Publikacja ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH w Krakowie

Digitalizacja dorobku naukowo-badawczego Profesorów AG w Krakowie w l. 1919–1945
projekt dofinansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki „Społeczna Odpowiedzialność Nauki"
moduł: Wsparcie dla bibliotek naukowych

Biblioteka Główna AGH w Krakowie

AGH UCZELNIA BADAWCZA

01.11.2022–31.07.2024
S0NB/SP/548765/2022

Społeczna Odpowiedzialność Nauki

Ministerstwo Edukacji i Nauki

274

274/G

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
w KRAKOWIE
BIBLIOTEKA

III 31464

N26 8000

Akc. Nr 2,58 / 54

Halurgja według wykładów prof. inż. E. Windakiewicza w roku szkolnym 1921–22.

Sekcja Bibliotekarska
B.P.S.A.G.H.

Część I. ogólna.

Halurgja jest nauką obejmującą wszystkie wiadomości wchodzące w zakres solnictwa a więc znaczenie soli – znahodzenie się soli w wszechświecie, fizjografja soli, powstawanie, dobywanie oraz wszelkie czynności związane z przeróbką soli, własności roztworów solnych i roztworów soli na fabrykat handlowy nie mniej obejmuje też i analogiczne wiadomości co do soli potasowych z wyłączeniem ich przeróbki na fabrykat handlowy.

Znaczenie i znahodzenie się soli.

Sól znajduje się w mniejszej lub większej ilości prawie we wszystkich ciałach organicznych, v roślinach mięsie i t.d. n.p. w mleku krowiem jest 0·06% soli, a człowiek rocznie spożywa 7·5 → 8 kg soli. Prawie wszystkie pokarmy i napoje tak ludzi i zwierząt zawierają większy lub mniejszy % soli. Sól dodana do gleby rozpuszcza niektóre mineralne składniki gleby przez co czyni ją urodzajniejszą, w większej ilości dodana zabija kiełkowanie — używa się jej przeto do tępienia mchów i chwastów. Bardzo ważne zadanie spełnia sól przy fabrykacji soli glauberskiej, sody, chloru, salmiaku, kwasu solnego i wapna bielącego. Używa się jej we farbiarniach, drukarniach, garbarniach, mydlarniach, przy fabrykacji tytoniu, do mieszanin oziębiających, do topienia lodu w hutnictwie oraz przy konserwowaniu mięs i drzewa. Znaczenie soli dla człowieka było już w najdawniejszych czasach powodem chęci jej posiadania. Nie też dziwnego, że źródła solne w Germanji uważano jako święte i staczano o nie wojnę.

Akc. Nr 258/54

W Afryce dziś jeszcze dzisiaj prowadzą jak najzacięższe walki o źródła solankowe. W Abisynji jest sól monetą zdawkową.

Zapotrzebowanie w sól całej ludności dochodzi rocznie do 10·5 miljonu ton, z tego przypada około 10½ % do celów przemysłowych i to jako sól kamienna a resztę otrzymuje się solanek naturalnych lub sztucznych.
Sól występuje wszędzie na kuli ziemskiej gdzie w częściach stałych jak też w częściach płynnych skorupy ziemskiej. Jako skała występuje sól w formie krystalicznej, krystaliczno-ziarnistej lub włóknistej, tworząc złoża lub bryły, wreszcie utwory luźne często z iłem lub piaskiem zmięszane.
W roztworze jest sól w morzu, jeziorach, rzekach i źródłach. Małe ilości soli znajdują się w starszych i młodszych erozyjnych górotworach. Wody pochodzące ze skał granitowych zawierają związki potasu, natomiast są wolne od sodu. W gnejsie znachodzą się związki soli. Wszystkie skały osadowe począwszy od najstarszych zawierają większe lub mniejsze ilości złóż solnych pochodzących z wydzielin roztworów solnych w pierwszym rzędzie z wody morskiej. Najbogatszym spichlerzem soli jest woda morska.

W 1000 częściach wody morskiej znajdują się

Chlorek sodu —	26·70
Chlorek magnezji -	3·22
Chlorek potasu	1·29
Bromek sodu	0·42
Siarczan magnezji	1·97
Siarczan wapnia	1·63
Inne	0·04
Razem	35·27

Do działu inne o zawartości 0·04 zaliczają się:

Węglan wapna	0·0171
Węglan sodu	0·0141
Tlenek żelazowy	0·003
Jodek sodu i magn.	0·0024
Razem	~ 0·04

Zawartość soli w wodzie morskiej nadaje jej smak słony - natomiast potrzenia magnezji powodują nieprzyjemny smak gorzki. 1 l wody morskiej o wyżej wymienionym składzie waży od 1024 – 1028 gr.

Według wzoru $1310(s-1) = x$ można obliczyć zawartość soli w roztworze w % na 1000 części roztworu, przyczem s oznacza ciężar gatunkowy roztworu.

Objętość mórz wynosi 1284 km^3

Średnia zawartość soli 3·5 %

Ciężar gatunkowy soli 2·12

$$\frac{1284000000 \cdot 3{\cdot}5}{2{\cdot}12 \cdot 100} = 21{\cdot}2 \text{ miljonów } km^3 \text{ soli.}$$

Wielkość ta daje złoże soli o 373 miljonach km^2 powierz. a 57 m grubości. Tworzy to więc mniej aniżeli $\frac{1}{3}$ części całego lądu. W różnych głębokościach morza jest różna ilość soli. Różnice te pochodzą z dopływów wód słodkich i deszczów jak również zależne są od stosunków klimatycznych.

W oceanie Atlantyckim jest na 1000 części wody 35 części soli
—"— północnym —"— —"— —"— —"— 32 —"— —"—
Koło wyspy Bretty —"— —"— —"— —"— —"— 39 —"— —"—
W morzu czerwonem —"— —"— —"— —"— —"— 40 —"— —"—

Woda morska w Bałtyku jak również w morzu Czarnem z powodu małej zawartości soli i stosunków klimatycznych nie nadaje się do produkcji soli. Również okolice wilgotne bez przewiewu wiatrów nie nadają się na produkowanie soli, chociby nawet w pasie tropikalnym.

Dalszym zbiornikiem soli są jeziora słone. Znajdują się one w większej ilości między Wołgą a Uralem w Rumunji, w Chinach, Tybecie, Turkestanie, Persji, Anatolji, w Afryce, w Ameryce południowej i Australji. Jeziora te w suchej porze odparowują i osadzają sól, którą się następnie zbiera. Bagna i stepy słone znajdujące się w okolicach jezior słonych zawierają również bardzo pokaźny procent soli. Bagna takie są też w Śródziemnomorzu i Rumunji. Sól z mórz i jezior otrzymujemy naturalnym sposobem przez wyparowanie wody i pozostawienie na dnie soli. W Chinach kopie się specjalne leje o górnej średnicy 16 → 19 m a 6·3 m głębokości, w których zbiera się solankę. W lecie wylewa się ją na wyrównany teren obok leja, gdzie wysycha pozostawiając sól. Przez kilkakrotne powtórzenie tego procesu otrzymuje się odpowiednio grube

warstwy soli, które się następnie zbiera.

Prócz tych dwóch bardzo mały procent soli zawierają wulkany błotne. Oprócz Jawy, gdzie tubylcy wydzierają ilość soli z takiej lawy wybierają się one nigdzie źródłem produkcji. Małe ilości soli znajdują się w powietrzu morskiem. Podczas burzy unoszą wiatry pył solny na ląd i tak w r. 1894 burza morska przyniosła w Anglji pył soli morskiej na odległość 160 klm w głąb kraju. Okna wszystkich mieszkań pokryły się białą warstwą soli. W wodzie deszczowej w Nancy znalazł A. Bobierre około 18gr. soli w 1m³. Prawie wszystkie rzeki zawierają mniej lub więcej soli. Dużo soli doprowadzają do rzek fabryki i kopalnie. Ze wszystkich rzek najwięcej soli zdwiera Łaba, gdyż na brzegach Łaby znajduje się bardzo dużo fabryk. Rzeka ta odprowadza rocznie w 600 miljonach m³ wody - 25.300 ton soli. W dolnym biegu Łaby znajdują się zupy solne i źródła, których zawartość około Schönebeck wynosi około 0·847 na 1000 części. Dunaj zawiera tylko 0·036 na 1000 części a Ren 0·150 na 1000 części. Bogatsze w sól są rzeki przepływające przez stepy słone lub wypływające z jezior słonych. Zawartość takich rzek w sól dochodzi do 22% —.

Sól w skałach lub formacjach

Między skałami najtrwalszemi jest mało geologicznych stref, w którychby nie było złóż lub źródeł solnych. W niżej podanej tabeli wyszczególniane są miejsca znajdowania się soli kamiennej, soli potasowych i źródeł słonych według formacji geologicznych:

Formacja	Miejscowość
Czwartorzęd	Sól stepowa w pustyni Kirgizów, w Arabji w środkowej Afryce, Pampas, w Patagonji Puna Kordylierów, w Argentynie —. Sól morska Adzi-daga morza Kaspijskiego, Jezioro Elton i wiele innych w stepach Astrakanu. Jeziora w Utah, Searles w południ. Kalifornji

Formacja		Miejscowość:
Trzeciorzęd	Pliocen	Włochy: Liverno Castrovillario (Kalabrja) Lungo Altomonte.
	Miocen	Solanośny brzeg karpacki: Małopolska, Bukowina, Rumunja, Bośnia, Siedmiogród, Eperjes-Marmaros Jugurtu (mała Azja, Armenja, Mezopotamia, Persja (Hormuz, Kuh i Namak, wyspa Kiszne, Hamera i inne) Wzgórze Elbus.- Włochy: Rimini, Voltera w Toskanji, Salsomagjore w Parmie, Nieti w Kantazoro, Sicylja.- Hiszpanja: Minglanilla w dolinie Ebro, Lonsiana i Texas w wtórnem złożu.
	Oligocen	Sole potasowe w górach Azacji i Baden: w Hiszpanji: Cardona i Jurja, w Katalonji
	Eocen	Sycylja: Castro Giovanni, Sperlinga, Turecka i Rosyjska Armenja, Aserbeidschan w Persyi, Strefa Kohat w półn. Punjab.
Kreda	górna	Djebel Usdom nad morzem Martwym, Constantine (Algier) Peru: Ondores, Iscucham, San Blas.
	dolna	Źródła słone w Münster (Westfalja). Złoża w Louisiana i Texas.-
Jura	Lijas	Bex w kantonie Waadt (Szwajcarja), Prowincja Sitschevan w Chinach.
Trias	Kajper	Źródła słone w Göttingen. Lotaryngja.- Francja: dep. Meurthe et Moselle, Haute-Saone Doubs, Jura. Anglja: Chesire, Worcestershire i Lancaster.
	Wapień muszlowy	Turyngja: Erfurt, Gotha, Holtenheim, Baden, Rapenau. Wirtenbergja: Hall, Friedrichshall; Hohenzollern: Stettenhall. Szwajcarja: Schweizerhall, Augst, Rheinfelden, Rhyenberg; Lotaryngja: Saaralben.
	Pstry piaskowiec	Strefa półn. Alp: Aussee, Hallstadt, Ischl Hallein, Berchtesgaden, Reichenhall, Hall.

Perm		Środkowe i północne zagłębie soli potasowych. Spreuberg koło Berlina. Segeberg (Holsztyn) Lübtheen w Meklemburgji, Źródło słone w Tilsit (wsch. Prusy) Wetterau (Hesja) Inowrocław (Polska) Bachmut w obszarze Donu (Gub. Orenburg) Solikamsk (Gub. Permska) na rzeką Kleb w stepie Kirkiskim, wsch. Holandja, Chiny: nad rzeką Lu-tsun (na połud. Shansi) i Ma Chong (połud. Chiny) Kansas. Colorado. Texas.
Karbon	górny	Źródła słone w westfalskiem zagłębiu węglowem. Dudweiler (obszar Saary)
	średni	Midellesborough-on-Tees Durham (Anglja) Źródła słone w Michigan, Virginja, Kansas, Kentucky
Dewon		Źródła słone w Altensalz (Voigtland-Niemcy) Werdohle w Westfalji w Taunusie, Nauheim (Hesja)
Sylur		Pensylwanja. New-York. Salina, Syracuse, Cuglerville, Livonia, Ohio. Zach. Virginja. Michigan (główny horyzont solny) Kanada. Goderich (Ontario)
Kambrjum		Saltrange (wsch. Indje)

Sól znajduje się w rozczynie w niektórych skałach eruptywnych jak syenicie w Riogranden, Guaca i Guayeval w łupku tyszczykowym Nowa Grenada w porfirze w Münster i Kreuznach. Czy jednak sól nie dostała się do tych skał infiltrację jest sprawą nierozstrzygniętą. Złoża solne nie znajdują się nigdy w wapieniu i dolomicie co dla powstania tak jednych jak i drugich jest znamienne.

Fizjografja

Sól należy do gromady pojedynczych solowców. Krystalizuje równoosiowo zwykle w 6 ścianach, rzadziej w 8 ścianach lub 4 ścianach. Kryształy soli w 8 ścianach

można otrzymać z roztworu soli zawierającego mocznik z wywaru solnego (tuy pokrystaliczny) krystalizuje sól w schodkowo ugrupowanych kryształach na kształt pustej wewnątrz piramidy. Pod względem twardości sól zajmuje 2 lub 2½ miejsce w skali Mohsa. Ciężar gatunkowy 2·1 → 2·2. Łupliwość równoległa do wszystkich płaszczyzn sześcianu, bardzo doskonała. Czysta sól jest bezbarwna, skutkiem jednakże różnych domieszek iłu lub wapnia zabarwia się zielonawo lub białawo szaro, rzadziej jest szaro czerwona pod wpływem tlenku żelaza i niebieska od chlorku miedzi n.p. sól kałuska. Rysa soli jest biała. Połysk soli szklisty i nieco tłustawy. U soli włóknistej połysk jest jedwabisty. Przełam muszlowy lub nierówny. Smak zarwyczaj słony. Skład chemiczny czystej soli zawiera chlorek sodu w równych częściach pierwiastki sa i Cl. Przymieszki magnezjowe nadają soli smak gorzkawy. Oprócz magnezji zawiera sól przymieszki wapniowe i bromowe. Pod wpływem wilgoci sól rozpuszcza się powoli a w 3·7 częściach wody przy 14° C rozpuszcza się całkowicie. Barwi płomień na żółto. Łatwo się topi przyszczu tworzy przezroczystą perłę. Na węglu pozostawia biały osad. Punkt topliwości soli wynosi 776° C. Ze wzrostem temperatury zwiększa się rozpuszczalność soli w wodzie. W alkoholu prawie się nie rozpuszcza — bo 90% alkohol rozpuszcza zaledwie 0·17 części soli. W soli występują gazy jak kwas siarkowodorowy — wodór — azot — kwas węglany — metan i tlen.

W zachodniej Galicji (Wieliczka, Bochnia) rozróżniamy kilka odmian soli kamiennej. W Wieliczce sól zielona występuje w wielkich zbitych brytach, jest gruboziarnistą i zawiera do 5% zanieczyszczenia iłu lub anhydrydu. Pod nią leży zatawiona sól spiżowa, drobno krystaliczna zawierająca do 6% zanieczyszczenia piasku kwarcowego lub części bitumicznych. Niżej występuje sól szybikowa — średnio lub grubo ziarnista — prawie całkiem czysta i wprost jadalna. Zanieczyszczenie tej soli iłem lub anhydrytem dochodzi do 2%. Sól krystaliczna jest bezbarwna

zawiera 99·96% NaCl. Używaną bywa jedynie w aptekach do celów leczniczych. Mennice używają soli jako normalnego rozczynu do prób srebra w alijażach. W szczelinach i itach występuje sól pod nazwą Szpak. Mamy sól zieloną – lodowatą i trzaskającą. Nazwa trzaskającej pochodzi od szelestu przy rozpuszczaniu się soli we wodzie. Sól zielona – trzaskająca zawiera gazy. Według analizy Bunsena sól ta zawiera 2·58 tlenu, 10·35 azotu, 2·– dwutlenku węgla i 84·6 metanu.

Odmianą soli spiżowej jest zemlarka, makowiec, jarka czyli pertowa. Do gatunku szybikowej należy sól ortowa, drobnoziarnista, dawniej jedynie dla dworu królewskiego przeznaczana i sól bezkowata.

W kopalni bocheńskiej mamy 2 gatunki soli: zieloną i szybikową. Oprócz tego występuje tu celestyn ($SrSO_4$) który krystalizuje w układzie rombowym o twardości 2→3·5 a ciężarze gatunkowym 3·95→3·97, barwy białej niebieskiej lub brunatnej.

W soli potasowej w Kałuszu i Stebniku mamy Sylwin (KCl) – Karnalit ($KClMgCl_2 + 6H_2O$) – Kainit ($KClMgSO_4 + 3H_2O$) Pikromeryt albo Szenit ($K_2SO_4MgSO_4 + 6H_2O$) i Sylwinit ($KCl + NaCl$). Przy poszukiwaniu soli potasowych w Moszczynie znaleziono minerał Mirabilit ($Na_2SO_4 + 10H_2O$) o twardości 1·5→2 a ciężarze gatunkowym 1·46. Oprócz tego towarzyszą soli: ity bezsolne, ity solne, gips i anhydryt.

Własności rozczynów solnych i solanek.

Rozczyn soli nazywamy solanką. Gdy solanka pochodzi ze źródeł zowiemy ją solanką naturalną – w przeciwieństwie do solanki sztucznej. Rozpuszczalność soli zwiększa się z temp. wody i tak:

w 100 częściach wody o temp	– 15°	rozpuszcza się	32·73 cz. soli
—"— —"—	—"—	– 5°	—"—	—"—	34·22 —"—
—"— —"—	—"—	0°	—"—	—"—	35·52 —"—
—"— —"—	—"—	+5°	—"—	—"—	35·63 —"—
—"— —"—	—"—	+25°	—"—	—"—	36·16 —"—
—"— —"—	—"—	+60°	—"—	—"—	37·25 —"—
—"— —"—	—"—	+80°	—"—	—"—	38·22 —"—
—"— —"—	—"—	+100°	—"—	—"—	39·61 —"—

Na podstawie doświadczeń Gay-Lussacca, Ungera, Karstena udało się utożyć wzory według których można obliczyć rozpuszczalność soli w różnych temperaturach. Büchholtz opierając się na doświadczeniach Gay-Lussacca podaje:

$s = 36{\cdot}2031 - 0{\cdot}431\sqrt{t} + 0{\cdot}09344\,t$, przyczem s oznacza tę część soli, która w 100 częściach wody przy danej temperaturze (t) rozpuszcza się. Temperatura do tego wzoru podana według stopni Reaumira. Można również na podstawie następującego wzoru określić procentowość:

$$p = \frac{100\,s}{100 + s}$$

Obok temperatury wpływa na rozpuszczalność soli ciśnienie. Przy 100 Atmosf. wzmaga się rozpuszczalność o 0'41 gr. Do 40 Atmosf. rozpuszczalność soli prawie, że się nie zmienia. Podczas rozpuszczania się soli powstaje ciepło utajone i obniżenie się temperatury. dla różnych soli różne. Według Gay-Lussacca 20 gr. soli rozpuszczonej w 200 gr. wody powoduje obniżenie temperatury o 1·9°C - natomiast 20 gr. soli potarzej (KCl) powoduje obniżenie temperatury o 11°C. Te własność soli wykorzystał Gay-Lussac do oznaczenia stosunku mieszaniny NaCl i KCl. Jeżeli 50 gr. tej mięszaniny rozpuścimy w 200 gr. wody destylowanej to z obniżenia się temp. można obliczyć osobno zawartości KCl i osobno zawartości NaCl w tej mięszaninie. Na obniżeniu się temp. przez wzięcie soli polega zastosowanie tyżże do wytwarzania mięszanin oziębiających. Mięszając NaCl z lodem potłuczonym lub śniegiem zauważymy, że lód lub śnieg topnieje pod wpływem ciepła, które pobrał z mieszaniny śniegu lub lodu ze solą przyczem temperat. tej mięszaniny się obniży.

Punkt wrzenia roztworów wodnych wzmaga się z zawartością soli. Gdy roztwór zawiera

1% soli - to roztwór ten wrze przy 100·21°C
10% " — " — " — " 102·24°C
15% " — " — " — " 103·83°C
20% " — " — " — " 105·46°C
25% " — " — " — " 107·27°C
30% " — " — " — " 109·25°C, jednakowż

musi być zachowane stałe ciśnienie 76 cm słupa rtęci.

Ze zwiększeniem się zawartości soli punkt marznięcia roztworu obniża się i tak:

1% roztwór soli (NaCl) marznie przy -0·76°C
5% -"- -"- -"- -"- -"- -3·78°C
10% -"- -"- -"- -"- -"- -7·44°C
15% -"- -"- -"- -"- -"- -10·99°C
20% -"- -"- -"- -"- -"- -14·44°C i
25% -"- -"- -"- -"- -"- -17·77°C.

Przy zamarznięciu roztworu wydziela się z roztworu lód, który przy słabych roztworach zawiera bardzo mało, przy silniejszych więcej NaCl - jednakowoż zawsze mniej niż pozostały roztwór. Gdy solanka zamarza to wzbogaca się sama w sól.

Ze zmianą temperatury następuje też mała zmiana objętości roztworu. Objętość zmniejsza się przy oziębianiu a zwiększa przy ogrzewaniu roztworu.

Pojemność cieplna:

Ze zwiększaniem się zawartości soli w roztworze zwiększa się i pojemność cieplna solanki. Jeżeli przyjmiemy pojemność cieplną wody równą jedności (1) to przy 5% solance mamy 0·9707
10% -"- -"- 0·9408
15% -"- -"- 0·9102
20% -"- -"- 0·8784
25% -"- -"- 0·8453 t.z. że taką samą ilością ciepła, którą można 1 m³ wody z temp. 0° do temp. 100° ogrzać, można będzie 25% solankę do temperatury $\frac{100}{0{,}8453} = 118{,}3°$ ogrzać - albo, ponieważ solanka przy takiej temper. to już kipi - można będzie więc większą ilość 25% solanki a mianowicie 1·183 m³ ogrzać do temp. 100° C. Uzasadnia się to tem, że ciepłik właściwy soli jest o wiele mniejszy

jak wody i to według Gadolina o 0·2 a według Regnalta o 0·214.—

Pod względem przewodnictwa ciepła — to rozczyny o większej zawartości soli odznaczają się lepszem przewodnictwem i odwrotnie. Jeżeli przyjmiemy przewodnictwo dla wody równe jednostce (1) to

przewodnictwo	5% solanki	wynosi	1·0202
	10% —"—	—"—	1·0629
	15% —"—	—"—	1·0987
	20% —"—	—"—	1·1384
	25% —"—	—"—	1·1830 według Karsteina.

Zdolność parowania solanek zmniejsza się przy większej zawartości soli. Pod zdolnością parowania należy rozumieć stosunek ilości wody do, która w pewnym czasie i temperaturze ze solanki wyparuje do ilości wyparowanej czystej wody. Przyjmijmy że czysta woda posiada zdolność parowania równą 1, natenczas

5% solanka	ma	zdolność	parowania	=	0·8768
10% —"—	—"—	—"—	—"—		0·7780
15% —"—	—"—	—"—	—"—		0·7044
20% —"—	—"—	—"—	—"—		0·6583
25% —"—	—"—	—"—	—"—		0·6429.

Jest to bardzo ważne dla sposobów parowania różnych solanek.

Ciężar gatunkowy solanki zawisły jest od ilości rozpuszczonej soli. Średnio gęstość solanki jest większa jak gęstość poszczególnych jej składników. Sposobu by módz bezpośrednio z ciężaru gatunkowego solanki oznaczyć ilość soli zawartej w rozczynie dotychczas nie znaleziono. Natomiast są sposoby, określające ciężar gatunkowy na podstawie rozczynów solnych o znanej zawartości soli i znanej temperaturze. Pojedynczy wzór do obliczenia zawartości soli z ciężaru gatunkowego przy 18°C

$s = 1 + 0{\cdot}00754p$, gdzie p = procentowość soli a s = ciężar gatunkowy rozczynu. Temper. ma wpływ na ciężar gatunkowy, bo gęstość przy rosnącej temp. zmienia się, dlatego musi być uwzględnianą

temp. i stąd też konieczne są tablice redukujące.
Solankę oznacza się nietylko pod względem ciężaru gatunkowego i procentowości lecz także według stopniowości i kilogramowości. Stopniowość solanki oznacza części ciężarowe soli, które w solance na jedną część ciężarową soli przypadają n.p. 16 stopniowa solanka t.z. że na 1 część ciężarową soli przypada 16 części ciężarowych soli w solance. Zawisłość procentowa od stopniowości wynika z równania $g \cdot \frac{100-p}{p} = \frac{100}{p} - 1$

$p = \frac{100}{g+1}$ p = procentowość, g = stopniowość. Często oznacza się zawartość soli w stopniach Baumé. 0° B = czystej wodzie, 10° B odpowiada 10% roztworowi przy 14° R. Stopnie Baumé odpowiadają mniej więcej procentowości.—

Kilogramowość K oblicza się według wzoru $K = \frac{p \cdot g}{100}$, przyczem g oznacza bezwzględny ciężar 1 m³ solanki o wypróżnionym ciężarze gatunkowym.

Solanki w ogólności.

