



J. x. 58 / 1910 / 2

Doneszenie wiadomosci
MEDDELANDEN FRÅN KUNGL. VATTENFALLSSTYRELSEN. *woda spad / Leitung Regierung*

N:o 2.

DIE WASSERKRÄFTE SCHWEDENS

UND DEREN AUSNUTZUNG.

BEARBEITET

IN DER

KÖNIGL. WASSERFALLDIREKTION.

STOCKHOLM.



STOCKHOLM

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
1910

101610

5.37

64

III 2275 //

6

MEDDELANDEN FRÅN KUNGL. VATTENFALLSSTYRELSEN.

N:o 2.

DIE WASSERKRÄFTE SCHWEDENS
UND DEREN AUSNUTZUNG.

—•••—
BEARBEITET

IN DER

KÖNIGL. WASSERFALLDIREKTION.

STOCKHOLM.



STOCKHOLM

101610

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

1910



J. x. 58/1910/2

nr inw. 1965

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315072

BPB-7-58/2013

0,01,-

Die Königl. Wasserfalldirektion und das Hydrographische Bureau sammeln nunmehr Material, um eine schematische Beschreibung der Flüsse Schwedens herzustellen. Die Ausarbeitung dieser Beschreibung, welche sowohl die hydrographischen wie die wasser-technischen Verhältnisse behandeln soll, ist indes auf mehrere Jahre verteilt worden. Die Wasserfalldirektion hält es daher für angebracht zur Orientierung eine kurze Zusammenstellung über die Wasserkräfte Schwedens und deren Ausnutzung bereits jetzt zu veröffentlichen, die einerseits eine allgemeinere Beschreibung, andererseits einige Data über eine Anzahl bereits fertiggestellter Wasserkraftanlagen umfasst. Das Material für die Einzelbeschreibung ist zum Teil Zeitschriften und Broschüren entnommen, zum Teil durch Angaben von den Eigenthümern der Anlagen, von konsultierenden Ingenieuren und Lieferanten gesammelt worden. Das dadurch erhaltene Material leidet jedoch an Ungleichmässigkeit, indem z. B. einige Wasserkraftanlagen etwas knapp behandelt oder sogar unerwähnt gelassen, während andere Anlagen dagegen ausführlicher behandelt worden sind. Diese Mängel dürften indes nicht hindern, dass die vorliegende Veröffentlichung bei einer allgemeinen Orientierung auf dem betreffenden Gebiete vom Nutzen werden kann, besonders für die vielen Ausländer, welche nach Schweden kommen, um die Ausnutzung der Wasserkräfte in unserem Lande zu studieren.

Stockholm, im Juli 1910.

F. VILH. HANSEN.

Fredrik Jonson.

Die Wasserkräfte Schwedens und deren Ausnutzung.

Schweden besitzt einen Flächeninhalt von rund 448 000 qkm. Es erstreckt sich zwischen $69^{\circ} 3' 21''$ und $55^{\circ} 20' 18''$ und hat eine ungefähre Länge von 1 600 km sowie eine Breite von 3—400 km. Das Land ist grösstenteils von Meer umgeben. Im Nordosten nach Finland hin folgt die Grenze im allgemeinen den Flüssen Torneälf*) und Muonioälf, im Westen gegen Norwegen hauptsächlich der Wasserscheide an dem Felsmassiv Kölen entlang, welches mit seinen zahlreichen Ausläufern das ganze nördliche Norwegen und erhebliche Teile von Schweden ausfüllt.

Lage und Grösse Schwedens.

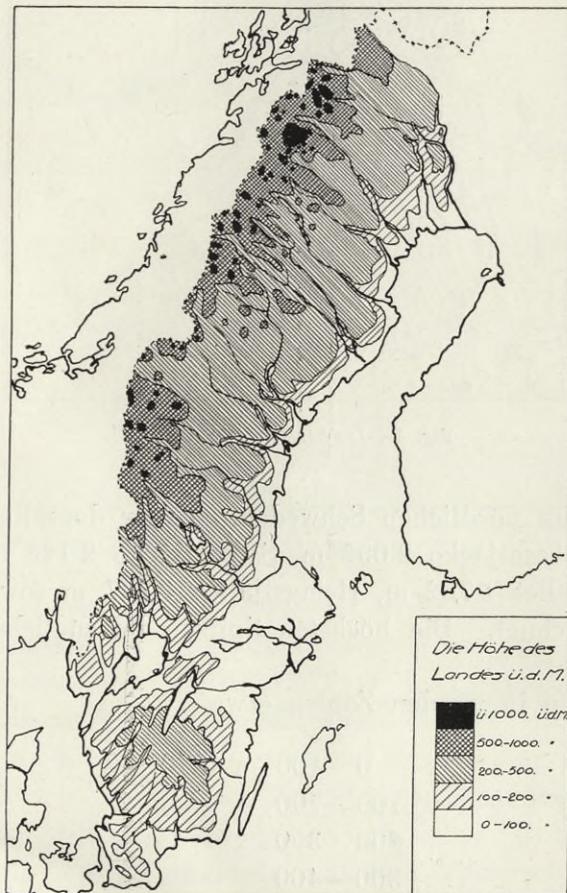


Fig. 1. Höhenkarte.

Aus der Höhenkarte (Fig. 1) ist ersichtlich, dass die nordwestlichen Gebiete aus Hochland bestehen, während die Küste sowie die südlichen und mittleren Teile aus Tiefland oder Hochland von mässigerer Höhe gebildet werden.

Höhenverhältnisse.

Ein grosser Teil des Tieflandes im mittleren und nördlichen Schweden war zur



Fig. 2. Schweden zur Zeit des spätglacialen Eisenmeeres (Yoldia Meer).

*) Älf bedeutet Strom, Fluss.

Zeit des spätglazialen Eismeeres (Yoldia-Meer) Meeresboden (Fig. 2). Die Erhöhung des Landes über dem Meere nimmt noch jetzt im nördlicheren Teile am Bottnischen Meerbusen entlang ihren Fortgang und wird an gewissen Orten auf mehr als 1 cm jährlich geschätzt.

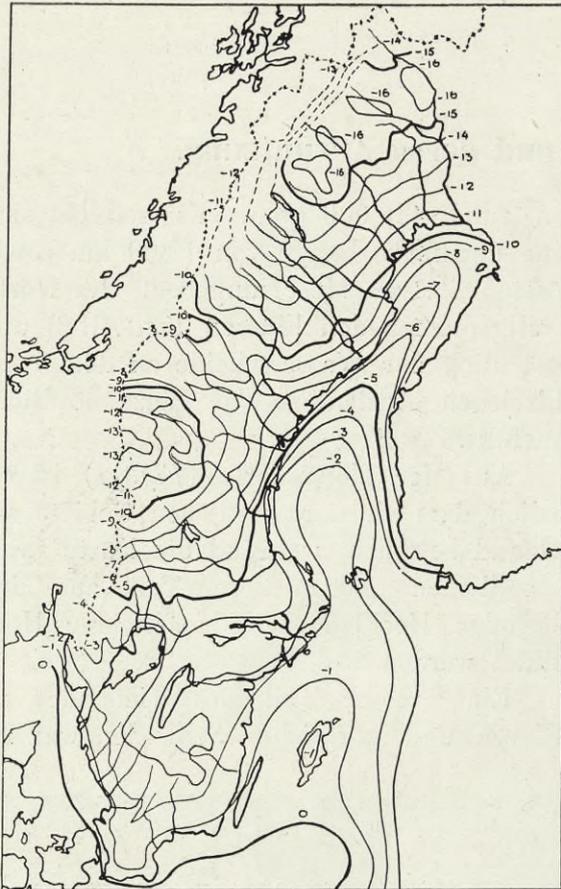


Fig. 3. Isothermen (Celsius) für den Januar.

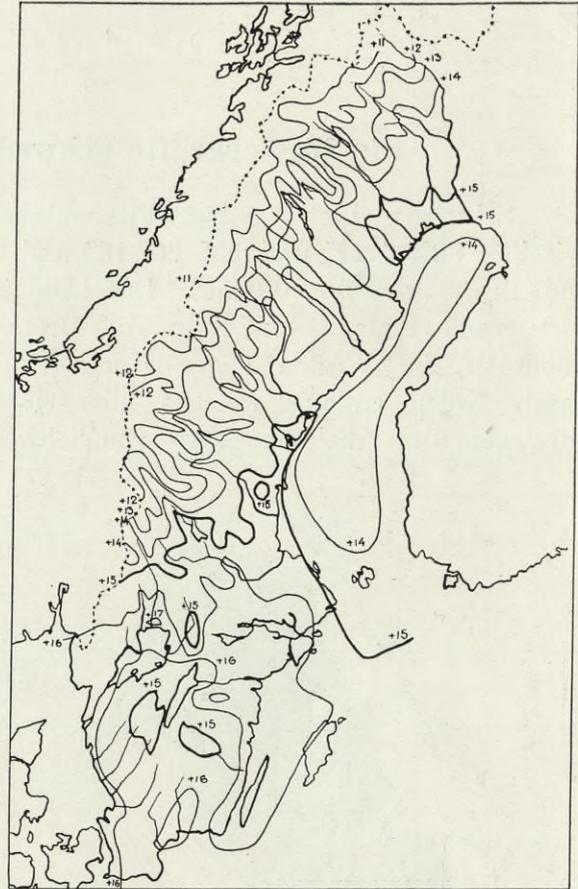


Fig. 4. Isothermen für den Juli.

Die höchsten Berggipfel befinden sich im nördlichen Schweden. Unter denselben sind zu erwähnen: Kebnekaise 2 135 m, Kaskasatjäcko 2 093 m, Sarjektjäcko 2 125 m, Sulitälma 1 877 m, Åreskutan 1 419 m, Sylfjället 1 762 m, Helagsfjället 1 797 m sowie Städjan 1 176 m, alles über dem Meer gerechnet. Die höchsten Spitzen im südlichen Schweden erreichen nicht 500 m Höhe.

Von dem Flächeninhalte Schwedens liegen in runden Zahlen etwa

136 000	qkm	in einer Höhe von	0—100	m ü. d. M.
85 500	»	» » » »	100—200	» » » »
65 500	»	» » » »	200—300	» » » »
62 000	»	» » » »	300—400	» » » »
99 000	»	» » » »	über 400	» » » »

Klima.

Obwohl etwa 15 % der Bodenfläche oberhalb des Polarkreises belegen sind, besitzt Schweden infolge der Einwirkung des Golfstroms ein im Verhältnis zu seiner nördlichen

Lage mildes Klima und ganz besonders gilt dies für den Winter. Nebenstehende Figuren enthalten eine schematische Darstellung der Durchschnittstemperatur und zwar *Fig. 3* für den Januar, *Fig. 4* für den Juli und *Fig. 5* für das ganze Jahr. Zum Vergleich sei erwähnt, dass in Paris die Durchschnittstemperatur im Januar etwa $+3^{\circ}\text{C}$ und im Juli etwa $+19^{\circ}\text{C}$ beträgt.

Die in diesen Figuren angegebenen Isothermen bezeichnen den Durchschnitt während einer längeren Reihe von Jahren. Die verschiedenen Jahre zeigen grosse Variationen der

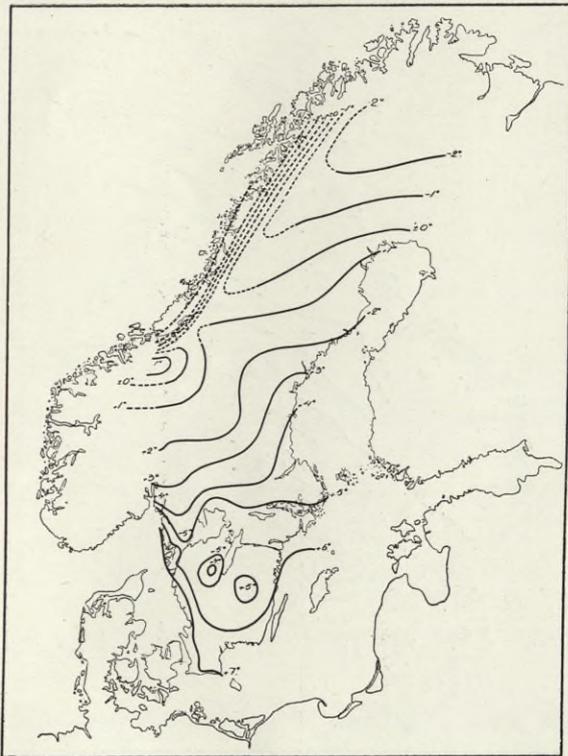


Fig. 5. Isothermen für das ganze Jahr.

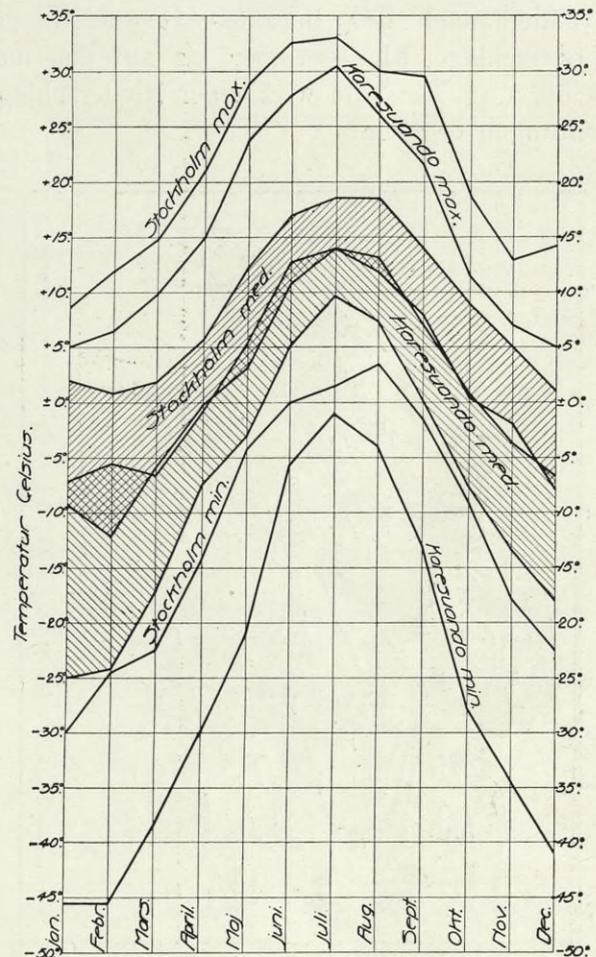


Fig. 6. Variationen der Temperaturen in Stockholm und Karesuando in Lappland.

monatlichen Durchschnittszahlen; es geht dies aus der nebenstehenden *Fig. 6* hervor, in welcher das schattierte Feld den Monatsdurchschnitt der Temperatur in Stockholm und Karesuando in Lappland angibt.

Einzelne Observationen zeigen eine bedeutende Abweichung vom Durchschnitt, was aus den Linien Max. und Min. in derselben *Fig. 6* hervorgeht.

Die Verteilung der jährlichen Durchschnittsniederschläge ist auf der Übersichtskarte *Fig. 7* angegeben. Diese Niederschläge sind am bedeutendsten in den nordschwedischen Berggegenden in der Nähe der Westgrenze, woselbst sie eine Höhe von 1 000 mm und auf gewissen hohen Bergspitzen sogar eine solche von 2 000 bis 3 000 mm jährlich erreichen können. Die Feuchtigkeit der vom Atlantischen Ozean kommenden warmen Winde wird jedoch grösstenteils auf den Bergspitzen des Kölen kondensiert, weshalb die

Nieder-
schlagsver-
hältnisse.

Niederschläge im Innern des nördlichen Schwedens nur gering sind. Die jährliche Regenmenge sinkt demnach an einzelnen Stellen bis auf 350 mm und weniger. Die jährliche Durchschnittsregenmenge für das ganze Land dürfte auf etwa 500 mm angenommen werden können, welche Ziffer jedoch in einzelnen Jahren bis um 30 % nach oben oder unten schwanken kann. Da die Beobachtungsstellen, besonders in Nordschweden, aus natürlichen Gründen nach den bebauten Gegenden, d. h. nach den Tälern verlegt worden und die Niederschläge hier geringer als auf den umliegenden Höhen sind, so gilt als allgemeine Bemerkung, dass die wirklichen Niederschläge in der Regel bedeutender sind, als die Beobachtungen ergeben.

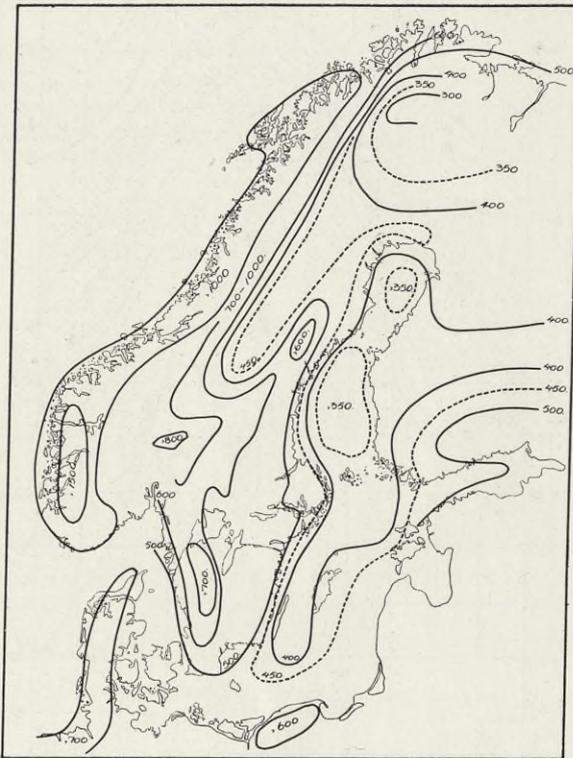


Fig. 7. Jährliche Durchschnittsniederschläge.

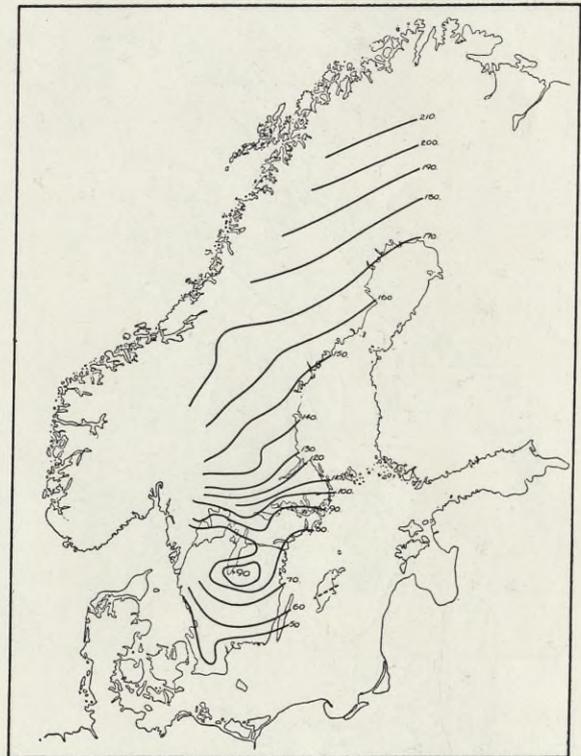


Fig. 8. Ungefähre Dauer der Schneedecke
(In Tagen per Jahr).

Im nördlichsten Schweden fällt durchschnittlich während mehr als der Hälfte und in Südschweden während etwa $\frac{1}{5}$ der Niederschlagstage Schnee. Die gleichmäßig ausgebreitete Schneedecke kann im nördlichsten Schweden eine Mächtigkeit von 1 000 bis 1 500 mm erreichen.

Die ungefähre Dauer der Schneedecke ist in Fig. 8 angegeben.

Der Durchschnittszeitpunkt des Zufrierens der Seen erhellt aus Fig. 9 und der Durchschnittszeitpunkt des Auftauens aus Fig. 10.

Die Zeitpunkte des Zufrierens und Auftauens variieren indessen in verschiedenen Jahren um ein bedeutendes. So wurden während des kalten Winters von 1867 der See Storsjön in Jämtland sowie verschiedene Seen in Västerbotten erst ungefähr am Johannisstage eisfrei, während das Eis sonst gewöhnlich April—Maie dort auftaut. In den Berggegenden

Tabelle 1.

N a m e.	Grösse des Niederschlagsgebiets in qkm.	N a m e.	Grösse des Niederschlagsgebiets in qkm.
<i>Flussgebiet des Bottnischen Meerbusens.</i>		Ljusnan	16 690
Torne älf	39 890	Dalälven	29 220
Kalix älf	17 880	<i>Flussgebiet der Ostsee.</i>	
Råneälf	4 140	Mälaren-Norrström	22 310
Luleälf	24 940	Nyköpingsån	3 640
Piteälf	11 230	Vättern-Motalaström	15 470
Byskeälf	3 280	Emån	4 450
Skellefteälf	11 960	Mörrumsån	3 390
Umeälf	26 720	Helgeå	4 890
Öreälf	2 990	<i>Flussgebiet des Kattegat und Skagerrak</i>	
Gideälf	3 480	Lagan	6 200
Själevadsån	2 340	Nissan	2 680
Ångermanälven	30 320	Ätran	3 350
Indalsälven	26 620	Viskan	2 200
Ljungan	12 750	Vänern-Götaälf	48 530

Schweden ist ganz besonders reich an Seen und besitzt ein Seearéal von insgesamt etwa 37 000 qkm, d. h. etwa 8 % des gesamten Flächeninhaltes. Die grössten Seen nebst deren Flächeninhalt und Höhe ü. d. M. sowie den Namen des Flusssystemes enthält die nachstehende

Tabelle 2.

N a m e.	Flächeninhalt.	Höhe ü. d. M.	Flusssystem.
Vänern	ca 5 568 qkm	ca 44 m	Vänern—Göta älf
Vättern	» 1 898 »	» 88 »	Vättern—Motala ström
Mälaren	» 1 163 »	» 0,5 m	Mälaren—Norrström
Hornavan—Storavan	» 713 »	ca 425—419 m	Skellefte älf
Hjälmarén	» 480 »	ca 21 m	Mälaren—Norrström
Storsjön	» 447 »	» 292 »	Indalsälven
Siljan—Orsasjön	» 350 »	» 165 »	Dalälven
Torne Träsk	» 326 »	» 345 »	Torne älf
Langas—St. Lulevatten	» 227 »	ca 375—370 m	Lule älf
Storuman	» 166 »	ca 348 m	Ume älf

Zum Vergleich sei erwähnt, dass der grösste der Schweizer Seen, der Genfer See, einen Flächeninhalt von etwa 582 qkm besitzt und in einer Höhe von etwa 372 m liegt.

Von den in Tab. 2 aufgeführten Seen ist zurzeit nur der See Hjälmarén reguliert. Diese Regulierung, welche in den Jahren 1877 bis 1887 ausgeführt wurde, bezweckte hauptsächlich die Trockenlegung gewisser Sumpfländer für landwirtschaftliche Zwecke. Für

die meisten der übrigen Seen liegen mehr oder weniger ausgearbeitete Projekte zur Regulierung vor, um sowohl dem Wasserkraftsinteresse wie auch den Interessen der Schifffahrt und der Landwirtschaft besser Rechnung zu tragen. Was insbesondere die Regulierung für Wasserkraftzwecke betrifft, so dürfte wahrscheinlich eine solche für die Seen Vänern, Siljan, Vättern, St. Lulevatten und Hornavan—Storavan nahe bevorstehen. Von den zahlreichen kleineren Seen sind mehrere bereits für Wasserkraft oder Flössereizwecke reguliert. Beispielsweise sind augenblicklich allein im Gebiete des Dalälffven etwa 160 Seen mit einem Gesamtareal von ungefähr 200 qkm mit Staudämmen versehen.

Dieser Reichtum an Seen nebst dem Umstand, dass besonders die nördlichen Flussgebiete zum grossen Teil mit Nadelwald bedeckt sind, trägt wirksam dazu bei, dass der Abfluss verhältnismässig gleichmässig stattfindet. Zur Veranschaulichung der Variationen im Abfluss einiger Flüsse diene die nachstehende

Tabelle 3

über die ungefährlichen Abflussmengen einiger Flüsse pr qkm des Niederschlagsgebiets.

O r t.	Wasserlauf.	Ausserord. Niedrigwasser.	Gewöhnl. Niedrigwasser.	Niedrigwasser nach d. Regulierung.	Hochwasser.	Niederschlagsgebiet.
		Liter pr qkm.	Liter pr qkm.	Liter pr qkm.	Liter pr qkm.	qkm.
Bei Vakkokoski	Torne älf	2,5	3,4	14,4	97	3 550
» Porjus	Lule älf	2,5	3,1	(13)	135	9 600
» Edefors	» »	2,5	(3,3)	7,5	(115)	21 890
» Ytterstfors	Byske älf	2,5	4,0	—	85	3 280
» Finnforsen	Skellefte älf	2,5	3,5	7,5—10,0	70	10 800
» Klabböle	Ume älf	1,9—2,5	3,0	4,5—6,4	100	26 700
» Ausfluss vom Siljan-See .	Dalälffven	3,3	5,0	7,5	110	12 000
» Älfkarleby	»	2,8	3,5	6	75	28 640
» Ljung	Motala ström	2,1	3,8	5,7	23	6 650
» Laholm	Lagan	2,8	4,4	8	70	6 160
» Trollhättan	Göta älf	6,8	—	10,7	19,2	46 700

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, ist das Verhältnis zwischen der Hoch- und Niedrigwassermenge in der Regel 25 zu 35, obwohl in gewissen Fällen eine höhere Ziffer erreicht wird (beispielsweise im Lule älf fast 55). Am geringsten ist dieses Verhältnis im Göta älf sowie im Motala ström, wo es etwa 2,8 bzw. 11 beträgt. Der grösste Abfluss ist normal 70 bis 100 l. per qkm Niederschlagsgebiet, obgleich er ausnahmsweise bedeutend stärker sein kann (beispielsweise 135 im Lule älf). Ganz besonders niedrig ist der grösste Abfluss im Göta älf und Motala ström, wo er nur eine Höhe von 19,2 bzw. 23 l. per qkm. Niederschlagsgebiet erreicht. Ausser den angeführten sind natürlich noch verschiedene andere Wasserläufe vorhanden, deren Abflüsse Ausnahme-Verhältnisse zeigen.

Hochflut- und Niedrigwasserperioden treten in den südlichen und nördlichen Flüssen in wesentlich verschiedener Weise ein. Im Süden erscheint die Niedrigwasserperiode in der Regel während des Sommers oder zu Beginn des Herbstes. Im Spätherbst fällt

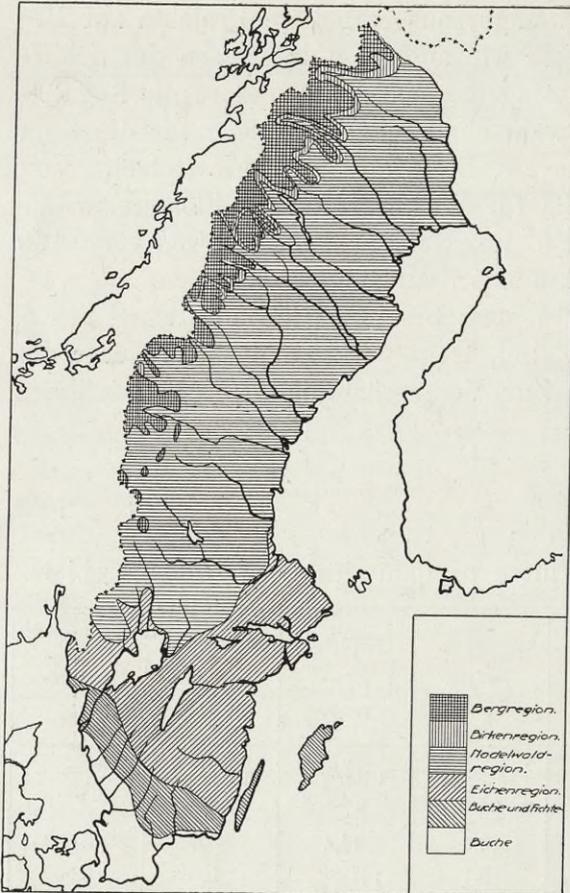


Fig. 11. Pflanzenregionen.

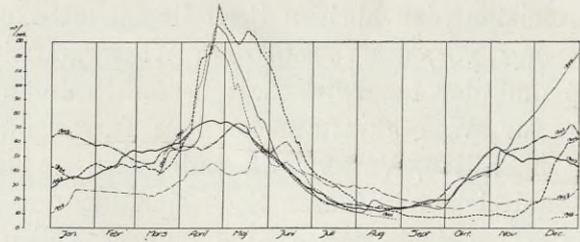


Fig. 12. Abflussmenge des Mörrumsån bei Fridafors 1900—1905.

gewöhnlich Regen, der die Abflussmenge erhöht, und während des Winters ist im allgemeinen reichlich Wasser vorhanden. Die höchste Flut tritt fast stets im Frühjahr ein, zuweilen können indessen ebenso hohe Flutperioden im Herbst oder während des Winters vorkommen. Fig. 12, welche die Abflussmenge des Mörrumsån bei Fridafors angibt und in gewissem Sinne als typisch für mehrere der südlichen Flüsse angesehen werden kann, beleuchtet des näheren diese Verhältnisse.

