

V. INTERNATIONALER BINNENSCHIFFFAHRTS-CONGRESS
ZU PARIS — 1892

IV. FRAGE

UEBER DIE HAUPTSÄCHLICHSTEN
WASSERBEHÄLTER
IN RUSSLAND

BERICHTERSTATTER :

E. VON HÖRSCHELMANN

Ingenieur der Verkehrswege zu St. Petersburg

F. Nr. 19383



PARIS

IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE

9, RUE DE FLEURUS, 9

1892



I-354424

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000317141

UEBER DIE HAUPTSÄCHLICHSTEN WASSERBEHÄLTER IN RUSSLAND

BERICHTERSTATTER :

E. von HOERSCHELMANN

Ingenieur der Verkehrswege zu St. Petersburg.

Alle die hauptsächlichsten Wasserbehälter in Russland haben die Bestimmung zur Speisung von Schifffahrtsstrassen zu dienen; meistens sind es aber nicht, wie in anderen Ländern, geschleuste Schifffahrts-Kanäle, welche mit dem Wasser der Reservoir gespeist werden, sondern frei fließende Flüsse. — Während oder unmittelbar nach dem Schmelzen des Schnees speichert man in den Reservoir beträchtliche Massen von Reserve-Wasser auf, welches man später in das Bett der Flüsse ausströmen lässt. Auf diese Weise ist es möglich einige Zeit hindurch die Schiffbarkeit solcher Flüsse zu unterhalten, auf denen, ohne diese künstliche Speisung, der Schifffahrtsverkehr während des grössten Theils des Sommers eingestellt werden müsste. Das grösste unter den Wasserreservoir in Russland ist das Werchnowoljky-Reservoir; es dient zur Speisung des oberen Laufes der Wolga auf einer Strecke von 675 Werst (720 Kilometer), welche bei dem Reservoir, das durch ein im Bett des Stromes-erbauter Wehr gesperrt wird, beginnt und sich bis zur Mündung des Nebenflusses Scheksna, bei der Stadt Rybiesk, hinzieht. Das Werchnowoljky-Reservoir besteht aus folgenden Theilen¹: 1) Eine 5 Werst (5,35 Kilometer) lange Strecke des Strombettes und des hier von Stauwasser überschwemmten Thales der Wolga, unmittelbar oberhalb des Wehres; 2) der Wolga-See, dessen Länge 7 Werst (7,48 Kilometer) beträgt, bei einer Breite von 2 bis 2 1/2 Werst (2,15 bis 2,67 Kilometer); 3) der 40 Werst (42,67 Kilometer) lange Theil der Wolga, zwischen den Seen Wolga und Peno, wo das Stromthal in einer Breite von 2 1/2 Werst (2,67 Kilometer) von Stauwasser überschwemmt ist; 4) der Peno-See, 8 Werst (8,55 Kilometer) lang und 2 1/2 Werst (2,67 Kilometer) breit; 5) der Wœlnx-See, 15 Werst (16 Kilometer) lang und an einigen Stellen bis zu 4 Werst

1. Siehe die beiliegende Uebersichtskarte.

(4,27 Kilometer) breit; 6) die zwischen den Seen Wœlnx und Stersh gelegene Strecke des Wolgalaufes, welche 5 Werst (3,2 Kilometer) lang ist und endlich 7) der 12 Werst (12,80 Kilometer) lange Stersh See. So beträgt die Gesamtlänge des Werchnewoljisky-Reservoirs etwa 90 Werst (96 Kilometer) bei einer durchschnittlichen Breite von 2 bis 3 Werst. Von den Zuflüssen, welche sich in das Reservoir ergiessen sind die bedeutendsten: von der rechten Seite — 1) die Runa, welche eine ganze Reihe von Seen durchströmt, und zwar: den Liubtsy-, den Kwoschnja-, den Notoschnja- und den Kolpino-See; 2) der Kud-Fluss; 3) die Shukona, der grösste der Zuflüsse, welcher von äusserster Wichtigkeit für die Speisung des Reservoirs ist; im Frühling, während der Hochwasser, welche bei der Shukopa 10 bis 12 Tage dauern, ist dieselbe so wasserreich, dass sich bei ihrer Mündung zeitweilig ein bedeutender Aufstau im Reservoir bildet, wobei die Strömung sich spaltet und zwei auseinander gehende Richtungen nach Westen und nach Osten einschlägt. Das nach Westen strömende Wasserquantum ist so gross, dass es den Wasserspiegel der Seen Peno, Wœlnx und Stersh bis zur üblichen Stauhöhe, $2 \frac{1}{2}$ Ssashen (5,33 Meter) über der Schwelle des Werchnewoljisky-Wehrs, hebt; 4) der Lemenna-Fluss und 5) der Dubenna-Fluss. Von links nimmt das Reservoir keine auch nur einigermassen bedeutende Zuflüsse auf, weil die Anhöhe, welche die Wasserscheide zwischen dem Reservoir und dem nord-östlich von demselben gelegenen grossen Sseliger-See bildet, eine nur sehr geringe Breite hat. — Die Stauhöhe, unmittelbar oberhalb des Wehrs, beträgt 2,80 Ssashen (5,97 Meter) über dem Niedrigwasser der Wolga. Die Stärke der Wasserschicht, die durch das Wehr ablaufen kann, ist 2 Ssashen (4,27 Meter). Die Wasserspiegelhöhe im Reservoir ist niemals geringer als $\frac{1}{2}$ Ssashen (1,07 Meter) über der Schwelle des Wehrs; so tief sinkt es nur dann herab, wenn alle Durchlässe des Wehrs geöffnet sind. Da die Strecken der Wolga, welche zum Reservoir gehören, ein gewisser, wenn auch unbedeutendes Gefälle haben, so ist die Stärke der Wasserschicht, die zur Speisung des Stromes unterhalb des Wehrs benutzt werden kann, nicht gleich in den verschiedenen Theilen des Reservoirs; in dem Wolga-See beträgt sie 2 Ssashen (4,27 Meter), in den Seen Wœlnx und Peno übersteigt sie nur um ein geringes 1 Ssashen (2,13 Meter) und, schliesslich, im Stersh See erhebt sich die Stauhöhe kaum um 0,80 Ssashen (1,71 Meter) über das gewöhnliche Niveau des Sees. — Das Quantum von Speisewasser, welches das Reservoir während einer Navigations-Periode, von April bis October, liefern kann beträgt zum mindesten 40 Millionen Kubik-Ssashen (597 Millionen Kubikmeter), und zwar in sehr trockenen Jahren; zu gewöhnlichen Zeiten, bei nicht zu seltenem Regen, ist das verwendbare Speisewasserquantum bedeutend grösser. Durchschnittlich fliesst durch das Wehr 6 Kubik-Ssashen (59,57 Kubikmeter) in der Sekunde ab, was ungefähr $\frac{1}{2}$ Million Kubik-Ssashen ($4 \frac{4}{5}$ Millionen Kubikmeter) täglich ausmacht. Dieses Wasserquantum bewirkt ein Steigen des Wasserspiegels der Wolga: in Rshof, 145 Werst (154,69 Kilometer) unterhalb des