Główną częścią składową solanek jest NaCl. Znajdujące się w solankach skoncentrowanych MgCl rozpuszcza się bardzo łatwo. Rozpuszczony MgCl przynoszą wody górskie do skał gdzie się rozkłada - dlatego to należy do rzadkości solanka bogata w MgCl. Rozróżniamy 2 gatunki solanek naturalnych - pierwsze pochodzą ze źródeł słonych - drugie pochodzą z rzek potoków jezior i mórz. Woda źródlana jest zazwyczaj bogatszą w składniki mineralne jak woda z rzek. Jeżli w wodzie źródlanej jest na 1 l - 15 gr. soli i odczuwamy smak słony mamy do czynienia ze słonem źródłem - solankowem, które może być zupełnie t.z. do 32% NaCl nasycone. Źródła takie są zazwyczaj w związku z pokładami NaCl. Woda przybyła w głębi ziemi trafia na pokład soli lub skałę impregnowaną solą i wyługowuje ją a na powierzchni występuje jako źródło słone. Niektóre naftowe skały zawierają wodę morską, z której przy dalszych przemianach pozostała sól. Źródła słone nie zawsze muszą być w łączności

z pokładami soli n.p. w Dürkheim w Bawaryi zródła słone powstały prawdopodobnie z wytługowanego melafiru. Zródła słone w Münster nad Renem i Kreuznach występują z porfiru a więc ze skał krystalicznych. Według tego czy solanki są w związku z pokładami soli - czy nie rozróżniamy solanki bogate w siarczany i te stoją w ścisłym związku z pokładami soli i solanki biedne w siarczany lub bezsiarczane, które z pokładami soli nic mają nic wspólnego. Węglany i masy bitumiczne działają na solanki redukująco i są powodem zamiany siarczanów na siarczyny, przyczem oddzielają siarkę lub tworzą H_2S. Niekiedy takie solanki poznać można poznać po żółtych wykwitach siarki lub po zapachu. Źródła takie naprowadzają nas na to, że przeptywały w głębi przez rozmaite węglowodory lub części bitumiczne. W rzeczywistości znachodzą się też w strefach oleju skalnego często wolne od siarczanów źródła solne jak n.p. w Pensylwanji albo w sferze węglowej w Anglji a u nas w Karpatach w Iwonicz. Solanki stojące w związku ze złożami soli można na długiej przestrzeni obserwować w Alpach, Niemczech i wschodnej Małopolsce. Solanki zawierają $Na\,Cl$ także $Mg\,Cl$ i $K\,Cl$ - rzadziej $Ba\,Cl$ i $Li\,Cl$ i t. d. z siarczanów szczególnie gips i bezwodny anhydryt, także kizeryt, podrzędnie jak $Ba\,SO_4$ - $Sr\,SO_4$, dalej jod, brom, fluor, arsen a nawet kwas azotowy i części organiczne. Jeżeli solanka wejdzie w styczność z rozkładającym się pirytem to tworzy się siarczan żelazowy, chlorek żelaza i siarczan sodu. Chlorek żelaza w styczności węglanu wapnia i dolomitu wytwarza kwas węglowy, chlorek magnezji i chlorek wapna a tlenek żelaza pozostaje w głębi ziemi. Przez wzajemne działanie chlorowców i powstałego siarczanu sodowego powstaje znowu $Na\,Cl$, $Mg\,SO_4$ i $Ca\,SO_4$. -

Występowanie źródeł solnych w Małopolsce.

Na zachodzie aż do Sanu mało jest źródeł solnych, natomiast na wschodzie, gdzie nie ma kopalń soli znajduje się ogromna ilość źródeł słonych, począwszy od Tyrawy solnej i okolic Przemyśla pasem prawie

nieprzerwanym wzdłuż całych Karpat aż do Bukowiny.
W zach. Małopolsce mamy 23 źródeł słonych a we wschodniej około 800. Złoża soli w zach. Małopolsce są dla wód opadowych nieprzystępne, bo osłaniają je grube nieprzepuszczalne warstwy iłu bez soli. W wschodniej części woda musi mieć łatwiejszy przystęp do złóż solnych i iłów solonośnych. Źródła solne wytryskujące z pokładów muszą albo zupełnie solą nasycone lub blizkie nasycenia a skład chemiczny takiej solanki zupełnie ten sam co i pokładów soli. Wyjątek jest tam, gdzie pokłady soli leżą zbyt głęboko a źródła zanim dostaną się na powierzchnię ziemi tracą część swych składników lub przybierają inne. Skład chemiczny takich źródeł nie będzie zgodny ze składem chemicznym pokładów soli. To naprowadza nas do oceny czy źródła solne pochodzi z pokładów czystej soli czy też ze skał zawierających małą ilość NaCl zmieszanej z innemi składnikami. Po tem również poznajemy czy w danej okolicy, gdzie mamy źródła solne można spodziewać się pokładów soli czy też nie. Solanki we wsch. Małopolsce są całkiem nasycone. Nie wytryskują one wprost na powierzchnię - lecz zbierają się w studniach i zbiornikach podziemnych i tutaj wytrącają ily solonośne. Bardzo wiele źródeł słonych z małą ilością soli nie pochodzi z pokładów soli - lecz nasycenie swe solą zawdzięcza warstwom zawierającym owe składniki w małych ilościach. Skał zawierających nieznaczną ilość NaCl i pobocznych składników jest bardzo wiele, dlatego też stałe źródła solne nie mogą być zawsze uważane za wskazówkę znajdujących się w głębi ziemi pokładów soli lub złóż solonośnych. Najlepszym tego dowodem były poszukiwania za pokładami soli za Wisłą. W Szczerkowie bito kilka szybów do 460 m. Przebito ily trzeciorzędne w których była woda zawierająca 2·2% soli. Następnie przebito całą formację kredową i jurę lecz bezowocnie. Bliżej Karpat a więc starszych formacjach występuje solanka w towarzystwie oleju skalnego n. p. w Ropie z kredowych warstw rozpadlinowych, to samo Mraźnicy

koło Krosna wytryska solanka z piaskowca jamnickiego. Tak samo w pobliżu Jabłonicy. Wypiętrzenie warstw ropianieckich między Bitkowem a Pasieczną, między Mianiową a Pasieczną, pod Bitkowem w miejscu dokąd zatoka mioceńska nie sięgała, zawierają pokłady soli kamiennej. W Bóbrce zawierają niektóre studnie wodę słono-jodową o małej ilości $NaCl$, znacznie więcej Na_2CO_3 i wiele wolnego CO_2. Formacja naftonośna w Bóbrce bywa zaliczoną do eocenu a nawet do kredy. W Potoku koło Krosna, w Siarach, Sękowej i Węglówce wybucha bardzo obficie woda słona z warstw solonośnych. Solanki można więc podzielić na takie, które pochodzą z warstw ropianieckich, z piaskowca jamnickiego, z warstw eoceńskich z tłupków menilitowych i z mioceńskiego iłu solnego. Widać więc z tego, że złoża solne tego samego morza należeć mogą do różnych formacyj. Pewne znaczenie co do wystąpowania solanek mają także i rośliny. W okolicach gdzie znajdują się pokłady soli, źródła solne lub solanki przez częściowe nasycenie gleby solą widać pewne rośliny a mianowicie: Glaux-maritima, Crambe-maritima, Caklile maritima, Salsola Kali.—

Złoża solne:

Teorja powstawania złóż solnych Ochsenjusa doznała dopełnień z czasem przez liczne badania, zmian i rozszerzeń. Do tego najwięcej przyczynili się chemik Vat'Hoff i geologowie Zimermann, Van Koenen, Everdingi inni. Zawartość soli w oceanach waha się od 0'48 → 3'65 %. Morze północne ma 0'48% soli natomiast Atlantyk około równika zawiera 3'65% soli. Stosunek chloru, bromu i jodu w wodzie morskiej jest jak 100 : 1'7 : 0'01.— Pierwsze próby analizy wody morskiej zrobił w r. 1849 Usiglio. Woda z morza Śródziemnego około Cette (połud. Francja) w odległości 3 → 5 km od brzegu, głębokości 1 m o ciężarze gatunkowym 1'0258 na 1000 części wykazała następujące zawartości:

Fe_2O_3 — 0'003, $CaCO_3$ — 0'114, $CaSO_4$ — 1'357, $MgSO_4$ — 2'477, $MgCl_2$ — 3'219, KCl — 0'050, $NaBr$ — 0'556, $NaCl$ — 23'424.

Do drugiego doświadczenia wzięto 1035 gr wody morskiej z tego samego miejsca i pozostawiono odparowaniu na wolnem powietrzu. [Zupełnie tak samo jak w solnych ogrodach morskich]. Z wody tej wydzieliły się niżej podane związki w następujących ilościach: Fe_2O_3 — 0·003 gr — $CaCO_3$ — 0·117 gr, $CaSO_4 + H_2O$ → 1·748, $NaCl$ — 27·107, $MgSO_4$ — 0·624, $MgCl_2$ — 0·153, $NaBr$ — 0·222, przyczem gęstość wody morskiej z 1·0258 przy temper. 12·5°C zwiększyła się na 1·3177. Objętość natomiast z 1000 cm³ spadła na 16·2 cm³. Ługi o ciężarze

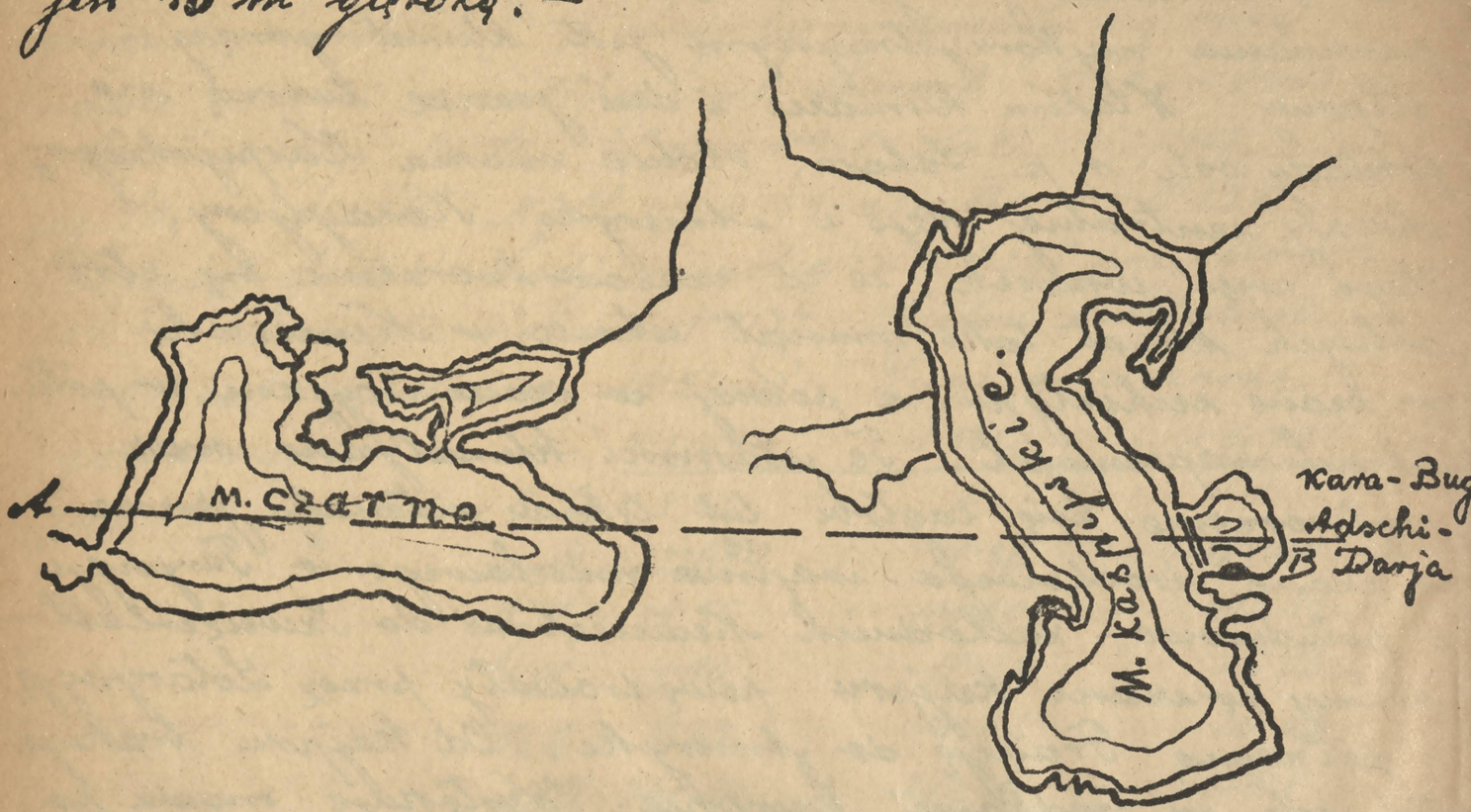
ługi o ciężarze gatunkowym	1·2080,	1·2627,	1·3177
zawierały rozpuszczone $CaSO_4$	2·07	/.	/.
$MgSO_4$	22·64	78·76	114·48
$MgCl_2$	29·55	101·60	195·31
KCl	4·90	18·32	32·96
$NaBr$	5·23	14·72	20·39
$NaCl$	268·90	212·8	159·8

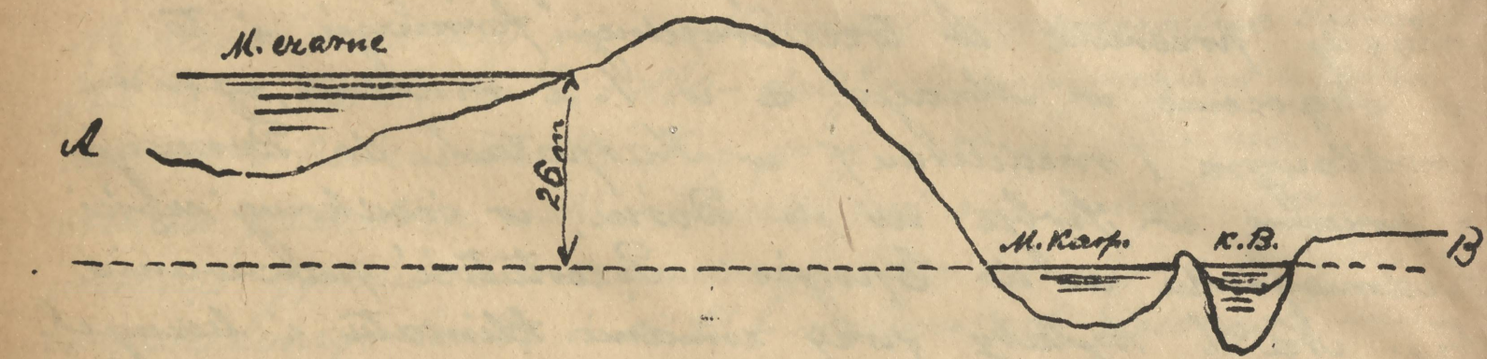
Najpierw wydzieliły się najtrudniej rozpuszczalne związki jak Fe_2O_3, $CaCO_3$, $CaSO_4 + H_2O$ — dalej sole magnezjowe — potasowe a w końcu $NaCl$. Ług przy 1·32 gęstości na wolnem powietrzu soli oddzielić już nie mógł. Przy wzroście gęstości lub koncentracji ługu zmniejsza się ilość rozpuszczonego $CaSO_4$ i $NaCl$ — natomiast ilość soli magnezjowych i potasowych a więc soli w wodzie łatwo rozpuszczalnych coraz bardziej wzrasta tak, że w końcu ilość ta staje się 2 razy tak wielką jak $NaCl$. Pozostała z doświadczenia 16·2 cm³ reszta objętości (objętość wody do doświadczenia wynosiła 1000 cm³) zawierała jeszcze $NaCl$ — 2·5885 gr, $MgSO_4$ — 1·8545 gr. — $MgCl_2$ — 3·1640 gr. $NaBr$ — 0·33 gr, KCl — 0·5339. Skoro ług osiągnie gęstość 1·32 krystalizacja wydzielającej się soli zależną już jest nie od parowania samej wody lecz od zmian temp. między dniem i nocą. Nocą z obniżeniem się temp. krystalizują sole, które przy podniesieniu się temp. rozpuszczają się napowrót. Polihalit w doświadczeniu nie wydzielił się — mimo, że teoretycznie według Vat'Hoffa w temp. 25°C sztucznie wydzielić się może. Kainit i Kieseryt w temp. 72 → 83° rozkładają się przy równoczesnem wydzielaniu się wody.

z tego widać, że przy tworzeniu się soli potasowych była wysoka temperatura. Temperaturę tę spowodowały klimat i ciśnienia geodynamiczne. Wogóle dla procesu parowania najkorzystniejszym jest klimat gorący-stepowy. W takim klimacie i dziś jeszcze tworzą się pokłady soli n.p. Sahara, okolice morza Kaspijskiego, obszary centralnej Azji i Ameryki, Kordyljery. Z tego więc wniosek, że za czasów tworzenia się złóż solnych klimat taki musiał istnieć w Niemczech w czasie cechsztynu a później w czasie Tryjasu w półn. Alpach-wapiennych. Te własności klimatyczne oraz wytworzenie się zagłębi lub łęków istniały jeszcze w czasie środkowego wapienia muszlowego w Turyngji i południowo-zachodnich Niemczech aż do Szweizerhall — później w czasie kajpru powędrowały przez Lotaryngję i północną Francję do Ameryki. Od kajpru brakuje złóż soli w środkowej Europie. Występuje znowu po długiej przerwie w trzeciorzędnej formacji i to w oligocenie w Alzacji a w 1:2 miocenie, ogniwie środkowym (mediteran) w Karpatach do Rumunji z przerwą w Serbji aż do Bośni, w środkowej części Siedmiogradu aż do Eperjes. Pozostałość parowania t.j. NaCl byłaby przy zmianie klimatu i licznych opadów uległa spłukaniu, gdyby nie była osłoniętą warstwą iłu. Brak soli w Ljasie nie uprawnia nas jednak do twierdzenia, jakoby w czasie od Ljasu do Trzeciorzędu był w Europie klimat wilgotny — owszem mogły być wszelkie warunki do tworzenia się soli jednak brakło płaszcza ochronnego. Z doświadczeń Usiglja i z ogrodów solnych widzimy, że musi nastąpić daleko idąca koncentracja roztworu solnego aby osadzenie się wymienionych soli mogło nastąpić. To zaś n.p. w morzu może się tam uskutecz[illegible], gdzie część tegoż jest oddzielona od masy głównej, jak również w obszarze biednym w opady i dopływy rzek słodkich i gdzie woda odparowana zastąpiona lub uzupełniona jest wodą z morza. Taki stan rzeczy istnieje dzisiaj w zatoce morza Kaspijskiego Kara-Bugos albo

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
w KRAKOWIE
BIBLIOTEKA

Adschi-Darja. Morze Kaspijskie, leży 26 m niżej poziomu morza Czarnego, ma 436452 km² powierzchni a zatoka Kara-Bugos ma 17000 km² powierzchni i jest 15 m głęboką. —





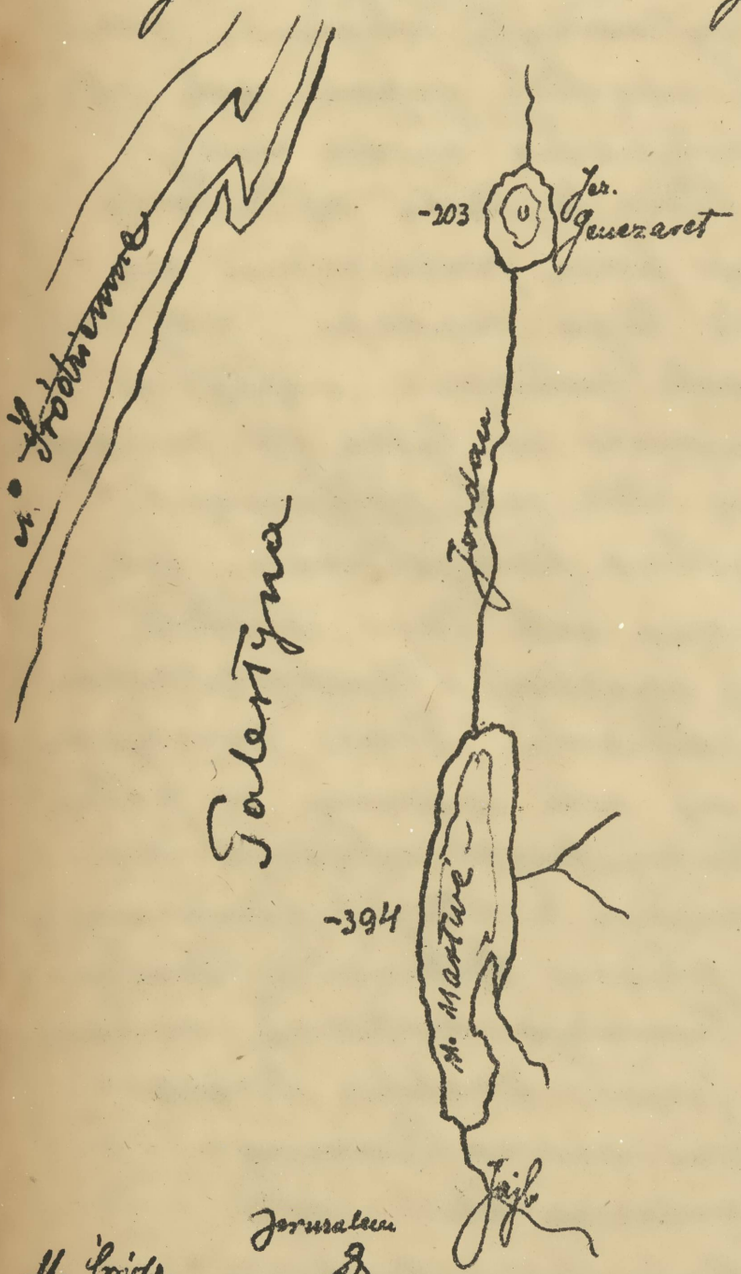
Morze Kaspijskie ma mało odpływów wód słodkich nie wystarczających do utrzymania zwierciadła morza na tej samej wysokości - wskutek tego następuje wyschnięcie morza, które ostatecznie doprowadzi do wyschnięcia morza a pozostanie tylko nasycony solami. Bardziej widoczne jest to na wschodniej stronie morza w zatoce Kara-Bugos, otoczonej pustynią nawiedzaną silnemi wiatrami w jesieni a w lecie wielkiem gorącem. Zatoka Kara-Bugos połączona jest z morzem Kaspijskiem wązką płytką zaporą. Przypływ morza Kaspijskiego spowodowany jedynie wiatrami powoduje coraz większe nasycenie, tak że pewne części składowe już zupełnie nasycone osadzają się na brzegach albo na dnie zatoki. Osadzanie się tych soli następuje w sposób przedstawiony przez Usigliusa.

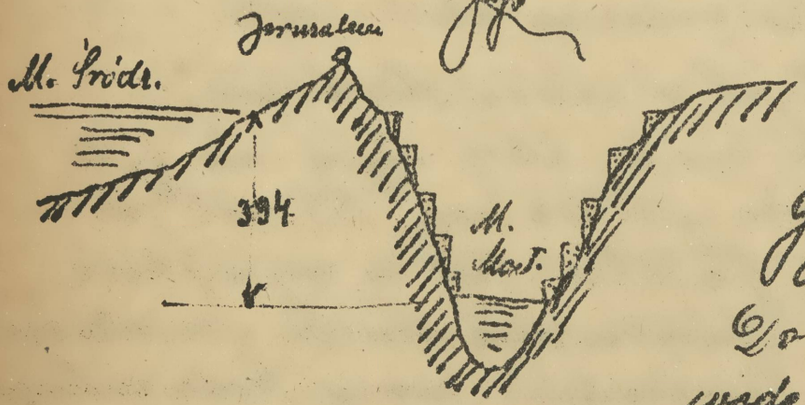
Sole pozostałego ługu osadzają się na końcu. Odcięte od morza zatoki odgrywają wielką rolę w tworzeniu się złóż solnych. Odparowywanie wody nie zawsze odbywa się pod temi samemi warunkami. Zima i lato przynoszą zmianę w temperaturze. Śnieg daje wodę – w lecie przeciwnie, bo upały. Mówimy że proces tworzenia się pokładów soli został wstrzymany i zaczyna się na nowo – tak n.p. osadził się już $CaCO_3$ i $CaSO_4$ a nawet części $NaCl$, gdy nowe silne wody przypłynęły słodkie rozpuściły zgęszczony ług, przezco przerwały proces tworzenia się złóż solnych a wytworzyły warunki gdzie na nowo zaczęły układać się warstwy gipsu, soli etc. Dopływy morza Kaspijskiego przynoszą oprócz czystej wody dużo iłu i namułu, które to łączą się z solą i tworzą ił solny. Jeżeli dopływ przez podniesienie się zapory ustanie mogą się sole ługu osadzać, gdy zaś zapora obniży się mogą sole potasowe odpłynąć do morza a koncentracja może się tylko do pewnego stopnia odbyć. Utworzenie się złóż soli potasowych mogło się tylko pod szczególnie korzystnemi warunkami odbywać. Przemiana soli ługu w stałe złoża następuje dopiero przy wysokiej temperaturze, które w stepach nie są rzadkiemi. Proces przerywany i powolnego osadzania się soli widzimy w półn. Alpach. W okolicy morza Kaspijskiego znajduje się cały szereg jezior aż do Armenji z których otrzymuje się sól. Najbardziej znane jezioro Eltońskie, leżące 7 m niżej poziomu morza Czarnego dostarcza rocznie 4 → 5,000.000 pudów soli. Jezioro Uralskie leżące około 48 m ponad poziomem morza Czarnego dostarcza również bardzo znaczną ilość soli.

Tworzenie się złóż solnych w morzu Martwem. – Należy ono do tego rodzaju mórz, które nigdy nie było połączone z oceanem. Morze Martwe ma 23 mil² powierzchni i jest na 360 m głębokie. Jest to największa depresja jaką znamy. Powierzchnia morza Martwego leży o 394 m niżej niż powierzchnia morza Śródziemnego. Otoczone jest kredą i eocenem a na około brzegów

dyluwialnemi terasami. Terasy te nie są niczem innem jak dawnymi poziomami wody. W nich znachodzą się słodkowodne ślimaki i muszle, co świadczy że było to jezioro słodkiej wody. Morze Martwe jest częścią niżu, który ciągnął się z Afryki do Palestyny. Do niżu tego z północy przynosiła wody rzeka Jordan z dopływami a z południa rzeka Jajb. J. Ilość wody odparowanej jest większą niż ilość wody, którą przynoszą rzeki. Na południu morza znajdujemy bazalt i dolomity stojące w związku z tak zwanym obszarem smołowym. Ponieważ do rzeki Jordan uchodzą źródła zawierające chlorek magnezji woda w morzu Martwem staje się coraz to bogatszą w sole, szczególnie w sole bromu i KCl. — Wielka ilość soli łatwo rozpuszczalnych w porównaniu z zawartością soli i gipsu świadczy o długo trwałej koncentracji. — Analiza wody morza Martw. przedstawia się jak następująco: na 1000 części wody z poziomu 0 było:

$NaCl$ —	56·97
$MgCl_2$ —	98·34
KCl —	6·78
$CaCl_2$ —	24·55
$MgBr_2$ —	5·25
$CaSO_4$ —	0·84
i innych skł.	13·04





Gęstość wody z poziomu 0 wynosiła 1·1467. — Do drugiej analizy wzięto wodę z głębokości 200 m przyczem skład przedstawiał się następująco:

$NaCl$ — 36·372
$MgCl_2$ — 159·77
KCl — 8·37
$CaCl_2$ — 47·19
$MgBr_2$ — 8·25 ‰
$CaSO_4$ — 0·88
i 17·36 innych składników

Gęstość tej wody wynosiła 1·2563.

