de tilsvarende oppgaver foran for Nordland fylke og det hele land: Troms har i alt 195 000 kW, motsvarende 7,5 kW pr. km² og 2,0 kW pr. innbygger, Finnmark har 154 000 kW, motsvarende 3,2 kW pr. km² og 2,9 kW pr. innbygger. I Troms fylke har en de største kraftkilder i Barduelva, der det kan innvinnes rundt 80 000 kW årgangskraft, fordelt på to omtrent jevnstore utbygginger. I Finnmark fylke har en Altelva som i alt er beregnet å kunne utbygges for henimot 80 000 kW, hvorav de 60 000 kW faller på de tre største anlegg. I Pasvikelva, som danner grensa mot Finnland, er også en del vasskraft som kan nyttes.

*

Vassføringa i vassdraga varierer betydelig i årets løp, særlig på grunn av at nedbøren om vinteren for en stor del faller som sne som først

smelter og kommer vassdraga til gode om våren og sommeren. Det er da uten videre klart at de naturgitte vilkår for å tilveiebringe de nødvendige magasiner til regulering av vassføringa i vassdraga er en vesentlig faktor for nyttiggjøringen av vasskrafta i landet.

Foran er anført en del om reguleringsforholdene. Til supplering skal tilføyes noen nærmere data.

For å kunne disponere den kraftmengd som den samlede nyttbare vasskraft i Norge er oppgitt til — 9,2 millioner kW årgangskraft — trengs det magasiner på i alt omkring 45 milliarder m³. Hittil er tilveiebrakt magasiner på tilsammen ca. 10 milliarder m³. Sett under ett må de naturlige forhold i Norge sies å by meget gunstige vilkår for etablering av de nødvendige magasiner til vassdragsreguleringer. Men også på dette punkt er forholdene forskjellig i de forskjellige deler av landet.

For vassdraga i det sørøstlige Norge er muligheten for en mer utstrakt regulering av vassføringa som regel relativt begrenset. Etableringen av magasiner nede i lavlandet kan nemlig ikke drives særlig langt, av omsyn til bebyggelse, jordbruk, ferdsel m. v. Som et eksempel kan nevnes Glomma. Dette vassdrag har i sitt nedbørfelt bl. a. Norges største innsjø Mjøsa (359 km² flateinnhold). Nedafor denne innsjø ligger det foran nevnte Mørkfoss-Solbergfoss kraftverk. Den gjennomsnittlige vassføring er her 665 sm³, men den regulerte vassføring kan neppe påregnes å nå opp til stort mer enn halvparten av denne størrelse.

Som allerede tidligere berørt frembyr vassdraga på Vestlandet meget gode vilkår for å tilveiebringe de nødvendige magasiner. En kan her praktisk talt for alle kraftkilder påregne en noenlunde fullstendig regulering av vassføringa i vassdraga.

Den magasinstørrelse som er nødvendig for å oppnå forskjellige regulerte vassføringer i et vassdrag kan uttrykkes i prosent av den totale vannmasse som i gjennomsnitt pr. år passerer det sted i vassdraget der den regulerte vassføringa først skal utnyttes. Til fastlegging av disse data har en gjennom lengre tid foretatt sammenhengende — for det meste daglige — observasjoner av vassføringene i vassdraga rundt om i landet. En har f. t. ca. 450 slike observasjonssteder. Det grunnlag en har fått for å angi forholdet mellom reguleringsmagasin og påregnelig vassføring er meget godt. En sammenlikning mellom landets vassdrag viser at Vestlandsvassdraga har lave prosenttall, dvs. de krever relativt mindre magasinstørrelser for regulering av vassføringa. Magasinene her ligger som allerede anført oftest i høyfjellet der terrenget er lite verdifullt, og byggearbeidene kan utføres i og på solid fjell. Da vassføringa dessuten utnyttes i store fallhøyder, blir kostnaden med å regulere vassdraga regnet pr. kW meget rimelige.

Det som er sagt foran om reguleringsforholdene på Vestlandet gjelder også i stor utstrekning for vassdraga i Nordland fylke. En spesiell omtale må den største kraftkilde i fylket — Røsåen — gis, også hva reguleringsforhold angår. Ved å demme Røsvatn 10 m skaffer en 2 milliarder m³ magasin, tilstrekkelig til fullstendig regulering av vassdraget.

Trøndelags-vassdraga har, som tidligere anført, med noen få unntak bare små naturlige reguleringsmuligheter, idet de store vassdrag bare har få og små sjøer. Delvis av omsyn til kraftinnvinning og delvis for å oppnå senking av skadeflom arbeides det for tida med planer om å etablere kunstige magasiner. I samband med dette kan det være av interesse å nevne at det ene av disse magasiner, Sylsjøen i Nidelva, i tilfelle det kommer til utførelse, praktisk talt i sin helhet vil ligge på svensk grunn. Framgangsmåten ved ordningen av de spørsmål som dette forhold reiser, er fastlagt ved en konvensjon av 1931 mellom Norge og Sverige om mellomriks-vassdraga.

Også i de to nordligste fylker, Troms og Finnmark, er det lite av naturlige reguleringsmuligheter. I Troms fylke kan en likevel skaffe en ganske god regulering av Barduelv. I Finnmark kan det skaffes en del magasin ved å regulere sjøene i Altelv, liksom der som et alternativ for utnyttelsen av kraftkildene i Pasvikelv er forutsatt en større regulering av den finske innsjø Enare. Gjennomføres denne regulering, vil den nyttbare kraftmengd i Pasvikelv auke fra rundt 30 000 kW årgangskraft til det dobbelte.

*

Til belysning av hvordan Norges vasskraftkilder fordeler seg, inndelt i grupper etter størrelsen av de enkelte kraftkilders årgangskraft viser en til fig. 1. En kort forklaring av figuren er kanskje påkrevd.