Werchnewoljky-Wehrs, um 0,40 Ssashen (0,85 Meter); in Twer, 320 Werst (341,58 Kilometer) von dem Wehr, um höchstens 0,20 Ssashen (0,45 Meter); und so weiter, je nach Zunahme der Entfernung nimmt die Wirkung des Reservewassers auf die Hebung des Wasserspiegels allmählich ab. Bei den Untiefen von Koprin, 620 Werst (661,42 Kilometer) vom Reservoir, beträgt die Anschwellung des Stromes kaum noch 0,02 Ssashen (0,045 Meter) und bei der Scheksna-Mündung bei Rybinsk, in der Entfernung von 675 Werst (720 Kilometer) ist überhaupt keine Hebung des Wasserspiegels im Strom durch den Zufluss des Reservoir-Wasser mehr zu merken. Wenn das durch das Wehr abfließende Wasserquantum mehr wie 6 Kubik-Ssashen (58 Kubikmeter) in der Sekunde beträgt, so steigt das Wasser in Twer um mehr als 0,20 Ssashen (0,45 Meter); bisweilen erreicht die Wasserspiegel-Hebung 0,50 Ssashen (0,64 Meter). Unter gewöhnlichen atmosphärischen Verhältnissen zieht die Schifffahrt auf dem Oberlauf der Wolga Nutzen aus der künstlichen Speisung des Stromes durch Reservoir-Wasser während eines Zeitraumes von etwa 80 bis 90 Tagen: vom 10. Mai bis zum 20. Juni und vom 20. Juli bis zum 1. oder 10. September. Nach diesem Datum bleibt das Wehr für den ganzen Winter geöffnet und der Wasserstand im Strom hängt lediglich von der respectiven Ergiebigkeit des Regenwassers ab. Der Aufstau der Wolga, oberhalb des Werchnewolshsky-Wehrs verursacht an einigen Stellen bedeutende Uferabbrücke. In der Nähe der Dörfer Koschelewo, Sawirje, Sselistsche und anderer sind die Flussufer, welche hier eine Höhe von mehreren Ssashen haben, um 100 bis 150 Ssashen (215-320 Meter) zurückgetreten, so dass man zuweilen gezwungen gewesen ist am Ufer gelegene Wohnhäuser und andere Gebäude weiter vom Strome abzurücken.

Das Werchnewoljky-Wehr, welches zum Verschluss des gleichnamigen Reservoirs dient ist im Jahre 1845 erbaut worden. Es hat 5 Durchlässe von je 4 Ssashen (8,55 Meter) Breite. Das Fundament ist aus Mauerwerk. Die Pfeiler haben Balkenwände, welche Caissons bilden, die mit Steinen und Lehmerde gefüllt sind; ihre Höhe beträgt $3\frac{1}{2}$ Ssashen (7,47 Meter) über der Schwelle des Wehrs; auf den Pfeilern ruht eine Holzbrücke. Die Wehr-Durchlässe werden mittelst Holzschützen, die sich an Holzpfosten lehnen, geschlossen. Die Zahl der Pfosten in jedem Durchlass beträgt 8. In Anbetracht des bedeutenden Wasserdruckes, welchem die Schützen und Pfosten ausgesetzt sind, hat man zwei aufeinander folgende Reihen derselben in jedem Wehrdurchlass angeordnet, so dass der Aufstau des Wassers in zwei Niveaus von verschiedener Höhe getheilt ist, wobei zwischen den beiden Schützenreihen gleichsam eine halbgefüllte Schleusenkammer entsteht. Nur in der mittleren Wehröffnung, deren Schwelle um 1 Ssashen (2,15 Meter) höher liegt als die der übrigen Durchlässe, ist nur eine einzige Schützenreihe angeordnet. Die Stauhöhe erhebt sich um $2\frac{1}{2}$ Ssashen (5,55 Meter) über die Schwelle der tiefen Durchlässe. Die Bauart des Wehres ist aus den beiliegenden Zeichnungen ersichtlich.

Die Wolga-Strecke zwischen Twer und Rybinsk wird ausserdem noch

gespeist durch das Wasser des Lawodsky-Reservoirs. Ursprünglich war dieses Reservoir vor allem dazu bestimmt, die Wyschnewolotsky-Wasserstrasse, die älteste von den drei künstlichen Schifffahrtsstrassen zwischen der Newa und der Wolga (Wyschnewolotoky-, Fichwin- und Marien-System) zu speisen. Zu jener Zeit diente das Sawodsky-Reservoir-Wasser zur Speisung sowohl des baltischen wie auch des caspischen Zweiges des Wyschnewolotsky-Systems. Gegenwärtig hat dieses System keine Bedeutung mehr als Transitweg zur Verbindung des Wolgo-Gebiets mit Saint-Petersburg. Der übrigens unbedeutende Schifffahrtsverkehr findet hauptsächlich nur thalwärts auf den unteren Strecken der beiden Zweige des Systems statt ohne die Scheitelstrecke zu passiren. Daher werden die Wasservorräthe des Sawodsky-Reservoirs jetzt fast ausschliesslich zum Kaspischen Zweige hin entstant und dienen auf diese Weise zur Speisung des Oberlaufes der Wolga, auf welchem der Schifffahrtsverkehr beständig im Zunehmen begriffen ist. — Das Sawodsky Reservoir ist auf der Waldai-Hochebene gelegen, wenige Werst entfernt von der Stadt Wyschni-Wolotschox und von der Scheitelstrecke des Wyschnewolotsky-Systems; es wird gebildet durch den Aufstau des Wassers der Tsna und ihrer Nebenflüsse. Ein grosses Wehr ist im Fluss-Bett der Tsna erbaut. Das Reservoir hat nicht gleich zu Anfang seine jetzige Grösse gehabt. Das erste Wehr in der Tsna ist im Jahre 1722 erbaut worden. Dieses Wehr war ganz von Holz und seine Stauhöhe betrug kaum 1 Ssashen (2,13 Meter) über dem gewöhnlichen Wasserspiegel des Flusses. Später hat man, um das Wassermenge im Reservoir zu vergrössern, die Höhe des Wehres und des Aufstaus vergrössert und ausserdem hat man einige Hilfsbauten ausgeführt welche zur ergiebigeren Speisung des Reservoirs beitragen. In der Schlina, dem Hauptnebenfluss der Tsna (siehe die beiliegende Karte), ist, 40 Werst (40,67 Kilometer) von der Mündung, ein Wehr gebaut worden. Verbindungskanäle sind zwischen der Schlina, dem Klintschino-See, dem Gorodolinbonoje-See und der Tsna angelegt worden, deren Gesammtlänge ungefähr 8 1/2 Werst (9 Kilometer) beträgt. Nach Massgabe der Zunahme des Schifffahrtsverkehrs auf dem Wyschnewolotsky-System erwies es sich als nothwendig die Wassermenge im Reservoir zu vergrössern. Zu diesem Zweck sind Wehre in den Flüssen Schlina und Granischna bei deren Ausfluss aus den Seen Schlina und Sseremo erbaut worden, wodurch Hilfsreservoirs entstanden, deren Wasser zur Vermehrung des Wasserinhaltes des Sawodsky-Reservoirs dient. Das anfänglich in der Schlina, 10 Werst von ihrer Mündung, gebaute Wehr ist späterhin durch einen Erddamm ersetzt worden, welcher 6 Werst unterhalb des genannten Wehrs gelegen ist. Allmählich war die Stauhöhe des Sawodsky-Wehrs bis auf 2 1/2 Ssashen (5,53 Meter) über der Schwelle desselben gesteigert worden; dabei entsprachen aber nicht alle Dimensionen des Baues einem solchen Wasserdruck. Um diesem Misstande abzuhelpfen hat man den alten Holzbau durch Mauerwerk ersetzt und ausserdem ist im Jahre 1846 noch ein zweites Wehr, ungefähr 150 Ssashen (520 Meter) unterhalb des ersteren, gebaut worden. Dieses zweite Wehr ist von Holz; seine Stauhöhe