Bardzo wielkie ilości chlorków a bardzo mało gipsu tłomaczy się tem, że są tam w okolicy lub samem morzu bitumina (asfalt), które są przyczyną zamiany siarczanów na siarczyny i H_2S i tak że prawie cały gips znika.

Bardzo ważne doświadczenie zrobił Kalecziński w jeziorach słonych Siedmiogrodu. Przy badaniu tych jezior przekonał się, że woda silnie akumuluje ciepło słoneczne i tak między dwoma zimnemi strefami wody znalazł kilkometrową warstwę wody o temperaturze dochodzącej do 70°. Akumulacja ciepła słonecznego zmienia się stosownie do pory roku i bezprzekornie miała ona wielki wpływ na tworzenie się łożysk solnych. Warstwa ciepła wody przyczyniła się do tworzenia się anhydrytu w soli, gdyż rozpuszczalność anhydrytu zwiększa z podwyższeniem się temperatury, natomiast rozpuszczalność anhydrytu się zmniejsza. Małą więc zawartość siarczanu wapna wydzieliła się tutaj. Wydzielinę taką widzimy n.p. w Stassfurcie. Największa grubość pokładu w Stassfurcie dochodzi do 900 m a pierścienie anhydrytu występują w odległościach co 9 cm. Na podstawie tego oblicył Precht czas potrzebny do wykształtowania się pokładu tego na 10000 lat.

Warunki tworzenia się naszych pokładów soli — pokładów dolno-mioceńskich. —

Obszar zalany i tworzący morze osadów z okr starszego przedmioceńskiego, mało stałego osadzony na formacji kredowej obejmował przestrzeń mniej więcej kształtu podługowatego —

wyciągniętego pasa sięgającego jednym końcem do Krzesławic, Buska i Pinczowa a drugim do ostatnich kończyn dzisiejszych Karpat. Bazen ten obejmował część p. Polski i północną część zachodnich Węgier. Morze to słabo słone było zupełnie zamknięte a rozmiary jego zmniejszały się w miarę odparowania skąpo dopływających wód. Jezioro to wypełniało punkty punkty najgłębsze, aż ostatecznie ograniczyło się w swej końcowej fazie w słony bazen, którego oś główna leżąca w kierunku 9 hora wynosić mogła około 800 klm oś zaś krótsza około 250 klm. Największa głębokość tego bazenu znajdowała się na północnym zachodzie. Większe głębokości mamy w Siedmiogrodzie w Akna, Sugatak, Runaszek a u nas w Wieliczce i Bochni. Zagłębie Wielickie i Bocheńskie zostało prawdopodobnie już w początkach miocenu odcięte podwodnym wałem od reszty jeziora i utworzyło głęboką kotlinę której osady wskutek późniejszego ruchu geodynamicznego zmieniły strukturę i zamieniły się w charakterystyczny górotwór solno złomowy. Czas trwania tego okresu nie da się dokładnie oznaczyć – to jednak można stwierdzić, że proces parowania wskutek chłodniejszej temperatury okresu mioceńskiego musiał być znacznie powolniejszy niż w czasie tworzenia się morza permskiego. Morze mioceńskie było stosunkowo płytkie, zamknięte o łagodnych brzegach a zasilane tylko wodami spływającymi z lekko pagórkowatych brzegów, także temperatura tworzenia się tych osadów musiała być niższą jak w okresie morza permskiego. Nie mogły się zatem z końcowych solanek potasowych wytworzyć złoża karnalitu, który potrzebuje do wykrystalizowania bardzo wysokiej temp. (70°). Przeciwnie stosunkowo znaczny procent jodu w kainicie g. małopolskim (Kałusz), który według Erdmana wynosi 0·087% a także w niektórych źródłach podkarpackich świadczy że sól ta a zatem i jej towarzyszący Sylwinit i Polihalit, dalej sól twarda (Hartsalz – mięszanina kieseryi soli i chlorku potasu) są najniezawodniej wytworzone

przez zupełne wykrystalizowanie gęstych solanek końcowych 1go okresu. Cały proces tworzenia się złóż u nas dzielimy na kilka okresów.

1. Okres po utworzeniu się osadów kredowych obejmuje wielkie jezioro Karpackie — wielką część Polski i północno wschodnie Węgry. Znajdujemy tutaj organizmy i ryby.

2). Okres po dźwignięciu się Alp. Wody słone spływają na najniższy punkt t.j. do jeziora Karpackiego i zabijają w nim masę organizmów, które w piaskowcach nadkredowych tworzą później pokłady ropy — (olej skalny). Tutaj zanikają wszelkie organizmy.

3) Okres — wysychania jeziora wskutek małej ilości dopływów, zgęszczanie się solanki aż do wykrystalizowania wszystkich składników. Wał podmorski istniejący już w początkach 3cio rzędu między jeziorem Karpackim a kotliną Wielecko-Bocheńską grzbietem wysuwa się zwolna z nad wody i odcina kotlinę od jeziora zupełnie. Kotlina wysycha wskutek braku dopływu. Sole łatwo rozpuszczalne wykształcają się w obu zbiornikach.

4) okres — Dopływy przynoszą do jeziora głównego tyle wody z małą ilością soli i iłu ile wyparuje latem. Brak zupełny organizmów — nie mogą się wykształcić. Ślady tylko wyjątkowo i to zawsze z wód naniesionych z dalekich stron.—

5) okres. — W czasie okresu 4go tworzą się Karpaty, które na wschodzie przełamują utwory dewonu, kredy, rozmaitych piaskowców oraz iłów solnych. Na zachodzie zaś dochodzi do erupcji magmy. Wskutek tego są na wschodzie iły solne w głównej swej masie tylko przesunięte i sfałdowane a sole potasowe jako okryte warstwą soli pustyniowej częściowo ochraniane. Partje zaś dźwignięte ponad sferę działania atmosferilów zostają zmyte wodami plioceńskiemi lub dyluwialnemi, przyczem sól spływa do nowych mórz — zaś ił wyługowany osadza się wraz z resztkami brył piaskowca przedmioceńskiego jako warstwa niesłona w kotlinach fałdów na wtórnem złożu i okrywa płaszczem ochronnym położone utwory solne przed

wydrążowaniem.—

6) okres.— Ruch Karpat dalszy lecz nieznaczny — przykrom wszystkie utwory wraz z najmłodszemi pokładami wydrążowanych itów znajdujących się w nadkładzie utworów solnych biorą w nich dalszy udział.—

7) okres.— Utwory solne szczelnie okryte ilami zachowują się bez wielkich dalszych zmian na powierzchni.

Sole potasowe.—

Największe znaczenie soli potasowych związane jest silnie z rolnictwem. Znaczenie to poznano dopiero w 2giej połowie XIX wieku. W ostatnich latach zastosowanie soli potasowych jako nawozu sztucznego wzrosło niezmiernie a szczególnie w krajach o starej kulturze, gdzie gleba już nie posiada tyle zasobów naturalnych do odżywiania roślin. Niektóre wielkie obszary Starego i Nowego Świata gdzie rolnictwo jest racjonalnie naukowo prowadzone, gdzie przeprowadza się dokładną analizę gruntu, używają jedynie sztucznemi nawozami sprzedawane. Pierwszeństwo przypadło Niemcom, do czego w wielkiej mierze przyczyniło się odkrycie olbrzymich mas tych minerałów w postaci złóż. Sole potasowe towarzyszą często złożom soli Kamiennej i powstają w tych samych warunkach co i sól Kamienna. Płytkie i szeroko rozległe zatoki morskie przedzielone wązkiemi cieśninami od reszty morza oraz jeziora bezodpływowe przy intensywnem parowaniu spowodowanem gorącym i suchym klimatem, stworzyły owe niezbędne podstawy dla wykrystalizowania i osadzenia się rozpuszczalnych soli w wodzie. Obok soli powstały tu drogą pokłady gipsu - anhydrytu wiekiedy dolomitów i wapieni. Na miejscach gdzie jest dzisiaj wydobywana sól należy wyobrazić sobie inne zupełnie warunki w odległych okresach geologicznych. Sól potasowa otrzymuje się również z popiołu spalonych roślin. Znaczenie popiołu roślinnego dla rolnictwa znane było od najdawniejszych czasów. Na Bukowinie niezbyt dawno palono nawet najpiękniejsze drzewa celem uzyskania potasu. Tak samo uległy zniszczeniu wielkie obszary leśne w Karpatach. Większe ilości soli

sodu znajdują się w południowej Ameryce w postaci saletry chilijskiej $NaNO_3$. U nas znajdują się sole potasowe w Kałuszu, Stebniku, Moszynie koło Stryja, Dołhu, Turzy-Wielkiej za Kałuszem, Utorop obok Kołomyji, Strupkowie, Hołoskowie obok Otynji. W innych krajach znane są złoża soli potasowych w Suria w Katalonji, w Hiszpanji, koło Maman - Persji - Ameryce północnej jezioro Sirless, w Rosji - gubernji permskiej i w Niemczech. Niemcy mają największe pokłady soli potasowych i zaopatrują cały świat w te sole.

Małopolskie złoża soli potasowych.

Z naszych złóż potasowych najdłużej znane są złoża soli w Kałuszu, potem poznano je w Stebniku. Gdy, według składu chemicznego, można powiedzieć, że w Kałuszu sylwin i kainit a w małej ilości karnalit to w Stebniku sole te występują tak zmięszane ze sobą, że trudno je mineralogicznie oznaczyć. W Kałuszu w przekroju przez środkową część kopalni występują sole potasowe w następującym porządku - począwszy z góry mamy iły gipsowe przechodzące w iły bez gipsu o barwie ciemno szarej - często brunatnej lub zielonawej, które po wydobyciu rozpadają się. Miąższość ich w południowo zachodniej części kopalni dochodzi do 50 m. Pod temi bezsolnemi iłami przychodzi gorotwór solny o grubości około 125 m, w którym pokład sylwinu pierwszego się znajduje. Pod tem znajduje się w tym samym ile kainit, następnie ił solny a w nim sylwin drugi i sylwin 3ci. Pokłady te odkryto nowym szybem. Cały układ warstw formacji soli Kałuskiej zarówno jak i nakład przedstawia się z biegiem według godziny 9 hora do 9½ hora z upadem południowo zachodnim w górnej części silniejszym dochodzącym do 50° a w dolnej części 20 → 35°, co odpowiada tektonice systemu karpackiego w Małopolsce wschodniej. Ił solny jest podstawą warzelni solnych w Kałuszu. Solanki te zawierają 1% KCl. W części swej stropowej zawiera ił solny wtrącenia soli potasowych jak sylwinitu i kainitu. W rozciągłości warstwy zmieniają swój skład chemiczny. Pokład sylwinitu jest cienki do 20 cm —

wydłużenie soczewkowate o miąższości 2 m. Soczewki wyklinowują się i łączą znów w cienką warstewkę, wreszcie w gniazdach we formie okrągłej. U spągu sylwinitu występuje w połud. wschodniej części kopalni kainit jako 2 m pokład, który się nagle urywa i na partje rozpada. Do kainitu przytyka pikromeryt jako grubo krystaliczny, przerosły sylwinem, tworząc 10 cm warstwę. Powstał on wtórnie z kainitu. W pokładzie 1-szego sylwinitu występuje pośród iłu solnego główny pokład kainitu. Zawiera on 65% kainitu i około 19·5% KCl. Pokład ten według prof. Niedźwieckiego uważany jest jako utwór pierwotny. Pod kainitem w głębokości 30 m w półn.-zachodniej stronie kopalni odkryto 1·5 m gruby pokład sylwinitu o zawartości 12% KCl. Nowy szyb przeszedł pod warstwą kainitu blisko 80 m gruby ił solny, poczem okazał się 3-ci pokład sylwinitu rozdzielony na 2 części, górną 11·5 m i dolną 1 m grubą. Eksploatacja nie jest zbyt wielka n.p. w r. 1921 wydobyto 2225 g kainitu i 153.000 g innych soli.

Drugą kopalnią soli potasowych jest Stebnik koło Drohobycza. Szybem przebito tam ziemię darniową, żółtą glinę, siny ił, szuter, siny piaszczysty ił z gipsem, siny piaskowiec, ił z gipsem, drugi piaskowiec na 0·4 m gruby a w końcu natrafiono pokład soli w 36 m głębokości. Dojechano w tej soli do 280 głębokości nie natrafiwszy jeszcze na spąg. Rozciągłość pokładu skonstatowano na 2800 m - o 75% zawartości soli. Szerzenie pokładu na 22 ⊥ a upad 45 → 60° z południowego zachodu ku półn. wschodowi. Analiza solanki wykazała zawartości soli potasowych, jednakowoż to nie dało powodu do dalszych poszukiwań. Dopiero po drugiej analizie tejże solanki założono chodnik w kierunku półn. wschodnim i tam w odległości 113 m natrafiono na sól potasową. Potem przyszedł ił solny a następnie 2 oddzielone pokłady soli hygroskopijnej. Pokłady soli hygroskopijnej były o miąższości 3·5 m oraz 1·5 m. Według analizy sól hygroskopijna jest mięszaniną różnych soli jak: KCl, $CuSO_4$, $MgSO_4$, NaCl, $NaSO_4$ i w mniejszej ilości innych. Mineralogicznie nie można było określić co to za minerał. Rozciągłość soli

według dalszych odkrywek dość znaczna i rokuje się tej kopalni świetną przyszłość. Dotychczas nie doszło do większych produkcji. —

Ponieważ stwierdzono w wielu wypadkach, że podkarpackim złożom solnym nie towarzyszą większe ilości związków potasowych, musimy przyjąć, że mamy tu do czynienia z pewnym typem osadów solonośnych w obrębie którego znalezienie większych złóż potasowych staje się problemem wątpliwym. Złoża soli w Kałuskiem z większem udziałem soli potasowych zdają się należeć według Dr Tołwińskiego do innego typu, występującego bliżej brzegów płyty podolskiej, chociaż jeszcze w obrębie podkarpackiej formacji. Z tego wysnuwamy wniosek, że o ile chodzi o pokłady potasowe na miocenskim obszarze Małopolski, należy ich oczekiwać raczej na wschodzie w pobliżu brzegu płyty podolskiej niż na południu i zachodzie na podkarpaciu, gdyż do wytworzenia się soli potasowych potrzebną jest, jak już zaznaczono wysoka temperatura. W półn. Niemczech stwierdzono cechsztyn w bardzo wielu miejscach i okazało się, że zawiera on wielką ilość soli kamiennej i potasowej. Po cechsztynie przyszły oceany formacji trjasowej, jurajskiej kredy i trzeciorzędu. Później nizina Polski i Niemiec została zasypaną osadami aluwialnemi. Gdyby te osady leżały równozgodnie otrzymalibyśmy ponad solą wielką warstwę ponad 1m grubą iłu i cały problemat miałby teoretyczne znaczenie o ile nie zdołalibyśmy przez rozpuszczenie sole to rozdzielić i wydobyć. Po utworzeniu się cechsztynu cała Europa Środkowa uległa procesom dyslokacyjnym zaznaczającym się w kierunku półn. zach. ku połud. wschodowi. Do obszarów tych należą Turyngja – Harz – Sudety i polskie zagłębie węglowe. W ten sposób pofałdowane zostały stare formacje paleozoiczne razem z permem – dalej mezozoiczne i trzeciorzędne. Fakt ten sporodował to, że w niektórych miejscowościach Niemiec permska formacja występuje w zaklęsłościach jak w połud. zachodniej Turyngji i między Turyngją a Harzem – dalej między Harzem a Magdeburgiem już na powierzchnię wychodzi w strefach wypiętrzonych, jak głównie w Stassfurcie.

Przekrój pokładów soli potasowych w Stassfurcie.
Układ i miąższość, zaczynając z góry. Pod pstrym piaskowcem 20 → 30 m grubości iły czerwone z bitami anhydrytu i soli – dalej 50 m soli kamiennej; 1 → 5 m anhydrytu, 5 → 15 m czerwonego iłu z anhydrytem i solą kamienną, 100 → 150 m młodsza sól kamienna, 40 → 90 m anhydryt (główny), 4 → 10 m szary ił solny, 30 → 40 m strefa karnalitu 20 → 40 m strefa kizerytu, 40 → 60 m strefa polihalitu, 300 → 500 m starsza sól kamienna, 70 → 100 m anhydryt starszy z wkładkami dolomitu bitumicznego i soli kamiennej 10 → 15 m miąższości, 4 → 10 m wapień cechsztyński, 0·5 → 4 m łupek miedziany i zlepieniec cechsztyński. Złoża soli potasowych dochodzą tutaj kolosalnych miąższości. Nad dolnym Renem miąższość wynosi 130 m a w Inowrocławiu 180 m. Pokłady te leżą również w bardzo wielkiej głębokości. Pod Berlinem w Kperenbergu otwór wiertniczy w głębokości 1273 m natrafił na pokład soli kamiennej 1184 m gruby i nie dowiercono się jeszcze spodu złożą soli. Morze cechsztyńskie pokrywało północne i częściowo południowe Niemcy a na zachodzie obejmowało Holandyję. Południowa granica sięgała około Drezna i do Górnego Śląska. Na południe od Wrocławia stwierdzono cechsztyn a w północnej części we Wapnie i Inowrocławiu. Złoża solne w Ciechocinku pochodzą z tej samej formacji. Na półn. wschodzie występuje cechsztyn w Estlandyi i Kurlandyi. Na północ granica cechsztynu nie przekroczyła Bałtyku, ponieważ w półn. Danyi, południowej Szwecji i na wyspie Bornholm cechsztyn nie jest znany. W Kongrowcu cechsztyn znany jest w Kajetanowie obok Kielc w zupełnie takiem samem wykształceniu jak na zachodzie. Między Wrocławiem, Berlinem, Ciechocinkiem i Inowrocławiem stwierdzono cechsztyn solonośny. Ma to dla nas nader doniosłe znaczenie. Na Górnym Śląsku między Rybnikiem – Żorawiem i Orzeszem znaleziono sól kamienną w głębokości 100 → 300 m. Nie ma jednak ani śladu wspólnego z formacją permską. W Inowrocławiu złoża soli są podobne do tych, które się znajdują w półn. zachodnich Niemczech i tak jak w Stassfurcie i innych

miejscowościach znaleziono też tu sole potasowe. Znaczny uskok w pokładach przylega do złoża soli i właśnie dzięki tej dyslokacji został masyw soli wysunięty w górę prawie aż do powierzchni ziemi, gdzie warstwa gipsu przykrywa i ochrania sól. Złoża solne zajmują blizko powierzchni bardzo ograniczoną przestrzeń a w głębi masa soli tworzy jakby klin wciśnięty z dołu. Sole potasowe występują tu bardzo nieregularnie – raz znikają to znowu dochodzą znacznych rozmiarów co też spowodowało, że zaniechano eksploatacji. Koło Bydgoszczy w Szubinie natrafiono na sole potasowe wierceniem do 2149 m. Miąższość soli potasowych tutaj 426 m a miąższość łatwo rozpuszczalnych soli karnalitu 86 m. To zmusza nas do twierdzenia, że formacje soli permskiej na ziemiach polskich są w przeciwieństwie do karpackich pokładów soli bogate w potas tak samo jak w Niemczech. Twierdzenie to oparte jest według Dr Arctowskiego na następujących faktach:

1) Z dokonanych wierceń dochodzimy do wniosku, że równiny półn. Niemiec aż na wschód do dorzecza Wezery a więc część Prus Zachodnich – Księstwo Poznańskie i Kongresówka aż do linji ciągnącej się od Ciechocinka do ujścia Sanu są pokryte jednostajną ciągłością warstw 2go rzędnych i 3cio rzędnych, leżących zgodnie na warstwach permskich. Pod wpływem tektonicznej charakterystyki okolice te mają sfałdowania mało wyraziste i załamania w kierunku półn. zachodnim i połud-wschodnim. Na powierzchni nierówności zostały zniesione i prawie wszędzie ukrywają pokłady lodowcowe istotę skał pod niemi leżących. Fakty te każą przypuszczać, że formacja permska zawiera pokłady soli a zwłaszcza soli potasowych. Także na zachodzie niż poznański, a stąd na południowy wschód w okolice Kielc do Łysej Góry. W podobnych warunkach jak na zachodzie także wzdłuż linji Inowrocław-Łódź ku Łysej Górze formacja permska powinna być w głębokościach coraz mniejszych. W okolicach Łodzi-Ozorkowa-Zgierza nadzieja znalezienia soli znaczna, ponieważ w kierunku południowym miąższość pokrywających pokładów soli coraz więcej się zmniejsza. –

2/. Sól została dzięki swej plastyczności oraz w skutek ciężaru ciał na niej spoczywających wyciśnięta od dołu aż na powierzchnię. Wszędzie tam gdzie uskoki tworzyły ku temu korzystne warunki – można powiedzieć, że eksploatacja soli potasowych jest wyłącznie ograniczona do tych miejsc. (Horsty). W Poznańskiem znane są 3 horsty w Wapnie, Inowrocławiu i Górze a sole potasowe znajdują się przeważnie po bokach horst. Blizko powierzchni nad solą i bezpośrednio pod pokładami 4 rzędnemi znajdują się pozostałości z denudacji – szczególnie gips. W Niemczech okazało się, że solne horsty znajdują się wzdłuż linji mniej lub więcej określonych. Według prawdopodobieństwa istnieją takie linje i w Polsce. Kierunek tych linji będzie półn. zachodni i połud. wschodni dlatego, bo taki jest kierunek pokładów jurajskich od Kalisza do Krakowa, pokładów kredowych od Nowo-Radomska do Działoszyna, pokładów trjasu od Przysuchej do Ostrowca.

3/. W Polsce natrafiano w wielu miejscach w nieznacznych głębokościach na solanki, które oznaczają koniecznie istnienie horstów w okolicy tej miejscowości. Woda ze studni na rynku Inowrocławskim dostarczyła pierwszych pewnych wskazówek co do istnienia złoża solnego w okolicy. Przeprowadzając poszukiwania systematyczne we wszystkich miejscach gdzie zawartość soli w wodzie zwiększa w stosunku do głębokości będzie można odkryć inne podobne horsty jak Inowrocławiu, Wapnie i Górze.

Dr Arctowski podaje 3 linje, gdzie można natrafić na horsty a) przedłużenie prostej linji między Ciechocinkiem a Łowiczem wpada na skupienie górnego trjasu i tą linją aż do Wisły prowadzi do występowania utworów Cambryjskich koło Sandomierza. Ciechocinek i Łowicz znajdują się na ściśle określonej linji tektonicznej. b) Linja równoległa do poprzedniej, przechodząca przez Łęczycę przechodzi blizko Inowrocławia. Istnienie solnego horstu tutaj jest bardzo prawdopodobne. c) Linja równoległa przechodząca przez Konin w kierunku południowo wschodnim dotyka Buska i Wiśnicy. Miejscowości te znane są ze solanek.

Nie jest jednak pewnem czy w Basku i Wiśnicy istnieją horsty permskie, gdyż gips tamtejszy tak samo jak i w Staszowie i Proszowicach zdaje się być pochodzenia mioceńskiego. W Koninie jednakowoż jest wszelka nadzieja natrafienia horstu. Mimo faktu, że kopuły horstów, składające się z soli i gipsów zostały zniesione i że materjał przyniesiony przez lodowce tworzy grubą pokrywę jest położenie horstów uwidocznione przez wzniesienie się terenu. Wyszukiwanie tych terenów jest w poznańskiem łatwe, bo materjał kartograficzny jest znakomity. —

Badania topograficzne na miejscu są wszędzie tam wskazane, gdzie istnieją źródła solne. Powinny być również badane te miejscowości gdzie znaleziono gips. Przed przeprowadzeniem wierceń należy te okolice, gdzie się przypuszczalnie znajduje złoże niebardzo głęboko zbadać grawimetrycznie. Sól formacji permskiej a więc w horstach jest masą intruzywną do góry wyciśniętą, wypełniającą całą przestrzeń między powierzchnią a głębokością z której pochodzi. Są to prawdziwe kominy. Ciężar gatunkowy soli jest mniejszy niż skał nad nią położonych, krzemiennych, wapniowych i gliny, wskutek tego ciężar słupa soli o wysokości około 2000 m jest mniejszy, niż słup tej samej wysokości i grubości a składający się z innych skał. Z prawa grawitacji wyciągamy wniosek że przyciąganie ziemi powyżej horstów soli będzie mniejsze niż obok tej miejscowości. Różnica grawitacji mierzy się wahadłem.

Sole potasowe oddają również bardzo wielką usługę przemysłowi. Z naturalnych soli potasowych wyrabia się KCl i KSO_4. Przy pomocy $NaNO_3$ produkuje się KNO_3 (nawóz sztuczny) i K_2CO_3, który znowu ma bardzo wielkie zastosowanie w przemyśle chemicznym — (fabrykacje szkła — mydła — farbiarnie) i do celów medycznych. W roku 1909 wydobyto w Niemczech 7,000.000 ton soli potasowych o wartości przedwojennej 117,000.000 Mk. niemieckich. W r. 1913 wydobycie doszło do wartości 190,000.000 Mk niemieckich. —

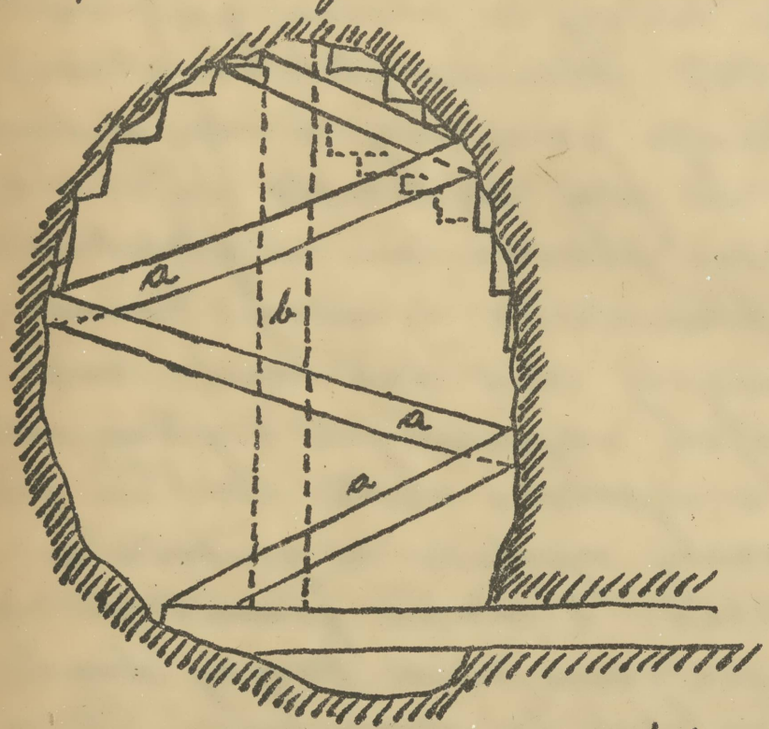
Część druga

Odbudowa soli.