I gruppen 5 001—10 000 kW f. eks. måler en høyden av den nederste sorte flate på målestokken til høyre og finner det samlede antall kraftkilder på fra 5 000 opptil 10 000 kW årgangskraft å være rundt 170. Måles på samme måte høyden av den øverste sorte flate i gruppen 5 001—10 000 kW, men på målestokken til venstre, finner en

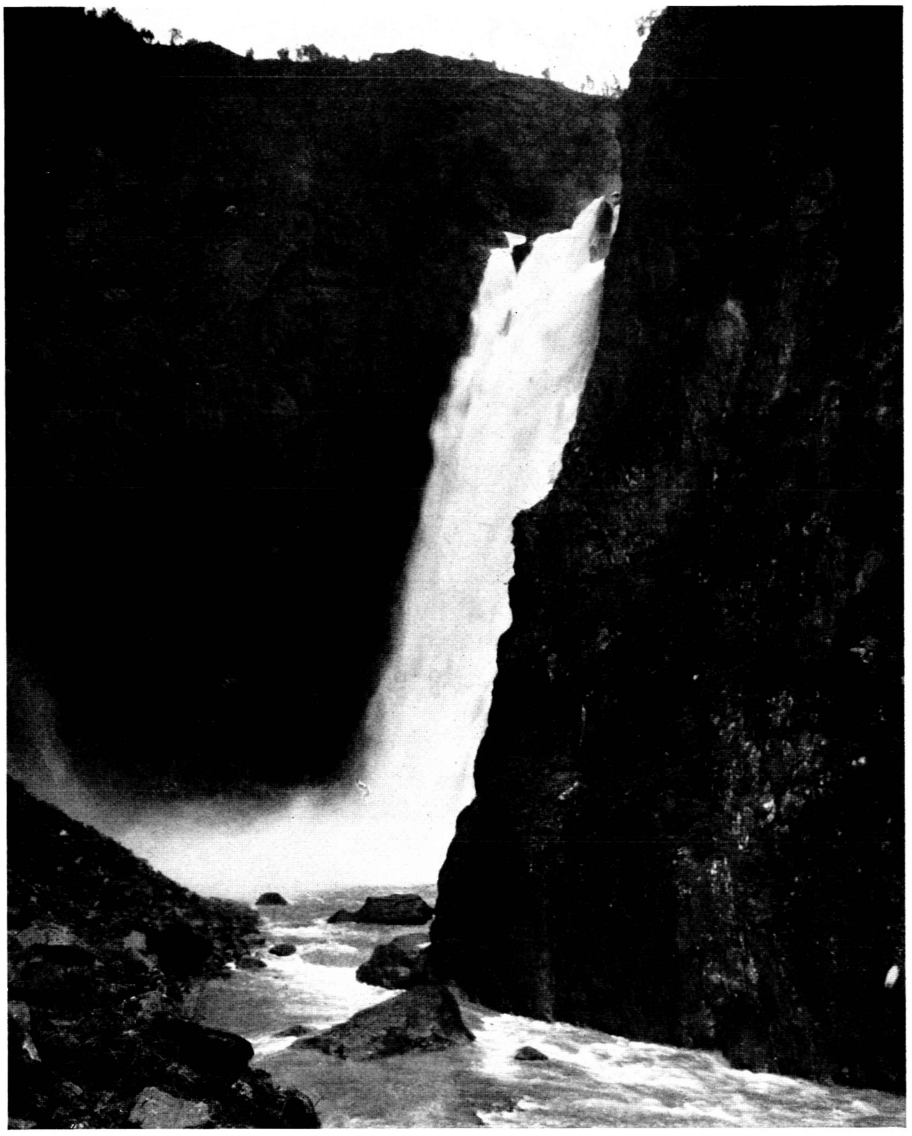
at disse 170 kraftkilder kan bygges ut for en samlet årgangskraft på rundt 1 200 000 kW. Det tilføyes at fig. 1 selvfølgelig ikke kan angi de nøyaktige tall men bare må betraktes som en god orientering. Den som «nyttbar» regnede vasskraft er fordelt på rundt 1 340 fallkomplekser. Av disse har omlag 60 % fallhøyder på 300 m og derover.

*

Det er tidligere nevnt at en rekke av Norges største og gunstigste kraftkilder får sin utbygging ved eller like i nærheten av isfri havn. Av landets ennå ikke utbygde vasskraft ligger henimot 150 kraftkilder ved eller nær sjøen, og hver av disse kan utbygges for 10 000 HK årgangskraft eller derover.

*

I sammenheng med spørsmålet om å anlegge et jernverk i Norge er det utarbeidd planer med kostnadsoverslag for utbygging av en del av statens vassfall som anses særlig egnet for levering til et slikt jernverk. Den etterfølgende tabell gir en oversikt over kraftmengder, byggekapital og kraftpriser. Det må merkes at utbyggingene er planlagt utført for årgangskrafta (dvs. 8 760 brukstimer pr. år) og at overslagene er basert på prisnivået høsten 1935. Videre gjør en oppmerksom på at det i flere av kraftkildene kan skaffes større kraftmengder enn de som er oppført i tabellen. Det spørsmål som forelå var imidlertid begrenset til å gi en teknisk-økonomisk oversikt for tilveiebringelsen av maksimalt 60—70 000 kW i de forskjellige kraftkilder.



Voringsfossen.

Kraftkilder	Kraftmengd i kW ved sjøen		Krafta koster ved sjøen		Krafta overført til
	Årgangs	Reserve	Byggekap. mill. kr.	kr. pr. kW-år	
Barduelv	84 100	19 300	37,240	43,60	Salangsverk
Skjoma	63 500	13 400	35,580	54,70	Sjøen ved Elvegård
Fykanåga, Glomfjord	82 000	16 800	28,775	33,40	Spildra
Bjerka	33 500	17 500	14,900	44,00	Fineidet
Røsåen	62 500	16 600	20,910	33,30	Fineidet
Namsen	45 000	15 000	19,080	41,80	Mellingfoss
Ullo	67 000	16 900	20,650	30,80	Haugenesset ved Vadla
Kvina, nedre	52 000	5 800	28,379	54,50	Øie ved Fedefjord

Det fremgår av tabellen at kraftens selvkostnad er fra kr. 30,80 til kr. 54,70 pr. kW-år. Dette svarer til en pris på fra 0,35 til 0,63 øre pr. kWh.

Den Norske Ingeniørforening har i 1936 foreslått utgivelsen av en brosjyre med titel Some Water Power Resources available in Norway. I denne er gitt korte oversikter foruten av de i tabellen foran medtatte kraftkilder også av en rekke slike i privat eie, til dels med oppgaver over kraftens produksjonspris. Som bilag til brosjyren følger et kart som viser beliggenheten av Norges viktigste forekomster av jern, svovelkis, kobber, sink, bly, nikkel og kalkstein.

*

I motsetning til det som er tilfelle i andre europeiske land er vasskrafta i de norske vassdrag undergitt privat eiendomsrett. Det er eieren av den grunn som støter ned til vassdraget som også eier vannet i dette og dermed vasskrafta. Er det forskjellige grunneiere på de to sider av vassdraget, deles vassrettigheten mellom dem. Da en kraftkilde som regel dannes av stryk og fall over en større strekning i vassdraget, og da vassdraga dessuten ofte er grenseskillet mellom eiendommene på vassdragets to sider, kan det bli nokså mange sameiere i en kraftkilde. Eiendomsretten til mange av de nyttbare kraftkilder — og da fortrinsvis de gunstigste — er dog nå samlet på én hånd, idet selve vassretten er frasolgt de eiendommer den opprinnelig hørte til.