Die meisten der nordschwedischen Flüsse werden an den Ausläufen der vorgenannten, in einer Höhe von 350 bis 400 m über dem Meere gelegenen grossen Seen gebildet, oder besser, sie erhalten dort ihre Namen. Die

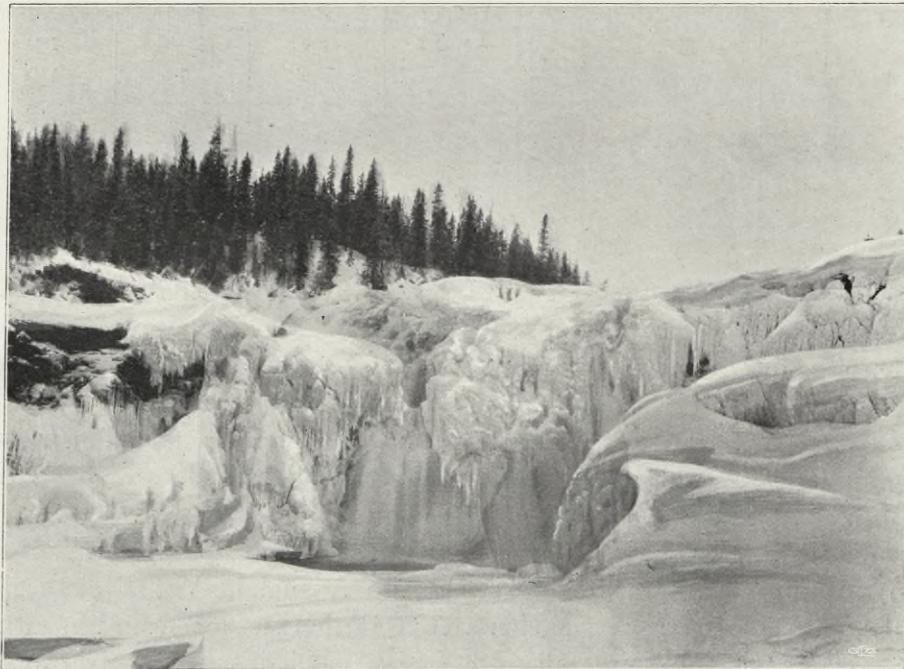


Fig. 13. Tännforsen, Jämtland, im Winter.

Frühjahrsflut tritt spät ein und erreicht ihre höchste Höhe im Juli, wenn die Schneeschmelze in den Bergen stattfindet. Die Herbstflut ist von verhältnismässig geringerer Bedeutung als diejenige des Frühjahres. Während der Herbst- und Sommermonate ist reichlich Wasser vorhanden; im Winter dagegen, besonders in den Monaten März—April, tritt die wasserärmste Periode ein. Die Ursache des geringen Abflusses im Winter ist die strenge und andauernde Kälte, welche bewirkt, dass die kleineren Zuflüsse austrocknen oder sogar bis auf den Grund gefrieren. Die Abflussmenge von einem dieser Seen, dem Torne Träsk, ist in *Fig. 14* gezeigt. In den unteren nahe der Küste belegenen Teilen der nordschwedischen Flüsse tritt wie aus *Fig. 10* hervorgeht, das Auftauen der Seen früher ein, als in den übrigen Teilen des Niederschlaggebietes. Die Folge davon ist, dass sich an der Küste und im unteren Lauf der Flüsse oft mehrere aufeinander folgende mehr oder weniger deutlich abgegrenzte Frühjahrsfluten unterscheiden lassen. Zuerst tritt die sogenannte Heimflut ein, wenn der Schnee im Küstengebiet schmilzt, und sodann die sogenannte Gebirgsflut, welche nach der Schneeschmelze im Gebirge und in den höher belegenen Teilen des Niederschlaggebietes beginnt. Die Abflusskurve bei Finnfors im Skellefte älf (*Fig. 15*) zeigt deutlich diese verschiedenen Flutperioden. Ausnahmsweise können allerdings Frühjahrsflut und Gebirgsflut ungefähr gleichzeitig eintreffen, wobei aussergewöhnlich hohes Wasser vorkommen kann.

Die Abflusskurven des Dalälff bei Elfkarleby, welche aus *Fig. 16* ersichtlich sind, zeigen in gewissem Masse, obwohl in weniger ausgeprägtem Grade die gleichen charakteristischen Eigenschaften wie die nordschwedischen Flüsse.

In *Fig. 17* ist schliesslich ein Abflusskurve des Göta älf angegeben, wo besondere Verhältnisse herrschen.

Wie auch die Abflusskurven zeigen, besitzen die nordschwedischen Flüsse bedeutend längere Niedrigwasserperioden als die südlichen Wasserläufe und zwar 5 bis 7 Monate bei den ersteren gegen 3 bis 4 bei den südlichen. Dieser für die nordschwedischen Flüsse unvorteilhafte Umstand ist augenscheinlich bei der Ausnutzung der Wasserkraft von grosser

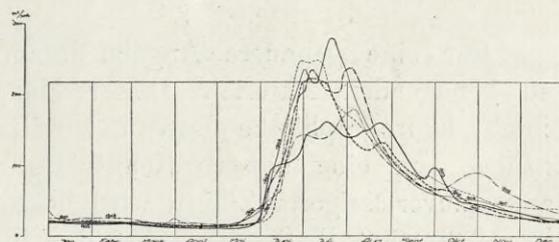


Fig. 14. Abflussmenge des Torne Träsk 1903–1908.

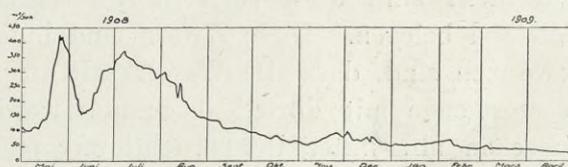


Fig. 15. Abflussmenge des Skellefte älf bei Finnfors 1908–1909.

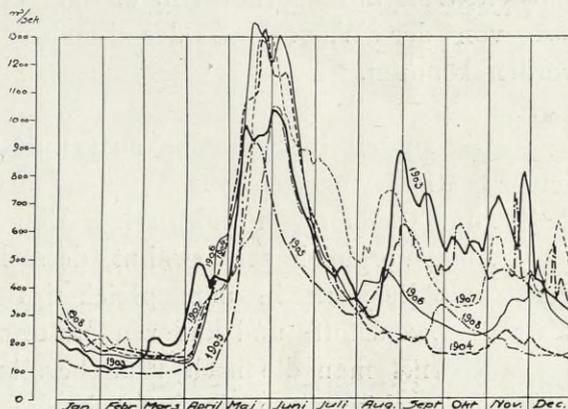


Fig. 16. Abflussmenge des Dalälff bei Älfkarleby 1903–1908.



Fig. 17. Abflussmenge des Göta Älf bei Trollhättan.

Bedeutung. Aus diesem Grunde sind verschiedene nordschwedische Wasserkraftanlagen für Ausnutzung der Saisonkraft während 5 bis 7 Monate projektiert worden, was bei gewissen Industrien möglich ist, umsomehr als in mehreren Wasserläufen die wasserarme Periode in normalen Jahren kürzer ist.

*Verfügbare
Wasser-
kraft.*

Für eine genauere Angabe der gesamten Wasserkraft in Schweden mangelt es an dem genügenden Material. Dieser Mangel wird jetzt durch das im Jahre 1907 eingerichtete hydrographische Bureau beseitigt werden, welches zurzeit umfassende Arbeiten ausführt, um eine bessere Kenntnis der Wasserkräfte des Landes zu erreichen. Beim Mangel zuverlässigerer Ziffern wird indessen die Gesamt-Wasserkraft Schwedens auf ungefähr 10 000 000 P. S., die während 6 bis 9 Monate des Jahres, und ungefähr 2 500 000 P. S., die während der Niedrigwasserperiode verfügbar sind, geschätzt. Von diesem Nutzeffekt sind etwa 75 % in Nordschweden, etwa 15 % in Svealand und etwa 10 % in Götaland belegen. Diese Ziffern sind indessen Maximalwerte, die unter der Voraussetzung gewonnen sind, dass alle Wasserkraft ausgenutzt werden kann. Ein wie grosser Teil dieser Wassermenge mit Vorteil ausgenutzt werden kann, hängt von verschiedenen unbekanntem Ursachen ab; unter Berücksichtigung mehrerer Umstände, nämlich dass gewisse Wasserläufe leicht zu regulieren sind und ferner dass ein grosser Teil der Kraft während der wasserreicheren Zeit des Jahres als »Saison«-Kraft für Holzschleifereien, elektrochemische und elektrotermische Industrie u. dgl. Verwendung finden dürfte, hat man angenommen, dass von der Wasserkraft des Landes etwa 3 800 000 bis 5 000 000 P. S. ausgenutzt werden könnten.

*Ausgenutzte
Wasser-
kraft.*

Die zurzeit in Schweden ausgenutzte Wasserkraft wird nach der schwedischen amtlichen Statistik für das Jahr 1908 auf etwa 420 000 P. S. angegeben, wovon etwa 165 000 P. S. zum Treiben von elektrischen Generatoren verwendet werden.

Zum Vergleich sei erwähnt, dass der gesamte Kraftverbrauch für Industrie, Handwerk und Bergbau in dem gleichen Jahr auf 930 000 P. S. einschliesslich Kraft von Wasser-, Brennstoff- und anderen Motoren angegeben wurde.

Rechnet man die nach 1908 bereits ausgeführten oder im Bau befindlichen Wasserkraftanlagen hinzu, so dürfte sich die Ziffer um weitere etwa 180 000 P. S. erhöhen. Man wird also sagen können, dass innerhalb der nächsten Zukunft Wasserkraft für circa 600 000 P. S. in Schweden ausgenutzt sein wird, wovon etwa 340 000 P. S. auf elektrische Generatoren kommen.

Die Lagen der grössten Kraftzentralen sind in Tafel 1 dargestellt, nach einer auf Veranlassung der Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån aufgestellten Übersichtskarte. Tafel 1. zeigt auch die elektrische Hochspannungsleitungen nach Mitteilungen des Schwedischen Elektrizitätsvereins. Aus der Karte, welche alle die kleineren Anlagen nicht angiebt, geht hervor, dass die grössten Kraftzentralen, nämlich Trollhättan, Bullerforsen, Gullspång und Kvarnsveden nebst einer grossen Zahl kleinerer Kraftzentralen auf eine Zone Gefle—Bergslagen—Gotenburg verteilt sind. Innerhalb dieses Gebiets bildet, ausser der Landwirtschaft, Bergbau mit den dazugehörigen Industrien das Hauptgewerbe.

Im südlichen Teil des Landes, welcher im grossen und ganzen mehr arm an Wasserkraft ist, befinden sich trotzdem mehrere Kraftzentralen von Bedeutung, von denen die wichtigsten sind: Yngeredsfors im Flusse Ätran, die Zentralen der Sydsvenska Kraft-

aktiebolaget im Flusse Lagan: Majensfors, Bassalt, Öfre und Nedre Knäred, die Kraftzentralen der Hemsjögesellschaft: Fridafors und Hemsjö im Flusse Mörrumsån und Torsebro im Flusse Hälgeån. Diese Zentralen befinden sich sämtlich im Besitz von Actiengesellschaften, welche Kraft an Gemeinden und Industrien abgeben. Ausserdem besitzen mehrere industrielle Anlagen wie Textilfabriken in Väster- und Östergötland, Holzwaren- und Cellulosefabriken sowie zahlreiche Mühlen und andere Industrien Wasserwerke zu eigenem Bedarf.

Im Norden Schwedens hat man im Küstengebiet und in der Nähe der durchgehenden Hauptbahn Kraftzentralen gebaut. Die hauptsächlichsten derselben sind diejenigen bei Alby und Ringdalen im Flusse Ljungan für chemische Industrie sowie bei Bergvik und Arbrå im Flusse Ljusnan, Forsse im Flusse Ängermanälven, Klabböle im Ume älf und Finnforsen im Skellefte älf für Verpachtung von Kraft. Ausserdem giebt es zahlreiche Kraftzentralen für Holzschleifereien, wie Ytterstfors im Byske älf, Matfors, Nedansjö und Torpshammar im Flusse Ljungan u. a.

Diejenigen Wasserfälle, welche ganz oder teilweise Eigentum des schwedischen Staates sind, repräsentieren nach Schätzung ungefähr 880 000 P. S., welche etwa 9 Monate des Jahres hindurch verfügbar sind. Man nimmt an, dass der Anteil des Staates etwa 670 000 P. S. ohne Regulierung der Wasserläufe beträgt. In diesen Ziffern sind mehrere zum Teil sehr bedeutende Wasserfälle in Nordschweden nicht mitgezählt, auf deren Eigentum der Staat Anspruch erhebt, deren Eigentumsrechte jedoch noch nicht gerichtlich festgestellt sind.

Die dem Staate gehörenden Wasserkraft.

Von der Wasserkraft, welche hiernach ganz oder teilweise im Eigentum des Staates ist, sind etwa 63 000 P. S. augenblicklich ausgenutzt. Die grösste Kraftzentrale des Staates am Trollhättan, mit deren Bau im Jahre 1906 begonnen wurde, wird, vollständig fertig, für 80 000 P. S. ausgebaut. Der erste Ausbau von 40 000 P. S. ist in diesem Jahre in Betrieb genommen worden und für Montierung weiterer 40 000 P. S. sind die Arbeiten im Gange. Von sonstigen Fällen, welche der Staat ganz oder teilweise besitzt, sind zur Zeit etwa 23 000 P. S. ausgenutzt. In diesem Jahre wird nach dem kürzlich vom Reichstage gefassten Beschluss die Anlage einer staatlichen Kraftzentrale bei Porjus im Lule älf für 50 000 P. S. mit Ausdehnungsmöglichkeiten auf ungefähr den doppelten Nutzeffekt in Angriff genommen. Ausserdem projiziert der Staat bei Älfkarleby im Dalälven und an andern Orten mehrere grössere Kraftzentralen.

Im Jahre 1906 begann der Staat mit dem Beschlusse des Ausbaus der Trollhättefälle eine positive Wasserkraftpolitik zu treiben. Zur Ausführung dieser Kraftanlage wurde eine lokale Direktion des »Trollhätte Kanal- och Vattenverks« eingerichtet, welche jedoch mit Beginn des Jahres 1909 in der damals gebildeten Königlichen Wasserfalldirektion aufging. Die Wasserfalldirektion besteht aus einem Wasserfalldirektor und vier Beisitzern. Um eine völlig geschäftsmässige Verwaltung der staatlichen Kraftzentralen zu erleichtern, hat die Wasserfalldirektion im Verhältnis zu den übrigen verwaltenden Behörden des Staates ein recht weites Bestimmungsrecht. Die Mitglieder der Direktion, ausser dem Wasserfalldirektor, werden zur Zeit aus einem Wege- und Wasserbautechniker, zwei für Handel und Industrie Sachkundigen und einem Juristen gebildet, durch welche Zusammensetzung man versucht hat, eine soweit wie möglich sachverständige und vielseitige

Die Wasserfallpolitik des Staates.

Erörterung der zu behandelnden Fragen zu erzielen. Von dem Wasserfalldirektor ressortiert ein Vortragender Ingenieur für technische Angelegenheiten mit einem technischen Bureau und ein Sekretär und Bevollmächtigter mit einem juristischen und verwaltenden Bureau. Von der Direktion ressortiert augenblicklich das »Trollhätte Kanal- und Vattenverk« bestehend aus dem Trollhätte Kanalwerk, dem Trollhätte Kraftwerk sowie der Grundstücksverwaltung in und um Trollhätten. Je nachdem weitere Kraftzentralen für Rechnung des Staates gebaut werden, sollen dieselben ebenfalls in der Regel der Wasserfalldirektion zugeteilt werden. Nach den Instruktionen soll die Direktion ausserdem die wichtigsten staatlichen Wasserfälle verwalten, ferner für den Bau von Kraftzentralen für Rechnung des Staates Entwürfe und Vorarbeiten ausführen und endlich Vorschläge über solche Vorkehrungen machen, welche die rationelle Ausnutzung der Wasserkräfte des Landes in ihrer Gesamtheit befördern können.

Die wichtigsten Wasserfallfragen, mit denen die Wasserfalldirektion sich in erster Hand zu beschäftigen hat, sind folgende:

1) Ausbau der Trollhätte-Kraftzentrale von den bereits installierten 40 000 P. S. auf 80 000 P. S., für welche Arbeit der Reichstag bereits die erforderlichen Mittel bewilligt hat;

2) Bau einer staatlichen Kraftzentrale bei Porjus im Lule älf von 50 000 P. S., wovon einstweilen 37 500 P. S. installiert werden sollen. Nach Regulierung der oberhalb liegenden Seen kann die Kraftzentrale später, wenn erforderlich, für ungefähr den doppelten Nutzeffekt erweitert werden. Die gewonnene Kraft soll teils für elektrischen Eisenbahnbetrieb auf der Erzbahn Kiruna—Riksgränsen, teils zur Verpachtung an die Erzgruben bei Gellivare und Kiruna verwendet werden. Die Anlage dieser Kraftzentrale nebst der erforderlichen Eisenbahnverbindung von Gellivare nach Porjus und den Leitungen für den Betrieb der Bahn ist auf 21 500 000 Kronen Kosten berechnet worden. Die Ausführung des Projektes wurde vom diesjährigen Reichstage beschlossen und die Arbeiten, welche unmittelbar in Angriff genommen sind, werden 1914 abgeschlossen sein;

3) Anlage einer Kraftzentrale von etwa 40 000 P. S. bei Älfkarleby in Dalälven, welches Projekt noch im Vorbereitungsstadium ist und erst im nächsten Jahre aktuell werden wird;

4) Vorarbeiten für die Regulierung der Seen Vänern, Siljan und Stora Lulevattnet u. a. sowie Ausarbeitung von Projekten zur Ausnutzung der vom Staate angekauften Wasserfälle für elektrischen Betrieb auf den Eisenbahnen des südlichen und mittleren Schwedens.

Die Frage der allmählichen Einführung des elektrischen Betriebes auf den Staatsbahnen ist, wie vorhin erwähnt, aktuell. Durch den elektrischen Betrieb wünscht man die Kohleneinfuhr zu ermässigen, was für die Ökonomie des Landes von Bedeutung ist, da Kohlen nur in geringer Menge im Lande vorhanden sind. Der Staat hat daher dieser Frage ein grosses Interesse entgegengebracht und die Krone hat im südlichen und mittleren Schweden eine Anzahl für den Eisenbahnbetrieb passender Wasserfälle für eine Summe von circa 5 000 000 Kronen angekauft. Wenn, wie sich mit Grund vermuten lässt, die voraussichtlich im Jahre 1914 fertig werdende Einrichtung des elektrischen Betriebes auf der 129 km langen Reichsgrenzbahn die auf sie gestellten Hoffnungen erfüllt, so wird beabsichtigt später allmählich die meisten der übrigen Staatseisenbahnen für elektrischen Betrieb umzuwandeln.

Um die entfernter liegenden Wasserfälle mit Vorteil ausnutzen zu können, ist die Anordnung guter Verbindungen notwendig. Durch die auf Vorschlag der Regierung vom diesjährigen Reichstage beschlossene Anlage einer 54 km langen Eisenbahn von Gellivare nach Porjus werden die mächtigen Wasserfälle im oberen Lauf des Lule älf zugänglich. Diese Bahn bildet ein Glied einer projektierten Eisenbahn im Innern von Norrland, der sogen. Inlandbahn, welche von Östersund nach Gellivare führen soll und durch welche u. a. eine Reihe von Wasserfällen besser zugänglich werden. Der südliche etwa 110 km lange Teil Östersund—Ström ist bereits im Bau.

Unter den staatlichen Arbeiten, welche dazu beitragen die Entwicklung der Wasserkraft zu fördern, sei schliesslich der zur Zeit stattfindende Umbau des Trollhätte-Kanals erwähnt, eine Arbeit, welche bezweckt eine Fahrrinne für 4 m und später 5 m tiefgehende Schiffe von der See nach dem Vänern zu schaffen und deren Kosten auf 22 800 000 Kronen berechnet worden sind. Dieser Kanal dürfte zur Entstehung von Industrien in Trollhättan kräftig beitragen und in dieser Erwartung ist der Staat bereit für solche Zwecke in Trollhättan Bauplätze mit Eisenbahn- und Schiffsverbindung sowie elektrische Kraft zu billigem Preise herzugeben.

Ein Umstand, welcher in gewissen Fällen der Entstehung neuer Wasserkraftanlagen entgegengewirkt hat, ist die umständliche und veraltete schwedische Wassergesetzgebung. Um diesen Übelständen abzuhelfen, hat die Regierung im Jahre 1906 eine Wasserrechts-Kommission eingesetzt, deren Vorschläge zu einer neuen und den modernen Anforderungen angepassten Gesetzgebung voraussichtlich noch in diesem Jahre zu erwarten sind.

Die Wasserkraft ist während der letzteren Jahre besonders im südlichen und mittleren Schweden mehr und mehr für kommunale Zwecke sowie für erhöhten industriellen Bedarf in Anspruch genommen worden. Die ausgenutzte Wasserkraft hat sich so in den Jahren 1899—1908 um ungefähr 80 % erhöht. Ferner ist, wie bereits erwähnt, die Frage des elektrischen Betriebes der Staatseisenbahnen jetzt aktuell. Es erscheint also sehr wahrscheinlich, dass die Entwicklung der Wasserkraftindustrie in den kommenden Jahren, besonders im südlichen und mittleren Schweden, nicht abnehmen sondern eher zunehmen wird.

Der grösste Teil der Wasserkraft Schwedens ist jedoch in Nordschweden belegen, wo die Verhältnisse eigenartiger Natur sind. Die hauptsächlichste Industrie in Norrland wird vom Sägewerk- und Holzmassebetrieb gebildet, wozu im höchsten Norden noch die Erzgewinnung aus den oberhalb des Polarkreises belegenen Erzfeldern von Gellivare und Kiruna kommt. Letztere Industrie kann Kraft von der obenerwähnten vom Reichstage beschlossenen Anlage bei Porjus erhalten.

Die Sägewerkindustrie erfordert indessen, so wie sie zur Zeit betrieben wird, nicht Wasserkraft, wenigstens nicht in erheblichem Grade, da die Sägewerke in der Regel mit Dampf getrieben werden, der mit Holzabfällen als Brennmaterial erzeugt wird. Sollten jedoch die Bestrebungen, die Holzabfälle für andere Zwecke auszunutzen, von Erfolg sein, so dürften auch die Sägewerke Wasserkraft in grösserem Massstabe mit Vorteil verwenden können.

Die Holzmasseindustrie und zwar sowohl die chemische wie die mechanische, kann sich vorteilhaft der Wasserkraft bedienen. Die das ganze Jahr hindurch eine ununter-



brochene Kraft erfordernde chemische Holzmasseindustrie kann höhere Preise zahlen als die mechanische, welche billigere Kraft nötig hat, aber in grösserm Umfange Saisonkraft verwenden kann. Dieser Umstand bedeutet einen grossen Vorteil, da wie bereits erwähnt, die nordschwedischen Flüsse im Winter gewöhnlich weniger Wasser führen. Der Gesamt-Produktionswert der Sägewerke betrug im Jahre 1907 etwa 172 000 000 Kronen, wovon etwa 61 % auf Norrland kommen. Der Produktionswert der Holzmasseindustrie belief sich im Jahre 1908 auf etwa 79 600 000 Kronen für das ganze Land, wovon jedoch nur 39 % auf Norrland fielen. Im Laufe der letzten Jahre sind zahlreiche neue Holzmassefabriken in Norrland entstanden und verschiedene werden noch projektiert, weshalb eine erheblich vermehrte Benutzung der Wasserkraft für solche Zwecke zu erwarten ist.

Die Holzwarenindustrie Norrlands ist indessen in der Regel, mit Ausnahme einiger Werke, im Gebiet zwischen der Küste und der durchgehenden Hauptbahn belegen. Dieses Gebiet besitzt auch die dichteste Bevölkerung. Der grössere Teil der nordschwedischen Wasserkraft befindet sich jedoch im Innern des Landes, wo die Dichtigkeit der Bevölkerung, mit Ausnahme von Jämtland, weniger als 5 Einwohner und in einigen Gebieten sogar weniger als 1 Einwohner auf den Quadratkilometer beträgt.

Interessant ist ein Vergleich der Verteilung der Kraftzentralen des Landes mit der relativen Bevölkerungsziffer (Fig. 18). Abgesehen von gewissen Industrien, wie z. B. die elektrochemische u. a., welche bei geringem Personal grosse Kraftsummen verbrauchen, dürfte im allgemeinen zutreffen, dass je höher die Bevölkerungsziffer sich stellt, desto grösser auch der Bedarf an Kraft und desto verlockender ist es, die zur Verfügung stehende Wasserkraft auszunutzen. Es ergibt sich auch, dass die jetzt ausgebauten Kraftzentralen im allgemeinen in den am dichtesten bevölkerten Gegenden gelegen sind, während in den spärlich bevölkerten Gebieten im Innern von Norrland zur

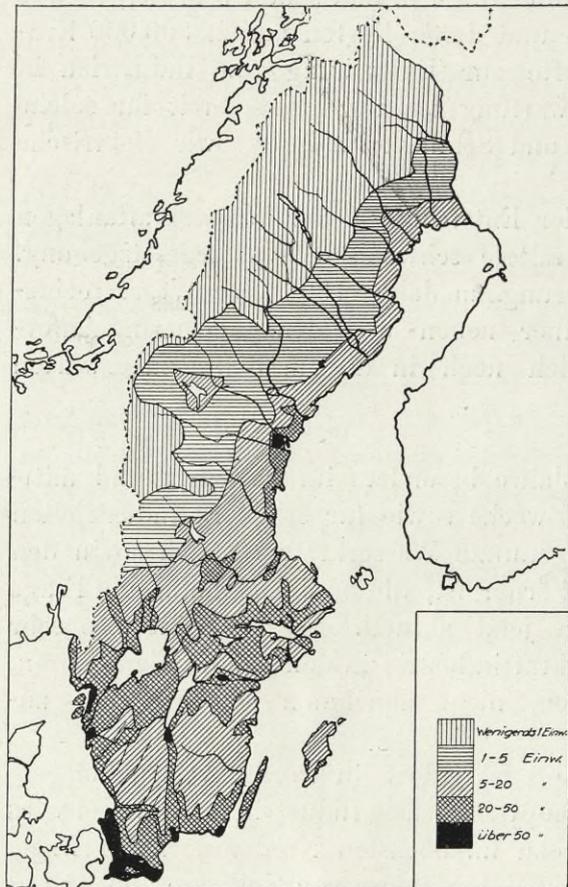


Fig. 18. Bevölkerungsdichtigkeit.
(Einwohner per qkm.)

Zeit keine Kraftzentrale vorhanden ist. Die erste Anlage innerhalb dieses Gebietes ist die jetzt beschlossene Kraftzentrale von Porjus.

Um die Wasserkraft in diesen letzteren Gebieten ausnutzen zu können, müssen gleichzeitig mit dem Bau der Zentrale neue Industrien gegründet werden. Voraussetzung dafür ist unter anderm, dass die Verkehrsverhältnisse geordnet werden. Von den Industrien, welche hierbei in erster Linie in Betracht kommen, dürften vor allem solche der elektrotermischen oder elektrotechnischen Natur zu nennen sein, besonders elektrische Erzschnmelzung und elektrische Stickstofffabrikation.

In dem Masse, als es durch Benutzung hoher Spannungen u. dgl. möglich werden wird, elektrische Energie auf sehr weite Entfernungen mit Vorteil zu überführen, können jedoch auch entfernter belegene Wasserkräfte für die Entwicklung bereits bestehender Industrien innerhalb der dichter bebauten Gegenden in Betracht kommen.

Detailbeschreibung.

Nachstehend sind einige kurze Angaben über schwedische Wasserkraftzentralen, nach den Wasserläufen geordnet, zusammengestellt.

Vänern—Götaälf.

Der Götaälf, welcher bis zu seiner Mündung ein Niederschlagsgebiet von etwa 48,530 qkm besitzt, ist der grösste Fluss Schwedens. Er bildet den Abfluss des circa 5,570 qkm grossen Sees Vänern, der unter den schwedischen Seen die erste und unter den Binnenseen Europas die dritte Stelle an Grösse einnimmt. Die Höhe des Sees Vänern über dem Meere beträgt etwa 44 m. Sämtliche Wasserfälle dieses Flusses unterhalb des Sees Vänern sind jetzt mit unwesentlichen Ausnahmen Eigentum des Staates. Nach vollendeter Regulierung des Sees wird die Wasserkraft des Staates im Götaälf auf nicht weniger als etwa 200,000 P. S. angenommen. Diesen Nutzeffekt gewinnt man auf einem Gebiet mit guten Eisenbahn- wie Seeverbindungen und ferner in der Nähe von Gotenburg, der grössten der Handelsstädte an der Westküste. In den Zuflüssen des Sees Vänern befinden sich ausserdem bedeutende zumteil noch nicht ausgenutzte Wasserfälle, wie z. B. in der Flüssen Klarälven, Norsälven, Letälven, Upperrudsälven u. s. w.

*Das Fluss-
system
Vänern—
Götaälf.*

Trollhättan.

Trollhättan hat eine Gefällhöhe von etwa 32 m und eine Wassermenge, welche im unregulierten Zustande zwischen mindestens 320 und höchstens 900 kbm/Sek. variiert.

Im Jahre 1906 begann der Staat die Ausführung einer Wasserkraftanlage für 80,000 P. S. nebst Reserve, entsprechend einem Wasserverbrauch von etwa 250 kbm/Sek. Der erste Teil dieser Anlage, welcher 40,000 P. S. umfasst, wurde in diesem Jahre in Betrieb gesetzt und die Arbeiten für den Ausbau der anderen Hälfte nebst Wehrbauten über den Fluss sind im Gange.

Da die Trollhätte-Anlage in einer besonderen Broschüre, »Trollhättan, Beschreibung, herausgegeben von der Königl. Wasserfalldirektion, Stockholm«, beschrieben worden ist, wird zum Zwecke näherer Aufklärung auf diese verwiesen. Es sei hier nur erwähnt, dass die Anlage nach vollständigem Ausbau aus einem quer über den Fluss führenden Wehre, dem Werk-Kanal mit Absperrvorrichtungen, dem Verteilungsbecken mit Druckrohren, der Kraftzentrale sowie dem Schalthause besteht (Fig. 20).