Jeżeli pokład soli wychodzi na powierzchnię ziemi to prowadzimy odbudowę odkrywkami n.p. Cardona w Hiszpanji. Zazwyczaj złoże soli znajduje się pod powierzchnią w głębi ziemi. Odbudowa o tyle jest ułatwioną, że spoistość soli jest nadzwyczaj doskonałą tak że można bardzo wielkie otchłanie wybrać bez większej obudowy. Nieprzepuszczalne warstwy ilu nad i pod złożem chronią sól od przystępu wody.

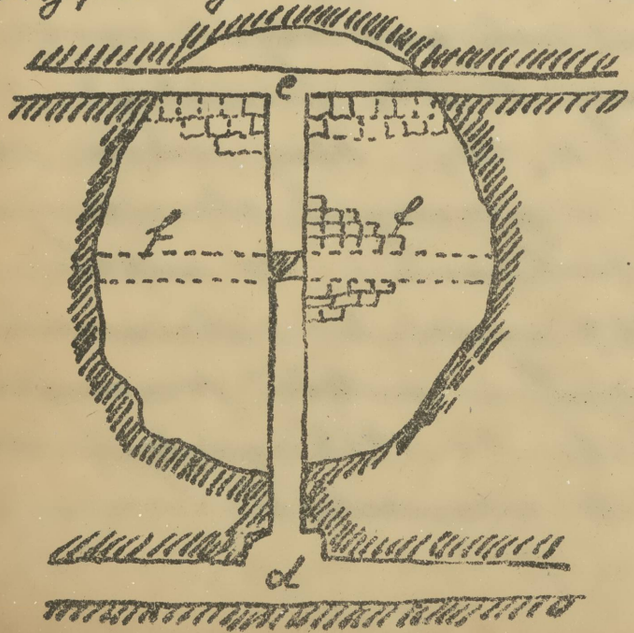
Odbudowa bryt soli ziemnej.-

1 Sposób stary - 2 chodnika, którym odkryto bryłę soli prowadzono strome chodniki zygzakowato w górę lub na dół aż do granicy bryły. Urobek noszono do chodnika odwózkowego - albo przebito bryłę szybikiem i spuszczano nim sól za pomocą kieratu. Uzyskanie urobku odbywało się z chodników albo z szybiku robotą ścienną lub podnoxiną.

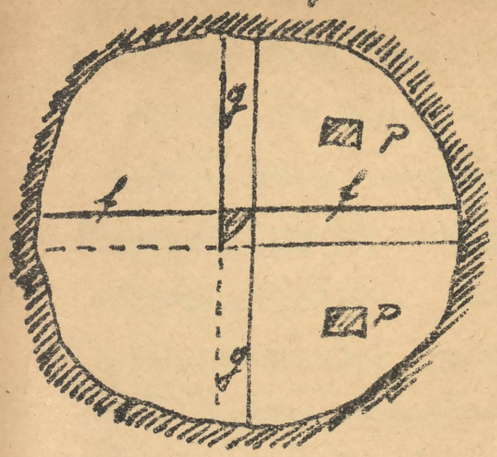


2 sposób nowszy i lepszy. Jeżeli się odkryje bryłę soli w górnej części to robi się szybik przez całą bryłę aż do niższego poziomu przewózkowego, następnie zakłada się z szybiku chodniki krzyżowo aż do granicy bryły. Z tych chodników rozpoczyna się odbudowę komorami, robotą ścienną albo przednoxiną a uzyskany urobek

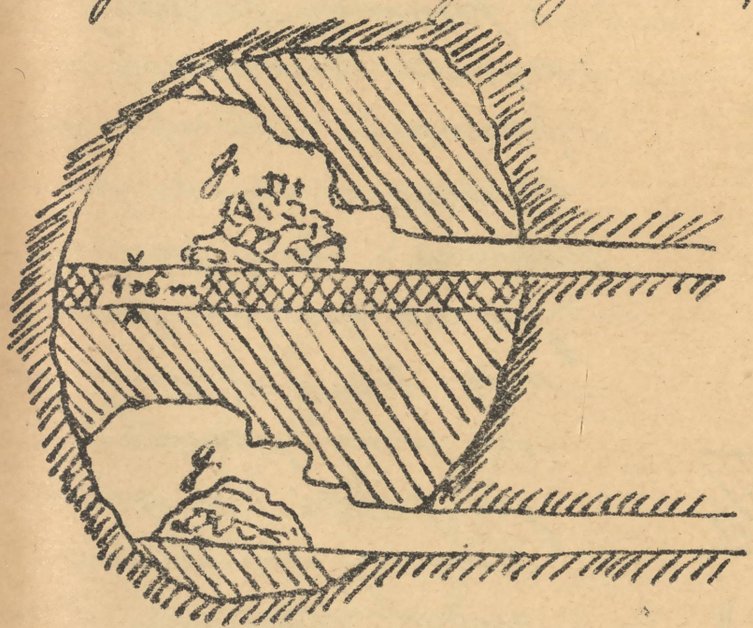
Przekrój pionowy.



Rzut poziomy.- rzuca się szybikiem na niższy poziom.-

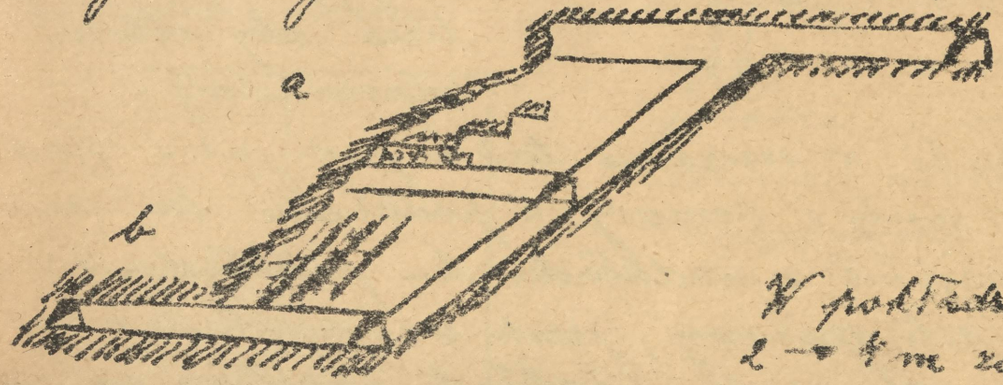


Inny sposób uzyskania tych brył jest taki, że odkrytą bryłę n.p. u spodu odbudowuje się bez dalszych robót przygotowawczych zabierając je w górę aż do tej wysokości, że robotnik może bezpiecznie na urobku pracować - poczem pozostawia się półkę 4 → 6 m grubą. W ten sposób zabiera się górną część. Przy większych rozmiarach brył pozostawia się filary.



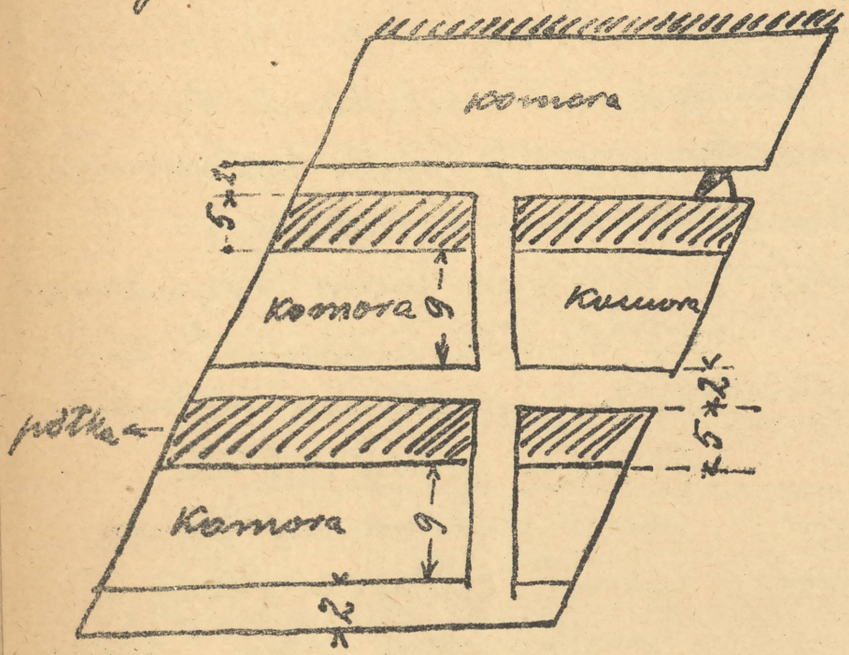
Przy odbudowie brył solnych musi się zawsze naokoło pozostawić skorupę 1 m grubą - a więc nie odbudowywać do otaczającego iłu, aby wilgoć nie dostała się do soli.

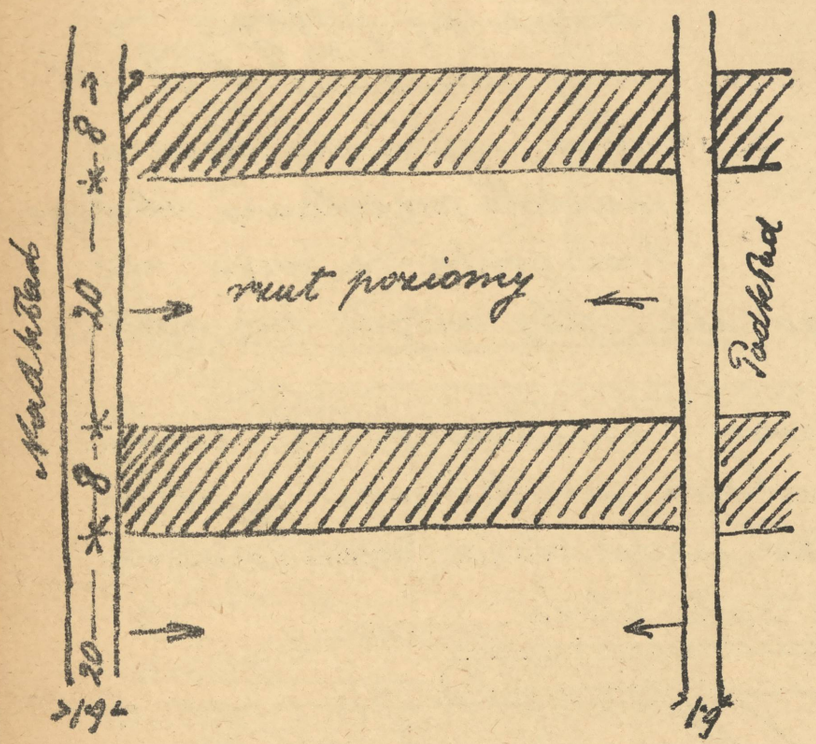
Odbudowa soli uławiconej - spiżowej i szybikowej. W Wieliczce i Bochni nie ma urobionego systemu odbudowy. Zazwyczaj tylko część złoża odbudowana jest systematycznie a nie całe złoże.



W pokładzie soli miąższości 2 → 4 m zakłada się z górnego chodnika odkrywczego co 50 m upadnie aż do najbliższego chodnika przewózkowego. Z upadu bierze się pokład albo ad a poprzeczkami, dzieląc

go rzędem wrębów z upadni do upadni, albo ad b. pasami idąc wzdłuż upadu. Odwózka urobku odbywa się pochylniami przekształconemi w pochylnie hamulcowe. Przy znaczniejszej miąższości pokładu jak tu przy soli spiżowej bywa robi się z chodnika, którym pokład w szerzeniu przejechano 2 m wysokie a 20 m szerokie włomy, które się potem na 9 m podnosi. Między tymi 20 m włomami pozostawia się 8 → 12 m grube filary solne. Aby uzyskać dalszą część pokładu głębiono z pierwszej komory szybiki do niższego poziomu, z którego zakładano chodniki podłużne. Tutaj podobnie jak na wyższym poziomie brano komory aż do górnej pozostawiając półki 5 m grube. Komory oddzielano znów filarami 8 m szerokiemi a w niższych poziomach do 12 m szerokiemi. Filary te solne powinny w jednej płaszczyźnie pionowej leżeć aby celowi odpowiadały.

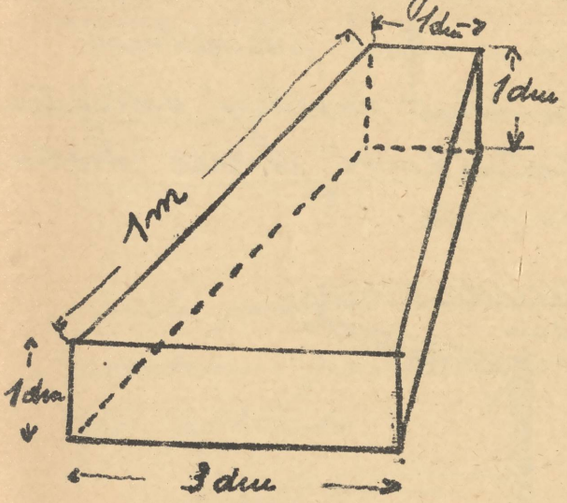


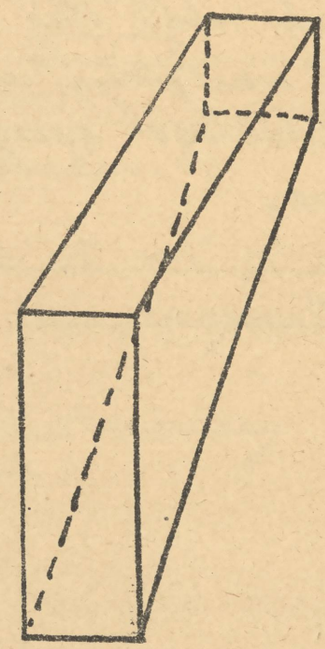


Robiąc chodniki w szerzeniu tak w pod- jak i nadkładzie można wręby i komory z podkładu ku nadkładowi i równocześnie z nadkładu ku podkładowi zakładać. Przy soli spiżowej, jeżeli w nadkładzie nie jest it trzeba sól aż do nadkładu zupełnie odbudować, ponieważ nadkładowi towarzyszy sól tak zwa- [illegible]wica, która pod działaniem [illegible]ietrza powoduje

pękanie skorupy solnej. Jeżeli w nadkładzie nie ma iłu tylko tak zwany zuber t. j. ił z kawałkami soli, to odbudowa nie może postępować aż do samego nadkładu lecz trzeba komorę dobrze obszramować, dowrębywać i pozostawić silne filary. Przy pędzeniu chodnika jakoteż przy odbudowaniu jest zwyczaj, by cały przodek był naokoło podszramowany, celem zabezpieczenia kopalni przed nadmiernemi wstrząśnieniami przy strzelaniu. Dzisiaj rzecz przedstawia się inaczej, gdyż robotnicy nie tak sumienni jak dawniej najpierw strzelają a później szramują a więc i podszramowanie całego przodku lub chodnika mija się z właściwym celem.

Odbiórka soli odbywa się na tak zwane szramowe decymetry. Jeden decymetr szramowy jest to rodzaj klina na 1m głęboki, 3 dm szeroki i 1 dm wysoki.

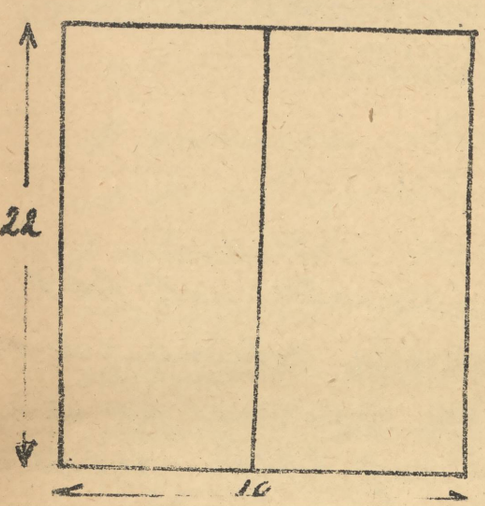




Decymetr wrębowy albo szramowy.

Za robotę strzelniczą rozbijanie wielkich kawałków i odrzucenie ich na 6m od przodka otrzymuje robotnik 1 wrąb stojący a w odbudowie na 10m przodka 3 wręby stojące.

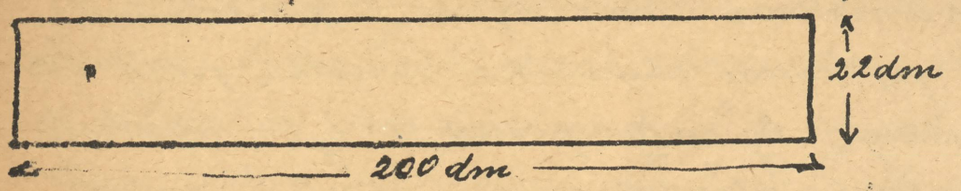
Rozmiary chodnika normalnego w Wieliczce i Bochni



Obliczenie akordu:

stojące wręby	22	prawy
	22	lewy
	22	za strzelką
leżące wręby	19	górny
	19	dolny
	104	szr. dec.

wielkość ta pomnożona przez zasadniczą jednostkę odnośnego górotworu daje zarobek z którego odtrąca się jeszcze koszta zakładu zużytego materjału wybuchowego.



Przy odbudowie przodka o wymiarach n.p. długość 200 dm, wysokość 22 dm i głębokość 13 dm — otrzymujemy

oba stojące szyby {22
22

oba leżące szyby {200
200

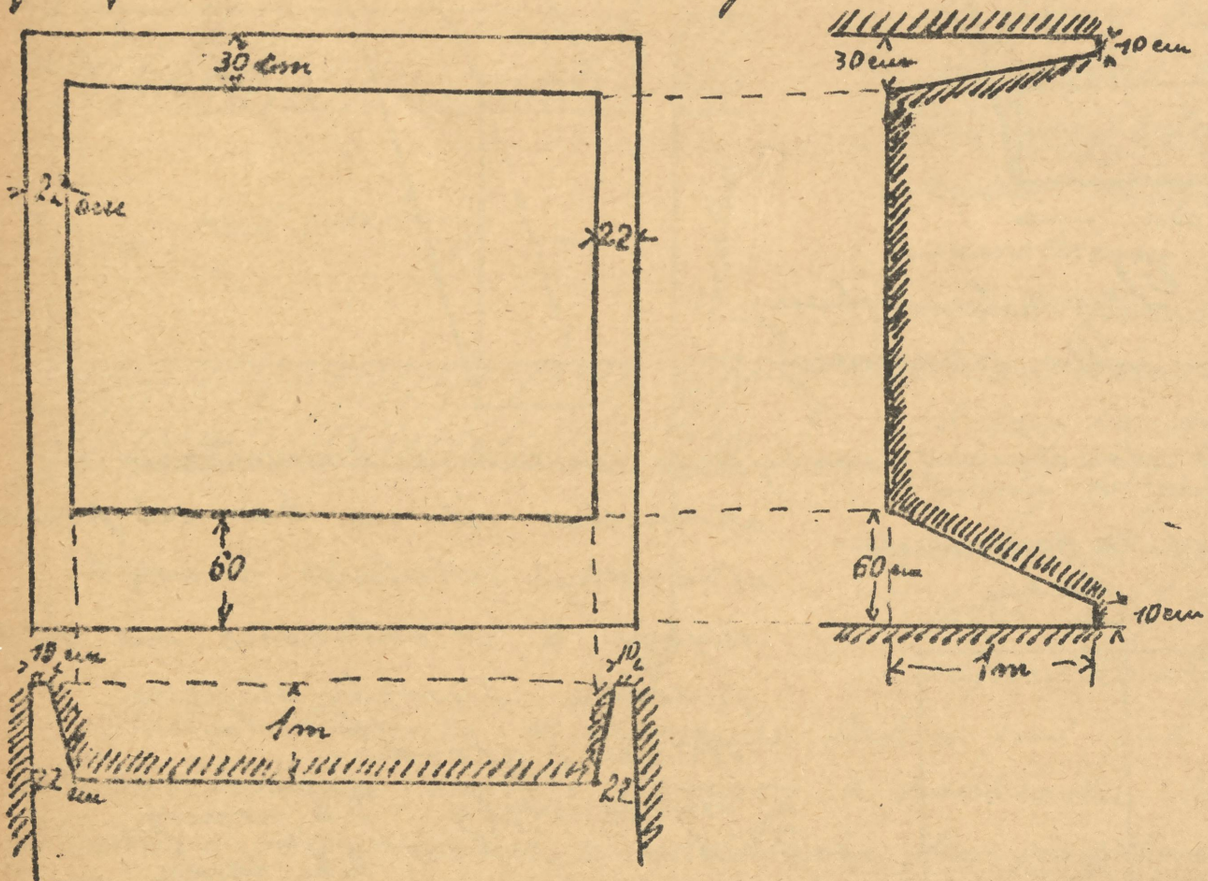
za strzelanie i rozbijanie 132 — 22 × 6

576

576 . 1·3 = 748·8 dm szramowych.

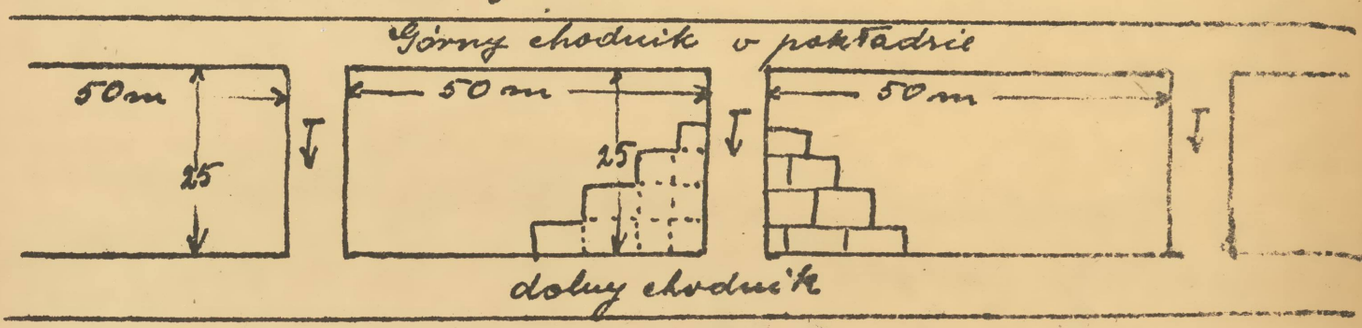
Wrazie trudniejszej pracy, postawienia rusztowania na którem robotnik podczas robót stać musi, albo w złem powietrzu z powodu złej wentylacji wreszcie dla zbyt wielkiej odległości od szybu zjazdowego dodaje się robotnikowi jeszcze osobne wynagrodzenie.

Wręby



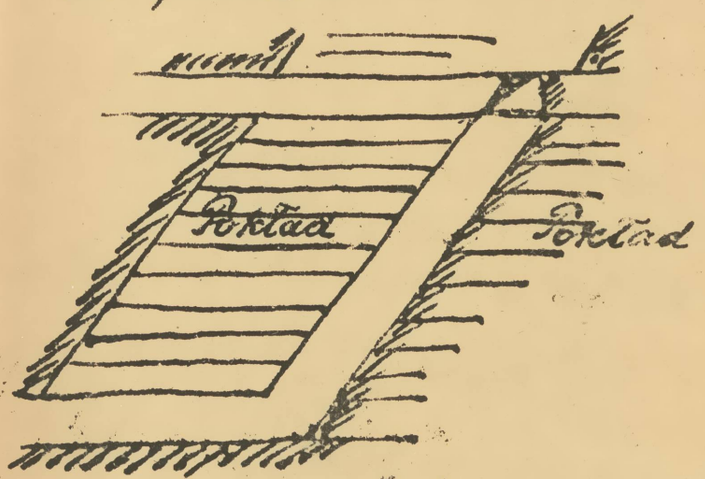
Dawniej robiono tak zwane kruchy t.j. kawałki soli 40 kg ciężkie — Naokoło obszramowanego przodka robiono z dowolnego boku zasiek i zakładano żelazne kliny, zazwyczaj po dwa, które tak długo z góry na dół ubijano aż cały blok odpadł.