beträgt 1,55 Ssashen (2,84 Meter). Auf diese Weise ist der Wasserdruck auf das obere Wehr fast um die Hälfte verringert worden. Die beiden obgenannten Wehre bestehen bis jetzt. Ihre Bauart wird durch die beigelegten Zeichnungen veranschaulicht. Als die Stauhöhe $2\frac{1}{2}$ Ssashen (5,55 Meter) erreichte, wurde die ganze Strecke zwischen dem Sawodsky-Wehr und den Seen Gorodoliubskije und Klintschino unter Wasser gesetzt und bildete ein ununterbrochenes Wasser-Reservoir von einem Flächeninhalt von etwa 60 Quadrat-Werst (68 Quadrat-Kilometer). Das Volumen des Stauwassers, welches aus diesem Reservoir zur Speisung der Tsna verwandt werden kann, beträgt ungefähr 17 Millionen Kubik-Ssashen (168 Millionen Cubik-Meter), wobei die beständig durch die Sawodsky-Wehre abfließende überflüssige Wassermenge nicht mitgerechnet ist, deren tägliches Volumen im Frühling $\frac{1}{4}$ bis zu $\frac{1}{2}$ Million Kubik-Ssashen (2,48-4,96 Millionen Cubik-Meter), im Sommer in der Regel ungefähr 150 000 Kubik-Ssashen ($1\frac{1}{2}$ Millionen Cubik-Meter) und selbst bei grosser Dürre immerhin noch 75 000 Kubik-Ssashen (744 000 Cubik-Meter) beträgt. Im Ganzen liefert das Sawodsky-Reservoir im Lauf des Jahres 500 bis 600 Millionen Cubik-Meter Wasser. Der Flächenraum des Flussgebiets der Tsna, welche gemeinsam mit ihren Nebenflüssen das Reservoir speist, beträgt ungefähr 7 000 Quadrat Werst (8 000 Quadrat-Kilometer). Der Lauf der Tsna, oberhalb des Sawodsky-Wehrs, hat eine Länge von 150 Werst (159 Kilometer); die Länge der Schlina ist 112 Werst (119 $\frac{1}{2}$ Kilometer) und die der Granischna 44 Werst (47 Kilometer). Der Gesamtflächenraum der Hilfsreservoirs, in Form von Seen, welche im Flussgebiet der Tsna liegen und zum Theil künstlich aufgestaut sind, beträgt etwa 120 Quadrat-Werst (156 Quadrat-Kilometer).

Das Sawodsky-Reservoir mit seinen Zuflüssen bildet einen ganzen Complex von flossbaren Wasserstrassen, auf welchen, in Folge ihrer künstlichen Speisung mit Wasser, das Holzflößen nicht nur im Frühling, wie auf anderen kleinen flossbaren Wasserläufen, sondern auch im Sommer und im Herbst stattfindet. Fast das ganze Flussgebiet der Tsna ist von grossen Wäldern bedeckt, welche bedeutende Mengen verschiedenen Holzes an die Nikolai-Eisenbahn (Saint-Petersburg-Moskau) und in die beiden Hauptstädte, sowie auch an zahlreich in der Nähe des Reservoirs gelegene Fabriken liefern. In Folge der bedeutenden Tiefe des Reservoirs wird überall auf demselben das Schleppen der Holzflösse durch Schleppdampfer besorgt, was die Transportkosten bedeutend verringert. Die wirthschaftliche Bedeutung des Reservoirs, welches gleichsam einen grossen künstlichen See bildet, ist sehr bedeutend. Der Wohlstand der ganzen Umgegend hängt gewissermassen von demselben ab. Die Bauern der anliegenden Dörfer beschäftigen sich mit Holzflößen; der Zustand des Bodens ihrer Besitzungen hat sich verbessert durch die Anlage vieler kleiner Kanäle und Gräben, welche einerseits zur Speisung des Reservoirs dienen, indem sie den Abfluss des Wassers aus kleinen Seen und aus Morästen in dasselbe erleichtern und zugleich die Trockenlegung der Sümpfe und ihre Umwandlung in Wiesen befördern, wobei die Bauern ihren

Viehstand vermehren und die Kultur der Felder verbessern können. Die Hebung des Wasserstandes in den Flüssen durch künstliche Speisung und der Aufstau einiger von den grösseren Seen sowie die Billigkeit des Brennholzes sind sehr günstig für die Entwicklung verschiedener Industriezweige. An den Ufern des Reservoirs liegen drei grosse Baumwollspinnereien, zehn Glasfabriken, drei Sägemühlen, eine chemische Fabrik und ungefähr 50 Kornmühlen. Diese Etablissements beschäftigen zusammen über 10 000 Arbeiter. Der Nutzen des Sawodsky-Reservoirs sowohl für die Schifffahrt wie auch für die Industrie könnte noch gesteigert werden durch Vertiefung und Reinigung der Wasserläufe, welche das Reservoir speisen, was zugleich zur Trockenlegung vieler Moraststrecken beitragen würde. Ebenfalls wäre es von grossem Nutzen wenn es möglich gemacht würde eine grössere Wassermenge durch den Tweretsky-Kanal und die Twertsä in die Wolga strömen zu lassen. Zu diesem Zweck beabsichtigt man neben der Tweretsky-Halb-Schleuse ein Wehr zu bauen durch dessen Oeffnungen eine bedeutende Wassermenge in die Twertsä gelangen könnte.

Die Schliessung der Sawodsky-Wehre im Frühling muss mit grosser Vorsicht geschehen. Im Falle einer zu frühzeitigen Schliessung der Oeffnungen der Wehre kann es geschehen, dass Eisschollen, welche zu der Zeit sich noch an vielen Stellen auf den Zuflüssen des Reservoirs sowie auf den zu ihm gehörigen Seen sich befinden, vom Stauwasser gehoben und zu den Wehren hingetragen werden. Dann werden die Pfosten und Schützen, welche die Wehröffnungen schliessen, den Anprall der Eisschollen ausgesetzt und können dabei leicht zertrümmert werden. Ein solches Ereigniss hat äusserst verhängnissvolle Folgen sowohl für die Stadt Wyschni-Wolotschok wie auch für die Schifffahrt auf den Flüssen, welche durch das Wasser des Reservoirs gespeist werden. Die Kanäle Tweretsky und Tsninsky können in soleh einem Fall die herausströmenden Wassermengen nicht alle in sich aufnehmen; welche daher aus den Ufern treten und die Stadt überschwemmen. Sind nun aber einmal die Pfosten in einer oder mehreren Wehröffnungen zertrümmert, so können die Wehre nicht eher wieder geschlossen werden, als bis das Wasserniveau im Reservoir bedeutend gesunken ist; dabei verläuft sich jedoch die Hauptmasse des Frühlingshochwassers und späterhin ist es nicht mehr möglich das volle Volumen Wasser im Reservoir anzusammeln und die Speisung der das Wyschnewolotsky-System bildenden Wasserläufe als wie auch der Wolga-Strecke zwischen Twer und Rybinok kann nur in ungenügender Weise vollzogen werden. Um den Ueberfluss der Frühlingshochwasser aus dem Sawodsky-Reservoir abfliessen lassen zu können ist ausser den beiden Sawodsky-Wehren noch ein drittes gebaut worden, welches Schischkowsky-Wehr heisst. Es ist von Holz und seine Bauart erinnert an die des unteren Sawodsky-Wehrs; nur ist es von geringerer Grösse und hat nur zwei Oeffnungen statt fünf. Von dem Schischkowsky-Wehr fliesst das Wasser durch den Bach Tobolka unmittelbar in die ungeschleuste Strecke der Tsna; unterhalb des Toninky-Wehrs. (Siehe die Karte).