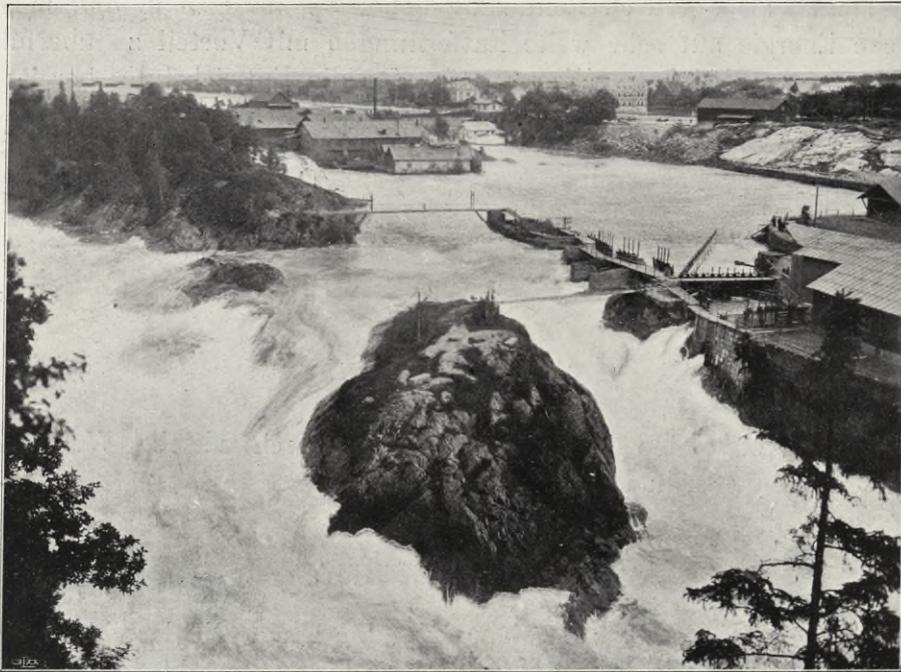


Fig. 19. Trollhättan, Ansicht der Wasserfälle.

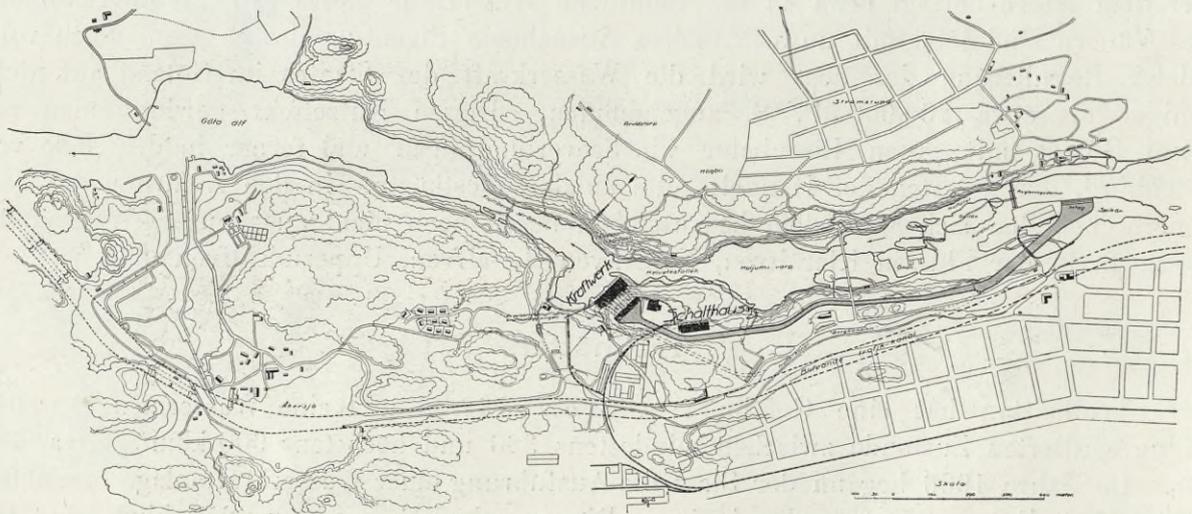


Fig. 20. Trollhättan, Übersichtsplan.

Der Wehrbau über den Fluss enthält 4 Ablassöffnungen, wovon 2 mit 20 m langen Walzen von 3,6 Durchmesser und die übrigen mit Schützen von 3 bis 3,7 m Breite abgeschlossen werden sollen. Der westlichste Durchlass von 19,7 m Breite mit dazugehörigen Schützen ist bereits fertig (Fig. 21).

Die Kraftanlage ist für Ausnutzung von in erster Hand 250 kbm/Sek. projektiert; bei der Fertigstellung des Planes ist jedoch die Möglichkeit vorgesehen worden, das Werk später für Ausnutzung fernerer 100 kbm/Sek. auszubauen.



Fig. 21. *Trollhättan, Der Wehrbau, Dec. 1909.*

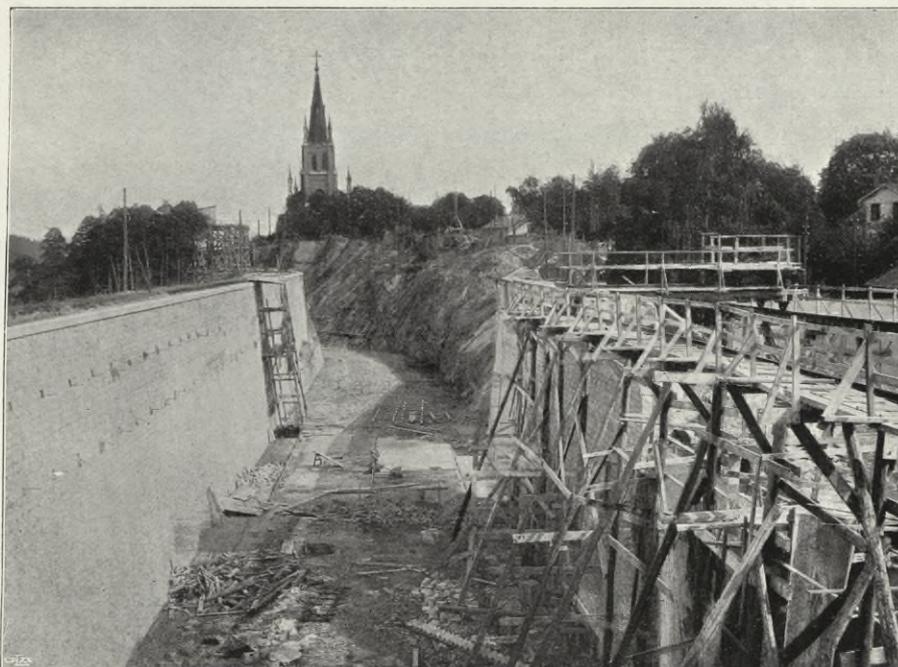


Fig. 22. *Trollhättan, Der Werkkanal.*

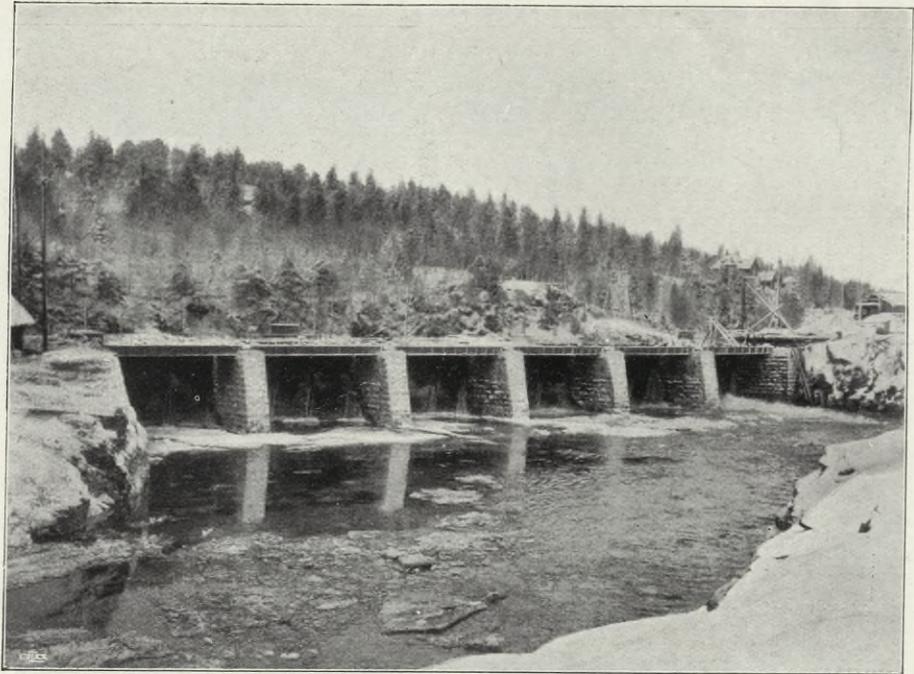


Fig. 23. *Trollhättan, Der Kanaleinlauf.*

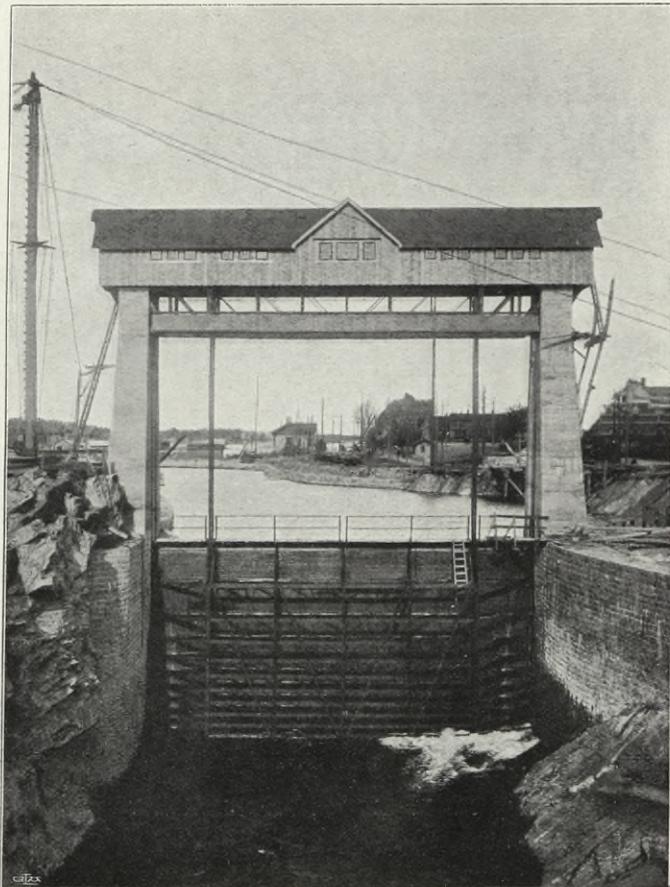


Fig. 24. *Trollhättan, Schützentafel des Werkkanals.*

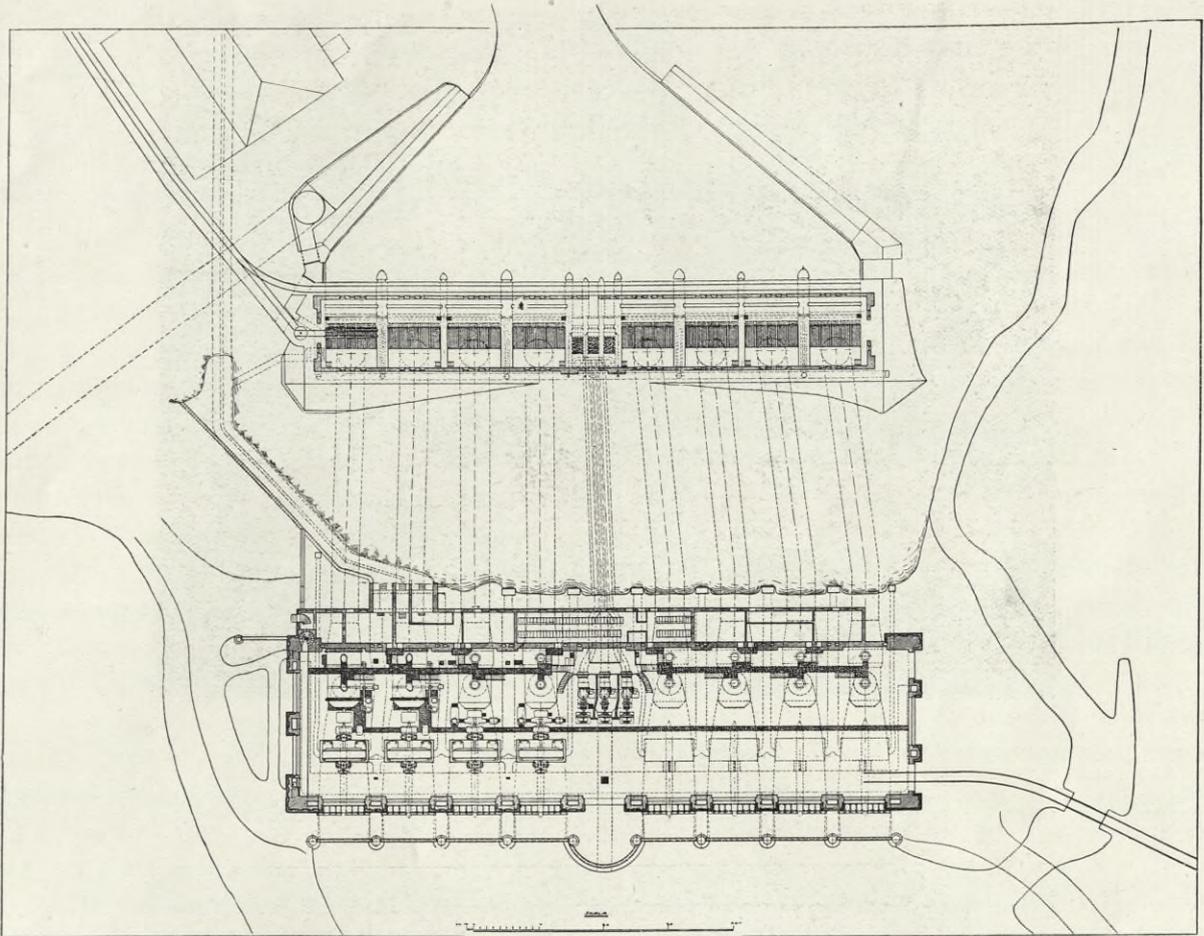


Fig. 25. *Trollhättan, Krafthaus und Wasserschloss; Grundriss.*

Der Werk-Kanal, welcher zum grössten Teile seiner Länge in den Felsen eingesprenzt und auf einigen Strecken von Seitenmauern begrenzt ist (Fig. 22), besitzt eine Länge von etwa 1 300 m. Der Kanaleinlauf (Fig. 23) besteht aus 6 durch gemauerte Pfeiler getrennten Öffnungen. Die freie Durchlauffläche am Kanaleinlauf beträgt 350 qm, was einer Geschwindigkeit von 1 kbm/Sek. bei einem Wasserverbrauch von 350 kbm/Sek. entspricht. Etwa 350 m vom Einlauf ist für die Zukunft ein Seitenkanal für 100 kbm/Sek. projektiert. Unterhalb dieses Verbindungspunktes ist der Kanal für 250 kbm/Sek. ausgeführt. Zur Absperrung des Kanals ist unmittelbar unterhalb des genannten Verbindungspunktes eine Schützentafel, System Stoney, von 17 m Breite und 9 m Höhe im Gewicht von 60 Tons angeordnet (Fig. 24). Die Querschnittsfläche des Kanals unterhalb des Wehrs ist circa 114 qm, einer Geschwindigkeit von etwa 2,2 kbm/Sek. entsprechend.

Das Verteilungsbecken ist mit Eisausspülungs- und Überfallöffnungen von 72 m Länge versehen, die letzteren um das Steigen der

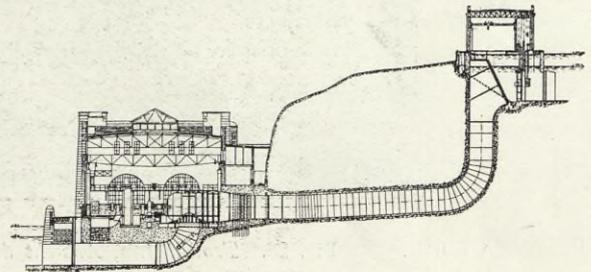


Fig. 26. *Trollhättan, Krafthaus und Wasserschloss; Querschnitt.*

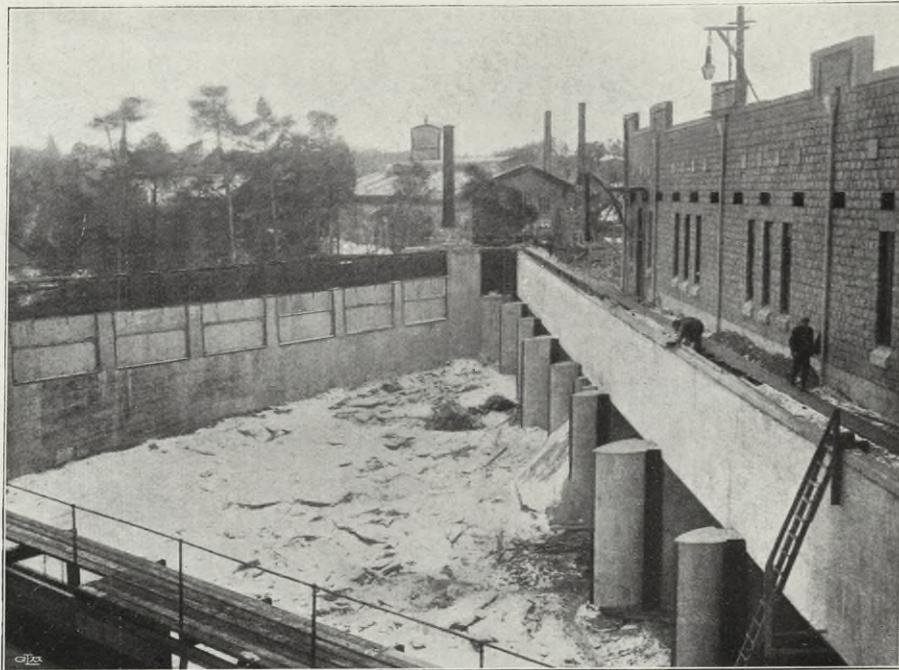


Fig. 27. *Trollhättan, Das Verteilungsbecken entleert.*



Fig. 28. *Trollhättan, Ansicht des Krafthauses und der Druckkammern.*

Wasserfläche bei plötzlicher Entlastung der Turbinen zu begrenzen. Von dem an das Becken verlegten Tubeneinlaufhause, welches Schützen und Eisrechen umschliesst, wird das Wasser durch 8 grössere Druckrohre für die grossen Turbinen und 3 kleinere für die Erregerturbinen nach der Kraftzentrale geleitet. Die grösseren Rohre haben 4,25 und die kleineren 1,2 m Durchmesser. Die Rohre, welche etwa 60 m Länge besitzen, sind aus Blech und liegen in Tunneln im Felsen einbetoniert.

Die Turbinen können bei 187,5 Umdrehungen je bis zu 12 500 Turbinen P. S. entwickeln. Die drei Erregermaschinen entwickeln je 500 P. S. bei 410 Umdrehungen in der Minute. Die Generatoren erzeugen 3-Phasen-Wechselstrom von 10 000 Volt und 25 Perioden. Um die Temperaturerhöhungen in der Kraftzentrale zu vermindern und Zug zu vermeiden, sind dieselben in gusseiserne Mäntel eingekapselt. Die Ventilation geschieht durch geräumige Ab- und Zuzug-Kanäle für Luft, welche durch einen Ventilator, der an dem Rotor des Generators angebracht ist, in Bewegung gesetzt wird. Die von den Generatoren kommende erwärmte Luft wird im Winter zur Heizung verschiedener Gebäude benutzt.

Die Transformatoren und Schaltanlagen mit Ausnahme der Gleichstromschaltung sind in einem besonderen Gebäude etwa 200 m von der Kraftzentrale entfernt angebracht. Die Transformatoren transformieren die auf weitere Entfernungen fortzuleitende Energie bis auf 50 000 Volt.

Die Leitungen sind durchgehends mit Eisenmasten und mit 140 bis 200 m Spannweite gebaut. Im allgemeinen sind kupferne Leitungen zur Verwendung gekommen, nur in gewissen Fällen, wo es sich darum handelte, grosse Kraftmengen mit 10 000 Volt Spannung fortzuleiten, hat man Aluminium benutzt. Der Staat transformiert in der Regel die Kraft am Verbrauchsort bis auf 10 000 Volt Spannung herab.

Die Anlagekosten des Kraftwerkes sind auf Kr 11 500 000 für 80 000 P. S. berechnet. Fast sämtliche Lieferungen für die Anlage bestehen aus schwedischem Fabrikat. Zwei der grösseren Turbinen sind von Nydqvist & Holm in Trollhättan und zwei von der Karlstads Mekaniska Verkstad in Kristinehamn geliefert worden. Lieferantin der Generatoren sowie des grössten Teils der elektrischen Anlage ist die Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Västerås. Doch sind zwei Transformatorgruppen von der Firma Oerlikon, Schweiz, geliefert. Die Bauarbeiten sind in der Hauptsache in Regie ausgeführt.

Haneström.

Am Haneström, einem kleinen Nebenfluss des Göta älf, hat die Sulfitfabrik Göta ein Stauwehr errichtet, welches in Fig. 29—31 dargestellt ist. Das alte Bett des Wasserlaufes ist mit einem Wehre überbaut worden, welches an der höchsten Stelle circa 17 m über dem Felsenrund liegt und als Erddamm mit Dichtungskern aus Beton ausgeführt ist. Dieser Betonkern ist zur Erhöhung der Sicherheit gewölbeartig gemacht worden. An der Seite dieses Dammes befindet sich ein etwa 60 m langes niedrigeres Überfallwehr.

Die Kontrolle der Bauarbeiten ist durch die Ingenieurfirma Unander & Jonson in Stockholm ausgeübt worden.

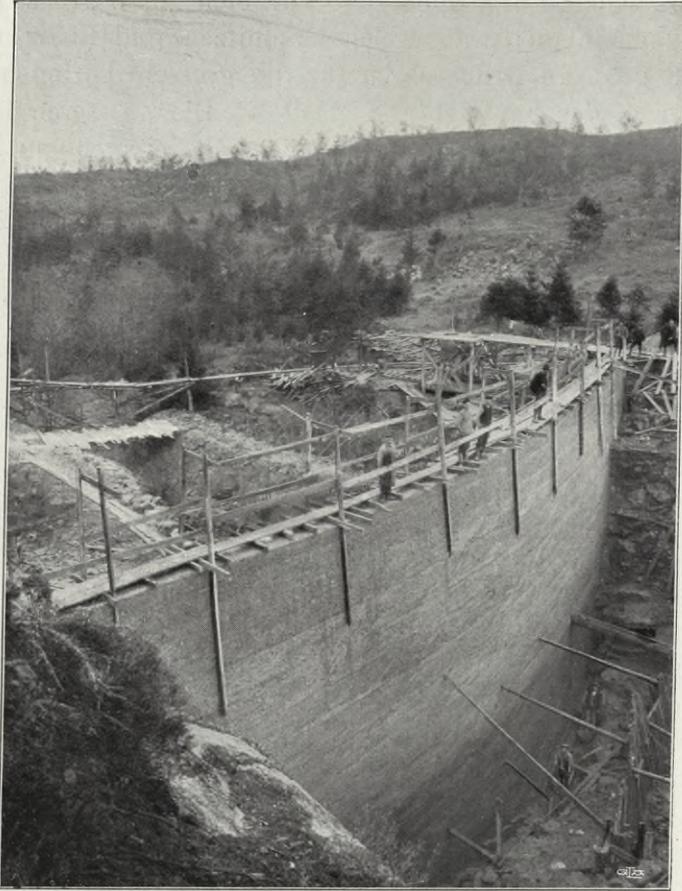


Fig. 29. *Haneström. Der Erddamm mit Betonkern während des Baues.*

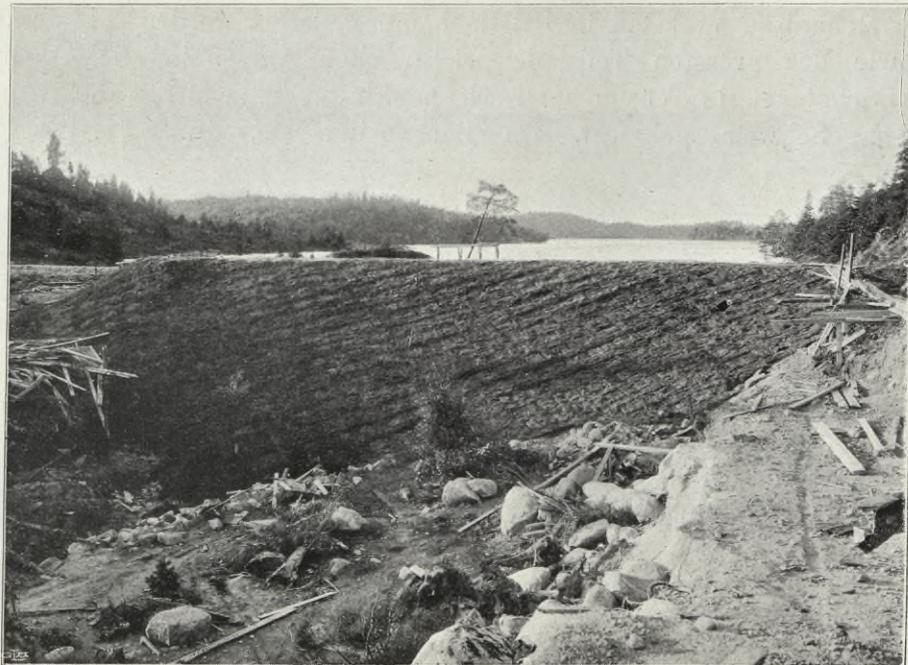


Fig. 30. *Haneström. Der Erddamm.*

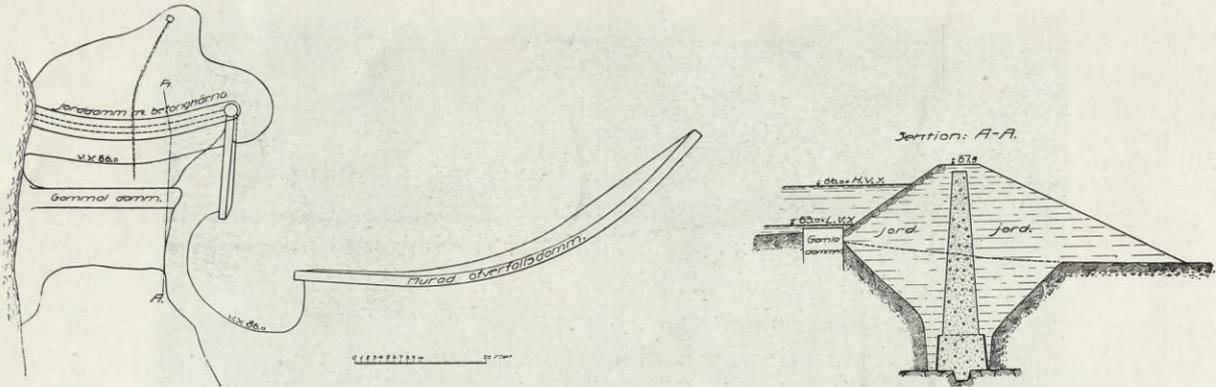


Fig. 31. Haneström. Plan und Sektion des Dammes.

Dejefors und Frykfors.

Die Actiengesellschaft »Värmlands Elektriska Kraftförsäljningsaktiebolag», welche im Jahre 1907 gebildet wurde, verfolgt den Zweck, zur Abgabe elektrischer Kraft die Wasserkräfte von Frykfors und Edsvalla in Norsälven und von Dejefors in Klarälven auszunutzen. Klarälven, der stärkste Zufluss des Sees Vänern, besitzt an der Mündung in diesen See ein Niederschlagsgebiet von etwa 11 880 qkm und Norsälven, welcher ebenfalls in den Vänern abfließt, ein solches von 4 270 qkm. Am Dejefors beträgt die gewöhnliche Niedrigwassermenge des Flusses Klarälven etwa 50 kbm/Sek., es fehlen daselbst jedoch Staubecken zur Ausgleichung der verschiedenen Belastungen während Tag und Nacht. Die Niedrigwassermenge des Flusses Norsälven unterhalb Frykfors beträgt nach den jetzt vollendeten Regulierungen etwa 25 kbm/Sek. Die Gefällhöhe beträgt bei Dejefors etwa 9 m, bei Frykfors etwa 8,3 m und bei Edsvalla etwa 9 m. Da die Gesellschaft über sämtliche Fälle im Flusse Norsälven zwischen den circa 70 km langen Fryken-Seen, an deren Mündung Frykfors liegt, und den See Vänern verfügt, so wird durch Parallelbetrieb der Kraftwerke Frykfors, Edsvalla und Dejefors der Vorteil gewonnen, dass alle Belastungsspitzen durch die beiden ersteren Anlagen geliefert werden können, während die mehr konstante Belastung bei Dejefors, wo ein Staubecken für Abgabe der Tagesbelastung fehlt, geliefert wird.

Die Kraftzentralen zu Frykfors und Edsvalla können dadurch zweckmässig für grösseren Wasserbrauch ausgebaut werden, als die Niedrigwasserführung. Die Kraftzentrale in Frykfors ist z. B. für 4 000 P. S. = circa 47 kbm Wasserverbrauch ausgebaut. Die

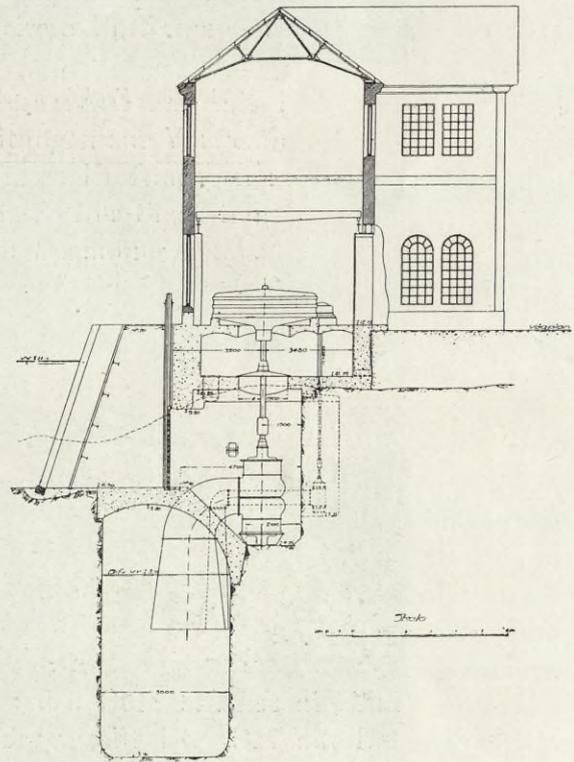


Fig. 32. Frykfors. Querschnitt der Kraftzentrale.