Den overveiende del av vasskrafta i landet eies fremdeles av private, men både de enkelte kommuner, fylkeskommuner og staten er store vasskrafteiere. Således har for tiden den norske stat noe over 2 millioner kW. Omtrent halvparten herav er vasskraft som tilligger statseiendommer rundt om i landet og den annen halvpart har staten ervervet ved kjøp. Grunngivninga for disse kjøp har dels vært å sikre staten en regulerende innflytelse m. o. t. tilstrekkelige kraftforråd og rimelige kraftpriser til landets alminnelige elektrisitetsforsyning. Dels har staten foretatt vassfallskjøpene for å sikre landets jernbaner høvelige kraftkilder for overgang til elektrisk drift.

For overdraging av eiendomsrett til vasskraft gjelder bestemmelsene i den såkalte ervervslov (konsesjonsloven) av 14. desember 1917 med tillegg av 14. august 1918, 21. mai 1920, 22. juni 1928, 24. juni 1931 og 24. mars 1933. Etter denne lov kan bare staten og norske kommuner fritt erverve eiendomsrett og bruksrett til vassfall. Alle andre rettssubjekter må ha tillatelse av Kongen (konsesjon). Konsesjon er nødvendig såfremt ervervelsen gjelder en kraftkilde som ved regulering kan bringes opp i mer enn 1 000 natur hestekrefter, alene eller utbygd under ett med annen vasskraft som erververen eier. Eller hvis ervervelsen gjelder vasskraft som ved regulering antas sammen med andre vassfall som erververen og hans familie eier, leier eller bruker i Norge å kunne bringes ut til mer enn 5 000 naturhestekrefter. Konsesjonen gis for et tidsrom av inntil 50 år, eller med Stortingets samtykke inntil 60 år, hvoretter vassfallet med tilhørende grunnstykker, rettigheter, maskineri, bygninger og annet tilbehør vederlagsfritt tilfaller den norske stat. Det som ikke tilfaller Staten, kan den innløse etter skjønn eller forlange fjernet. Staten forbeholdes videre innløsingsrett til det hele anlegg når det er gått 35 år av konsesjonstiden.

Loven gir for øvrig bl. a. bestemmelser om frist for å ta til med utbyggingen, om kraftavståing og avgifter til stat og kommune, om fortrinsrett for norske arbeidere og funksjonærer og om avsetting av fond til sikring av vedkommende kommunes eventuelle understøttelsesplikt like overfor de arbeidere som er beskjeftiget ved utbyggingen.

Av lovgivning om eiendomsrett til norsk vasskraft skal her videre nevnes: Lov av 15. august 1911 med tillegg av 12. juli 1912 om tvungen avståelse av vassfall i visse øyemed til kommuner og lov av 6. juli 1917 om tvungen avståelse av vassfall til staten. Formålet med disse lover er å sikre det offentlige og almenheten den vasskraft som anses påkrevd. Begge lover gjelder både utbygde og ikke utbygde vassfall. Etter den førstnevnte lov må fallet likevel ikke være utbygd for mer enn halvparten av den kraftmengd fallet kan utbringes til ved hensiktsmessig regulering.

ELEKTRISITETS-PRODUKSJONEN.

Allerede i det trettende århundre var vasskrafta i de norske vassdrag tatt i bruk til drift av kvernsteinene i kornmøller. Fra det sekstende århundre blir vasskrafta i videre og etter hvert ganske sterkt voksende grad nyttet som drivkraft for vass-sager til skjæring av tømmer. I første halvdel av forrige århundre får en så langs vassdraga de vasskraftdrevne papirmøller og deretter tresliperiene. Av de sistnevnte ble det etter hvert bygd mange, og det var særlig disse som fra 1860-årene av tok den nye oppfinning, vassturbinene, i bruk.