Następnie go na odpowiednio wielkie części rozbijano. Kruch taki miał 32 cm długości 26 cm szerokości i 23 cm grubości. Tak w chodnikach jak przy odbudowie odpada miał solny, przy kruchowej robocie 30% a przy strzelce 26%. Sprawność w chodnikach w przecięciu na głowę i 8 godzinną szychtę – 0·08 m chodnika. Przy robocie podnóżnej jest sprawność robotnika wogóle większą tak n.p. przy podnóżnej robocie w 8 godzinnej szychcie 0·71 m a w przodku 0·63 m głębokości względnej. Przy robocie strzelanej jest sprawność około 20 g na 8 godz. szychtę a przy kruchach 15 kruchów à 40 kg. W jednej 8 godz. szychcie robi robotnik przeciętnie 0·75 m² powierzchni szramowej.–



Odbudowa w Bochni.–

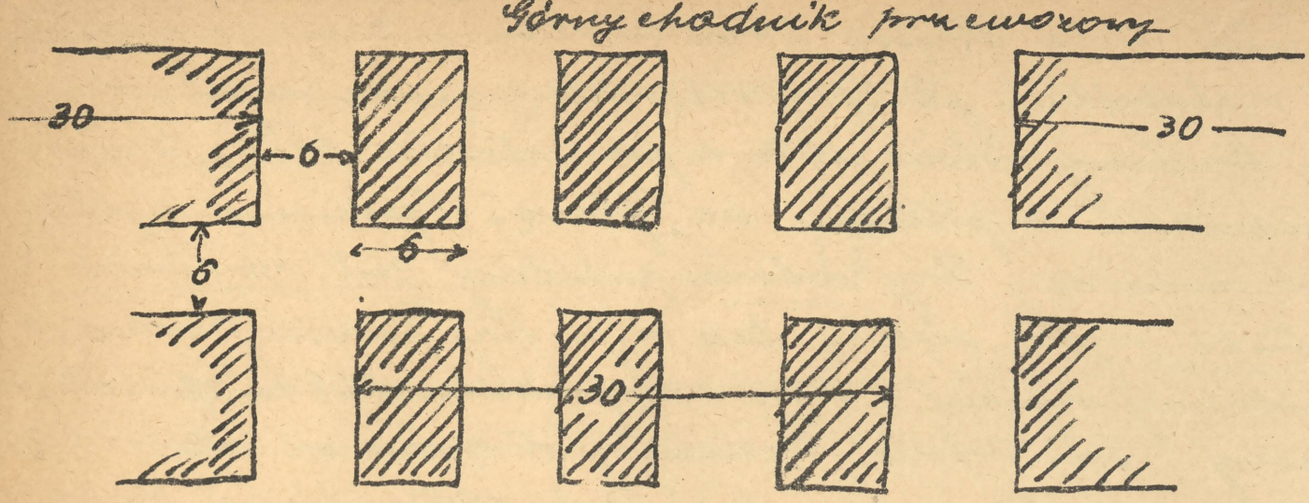
Jeżeli pokład jest bardzo wązki to robi się pochyłnie do poziomu pośredniego i zabiera się pasami od pokładu do pokładu



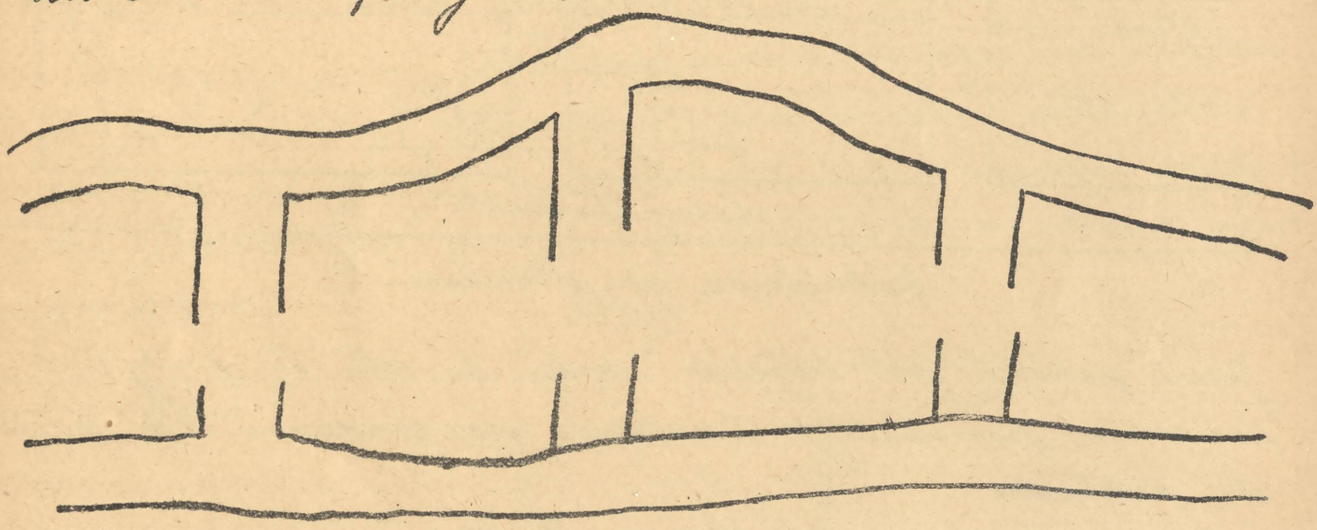
Rzut pionowy.

Odbudowa soli potasowej w Kałuszu.

Z górnego chodnika przewozowego pędzi się co 30 m upadnie do dalszego chodnika przewozowego. Z chodników pędzi się włamy, które w dalszej swej rozciągłości podnosi się do wysokości 12 m. Szerokość włamów wynosi 6 m przyczem pozostawia się również na 6 m szerokie filary. – Odbudowa syloźna odbywa się w podobny sposób, tylko górny i dolny



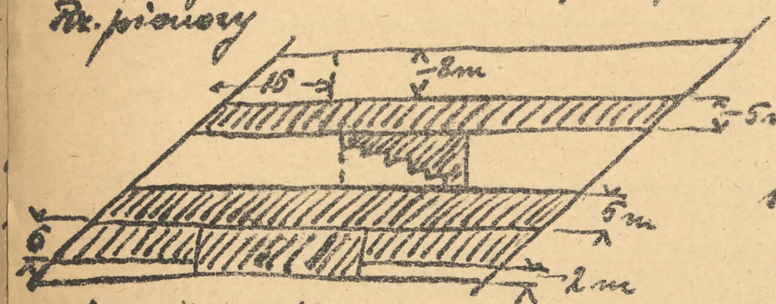
chodnik pędzi się według zmiennego ustawienia. Chodniki te łączy się następnie poprzecznianie. Sylwin zabiera się z chodników lub pochylni.

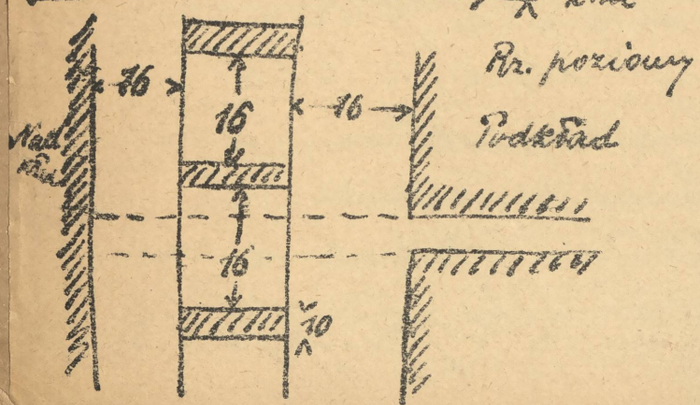


Odbudowa soli w Stassfurcie.

Odbudowa filarowa. Z poprzecznii wyrabia się komory 7m wysokie, 100m długie a 24→25 m szerokie. Między filarami odbudowy zostawia się filary podporowe 100 m długie a 8 m

Rz. pionowy





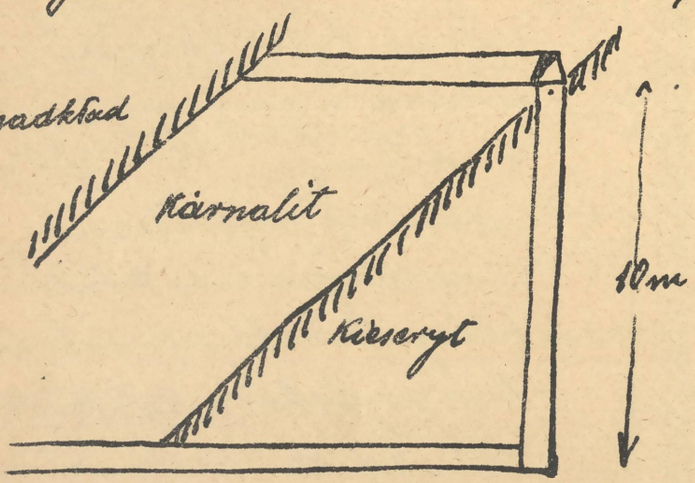
Rz. poziomy

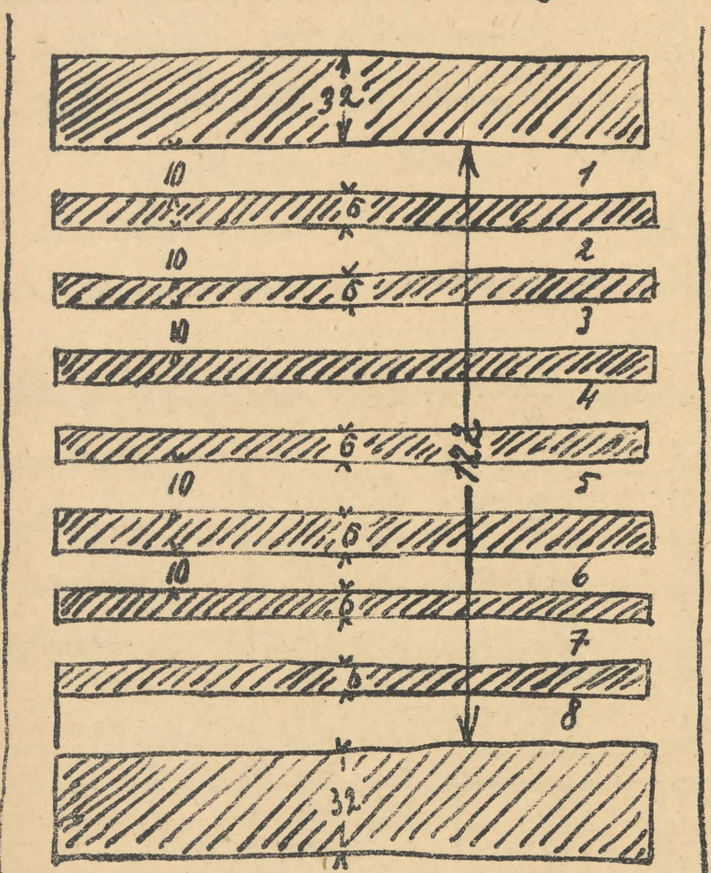
Podkład

W górnej części pokładu jest sól kadziowa a niżeli w dolnej części, dlatego zaprzestano roboty w dolnej. W podkładzie znajduje się anhydryt a w nadkładzie gips, ił piaski i wapień. Miąższość soli 30→35 m a upad 45°. Z poprzecznii prowadzi się w podkładzie i w nadkładzie chodniki w szerzeniu 8m wysokie a w sprzęgu 16 m szerokie.

Łomy idą na 50 m naprzód a wysokości 2 m klatki, które potem na 8 m się podnosi. Górne chodniki łączy się poprzecznemi chodnikami względnie przedsobuą odbudowę na 8 m wysokości i 16 m szerokości między którą pozostawia się na 8 m wysokie a 10 m szerokie filary. Pola odbudowy oddzielają 5 m grube półki.

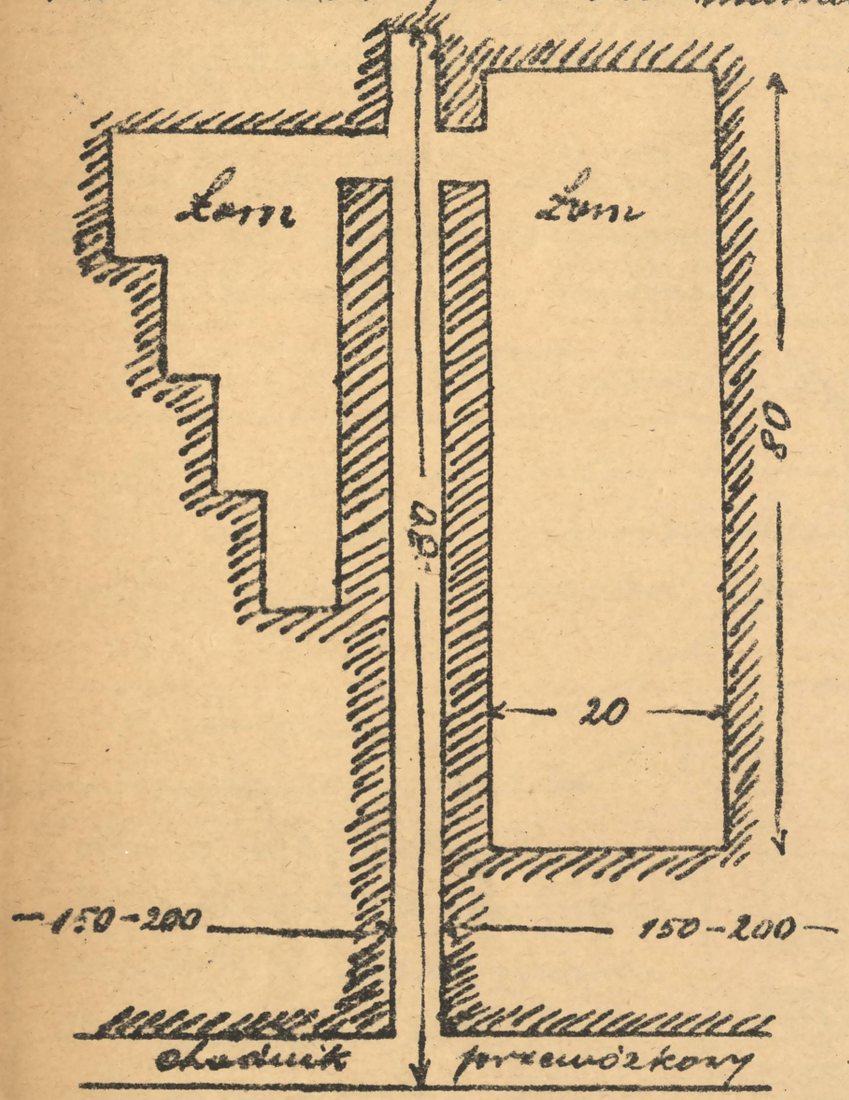
Co do złóż potasowych w Stassfurcie to z chodnika w pokładzie zakłada się szereg chodników w poprzek pokładu ku nadkładowi i wybiera się sól wrębem strzępowym idąc z nadkładu do podkładu.





Na 122 m przędu pozostawia się filary na 32 m grube, następnie odbudowuje się między niemi w 8 poprzecznych 10 m szerokich wrotach między któremi pozostawia się 7 filarów o szerokości 6 m. Wysokość odbudowy równa się głębokości a więc 10 m. Po uprzątnięciu urobku z dolnego poziomu i miejsc odbudowy - zasypuje się urobkiem solnym z wyższego poziomu poziom niższy w wyrobionych tak zwanych tonach (Bergmühle). Łomy zakłada się w podkładzie karnalitu przebijając kieseryt aż do polihalitu a względnie aż do starego pokładu soli. Traci się tutaj bardzo dużo materjału przez pozostawienie filarów. By uchylić się od tych strat przystąpiono do odbudowy bez pozostawiania filarów, począwszy od podkładu do nadkładu. Tutaj wyłamuje się od upadu a więc szybie. Podczas roboty zasypywano

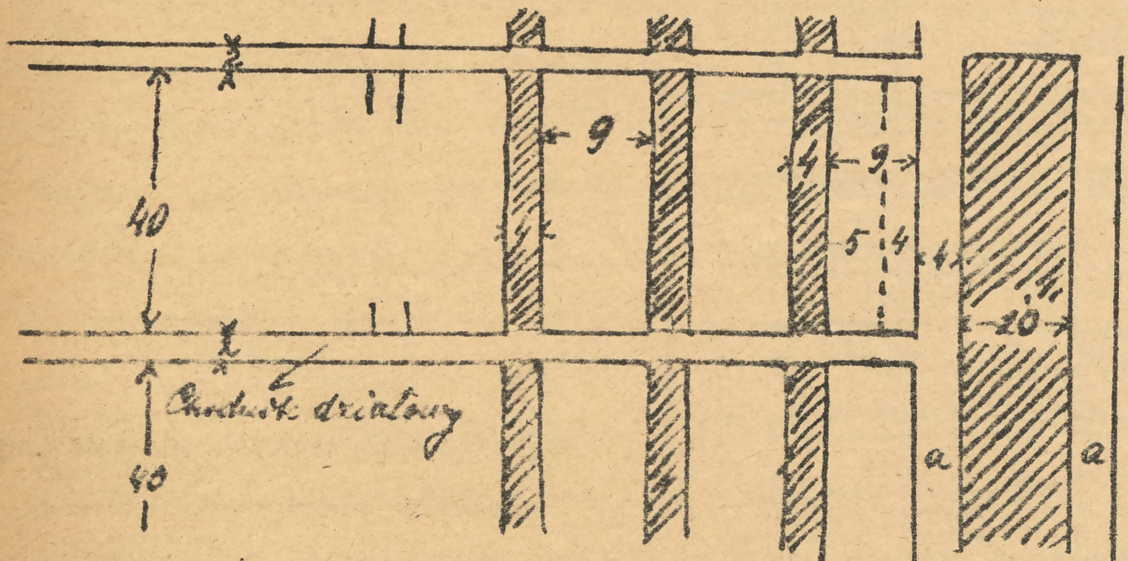
zaraz tyle, by robotnik mógł stać na urobku. Półkę też nie pozostawiano, tak że dla wyższego poziomu nie trzeba było nowego włomu robić tylko budowano w górę na zasadzce. Sposób ten musiano porzucić, bo nasyp się skurczył. Nastąpiło przeto silne ciśnienie nadkładu i groziło zawaleniem stropu.



Łomy zakładano wyżej, by można było zasypać urobek z góry na dół. W odstępach 150 → 200 m pędzi się poprzecznie 50 m długie na końcu których robi się włom 2 m wysoki uzyskując sól przez wręby stropowe, tak że powstaje wyrobisko 20 m szerokie a 80 m długie.

Łomy zakłada się obok a nie nad sobą.

Odbudowa w Sonderhausen. – Małe pochyłe złoża sylwinitu w głębokości 670 m.

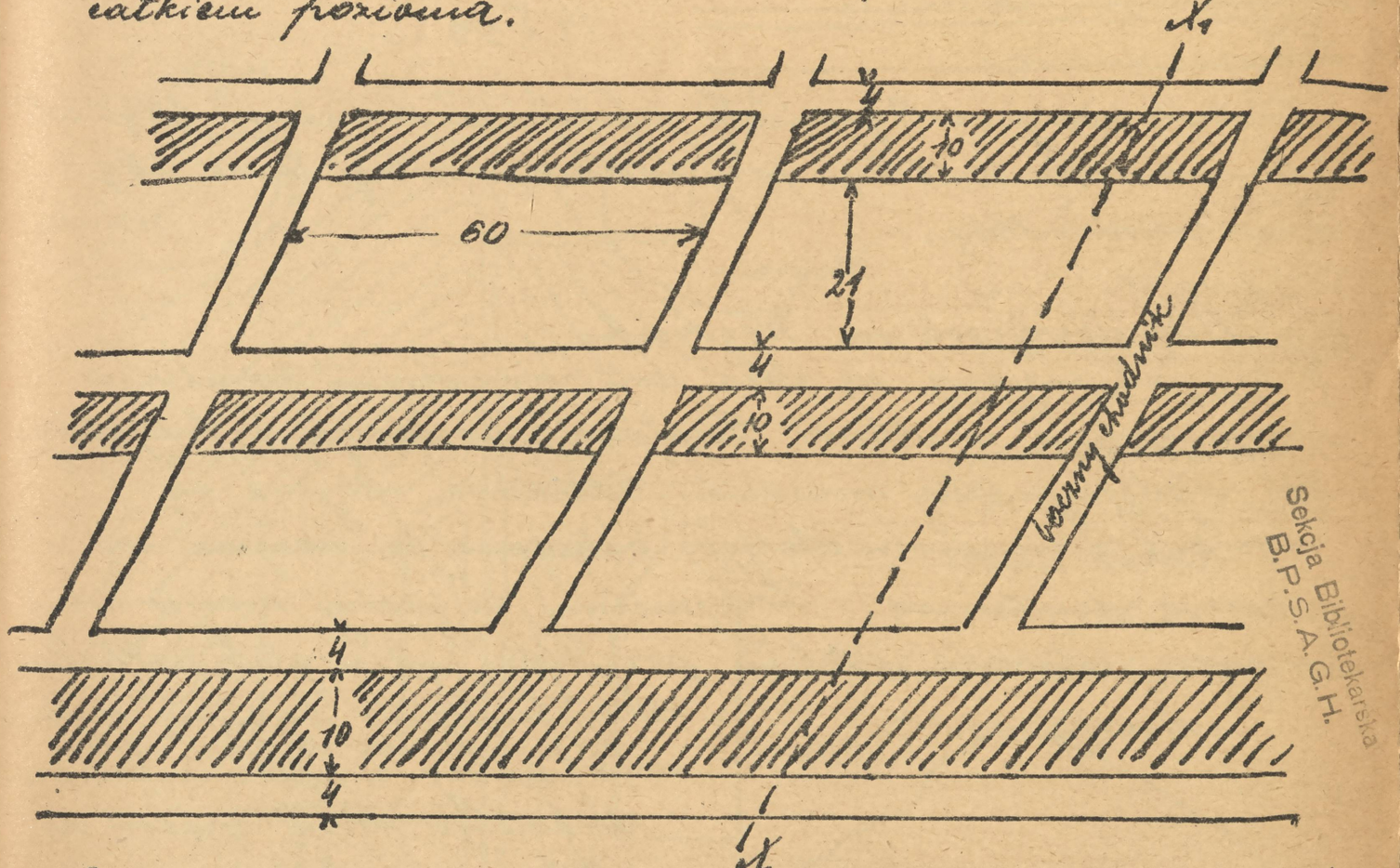


Podobnie jak przy węglu pędzi się dwa chodniki a po 4 m i 2 m w szerzeniu, z których jeden służy do wywózki urobku a drugi do wentylacji. Między temi chodnikami pozostawia się 10 m filar bezpieczeństwa. Z chodników tych pędzi się w o [illegible] co 40 m poprzecznie czyli

chodniki działowe, których się rozpoczyna robotę. Pole odbudowy dzieli się na 9cio m szerokie pola, między któremi pozostawia się 4ro m filary. Praca w 9cio metrowych komorach jest tego rodzaju, że najpierw pędzi się 4ro metr. chodnik od jednego działowego chodnika do drugiego (zaznaczone na rysunku kreskami) a następnie wybiera się dalszą część powiększając szerokość danego miejsca do 9m. W razie potrzeby robi się większą wysokość komory, przyczem robotnicy stoją na urobku. Przy większem ciśnieniu pozostawia się obok głównego chodnika na wywózkę lub ewentualnie przeznaczonego 6cio metr. filary.

Odbudowa w Erfurcie.-

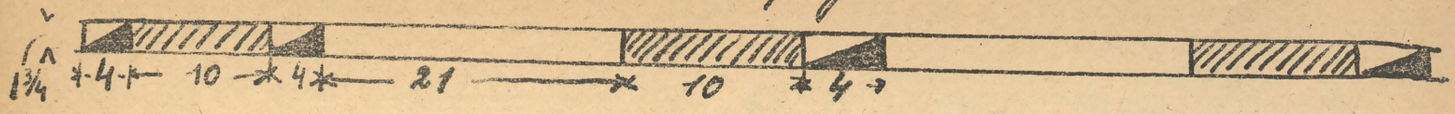
Pokład o miąższości 14'5m, upad 33 → 34°. Chodniki tutaj idą w kierunku upadu, dlatego odbudowa prawie całkiem pozioma.



Sekcja Bibliotekarska B.P.S.A.G.H.

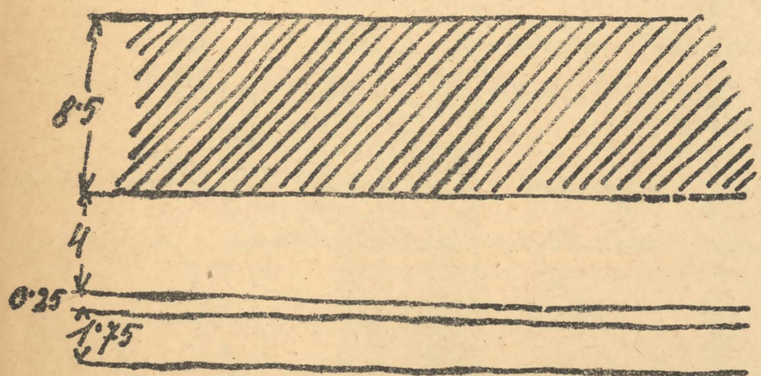
Pole odbudowy dzieli się na 60m podziały, które przebija się co 35m od chodnika do chodnika. Chodniki są 4m szerokie a 1¾m wysokie. Do odbudowy pozostaje przestrzeń o wymiarach 60m długości, 31m szerokości i 1¾m wysokości. Z bocznych chodników przestrzenie te odbudowuje się tylko na 21m szerokości pozostawiając ochronny filar na 10m szerokości. W przekroju X → X1

przedstawia się widok następująco



X X₁

Miąższość całego pokładu wynosi 14·5 m, z którego to 1¾ m zabiera się jako dolną ławę, następnie zabiera się ¼ m anhydrytu a wreszcie górną ławę 4 m. Nadtem pozostawia się 8·5 m grubą półkę. Z 35 metr. pasów pozostawia się 10 m szeroki a 60 m długi filar ochronny po każdej stronie na 25 m szerokiej komory.