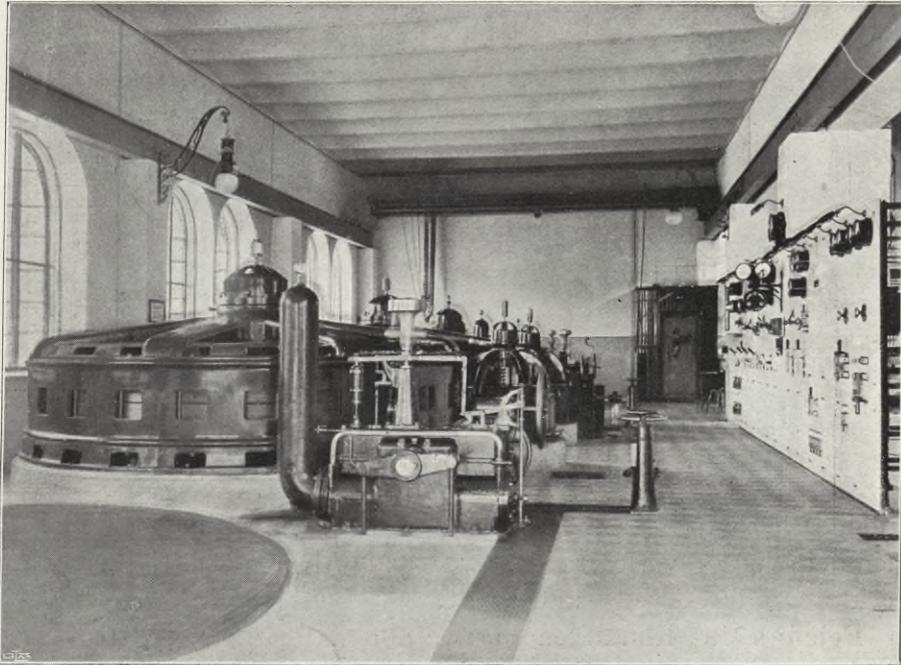


Fig. 33. *Frykfors. Ansicht des Maschinensales.*

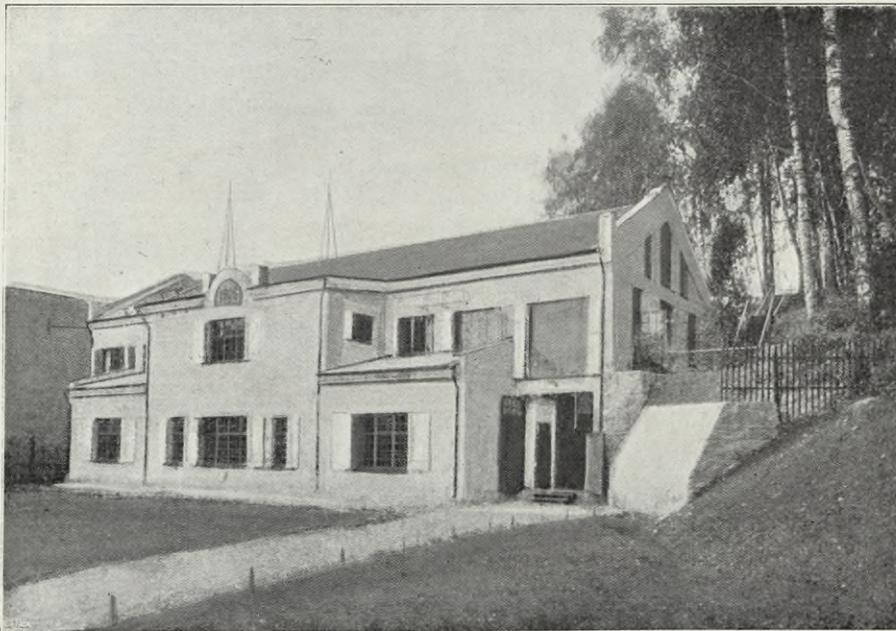


Fig. 34. *Dejefors. Ansicht des Krafthauses.*

Anlage, welche von der Ingenieurfirma Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån, Stockholm, projektiert ist, hat einschliesslich der elektrischen Ausrüstung 820 000 Kronen gekostet, worin jedoch die Kosten für ein letztes Maschinenaggregat von 1 000 P. S. nicht einbezogen sind.

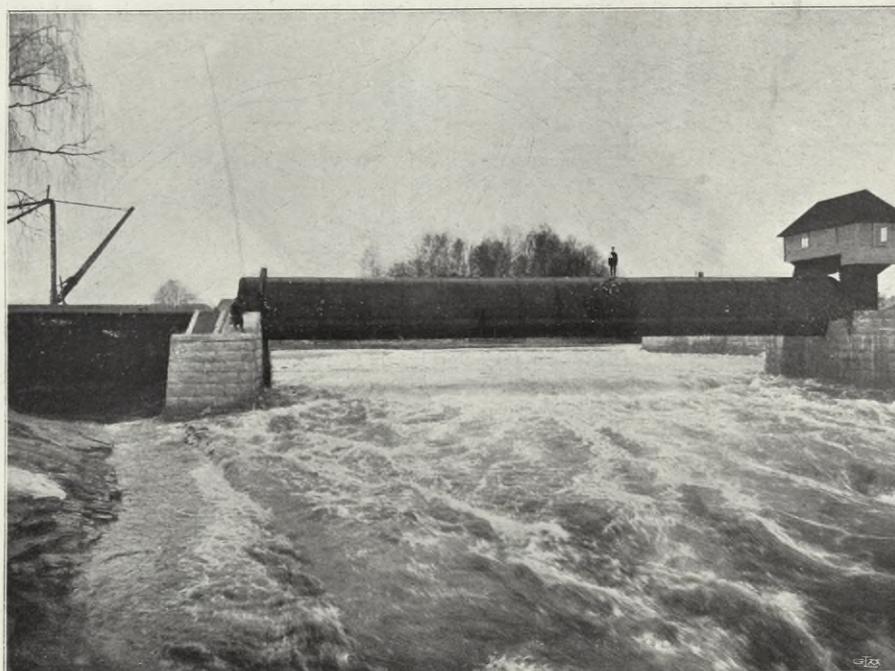


Fig. 35. *Dejefors. Walzenwehr.*

Die Kraftzentrale zu Dejefors, welche zur Zeit für 2 900 P. S. ausgebaut ist, zeichnet sich äusserlich durch das Fehlen sichtbarer Zu- und Abflussleitungen aus, die beide aus Tunneln im Felsen bestehen (Fig. 34). Von Interesse ist der Wehrbau über Klarälfven bei Dejefors, wo bereits 2 Walzenwehre von je 32 m Breite und 3,5 m Durchmesser ausgeführt sind (Fig. 35). Das Leitungsnetz der Gesellschaft, welches die Tafel 1 zeigt, ist für 34 000 Volt Spannung ausgeführt.

Gullspång.

Der Gullspångälf bildet den Abfluss des 131 qkm grossen Sees Skagern und besitzt auf der 13 km langen Strecke bis zum See Vänern herab eine Gefällhöhe von etwa 24 m, wovon etwa 20,5 m bei Gullspång ausgenutzt werden. Dieser Wasserlauf, welcher an seinem oberen Ende teils Letälfven, teils Svartälfven genannt wird, hat an seiner Mündung ein Niederschlagsgebiet von 5 150 qkm und ist nächst Klarälfven der grösste der Zuflüsse des Sees Vänern.

Der Wasserfall von Gullspång sowie der am unteren Teil des Flusses Letälfven oberhalb des Sees Skagern belegene Fall bei Munkfors wurden im Jahre 1906 von der Actiengesellschaft »Kraftaktiebolaget Gullspång—Munkfors« erworben, welche zu dem Zwecke gebildet wurde, in Lidköping, Mariestad, Kristinehamn und anderen Städten und Orten elektrische Energie von den Kraftzentralen bei diesen Fällen abzugeben. Durch Kombination der an beiden Seiten des Sees Skagern belegenen Fälle Gullspång und Munkfors konnte der Wasservorrat in effektiver Weise ausgenutzt werden. Der noch nicht ausgebaute Fall bei Munkfors, welchem ein zweckmässiges Bassin oberhalb des Falles für Tag- und Nachtregulierung fehlt, ist nämlich für ununterbrochenen Betrieb bestimmt,

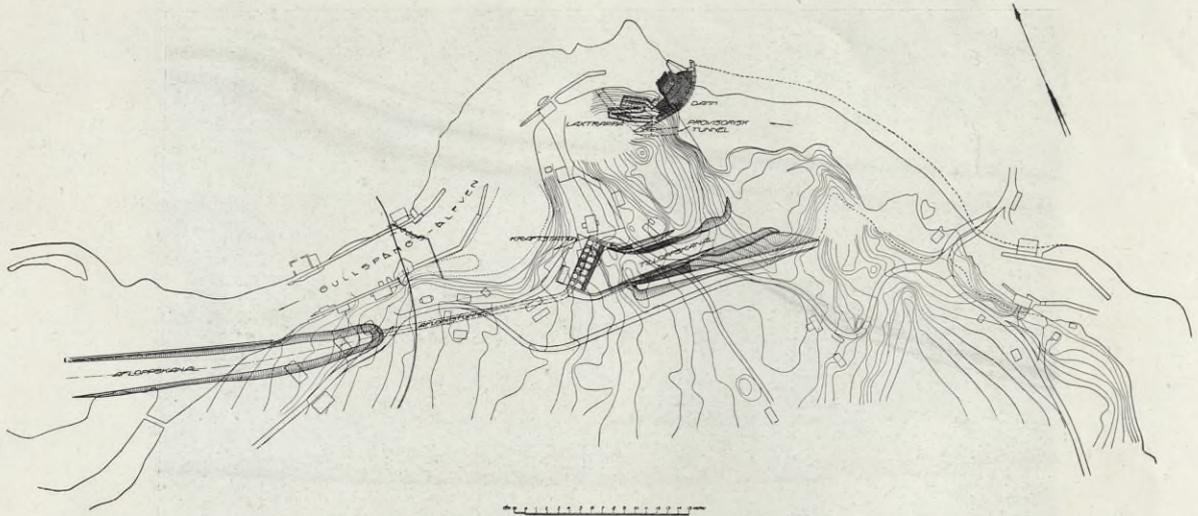


Fig. 36. Gullspång. Lageplan.

während die Anlage bei Gullspång, infolge des grossen Seebeckens Skagern oberhalb und des Sees Vänern unterhalb, ihren Wasserverbrauch ohne andere Wasserwerke zu stören dem jedesmaligen Kraftbedarf anpassen kann. Durch die Regulierung des Skagern kann die Niedrigwassermenge des Gullspångälvs von 27 kbm/Sek. auf 45 kbm/Sek. erhöht werden. Infolge der vorgenannten günstigen Umstände für eine wechselnde Wasserspeisung während Tag und Nacht hat die Anlage zu Gullspång vorteilhaft für einen Wasserverbrauch von circa 100 kbm/Sek. projektiert werden können.

Die Anlage, welche im Jahre 1908 in Betrieb genommen wurde, besteht aus dem Wehrbau quer über den Fluss, der Kraftzentrale und dem Abflusskanal (Fig. 36).

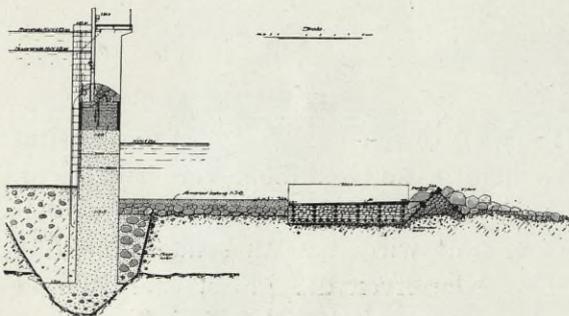


Fig. 37. Gullspång. Querschnitt durch das Wehr.

Das Wehr ist in der westlichen Hälfte der Flussrinne, wo der Felsengrund zu Tage lag, als Gravitationsdamm aufgeführt. In dem übrigen Teil der Flussrinne, wo der Fels in bedeutender Tiefe unter dem Boden lag, wurde das Wehr in Gewölbeform mit einer Spannweite von 40 m und 36,5 m Radius sowie etwa 3 m Gewölbestärke ausgeführt. Der Damm ist in Beton hergestellt und mit Ablassöffnungen versehen. Unterhalb der Öffnungen des Wehres ist der Boden verstärkt unmittelbar bei dem Wehre mit einer armierten Betonplatte und

dann mit steingefüllten Holzkisten. Die der Abnutzung durch das Wasser ausgesetzten Flächen der Betonmauern sind mit Stein bekleidet. Die Ablassöffnungen welche durch fünfzig hölzerne Schützen-Tafeln, abgesperrt werden können, sind durch Betonpfeiler in 10 Gruppen eingeteilt. Für die Wanderung der Fische flussaufwärts sind Lachstreppe und Aalbrutleiter im Damm vorgesehen.

Die Kraftzentrale enthält 6 grössere Einheiten und zwei kleinere Erregereinheiten. Die bisher installierten vier grösseren Turbinen sind von Aktiebolaget Karlstads Me-



Fig. 38. Gullspång. Das Wehr vom Unterwasser aus gesehen.

kaniska Verkstad ausgeführt. Drei derselben haben einen Nutzeffekt von 4 000 P. S. und die vierte einen solchen von 4 500 P. S. Die beiden Erregerturbinen erzeugen je 200 P. S., so das die ganze Anlage also jetzt für etwa 16 500 P. S. installiert ist, ein Effekt, welcher in Zukunft auf 25 000 P. S. erhöht werden kann.

Die Turbinenkammern, deren oberer Teil in armiertem Beton ausgeführt ist, gehen nach unten in vertikale Blechschächte über, welche bei den grösseren Turbinen eine Tiefe von 13 m und einen Durchmesser von 5,5 m haben. Am Boden derselben sind die Tur-

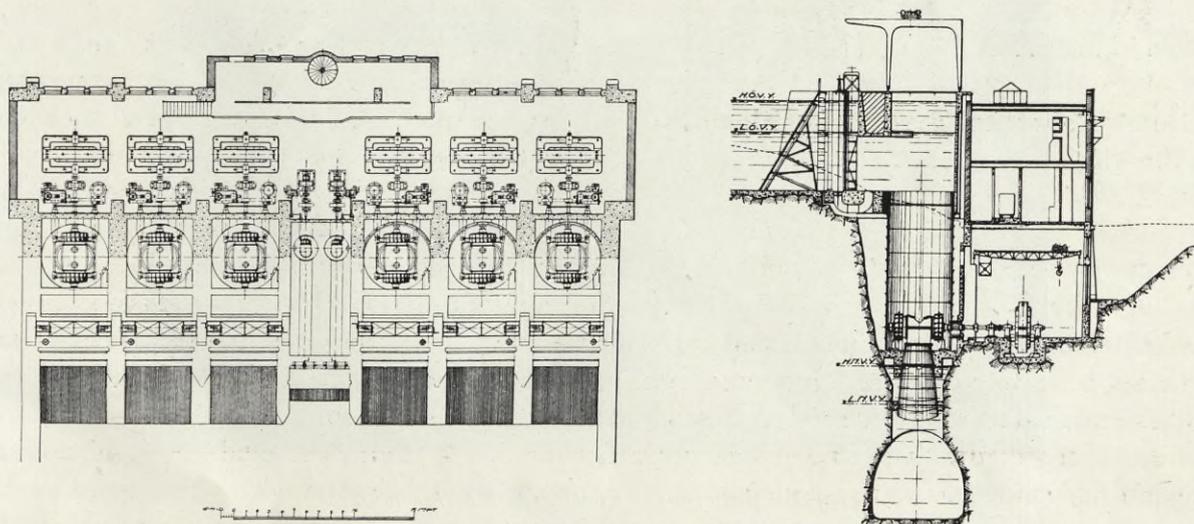


Fig. 39. Gullspång. Plan und Durchschnitt der Kraftzentrale.

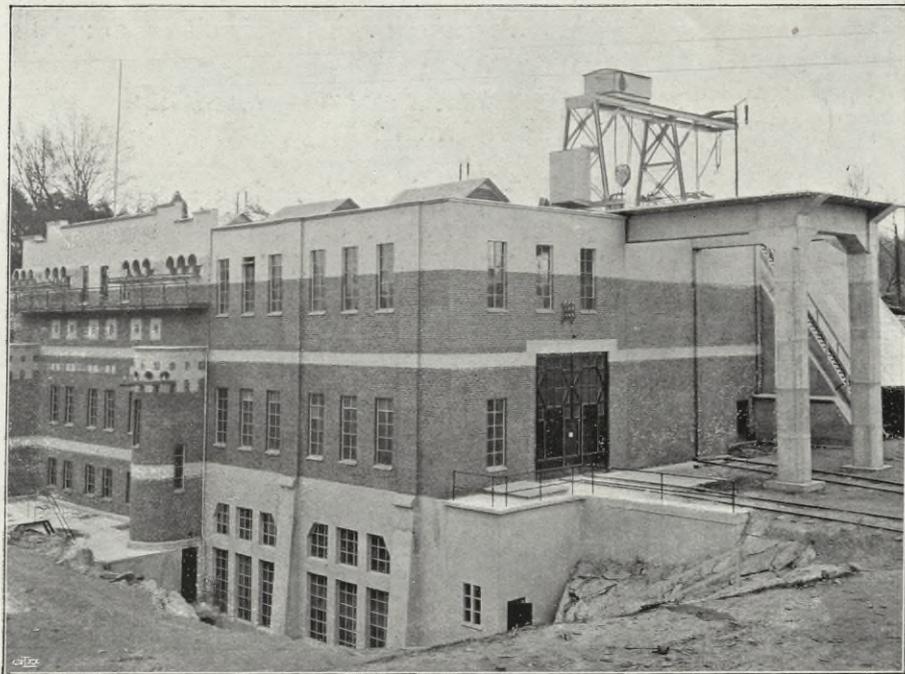


Fig. 40. Gullspång. Ansicht des Krafthauses.

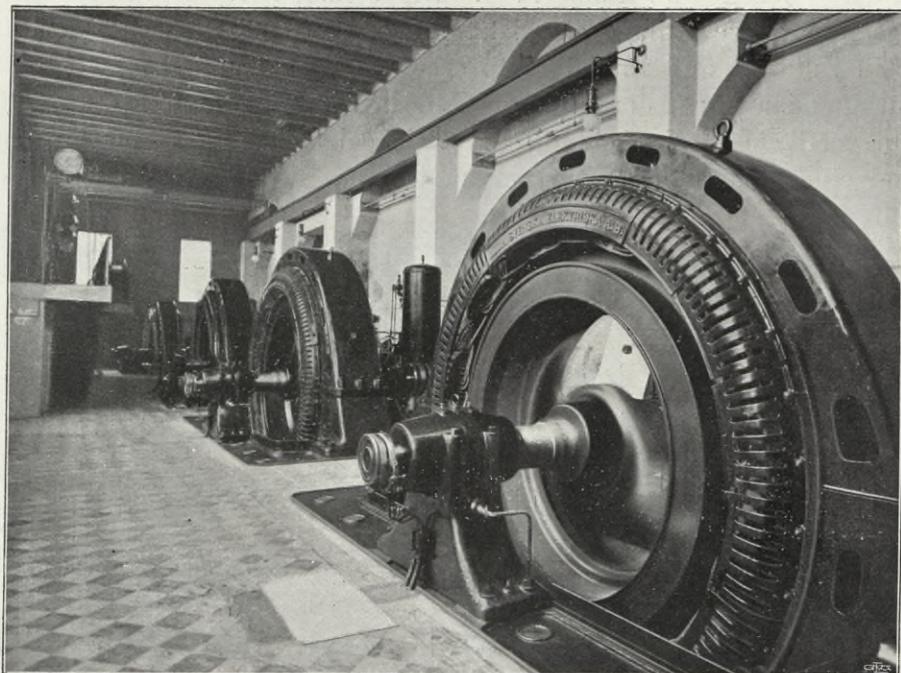


Fig. 41. Gullspång. Ansicht des Maschinensaales.

binen aufgestellt. Die Kammern werden durch Eisrechen geschützt und können mittels eisernen Schützen mit einer Breite von 5,5 m und einer Höhe von 4,6 m abgeschlossen werden.

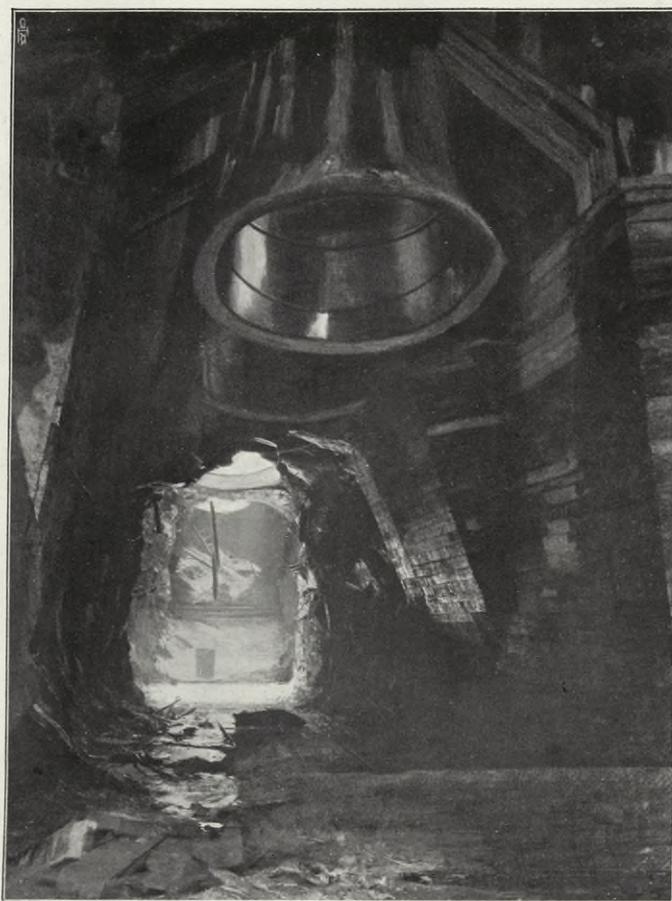


Fig. 42. Ansicht des Unterwassertunnels.

Die Saugrohre der Turbinen hängen in den unter der Kraftzentrale und in deren Längenrichtung als Tunnel ausgesprengten Abflusstunnel (Fig. 42) hinab. Mit einer unter dem künftigen Niedrigwasserstand effektiven Area von 50 qm setzt sich dieser etwa 150 m als Felsentunnel fort, worauf er in einen offenen Kanal bis in die Flussrinne übergeht. Der Fussboden des Maschinensals ruht direkt auf dem Felsen und die Wände sind, um Feuchtigkeit zu verhindern, vollständig freistehend von dem Felsen angeordnet. Oberhalb des Generatorsals sind zwei Geschosse aufgeführt, welche Transformatoren zum Herauftransformieren bis auf 40 000 Volt, Hochspannungsschaltanlage u. s. w. enthalten. Die elektrische Ausrüstung ist von Allmänna Svenska Aktiebolaget in Västerås ausgeführt. Die Fernleitungen zeigt Tafel 1.

Die Kosten der ganzen Anlage mit Ausnahme der elektrischen Leitungen werden nach völliger Fertigstellung auf 3 500 000 Kronen, oder 167 Kronen per P. S. excl. Reserve berechnet. Der während des Jahres 1908 fertiggebaute Teil, welcher 4 Aggregate nebst Spreng- und Betonarbeiten für die übrigen umfasst, hat einen Kostenbetrag von 3 175 000 Kronen, oder 265 Kr. P. S. excl. Reserve verursacht.

Die Ausführung der Bauarbeiten hat unter Leitung der Ingenieurfirma Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån in Stockholm stattgefunden.

Skråmforsen.

Skråmforsen liegt an dem Teil des Gullspångsälfs, welcher den Namen Svartälven führt. Die Anlage ist für 3 000 P. S. ausgeführt, welche auf 6 Einheiten von je 600 P. S. (1 als Reserve) verteilt sind. Ausserdem sind 2 besondere Erregeraggregate von je 50 P. S. vorhanden (Fig. 46.)

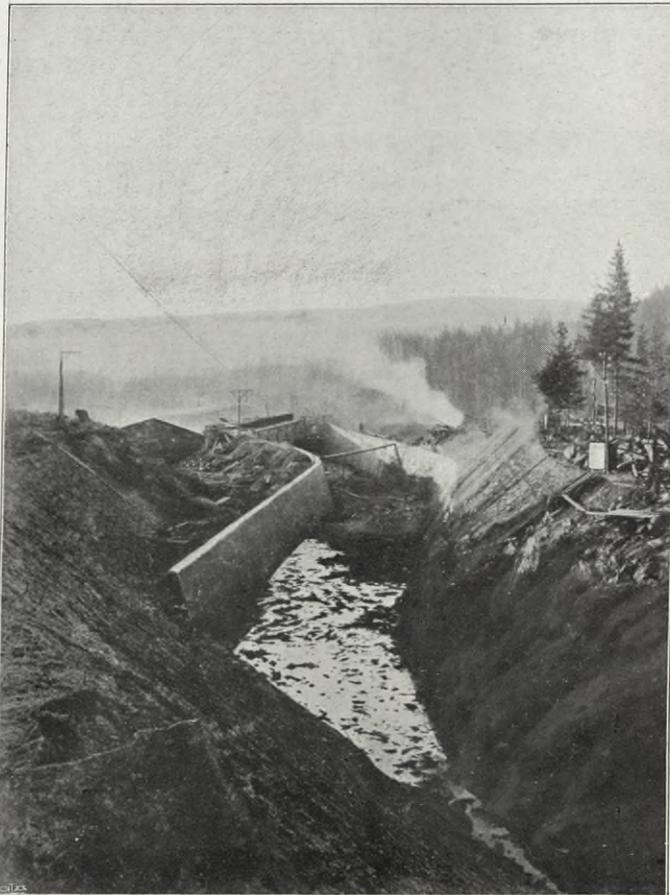


Fig. 43. *Skråmforsen. Werkkanal.*

Die Anlage wurde während der Jahre 1898—1900 fertiggebaut und liefert Kraft nach der 38 km entfernt gelegenen Stadt Örebro u. a. Orten. Der Strom wird mit 550 Volt 50 Perioden erzeugt, welche sodann auf 15 000 Volt herauftransformiert werden. Die Anlage wurde von »Örebro Elektriska Kraftaktiebolag» gebaut und ist eine der älteren Wasserkraftanlagen Schwedens zur Abgabe elektrischer Kraft in grösserem Massstabe. Die erste elektrische Kraftleitung in Schweden dürfte die im Jahre 1893 ausgeführte Anlage zur Überführung von 300 P. S. von Hellefors nach Grängesberg gewesen sein.

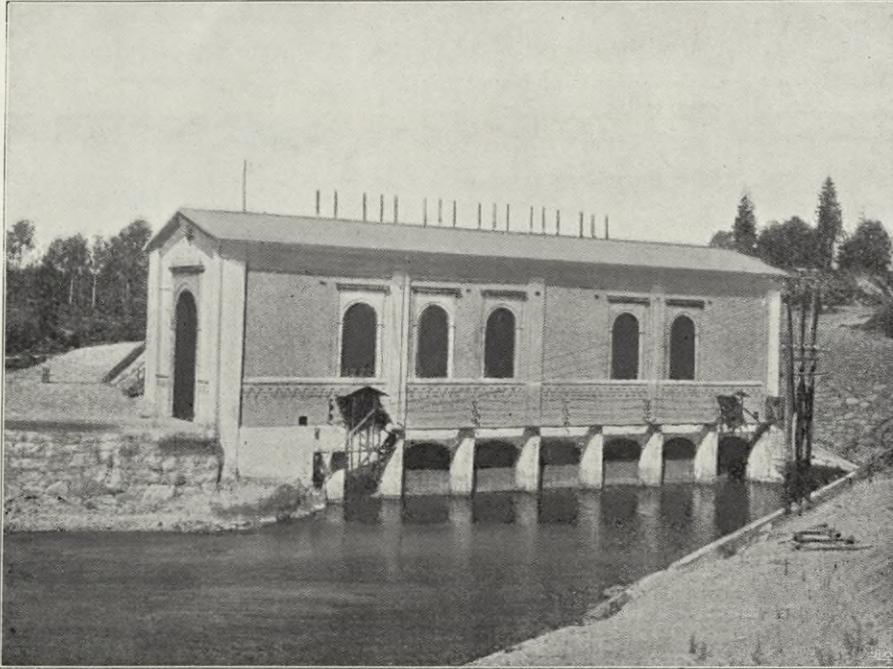


Fig. 44. Skråmforsen. Ansicht des Krafthauses.