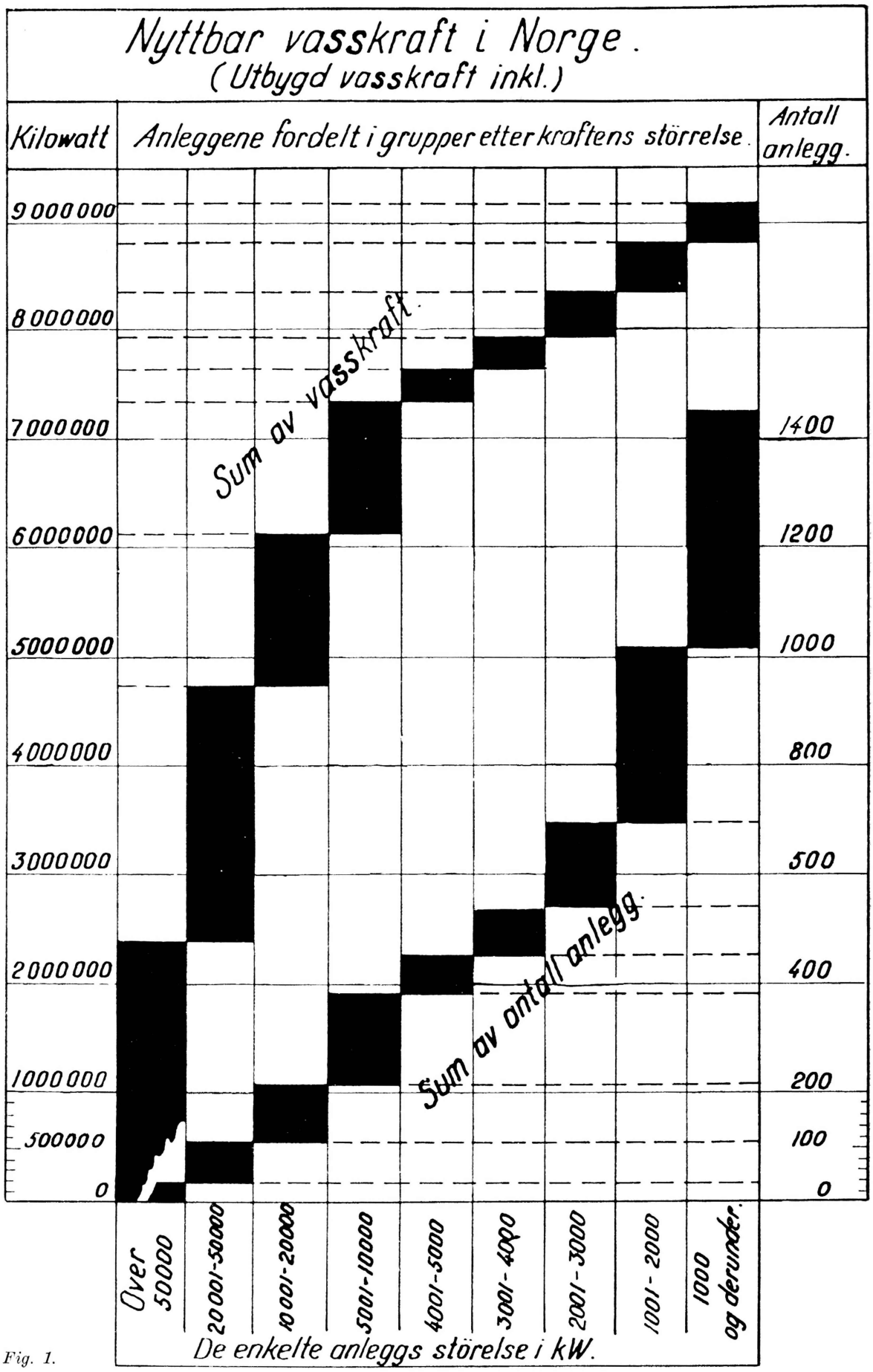

Nyttbar vasskraft i Norge.
(Utbygd vasskraft inkl.)
Kilowatt
Anleggene fordelt i grupper etter kraftens störrelse.
Antall anlegg.
9000000
8000000
7000000
6000000
5000000
4000000
3000000
2000000
1000000
500000
0
1400
1200
1000
800
500
400
200
100
0
Sum av vasskraft.
Sum av antall anlegg.
Over 50000
20001-50000
10001-20000
5001-10000
4001-5000
3001-4000
2001-3000
1001-2000
1000 og derunder.
De enkelte anleggs störelse i kW.

Fig. 1.

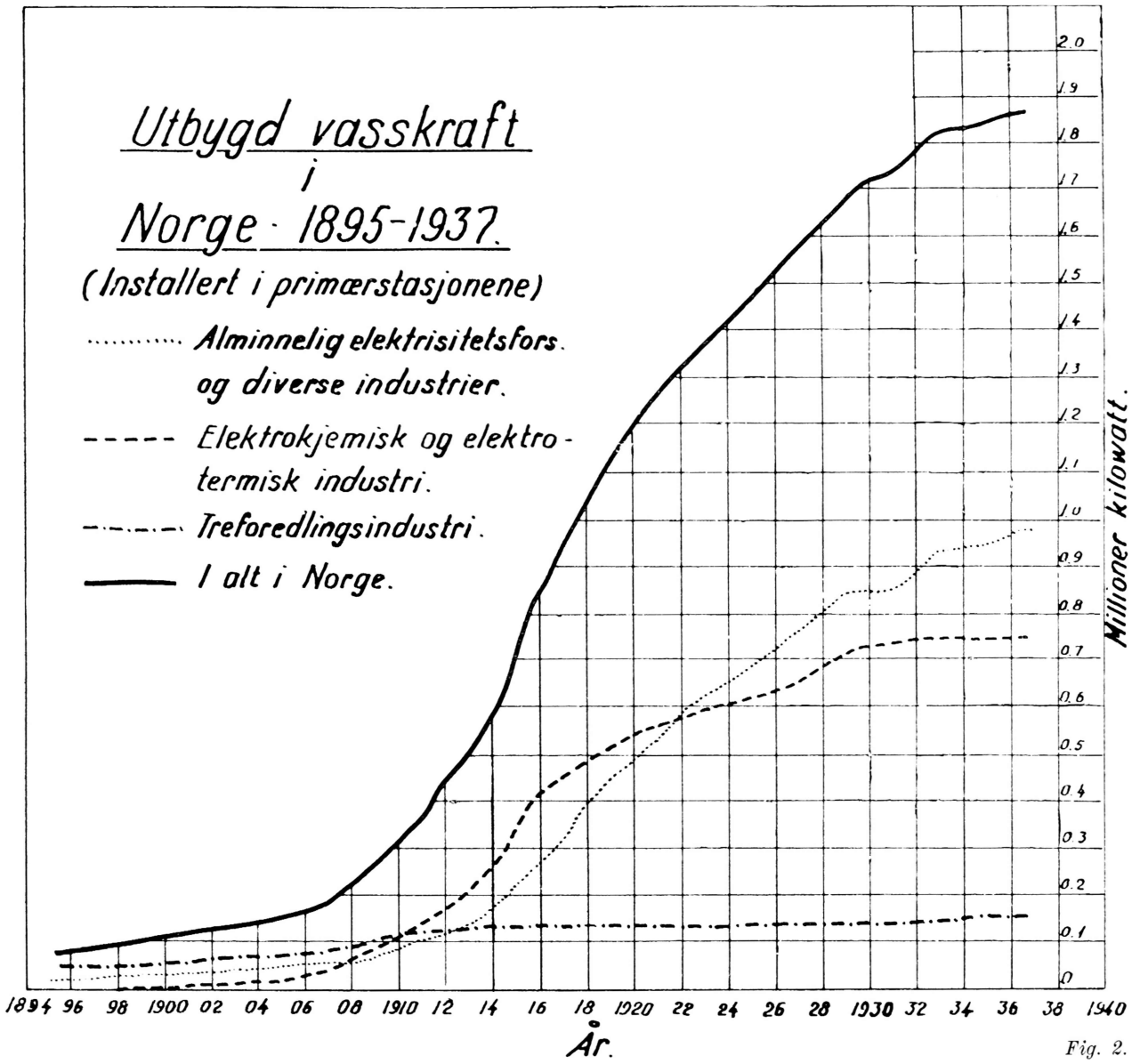


Fig. 2.

For alle de foran nevnte bedrifter gjelder at det bare var mindre fallhøyder og små kraftmengder de brukte. Det var da også en ganske liten del av landets vasskraft som etter hvert var utnyttet. Så sent som i 1895 regnes det at bare omkring 75 000 av landets nyttbare 9 200 000 kW var utbygd. Av de 75 000 kW falt rundt tre fjerdedeler på treforedlingsindustrien, dvs. bedrifter som fant sitt råstoff i Norges store skogrikdom. Den utbygde vasskraft ble i det vesentlige direkte nyttet som mekanisk energi. Bare i meget få tilfelle bruktes den til drift av en dynamo for fremstilling av elektrisitet, og i så fall bare til vedkommende bedrifts eget behov.

