

Biblioteka Główna Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu

Artykuł:

Arctowski Henryk: Sole potasowe w Polsce (Sels de potassium en Pologne)

Źródło:

Kosmos Rocznik 64 1921 zeszyt 2-3, strony 193-208

Artykuł udostępniony cyfrowo w ramach zadań projektu pt.
„Digitalizacja i udostępnianie online »Bibliografii gospodarki Wielkopolski 1919-39«
H. Maciejewskiej” (SONB/SP/550684/2022)

Sole potasowe w Polsce,

[Sels de potassium en Pologne].

Napisał

HENRYK ARCTOWSKI.

Będąc w Poznaniu, w marcu 1919 roku, z Misją Międzysojuszniczą wysłaną przez Konferencję Pokojową do Polski, dowiedziałem się (od Dra F. Chłapowskiego) o odkryciu soli potasowych, dokonaniem przez wiercenie w Szubinie. Zbadawszy dokładniej kwestję, zdaję sprawozdanie z poglądów, które utrwały przekonanie moje, że na znacznym obszarze Polski znajdują się bogate złoża soli potasowych.

Pod względem geologicznym istnieje wielka różnica między pokładami soli w Inowrocławiu a we Wieliczce.

Sól w Inowrocławiu należy do systemu permskiego, a zatem do formacji względnie bardzo starej, która w tej okolicy znajduje się na pierwotnem złożu w głębokości przynajmniej 1.600 m. pod pokładami drugo- i trzeciorzędnymi.

Znaczny uskok w pokładach przylega do złoża soli, i właśnie dzięki tej dyslokacji masyw soli został wysunięty w górę prawie aż do powierzchni ziemi, gdzie warstwa gipsu przykrywa i ochrania sól, jak to w podobnych warunkach zwykle bywa. Złoża solne zajmują blisko powierzchni bardzo ograniczoną przestrzeń, a w głębi ziemi masa soli tworzy jakby klin, wciśnięty z dołu.

Inowrocławskie złoża soli są pod każdym względem podobne do tych, które się znajdują w północno-zachodnich Niemczech, i tak jak w Stassfurcie i innych miejscowościach, znaleziono też w Inowrocławiu sole potasowe. Niestety uskoki w masywie inowrocławskim nie pozwalają na korzystne wydobywanie soli potasowych.

W Wieliczce potasu niema; pokłady soli należą do epoki miocenijskiej, są więc względnie młode (1). Sól znajduje się tam, podobnie jak w innych złożach u stóp Karpat (2), na miejscu powstania, w warstwach trzeciorzędu, do którego należy, i nie pochodzi z wielkich głębokości, jak to obserwujemy przy złożach inowrocławskich. Pod względem znajdowania się tutaj soli potasowych, cała strefa solonośna, rozpoczynająca się na Śląsku a ciągnąca się ku południowi aż do Rumunii, jest już tak dalece zbadana, że można uważać złoża potasowe Kałusza i Stebnika za różniące się od innych złóż solnych na tym obszarze i za wyjątek.

Całkowita produkcja kopalni w Kałuszu nie dochodzi 20.000 ton kainitu rocznie (3). Jakkolwiek kilka lat temu odkryto nowe pokłady sylwinu, to jednak złoża soli potasowych w Galicji nie są wystarczające aby zaspokoić potrzeby rolnictwa polskiego, a podana cyfra jest poprostu nic nie znacząca, jeśli się ją porówna z niezmiernymi ilościami nawozów potasowych, zużywanych rok rocznie w Niemczech, i z ilościami, wywożonemi z Niemiec do Stanów Zjednoczonych przed wojną.

Pod tym względem ciekawą można zrobić uwagę, że wartość bawełny przywożonej do Polski, zaledwie równoważy według cen Nowego Yorku wartość produktów potasowych, wywożonych z Niemiec do Stanów Zjednoczonych. Ekonomiczny rozwój Polski byłby więc bardzo ułatwiony przez odkrycie znaczniejszych pokładów soli potasowych, których eksploatacja przyczyniłaby się do uniezależnienia nas od Niemców.

Można powiedzieć, że podstawowe odkrycie już jest dokonane, i że jedynem zapytaniem, które się obecnie nasuwa, jest kwestja, jak z niego najlepiej skorzystać.

Oto dosłowny tekst sprawozdania geologicznego z wyników wiercenia w Szubinie (4):

Die Bohrung. durchsank:			
42,4 m.	Alluvium und Diluvium . . .	bis	42,4 m. Tiefe
	(Tertiär, Kreide, Oberer und Mittlerer Jura fehlen)		
56,0	"	Keuper-Dias	bis 98,4 " "
111,5	"	Muschelkalk	" 209,9 " "
175,7	"	Röt	" 345,6 " "

causées par l'existence soit des plis, soit des cassures et des failles dans l'écorce terrestre. Ce sont ces dernières qui facilitent encore la sortie vers le haut des masses du sel. Il fallait naturellement d'énormes durées de temps, pour que ces masses salines aient pu monter des grandes profondeurs des gisements primitifs vers la surface. Ici, elles ont subi et subissent continuellement l'influence des eaux souterraines qui dissolvent le sel, en laissant des masses de gypse et des intercalations insolubles, contenues dans les couches du sel, en forme de chapeaux, qui recouvrent d'en haut ces gisements dérivés.