Das Sawodsky-Wehr wird, wie oben erwähnt, durch die Flüsse Tsna und Schlina und den Nebenfluss der letzteren, die Granischna gespeist. Die Tsna hat eine Länge von 159 Werst (148 Kilometer); im oberen Lauf sind ihre Breite und Tiefe unbedeutend; 50 Werst (52 Kilometer) oberhalb des Reservoirs beträgt die Breite der Tsna ungefähr 15 Ssashen (52 Meter) und die Tiefe 2 bis 3 Arschin (1,42 bis 2,13 Meter); das gesammte Gefälle macht 15 Ssashen (52 Meter) aus. Die Tsna nimmt im Ganzen 14 Nebenflüsse auf, von welchen die Schlina der bedeutendste ist; sie ist 114 Werst (121,62 Kilometer) lang; ihre Breite und Tiefe sind etwas geringer als die der Tsna. Der grösste Nebenfluss der Schlina ist die Granischna, deren Länge 44 Werst (47 Kilometer) beträgt. Mittelst des Schlinsky-Wehrs, welches den Ausfluss der Schlina aus dem Schlino-See verschliesst, wird das Wasser dieses Sees aufgestaut und bildet ein geräumiges Reservoir, dessen Oberfläche ungefähr 48 Quadrat-Werst (54 Quadrat-Kilometer) beträgt und welches 6 Millionen Kubik-Ssashen (58 Millionen Kubik-Meter) Wasser fasst. Das Schlinsky-Wehr wird im Frühling unmittelbar nachdem der Schlino-See von Eis befreit ist geschlossen; die Stauhöhe beträgt 2 Arschin 14 Werschok (2,04 Meter) über der Schwelle des Wehrs. Das Reserve-Wasser des Schlino-Sees wird gewöhnlich bis Mitte Juli oder Anfang August aufbewahrt. Zu dieser Zeit fängt das Sawodsky-Reservoir an sich zu erschöpfen und alsdann beginnt man die Wasservorräthe, welche durch das Schlinsky-Wehr aufgestaut werden, zu benutzen. Die Höhe des Frühlings-Hochwassers im Schlino-See, dessen Ufer sehr flach sind übersteigt nicht 1 Ssashen (2,13 Meter) über der Schwelle des Wehres Schlinsky. In den See Schlino ergiessen sich mehrere Flüsse und Bäche deren einige im Frühjahr ziemlich wasserreich sind.

Ausser dem Reservoir Sawodsky, welches die Scheitelstrecke der Wyschnewolotsky-Wasserstrasse speist, giebt es noch Reservoir, die zur Speisung der beiden Zweige dieser Wasserstrasse dienen. In einer Entfernung von 65 Werst (67 Kilometer) von der Stadt Vyschni-Wolotschok ergiesst sich in die Twertsa ihr Haupt-Nebenfluss die Ussuga. In der Mündung dieses Flusses ist ein Holz-Wehr mit vier Oeffnungen erbaut worden; dasselbe staut das Wasser der Ussuga und bildet das Reservoir Ussugsky, das einzige an dem caspischen Zweige der Wyschnewolotsky-Wasserstrasse. Das Ussugsky-Reservoir kann bis zu 1 550 000 Kubik-Ssashen (15 Millionen Kubik-Meter) Speisungswasser aufnehmen; da dieses Reservoir in einem ziemlich flachen Boden gelegen ist, so kann die Stauhöhe $5\frac{5}{4}$ Arschin (4,08 Meter), über der Schwelle des Wehres, nicht übersteigen; bei grösserem Aufstau werden die anliegenden Gelände überschwemmt. Das Frühjahrshochwasser der Ussuga ist sehr ergiebig und da das Reservoir nicht geräumig genug ist um dasselbe zu bergen, so wird das Ussugsky-Wehr erst nach Verlauf des Frühlingswassers geschlossen.

Zur Speisung der Flüsse welche den baltischen Zweig des Wyschnewolotsky-Systems bilden giebt es mehrere Reservoir. In einer Entfernung von 5 Werst von dem Mstino See liegt der Beresky See dessen Wasser durch

das Beresowsky-Wehr aufgestaut wird. Von diesem Wehr gelangt das Wasser durch den kleinen Fluss Radonka in den Mstino-See. Das folgende Reservoir auf dem linken Ufer der Msta ist das Tubassky-Reservoir, welches durch den Aufstau des Tubas-Sees gebildet wird. Dieses Reservoir wird durch das Tubassky-Wehr geschlossen, welches am Ausfluss des Tubasska-Baches aus dem See gelegen ist. Die beiden Reservoirs Beresowsky und Tubassky liefern zusammen ungefähr 6 Millionen Kubik-Ssashen (58 Millionen Kubikmeter) Speisungs-Wasser.

Von den weniger grossen Reservoirs, welche den Mstino-See und den Mota-Flussspeisen sind noch zu nennen die Seen Jastschino, Pudor und Fishedro mit den Wehren Rudnewsky, Pudorsky und Dubkowsky. Diese drei Reservoir liegen auf dem rechten Ufer der Msta. Da das Flüsschen Rudnewka, welches den Jastschino-See mit dem Mstino-See verbindet und bei seinem Ausfluss aus dem Jastschino-See durch das Jastschinsky-Wehr gesperrt ist, ein enges und flaches Bett hat, in dem das Wasser nur langsam und in geringen Mengen sich fortbewegen kann, so hat man an der Mündung der Rudnewka in den Mstino-See ein zweites Wehr gebaut, welches Rudnewsky-Wehr heisst und ein Hilfsreservoir näher beim Mstino-See bildet. Es gibt dieses die Möglichkeit auf einmal grössere Wassermengen in den Mstino-See fliessen zu lassen. Das Volumen des Reserve-Wassers in dem Jastschino-See beträgt 5 Millionen Kubik-Ssashen (29 Millionen Kubikmeter). Die Seen Fishedro und Pudor bilden zwei auf verschiedener Höhe gelegene Reservoirs, welche durch den Pujega-Fluss verbunden sind, welcher aus dem ersteren See kommt und sich in den letzteren ergiesst. Beim Ausfluss der Pujega aus dem Pudor-See befindet sich das Pudorsky-Wehr. Das Wasser des Fishedro-Sees ist durch das Dubkowsky-Wehr aufgestaut, welches in dem kleinen Fluss Dubkowka, dessen Länge nur eine halbe Werst beträgt, erbaut ist. Die beiden Reservoir Pudorsky und Dubkowsky fassen zusammen etwa 7 Millionen Kubik-Ssagen (68 Millionen Cubik-Meter) Wasser.

55 Werst (58,67 Kilometer) unterhalb des Mstino-Sees nimmt die Msta den Nebenfluss Beresai auf, welcher ihr das Wasser dreier grossen Reservoirs: Kemetsky, Beresaisky und Waldaisky, zuführt. Das Kemetsky-Reservoir wird durch den Aufstau des Sees Kaftino gebildet. Aus diesem See fliesst der Kemka-Fluss, welcher sich in den Beresai-Fluss ergiesst. Der Kaftino-See ist 18 Werst (19,2 Kilometer) lang; seine Breite wechselt zwischen 1/2 Werst (0,55 Kilometer) und 5 Werst (5,2 Kilometer). Die Kemka wird bei ihrem Ausfluss aus dem See durch das Kemetsky-Wehr gesperrt. Dieser Wehr kann etwa 6 Millionen Kubik-Ssashen (58 Millionen Cubik-Meter) Wasser aufstauen. Der Nutzen des Kemetsky-Reservoirs für die Speisung der Msta wird bedeutend abgeschwächt durch das zu geringe Querprofil des Bettes der Kemka, welche zugleich ein sehr geringes Gefälle und flache Ufer hat; das Wasser tritt leicht aus denselben, verliert sich in dem flachen Thal der Vettika und erreicht nur sehr langsam den Beresai und die Msta, wodurch das Kemetsky-Reservoir mit Nutzen nur etwa 50 000 Kubik-Ssashen (500 000