Omkring siste århundreskifte begynte imidlertid utbyggingen av landets vasskraft å ta fart. Dette hadde sin grunn til dels i nyoppdagede produksjonsmetoder basert på bruk av store elektrisitetsmengder og råstoffer som fins i rikelige mengder i landet. Til dels — og ikke minst — var årsaka den at overføring av elektrisk energi over lengre avstander var løst. Nyttiggjøringa av vasskrafta var ikke lengre bundet til det sted der kraftstasjonen lå. Energien kunne transporteres til steder som best egnet seg til anlegg for industriell virksomhet, og den kunne nå inn i hjemmene og skaffe lys og varme.

I fig. 2 er gitt en oversikt over utbygd vasskraft i Norge i årene 1895—1937. Det er angitt kurver for den samlede utbygging og dennes fordeling på de forskjellige større forbruksgrupper. Som det fremgår av figurene, var stigingen i utbygd kraft meget sterk i 10-året 1910—20, noe mindre sterk i årene 1920—30. For årene 1930 til og med 1937 er stigingen i utbygd kraftmengd, som figuren viser, gått vesentlig ned. Imidlertid pågår det f. t. rundt om i landet en rekke utbyggingsarbeid, dels større ny-anlegg, dels ut-

vidinger av allerede bestående kraftverker og dels modernisering av eldre verker. Det kan etter den oversikt en nå har gås ut fra at de nærmeste år igjen vil vise en ganske stor tilvekst i landets utbygde vasskraft.

Den energimengd som fremstilles ved andre driftsmidler enn vasskraft er i Norge av uvesentlig størrelse. Høyt regnet kan den anslås til et par prosent av den samlede energiproduksjon.

*

Det var i Norge ved utgangen av 1936 utbygd og satt i drift 1 477 vasskraftverker med en samlet installasjon på 1 860 000 kW motsvarende rundt 650 W. pr. innbygger. Regnet i årgangskraft representerte de utbygde kraftkilder rundt regnet 1 290 000 kW, dvs. det var på nevnte tidspunkt utbygd 14 % av landets nyttbare vasskraft.

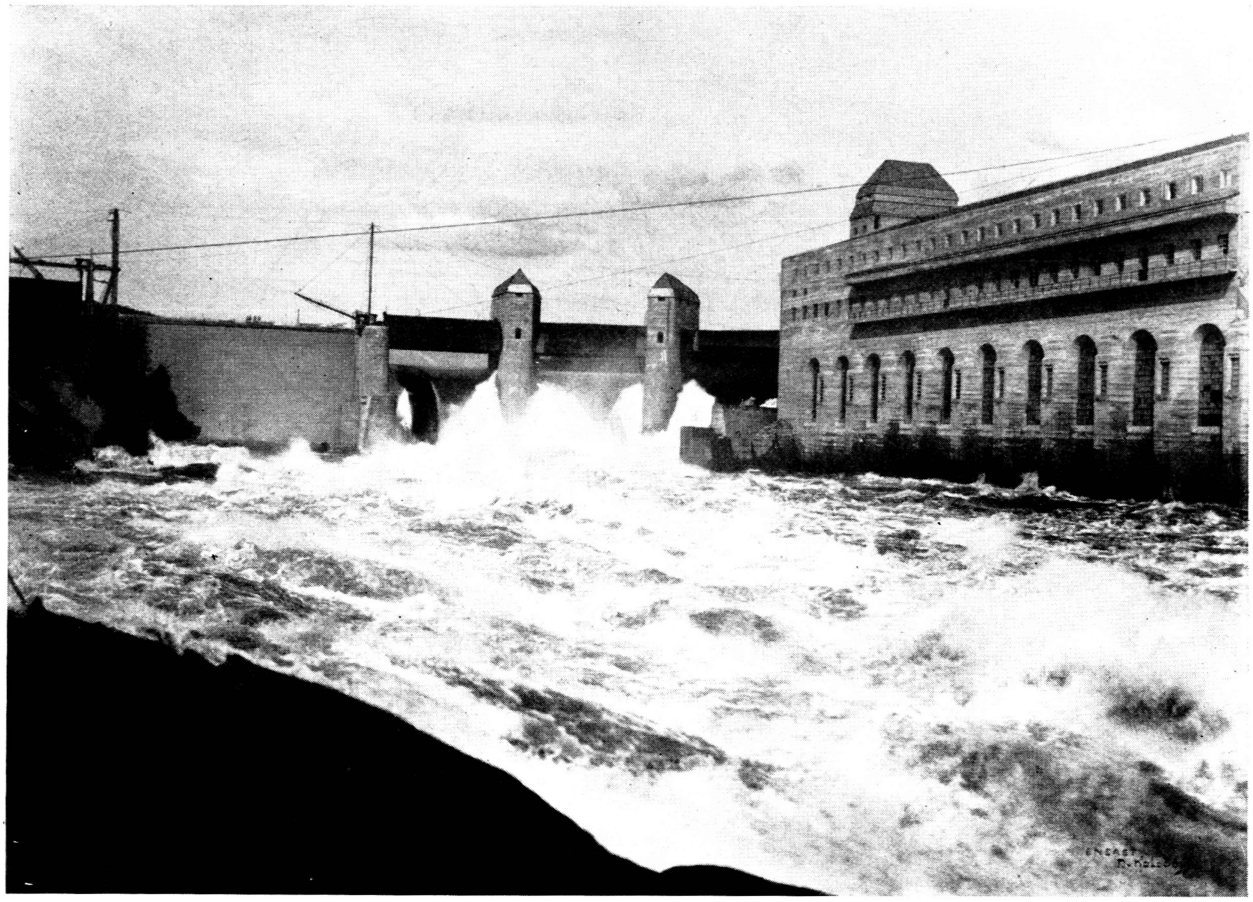
Skjeggedalsfossen.