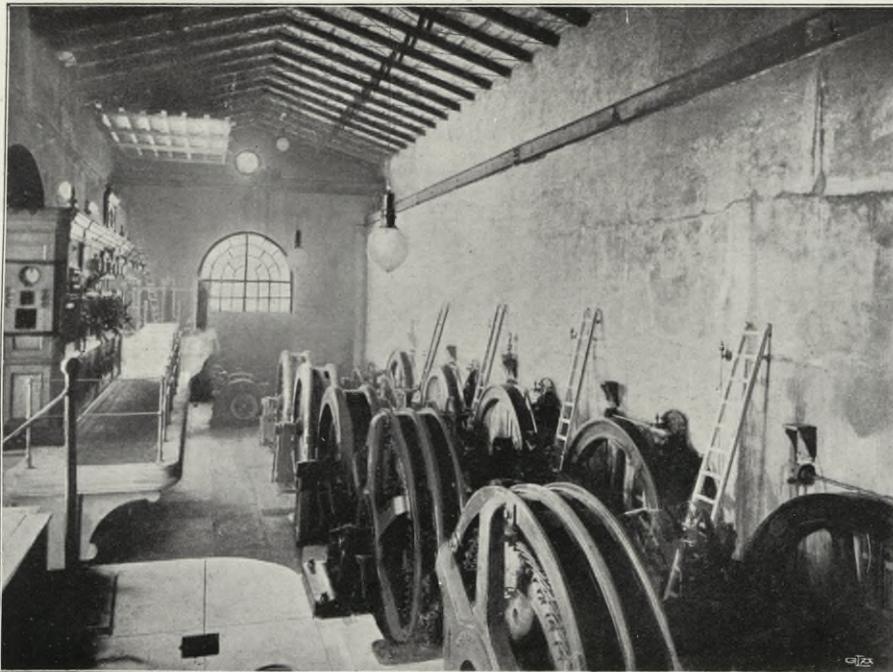


Fig. 45. Skråmforsen. Ansicht des Maschinensaales.

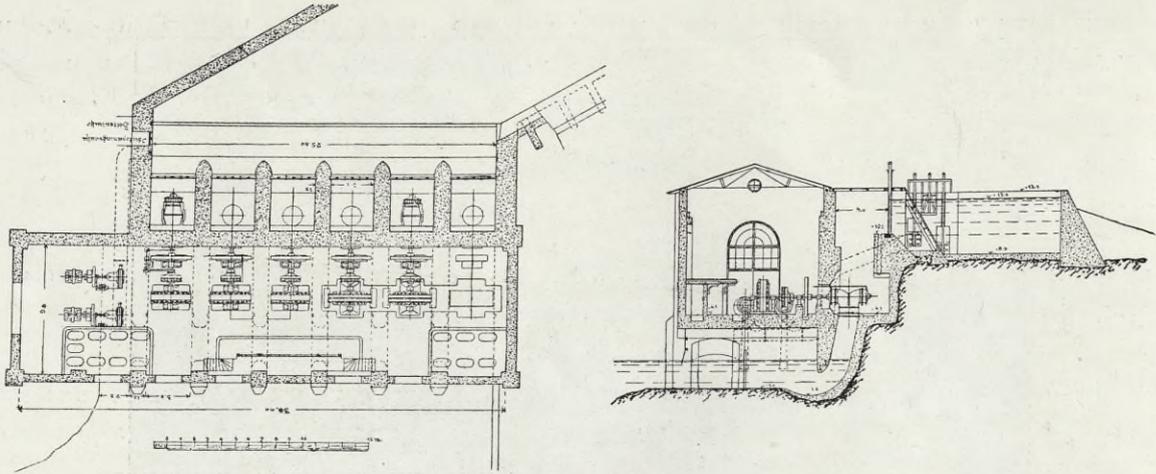


Fig. 46. Skråmforsen. Plan und Querschnitt der Kraftzentrale.

Die Kosten der Kraftzentrale bei Skråmforsen, betragen 755 000 Kronen oder etwa 280 Kr. per auftransformierte elektrische P. S. Die Wasserbauten sind in Unternehmen von der Aktiebolaget Skånska Cementgjuteriet in Stockholm ausgeführt worden.

Håfreström.

Håfreström liegt an dem Flusse Upperedälven, welcher an seiner Mündung in Vänern ein Niederschlagsgebiet von 3 450 km besitzt, wovon nicht weniger als etwa 15 % aus Seen gebildet werden. Dieser Wasserlauf ist durch den Dalslandskanal für circa 4 m breite und 2 m tiefgehende Fahrzeuge bis zum See Stora Le schiffbar gemacht worden und besteht in der Hauptsache aus zahlreichen Seen mit dazwischenliegenden verhältnismässig kurzen Gefällstrecken. Die meisten dieser Wasserfälle sind mehr oder weniger zum Betrieb von Fabriken, hauptsächlich solchen zur Herstellung von Papier und Zellulose nutzbar gemacht worden.

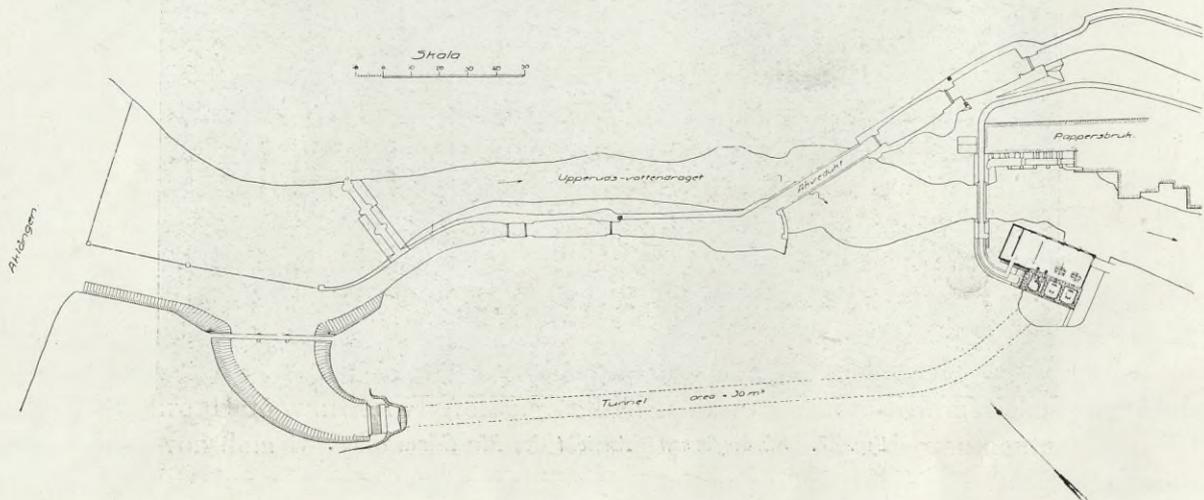


Fig. 47. Håfreström. Lageplan.

Die Anlage zu Håfreström liegt zwischen den Seen Åklängen und Höljen, woselbst auf einer Strecke von etwa 400 m eine Gefällhöhe von circa 10 m vorhanden ist. Die Niedrigwasserführung, welche in normalen Jahren 20—25 kbm/Sek. beträgt, kann ausnahmsweise bis auf 17 kbm per Sek. sinken. Durch eine künftige Regulierung der oberhalb liegenden Seen hofft man die Niedrigwassermenge auf 30 bis 40 kbm/Sek. erhöhen zu können, welche Wassermenge jetzt während des grösseren Teils des Jahres zur Verfügung steht. Die Hochwassermenge beträgt 135 kbm/Sek. Der Dalslandskanal welcher im Jahre 1868 fertiggebaut war, ist in der Nähe des Sees Åklängen auf das rechte Ufer verlegt worden, überspannt jedoch sodann den Wasserlauf auf einem freitragenden Eisenaquädukt von etwa 30 freier Spannweite und schreitet darauf am linken Ufer fort. Auf der am linken Ufer zwischen dem Kanal und dem Fluss gebildeten Insel liegt die Papierfabrik Håfreström. Die neue Kraftanlage ist auf das rechte Ufer unterhalb Åklängen verlegt worden und das Wasser wird mittels eines in den Felsen eingesprengten Tunnels von circa 30 qm Qverschnitt und 230 m Länge nach derselben hingeleitet.

Die Kraftzentrale, welche offene Turbinenkammern aus armiertem Beton hat, ist, vollständig ausgebaut, für 4 Einheiten von je 1 000 P. S. nebst 2 Erregermaschinen

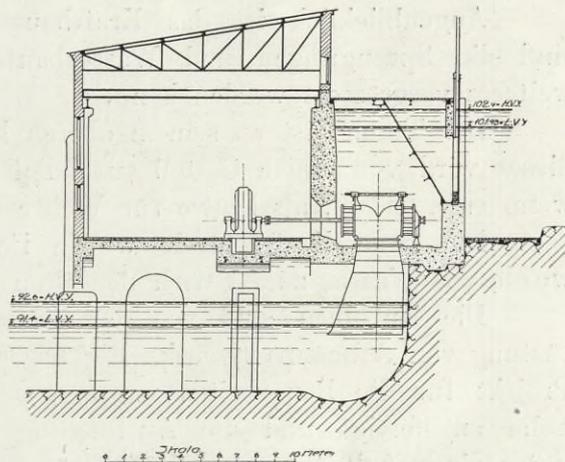


Fig. 48. Håfreström. Querschnitt durch die Kraftzentrale.

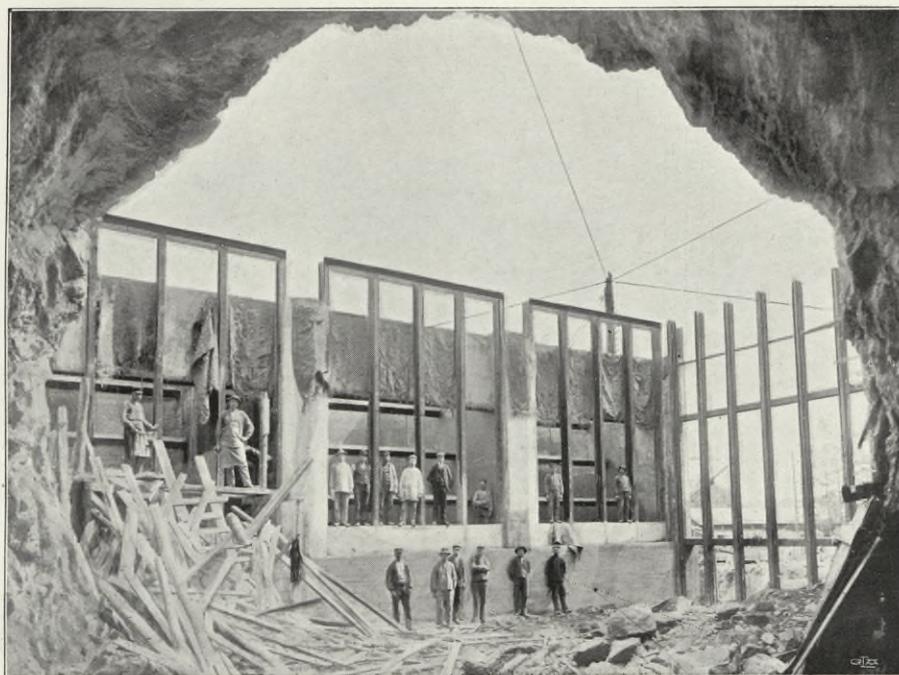


Fig. 49. Håfreström. Turbinenkammern vom Tunnel aus gesehen.

planiert. Ausserdem führt von der Einlaufkammer der einen Erregermaschine eine Eisen-Rohr von 3 m Durchmesser. Dieses Rohr ist quer über den Wasserlauf als freitragender Bogen ausgeführt und leitet das Wasser nach der am andern Ufer belegenen alten Fabrik.

Augenblicklich ist das Krafthaus nur für 2 grössere Einheiten ausgebaut, jedoch sind die Sprengungen und Wasserbauten so ausgeführt, dass die Anlage später ohne weiteres vergrössert werden kann.

Der Tunnel ist an seinem oberen Einlauf mit einem eisernen Grobrechen versehen; dieses wird von einem Gestell aus I-Balken getragen, welches so konstruiert ist, dass es, wenn erforderlich, als Stütze für Wehre beim Absperren des Tunnels fungieren kann.

Die neue Kraftzentrale wurde im Jahre 1907 in Gebrauch genommen und 1908 wurde das Wasser zuerst nach der alten Fabrik geleitet.

Die Turbinen sind von der Firma Voith in Heidenheim und die elektrische Ausrüstung von Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Västerås geliefert worden. Das Projekt für die Bauarbeiten wurde von der Ingenieurfirma Unander & Jonson in Stockholm angefertigt und die Ausführung der Arbeit geschah durch mehrere Unternehmer unter direkter Leitung der »Häfreströms Aktiebolag«, welche Eigentümerin der Anlage ist.

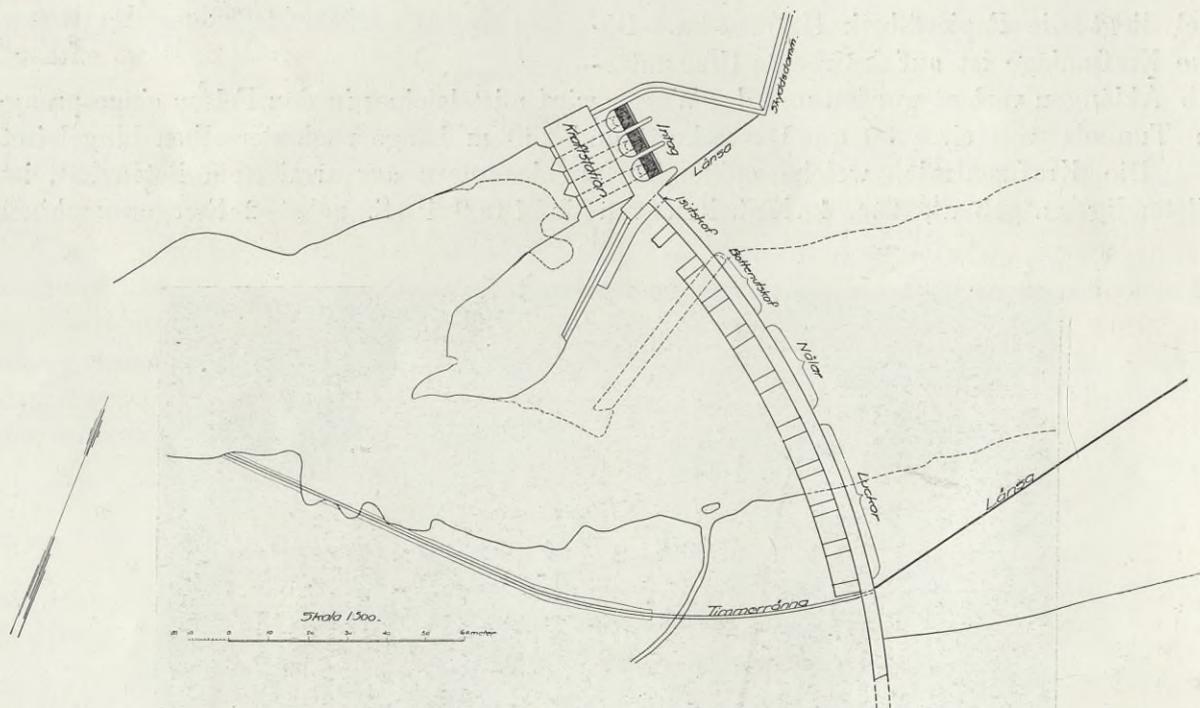


Fig. 50. Yngaredsfors. Lageplan.

Yngaredsfors.

Ätran.

Im Jahre 1905 wurde die Actiengesellschaft »Yngaredsfors Kraftaktiebolag« gebildet, um die Kraft von dem 18 m hohen Yngaredsfors auszunutzen und an Konsumenten abzugeben.

Die aus einem gemauerten Wehr nebst einer mit demselben zusammengebauten Kraftzentrale mit offener Turbinenaufstellung bestehende Anlage ist für 8 500 P. S., die

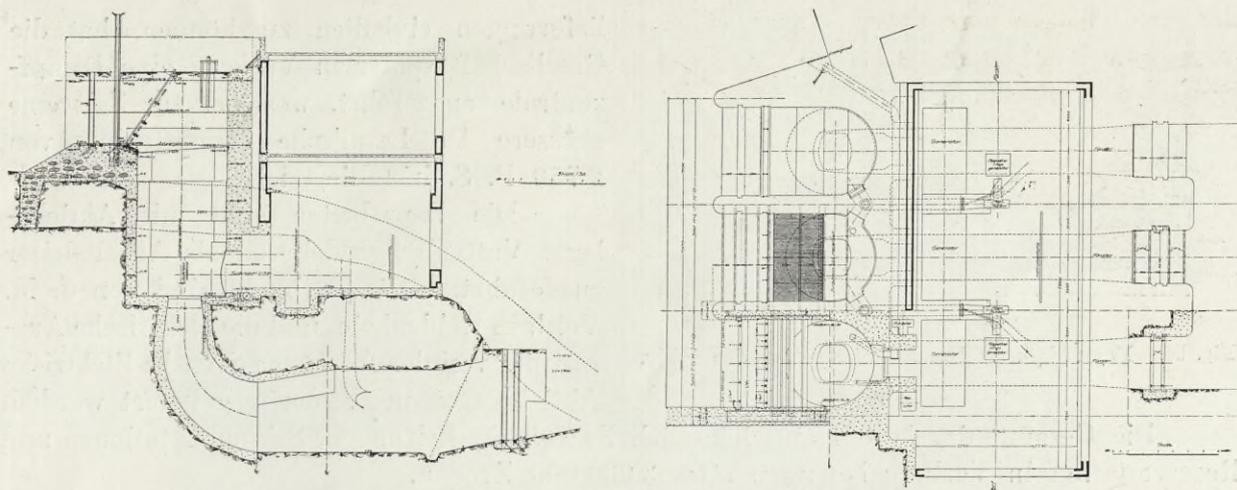


Fig. 51. *Yngaredsfors. Plan und Querschnitt der Kraftzentrale.*

auf 3 grössere Einheiten von je 2 750 P. S. und zwei kleinere Erregereinheiten verteilt sind, ausgebaut. Die aus Beton bestehenden Turbinenkammern sind, um bei der verhältnismässig grossen Gefällhöhe Leakage zu vermeiden, mit Blech bekleidet. Die Kraftzentrale ist in 2 Etagen aufgeführt, wovon die obere Transformatoren u. s. w. enthält.

Die Kraft wird in einem Umkreis von circa 9 Meilen Radius abgegeben und hierbei eine Spannung von etwa 40 000 Volt benutzt. Die Periodenzahl beträgt 50.

Die normale Niedrigwassermenge ist etwa 19 $\text{km}^3/\text{Sek.}$, während die anomale Niedrigwassermenge nur 10 bis 5 $\text{km}^3/\text{Sek.}$ beträgt, in welchem letzteren Falle der ganze Nutzeffekt nur 1 800 bis 900 P. S. ist. Um auch während der Niedrigwasserperioden die Kraft-

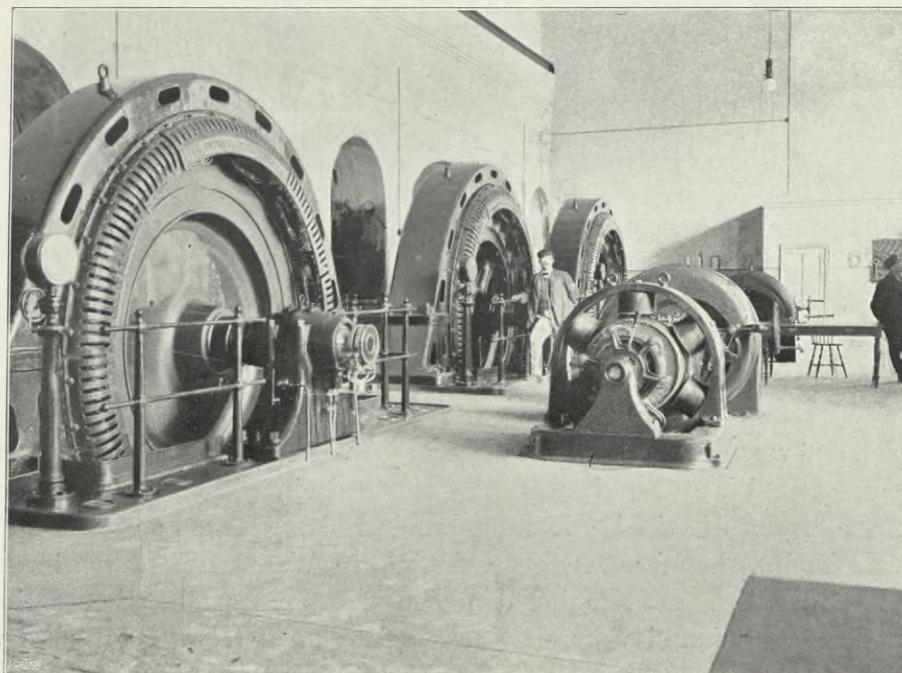


Fig. 52. *Yngaredsfors. Ansicht des Maschinensales.*

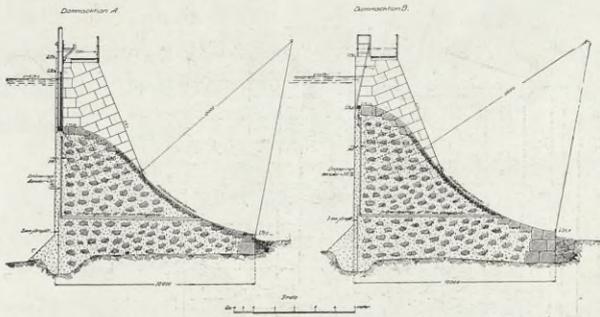


Fig. 53. Yngaredsfors. Durchschnitte durch das Wehr.

lieferungen einhalten zu können, hat die Gesellschaft später in Varberg eine Dampfzentrale ausgeführt, woselbst zur Zeit eine grössere De Laval'sche Dampfturbine von 2 750 P. S. installiert ist.

Die Bauarbeiten sind mit Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån als Arbeitsleiter ausgeführt. Die Turbinen sind von J. M. Voith in Heidenheim und die elektrische Ausrüstung von der Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Västerås geliefert worden.

Die Gesamtanlagekosten einschliesslich Kraftwerk, Leitungen, Sekundärstationen und Reservestation in Varberg betragen etwa 3 000 000 Kronen.

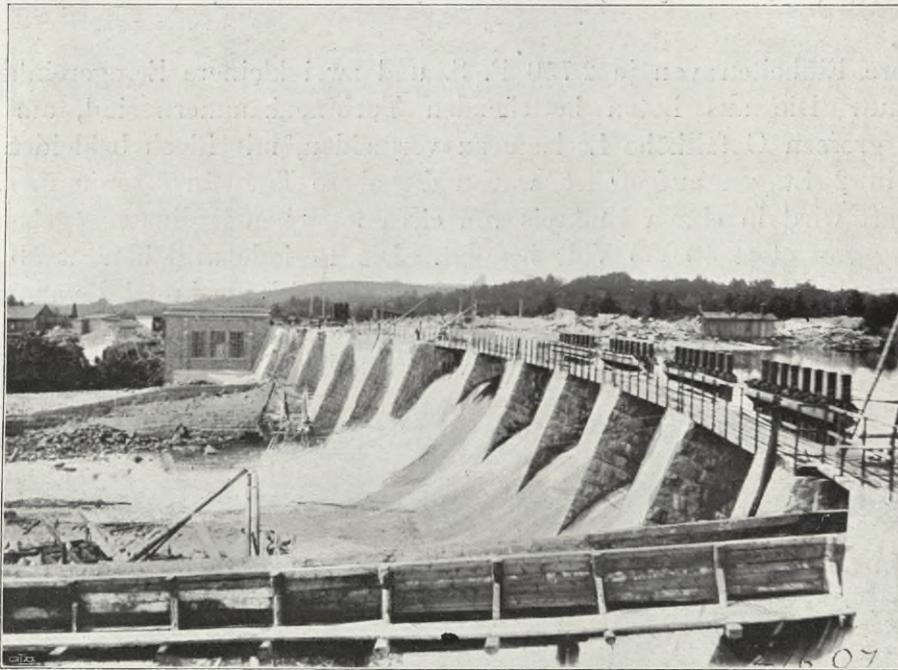


Fig. 54. Yngaredsfors. Das Wehr vom Unterwasser aus gesehen.

Sydsvenska Kraftaktiebolaget.

Lagan.

Im Jahre 1906 wurde die Actiengesellschaft Sydsvenska Kraftaktiebolaget zu dem Zwecke gebildet, um aus dem Wasserfall Lagan Kraft an südschwedische Städte abzugeben. Als grösste Aktionäre traten die Städte Malmö, Lund, Helsingborg, Landskrona und Halmstad in die Gesellschaft ein. Letztere, welche jetzt grosse Wasserfallstrecken im Lagan besitzt, begann den Bau der Kraftzentrale bei den vier aufeinander folgenden Fällen Majenfors, Bassalt sowie dem oberen und unteren Knäred mit einer Gesamtgefällhöhe von circa 38 m, welche sich mit 9,1 bis 9,7 m auf die einzelnen Fälle verteilen. Die Wassermenge, welche in erster Hand ausgenutzt wurde, beträgt etwa 20 kbm/Sek., ungefähr der ordinären

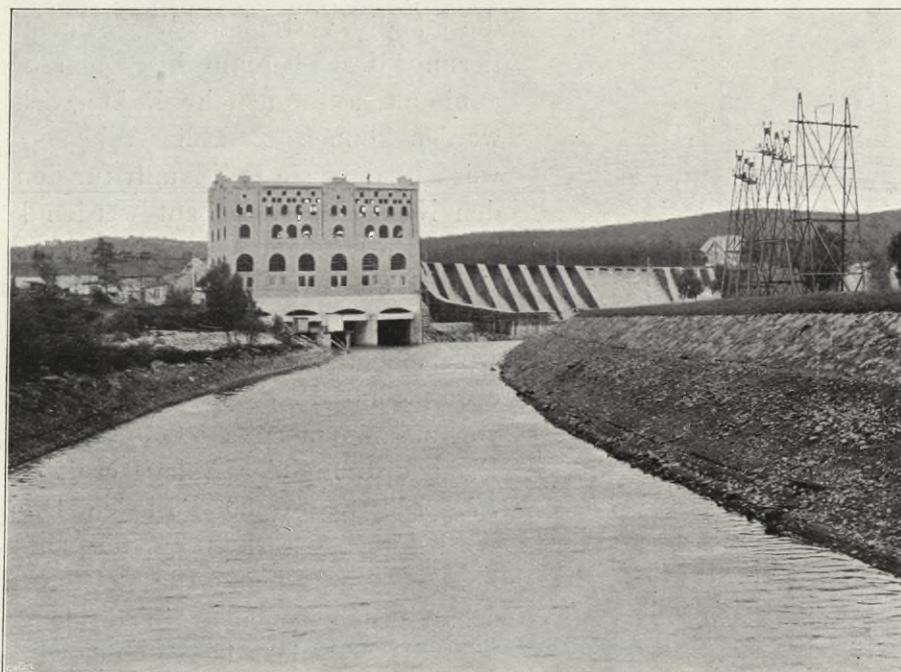


Fig. 55. *Lagan. Ansicht des Wehrs und Krafthauses bei Knäred.*

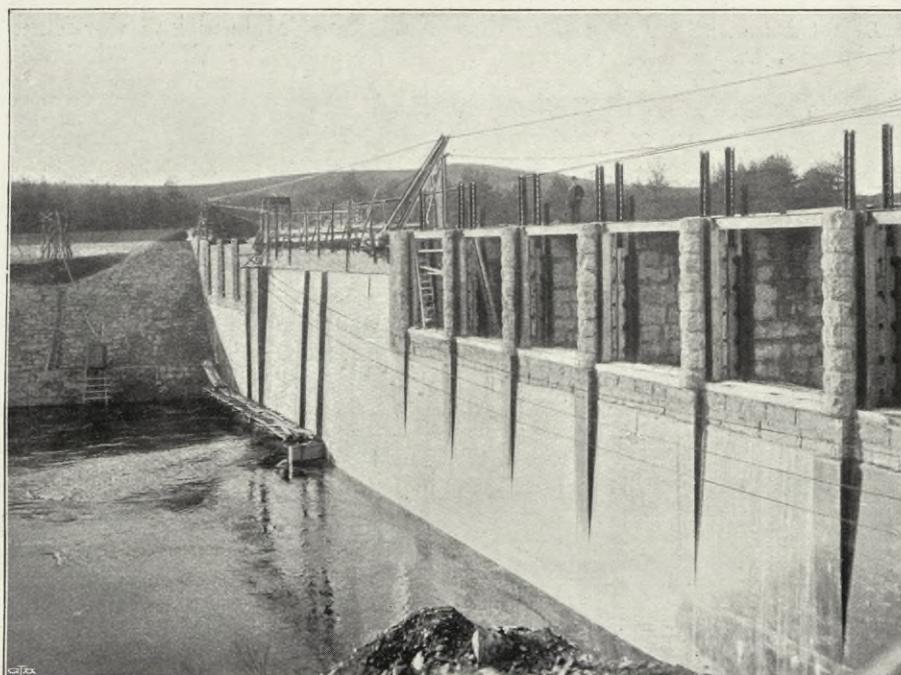


Fig. 56. *Lagan. Ansicht des Wehrs bei Knäred.*

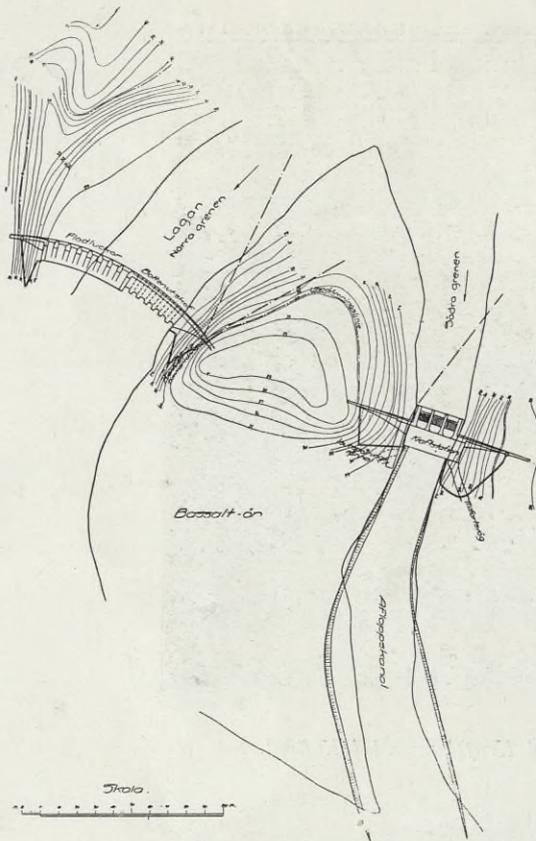


Fig. 57. Lagan. Lageplan der Anlage bei Bassalt.