Cubik-Meter) Wasser pro Tag liefern kann. Die Stau-Höhe des Kaftino-Sees beträgt 5 Arschin 6 Werschok (2,40 Meter) über der Schwelle des Kemetsky-Wehrs. Dieses Wehr ist aus Holz gebaut, wie übrigens die meisten der Wehre, die den Aufstau der verschiedenen Seen bilden, welche mit ihrem Wasser die Wyschnewolotsky-Wasserstrasse speisen. Das Beresaisky-Reservoir wird durch den Aufstau des Piross-Sees gebildet; der Ausfluss des Beresai-Flusses aus diesem See ist durch ein Wehr gesperrt. Der Unterbau und die Pfeiler dieses Wehrs sind aus Stein; es hat drei Oeffnungen, welche mittelst Holz-Schützen, die sich an Holz-Pfosten lehnen, geschlossen werden. Der Piross-See ist 8 1/2 Werst (9,07 Kilometer) lang und seine Breite wechselt zwischen 1 1/2 Werst (1,60 Kilometer) und 5 Werst (5,20 Kilometer). Das Beresaisky-Reservoir, dessen Stau-Höhe 1 1/2 Ssashen (5,20 Meter) über dem Niedrig-Wasser des Sees erreicht, kann bis zu 7 1/4 Millionen Kubik-Ssashen (70 Millionen Cubik-Meter) Speisungswasser bergen. Die Frühlings-Hochwasser des Piross-Sees sind sehr ergiebig, sie erreichen die Höhe von 1,67 Ssashen (5,54 Meter) über Niedrigwasser. Die Schliessung des Wehrs geschieht allmählig, angefangen von den ersten Tagen des April. Das Wasser des Beresaisky-Reservoirs ist von grossem Nutzen für die Schifffahrt auf der Msta. 55 Werst (57 1/5 Kilometer) unterhalb der Beresai-Mündung beginnen die Stromschnellen von Borowitschi, welche von den Schiffen nur mit Hülfe grosser Mengen von Speisungswasser aus dem erwähnten Reservoir passirt werden können wobei der Fluss bedeutend anschwillt, so dass die Tiefe an den schwer zu passirenden flachen Stellen der Stromschnellen zunimmt. Das Bett des Beresai-Flusses ist hinlänglich breit und tief um grosse Wassermassen in kurzer Zeit passiren zu lassen. Die Entfernung zwischen dem Piross-See und der Beresai-Mündung beträgt 50 Werst (52 Kilometer). Die Haupt-Zuflüsse des Piross-Sees sind die Waldaika und der obere Lauf des Beresai, welcher aus dem gleichnamigen See fliesst und eine Menge von Nebenflüssen, die ebenfalls aus Seen entspringen, aufnimmt, wodurch das Wasserquantum des Beresai bedeutend vermehrt wird. Im Frühling, während der Hochwasser, machen gewöhnlich einige Schiffe, die Fahrt auf dem unteren Lauf des Beresai, von dem Beresaisky-Wehr an bis zum Ausfluss in die Msta und setzen von dort die Fahrt stromabwärts fort. Oberhalb des Piross-Sees ist der Beresai-Fluss nur flossbar. Das Waldaisky-Reservoir wird gebildet durch den Aufstau der Seen Waldai und Ushino mittelst des Waldaisky-Wehrs, welches am Ausfluss des Waldaika-Flusses aus dem Waldai-See erbaut ist. Die Länge der Waldaika, vom Waldai-See bis zum Piross-See, beträgt 45 Werst (45,87 Kilometer). Der Waldai-See hat eine Länge von 8 1/2 Werst (9,07 Kilometer); seine Breite wechselt zwischen 1 und 5 Werst (1,07 und 5,55 Kilometer); seine Wassertiefe ist sehr bedeutend, sie erreicht stellenweise 90 Ssashen (192 Meter). Die Ufer des Sees sind hoch. Das Waldaisky-Wehr wird gleich zu Anfang des Frühlings geschlossen, sobald der Schnee anfängt zu thauen. Die Stauhöhe beträgt 1 Ssashen (2,15 Meter) über dem Niedrigwasser der Seen Waldai und Ushino. Das Quantum des Reserve-Wassers, welches zur Speisung des Beresaisky-

Reservoirs und des Msta-Flusses verwandt werden kann, beträgt ungefähr 5 Millionen Kubik-Ssashen (29 Millionen Kubik-Meter). Das Waldaisky-Wehr wird geöffnet nachdem das Wasser des Beresaisky-Reservoirs erschöpft ist.

Das letzte von den Speisungs-Reservoirs der Msta ist das Uwersky-Reservoir; es wird durch den Aufstau des Uwer-Flusses gebildet, welcher sich von rechts, 60 Werst unterhalb des Mstino-Sees, in die Msta ergiesst. Das Uwersky-Wehr, durch welches das Reservoir geschlossen wird, liegt 7 Werst (7,47 Kilometer) von der Mündung des Uwer in die Msta entfernt. Das Frühlings-Hochwasser ist sehr bedeutend und erhebt sich in dem Reservoir bis zu 7,5 Ssashen ($5 \frac{1}{3}$ Meter) über das Niedrigwasser. Das Uwersky-Wehr wird meistens nicht vor Ende April oder Anfang Mai geschlossen. Die Stauhöhe beträgt 1,92 Ssashen (4,10 Meter) über der Schwelle des Wehrs. Das Reservoir fasst $8 \frac{1}{2}$ Millionen Kubikfaden (82 Millionen Kubikmeter) Wasser. Das Uwersky-Wehr ist aus Holz; es hat fünf Oeffnungen von je 5 Ssashen (10,67 Meter) Weite. Die Bauart dieses Wehrs ist ungefähr dieselbe, wie die des früher erwähnten unteren Sawodsky-Wehrs. Gegenwärtig funktionirt das Uwersky-Reservoir nicht; das Wehr ist durch den Andrang des Wassers zerstört worden und sein Wiederaufbau ist noch nicht vollendet.

Alle Speisungs-Reservoir der Wyschnewolotsky-Wasserstrasse zusammen fassen über 60 Millionen Kubikfaden (585 Millionen Cubikmeter) Wasser. Dank einer solchen Menge von Speisungswasser hat das Wyschnewolotsky-Schiffahrts-System, welches nur zwei geschleuste Haltungen: 1, die Kanäle Tweretsky und Tsainsky und 2, den unteren Lauf der Tsna mit dem Mstino-See, — besitzt, dennoch von Anfang der vorigen bis zur Mitte dieses Jahrhunderts als Haupt-Wasserweg zwischen der Wolga und Saint-Petersburg dienen können.

Auf einigen der anderen künstlichen Wasserstrassen Russlands gibt es auch Reservoirs, welche zur Speisung der Scheitelstrecken dienen, und zwar: auf dem Marien-System — das Kovsksky-Reservoir; auf dem Tichwinsky-System — die Reservoirs Piätinsky und Dolgomoschtschensky; auf dem Dniepr-Bug-Kanal die Reservoir Belosersky und Orjehowsky. Alle diese Reservoir sind ebenfalls durch Seen gebildet, deren Wasser mittelst Holz-Wehren aufgestaut ist. Nur sind sowohl die Reservoir wie auch die Wehre weniger gross als diejenigen auf dem Wyschnewolotsky-System und der oberen Wolga. Ausserdem wird der Schleusen-Kanal des Kaisers Peter des Grossen, welcher die Wolhof-Mündung mit dem Ausfluss der Newa aus dem Ladoga-See verbindet durch einige kleine Reservoir gespeist in welchen sich Schnee- und Regenwasser sammelt und, ebenso wie in den früher beschriebenen, durch Holzwehre aufgestaut wird.

Was in obigem von den in Russland befindlichen Wasserbehältern gesagt worden ist, kann, wie folgt, kurz zusammengefasst werden:

Die hauptsächlichsten Reservoir in Russland dienen vor allem zur Speisung nicht kanalisirter Ströme und Flüsse, wie die obere Wolga, die Twertsä und die Msta.