Dans le cas où la vitesse de la dissolution est égale à la vitesse de la montée de la masse du sel, cette dernière garde un niveau constant au-dessous de la surface. Dans le cas contraire, quand la dissolution est plus lente que la montée de la masse saline, il se forment souvent des bombements au-dessus de ces gisements dérivés, en forme des monticules, bien visibles à la surface du sol.

La structure intérieure de ces gisements dérivés du sel est très compliquée. Les couches sont fortement plissées, soit laminées, soit fortement épaissies. Il existe aussi de nombreuses failles à l'intérieur de la masse. Les couches qui entourent ces corps du sel sont le plus souvent soulevées et, au voisinage immédiat du gisement, fortement cassées.

Nous connaissons aujourd'hui sur l'élévation de Kujawy trois de ces masses du sel: à Inowrocław, à Góra aux environs de cette dernière localité et à Wapno près de Kcynia.

La plus importante de ces masses et la plus anciennement connue est celle de Inowrocław. Ce gisement de sel se trouve, au-dessous d'un chapeau de gypse à la profondeur de 130–150 *m*. La coupe horizontale du gisement possède une forme ellipsoïdique, dont la surface mesure 1,400.000 *m*² environs. Il fut exploité depuis l'année 1873 et c'est pourquoi ce gisement est relativement bien connu. Il contient des couches de sel gemme fortement plissées avec des intercalations de l'anhydrite et des schistes argileux. On a trouvé parfois à côté du sel gemme de minces couches des sels déliquescents. L'une d'elles, traversée dans un sondage à la profondeur de 817 *m*, mesurait 20 *m* d'épaisseur et était constituée du carnalite.

- 1290,8 m. Mittlerer und Unterer Buntsand-
stein, Oberer Zechstein. . . . bis 1636,4 m. Tiefe
426,8 „ Steinsalz mit einzelnen Bänken von
Anhydrit, sowie mit Lagen besonders
löslicher Salze, aus welchen letzteren
keine Kerne erhalten wurden . bis 2063,2 „ „
86,2 „ Leicht lösliche Salze bis 2149,4 „ „

Durch Untersuchung der Veränderungen, welche die Spülauge im Bohrloch erlitt, konnte man feststellen, dass neben dem Steinsalz auch Magnesium und Kalisalze — letztere in bedeutenden Mengen — durchsunken worden waren...

Następujący ustęp jest wzięty z innego źródła:

...„Mit dieser Bohrung wurde bei 1457 m. Tiefe Sole gefunden und hierauf am 30. Mai 1910 das Solquellenbergwerk Sol-Schubin verliehen. Bei 1620 m. Tiefe traf man auf die ersten Spuren festen Salzes und bei 1636,7 m. auf die Salzlagerstätte selbst, deren Liegendes bei der angegebenen Endteufe noch nicht erreicht wurde. Innerhalb dieser mächtigen Lagerstätte wurden mehrere Kalizalzeinlagerungen mit schwachem Einfällen durchbohrt, die im wesentlichen aus Carnallit bestanden“.

Ponieważ złoża w Szubinie są bardzo głębokie, można je eksploatować jedynie przez rozpuszczanie. W takich warunkach separacja soli sodu, magnezu i potasu prawdopodobnie nie byłaby łatwa, a nawet jest możliwe, że procent potasu w roztworze byłby za mały, aby ten sposób wytwórczości był zyskowny. Dlatego trzeba uważać stwierdzenie wartościowych pokładów soli potasowych, — dokonane przy wierceniu w Szubinie — tylko za podstawowe odkrycie, które będzie miało większą doniosłość praktyczną dopiero w takim razie, jeżeli inne odkrycia po niem nastąpią.

Otóż wiadomości geologiczne zmuszają nas obecnie do przypuszczenia, że formacja soli permskiej na ziemiach polskich jest, w przeciwieństwie do karpackich pokładów soli miocénskiej, bogata w potas na znacznych przestrzeniach, tak samo jak w Niemczech, gdzie badania złóż solnych zostało w ciągu ostatnich lat energicznie przeprowadzone; sól ta znajduje się u nas w licznych miejscowościach w nieznaczej głębokości, co umożliwia korzystną eksploatację.

