

III Hydrologische Konferenz der Baltischen Staaten  
Warszawa, Mai 1930.

---

# Hydrologische Arbeiten bei der Geologischen Landesanstalt Schwedens

von

SIMON JOHANSSON (Schweden).

---

W A R S Z A W A

Herausgegeben vom Ministerium für öffentliche Arbeiten

1930

### III Hydrologische Konferenz der Baltischen Staaten Warszawa, Mai 1930.

---

## Hydrologische Arbeiten bei der Geologischen Landesanstalt Schwedens

von Simon Johansson (Schweden).

---

Bei einem Bericht über die hydrologischen Arbeiten der Geologischen Landesanstalt Schwedens besteht die Schwierigkeit, dieselben von solchen rein bodenphysikalischer Natur abzugrenzen. Bei diesen werden ja immer die Eigenschaften des Systems Boden-Wasser studiert, was ihre Miteinbeziehung auch motivieren könnte. Diese Untersuchungen können ausserdem notwendig sein, um die Fragen rein hydrologischer Natur recht zu verstehen. So ist beispielsweise die Durchlässigkeit von Tonen und gewissen anderen Bodenarten durch ihre Spaltenbildungen verursacht, was seinerseits auf der Schrumpfung beruht, einer rein bodenphysikalischen Erscheinung. Bei der Auswahl der Arbeiten, die hier erwähnt werden sollen, habe ich nur solche berücksichtigt, die in mehr direkter Beziehung zum Wasserhaushalt des Bodens stehen, ein in gewissem Grade willkürliches Prinzip.

Für ein wissenschaftliches Studium der genannten Frage brauchen wir exakte und objektive Methoden zur Klassifizierung der Bodenarten. Eine vergleichende Untersuchung der bisher vorgeschlagenen Methoden hat ergeben, dass die Tonböden nach den Werten ihrer Hygroskopizität eingeteilt werden können und die Sandböden nach den Ziffern der Schlämmanalyse.<sup>(1)</sup>

Die für den Wasserhaushalt des Bodens wichtigsten Bodenfaktoren sind die Wasserkapazität, die Kapillarität und die Durchlässigkeit des Bodens. Für Kapillaritätsbestimmungen ist eine Methode ausgearbeitet, mit der grosse Steighöhen, mehreren Atmosphären entsprechend, sehr schnell bestimmt werden können.<sup>(2)</sup> Besondere Untersuchungen haben gezeigt, dass, wenn die Kapillarität und die Durchlässigkeit des Bodens solche Werte haben, dass die kapilläre Steigungsgeschwindigkeit des Wassers möglichst gross ist, bei Gefrieren des Bodens sehr eigenartige Erscheinungen, „Frostbeulen“ (schwed. „tjälskott“) und Kammeis genannt, auftreten. Dies trifft bei Schluff- oder feinen Moböden, ebenso bei schluff- oder moreichen Lehm Böden ein. Je höher das Grundwasser in solchen Böden steht, um so kräftiger sind die genannten Erscheinungen bei Gefrieren des Bodens ausgebildet.<sup>(3)</sup>

Bodenarten dieser Zusammensetzung haben auch eine andere in gewisser Hinsicht lästige Eigenschaft, sie sind sogenannte Fliessböden. In vielen Gegenden unseres Landes, wo Fliessböden vorhanden sind, hat sich ein grossartiges Ravinensystem ausgebildet oder ist noch andauernd in Bildung begriffen. Die nächste Ursache der Entstehung der Ravinen hat man früher in Quellen gesucht, eine genauere Untersuchung hat jedoch ihre Abhängigkeit vom oberirdisch fliessenden Wasser in Gräben oder Teichen gezeigt. <sup>(4)</sup>