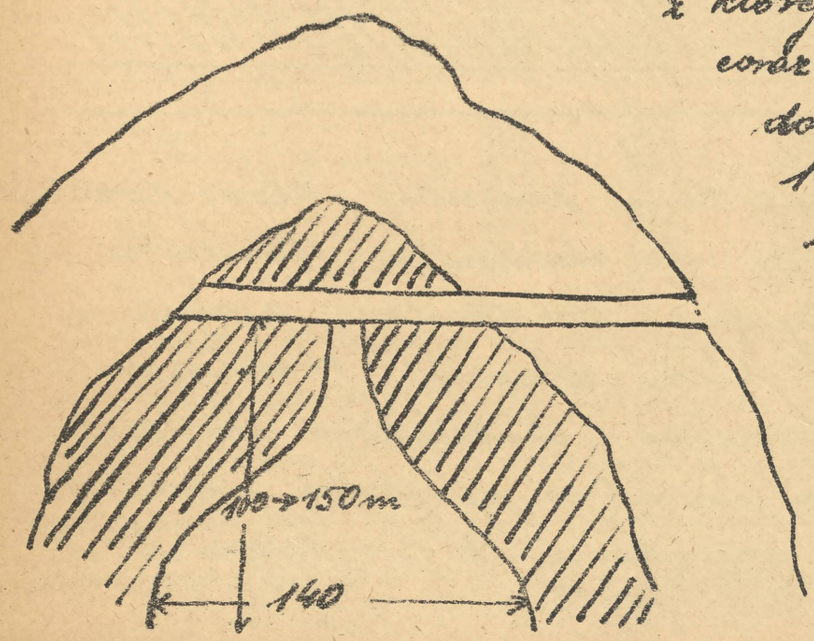


8·5 m półka
4·- górna ława
0·25 anhydryt
1·75 dolna ława
14·5 m

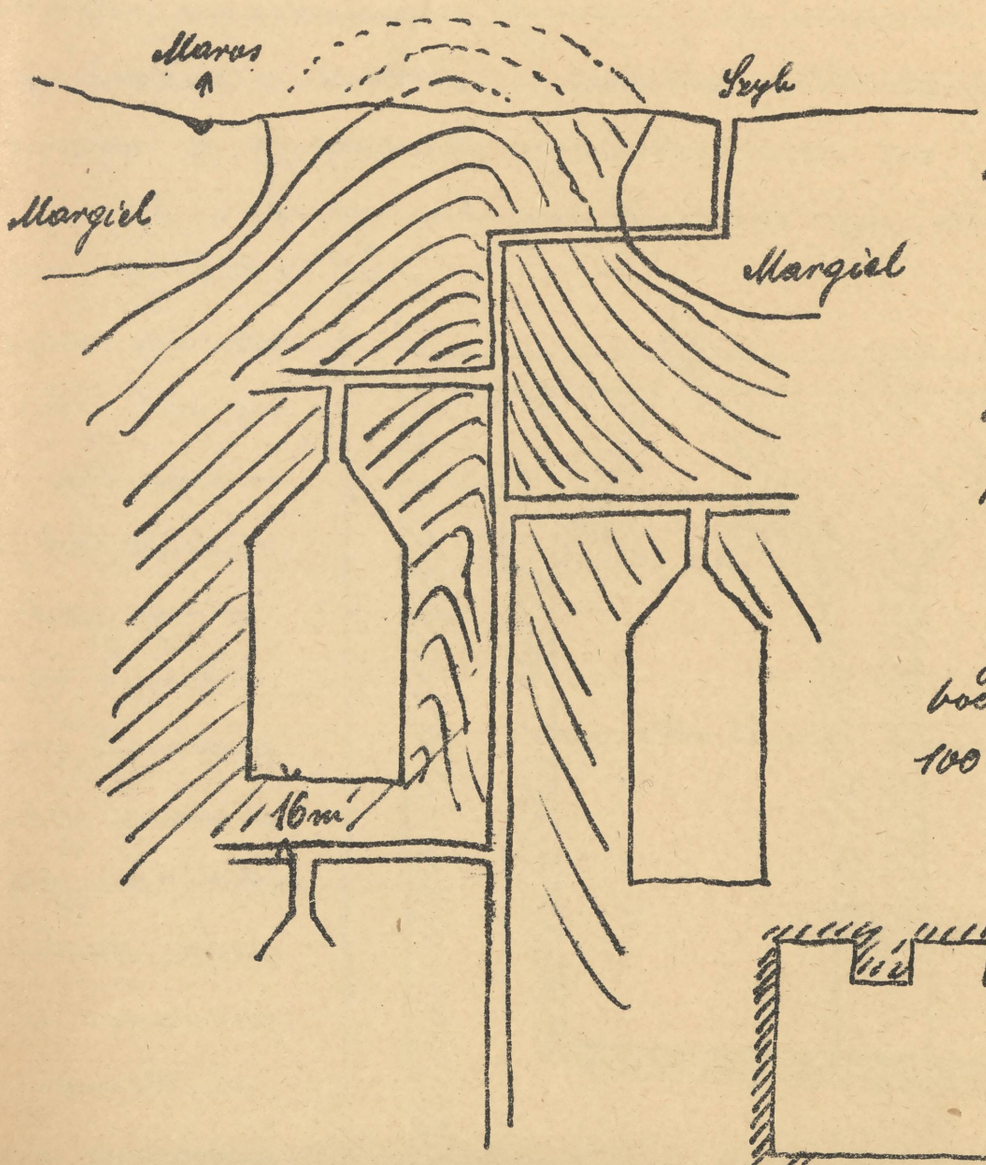
Robotnik oddaje w 9 godzinny szychcie w przeciętnie 60 q soli i to w chodnikach 18·5 q przy wtonie w dolnej ławie 28 q a w powale 260 q.-

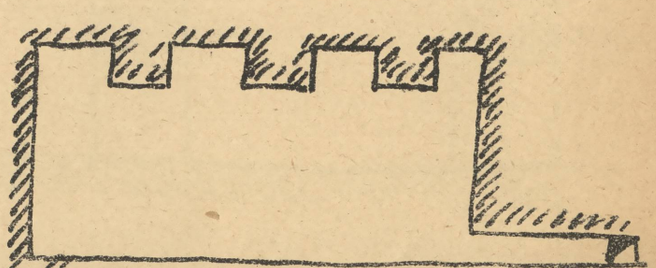
Odbudowa soli na Węgrzech.-

W Węgrzech znajdują się złoża soli w dawnym komitacie Marmaroskim w Akna, Sklatina, Ronaszek, i Szugatag. Sól występuje tutaj masowo. Odbudowa odbywa się w formie dzwonów - dlatego odbudowa ta nazywa się odbudową dzwonową. Przypuśćmy, że mamy masyw solny w górze, wówczas szkolnią przejeżdża się w głąb pokładu, z której następnie bije się szybiki coraz szersze w formie dzwonu, dochodząc w ten sposób do 140 m szerokości a 100 → 150 m wysokości, głębokości. Złoża solne znajdują się w górotworze składającego się z piaskowców i iłów a na nich leżą pokłady tufu trachitowego.



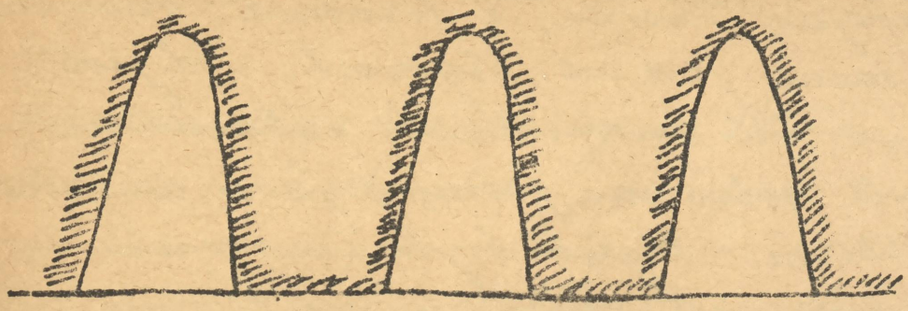
Jedyna warzelnia we Węgrzech jest w Sóvar koło Eperjes.
W Siedmiogrodzie znajdują się kopalnie soli w Maros-Ujvar, Dombna, Parajad, Thorda, i Vizakna. Odbudowa soli tutaj jest taka sama jak we Węgrzech. Sól jest ziarnista, czerwonawo lub niebieskawo zabarwiona.
W Maros-Ujvar bryła soli ma formę jaja o długości 900m a szerokości 500m. W głąb bryła ta rozpościera się na 160m. Sól objęta jest marglem na którym jest piaskowiec a w końcu alluvium. Górna część zmyta jest wodami rzeki Maros, tak że dzisiaj 1→4m gruba warstwa ziemi oddziela bryłę soli od rzeki. Od strony rzeki całą warstwę soli chroni ił, który powstał z marglu, jednakowoż zabezpieczenie to nie jest pewnem. W roku 1875 założono sztolnię 1450m długą w formie pierścienia celem odprowadzenia wody. Do pokładu soli dostano się szybem z którego rozpoczęto odbudowę w zupełnie podobny sposób jak we Węgrzech przy odbudowie drewnowej. Komory tutaj nie mają kształtu okrągłego lecz prostokątny do 230m długości. Oprócz komór głównych są komory boczne dochodzące do 100m długości.





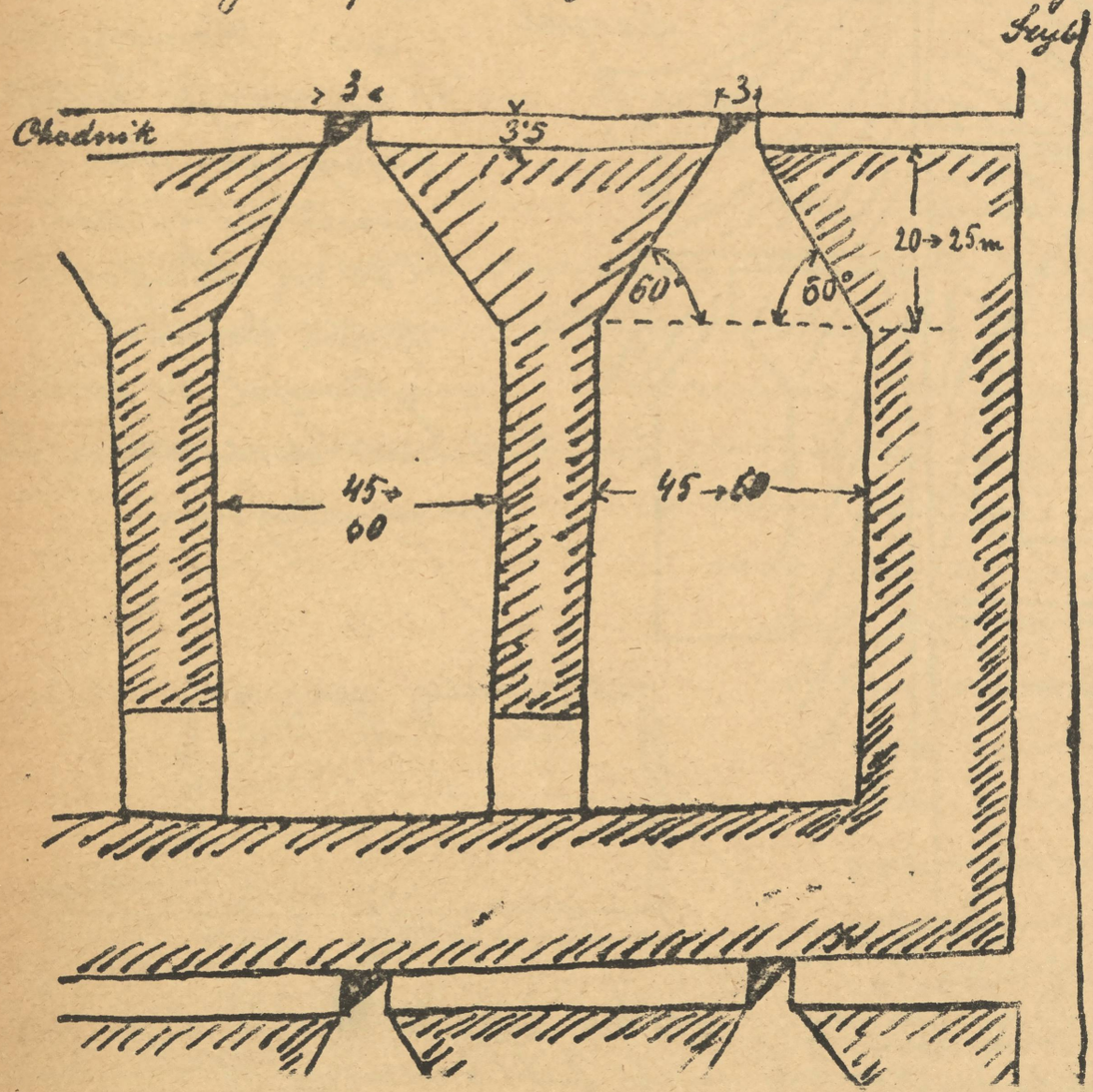
Po wybraniu całej komory przestawia się 16m tamkę. Potem przetłucza się szyb dalej i zakłada się komory niżej lub z drugiej strony szybu.

W Desahna woda wyługowała złoże solne w formie ulów. Prawdopodobnie woda dostała się tutaj pod ciśnieniem i



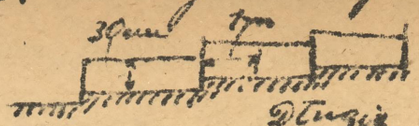
działała na spód więcej aniżeli na górę. Pokład najechano 500 m długą sztolnią z której pogłębiano 20 → 30 m głębokie szyby, rozszerzając je ku dołowi podobnie jak wyżej opisano.

W Rumunji znajduje się sól w Slanić, Doftana, Targu-ocna, Prahova, Ocnele mare. Nadkład i podkład tworzy it z gipsem i anhydrytem. Jest to dalszy ciąg naszych złóż solnych. Iły solonośne tworzą bardzo długą na 140 klm długą a 10 → 14 klm szeroką strefę ciągnącą się aż do Siedmiogrodu. Odbudowa komorowa. Dawniej prowadzono odbudowę dzwonową, dzwony do 60 m średnicy. Obecnie prowadzi się odbudowę podobnie - na wzór odbudowy dzwonowej a mianowicie z szybu pędzi się chodnik na 3 m wysoki a 3'5 m,



z którego robotą odnożną zabiera się sól. Rozszerzając ten chodnik tak, by ściany, jak wskazuje rysunek zawierały ∢ 60° dochodzi się do 20 → 25 m głębokości. Następnie prowadzi się już komory pionowo na dół zachowując szerokość

45 → 50 m. Robota podwożna. W innych miejscowościach kąt nachylenia jest inny.



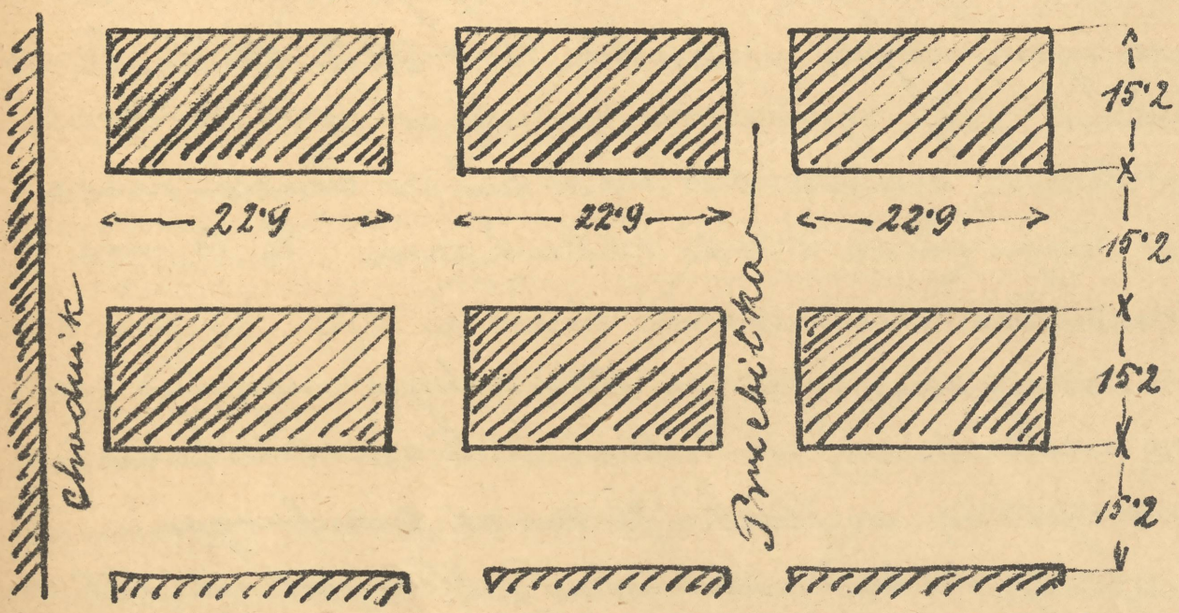
Długie na 2–6 m

Celem dokładnej wentylacji jakoteż lepszego wywozu urobku połączone są komory na dole chodnikiem. Sól produkuje się tutaj w 50 kg kawałach. Wielce pomocnem jest tutaj szramowanie kilofem lub maszynami. W jednym dniu przy 8-ej pracy może jeden robotnik 30 ton soli w formie kostek uzyskać. Robota postępuje bardzo szybko. Sól jest nadzwyczaj czystą i zawiera 98 → 99 % Na Cl. Towarzyszą natomiast gazy, zgromadzające się w soli porowatej. 1 kg soli ze Stanič zawiera 0·14 → 0·68 cm³, w Ocnele-mare 0·10 cm³ a w Targu-ocna 0·71 do 1·22 cm³ gazu. Są to więc zawartości znacznie wielkie.

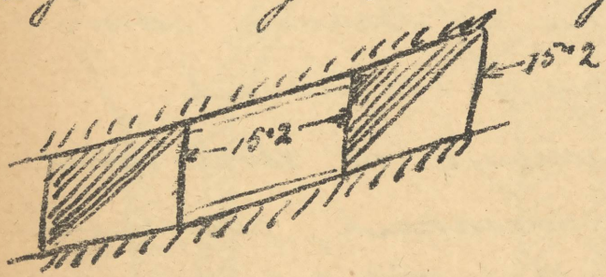
Rosja: Olbrzymie bogactwa złóż solnych znajdują się w Ornburgu, Astrahanie, w Bahucie i Trans-kaukazie. Największe z tych są w Ilekt – 70 km od Adenburga. Przestrzeń zajmuje 3 km² powierzchni. Złoże jest na 130 m grube a zapas soli przeszło 150,000.000 ton. Sól jest bardzo czysta – zawiera 99% Na Cl – przerośnięta jest 3-ma warstwami cienkiego czerwonego iłu i gipsu. W gubernji astrahańskiej w Czabaczaczi jest złoże solne 3 klm długie, 1 klm szerokie i 85 m grube. W Brjańsku w Bahucie odkryto w roku 1876 złoże solne o poważnych rozmiarach. W gubernji Jakaterynosławskiej odbudowuje się złoże solne w 8-miu, 10-cio i 15-to metrowych przodkach, pozostawiając 5 metr. szerokie filary. Koło Bahutu obok kopalni w Brjańsku znajdują się kopalnie soli jeszcze w Hartambówce, Peter-Wełyki, Nowaja-Wieliczka, koło Bojarówki w Dehouskaja i w Sidenko. W Trans-kaukazie złoża solne wychodzą na powierzchnię a w Rosji azjatyckiej uzyskuje się sól ze źródeł słonych i jezior.

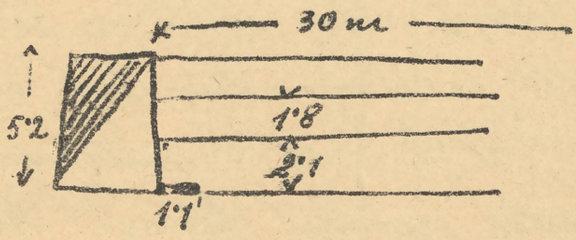
Ameryka: Sól tutaj występuje w formacji permskiej. Do jednych z ważniejszych kopalń soli jest kopalnia soli w Kauzas. Rozciągłość pokładu jest nieznana a szerokość

na 113 km o grubości 122 m. Górotwór składa się z pasów soli, łupku, wapienia i gipsu, tak że pojedyncze pokłady soli wynoszą 6 m. Analiza tej soli wykazała zupełny brak bromu. W okolicach jednak występują liczne solanki bromu zawierające – świadczy to o tem, że solanki te zupełnie z innych pokładów pochodzą. Głębokość szybów w kopalni soli w Kauxas wynosi 328 m. Szybem przejechano 14 pokładów soli godnych do odbudowy. Odbudowa filarowa. Chodniki odbudowy są 15·2 m szerokie a 5·2 m wysokie.



Zakłada się je w odległości 15·2 m od siebie. Do popędzie takiego chodnika na długości 22·9 m tąży się je poprzecznemi, przecinkami, dla przewórki i wentylacji, tak że pozostawia się filary 15·2 szerokie a 22·9 m długie a 5·2 m wysokie. By uniknąć niecystego płonu nie dostały się do soli





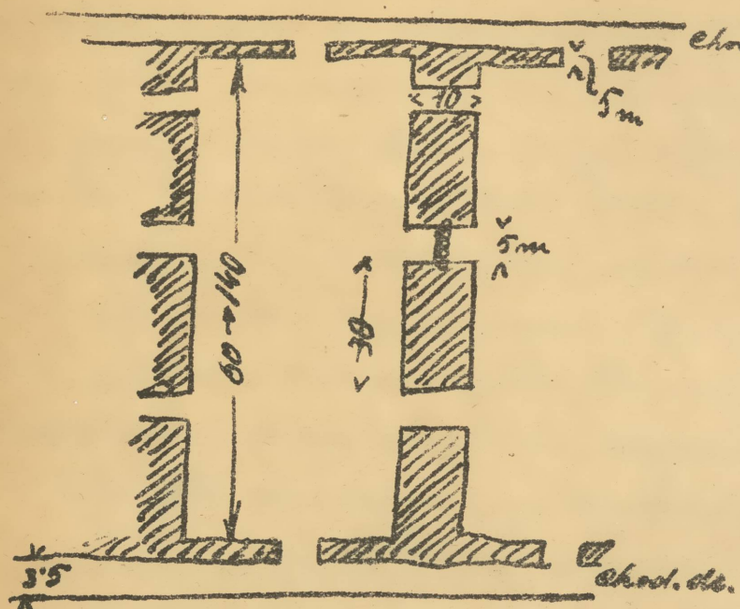
pozostawia się na stropie warstwę soli 0·3 m grubą a w spągu 0·1 m grubą. Strop jest bardzo wytrzymały tak, że w całej kopalni nie ma obudowy. Urzyskanie urobku odbywa się w ten sposób, że się najpierw sól na 1·1 m podszramuje, poczem wierci się dziury 1·5 m głębokie. Dziur takich jest 22 → 27. nabija się je 20% nitrogliceryną i strzela. Z jednego takiego przodka w jednym dniu przy 8 ludziach pracy dostaje się 4500 q soli. W ten sposób powstaje wałan spągowy na 2·1 m wysoki. Następnie zakłada się w spągu nowe

otwory i strzela się 2 gą ławicę 1·5 → 1·8 m grubości. Gdy tą drogą ujdzie się mniej więcej 30 m wybiera się jeszcze dalszą część stropu na 1 m grubą. Dziury wierci się maszynkami systemu Flottmana, zgęszczonem powietrzem. Sprawność tych maszyn dochodzi do 30·5 m na godzinę

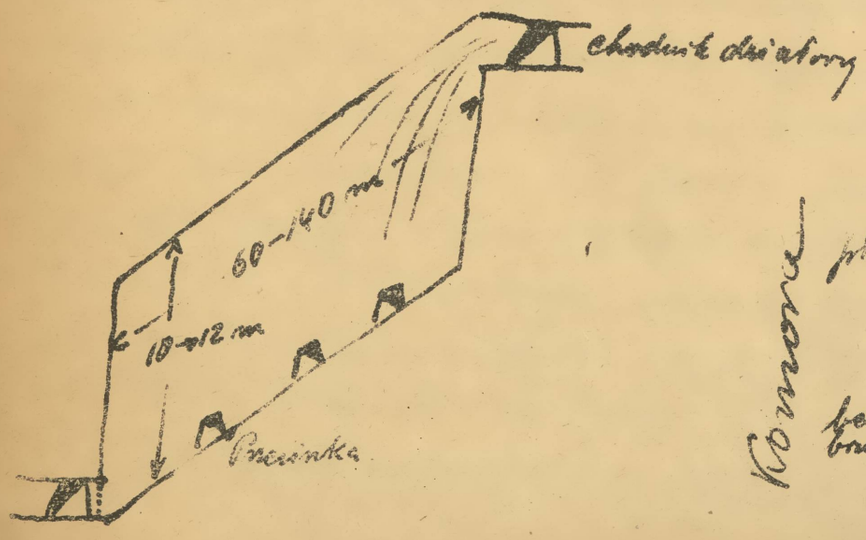
Zabezpieczenie części odbudowanych.

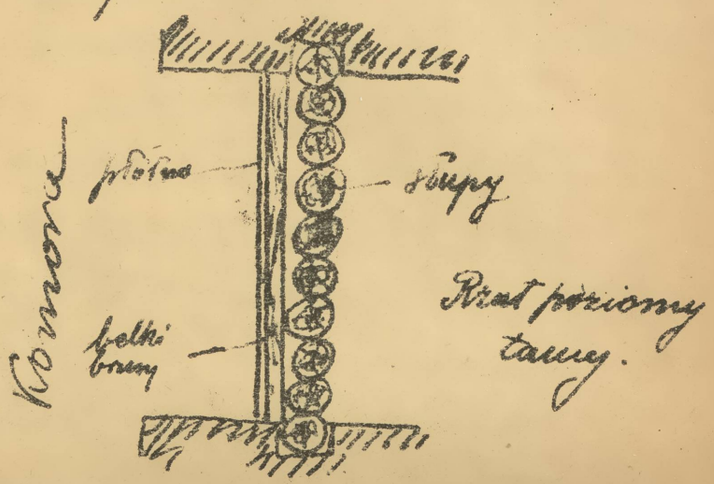
Chociaż przy odbudowie pozostawia się filary, to te tylko do czasu mają swoją dobrą wytrzymałość. Sól spiżowa n.p. w Wieliczce z czasem sama pęka i odlatuje w wielkich kawałkach, dlatego też solne miejsca zabezpiecza się przed zawaleniem podsadzką. Podsadzkę taką uskutecznia się albo materjałem suchym albo przez podsadzkę płynną. Materjał suchy sprowadza się szybami lub otworami wiertniczemi do kopalni a następnie rozwozi na miejsce przeznaczenia. Podsadzkę płynną odpowiednio sporządzoną sprowadza się zupełnie tak samo jak w kopalniach węgla a więc całym szeregiem rur z powierzchni odrazu na miejsce przeznaczenia. Przy węglu do podsadzki płynnej może być użytą woda czysta, gdy tymczasem przy soli nie, bo woda sól rozpuszcza. Do celu tego używa się odpowiednich rozczynów, takich jednakowoż, by soli nie rozpuszczał a więc ~~by~~ rozczyn taki musi być solanką zupełnie nasycony. Trudniejsza jest sprawa z płynną podsadzką w kopalniach soli potasowej. Doświadczenia poczynione w kopalni soli w Stassfurcie wykazały, że ług chlorku magnezji o niżej podanym składzie zmięszany z piaskiem i gliną o ciężarze gatunkowym 1·27 nie zawsze nadawał się do podsadzki płynnej. Skład ługu następujący: Cl — 24·7, MgO — 14·91, SO_3 — 2·2, $MgCl_2$ — 32·71 i KCl → 1. Ług spływał pod ciśnieniem 3 → 5 Atmosfer. Stosunek materjału rozpuszczonego do ługu był 1 : 1·66. Tamy mimo wszystko zostały obługowane tak że musiano zaprzestać dalszych doświadczeń. Dopiero w kopalni Bricherode po długich próbach udało się zastosować do płynnej podsadzki ług, który się w najgłębszem miejscu kopalni z miejsc zasadzonych odpadkami z fabryki soli twardej zbierał. Ług miał następujący skład: KCl — 12·30, NaCl — 22·37, $CaCl_2$ — 1·60, $MgCl_2$ — 1·60, $CaSO_4$ — 0·17, ciężar gatunkowy wynosił 1·23. — Dopełnienie tego ługu

dokonywało się wodą. Ług ten nadawał się szczególnie do podsadzki soli twardej. Soli twardej używa się we fabryce chlorku potasu. Urządzenia na powierzchni takie same jak przy węglu. Używano rur Mannesmanna o średnicy wewnętrznej 180 m/m a zewnętrznej 203 m/m. Ciśnienie w rurach dochodziło do 60 Atm. Rury używane na powierzchni do podsadzki płynnej były wypróbowane na ciśnienie 150 Atm. a w chodnikach na 80 Atm. Odbudowa soli twardej jest komorowa. Grubość pokładu wynosi 12 m – uławicenie dosyć poziome, bo wynosi 8 → 10° upadu. Komory pojedyncze od 60 → 140 m długie w kierunku upadu pokładu a 12 m szerokie, wysokie na grubość pokładu. Szerokość filarów ochronnych wynosiła 10 m a w odstępach co 30 m przecinki 3'5 × 2 a obok chodników działowych pozostawia się 5 m grube filary.