Av den foran nevnte utbygde kraftmengd er temmelig nøyaktig 60 % utført for kraftlevering til industrielle bedrifter. Når unntas Glomfjord kraftverk og Kongsberg Sølvverks kraftverk, som eies av staten, er alle verker som leverer til industrien i Norge, bygd for privat regning. De øvrige 40 % av den utbygde kraftmengd er utført for landets alminnelige elektrisitetsforsyning, som omfatter levering av elektrisk energi til lys, husbruk, motordrift i landbruket, industrielt håndverk m. v. Denne landets alminnelige elektrisitetsforsyning har fra den tok sin begynnelse i 1890-årene mer og mer blitt en kommunal oppgave. Det er kommunene enkeltvis eller i sammenslutninger som er de ledende på dette område. I løpet av de siste årtier har dog staten også trådt til, både med utbygging av kraftkilder og utføring av overføringsledninger. — Det ble i 1936 i hele landet levert i alt 3 160 000 000 kWh til den alminnelige elektrisitetsforsyning. Av denne energimengd ble ca. 17,5 % produsert i private kraftverker, ca. 11,5 % i statens og ca. 71,0 % i kommunale kraftverker. Fordelingen av energien til de enkelte abonnenter foregikk for rundt 91 prosents vedkommende ved kommunal foranstaltning.

Som en interessant liten detalj kan i samband med ovenstående fortelles at det var verdens nordligste by, Hammerfest, som etablerte landets første kommunale elektrisitetsverk. Den utbygde i 1890 vassdraget Storelva for å skaffe byens innvånere elektrisk lys og kraft.

*

Den samlede elektrisitetsproduksjon i Norge målt hos de større avtagere utgjorde i året 1936: 7 985 000 000 kWh dvs. 2 750 kWh pr. innbygger. Etter de foreliggende oppgaver er dette den største energiproduksjon pr. innbygger noe land



Mørkfoss-Solbergfoss kraftverk. Utbygd fallhøyde: 22.6 m. — Installasjon: 90 000 kW, som anvendes til den almindelige kraftforsyning.

i verden kan oppvise. Den ligger 20 % høyre enn i det nestfølgende land og er nesten dobbelt så stor som i det tredje land i rekkefølgen.

Som allerede nevnt, går den største del av elektrisitetsproduksjonen til industrien. Således gikk i 1936 ca. 4 150 millioner kWh til de elektrokjemiske og elektrometallurgiske storindustrier, ca. 950 millioner til cellulose-, papir- og tremassefabrikkene og ca. 95 millioner kWh til bergverksindustrien.

Industriens kraftforsyning skjer med få unntak fra kraftverker som er utbygd spesielt for dette formålet.

Noen nærmere oversikt over industriens energiforsyning — størrelsen av anvendt anleggskapital, produksjonsprisen på krafta, brukstid m. v. — er ikke utarbeidd, da de nødvendige opplysninger ikke har stått til rådighet.

Det er tidligere nevnt at det for tiden pågår utvidingsarbeid ved kraftverkene i Bjølvo og Høyanger. På sistnevnte sted tilveiebringes ytterligere kraft ved utbygging av Eriksdalsvassdraget. Også i Trøndelag utvider industrien sin energiproduksjon, idet A/S Meraker Smelteverk utbygger Funnavassdraget. Foruten de igangværende utvidinger og nybygginger av vasskraftanlegg for allerede eksisterende industrier arbeides det med tildels store planer for en energiforsyning til mulige nye industrier. Således arbeider en av staten nedsatt komité med spørsmålet om etablering av et jernverk basert på elektrisk energi.

*

Den alminnelige elektrisitetsforsyning er høyt utviklet i Norge. Hele 75 % av folkemengda i landet var i 1936 forsynt med elektrisk energi. Alle landets byer har elektrisitetsforsyning, og av befolkningen i landdistriktene er ca. 66 % skaffet kraft. Tar en i betraktning den ringe folketetthet — 9 innbyggere pr. km² — får en et begrep om det store arbeid som er nedlagt i landets alminnelige kraftforsyning.

Et godt billede av omfanget av dette arbeid får en også ved å se på de anvendte kapitaler. Pr. 1. januar 1916 regner en at det var lagt ned ca. 127 mill. kr. i landets alminnelige elektrisitetsforsyning. Dette beløp var pr. 1. januar 1923 vokset til 780 mill. kr. og pr. 1. januar 1936 til 1 121 mill. kr. Folkemengda var ved de nevnte tidspunkter 2,5 respektive 2,7 og 2,9 millioner.

Med de avskrivinger som er foretatt gjennom årene står de kraftverker som er bygde for Norges alminnelige elektrisitetsforsyning pr. 1. januar 1936 i 694 mill. kr.