Die Durchlässigkeit der Bodenarten in natürlichen Lagerungen ist gleichfalls Gegenstand einiger Untersuchungen gewesen. Früher versuchte man es mit Wasserbegiessung einer abgegrenzten Fläche ( $1 m^2$ ), wobei das Sinken der Wasserfläche beobachtet wurde. Als durchlässigste Bodenarten erwiesen sich die Tone, namentlich die oberen Schichten davon, die trockene Kruste, weil diese viele Spalten aufweist und auch weil sie von Wurzelröhren und Würmergängen durchzogen ist. <sup>(5)</sup> Daraus braucht man nicht den Schluss zu ziehen, dass die Tonböden, die die grösste Durchlässigkeit besitzen, auch das geringste Bedürfnis nach Entwässerung haben. Eine spätere Untersuchung hat gezeigt, dass diese grosse Durchlässigkeit der Tonböden nur in einer einzigen Richtung, in vertikaler Richtung, vorhanden ist. Die Durchlässigkeit in horizontaler Richtung, was ja für Entwässerung, Strangentfernung, von grösserer Bedeutung ist, beträgt nur ungefähr ein Zehntel von der in vertikaler Richtung, den wenigen bisherigen Bestimmungen nach zu urteilen. Die Bestimmungen sind an ausgeschnittenen Proben, unter Beibehaltung ihrer natürlichen Lagerungen, ausgeführt worden.

Die horizontale Durchlässigkeit lässt sich auf eine andere Weise nachprüfen. Bohrlöcher werden hergestellt, und nachdem die Wasserfläche im Loch so hoch gestiegen ist, dass sie ebenso hoch wie das Wasser im umgebenden Boden steht, entleert man das Loch und beobachtet dann die Steigungsgeschwindigkeit der Wasserfläche. Diese Methode ist bei dem Studium der Spaltigkeit der Bodenarten angewandt worden. Die Bedingung einer ausgeprägten Spaltigkeit ist eine grosse Schrumpfungsfähigkeit des Bodens, wie sie bei Gytjtäböden oder tonigen Gytjtäböden vorhanden ist, aber auch gewöhnliche Tonböden können unter Umständen, bei schneller Austrocknung, z. B. durch Seesenkungen verursacht, im Untergrund so spaltig sein, dass sie sogar selbstdrainierend sind. <sup>(6)</sup> u. <sup>(7)</sup>. Auch aus rein geologischen Ursachen, z. B. infolge von Wasserauspressung, hervorgerufen durch den Druck der überliegenden Ablagerungen, können die Tone auch in grosser Tiefe von Spalten oder Rissen durchzogen sein. Gewöhnlich sind ja die Tone im grossen und ganzen wasserdicht; ein Fall ist aber untersucht worden, wo aus obengenannter Ursache der Ton im Untergrund so stark wasserführend ist, dass eine ganze Stadt — Skara (etwa 7000 Einwohner) — davon ihr Wasser erhält <sup>(8)</sup>. In diesem Zusammenhang sei eine Untersuchung über die Möglichkeit, die Stadt Visby mit Wasser zu versehen, erwähnt. Die Ergiebigkeit des Grundwasserstromes ist hier aus der Mächtigkeit und Ausbreitung der wasserführenden Sandschichten berechnet worden. <sup>(9)</sup>

Um den sehr wichtigen Drainierungsfragen näher zu kommen, sind ausser den oben genannten Untersuchungen, die dasselbe Ziel haben, auch andere im Gange. In Zusammenarbeit mit der Meteorologisch-Hydrographischen Anstalt wird in gewissen, hydrologisch abgegrenzten Gebieten in verschiedenen Teilen des Landes,



die in bezug auf Topographie, Klimatologie und Vegetation verschiedene Verhältnisse repräsentieren, die Abhängigkeit der Abdrinnung von diesen Faktoren studiert. Diese Untersuchungen sind seit mehreren Jahren im Gange, die Zusammenstellung der Resultate liegt aber noch nicht vor.

In einem dieser Gebiete, wo mächtige und weit ausgebreitete Sandablagerungen vorkommen, und wo also das Grundwasser über grosse Gebiete hin eine ziemlich horizontale Ebene bildet, sind die Variationen der Grundwasserebene beobachtet worden. Man beabsichtigt in erster Linie, die Beziehung des Grundwasserstandes zu der Wasserführung der Quellen, die am Rande des Sandplateaus entspringen, festzustellen. Für solche Studien ist Schweden sonst nicht gut geeignet. Gewöhnlich sind die Bodenarten sehr wechselnd, und die unebene Gebirgsoberfläche gibt Anlass zu einem klein-kupierten Terrain, wodurch das Grundwasserbassin in unzählige kleine Bassins aufgeteilt ist, die ganz oder nur teilweise voneinander isoliert sind.