Jeżeli mamy taką komorę podsadzką płynną założyć, musimy we wszystkich przecinkach postawić tamy złożone ze stempli, brusów, i materji płóciennych. Płótno służy tutaj jako filtr i jest umieszczone od strony komory, którą mamy podsadzką założyć. Zasyp wprowadza się chodnikiem działowym górnym, który spływa w dolną część komory i nader szybko się osadza, tak, że już po kilku godzinach jest tak twardy, że można po nim chodzić.





Rzut poziomy tamy.

Zupełna odbudowa komory trwa 3 do 4 miesięcy. Po odpłynięciu ługu zasyp nieco się kurczy, pozostawiając między ścianami szczelinę na dłoń szeroką. Jest to w tym wypadku nader korzystne, gdyż szczelinami temi swobodnie woda z górnych części może odpływać. Po zasypaniu jednej komory przystępujemy do podsadzki w drugiej, przyczem przeciwki drugiej komory muszą być tak samo jak poprzednio oddzielone tamami. Na 1 m³ podsadzki płynnej przypada 20 g. pozostałości fabrycznych - natomiast na 1 m³ podsadzki suchej zatłoczonej ręcznie wypada 15·33 g. Widzimy z tego, że użycie odpadków fabrycznych do podsadzki płynnej jest o 1·3 razy korzystniejsze niż przy podsadzce ręcznej, suchej. Spływający z komór ług odprowadza się do niżej położonych stanych komór lub do odpowiednio urządzonych obok rybów rezerwowarów, z których znowu czerpie się ług do sporządzenia nowej podsadzki. Koszta całkowitego urządzenia przy podsadzce płynnej a więc na kopalni i na powierzchni wynosiły przed wojną 83000 Mk niemieckich. Koszta ruchu w perjodzie pół-rocznym 18000 Mk. niemieckich. W tym czasie t.j. w czasie pół roku zamulono 25·200 ton - koszta przeto 1 tony wynosiły 25 fenigów. By proces zamulania odbywał się racjonalnie musimy zważać: 1. by jednostajnie nakładano mieszaninę do podsadzki a więc by w leju była jednostajna masa, 2) by strumień podsadzki wypływający z leja był zawsze jednolitą masą, 3) by nakładanie materjału do zamulenia było tego rodzaju - aby sprawność przewodu całkowicie wyzyskać. Wszystkie powyższe uwagi odnoszą się do soli twardej.

Sól potasowa - Karnalit -

Przy sporządzaniu ługu do podsadzki płynnej należy uważać, by ług karnalitu nie rozpuszczał. Do tego celu służą końcowe ługi z fabrykacji chlorku potasu (KCl). Tutaj bardzo ważną rolę odgrywa temperatura, która ma wielki wpływ na rozpuszczalność, dlatego ługi te należy prowadzić do kopalni w dzień.

równej temp. kopalni. Skład ługu jest następujący:

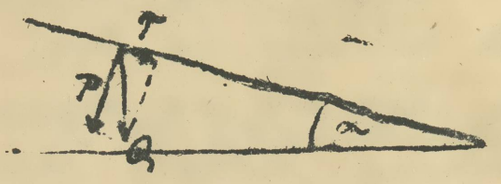
chlorek	potasu	1·2	→ 1·25 %
chlorek	sodu	0·85	→ 1·2 %
chlorek	magnezji	29·5 %	
chlorek	bromu	0·3	→ 0·31 %
siarczan	magnezji	2·22	→ 3·1 %
	woda	65·74	→ 66·14 %

Ciężar gatunkowy tego ługu wynosi 1·313 → 1·319
Ponieważ chlorek magnezji w karnalicie zupełnie rozpusz za się musi być ług min w zupełności nasycony. Również należy uwzględnić ciśnienie, pod którem ług pozostaje w komorach jak również upad pokładu. Przed zaprowadzeniem jakiejkolwiek podsadzki należy zrobić próby jakie ługi mogą być z korzyścią użyte — będzie to już więcej rzeczą chemika jak górnika.

W kopalniach ze stromym upadem pokładów i w kopalniach z twardemi solami można prędzej myśleć o podsadzce płynnej jak w kopalniach z pokładami prawie poziomemi lub ze solami kruchemi, gdyż przy stromym upadzie ług prędko spływa tak, że niema czasu do podmycia filaru. Sól twarda daje po przeróbce około 80% odpadków fabrycznych, natomiast karnalit daje ich zaledwie 25 → 40% — należy więc podsadzkę z odpadków karnalitu uzupełniać piaskiem.—

Jeżeli strop wyrobiska pozbawiony jest podparcia to ruchy w górotworze powodują z czasem obniżenie się stropu. Najlepiej uwidacznia się to tam, gdzie w stropie jest it, który po odbudowie pod ciśnieniem górotworu ugina się i powoli wypełnia próżną przestrzeń. Jeżeli nadkład jest kruchy to ugięcie nie nastąpi - natomiast strop się zawali. Ze zwiększeniem się odbudowy warstwy nadkładowe coraz więcej naprężają się i załamują. Jeżeli nadkład jest uławiony to załam nastąpi ławami. Przy piaskowych górotworach formacji węglowej spostrzega się nad odbudowaną przestrzenią zwężające się ku górze leje w formie dzwonów, które zagrażają zapadnięciem się. W kop. węgla o ile szczególne okoliczności

Ogo nie wymagają nie zapobiega się obniżeniom terenu, natomiast w kopalniach soli trzeba na takie okoliczności baczną zwracać uwagę, bo zachodzi niebezpieczeństwo wtargnięcia wody przez takie szczeliny. Również nie jest rzeczą obojętną jak idzie upad. Siła ciężkości przeciw której działa złoże okazuje się dopiero w swych skutkach po wybraniu danego złoża. Siłę tę Q można rozłożyć na



2 składowe. Jedna T działa w kierunku upadu, druga P w kierunku prostopadłym do upadu. Siła T jest tem większa im upad złoża bardziej zbliża się do prostopadłej a więc partja nadkładu będzie miała dążność zbicia się niejako sama w siebie. Przy płaskiem ułowieniu składowa P będzie większą a więc nadkład będzie miał wielką tendencję do załamania. Załamanie nastąpi wówczas, gdy siła P, która w takim razie schodzi się niejako z siłą ciężkości Q jest większa jak wytrzymałość nadkładu w miejscu odbudowy. Od zjawisk załamania i obniżenia się zależy w wielkiej mierze wybór odbudowy dla soli potasowych. Załamania się i obniżenia się stropu muszą być przy prowadzeniu odbudowy usunięte. Należy przeto odbudowę tak prowadzić t.j. wyjmować tylko tyle złoża, by związek warstw w nadkładzie utrzymać. Najlepiej do tego nadają się odbudowy: stropowa, poprzeczna, komorowa lub przedsobnia czyli pędzenie szeregu chodników. W praktyce wypośrodkowano stosunek wielkości filarów do odbudowanego pola i połączoną stąd stratę w odbudowie.

Gdy stosunek jest	1 : 1·90	strata w odbudowie wynosi		53%
" " "	1 : 1·54	" "	"	65%
" " "	1 : 1·36	" "	"	73%

ale i ten stosunek nie okazał się skuteczny, bo już przy stracie 45% nastąpiło załamanie nadkładu. Jeżeli chcemy wypośrodkować sobie regułę w ogólnem znaczeniu to musimy uwzględnić: 1) wytrzymałość soli na ciśnienie w filarze 2) zapad złoża, 3) wysokość ciśnienia nadkładu. Doświadczenia poczynione w tym kierunku wykazały

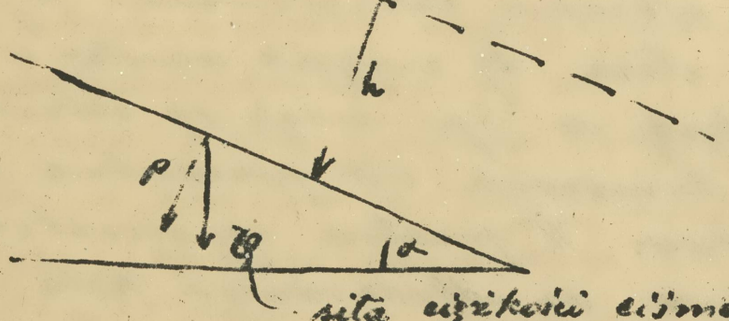
następującą przeciętną wytrzymałość:

Stara sól	475 kg/cm²	Sylwinit	450 kg/cm²
Sól z rejonu kieserytu	410 kg/cm²	Młodsza sól	410 kg/cm²
Karnalit	310 kg/cm²	Anhydryt	1100 → 1200 kg/cm²
Kainit	435 kg/cm²		

Próby te wykonano prasą hydrauliczną – zrobiono z poszczególnych gatunków soli cylindry 7·1 cm wysokie o średnicy 7·5 cm – tak że powierzchnia ściskanego górny lub dolny wynosiła 50 cm². Prasa wskazywała ciśnienie na 1 cm². Do prób brano sól ze środka pokładu, tak aby jak najmniej zawierała wody. Bloczki owe obcinano piłką i obrabiano na tokarce ewentualnie heblarce – potem obciągano je lakiem i wkładano do puszek szczelnie zamkniętych.

Zastosowanie w praktyce:

Celem wyznaczenia wymiarów filaru podtrzymującego strop, musimy znać wytrzymałość soli na ciśnienie, głębokość w którą się odbudowę prowadzi i upad pokładu. Oznaczmy sobie przez K dopuszczalne obciążenie filaru soliego na 1 cm², i stosunek przekroju filarów do powierzchni odbudowanego pola, t powierzchnię którą filary dźwigać muszą, h miąższość nadkładu, γ ciężar gatunkowy nadkładu, a upad pokładu



siła ciężkości ciśnienia filaru = $\frac{f.h.\gamma.}{10}$

P – składowa ciśnienia filarowego = $\frac{f.h.\gamma. \cos\alpha}{10}$

$f.f.k = \frac{f.h.\gamma.\cos\alpha}{10}$

$f = \frac{h.\gamma.\cos\alpha}{10.k.}$

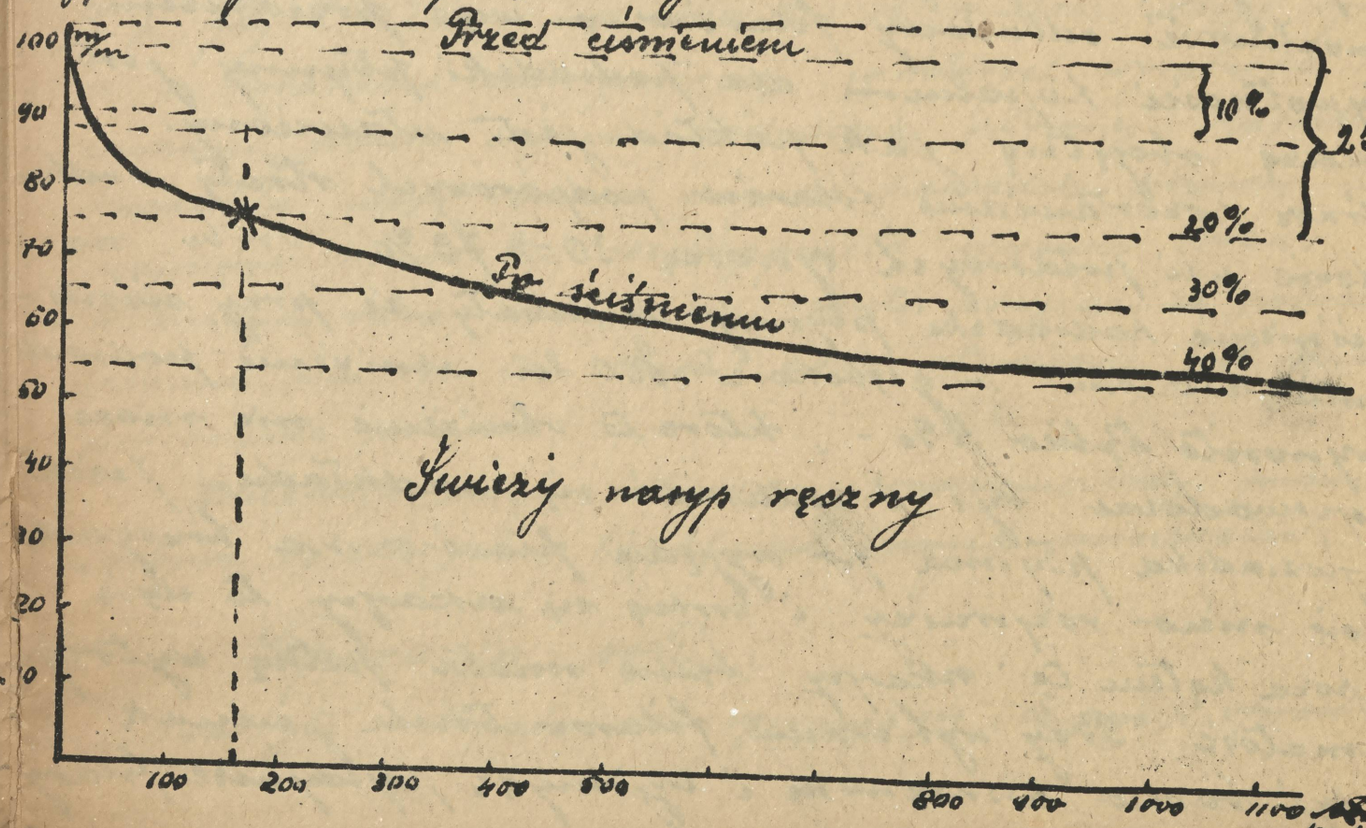
Dzielimy przez 10, przez co sprowadzamy równanie do systemu jednostkowego.

gdy a. γ. k = 450 kg/cm², h = 0·20 m, γ = 25 i α = 10°

(według tabelki dla Sylwinitu)

$f = \frac{6.0.2.5.0.985}{10.450} = 0.35$ – t.z. że suma przekrojów wszystkich filarów musi wynosić najmniej 35% całej odbudowanej

powierzchni, by filary mogły unieść ciężar nadkładu bez zata-
wania się. Podsadzka ręczna ma na celu podparcie
stropu i wywarcie bocznego ciśnienia na filary, przez co
zapobiega się usunięciu i zatamaniu się tychże. Przy
upadzie 60° i wzwyż zsuwa się podsadzka samoczynnie
na mocy swego własnego ciężaru. Skoro jednak upad
pokładu jest mniejszy podsadzka nie zsuwa się sama
ponieważ tarcie na spągu jest zbyt duże. Jeżeli wskutek
odbudowy następuje ciśnienie górotworu przy ułożeniu
podsadzki i n.p. wskutek tego wielkiego ciśnienia - zatama-
nie filarów, wówczas ciężar nadkładu spocznie na podsadzce
która się o pewien % zciśnie, bo podsadzka była ręcznie
za mało luźno usypaną. Gdy zaś jest ułożenie strome
ciśnięcie się nasypu nastąpi w kierunku prostopadłym
pod własnym ciężarem, który nie może spowodować
obniżenia się nadkładu. Doświadczenia wykazały w ja-
kiej mierze takie ciśnienie lub sprasowanie nasypu
następuje. Świeże pozostałości z fabryki włożono do
stalowych cylindrów i ubijano je, obciążając hydraulicz-
nie. Okazało się że n.p. przy głębokości 650m ciśnienie
stropu wynosi w naszym niekorzystniejszym wypadku 165 atm.
Pod tym ciężarem nastąpiłoby zciśnięcie się nasypu o
5% swej grubości - a więc o ¼ część, zanim by dany
nasyp mógł strop podtrzymać.

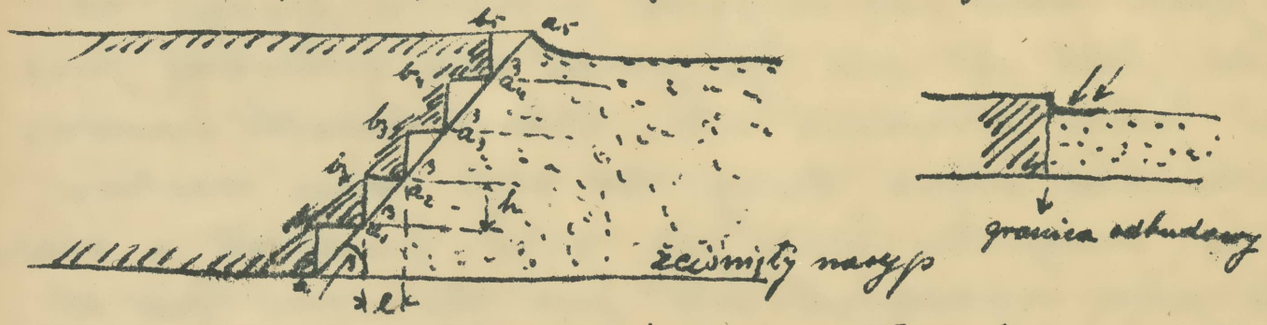


Świeży nasyp ręczny

Wykres ten przedstawia obniżenie się świeżego nasypu ręcznego pod ciśnieniem. Jeżeli jest odbudowane złoże kainitu n.p. na 25 m grube a pole wybrane zasadzone jest podsadzką to na podstawie powyższych wywodów obniżenie się nadkładu a 25% a więc o 6.25 m wystarcza na wytworzenie się rys i załamań a przez to na sprowadzenie wody do kopalni. O podsadzce ręcznej można powiedzieć, że ma ona racjonalne zastosowanie tylko w złożach o upadzie większym jak 50° do 60°. Przy upadzie mniejszym jak 50° lub prawie poziomym podsadzka ręczna nie odpowiada celowi.

Podsadzka płynna musi wszystkie wolne miejsca wypełniać i nie powinna swej objętości po zasadzeniu zmieniać. Aby podsadzić 1 m³ wolnego miejsca potrzeba n.p. przy podsadce płynnej 18 q materjału przy podsadzce ręcznej zaś 13.5 q. Podsadzka płynna zasadza 90% objętości wolnego miejsca – podsadzka ręczna najwyżej 70% tej samej objętości. Podsadzka płynna po zasadzeniu zmniejsza swą objętość tylko o 1% – co nawet przez dalsze dopuszczenie płuczki może być w zupełności wyrównane, przy ręcznej podsadzce jakiekolwiek wyrównanie tejże jest niemożliwe, bo miejsca są niedostępne. Dalsze korzyści podsadzki płynnej są: zmniejszanie kosztów i ruchu następnie możliwość odbudowy filarów a więc przedłużenie żywotności kopalni – dla podsadzki płynnej jest rzeczą obojętną jak pokład jest uławicony. Przez pozostawianie filarów podporowych straty w odbudowie soli potasowych wynoszą 30 → 70%. Próby na ciśnienie podsadzki płynnej wykazały, że przy ciśnieniu 150 Atm. w głębokości 800 m obniżenie podsadzki wynosiło tylko 4% –, które to obniżenie nie może spowodować rys i załamań się nadkładu. Jeżeli podsadzka płynna po wyjęciu filarów na brzegach się nieco rozpruszy i zrobią się szkarpy to część poza kątem tej szkarpy będzie miała pełną wytrzymałość. Przy wybieraniu filarów trzeba jednak być bardzo ostrożnym i wyjmując pojedyncze filary

należy obserwować ewentualne tworzenie się rysów i obniżenie się nadkładu przez czas dłuższy. Dopiero na podstawie tej obserwacji można o ile nie następuje zatamowanie się nadkładu lub obsunięcie się juz założonej podsadzki do systematycznej odbudowy bez filarów. Kegel, który się tem specjalnie zajmował poleca odbudowę bez filarów bezpieczeństwa i bezpośredniego zamulania. Przedewszystkiem chce on ominąć na granicy odbudowy większe zagięcia nadkładu.



Należy więc tak odbudowywać, aby nadkład tylko o małą część mógł się obniżyć. Od a do a_5 nadkład podtrzymywany jest przez podsadzkę, a zniżony jest tylko o tyle o ile ta podsadzka się zeszęła. Przesięcie się nadkładu ma miejsce tylko między brzegami pojedynczych pasów odbudowy – więc b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 i jest tem większe, im większy będzie stosunek c:k t.z. odległość pojedynczych kant odbudowy do wysokości pasów. Im mniejsze będzie k tem mniejsze będzie niebezpieczeństwo zapadowania się nadkładu. W zasadzie nie bierze się wysokości pasów odbudowy większej jak 6 → 8 m. Najlepiej odpowiada wysokość 4 m. Przy zachowaniu należytego stosunku n. p. gdy k = 2 m, ma mieć c 15 → 30 m. Z tego wynika że w kopalniach soli potasowej, w których wyrobiska mamy zasadnicze, należy używać podsadzki płynnej. Kopalnie kamalitu mogą również używać podsadzki płynnej lecz najpierw musi być rozstrzygnięta sprawa ługu.
W każdym razie można za regułę przyjąć, że podsadzka płynna ma być tem rzadsza, gdzie ułożenie jest łagodne lub prawie poziome.

Wentylacja miejsc odbudowy, tamowanie wody, pracowiska odbywa się tak jak w kopalniach innych minerałów.

Separacja soli.

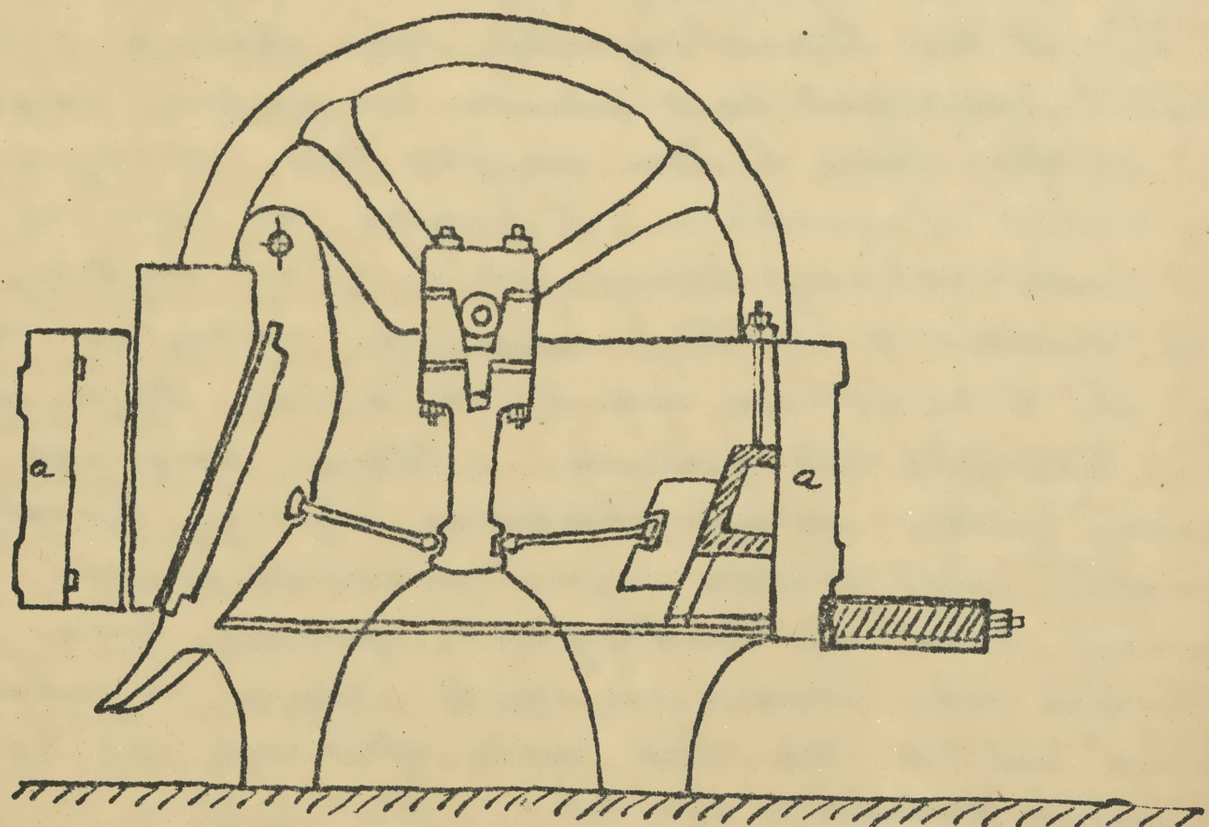
Wydobytą z kopalni sól wysypuje się (kadzie) wprost do

wagonów, jeżeli jako taka ma służyć wprost jako sól jadalna lub w gorszym gatunku dla celów przemysłowych - albo też odsyła się do młynów celem zmielenia na sól jadalną, bydlęcą lub dla celów fabrycznych. Urządzenia młynowe wymagają, by sól wyciągano do wyższego poziomu nad wieniec szybowy. Wózki odpycha się pomostami do wywrotów z których sól wpada na poruszane rusta, gdzie się ją rozdziela według wielkości ziaren. Większe kawałki, które przez rust nie mogą się przedostać spadają do łamaka. Jeżeli sól ma być jeszcze dalej sortowaną przechodzi przez poruszane sita. Większe kawałki wpadają na poruszane długie taśmy lub stoły, gdzie robotnicy wybierają nieczystości solne jak gips - żelazo - it a ruda wpada przez odpowiednie sito pod kamienie lub do innych aparatów mielących.