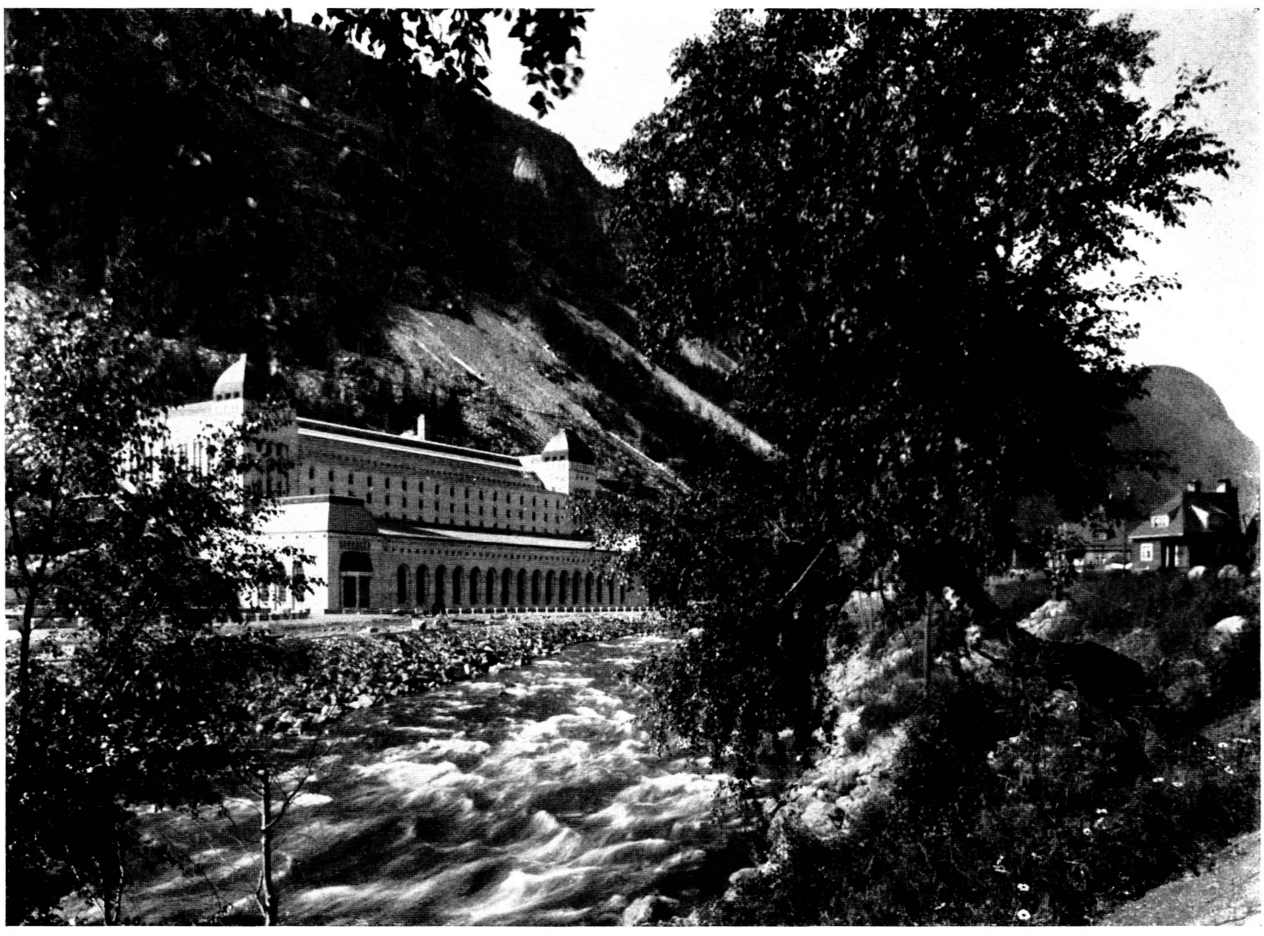
Det fremgår av de anførte tall at det særlig under krigen og i årene like etter ble nedlagt store beløp i kraftforsyningen i forhold til landets størrelse. Dette har sin forklaring i to ting: for det første ble tilførslen utenfra av kull og olje under krigen sterkt innskrenket, til dels stengt. Landets egne resurser måtte derfor settes inn for å dekke behovene så langt som mulig. For det annet medførte krigstidens enorme prisstigning på alle områder at utbyggingene ble svært fordyret. Dette siste resulterte for øvrig i at en rekke av kraftverkene ikke klarte å dekke sine årlige kapitalutgifter da mer normale forhold inntrådte. Til dels har det derfor vært nødvendig å søke gjeldsordninger, og til dels har staten måttet støtte med tilskudd og garantier. Ser en alle landets elektrisitetsforsyningsverker under ett, er likevel de økonomiske forhold nå sanert. Byenes verker samlet viser et årlig overskudd som er større enn underskuddet av bygdeverkene.

Som foran nevnt er det ca. 66 % av befolkningen i landdistriktene som har adgang til elektrisk energi. Rundt regnet 700 000 av innvånerne i landet er imidlertid fremdeles uten slik adgang. Arbeidet for å nå flest mulig av disse er nå tatt opp av statsmyndighetene med sikte på i løpet av 10—15 år å søke elektrisiteten skaffet fram til ytterligere ½ million av dem som ennå ikke har den. Det er da forutsatt at staten dekker gjennomsnittlig ca. 40 % av anleggsutgiftene.

*

Som sagt er den alminnelige elektrisitetsforsyning i Norge en oppgave som hovedsakelig er tatt opp til løsning av de respektive kommuner. Dette skjer til dels ved de enkelte kommuners tiltak, kommunale elektrisitetsverker. Til dels skjer det ved at kommuner med hensiktsmessig innbyrdes beliggenhet samarbeider om kraftforsyningen i de tilsluttede kommuner ved å opprette såkalte interkommunale elektrisitetsverker. Til dels overtar den større kommune-enhet, fylket, forsyningen av de kommuner som hører fylket til, fylkeskommunale elektrisitetsverker.

Såheim kraftverk. Utbygd fallhøyde: 275 m. — Installasjon: 118 500 kW, som anvendes til storindustriell produksjon.



De ovenfor nevnte arter av verker for den alminnelige kraftforsyning i Norge er oppstått etter hvert i den rekkefølge de her er nevnt. I hele landet har en f. t. 24 interkommunale og 6 fylkeskommunale elektrisitetsverker. For begge disse slags verker gjelder at kraftsalget foregår til dels ved engros-levering til de enkelte deltagende kommuner, som så distribuerer videre til abonnentene, og til dels ved at elektrisitetsverket selger energien direkte til abonnentene. Den førstnevnte ordning er innført ved 10 av de interkommunale og 3 av de fylkeskommunale verker.

Foruten de kommunale elektrisitetsverker deltar som allerede nevnt både staten og private i energiproduksjonen for den alminnelige kraftforsyning. Fra kommunale kraftverker levertes i 1936 tilsammen ca. tre fjerdedeler av den energimengd som gikk til alminnelig elektrisitetsforsyning.

I løpet av de siste 10—20 år er utviklet et system for produksjons- og fordelingssamarbeid mellom flere elektrisitetsverker, der verkenes innbyrdes geografiske beliggenhet og hydrografiske forhold gjør dette fordelaktig. De samkjørende kraftverker står i innbyrdes forbindelse over en sentral, som ved hjelp av apparater til fjernmåling og fjernkontroll samt linjerettet trådløs telefon fordeler nettets samlede belastning på de enkelte verker. En slik samkjøring byr flere og store fordeler. Her skal nevnes følgende:

De deltagende elektrisitetsverker representerer en gjensidig reserve for tilfelle av at et av verkene er utsatt for uhell og driftstans.

Gjennom samkjøringa blir det mulig å utnytte de enkelte kraftverkers produksjonsevne på beste måte. De hydrografiske forhold — forhåndenværende vassføring og magasinbeholdning — er som regel nokså forskjellig i de forskjellige vassdrag. Mens kraftverker ved ett vassdrag kan ha rikelig vassføring uten å ta fra magasinene, kan disse forhold være helt anderledes for kraftverker ved andre vassdrag som leverer energi til samme geografiske område. Er det nå etablert samkjøring mellom kraftverkene ved disse vassdrag, faller det naturlig å skyve mest mulig av belastningen over på de verker som har rikelig med vann. Disse får derved brukt en vassføring som de ellers bare delvis ville kunne utnytte. Samtidig vil kraftverkene ved de andre vassdraga kanskje kunne settes helt eller delvis ut av drift, og deres reguleringsmagasiner økes for bruk når forholdene gjør det nødvendig. Det som her er sagt gjelder også i høy grad når det tales om de vilkår samkjøringa gir for å utnytte best mulig de samlede forhåndenværende energimengder i vassdraga i de forskjellige år.