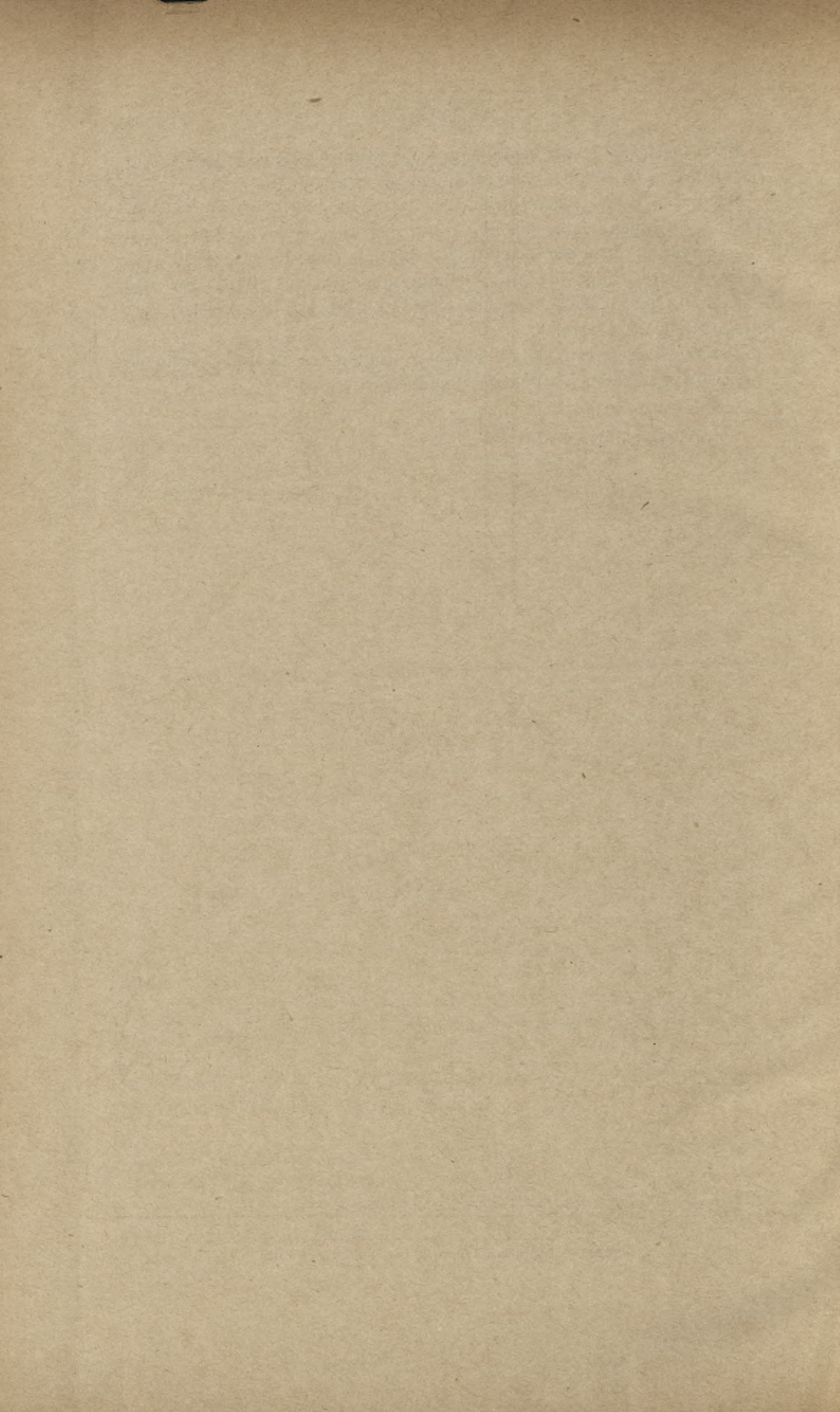
Die meisten Reservoirbauten stammen aus ziemlich lang vergangener Zeit, aus dem vorigen oder der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts.

Die Wehre, welche den Aufstau der Reservoirs bilden, haben meistens Fundirungen und Pfeiler aus Holz; nur bei zwei Wehren, dem oberen Sawodsky und dem Beresaisky-Wehr, sind alle unbewegliche Theile aus Stein. Der Verschluss der Wehr-Oeffnungen besteht aus Holz-Pfosten und -Schützen. Die Stauhöhe übersteigt nicht $2\frac{1}{2}$ Ssashen ($5\frac{1}{3}$ Meter) über der Schwelle des Wehrs.

Das grösste Reservoir kann ein Wasserquantum von 40 Millionen Kubik-Ssashen (597 Millionen Kubikmeter) aufnehmen.

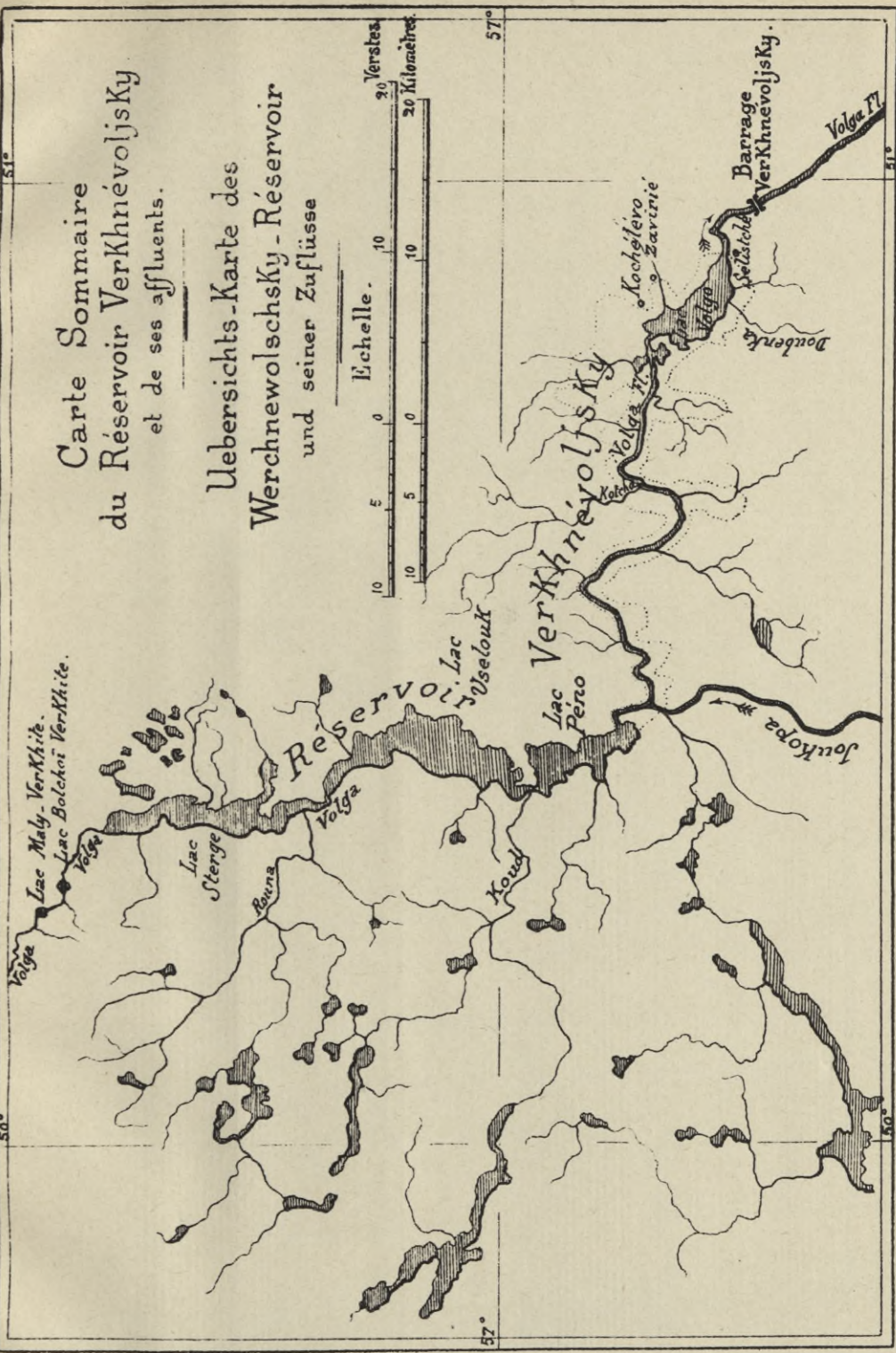
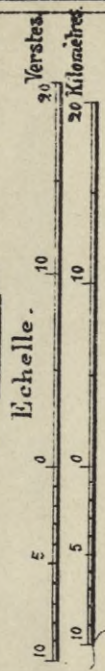
St. Petersburg, April 1892.