Niedrigwassermenge entsprechend. Da indessen die ständig verfügbare Wassermenge nach Regulierung der oberhalb belegenen Seen, wie man annimmt, auf ungefähr 45 kbm/Sek. wird erhöht werden können, sind die Anlagen so projektiert worden, dass sie in Zukunft für den entsprechenden Nutzeffekt ausgebaut werden können.

Die Anlagen von Majenfors und Bassalt sind 1909—10 für den Betrieb in Anspruch genommen worden. Die Anlage zu Bassalt, welche bei 9,5 m Gefällhöhe bei Niedrigwasser etwa 1 600 P. S. ergibt, ist für 3 Einheiten von zusammen circa 5 000 P. S. ausgebaut. Die Plananordnung der Anlage ergibt sich aus Fig. 57. Die Kraft, 50 Perioden Dreiphasenstrom, wird zwecks Fortleitung bis auf 50 000 Volt herauftransformiert. Die Leitungen der Gesellschaft ergeben sich aus Tafel 1.

Das Projekt ist von der Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån gemacht.

Die Bauarbeiten sind in Unternehmen von Aktiebolaget Skånska Cementgjuteriet in Stockholm ausgeführt. Die Turbinen wurden von der Karlstads Mekaniska Verkstad in Kristine-

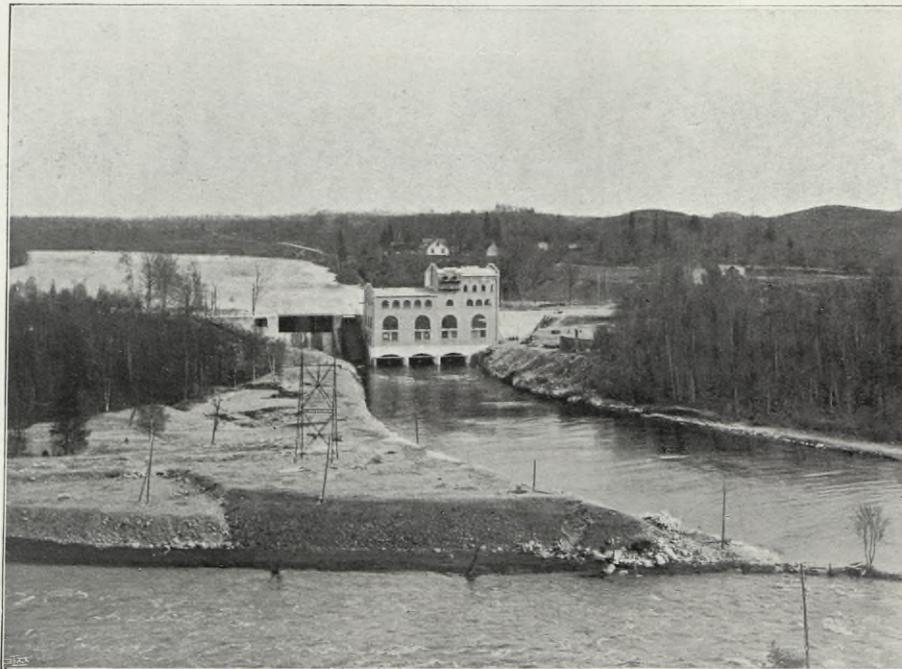


Fig. 58. Lagan. Ansicht des Krafthauses bei Bassalt.

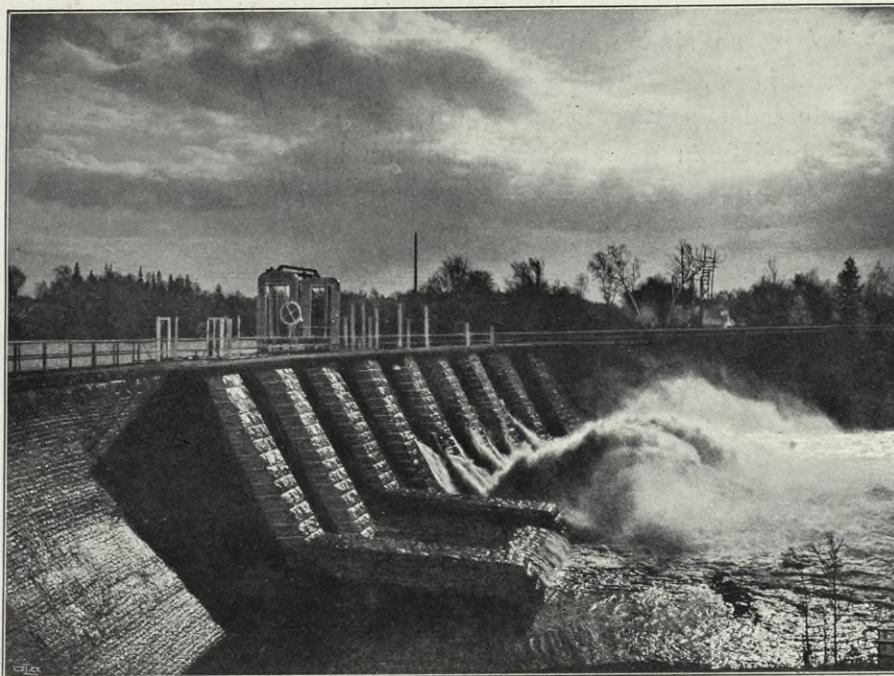


Fig. 59. Lagan. Ansicht des Wehrs bei Bassalt.

hamn und Finnshyttans Mekaniska Verkstad, Finnshyttan und die Generatoren von Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Vesterås geliefert.

Der Preis der Kraft, welchen die erwähnten Städte am Verbrauchsorte an der Niederspannungsseite bei den von der Gesellschaft ausgeführten Transformatorstationen bezahlen, beträgt 4 Öre pr Kw-Stunde bei Tage und 1 Öre bei Nacht. Die Gesellschaft besitzt ausser den vorstehend erwähnten Kraftzentralen noch mehrere andere Wasserfälle und der grösste verfügbare Nutzeffekt sämtlicher Wasserfälle der Gesellschaft wird auf etwa 30 000 P. S. angegeben. Das Unternehmen bildet ein interessantes Beispiel der Vereinigung mehrerer Gemeinden, um dem Bedarf an elektrischer Energie für Kraft und Beleuchtung zu genügen.

Hemsjö Kraftaktiebolag.

Die Actiengesellschaft »Hemsjö Kraftaktiebolag«, welche im Jahre 1906 zu dem Zwecke *Mörrumsån und Helgeån.* gebildet wurde, um Kraft von den Wasserfällen Öfre Hemsjö und Nedre Hemsjö in Mörrumsån abzugeben, ist später allmählich erweitert worden. Die Gesellschaft besitzt zur Zeit mehrere Wasserfälle sowohl in Mörrumsån und Helgeån wie auch in anderen Wasserläufen im südöstlichen Schweden und überspannt mit ihren Kraftleitungen bedeutende Teile von Blekinge und Skåne. Die Leitungen der Gesellschaft sind in der Tafel 1 zusammengestellt. Die gesamte Nutzkraft der Fälle, über welche die Gesellschaft verfügt, wird auf etwa 18 000 P. S. angegeben, wovon für ununterbrochenen Betrieb etwa 10,000 und für Tagesbetrieb allein etwa 8 000 P. S. disponibel sind. Von diesen Fällen sind der obere Hemsjöfall, von 4 000 P. S., Fridafors von 800 P. S. und Torsebro von 3 000 P. S. jetzt ausgebaut.

Da die Wasserläufe, an denen die Fälle der Gesellschaft belegen sind, einen variierenden Abfluss haben, so sind umfassende Regulierungen projektiert worden. Indessen dürften die Wasservariationen dadurch etwas ausgeglichen worden sein, dass man mehrere Wasserfälle in verschiedenen Wasserläufen, bei denen die Niedrigwasserführung zu etwas ungleichen Zeiten eintritt, zu gemeinsamem Betrieb kombiniert hat.

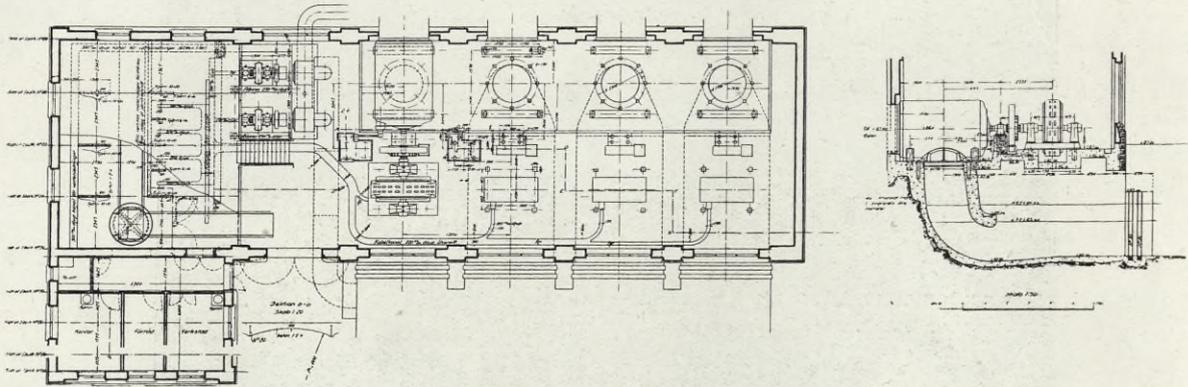


Fig. 60. Hemsjö. Plan und Querschnitt der Kraftzentrale.

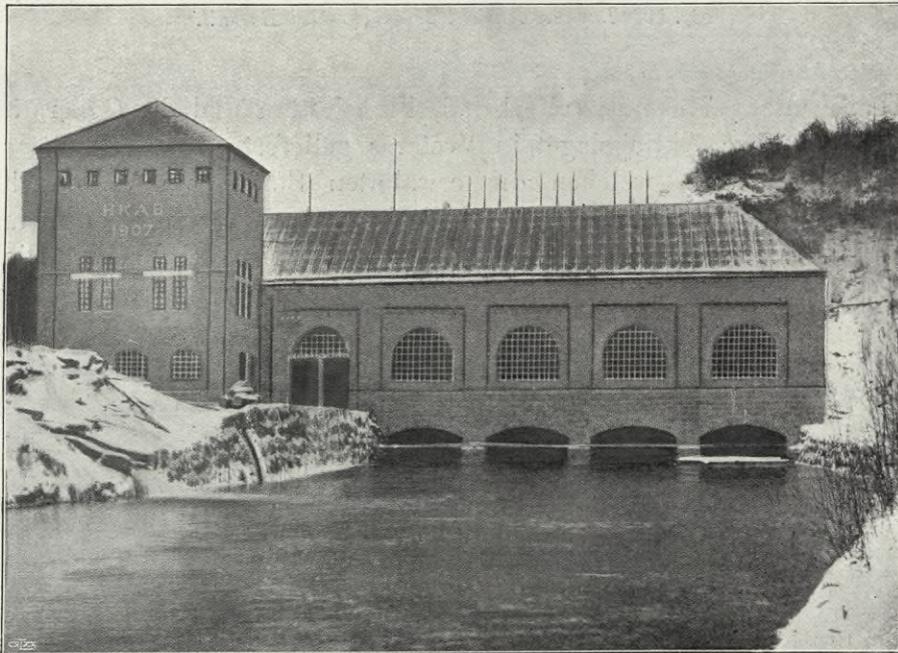


Fig. 61. Hemsjö. Ansicht des Krafthauses vom Unterwasser aus gesehen.

Hemsjö.

Die Anlage am Oberen Hemsjö wurde im Dezember 1907 vollendet. Die Hemsjözentrale ist für 4 Einheiten von 1 000 P. S. ausgebaut, wovon drei installiert sind. Die Gefällhöhe beträgt 14,5 m. Zur Erregung sind 2 besondere Erregermaschinen vorhanden.

Das Wasser wird durch einen langen gegrabenen Kanal nach den Druckrohren geleitet, von welchem jetzt drei, in Zukunft jedoch 4 Rohre von 2,3 m Durchmesser das Wasser nach den in einem Mantel aus Blechen installierten Turbinen bringen.

Die Generatorspannung beträgt etwa 3 800 Volt, welche für Fernleitung auf 40 000 Volt transformiert werden. Die Periodenzahl ist 50.

Die Transformatoren sowie die Hochspannungsinstrumentierung sind in einem besonderen mit der Kraftzentrale zusammengebauten Gebäude untergebracht.

Die Turbinen sind von der Karlstads Mekaniska Verkstad und die elektrische Ausrüstung von der Maschinenfabrik Oerlikon in der Schweiz geliefert worden.

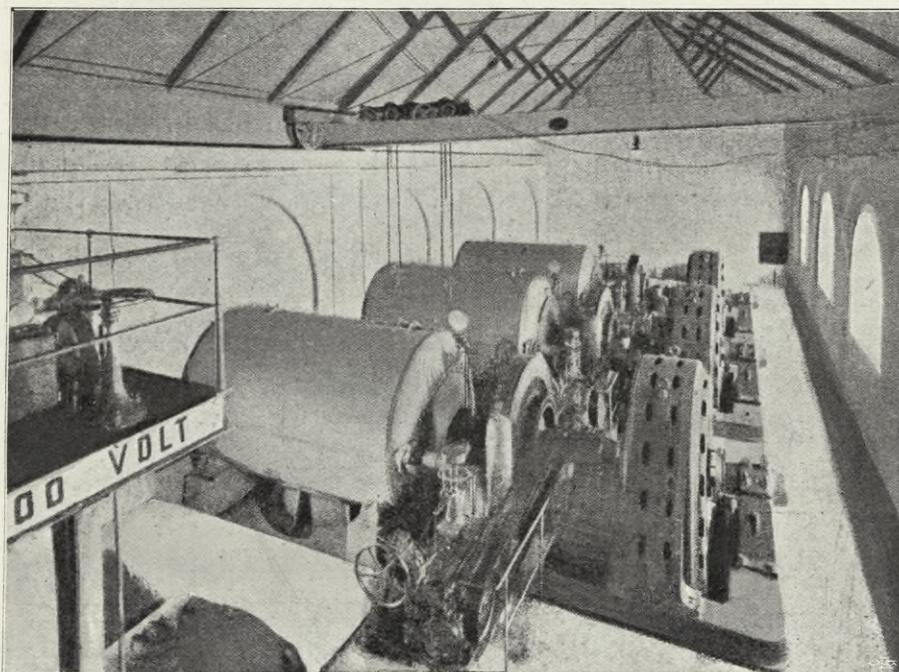


Fig. 62. Hemsjö. Ansicht des Maschinensaales.

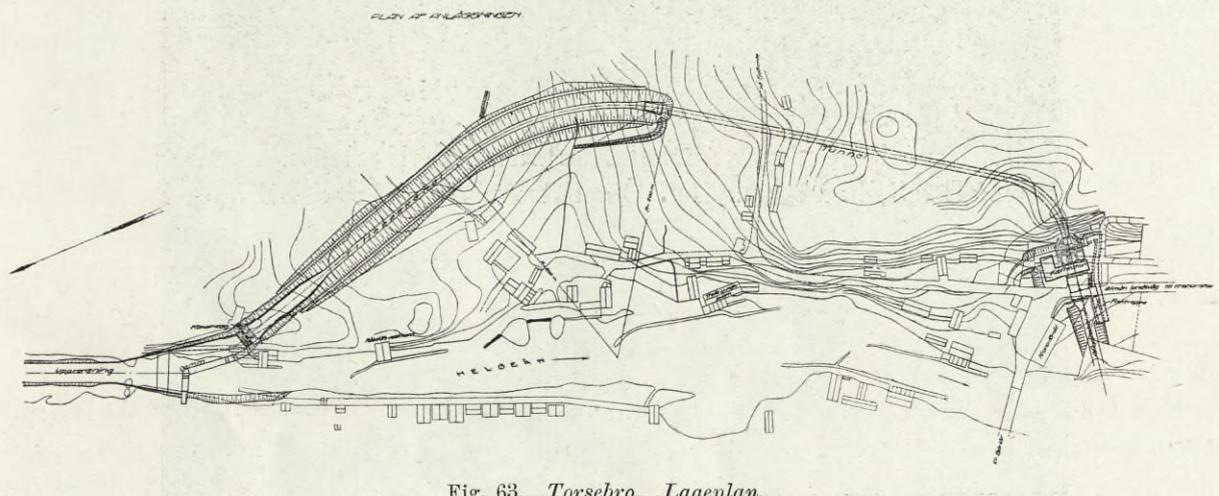


Fig. 63. Torsbro. Lageplan.

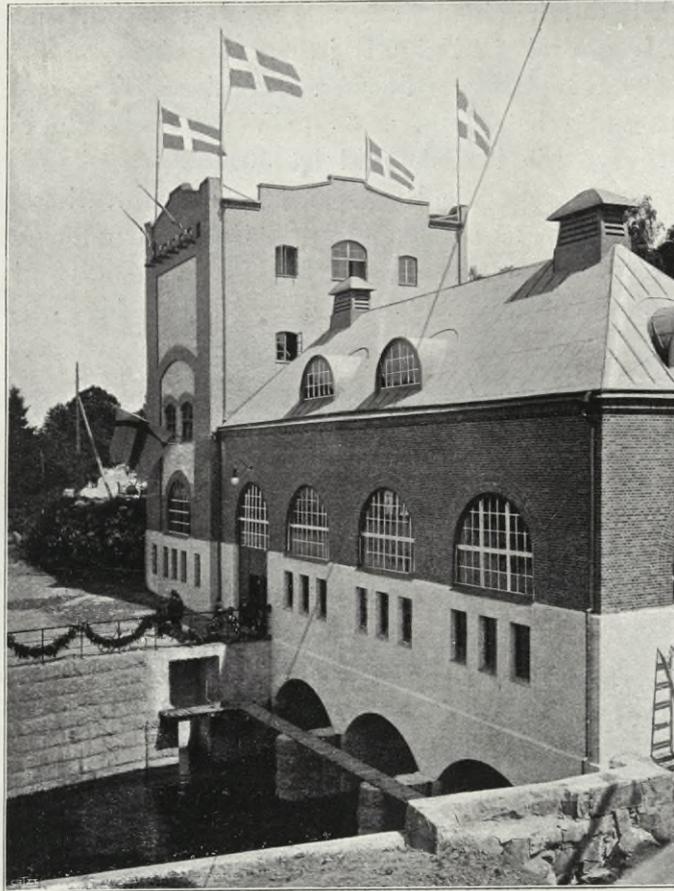


Fig. 64. Torsebro. Ansicht des Krafthauses.

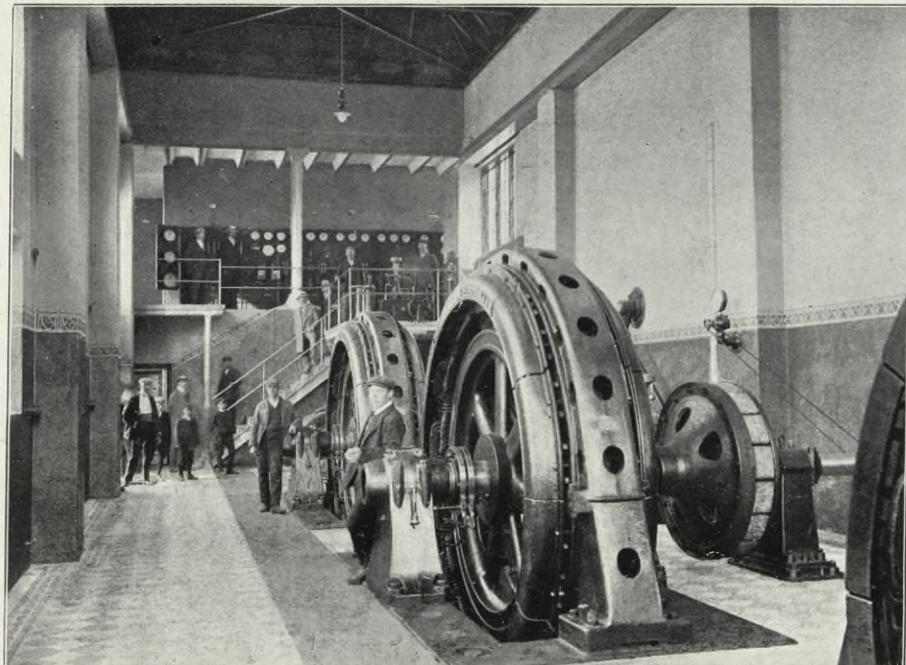


Fig. 65. Torsebro. Ansicht des Maschinensaales.

Torsebro.

Die Anlage zu Torsebro, woselbst eine effektive Gefällhöhe von 9,7 m dienstbar gemacht wird, ist für 3 000 P. S. ausgebaut, die auf drei grössere Einheiten von höchstens je 1 250 P. S. verteilt sind. Ausserdem sind besondere Erregereinheiten vorhanden. Der entsprechende mittlere Wasserverbrauch beträgt etwa 30 kbm in der Sekunde, während bei Niedrigwasser die Wasserführung im unregulierten Zustand des Flusses bis auf 10 kbm per Sekunde und sogar noch weiter herabgehen kann.

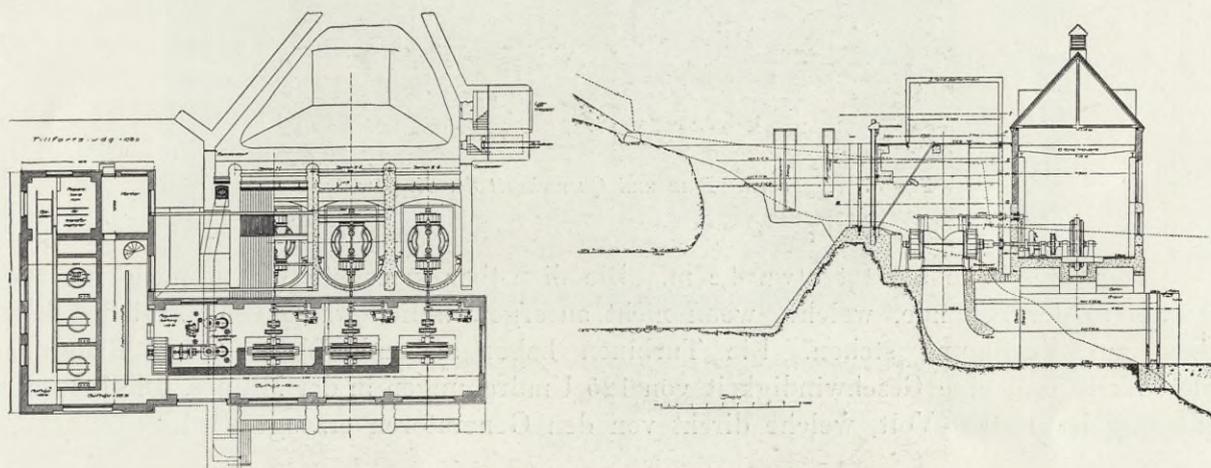


Fig. 66. Torsebro. Plan und Durschnitt der Kraftzentrale.

Die Grundanordnung der Anlage geht aus Fig. 63 hervor.

In der Kraftzentrale sind die Turbinenkammern in armiertem Beton ausgeführt. Die Wände nach dem Maschinensale zu sind zylinderförmig und nur 0,25 m stark. Zwischen diesen Wänden und dem Maschinensale ist ein Raum von etwa 0,5 m frei gelassen worden, wodurch eine gute Isolierung des Maschinensals gegen Feuchtigkeit erzielt worden ist.

Die Kosten dieser Anlage haben etwa 1 000 000 Kronen betragen, wovon auf die Maschinen und die elektrische Ausrüstung 200 000 Kronen kommen.

Die Bauarbeiten sind von der Gesellschaft unter Leitung der Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån ausgeführt worden.

Die Turbinen wurden von der Karlstads Mekaniska Verkstad und die elektrische Ausrüstung von »Nya Förenade Elektriska Aktiebolaget», Stockholm, geliefert.

Nykvarn.

Die Actiengesellschaft »Linköpings Elektriska Kraft- och Belysningsaktiebolag», welche den Zweck hat, Kraft unter anderm nach Linköping abzugeben, baute während der Jahre 1902—1904 eine Kraftanlage von etwa 1720 P. S., welche sich auf 4 Maschinenaggregate von je 400 eff. P. S. und 3 Erregereinheiten von 400 eff. P. S. verteilten.

*Motala
ström.*

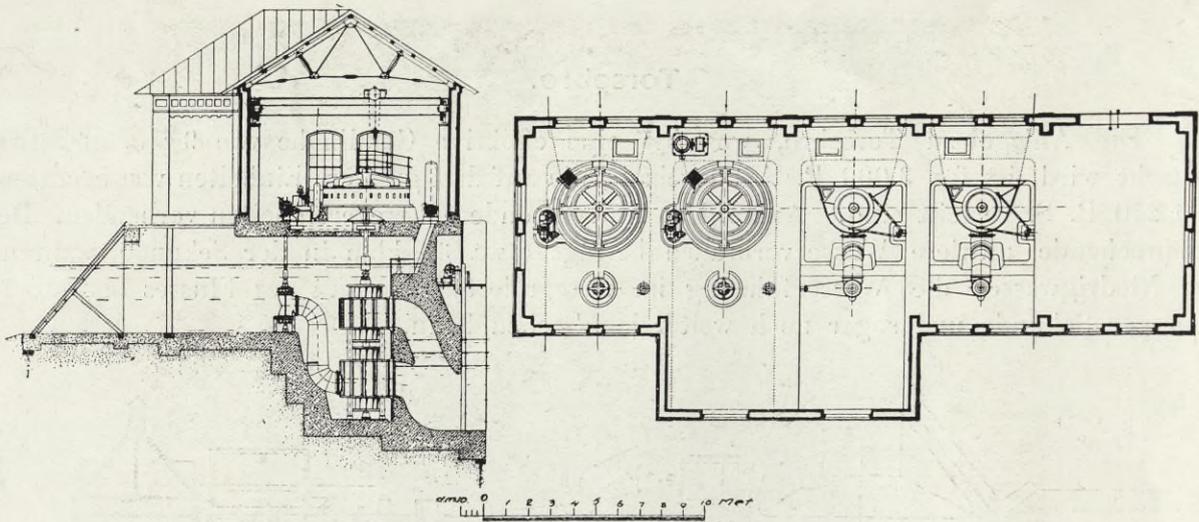


Fig. 67. Nykvarn. Plan und Querschnitt der Kraftzentrale.

Die Gefällhöhe beträgt etwa 4,2 m. Die dienstbar gemachte Wassermenge ist etwa 40 km³ in der Sekunde, welche, wenn nicht aussergewöhnlich wasserarme Perioden herrschen, zur Verfügung stehen. Die Turbinen haben stehende Wellen mit 4 Rädern an jeder Welle und eine Geschwindigkeit von 125 Umdrehungen in der Minute. Die Leitungsspannung ist 10 000 Volt, welche direkt von den Generatoren erzeugt wird.



Fig. 68. Nykvarn. Ansicht des Krafthauses.

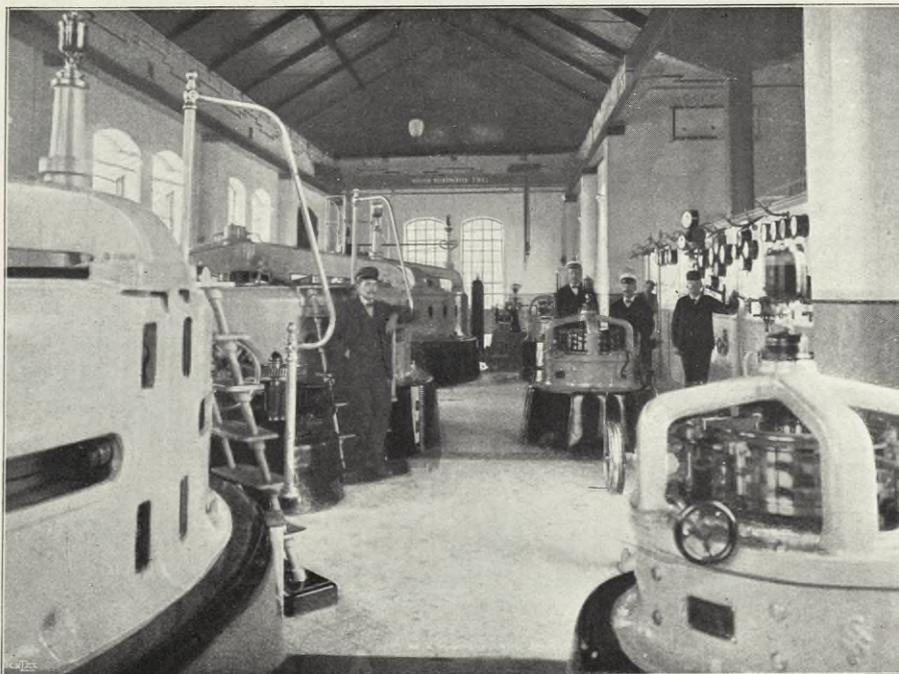


Fig. 69. Nykvarn. Ansicht des Maschinensaales.

Norrköping.

In Norrköping befindet sich eine ganze Reihe kleinerer Anlagen zum Betriebe verschiedener Fabriken. Mehrere dieser Anlagen sind in den letzten Jahren umgebaut worden, u. a. diejenige der Bergsbro Aktiebolag. Diese besteht aus 3 Einheiten von je 440 P. S. Die Gefällhöhe beträgt nur 3,2 m; man hat jedoch trotzdem Turbinen mit liegenden Wellen verwendet. Hierdurch hat die Kraftanlage im Kellergeschoss Platz finden können, ohne den Raum in der darüber belegenen Fabrik zu beeinträchtigen. Der Fussboden der Kraftzentrale hat unter den niedrigsten Hochwasserspiegel verlegt werden müssen. Die Turbinen wurden von Karlstads Mekaniska Verkstad geliefert.