To twierdzenie jest oparte na następujących faktach:

Dokładne wyniki badań geologicznych, dostarczone przez wiercenia pozwalają wyprowadzić wniosek, że równiny północnych Niemiec (aż na wschód od dorzecza Wezery), część Prus Zachodnich, Księstwo Poznańskie i Kongresówka do linii ciągnącej się od Ciechocinka ku ujściu Sanu w Wisłę, należą do jednostajnej pokrywy warstw drugorzędnych i trzeciorzędnych, o wielkiej miąższości, leżących zgodnie na solnych pokładach permskich. (5)

Z punktu widzenia tektonicznego charakteryzują tę okolicę sfałdowania mało wyraziste i załamania w kierunku Płd. - W. Płn.-Zach. (6)

Na powierzchni nierówności gruntu zostały zniesione i prawie wszędzie ukrywają w zupełności utwory lodowcowe i młodsze istotę skał pod nimi leżących. (7)

Fakty obecnie znane każą przypuszczać, że system permski zawiera pokłady soli, a zwłaszcza soli potasowych, także na Wschodzie więc w Poznańskim i stąd na Pd.-W. aż do granicy występowania syluru i devonu w okolicy Kielc i Łysej Góry w podobnych warunkach do tych, które znajdują się na Zachodzie w zagłębiu magdebursko-halberstadtskiem, gdzie sole potasowe znajdowano w obfitości.

Postępując wzdłuż linii Inowrocław-Łódź ku Pd.-Wschod., a więc ku Łysej Górze, permska formacja solna powinna się znajdować w głębokościach coraz mniejszych. W okolicach Łodzi, Zgierza, Ozorkowa nadzieja znalezienia bogatych złóż soli jest znaczna, ponieważ w kierunku Pd. miąższość pokrywających pokładów zmniejsza się, o ile można sądzić z wystąpienia skał permskich na Płn.-W. od Kielc.

Po wtóre — sól została jako masa gęsta, dzięki swej względnej plastyczności, (8) oraz dzięki wielkiemu ciężarowi skał leżących na formacjach permskich, wyciśnięta od dołu aż na powierzchnię wszędzie tam, gdzie uskoki tworzyły korzystne ku temu warunki. (9) Można powiedzieć że eksploatacja soli potasowych jest wyłącznie ograniczona do tych właśnie miejsc, zwanych po niemiecku „Salz-Horste“.

W Poznańskim są znane 3 takie „horsty“, lub raczej pnie, czy też słupy solne, w Wapnie, (10) Inowrocławiu (11) i Górze. (12) Sole potasowe przeważnie znajdują się po bokach tych tak zwanych horstów. Blisko powierzchni, nad solą i bez-

pośrednio pod pokładami czwartorzędnymi — znajdują się pozostałości z denudacji, gips i inne utwory podobne.

W Niemczech wykazała daleko posunięta eksploatacja pokładów, że solne słupy znajdują się wzdłuż linii, mniej lub więcej określonych. (13) Wedle wszelkiego prawdopodobieństwa istnieją podobne linie także w Polsce. Co więcej, można przewidzieć, że głównym kierunkiem linii horstów będzie Pn. Z.-Pd. W., gdyż taki jest kierunek pokładów jurajskich od Kalisza do Krakowa, pokładów kredowych od Noworadomska do Działoszyc, pokładów tryasu od Przysuchej do Ostrowca, i taka jest też linia głównych synklin i antyklin w Polsce — zupełnie tak samo, jak w północnych Niemczech.

Po trzecie: W Polsce stwierdzono w wielu miejscach, w nieznacznych głębokościach, obecność solanek. Ponieważ wody, pochodzące z warstw położonych nad podkładami permskimi, są bardzo dobre do picia, a również wody z utworów jurajskich są znakomitej jakości, solanki oznaczają koniecznie istnienie horstów w tych miejscach, lub w pobliżu.

Właśnie woda ze studni, wykopanej na dzisiejszym rynku w Inowrocławiu, dostarczyła pierwszych pewnych wskazówek co do istnienia tam złoża solnego. (14)

Przeprowadzając systematycznie podobne poszukiwania we wszystkich miejscach, gdzie zawartość soli w wodzie wzrasta w stosunku do głębokości, — będzie można odkryć inne horsty podobne, jak w Inowrocławiu, Wapnie i Górze.

Wiadomości, któremi rozporządzamy, wystarczają do twierdzenia, że geograficzne położenie horstów w Polsce jest dość jasno określone. Znajdują się one wzdłuż pewnych linii tak samo jak w Hanowerze, na co wskazuje występowanie solanek w Ciechocinku, Łowiczu, Łęczycy, Koninie i Wiślicy.

Przedłużenie prostej linii, pociągniętej między Ciechocinkiem i Łowiczem, wpada na skupienie górnego tryasu i ta linia przedłużona aż do Wisły prowadzi do wystąpienia kambryjskiego, koło Sandomierza. Ciechocinek i Łowicz znajdują się zatem na ściśle określonej linii tektonicznej. Linia równoległa do poprzedniej przeprowadzona przez Łęczycę przechodzi zupełnie blisko koło Inowrocławia, a styka się z drugiej strony, w kierunku Pd. W., z dwiema wyspami jurajskimi, znajdującymi się na W. i Pd. W. od Piotrkowa. Istnienie solnego horstu

w Łęczycy jest więc bardzo prawdopodobne. Trzecia linja równoległa, przechodząca przez Konin, przedłużona w kierunku Pd. W., dotyka Buska i Wiślicy, — dwie miejscowości znane przez swe solanki. (15) Nie jest jednak pewnem, że w Busku i Wiślicy istnieją solne horsty permskie, gdyż gips, który znajduje się tam w obfitości, tak samo jak w Staszowie i Proszowicach, jest — zdaje się — wieku mioceńskiego. Ale w Koninie z pewnością napotkamy na horst; dowodzą tego wzniesienia kredowe, które się ciągną na W. od tej miejscowości.