Som en tredje fordel ved samkjøring av kraftverkene innen et større område må nevnes at utvidinger og nybygginger på grunn av det større avsetningsområde raskere når opp til full belastning og dermed bedre økonomi.

Det er særlig i det sørøstlige Norge — Østlandsområdet — at samkjøringa har hatt sin utvikling. Østlandsområdet kan f. t. regnes å være det område som faller innenfor en sirkel med ca. 100 km radius og med sentrum i Oslo. Her er rundt 1,1 million innbyggere. De 12 største elektrisitetsverker innen dette område har sluttet seg sammen i en forening, Samkjøringen. Av disse har 9 både egne kraftverker og fordelingsanlegg, 3 har bare det siste. Statens kraftverk i Nore med overføringer og understasjoner deltar i samkjøringa. Den samlede generatorkapasitet som denne råder over i dag utgjør rundt 500 000 kW, heri iberegnet Nore med 100 000 kW.

For driftsåret 1936—37 hadde Samkjøringen i Østlandsomradet et samlet forbruk på 4 400 000 000 kWh. Ytterligere 600 000 000 kWh stod til disposisjon, men ble ikke nyttet. Statistikken synes å vise at den maksimale primakraft-belastning av nettet nå stiger med ca. 10—15 000 kW pr. år.

Foruten i Østlandsområdet er samkjøring av dertil hensiktsmessige kraftverker gjennomført eller under forberedelse flere steder i landet. Det dreier seg om relativt mindre områder, men for flere av dem gjelder at en innbyrdes forbindelse må antas med tiden å ville komme som en helt naturlig sak.

*

Erfaringene fra Norge viser at den betalingsmåte som blir brukt — tarifformen — spiller en stor rolle for utviklingen av den alminnelige elektrisitetsforsyning. Opprinnelig var fastpris-tariffen, dvs. en fast abonnementspris pr. kW pr. år, praktisk talt enerådende. Denne tarifform kalles også vippe-tariff, fordi leveringen hos abonnentene kontrolleres ved en strømbegrenser eller vippe som det heter i Norge. Årsprisen kan etter forholdene variere mellom ca. kr. 100 og ca. kr. 300 pr. kW pr. år. Abonnenten har etter denne tariff rett til å bruke det antall Watt han abonnerer på konstant gjennom alle årets 8 760 timer, om så skulle ønskes. Selv om dette ikke skjer, vil denne tarifform under vanlige forhold by så billige energipriser — 3 à 4 øre pr. kWh — at abonnentene stimuleres til en allsidig bruk av

elektrisitet. Det tør være uten tvil at vippetariffen, som fremdeles er meget både populær og brukt, har en god del av æren for at landets alminnelige elektrisitetsforsyning i dag er så høyt utviklet.

Ønsket om å utvide muligheten for en økonomisk bruk av elektrisk kokning i husholdningene har ført med seg at elektrisitetsverkene i de senere år har søkt å finne nye tarifformer som høver for det. For å koke elektrisk kreves så stor effekt at utgiftene etter ren vippetariff som regel blir for høye for det store flertall av husholdningene i landet. Mange elektrisitetsverker har som nevnt møtt denne vansken ved foruten vippetariffen å innføre andre tarifformer, de såkalte blandede tariffer. Det er flere slags slike tariffer; her skal nevnes to: overforbrukstariffen og grunnavgiftstariffen.

Overforbrukstariffen gir høve til abonnement på et fast minstekvantum, f. eks. 500 W. Trengs det mer energi enn det, betales den overskytende energi etter kWh-pris.

Grunnavgiftstariffen forutsetter en fast tilknyttingsavgift, som ofte regnes etter størrelsen på vedkommende beboelsesleilighet. Til denne grunnavgift kommer så et tillegg som regnes etter forbrukte kWh.

Det arbeides for øvrig meget med å skaffe elektrisiteten en utvidet bruk. Således søker en å finne fram til en hensiktsmessig løsning av problemet oppvarming av hjemmene med elektrisitet. Dette er for tiden undergitt omfattende forsøk og overveielser fra flere hold, både komiteer og elektrisitetsverker. Noe endelig resultat av disse undersøkelser foreligger dog ennå ikke.

*

Det kunne kanskje ventes at jernbanene i Norge var drevet vesentlig med elektrisitet. Når så ikke er tilfelle, har det flere årsaker. For det første er trafikktettheten med få unntak liten. Dernest er det mange distrikter i landet som ennå venter på jernbanesamband i det hele tatt. Det fører med seg at de bevilgninger som kan ytes til statens jernbaner fortrinsvis brukes til å utvide banenettet, ikke til forbedring av de baner en har. Elektrisering av disse pågår dog, om enn i et tempo som nok kunne ønskes raskere.

For tida er rundt regnet 9 % av landets samlede banelengde eller 320 km drevet med elektrisitet. På denne strekning faller ca. 25 % av trafikken. Krafta leveres til dels fra verker som er spesielt anlagt for dette øyemed og til dels fra den alminnelige kraftforsynings nett. Forbruket dreier seg om 35 mill. kWh pr. år målt på kontaktledningen.

*

Av lovgivning om frembringelse, bortleie og fordeling av elektrisitet i Norge skal nevnes:

I den tidligere omtalte ervervslov (konsesjonslov) av 14. desember 1917 er fastsatt vilkårene for leie av energi frembrakt ved vasskraft. Gjelder det et større kvantum enn 500 (unntakvis 200) hestekrefter, kreves konsesjon, forsåvidt det ikke er staten eller norske kommuner som skal leie. — Ved lov av 23. juli 1894 med tillegg av 26. juli 1916 er gitt bestemmelser om tvungen avståing av grunn m. v. til anlegg av elektriske kraftledninger. — Videre har en lov av 16. mai 1896 med tillegg av 26. juli 1916 og 16. juli 1920 om foranstaltninger til betryggelse mot fare og ulemper ved elektriske anlegg m. v. Etter de Forskrifter for elektriske Anlegg som er fastsatt i henhold til denne lov, skal likestrøm med over 500 V og andre strømarter med mer enn 250 V spenning regnes som høyspent energi. (Den alt overveiende del av forbruksapparatene i Norge bruker trefaset vekselstrøm med 220—230 V spenning). — Loven av 24. mai 1929 med tillegg av 7. april 1933 og 7. mai 1936 fastsetter bestemmelser om offentlig tilsyn med elektriske anlegg. — Endelig har en lov av 1. juli 1927 om registrering av elektriske kraftledninger. Denne lov gir regler om innføring av høyspente sterkstrømsledninger i et eget panteregister, kraftledningsregistret.