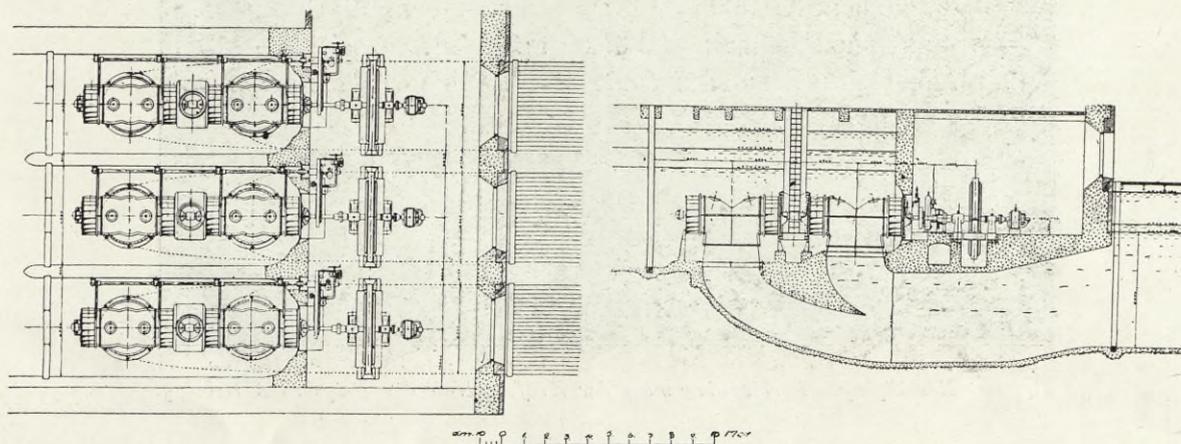


Fig. 70. Norrköping. Plan und Querschnitt der Kraftzentrale der Bergsbro Aktiebolag.

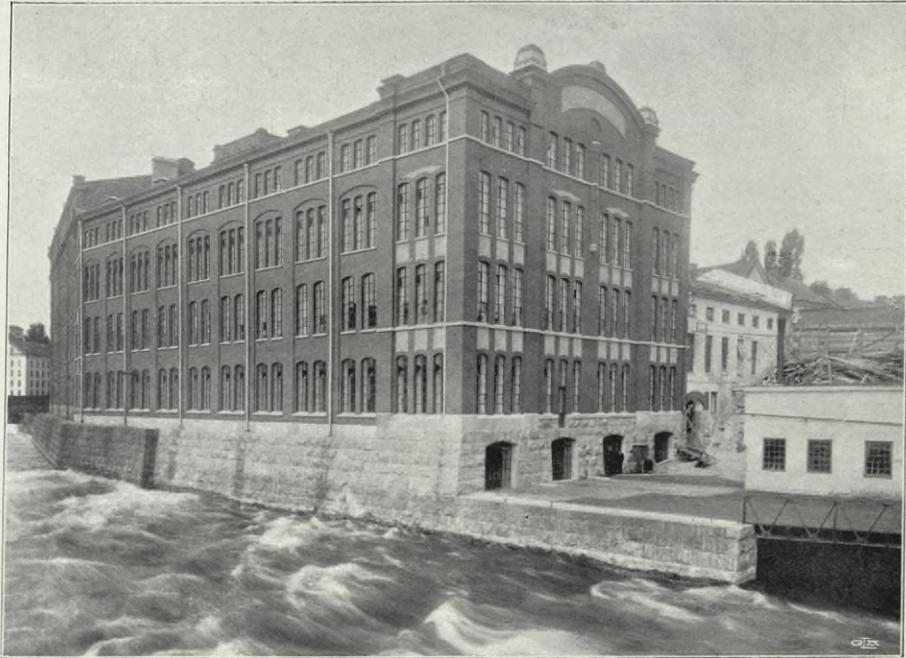


Fig. 71. Norrköping. Kraftthaus und Fabrikgebäude der Bergsbro Aktiebolag.



Fig. 72. Norrköping. Turbinenkammern der Kraftzentrale der Bergsbro Aktiebolag.

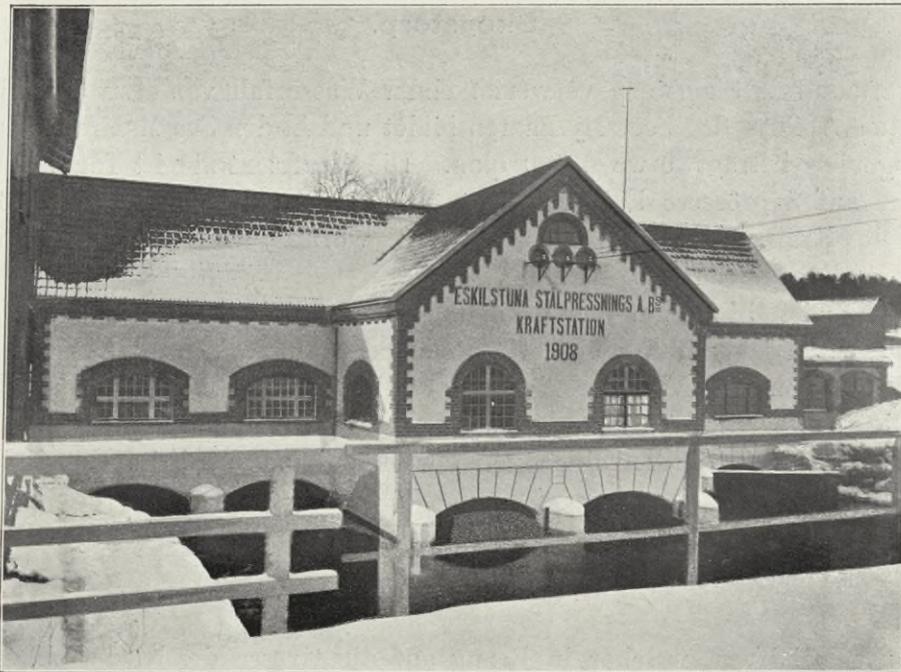


Fig. 73. Skogstorp. Ansicht der Kraftzentrale vom Unterwasser aus gesehen.



Fig. 74. Skogstorp. Ansicht des Maschinensaales.

Skogstorp.

*Eskilstuna-
ån.*

Die Kraftzentrale Skogstorp verwertet einen Wasserfall von etwa 5,1 m in Eskilstuna ån, welcher den Abfluss des Sees Hjälmaren bildet und in den See Mälaren einmündet. Das Niederschlagsgebiet beträgt etwa 4 000 qkm. Die Kraftzentrale ist für 1 200 P. S. ausgebaut, welche auf 5 grössere Einheiten von 300 P. S. und 2 kleinere von 30 P. S. verteilt sind. Die Kraftzentrale ist so projektiert worden, dass sie in Zukunft ungefähr das doppelte an Energie entwickeln kann.

Die Anlage ist Eigentum der Eskilstuna Stålpressnings Aktiebolag. Die Kontrolle über die Bauarbeiten ist von Ingenieur C. Insulander ausgeübt worden.

Der Unternehmer der Bauarbeiten war die Firma »Tekniska Byggnadsbyrån» in Västerås. Die elektrische Ausrüstung wurde von Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Västerås und die Turbinen von der Ingenieurfirma Fritz Egnell in Stockholm geliefert.

Dalälften.

Dalälften.

Der Fluss Dalälften, welcher in Bezug auf die Grösse des Niederschlagsgebietes der viertgrösste der schwedischen Flüsse ist, enthält eine Menge mächtiger, zumteil ausgebauter Wasserfälle. Der bedeutendste ist der dem Staate gehörige Älfkarlebyfall, welcher binnen kurzem für Rechnung des Staates ausgebaut werden dürfte. Von den übrigen Fällen sind verschiedene im Eigentum der Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag, einer der grössten Actiengesellschaften Schwedens, welche auch mit ihren aus dem vierzehnten Jahrhundert stammenden Privilegien eine der ältesten noch in Tätigkeit befindlichen industriellen Gesellschaften der Welt sein dürfte.



Fig. 75. Älfkarleby-Wasserfall in Dalälften.

Die Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag führte bereits im Jahre 1875 bei Dornarfvet ein Wasserwerk von etwa 6 000 P. S. zum Betriebe der dortigen Eisenwerke aus, und je nachdem sich der Betrieb vergrössert hat, sind neue Kraftwerke ausgebaut worden. Im Jahre 1901 wurde die Kraftzentrale von Kvarnsveden ausgeführt und im März 1910 fand die Inbetriebsetzung der Bullerforsen-Zentrale von etwa 24 000 P. S. statt.

Kvarnsveden.

Die Wassermenge in Dalälven variiert zwischen einem Abfluss von höchstens circa 1 500 kbm pro Sek. und etwa 100 bis 60 kbm pro Sec bei Niedrigwasser. Da bei Kvarnsveden der Wasserstand sowohl bei Hoch- wie bei Niedrigwasser fast konstant ist, so mussten im Wehre eine grosse Zahl beweglicher Schützen angeordnet werden.

Der Wehrbau ist am rechten Ufer zu 16 Turbinenkammern aus Beton auf Felsgrund ausgebildet worden. Die Turbinen von etwa 1 100 P. S. sind von den Dayton Globe Works, U. S. A. hergestellt und direkt teils mit elektrischen Generatoren und teils mit Schleifapparaten zur Herstellung von Holzmasse gekuppelt.

Unmittelbar an den Turbinenkammern ist eine Fischtreppe angeordnet. Der Damm erstreckt sich von der Kraftzentrale in einer gebrochenen Linie nach dem östlichen Ufer hinüber. Diese Grundanordnung ist sowohl mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Bodens gewählt, wie auch um eine geringere Höhe der beweglichen Teile zu erzielen.

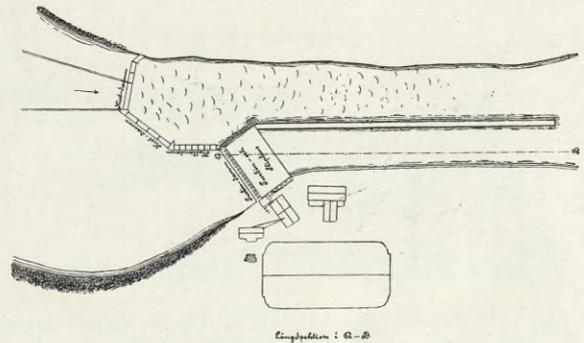


Fig. 76. Kvarnsveden. Lageplan.

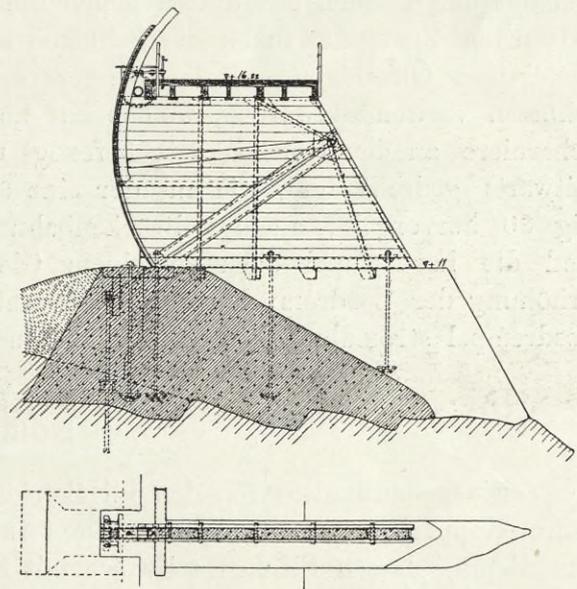
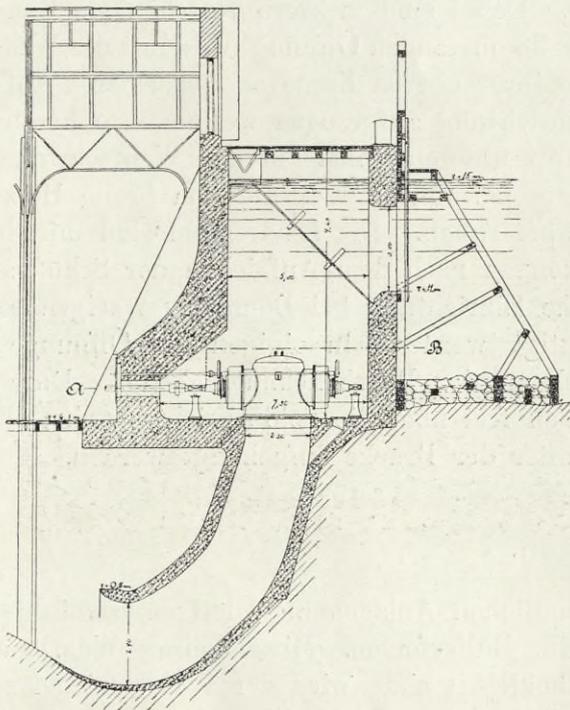


Fig. 77. Kvarnsveden. Querschnitt der Kraftzentrale. Fig. 78. Kvarnsveden. Querschnitt durch eine Sectorschütze.

Die beweglichen Teile sind durch Pfeiler in Gruppen eingeteilt. Drei derselben werden mit 5,9 m breiten und 4 m hohen Sektorschützen (Fig. 78) abgesperrt. Diese

Schützen sind aus Eisen hergestellt und mit Holz bekleidet. Bei dem übrigen Teile des Wehres nach dem linken Ufer hin sind die beweglichen Teile in 8 Öffnungen gruppiert, von denen der grösste 28 m und die übrigen 10 bis 14 m Breite haben. Der Wehrkörper besteht aus mit Stein gefüllten Kisten aus Holzstämmen, welche sorgfältig mit gestampftem Kies gedichtet sind. Die Wasserhöhe über der Wehrschwelle variiert zwischen 4 und 1,5 m und die Höhe des Dammkörpers über dem Boden zwischen 5 und 9 m.

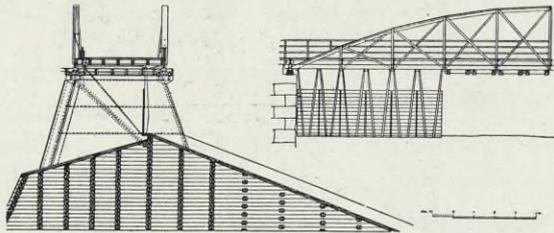


Fig. 79. *Kvarnsveden. Querschnitt und Elevation des Kistenwehres.*

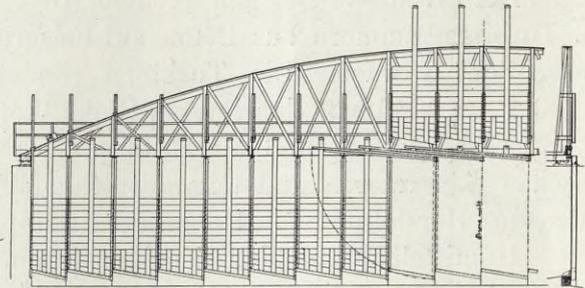


Fig. 80. *Domnarfvet. Wehr mit Losdrempe.*

Um zu verhindern, dass Eis und Holzstämme an dem Damm hängen bleiben, was in Betracht der bedeutenden, mehr als 3 Millionen Stämme pro Jahr umfassende Holzflösserei von unberechenbarem Schaden sein könnte, sind die Öffnungen so konstruiert worden, dass sie wenn erforderlich ganz geöffnet werden können. Dabei sind mehrere verschiedene Konstruktionen zur Verwendung gekommen. In der 28 m langen Öffnung, woselbst die Wasserhöhe nur 1,5 m beträgt, sind die Schützen an ihrer oberen Kante an Scharnieren aufgehängt und können mit Ketten gegen die Stromrichtung aufgezogen werden. Im herabgelassenen Zustande ruhen die Schützen mit ihrer unteren Kante auf der Wehrschwelle. In einigen Öffnungen, wo der Wasserdruck 3,5 m beträgt, sind etwa 1,2 m breite Holzschützen verwendet worden, welche auf Losdrempe ruhen. Die Losdrempe sind mittels Scharniere an der Brückenkante befestigt und können nach dem Aufziehen der Schützen seitwärts gedreht und, wie aus der eine ähnliche Einrichtung bei Domnarfvet zeigenden Fig 80 hervorgeht, an der Brückenbahn befestigt werden. In einigen der Öffnungen sind die Losdrempe oben in einem Gleitstück an der Brückenbahn befestigt. Durch Erhöhung der Losdrempe, so dass der untere Teil frei über die Sohle reicht, werden die Losdrempe stromabwärts gedreht und können unter der Brücke aufgehängt werden.

Bullerforsen.

Die bedeutendste von den im Betrieb befindlichen Anlagen in Dalälven ist die der Stora Kopparbergs Bergslag gehörige Anlage im Bullerforsen. Mittels eines Wehrbaus aus Beton, dessen Flächen teilweise mit Stein bekleidet sind, wird der Wasserspiegel so weit aufgestaut, dass eine Nettogefällhöhe von etwa 10 m geschaffen wird. Die Kraftzentrale ist für 6 grössere Einheiten von je 4 000 P. S. ausgeführt, wovon die Hälfte installiert ist. Ausserdem sind zwei Erregermaschinen von 450 P. S. vorhanden. Die Turbinen, welche aus vierfachen Turbinen in offenen Kammern aus armiertem Beton bestehen, wurden von der Karlstads Mek. Verkstad geliefert. Die Wasserbauten sind

von Skånska Cementgjuteriet in Stockholm ausgeführt. Die Anlage wurde in diesem Jahre in Betrieb genommen und ist von den Beamten der Gesellschaft projektiert worden, welche auch die Kontrolle über die Bauarbeit ausgeübt haben. Die Kraft

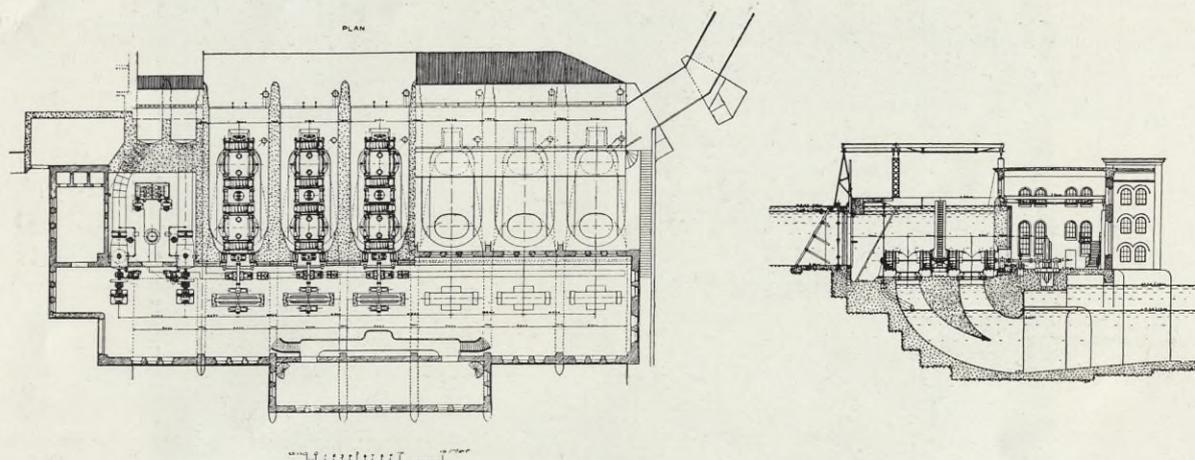


Fig. 81. Bullerforsen. Plan und Querschnitt der Kraftzentrale.

soll teils für das Eisenwerk Domnarfvet teils eventuell für elektrische Eisenerzschmelzung Verwendung finden. Falls die von der Gesellschaft in grossem Massstabe ausgeführten Versuche der elektrischen Erzschmelzung günstig ausfallen, was auf Grund der bisher erzielten Resultate zu erwarten ist, soll die Gesellschaft die Absicht haben, auch andere Wasserfälle in Dalälffven in grösserem Massstabe für derartige Erzschmelzung auszubauen.

Mockfjärd.

Die Actiengesellschaft »Vesterdalälffvens Kraftaktiebolag» hat bei Mockfjärd in Vesterdalälffven eine Kraftanlage von circa 24 000 P. S. im Bau. Vesterdalälffven bildet daselbst auf einer Strecke von etwa 1,5 km einen Wasserfall von circa 23 m. Die Plananordnung ist aus Fig. 82 ersichtlich. Die Kraftzentrale ist in einen Tunnel im Felsen verlegt und für 4 grössere Turbineneinheiten von je 4 000 P. S. nebst zwei Erregereinheiten projektiert. Der Abfluss von den Turbinen geschieht durch zwei in den Felsen eingesprengte Tunnel.

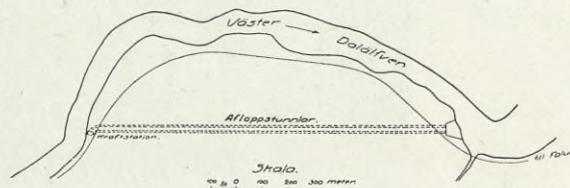


Fig. 82. Mockfjärd. Lageplan.

Die Turbinen werden von der Finshyttans Mekaniska Verkstad geliefert und die Projektierung und Ausführung der Arbeit wird durch die Beamten der Gesellschaft Vesterdalälffvens Kraftaktiebolag geleitet.

Eine ähnliche Anordnung, bei welcher die Kraftzentrale in einen Tunnel verlegt ist, wird für das künftige Kraftwerk bei Porjus, Lule Älf, projektiert.

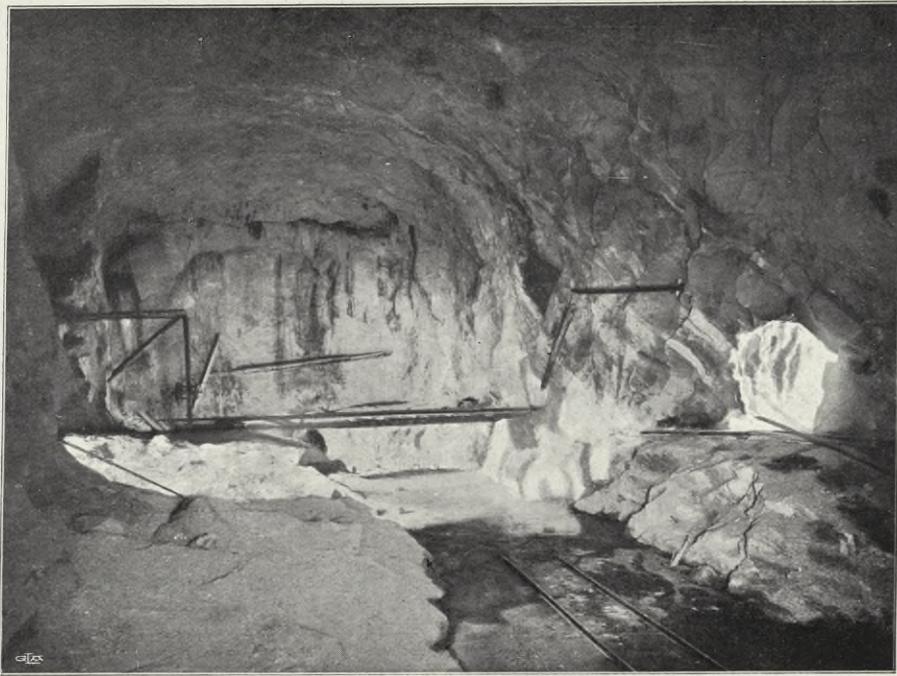


Fig. 83. *Mockfjärd. Bau des Maschinensaaes.*

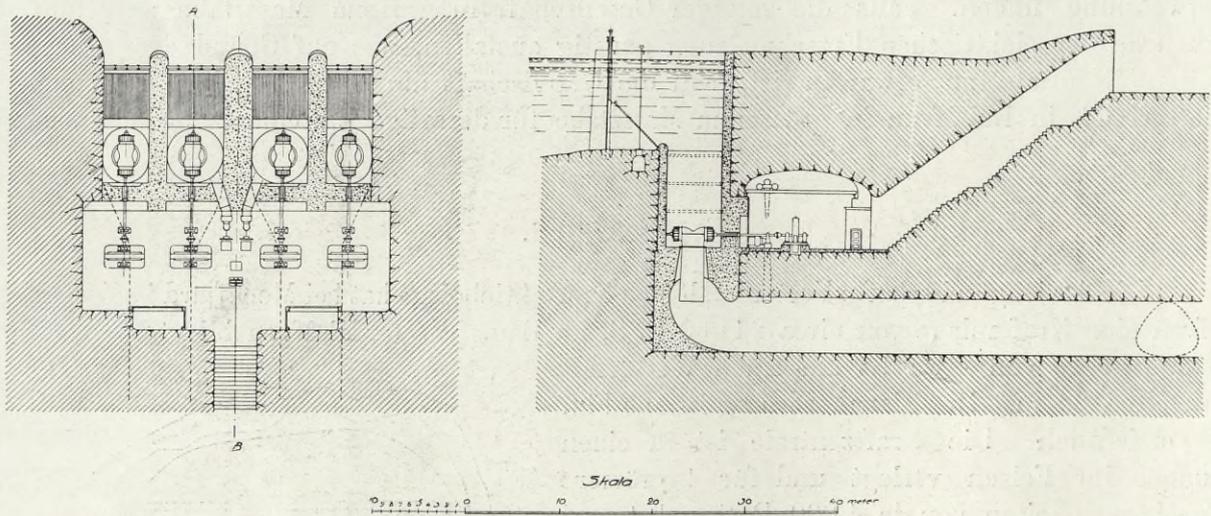


Fig. 84. *Mockfjärd. Plan und Querschnitt der Kraftzentrale.*

Forsse.

Ångerman-
älven.

Faxälven, ein Nebenfluss des Flusses Ångermanälven, bildet bei Forsse einen etwa 19 m hohen Wasserfall, welcher durch eine der Actiengesellschaft »Graninge Aktiebolag» gehörige im Jahre 1908 fertiggebaute Kraftzentrale ausgenutzt wird. Die Kraftzentrale ist für 10 000 P. S. ausgebaut, und sind zur Zeit Maschinen für 5 000 P. S. installiert. Die Anlage besteht aus einem gegrabenen Zuflusskanal, welcher das Wasser in ein gemauertes Wasserschloss leitet, von dem drei Druckrohre abführen. Diese Druckrohre welche an der

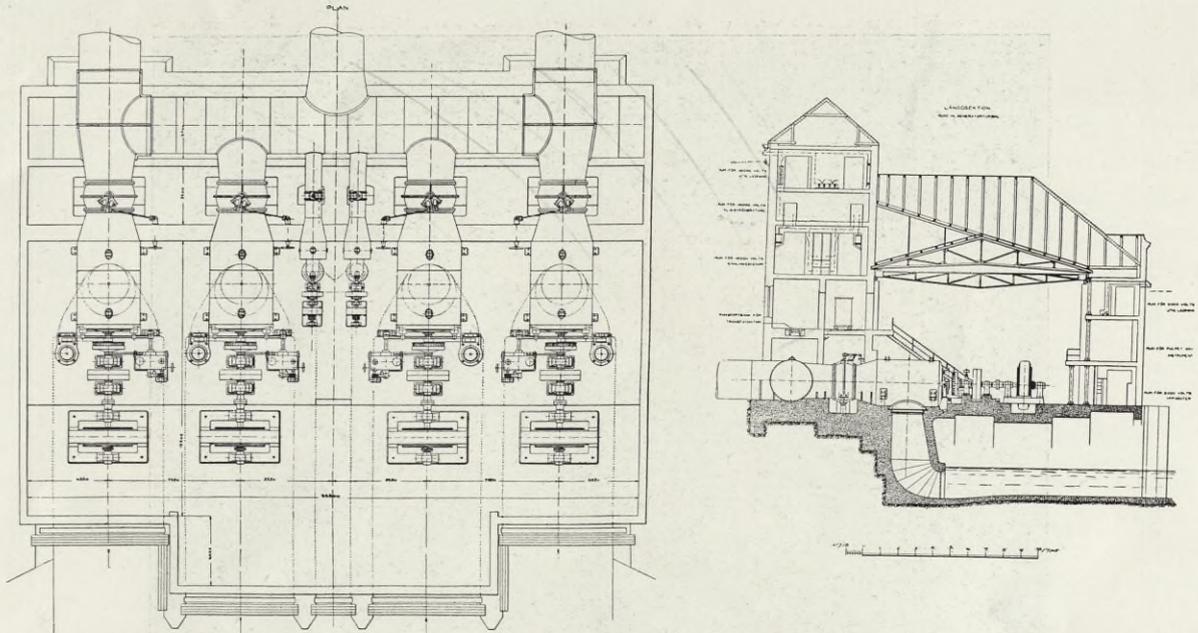


Fig. 85. Forsse. Plan und Querschnitt der Kraftzentrale.



Fig. 86. Forsse. Ansicht des Krafthauses.

Kraftzentrale durch ein Verteilungsrohr verbunden sind, speisen 4 Turbinen von 2 500 P. S. sowie 2 Erregermaschinen von 200 P. S. Jede Einheit kann mittels eines Drosselventils abgesperrt werden.