Wszystko razem wzięwszy widzimy, że istnieją w Polsce conajmniej trzy dobrze określone linje, wzdłuż których poszukiwanie za horstem solnym jest bardzo wskazane.

W końcu należy przytoczyć jako ostatni fakt, przekonywujący także dla tych ludzi którzy nie mają żadnego zaufania nawet do najbardziej uzasadnionych spekulacyj naukowych, że niemiecki minister handlu i przemysłu udzielił po odkryciu bogatych pokładów soli potasowych w Szubinie, dnia 9. stycznia 1913 roku, pruskiemu fiskusowi górniczemu koncesję na przestrzeni 374 kilometrów kwadratowych w okręgu administracyjnym Bydgoszczy, Szubina i Znina, dla eksploatacji soli, a w szczególności soli potasowych i magnezowych. (16) Prawnie koncesja ta przeszła obecnie na rząd polski.

W Luizjanie, na Zachód od delty Mississippi, tworzy szereg wzniesień w kształcie stożków dziwny kontrast z jednostajną równiną, bardzo mało wzniesioną nad poziom morza. (17) Te stożkowate wzniesienia robią wrażenia wysepek. Rdzeń tych „wysp“ tworzy sól.

Jeżeli takie „wyspy“ istniały w Polsce i północnych Niemczech przed okresem lodowców, to mogłyby one istnieć nadal, wobec niwelującej czynności lodowców kontynentalnych w epoce pleistocenijskiej, chyba tylko w zupełnie wyjątkowych wypadkach. Alberg koło Segeberg w Holsztynie może służyć za rzadki taki przykład. (18)

Tymczasem mimo faktu, że kopuły horstów składające się ze soli i gipsu zostały zniesione i że materiał przyniesiony przez lodowce tworzy grubą pokrywę, — położenie horstów jest niekiedy uwidocznione przez nieznaczne wzniesienie się terenu. W Inowrocławiu, na przykład, wskazuje różnica wysokości 15 do 20 metrów na istnienie horstu.

Dokładna karta topograficzna uwidocznia jasno każdą lekką wypukłość terenu i choć zgarbienia te może nie zwracają uwagi zwiedzających okolicę, wystarczy jednak zbadać linje hypsometryczne, aby stwierdzić, czy wzniesienie terenu nie jest przypadkiem spowodowane przez działalność erozyjną rzek albo czy nie zawdzięcza pochodzenie swe nagromadzeniom morenowym.

Oczywiście w Polsce wielka ilość wzgórz jest moreną. (19) Te mapy topograficzne niemieckie, dla których opis geologiczny został ogłoszony, pozwalają rozstrzygnąć powyższą kwestję; a w razie gdyby mimo to powstały wątpliwości, wystarczy zbadać sprawę na miejscu przez geologa. Zresztą trzeba w takich wypadkach przejść teren i robić gdzieś wiercenia niegłębokie.

W Poznaniu praca będzie łatwa i nie będzie wymagała wiele czasu, gdyż materiał kartograficzny jest znakomity.

Te badania topograficzne na miejscu są przede wszystkim wszędzie tam wskazane, gdzie istnieją słone źródła. Również powinny być odwiedzone i zbadane te miejscowości, gdzie znaleziono gips (20)

Trzebaby sporządzić zestawienie jak najdokładniejsze z wszystkich analiz wód, i prócz tego przeprowadzić nowe analizy. Również powinno się gruntownie zbadać wyniki wierceń dokonanych, co do których istnieją liczne publikacje; (21) należy je tylko uporządkować i należy je ułożyć.

Jeżeli odkrywanie solnych horstów jest celem który ma zostać osiągnięty — to trzeba zaznaczyć, że przed przystąpieniem do kosztownych wierceń, należy te okolice, gdzie się przypuszczalnie znajduje złożo nie bardzo głębokie, zbadać także grawimetrycznie. Kilka słów, wyjaśniających tę sprawę, jest koniecznych. Wychodząc z założenia, że złoża soli permskich tworzą w wielkiej głębokości jednostajne pokłady i że wzniesienie się horstów solnych w warstwy wyżej położone, aż blisko powierzchni ziemi, powstało dzięki względnej plastyczności soli, musimy przyjąć, że nawet jeżeli te wzniesienia są ułatwione przez sfałdowanie terenu i ewentualnie uskoki, sól w horstach jest masą intruzywną, wypełniającą całą przestrzeń między powierzchnią a głębokością z której pochodzi. Są to prawdziwe kominy, mające kształt podziemnych wulkanów.

Ciężar gatunkowy soli jest mniejszy niż skał nad nią położonych, wapniowych, glinowych i t. p. Wskutek tego ciężar słupa soli, o wysokości powiedzmy 1.600 m., jest mniejszy niż słup tej samej grubości, lecz składający się z innej skały.