(Vom Verfasser übersetzt.)



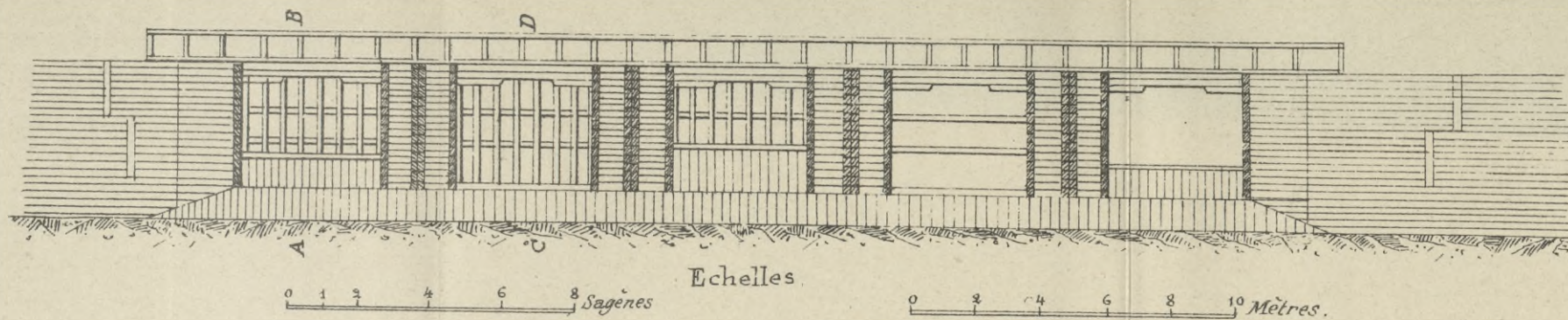
Carte Sommaire du Réservoir Verkhnévoljsky et de ses affluents.

Uebersichts-Karte des Werchnowschsky - Réservoir und seiner Zuflüsse

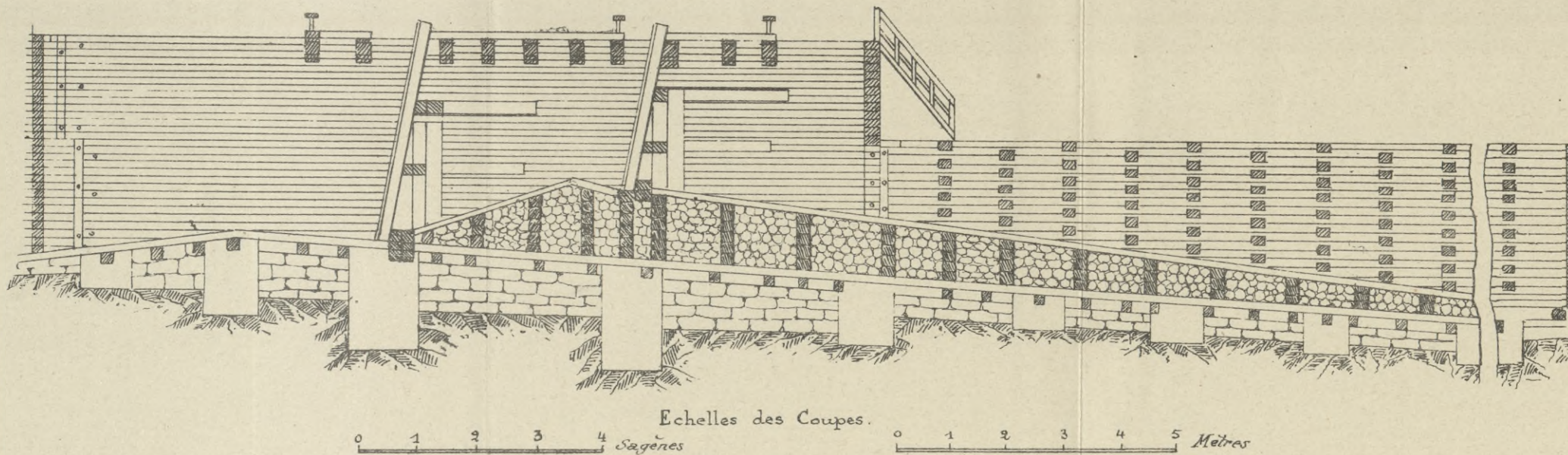


BARRAGE VERKHNEVOLJSKY

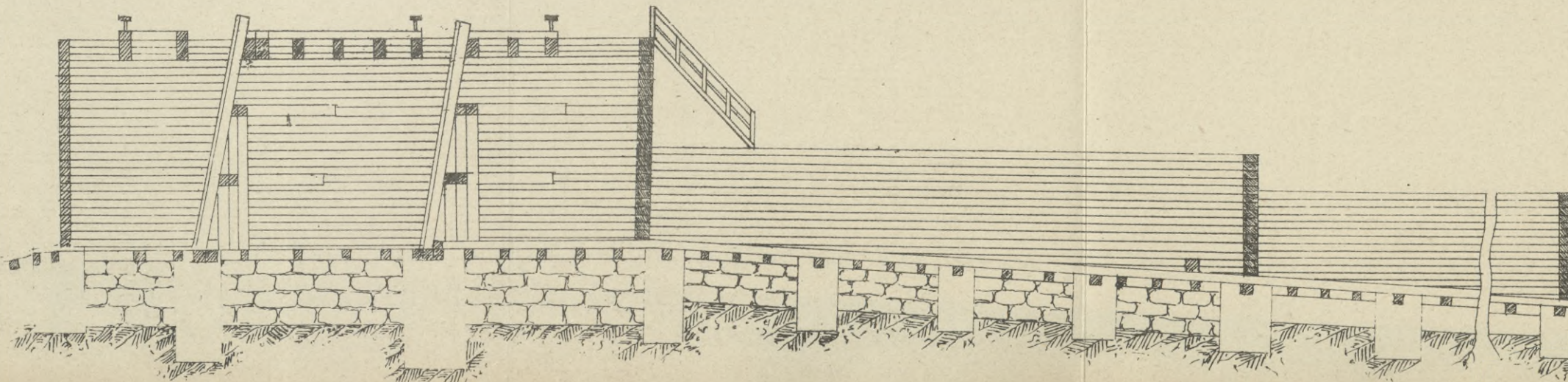
Elevation d'amont.



Coupe suivant AB.

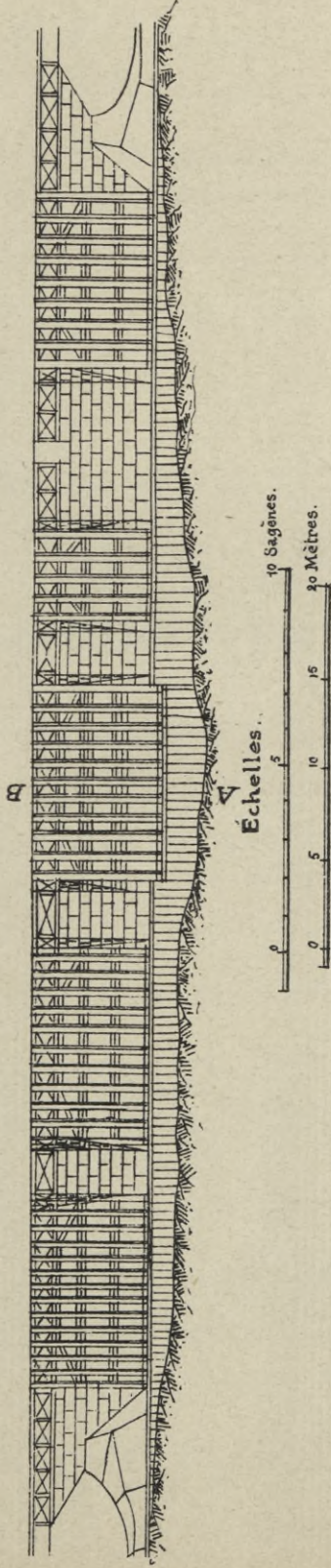


Coupe suivant CD.