Die Generatorspannung beträgt 5 000 Volt. Etwa der halbe Nutzeffekt wird an Ort und Stelle verwendet und der Rest nach den am Flusse Ängermanälfven entlang gelegenen

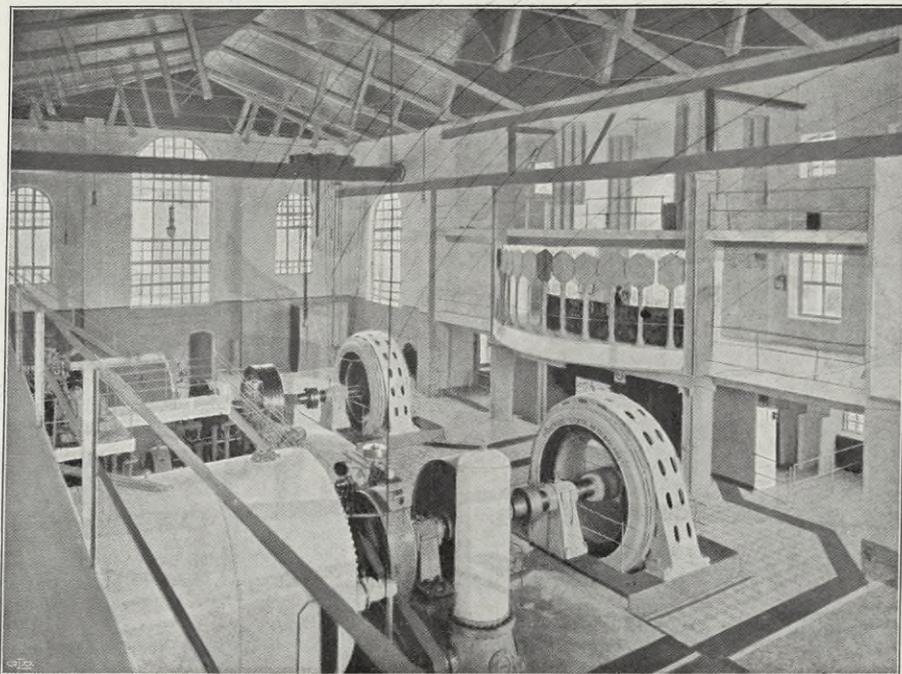


Fig. 87. *Forsse. Ansicht des Maschinensaales.*

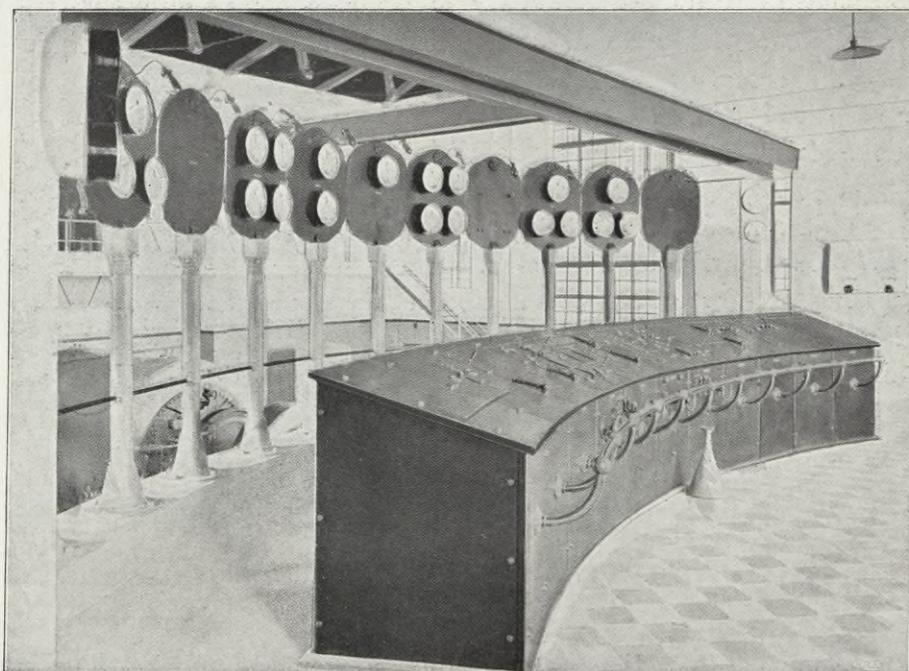


Fig. 88. *Forsse. Schaltbalkon.*

Fabriken geleitet. Für weitere Fernleitungen wird die Kraft auf 40 000 Volt herauftransformiert.

Die 62 km lange Kraftleitung ist mit Holzmasten ausgeführt. Sie schneidet den Flüssen in einer Höhe von 40 m über dem Wasserspiegel in einem 330 m langen Bogen, welcher von Eisentürmen getragen wird.

Die Turbinen sind von der Karlstads Mek. Verkstad in Kristinehamn und die Elektrische Ausrüstung von der Nya Förenade Elektriska Aktiebolaget in Stockholm geliefert. Die Kontrolle des wasserbautechnischen Teils wurde durch die Ingenieurfirma Lundström & Ekvall in Sundsvall ausgeübt.

Finnforsen.

Der Skellefte älf bildet bei Finnforsen etwa 35 kilometer von der Stadt Skellefteå *Skellefte älf.* einen Fall von circa 20 m Höhe.



Fig. 89. *Finnforsen. Ansicht der Kraftanlage.*

Die Wassermenge beträgt unter gewöhnlichen Verhältnissen über 40 kbm in der Sekunde, kann jedoch ausnahmsweise auf 25 kbm sinken. Durch Regulierung von oberhalb belegenen Seen glaubt man die Niedrigwassermenge auf 80 bis 100 kbm pro Sek. erhöhen zu können, welche zur Zeit nur etwa 6 Monate des Jahres hindurch verfügbar sind.

Zur Ausnutzung des Falles ist quer über den Fluss ein Wehrbau ausgeführt worden, welcher den Niedrigwasserspiegel etwa 5 m erhöht. Von dem hierdurch gebildeten circa 2 km langen Stillwasser leitet ein circa 90 m langer Zuflusstunnel mit 30 qm Querschnitt das Wasser nach einem Vertheilungsbecken aus Beton, von welchem 50 m lange Druckrohre dasselbe nach den betreffenden Turbinen der Kraftzentrale hinführen. Letztere ist

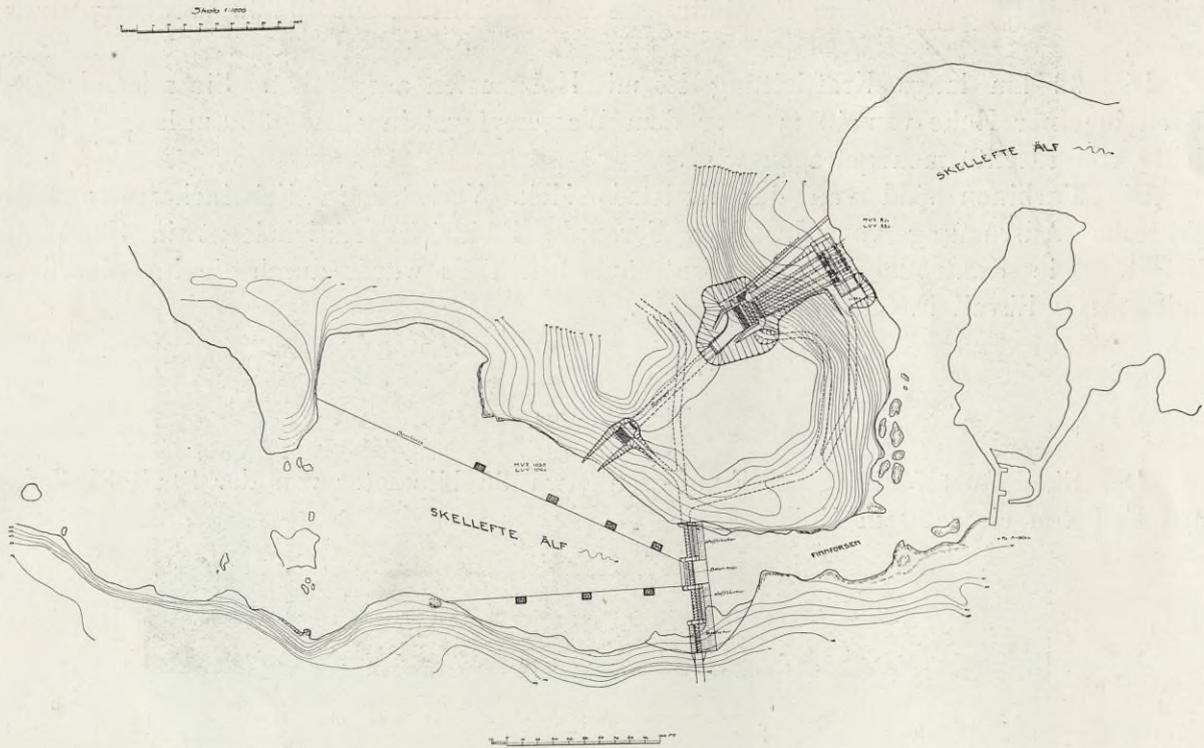


Fig. 90. Finnforsen. Lageplan.

augenblicklich für 4 Einheiten von zusammen 4 000 P. S. ausgebaut, gestattet jedoch für die Zukunft eine Erweiterung bis auf etwa 20 000 P. S., wobei Einheiten von 5 000 P. S. in Betracht gezogen worden sind. In diesem Jahre wurde beschlossen, unmittelbar eine solche Einheit mit Zuflussrohr von dem vorhandenen Becken zu installieren.

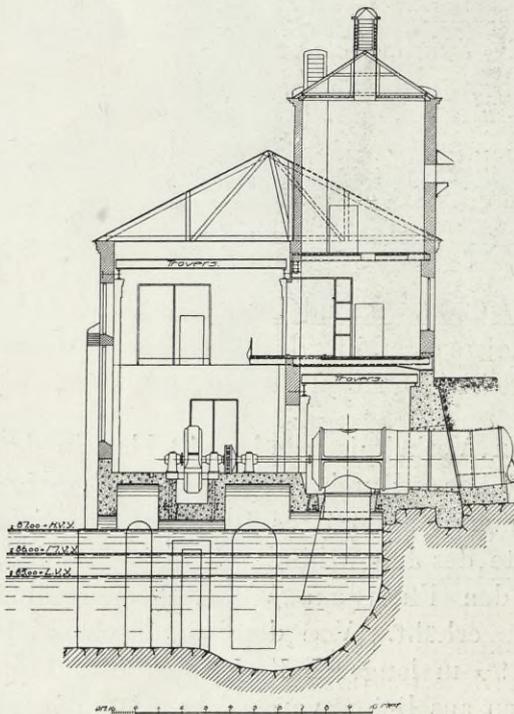


Fig. 91. Finnforsen. Querschnitt durch die Kraftzentrale.

Das Wehr, welches infolge der örtlichen Verhältnisse mit relativ grossen Wasserhöhen auf den Sohlen ausgeführt werden musste, hat 4 Hauptöffnungen, von denen die dem Südufer zunächst gelegene feste Pfosten und Holzschützen besitzt. Die übrigen drei Öffnungen dagegen mussten mit Rücksicht auf den Eisgang sowie die bedeutende Holzflösserei mit beweglichen Teilen von solchem Typus ausgeführt werden, dass die Öffnungen wenn nötig vollständig offen sind. Die dabei gewählten Typen waren Beartrapwehr an der mittlere und Chanoines Klappenwehr bei den angrenzenden Öffnungen. Das Beartrapwehr ist 15,2 m lang und 3,5 m hoch über der Schwelle. Die Klappenwehröffnungen sind 20,5 m lang und 3 m hoch über der Wehrkrone.

Der Tunnel kann an seinem oberen Ende mittels Schleusentore aus Holz abgesperrt werden.



Fig. 92. *Finnforsen. Ansicht des Maschinensaales.*



Fig. 93. *Finnforsen. Ansicht des Beartrapwehrs.*

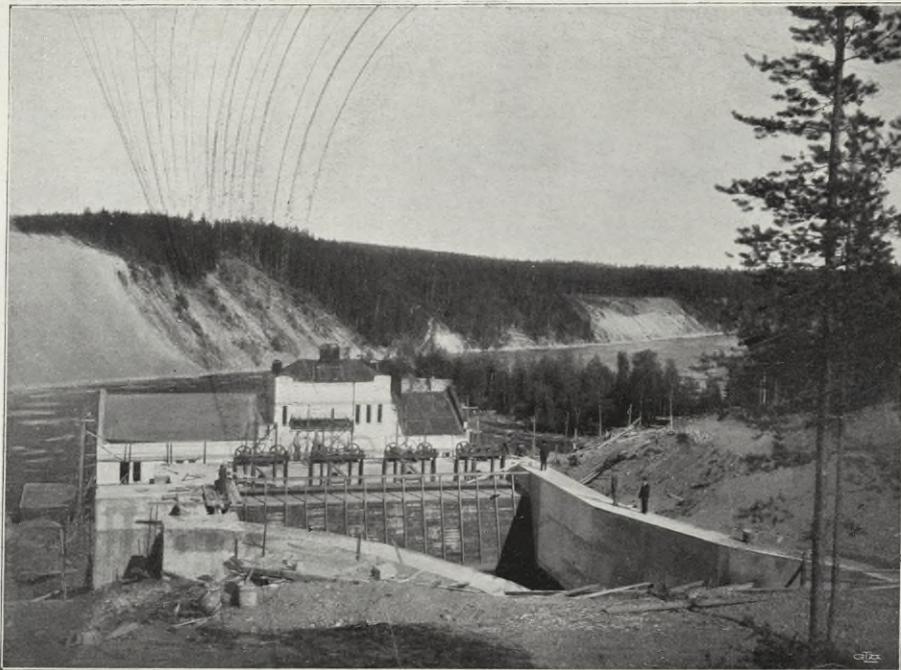


Fig. 94. *Finnforsen. Ansicht der Druckkammern.*

Hier ist auch ein grober Rechen angebracht, dessen tragendes Eisengestell genügende Festigkeit besitzt, um auch Bohlenschützen zum Absperren des Tunnels tragen zu können, falls die Schleusentore in Unordnung geraten sollten.

Die etwa 2.3 m im Durchmesser haltenden Druckrohre können einzeln mittels einer grösseren Holzschütze, die durch Zahnstangen sowohl mit Handkraft wie von einem elektrischen Motor manövriert werden kann, abgesperrt werden. Vor diesen Schützen sind Feinrechen angebracht. Über den Schützen wurde anfangs ein Holzgebäude aufgeführt, das Verteilungsbecken blieb jedoch unbedeckt. Die Erfahrung hat indessen gelehrt, dass es bei dem dortigen strengen Klima wünschenswert sein würde, zur Verhinderung des Festfrierens der Schützen das ganze Becken mit Überdachung zu versehen.

Die Kraft wird bis zu 33 000 Volt herauftransformiert und ein kleiner Teil derselben wird an die Stadt Skellefteå sowie der Rest an die etwa 45 km. von der Kraftzentrale entfernt liegende Sulfidfabrik Öhrviken und an die Holzschleiferei Ytterstfors, etwa 70 km. entfernt abgegeben.

Der Preis der Kraft ist ungewöhnlich billig. Die Anlage, welche Eigentum der Stadt Skellefteå ist, liegt nämlich in einer Gegend, in der zur Zeit der Ausführung der Anlage nicht mehr Kraft als etwa 1 000 P. S. abgesetzt werden konnte. Um für den Rest der Kraft Absatz zu finden, musste die Stadt diese daher zu dem niedrigen Preise von 25 Kronen pro P. S., an der Hochspannungsseite der Stadt gemessen, ausbieten. Dieser niedrige Preis hat unter anderm die Entstehung von zwei neuen Holzschleifereifabriken ermöglicht, wodurch der Kraftbedarf sich zur Zeit so erhöht hat, dass für etwa 9 500 P. S. Verwendung besteht.

Die Anlage wurde im Juni 1908 in Betrieb genommen und 1909 wurden die Arbeiten an dem Wehr abgeschlossen. Trotz des strengen Klimas ist, seit der Wehrbau fertiggestellt wurde, bis jetzt keine Betriebsunterbrechung infolge von Grundeis vorgekommen, obwohl solcher zu gewissen Zeiten besonders häufig in dem Wasserlauf vorkommt. Diese günstige Situation wird teils dem aufgestauten Stillwasserbecken oberhalb der Anlage, teils der tiefen Lage aller Wassereinflüsse, teils auch dem Umstande zugeschrieben, dass das Grundeis infolge der Lage des Tunneleinlaufs an der Seite des Wehres über das letztere fortgespült werden kann. Alle Gefahr der Betriebsunterbrechungen infolge von Grundeis ist doch nicht ausgeschlossen.

Die Turbinen sind von der Ingenieurfirma Fritz Egnell in Stockholm und die elektrische Ausrüstung von Luth & Rosén daselbst geliefert worden. Die Kontrolle der Bauarbeiten wurde durch die Ingenieurfirma Unander & Jonson in Stockholm ausgeübt.

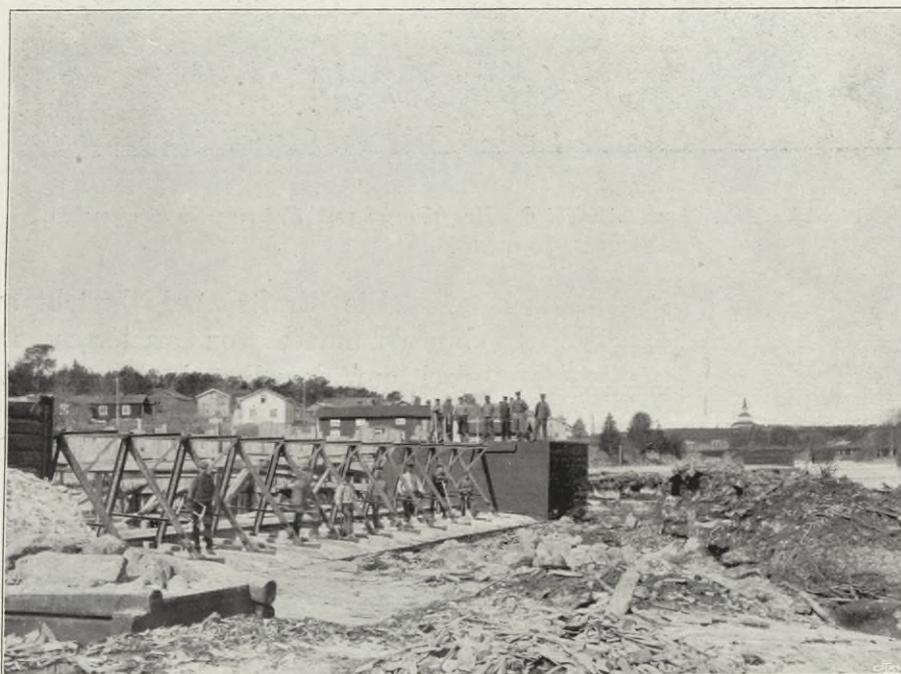


Fig. 95. Ytterstfors. Wehr mit niederklappbaren Böcken.

Ytterstfors.

Der Byske älf bildet bei Ytterstfors einen Fall von etwa 7 m, welcher von der *Byske älf*. Ytterstfors Trävaru Aktiebolag für eine Holzschleiferei dienstbar gemacht wird.

Die Anlage besteht aus einem Wehrbau quer über den Fluss, einem Zuflusskanal und der Kraftzentrale. Der Wehrbau ist aus mit Steinen gefüllten Holzkisten ausgeführt. Eine der Öffnungen des Wehres, welche 24 m lang und 2,1 m hoch ist, wird mit niederklappbaren Böcken der Type Boulé abgesperrt.

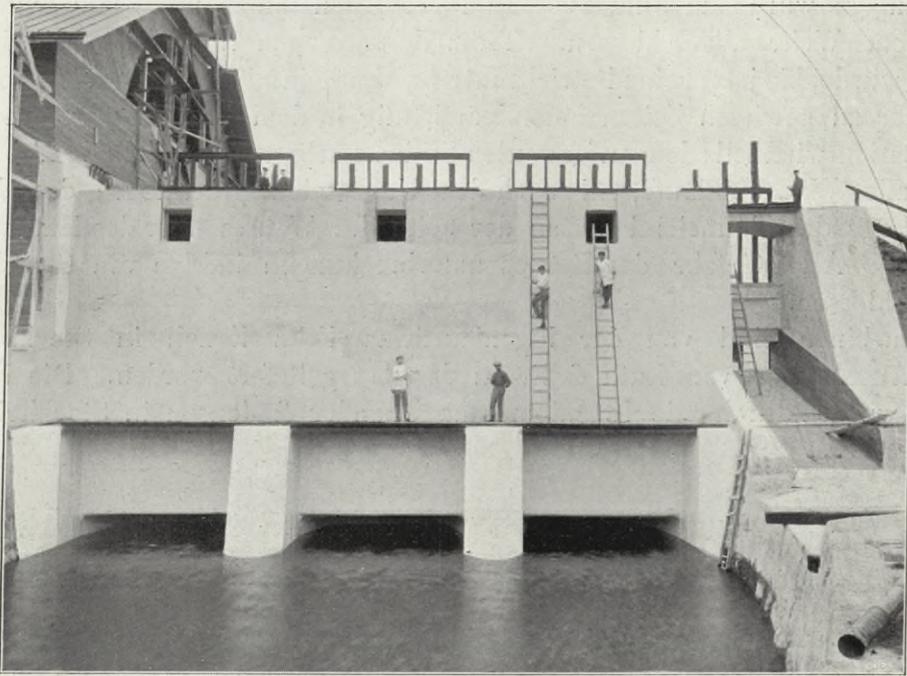


Fig. 96. Ytterstfors. Ansicht des Krafthauses vom Unterwasser aus gesehen.

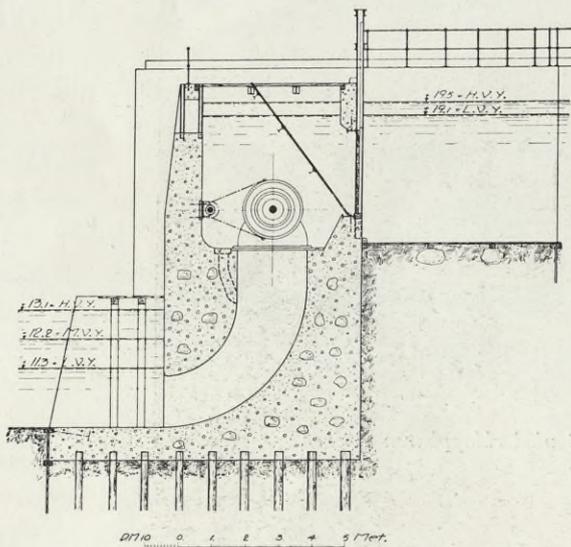


Fig. 97. Ytterstfors. Querschnitt durch die Kraftzentrale.

Die Kraftzentrale besteht aus drei Turbinenkammern von armiertem Beton, welche drei auf derselben horizontalen Welle gekuppelte Zwillingssturbinen von zusammen etwa 1700 P. S. aufnehmen. Die Turbinenwelle setzt sich bis in den Fabriksaal hinein fort, wo an ihr die Schleifstühle montiert sind. An der Verlängerung der Welle sind 2 elektrische Motoren angebracht, welche mit Kraft von der Kraftzentrale zu Finnforsen getrieben werden.

Die Turbinen sind von der Karlstads Mekaniska Verkstad geliefert worden. Die Kontrolle der Wasserbauten wurde durch die Ingenieurfirma Unander & Jonson in Stockholm ausgeübt.

Porjus.

Lule älf. Der Stora Lule älf, einer der mächtigsten Flüsse von Norrland, besitzt zwischen dem Stora Lule Vatten und dem Meere eine Gefällhöhe von im ganzen etwa 370 m, welche bei Niedrigwasser circa 145 000 Natur-P. S. entsprechen. Diejenige Wasserkraft, welche in diesem Teile des Wasserlaufes als Eigentum des Staates angesehen wird, ist



Fig. 98. *Die Porjusfalle im Lule älf.*



Fig. 99. *Harsprånget im Lule älf.*

Literaturangaben zur Detailbeschreibung.

Trollhättan.

Trollhättan, Beschreibung, herausgegeben von der Königl. Wasserfalldirektion, Stockholm, 1909.
Meddelanden från Kungl. Trollhätte Kanal- och Vattenverk.

Dejefors, Frykfors.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Elektroteknik, 1907. Häft. 5—6.
» » » » Väg- och Vattenbyggnadskonst, 1907. Häft. 3.
» » » » » » » » 1908. Häft. 10.

Gullspång.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Väg- och Vattenbyggnadskonst, 1908. Häft. 12.
» » » » Mekanik, 1909. Häft. 10.

Skråmforsen.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Väg- och Vattenbyggnadskonst, 1904. Häft. 3.

Yngeredsforsen.

Kraftöfverföringsanläggningen Yngeredsfors—Mölnadal af R. Jobson.

Sydsvenska Kraftaktiebolaget.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Väg- och Vattenbyggnadskonst, 1908. Häft. 5.
Utredning rörande Vattenfall i Lagan. Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån, Stockholm 1905.

Hemsjö.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Elektroteknik, 1908. Häft. 7.

Torsebro.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Väg- och Vattenbyggnadskonst, 1910. Häft. 6.

Nykvarn.

Berättelse öfver Linköpings Elektriska Kraft- och Belysningsaktiebolags Elektricitetsverk under åren 1903—1905.

Kvarnsveden.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Väg- och Vattenbyggnadskonst, 1901. Häft. 2—4.
» » » » Mekanik och Elektroteknik, 1901. Häft. 3.
» » XI. Internationaler Schiffarts-Kongress. Bericht von F. V. Hansen und G. Malm.
1908.

Forsse.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Elektroteknik, 1909. Häft. 1—2.

Finnforsen.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Elektroteknik, 1909. Häft. 6.

Klabböle.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Elektroteknik och Mekanik, 1900. Häft. 8.

Ringdalen.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Väg- och Vattenbyggnadskonst, 1909. Häft. 2.

Ramsjöholm.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Elektroteknik, 1909. Häft. 9.

Skärblacka.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Elektroteknik och Mekanik, 1906. Häft. 9.

Horndals Näs.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Elektroteknik och Mekanik, 1904. Häft. 1.

Åtvidaberg—Forsseström.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Mekanik och Elektroteknik, 1907. Häft. 4.

Tofvehult.

Teknisk Tidskrift: Afdelning för Elektroteknik, 1907. Häft. 4.

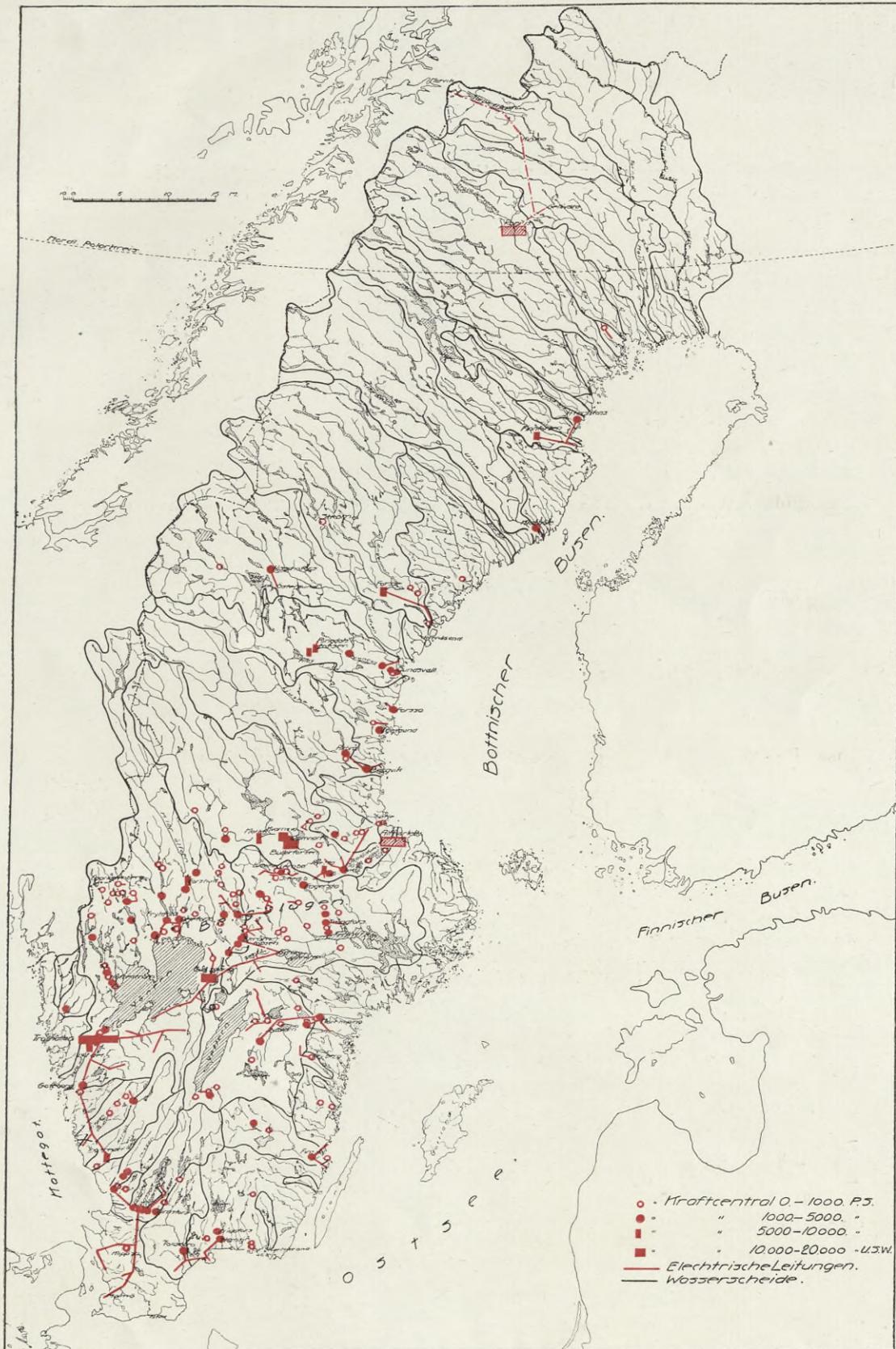
Album: »Aktiebolaget Karlstads Mek. Verkstads Filial, Kristinehamn».

Cassier's Magazine. Vol. N:r 1, 2 and 4, 1909.

Minnesskrift: »Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, Västerås 1883—1908».

Svenska Elektricitetsverksföreningens Statistik.

Svenska Vattenkraftsföreningens Publikationer.



Schweden, Übersichtskarte.

Biblioteka PK

J.X.58

/ 1910/2



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000315072