Prawo grawitacji zmusza nas do wyprowadzenia wniosku, że przyciąganie ziemi powyżej jakiegoś horstu soli, będzie w tem miejscu mniejsze, niż obok tej miejscowości. Różnice grawitacji mierzy się przy pomocy wahadła, przyczem wystarczają względne różnice. Przy pomocy bardzo czułej wagi skręcenia, (22) zostały metody obserwacji wydoskonalone tak dalece, że nawet tak minimalne różnice, o które tutaj chodzi, mogą być łatwo mierzone. Co więcej — wykazały doświadczenia, dokonane nie dawno w Niemczech (23) nad pewnym horstem solnym ekspluatowanym, o dokładnie znanej rozciągłości, że opisana właśnie metoda obserwacji rzeczywiście nadaje się doskonale do zastosowania.

Wykaz Literatury.

- (1) J. Niedźwiecki: Beitrag zur Kenntniss der Salzformation von Wieliczka und Bochnia. Lemberg, 1883—89.
- (2) J. O. v. Buschmann: Das Salz, 1909, v. 1, p. 259.
- (3) J. Niedźwiecki: Drugi przyczynek do znajomości formacji solnej koło Kałusza. (Kosmos, 1912, v. 37, p. 491).
- E. Tietze: Die Aussichten des Bergbaues auf Kalisalze in Ostgalizien. (Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsan., 1893, v. 43, p. 89).
- (4) A. Jentzsch: Der vortertiäre Untergrund des nordostdeutschen Flachlandes. (Festsch. z. 12 Allg. deutsch. Bergmannstage, v. 1, p. 9, Breslau, 1913).
- (5) E. M. Heriot: Potassium salts. (Eng. a. Mining J., 1915, v. 100, p. 669).
- (6) J. v. Siemiradzki: Ueber Dislokationserscheinungen in Polen... (Sitz. math.-nat. Cl. k. Ak. Wiss., Wien, 1889, v. 98 Ab. I, p. 420).
- A. Jentzsch: Ergebnisse... (Jahrb. k. preuss. Geol. Land., 1910, v. 28, p. 1056).
- A. Tornquist: Die Tektonik des tieferen Untergrundes Norddeutschlands. (Sitz. k. preuss. Ak. Wiss., 1911, p. 822).
- (7) Berendt: Die südliche baltische Endmoräne. (Z. d. deutsch. Geol. Ges., 1893, v. 45. 536).

- K. Keilhack: Begleitworte zur Karte der Endmoränen... (Jahr. preuss. Geol. Land., 1909, p. 507).
- (8) F. Rinne: Plastische Umformung von Steinsalz... (N. Jahrb. f. Min., 1904, v. 1, Abh., p. 114).
- R. Lachmann: Ueber einen vollkommen plastisch deformierten Steinsalzkrystall... (Z. f. Kryst., 1913, v. 52, p. 137).
- (9) F. F. Hahn: The form of Salt deposits. (Econ. Geol., 1912, v. 7, p. 120).
- E. Harbort: Neu- und Umbildungen im Nebengestein der Nord-deutschen Salzstöcke. (Z. d. deutsch. Geol. Ges., B. M., 1913, v. 65, p. 6).
- Zur Frage der Aufpressungsvorgänge... (Kali, 1913, p. 112).
- E. Seidl: Beiträge zur Morphologie und Genesis der permischen Salzlagerstätten Mitteldeutschlands. (Z. deutsch. geol. Ges., 1913, v. 65, p. 124).
- (10) F. Beyschlag: Das Salzvorkommen von Hohensalza. (J. k. preuss. geol. Land., 1913, v. 34, pt. 2, p. 239).
- (11) Runge: Anstehende Juragesteine im Regierungsbezirk Bromberg. (Z. deutsch. geol. Ges., 1870, v. 22, p. 44).
- (12) F. Beyschlag: loc. cit., p. 241.
- (13) E. Harbort: Zur Geologie der nordhannoverschen Salzhorste. (Z. deutsch. Geol. Ges., 1910, v. 62, M. B., p. 328).
- (14) Schubert: Die nutzbaren Lagerstätten von Inowracław. (Z. f. d. Berg. Hütten u. Sal., 1875, v. 23, p. 1).
- (15) A. Tornquist: Geologie von Ostpreussen, p. 219. 1910.
- (16) Festschr. z. 12 allgem. deutsch. Bergmannstage, v. 4, p. 289. Breslau, 1913.
- Karte der nutzbaren Lagerstätten Deutschlands, Lief. 7 Blatt Gnesen. Berlin, 1912.
- (17) G. D. Harris: Rock salt in the State of Louisiana. (Report of 1907 Geol. Surv. Louisiana).
- (18) C. Gagel: Flachfallende diluviale Ueberschiebungen im holsteinischen Zechsteinanhydrit. (Z. deutsch. Geol. Ges., Monatsber., 1913, v. 65, p. 122).
- (19) J. Behr u. O. Tietze: Die Fortsetzung der Lissaer Endmoränen... (J. preuss. Geol. Land., 1912, v. 33, p. 98).
- J. Lewiński i Samsonowicz: Ukształtowanie powierzchni, skład i struktura podłoża dyluwjum... (Prace Tow. Nauk. Warszawskiego, Wydz. III, 1918, Nr. 31).
- (20) A. Michalski: Jak należy szukać soli kamiennej w północnej części Królestwa. (Wszechświat, 1903, v. 22, p. 230).
- (21) B. Rychtowski: Materiały do hydrologji Królestwa Polskiego. Warszawa, 1917.
- (22) R. v. Eötvös: Untersuchungen über Gravitation und Erdmagnetismus. (Ann. d. Phys., N. F., 1896, v. 59, p. 354); Etude sur les surfaces de niveau... (Rapp. Congr. Int. Phys., 1900, v. 3, p. 371); Bestimmung der Gradienten der Schwerkraft...