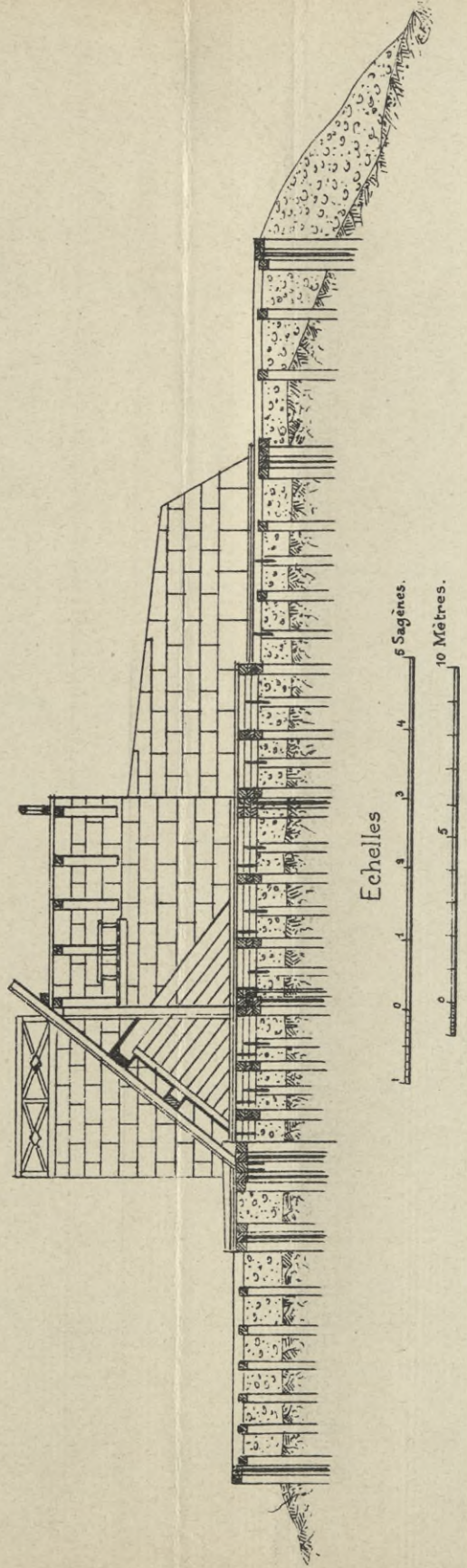


BARRAGE ZAVODSKY - SUPÉRIEUR

Elevation d'amont.

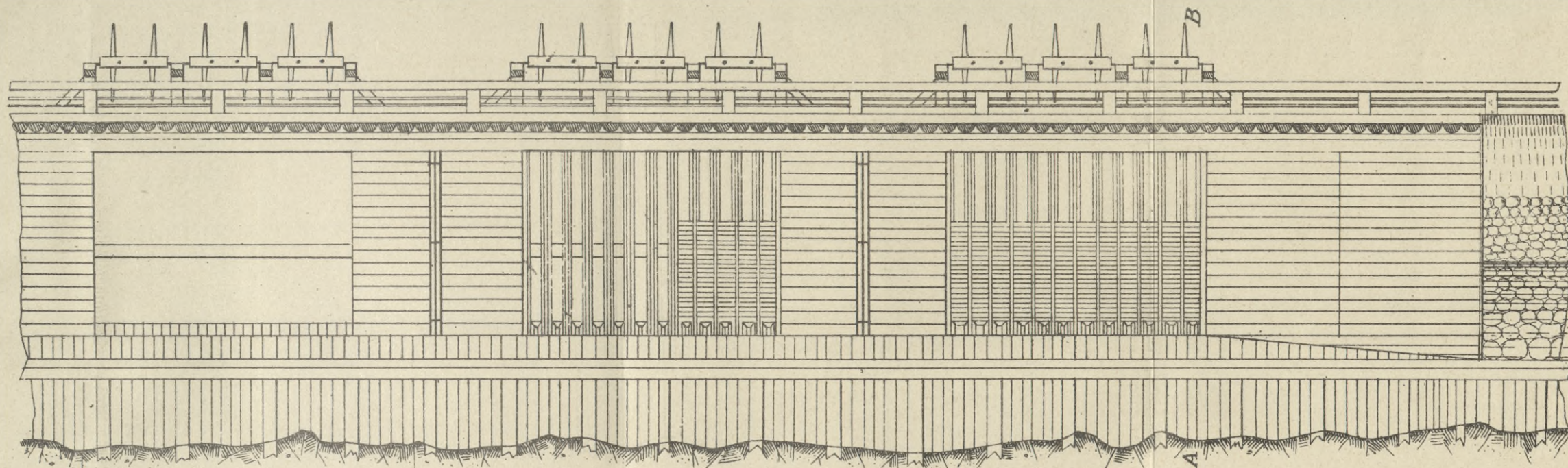


Coupe transversale suivant A.B.

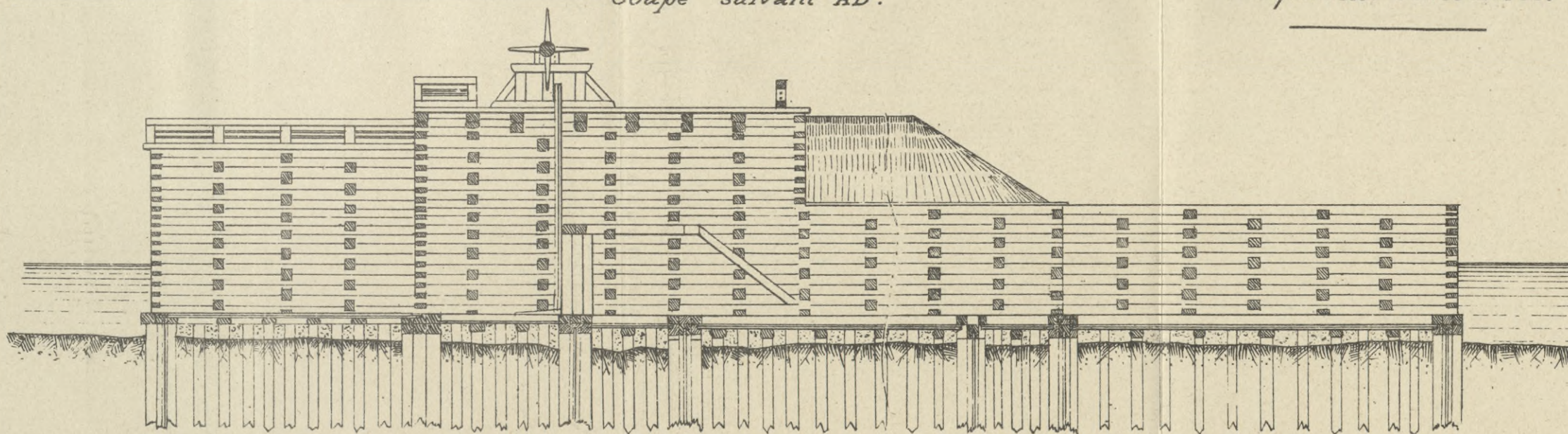


BARRAGE ZAVODSKY INFÉRIEUR.

Demi-Elévation d'amont.

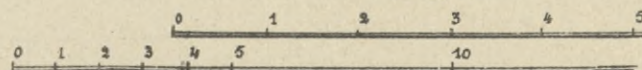


Coupe suivant AB.



*Le barrage comporte
six pertuis semblables*

Echelles.



6 Sàgènes

90 Mètres.