Zu den Untersuchungen des Grundwasserstandes können auch die Bestimmungen des niedrigsten Standes der Grundwasserebene gerechnet werden. Dieses Niveau fällt mit der Bodentiefe zusammen, in welcher verhältnismässig leichtlösliche Eisenoxydulverbindungen aufzutreten beginnen. Diese Verbindungen von Eisenoxydul sind nämlich über dem betreffenden Niveau oxydiert. Aus den bisherigen Untersuchungen hat sich ergeben, dass in Tonfeldern der niedrigste Grundwasserstand etwa 2 bis 2.5 m unter der Bodenoberfläche liegt, also bedeutend unter gewöhnlicher Drainierungstiefe. Diese Untersuchung akzentuiert die grosse Rolle der Verdunstung und Transpiration für den Grundwasserstand und für die Entwässerungen des Bodens überhaupt.

Da es wenigstens in gewissen Fällen anzunehmen ist, dass diese Eisenverbindungen aus den oberen, podsolierten Schichten herrühren, deutet das Vorkommen von ziemlich leichtlöslichen Eisenoxydulverbindungen auch in grosser Tiefe der Tonablagerungen darauf hin, dass der Ton auch in der Tiefe eine gewisse, wenn auch geringe Wasserdurchlässigkeit haben muss. Man muss annehmen, dass er nicht so vollständig wasserdicht ist, wie man früher gedacht hat. Es ist sehr möglich, dass unsere reichlich wasserführenden Ose, deren Wasserführung im Verhältnis zu ihren oft kleinen Niederschlagsgebieten oftmals verdächtig gross ist, in Tongelände einen Teil ihres Wassers aus den Tonablagerungen bekommen. Das Wasser wird durch die Tonablagerungen sehr langsam durchgepresst, erreicht durchlässigen Sand im Untergrunde und wird endlich nach dem Os hin drainiert. Um den Salzgehalt des Wassers gewisser Quellen zu erklären, kann diese Theorie auch von Interesse sein.

Wie aus diesem kurzen Bericht hervorgegangen ist, sind die hydrologischen Arbeiten in erster Linie auf die Lösung praktischer Fragen eingestellt und besonders auf solche, die in Zusammenhang mit der Drainierung der Ackerböden stehen. Sicherlich sind wissenschaftliche Studien dieser Fragen von grosser ökonomischer Bedeutung. Untersuchungen über die bodenphysikalischen Faktoren, die für den Wasserhaushalt des Bodens bestimmend sind, sind die nächsten hydrologischen Arbeitsaufgaben der geologischen Landesanstalt Schwedens.

### Literaturverzeichnis.

- (<sup>1</sup>). Ekström, Gunnar: Klassifikation av svenska åkerjordar. S. G. U. årsbok 20 (1926).
- (<sup>2</sup>). Beskow, G.: Om jordarternas kapillaritet. S. G. U. årsbok 23 (1929).
- (<sup>3</sup>). Beskow, G.: Dräneringes betydelse för vägarnas tjälförhållanden II. Svenska väginstitutet. Medd. 15 (1929).
- (<sup>4</sup>). Caldenius, C. C.: son: Ravinbildningen i Gustafs. S. G. U. årsbok 19 (1925).
- (<sup>5</sup>). Sahlström, K. E.: Några försök angående jordarters permeabilitet i naturen. S. G. U. årsbok 5 (1911).
- (<sup>6</sup>). Ekström, G. och Flodkvist, H.: Hydrologiska undersökningar av åkerjord inom Örebro län. S. G. U. årsbok 19 (1925).
- (<sup>7</sup>). Ekström, G.: Hydrogeologiska undersökningar inom Götaälvsdalen. Tekn. medd. från K. Vattenfallsstyrelsen, Ser. B. n:o 9 1926.
- (<sup>8</sup>). Johansson, Simon: Hydrogeologisk undersökning av ett lerområde vid Skara. S. G. U. årsbok 18 (1924).
- (<sup>9</sup>). Hedström, H.: Om grundvattensförhållandena i trakten av Visby. S. G. U. årsbok 5 (1911).



BIBLIOTEKA  
UNIwersytecka  
Gdańsk

946700

*Qx*