(Verh. 15. ten. Konf. intern. Erdmess., 1908, p. 337); Schwere und Erdmagnetismus im Gebiete von Keschemet (id. 17, 1913, p. 427); — też prace: W. D. Lambert, Em. Soler, Brillouin, Venturi.

- (23) W. Schweydar: Die Bedeutung der Drehwage von Eötvös... (Z. f. prakt. Geol., 1918, v. 26, p. 157).

R É S U M É.

Au point de vue géologique il y a une grande différence entre le gisement de sel de Inowrocław et celui de Wieliczka.

Le sel de Inowrocław est d'âge permien, — il appartient donc à une formation relativement très ancienne qui dans cette région se trouve en place, sous les formations secondaires et tertiaires, à une profondeur d'au moins 1.600 m.

Une faille importante accompagne le gisement et c'est peut-être grâce à cette dislocation de terrain que le massif de sel a été poussé vers le haut, jusque près de la surface où, comme cela est généralement le cas ailleurs sous pareilles conditions, une couche de gypse recouvre et protège le sel.

L'affleurement est localisé sur une étendue très restreinte et le gîte forme en quelque sorte un pillier dans la masse des autres terrains.

Sous tous les rapports la similitude entre le gisement de sel de Inowrocław et ceux du NW. de l'Allemagne est grande et, tout comme à Stassfurt et ailleurs, on a trouvé à Inowrocław des sels de potassium, — ces sels précieux. Malheureusement, les failles dans le massif de Inowrocław ne permettent pas d'exploiter la potasse avantageusement.

A Wieliczka il n'y a pas de potasse; les dépôts de sel sont d'âge miocene, ils sont donc relativement récents. Là, ainsi que dans les autres gisements au pied des Carpathes, le sel se trouve en place dans les terrains tertiaires auxquels il appartient, il ne provient pas d'une grande profondeur comme c'est le cas du gisement de Inowrocław.

Si donc on trouve également des sels potassiques à Kałusz et quelques localités avoisinantes, il faut bien admettre que toute la zone salinifère, qui commence en Silésie et s'étend

vers le S. jusqu'en Roumanie, a été suffisamment bien étudiée pour qu'on puisse considérer les dépôts de Kałusz et de Stebnik comme étant quelque peu différents des autres gisements de cette région, comme étant exceptionnels.

La production totale de la mine de Kałusz n'atteint pas 20.000 tonnes de kainite par an. Quoique des nouveaux dépôts de sylvinite ont été découverts il y a quelques années de cela, ces gisements de sels potassiques en Galicie ne sont pas suffisamment importants pour satisfaire aux besoins de l'agriculture polonaise, et le chiffre cité est simplement insignifiant lorsqu'on le compare aux quantités énormes d'engrais potassiques utilisées d'année en année en Allemagne et des quantités exportées d'Allemagne aux Etats-Unis, avant la guerre.

A ce propos, il est intéressant de noter qu'aux prix de New York, la valeur du coton importé en Pologne équivaut à peu près celle des produits potassiques exportés d'Allemagne aux Etats-Unis. Le développement économique de la Pologne serait donc grandement favorisé par la découverte d'importants gisements de sels potassiques, dont l'exploitation permettrait de faire concurrence à l'Allemagne.

Or, il est permis d'affirmer que la découverte initiative est faite et que le seul problème qui se pose est de savoir comment en tirer parti. La découverte en question a été faite au cours du forage profond de Szubin.

Le gisement de Szubin étant très profond, l'exploitation ne saurait se faire qu'en procédant par dissolution. Dans ces conditions la séparation des sels de sodium, de magnesium et de potassium ne serait probablement pas aisée et il se peut même qu'en solution le pourcentage de potasse soit trop faible pour que l'opération soit profitable. C'est pourquoi il ne faut considérer la découverte de riches dépôts de sels potassiques faite au cours du forage de Szubin que comme n'étant qu'une découverte initiative. Cette découverte n'aura une grande portée pratique qu'à la condition que d'autres découvertes la suivent de près.

Et il se fait que nos connaissances géologiques actuelles nous forcent d'admettre que, contrairement à ce qui se passe dans le cas des dépôts de sel miocène des Carpathes, la formation de sel permienne est riche en potasse sur des étendues

considérables et que, de plus, dans les terres polonaises, de même qu'en Allemagne, où l'étude des gisements a été très activement poursuivie au cours des dernières années, le sel se trouve en de nombreux endroits à des profondeurs peu considérables, permettant une exploitation profitable.

Cette assertion est basée sur les faits suivants :

Les renseignements géologiques précis, fournis par les forages, permettent de conclure que les plaines de l'Allemagne du Nord (à l'E. du bassin de la Weser), une partie de la Prusse Occidentale, la Posnanie et la Pologne du Congrès, jusqu'à une ligne s'étendant de Ciechocinek au confluent du San et de la Vistule, forment un ensemble continu de terrains secondaires et tertiaires, d'une grande épaisseur, reposant en stratification concordante sur du permien salinifère.

Un plissement peu accentué et des fractures dirigées NW.-SE. caractérisent cette région au point de vue tectonique.

A la surface les dénivellations ont été dénudées et presque partout des dépôts glaciaires et récents cachent complètement la nature des roches sousjacentes. Les faits connus à présent ne permettent plus de supposer que le permien n'est riche en dépôts de sel, de sels potassiques notamment, que dans une portion restreinte de la région en question ; au contraire, il y a tout lieu de supposer l'existence dans l'E., donc en Poznanie et au delà vers le SE., jusqu'aux confins des affleurements siluriens et dévoniens de Kielce et de Łysa Góra, de conditions semblables à celles qu'on trouve dans l'W., dans le bassin de Magdebourg-Halberstadt, dans la région de la Werra et de la Fulda, ainsi qu'au S. et au N. et au NW. du Harz, où les sels potassiques ont été rencontrés en abondance.

En allant vers le SE., vers Łysa Góra, suivant un alignement Inowrocław-Łódź, la formation permienne salinifère doit se trouver en place à des profondeurs progressivement moindres. Il semble plausible d'admettre que c'est dans la région de Łódź, Zgierz, Ozorków, que les chances de trouver d'importants dépôts de sel sont grandes. Car, vers la S., l'épaisseur des couches doit aller en diminuant, — pour autant qu'on peut en juger d'après un affleurement de roches permienes au NE. de Kielce.

En second lieu : — Tout comme une masse visqueuse, par suite de sa plasticité relative et du grand poids des roches superposées sur le permien, le sel a été pressé d'en dessous jusqu'à la surface, partout là où des failles offraient des conditions favorables.

L'exploitation des sels potassiques est pour ainsi dire exclusivement limitée à de tels endroits, appelés „Salz-Horste“ en allemand.

En Poznanie trois horsts pareils sont connus : ce sont ceux de Wapno, Inowrocław et Góra. Les sels potassiques sont généralement localisés sur les flancs des horsts. Près de la surface, au dessus du sel et immédiatement en dessous des dépôts quaternaires, se trouvent des résidus de dissolution et des couches plus ou moins épaisses de gypse.

En Allemagne, l'exploration progressive des dépôts a montré que les horsts salins sont distribués suivant des alignements plus ou moins bien définis. Il est probable qu'il en sera de même en Pologne. Plus est : il est à prévoir que l'alignement principal des horsts sera NW.-SE., car telle est la direction du jurassique, de Kalisz à Cracovie, du crétacé, de Noworadomsk à Działoszyce, du trias, de Przysucha à Ostrowice, et tel est aussi l'alignement des principaux synclinaux et anticlinaux en Pologne, tout comme dans l'Allemagne du Nord.

En troisième lieu : — En Pologne, des eaux salées ont été rencontrées à des profondeurs minimales en de nombreux endroits.

Comme les eaux provenant des terrains superposés au permien sont très potables et que celles du jurassique sont même d'excellente qualité, les salines indiquent forcément des emplacements de horsts.

Ce sont les eaux d'un puits creusé sur la place du marché de Inowrocław qui ont fourni les premières indications précises sur la présence d'un gisement de sel.

En poursuivant de même, d'une façon systématique, des recherches partout ailleurs où la salinité des eaux souterraines s'accroît avec la profondeur, on découvrira d'autres horsts tels que ceux de Inowrocław, Wapno et Góra. Il faut remarquer à ce sujet que les renseignements disponibles suffisent pour affirmer qu'en Pologne la distribution géographique des horsts.

de sel n'est pas quelconque. On les trouvera alignés, tout comme c'est le cas dans le Hanovre, c'est ce que les salines de Ciechocinek, Łowicz, Łęczyca, Konin et Wiślica nous permettent de croire.

Sur la carte, le prolongement de la ligne droite qui joint Ciechocinek à Łowicz coïncide à peu de chose près avec les affleurements orientaux du trias supérieur et, prolongée jusqu'à la Vistule, cette ligne touche l'affleurement cambrien de Sandomierz. Ciechocinek et Łowicz se trouvent donc sur un alignement tectonique bien défini.

Une ligne tracée par Łęczyca, parallèlement à la précédente, passe tout près de Inowrocław et de l'autre côté, vers le SE., elle coïncide avec deux affleurements jurassiques qui se trouvent à l'E. de Piotrków. La présence d'un horst de sel à Łęczyca est donc très probable. Une troisième ligne parallèle passant par Konin, prolongée vers le SE., touche à Busko et Wiślica, deux autres localités connues par leurs eaux salées.

Il n'y a pas lieu de considérer Busko et Wiślica comme marquant l'emplacement de horsts de sel permien, car le gypse qu'on y trouve en abondance, de même qu'à Staszów et Proszowice, semble être d'âge miocène. Mais à Konin il y a certainement un horst. Les affleurements crétacés qui s'étendent à l'E. de cette localité le prouvent.

En résumé, il y a donc en Pologne au moins trois alignements bien définis suivant lesquels la recherche des horsts de sel est toute indiquée.

Finalement, comme dernier fait devant être pris en considération, il faut constater qu'après la découverte des riches dépôts de sels potassiques faite à Szubin, le Ministre du Commerce et de l'Industrie allemand alloua au fisc minier prussien, à la date du 9 Janvier 1913, une concession de 374 kilomètres carrés, dans les cercles administratifs de Bydgoszcz, Szubin et Żnin, pour l'exploitation du sel et des sels de potassium et de magnésium en particulier.

Légalement cette concession appartient maintenant au gouvernement polonais.

Dans la Louisiane, à l'W. du delta du Mississippi, une série d'élévations en forme de dômes contraste singulièrement avec la plaine uniforme, sans relief, n'émergeant que peu au-

dessus du niveau de la mer. Ces dômes font l'impression d'îlots. Le noyau de ces „îles“ est formé de sel.

De par le fait de l'action abrasive de l'inlandsis pleistocène, si de telles „îles“ existaient en Pologne et dans l'Allemagne du Nord, avant l'invasion des glaces, elles n'auraient pu subsister que dans des cas tout à fait exceptionnels. Le Alberg, près de Segeberg dans le Holstein, peut servir d'exemple de l'une de ces rares exceptions.

Cependant, malgré le fait que les dômes des horsts de sel et de gypse ont été abradés et que les dépôts apportés par les glaces forment une couche épaisse, l'emplacement des horsts est parfois indiqué par des dénivellations de terrain peu accentuées.

Dans le cas de Inowrocław, par exemple, une différence d'altitude de 15 à 20 m. marque l'emplacement du horst.

La carte topographique montre très clairement un léger bombement du terrain et si cette bosse n'est pas frappante pour quiconque visite l'endroit, il suffit d'examiner les courbes hypsométriques pour constater que la dénivellation de terrain en question ne peut pas être attribuée à l'action érosive de ruisseaux — qui font défaut du reste — et qu'elle n'est pas non plus due à des accumulations morainiques. Evidemment, en Pologne, grand nombre de monticules ne sont que des moraines. Les feuilles de la carte topographique allemande pour lesquelles les relevés géologiques ont été publiés permettront de faire la distinction, et là où des doutes sont justifiés il sera aisé d'envoyer un géologue sur place. Ailleurs, il faudra parcourir le terrain et faire des forages peu profonds avec une sonde à main.

En Posnanie le travail sera aisé et ne demandera que peu de temps car les documents cartographiques existants sont excellents.

L'examen topographique, sur place, de toutes les localités où des sources d'eau salée sont connues, s'impose en tout premier lieu. De même les endroits où du gypse a été trouvé devront être parcourus et étudiés.

Il faudra former un dossier aussi complet que possible de toutes les analyses d'eaux et, de plus, faire de nouvelles analyses.

De même les résultats des forages exécutés devront être pris en sérieuse considération.

La découverte des horsts de sel étant le but à poursuivre, il y a lieu de remarquer qu'avant de passer aux opérations coûteuses des forages, il faudra étudier gravimétriquement les régions où l'emplacement d'un gisement peu profond peut être soupçonné.

Quelques mots d'explication à ce sujet sont nécessaires. Partant de l'hypothèse qu'à une grande profondeur les strates des sels permians forment des couches continues et que l'irruption des horsts salins dans les terrains superposés et jusque près de la surface du sol, est due à la plasticité relative du sel, nous devons admettre que, si même ces irrptions sont favorisées par le plissement des terrains et éventuellement des failles, le sel des horsts est une roche d'intrusion remplissant tout l'espace compris entre la surface et la profondeur de laquelle il provient. Ce sont donc de véritables cheminées ayant la forme de volcans souterrains.

Or, la densité du sel est moindre que ne l'est celle des roches siliceuses, calcaires ou argileuses superposées. De par ce fait le poids d'une colonne, disons de 1.600 m., de sel est moindre que ne l'est celui d'une épaisseur identique des autres roches.

La loi de l'attraction nous force donc de conclure que la gravité au-dessus d'un horst de sel sera moindre que de part et d'autre.

Les différences de gravité se mesurent à l'aide du pendule. Dans le cas présent des différences relatives suffisent.

A l'aide d'une balance à torsion très sensible, les méthodes d'observation ont été récemment perfectionnées au point que des différences aussi minimes que celles dont il s'agit peuvent être aisément mesurées.

Plus est: tout dernièrement des expériences faites en Allemagne, au-dessus d'un horst de sel exploité et dont l'étendue était connue, ont démontré que la méthode d'observation en question est parfaitement applicable.