Pojedyncze części tych urządzeń:

Wywroty - takie same jak przy węglu.

Łamak składa się z pierścienia z lanego żelaza, który



ma z jednej strony stałą część ochronioną pierścieniem a z drugiej strony część poruszającą - paszczę. Między te dwie części wejściowe wchodzi urobek. Obie części zaopatrzone są w żebra a regulacja otworu tych 2 szczęk uskutecznia się za pomocą klina poruszanego śrubą nastawniczą.

Przez podniesienie lub zniżenie się klina zwiększa lub zmniejsza się otwór paszczy. Poruszające się pasma powodują kruszenie się brył solnych. Łamak poruszany jest za pomocą ekscentra i 2 kolana. Celem pokonania tarcia i równomiernego funkcjonowania aparatu znajduje się na osi koło rozpędowe. Na spodzie łamaka znajduje się podciągacz sprężynowy, który służy do złączenia poszczególnych części paszczy i kolan.

Kamienie w młynie są zazwyczaj z granitu lub kamienia kwarcowego o powierzchni zaopatrzonej rowkami, wyrobionemi w różnych kombinacjach. Kamieni jest dwa - górny i dolny (Läufstein i Boden). Kamień dolny 20 → 25 cm grubości jest stale umocowany, górny 45 → 50 cm grubości jest ruchomy. Wyżłobienia w kierunku do osi są głębsze a to dlatego, by wrzucane kawałki lepiej mogły dostać się pod kamień. Wrzucony materjał powinien wpuszczać się powoli. Celem otrzymania mleva o żądanej wielkości ziarn muszą być kamienie odpowiednio nastawione. W środku górnego kamienia jest wpust do zasilania materjałem, który u wlotu zaopatrzony jest rozdzielaczem wrzucającym materjał w kamienie. Wylot znajduje się na obwodzie kamienia dolnego. Średnica tych kamieni wynosi 1 → 1'5 m. Zależnie od ilości obrotów, wielkości kamieni, wielkości ziarna sprawność młynu jest różna. Kamienie o średnicy 1 m przy 42 obrotach na minutę dają 500 kg drobnej soli (mleva) W Wieliczce n. p. kamienie o średnicy 1'264 m przy 100 obrotach na minutę dawały w przeciągu 10 godzin 350 q mleva. Wytrzymałość kamieni przy takiej produkcji dochodzi do 3 lat. Zamiast kamieni używa się także dezyntegratorów i dismembratorów. Służą one podobnie jak kamienie młyńskie do ostatecznego zmielenia soli.

Dezyntegrator składa się ze stożka stalowego obracającego się w płaszczyźnie poziomej. Stożek posiada żebra. Krążek ten obraca się w komorze płaszczu zaopatrzonym również w żebra. Urobek usypuje się do na szczyt stożka, skąd wypada na obwód tegoż, przyczem następuje coraz to większe rozdrobnienie materjału. Na dolnym obwodzie dezyntegratora znajduje się wylot.

Sprawność tutaj wzrasta z ilością obrotów. W Wieliczce n.p. 2 dissyfratory dawały 600 q mlewa przy 10 godzinnej pracy w 1 dniu. Jeżeli dissyfrator daje 100 q na 1h wymiana tarcz musi nastąpić mniej więcej co 6 miesięcy.

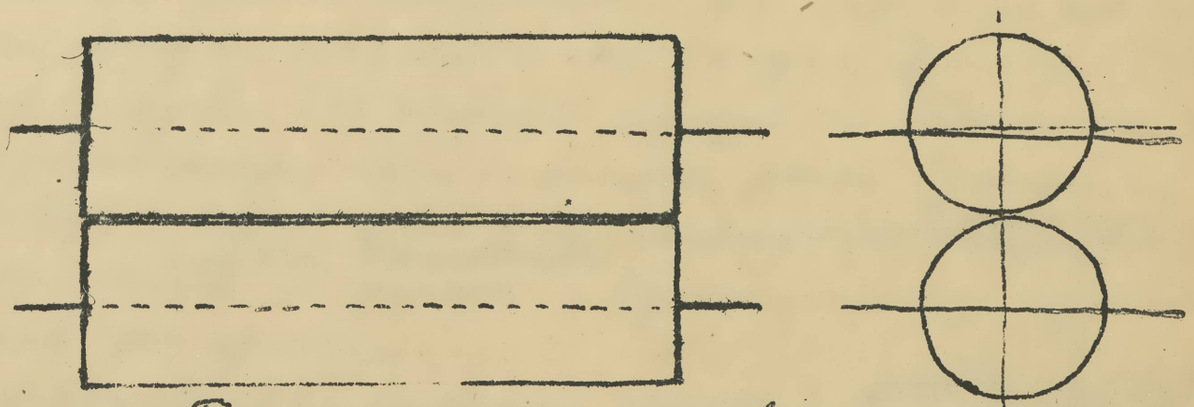
Dismembratory są pojedyncze lub podwójne. Pojedyncze mają jedną stałą i jedną ruchomą stojącą tarczę. W tarczach na obwodzie osadzone są sztyfty 1 cm grube ułożone koncentrycznie. Zasilanie odbywa się za pomocą leja pod którym znajdują się walce rozdzielcze i lutni z której sól wpada z boku w okolicy osi tarczy stałej. Przy obrocie tarcz sztyfty chwytają urobek, który między sztyftami przez tarcie zostaje silnie rozdrobniony. W dolnej części znajduje się wylot.

Dismembratory mają podwójne, 2 tarcze środkowe ruchome. Na zewnętrznych stronach zaopatrzone są sztyftami, naprzeciw których znajdują się tarcze stałe ze sztyftami tworzące płaszcz aparatu. Tarcze te są zwykle o średnicy 650 m/m i dają w 10 godzinach pracy przy 500 → 800 obrotach na minutę 600 → 700 q mlewa. Zasilanie dissyfratorów i dismembratorów uskutecznia się przez siła ruchome, drgawkowe, by urobek dochodził jednostajnie i równomiernie do aparatu jak również by obce części (żelazo) do aparatu nie wpadały. Ponieważ części żelazne jak gwoździe, szpice kilofów mogą aparat silnie uszkodzić umieszczone są pod siłami silne magnesy, które wszystkie zanieczyszczenia żelazne przyciągają a temsamem uchraniają aparaty od ewentualnego uszkodzenia. By sprawność 4 dismembratorów była tego rodzaju, aby w 1 godzinie dawały 10000 kg mlewa potrzeba jako siły napędowej dla każdego aparatu po 15 K.

Pośrednim aparatem, służącym do mielenia soli, jednak nie na miał, jest młynek. Składa on się z 2ch stożków. Jeden jest wewnętrzny, ruchomy z żebrami a drugi stale osadzony, odwrócony również ze żebrami. Stosownie do żądanej grubości mlewa można stożki odpowiednio śrubami nastawiać.

Innym aparatem służącym albo do uzupełnienia głównego tamaka lub do drobnego mielenia są walce.

Jeżeli walce spełniają pierwszą funkcję a więc niejako zastępują tamak (Vorbreckwalzen) mają na swej powierzchni odpowiednio wyżłobione rowki lub naradzone nosy. Gdy służą do ostatecznego zmielenia natenczas powierzchnie są albo z bardzo drobnemi rowkami lub zupełnie gładkie. Walce do drobnego mielenia dają bardzo ładny produkt, bo ściskając kawałki soli powodują jej rozpryskiwanie a nie mielenie na pył. Używa się ich przeto tam gdzie chodzi o ładne ziarna. Są jednak, dla swej małej sprawności mniej w użyciu. Urządzenie pojedyncze składa się z 2 cylindrycznych walców spoczywających w silnych osiach stalowych, których łożyska leżą w sprężynowych strzemionach, tak że za pomocą ekscentru łączącego oba strzemiona można walce odpowiednio zbliżać lub oddalać. Wpadające części żelaza, wskutek tego urządzenia, nie mogą uszkodzić aparatu, bo walce pod działaniem ekscentrów mogą się wrazie potrzeby od siebie oddalać. Przy walcach, o średnicy 400 m/m u długości 600 m/m sprawność w 1 h wynosi 200 g przy zapotrzebowaniu 14 HP. –, o średnicy 400 m/m – długości 1000 m/m – sprawności 300 g – zapotrzebowanie 22 HP. –, o średnicy 400 m/m długości 1300 m/m – sprawności 400 g – zapotrzebowanie 30 HP.

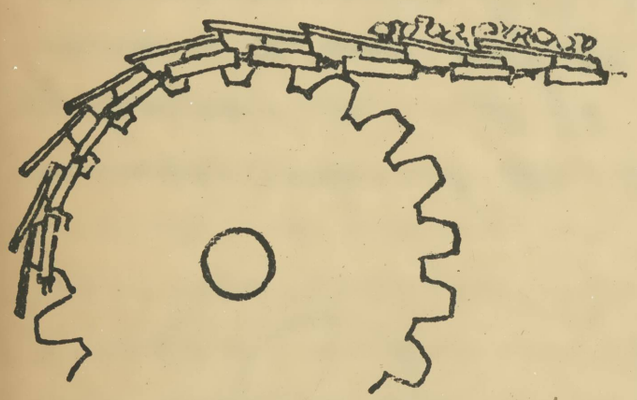


Młynek Titana służy do rozdrobnienia materyału na drobne kawałki lecz nie na pył. Zowie się on także młynem młotkowym (Hammermühle). Urządzenie jego polega na tem, że młotki sprężynowo na osi umieszczone uderzają urobek i rozdrabniają go, który następnie opada na ruszt. Aby wielkość ziarna można było regulować, ruszt jest tak urządzony, że otwory jego przez wymianę lamel żelaznych można odpowiednio

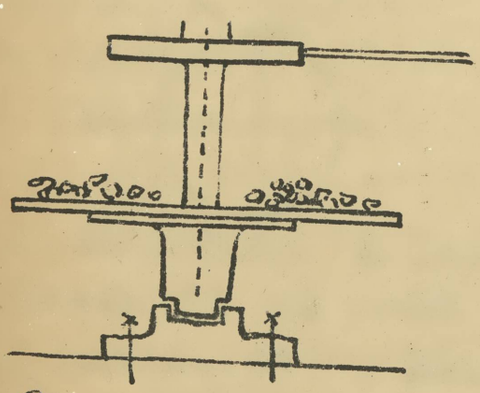
do życzenia zmniejszać lub zwiększać. Ruszt jednym końcem jest zawieszony a drugim końcem wolno osadzony na płycie, która wrazie oporu łamie się. Przez tego rodzaju urządzenie ruszt jest zawsze zdolny do uchylenia się od uszkodzenia. Młynki takie robi się zwykle o 650 → 1200 obrotów na minutę a sprawność dochodzi 8 → 10 ton na godzinę. Zapotrzebowanie w siłę HP dla młynków młotkowych przedstawia się następująco:

przy sprawności	8 → 12 ton	na 1h	potrzeba	10 → 15 HP
"	"	15 → 25 "	— " —	— " —	20 → 30 "
"	"	35 → 50 "	"	"	30 → 40 "
"	"	50 → 60 "	"	"	50 → 60 "

Dalszemi urządzeniami są przebieradła taśmowe lub stołowe. Umieszczone są zwykle obok łamaka, gdyż urobek z łamaka przedostaje się na te urządzenia a mają na celu wszelkie zanieczyszczenia ze soli usunąć. Używane są we formie obracających się w poziomej płaszczyźnie taśm lub stołów.



Przebieradło taśmowe



Przebieradło stołowe

Do przeniesienia urobku z niższego poziomu na wyższy używa się elewatorów. Są to naczynia umocowane na łańcuchu bez końca lub pasie. Do transportu soli w płaszczyźnie poziomej służą ślimaki lub śruby transportowe. —

wysokość nasypu w m/m

Dla lepszego zorjentowania się - w jakim porządku po sobie dostaje się urobek na odpowiednie aparaty podaje się następujące przykłady pojedynczych urządzeń młynowych. Wydobytą z kopalni sól (wózkami) wrzuca się do wywrotów, skąd spada do miejsc wysypu do łamaka. Z łamaka przechodzi urobek na taśmy lub stoły do przebierki - potem do młynka słożkowego, na sita drgawkowe, do dissyfratorów lub dismembratorów a wreszcie śrubą transportową do magazynu. W takiem urządzeniu przy użyciu 2 dissyfratorów lub dismembratorów i przy sprawności 600 → 700 q w 10 godzinach potrzebnem jest 50 HP.

Inny rodzaj urządzenia. Z wywrotu dostaje się sól do łamaka, następnie między walce, stąd pod kamienie a w końcu do magazynu. Kamienie o średnicy 1264 m/m przy sprawności 700 q w 10h potrzebują siły 50 HP. -

albo - Z wywrotu do łamaka, stąd na stół do przebierki - następnie do młynka słożkowego, 2 dissyfratorów lub dismembratorów a wreszcie śrubami transportowemi do magazynu. Zapotrzebowanie w siłę HP jak przy poprzednich urządzeniach.

Celem oznaczenia zawartości potasu w mlewie kainitu należy regularnie brać próbę, którą bierze się albo z elewatora albo z dissyfratora. Sól do celów próbnych wpada osobnym przyrządem do skrzyni zbiorowej. Z dziennych próbek o wadze 250 gramów zsypuje się mlewo do zamkniętego szklanego słoja codziennie przez tydzień. W ostatnim dniu tygodnia miesza się wszystkie próbki razem i dopiero z tej mięszaniny wybiera się część do analizy.

Mięszanie soli środkami denaturacyjnemi odbywa się przed drobnem zmieleniem soli. Jako środek do tego celu używa się u nas dla soli bydlęcej ¼ % tlenku żelaza i ½ % piołunu. Zamiast piołunu dają także proszek z węgla drzewnego. Do soli nawozowej dodaje się 1% sadzy. Do soli dla przemysłu dodaje się 1 → 1¼ % tlenku żelaza lub rudy manganowej a także 1¼ → 1½ % witryolu żelaza

lub 12 → 15% soli glauberskiej zależnie od tego do jakich celów ma się tej soli używać. Oprócz tych jest jeszcze wiele innych środków w użyciu.

W Ameryce używa się urządzeń młynowych składających się z poruszalnych rusztów i łamaków, walców i sit. Urządzenia te dają ziarna rozmaitej grubości, 12 m/m, 6 m/m, 3 m/m i 1·5 m/m. W niektórych młynach amerykańskich są ustawione ekshaustory – przyrządy mające na celu nadanie ziarnom soli ładniejszego wyglądu. Zawierają one pył z mlewa, który ziarnu nadaje wygląd matowy.

W niektórych krajach wymagana jest sól bydlęca do lizania. Gdy nie można do tego celu podać soli jako takiej to robi się z miałkiej soli kamiennej lub soli wziętej z warzelni odpowiednie kamienie tak zwaną sól prasowaną. Po daniu odpowiednich środków denaturacyjnych i wody lub solanki urabia się sól, by można ją jak glinę ugniatać. Masę taką wkłada się w formy skąd idzie do silnie ogrzanych pieców, gdzie pozostaje pod wpływem wielkiego gorąca kilka godzin. Kamienie takie rodzaj placków otrzymują odpowiednią wytrzymałość i twardość a ciężar ich dochodzi od 2·5 → 5 kg. Zazwyczaj polewa się je jeszcze solanką i suszy powtórnie przez co placki te dostają wygląd szklisty.

Separacja soli odbywa się także przez topienie. Dzisiaj na większą skalę w Anglji i w Niemczech zastosowane. Sposób ten został przez Anglika Harry Tee wynaleziony. Celem użycia nieczystej soli kamiennej do bezpośredniego użytku jadalnego lub do przemysłu, pominąwszy warzenie soli ze solanek było powodem do licznych prób. – Jeżeli się zważy, że 10 l czyli około 10 kg nasyconej solanki po odparowaniu daje 3·12 kg soli lub gdy nasycona solanka o ciężarze gatunkowym 1·25 zawierająca 26·5 Na Cl daje 25% soli to musimy przyznać, że dążenia te były uzasadnione, tembardziej że zużycie materjału opałowego do warzenia soli jest wielkie. Tak potrzebuje biorąc średnio 1000 oz soli

dobrej jakości około 650 kg a zwykła sól grubo ziarnista 450 kg węgla.

Oprócz zwykłych zanieczyszczeń znajdują się w roz-czynach (solnych) solnych tlenek żelaza i inne połączenia żelaza a także bitumina, które nadają soli różne kolory. Aby więc z takiej solanki otrzymać odpowiedni produkt handlowy potrzeba te zanieczyszczenia oddzielić. Jak wiemy temperatura topienia soli wynosi 776° Cels. W porównaniu do wyższych temperatur topliwości zanieczyszczeń soli dana była możliwość oczyszczenia soli przez topienie. W tym celu zrobił Tee cały szereg doświadczeń, z których okazało się że sól topioną trzeba mięszać, czy to przez wdmuchiwanie powietrza do stopionej masy, czy też w jakikolwiek inny sposób. Po mięszaniu masa musi uspokoić się by nieczystościom dać możność osadzenia się na spodzie. Przez mięszanie soli osiąga się oksydację ciał a z tem też czysty kolor soli. Przy próbach okazało się, że zanieczyszczenia z powodu swej większej gęstości osadziły się na spodzie tygla w zupełnie oddzielnej warstwie. Te doświadczenia dały powód do przeprowadzenia prób na większą skalę. Sól topiono najpierw w piecu Siemens-Martynowskim - a potem wpuszczano ją w dwie naczynia t. z. konwerty, w które się powietrze wdmuchiwało. Konwerty wewnątrz tak były wyłożone, że sól przy nabraniu stałej formy odstawała od ścian konwert, tak że ją po wystygnięciu można było łatwo wyjąć. Przy tych doświadczeniach okazało się, że zanieczyszczenia tworzyły gliniasto lepką masę, która odpływ do konwert utrudniała a więc część soli w piecu zostawiała. Celem usunięcia tego zrobiono w środku pieca pomost, na który poprzednio rozdrobnioną sól przez kilka otworów wrzucano przez co nagromadziła się sól wzdłuż pomostów w formie stożków. Gdy ożki te zaczęły się topić spływała sól pozostawiając zanieczyszczenia, które z górnego pomostu można było usunąć. Stopiona sól spływała na dno pieca a gdy się większa ilość soli nazbierała wpuszczano powietrze w sam piec a nie jak poprzednio w konwerty. Sól stygła bardzo

prędko a po ostygnięciu przechodziła do aparatów młynowych. Według dat uzyskano z 1000 kg węgla około 12000 kg gotowej soli. A więc w porównaniu ze sposobem odparowywania soli jest tutaj większe zaoszczędzenie węgla.

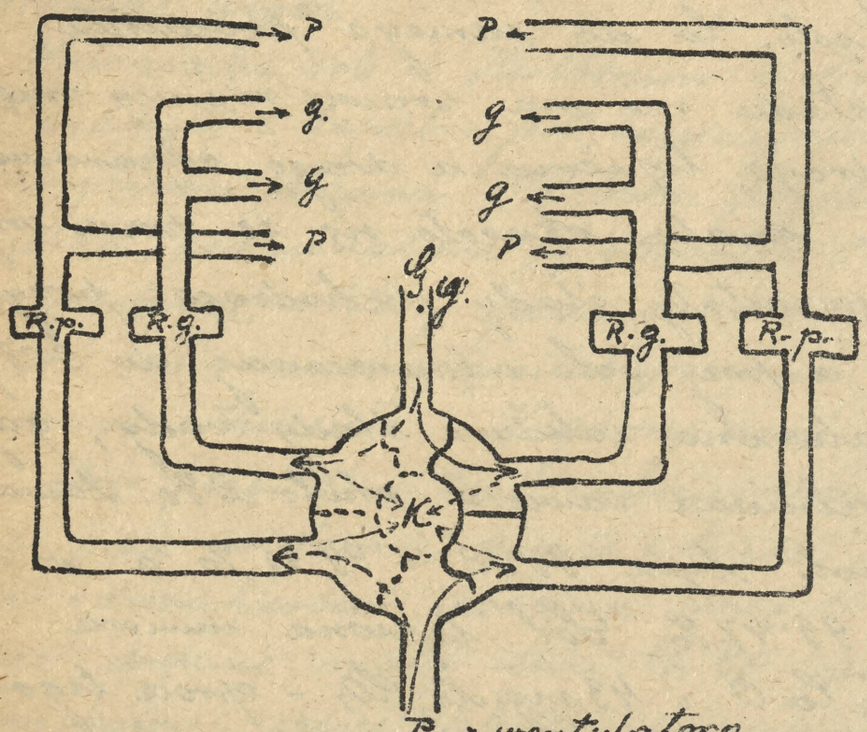
Wytapianie soli w Heilbronn w Niemczech.

Sól wydobyta z kopalni jest zanieczyszczona iłem, anhydrytem i węglanem wapna. Sól taka przychodzi najpierw do tamaka, poczem zabiera ją elewator i wysypuje na taśmę transportową, z której spada do zbiorników t. zwanych silosów, umieszczonych nad piecami. Piece te są podobne do pieców Siemensa. W górnej części pieca wytapia się sól, która pozostawia tam zanieczyszczenia, do dolnej części pieca w formie koryta ścieka sól z górnej części. Przez wdmuchiwanie powietrza przez 15 → 20 minut i przez dodanie małej ilości CaCO następuje oksydacja organicznych części jakoteż wydzielenie się żelaza, glinu i aluminium. Po wydmuchiwaniu pozostawia się masie trochę czasu do osadzenia się na dnie wydzielonych zanieczyszczeń. Z masy tej bierze się próby łyżkami żelaznemi, które wyjęte z pieca chłodzi się w zimnej wodzie. Otrzymane tą drogą soczewki solne okazują z początku wyraźny czarny osad, który przy dalszych próbach zupełnie znika, co jest oznaką, że dopiero wówczas płynną masę można jako czystą wypuścić z pieca. Masę spuszcza się odpowiedniemi żelaznemi rynnami, przyczem temperatura tej masy dochodzi 1000°C. Z rynny spływa do rotacyjnych panew, w których umieszczone są żelazne zgrzebła, w tym celu, by masę rozdrabniały. Masa powoli ostyga, jest piękna, biała i ziarnista. Potem wbija się do tych panew wypychacz w formie pługa, tak że przy obrocie panwi sól wysuwa się i spada na urządzenie transportowe. Sól potem przechodzi przez koniczne sita bębnowe, które dzielą ją na 4 lub 5 frakcji o różnym ziarnie pod względem wielkości, skąd odpowiedniem urządzeniem dostaje się do magazynu. Stosunek wydajności w porównaniu z odparowywaniem soli wynosi 1:6.-

Topienie soli jest również ze względów higjenicznych polecenia godne, bo wówczas sól nie styka się z rękami robotników. Jeden piec przetapia w 24 godzinach 30 → 40 ton soli. Co do samego produktu, jego chemicznego składu nie ma prawie różnicy między solą otrzymaną drogą topienia a drogą odparowania. Według szeregu analiz okazało się, że przez zmywanie 100 gr. soli pozostały ślady dochodzące przy soli stopionej 0·08 gr. a przy soli odparowanej do 0·03 gr. W soli topionej znaleziono zaledwie ślady wody, gdy tymczasem sól warzelniana zawiera około 2%. Zawartość Na Cl w topionej soli była 99·88 → 99·95 % a w soli odparowanej 95 → 99·47 %. Sól topiona zawiera na 100 gr — 28 mgr. Ca O i 43 mgr. $Na_2 CO_3$ — oprócz tego małe ilości gipsu (1·5 g) magnezji i tlenku żelazawo-żelazowego — zaś sól odparowana zawiera 0·36 — 1·24 % gipsu, do 0·5 % K Cl i ślady chlorydów, jak magnezji 46 mg względem wapnia. Sole te są zresztą w tak małej ilości zmięszane, że dla organizmu są zupełnie nieszkodliwe a nawet jak n.p. Ca są zdrowe. Zawartość alkalji w soli topionej dała powód, że z początku wytoczyły się wątpliwości co do jej użycia do celów jadalnych. Jeżeli się jednak zważy, że wystarczy tylko 1 gr. środków żywności, by zawartość alkalji dochodząca do 15 gr w soli topionej zneutralizować, to wobec ilości kwasów jakie w pokarmach codziennych spożywamy, nie odgrywa choćby 20 → 50 krotna dawka alkalji w soli topionej żadnej roli.

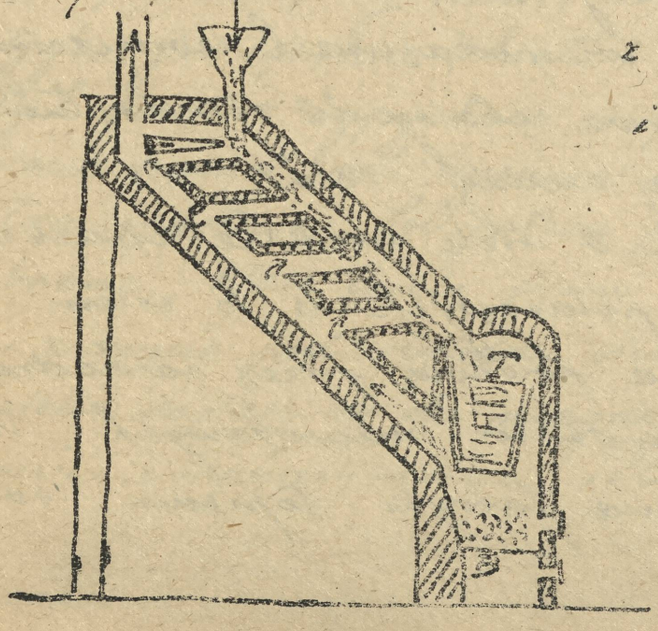
Topienie soli ma o wiele większe znaczenie dla przemysłu soli potasowych a to celem uniknięcia zanieczyszczenia potoków przez odchodzące odpływy z fabryk wyrobów nawozowych. U nas jest zamiar wystawienia fabryki topienia soli

systemem Tee w Borkni. Piece tego systemu ogrzewane są gorącym gazem z urządzeniem regeneratorów.

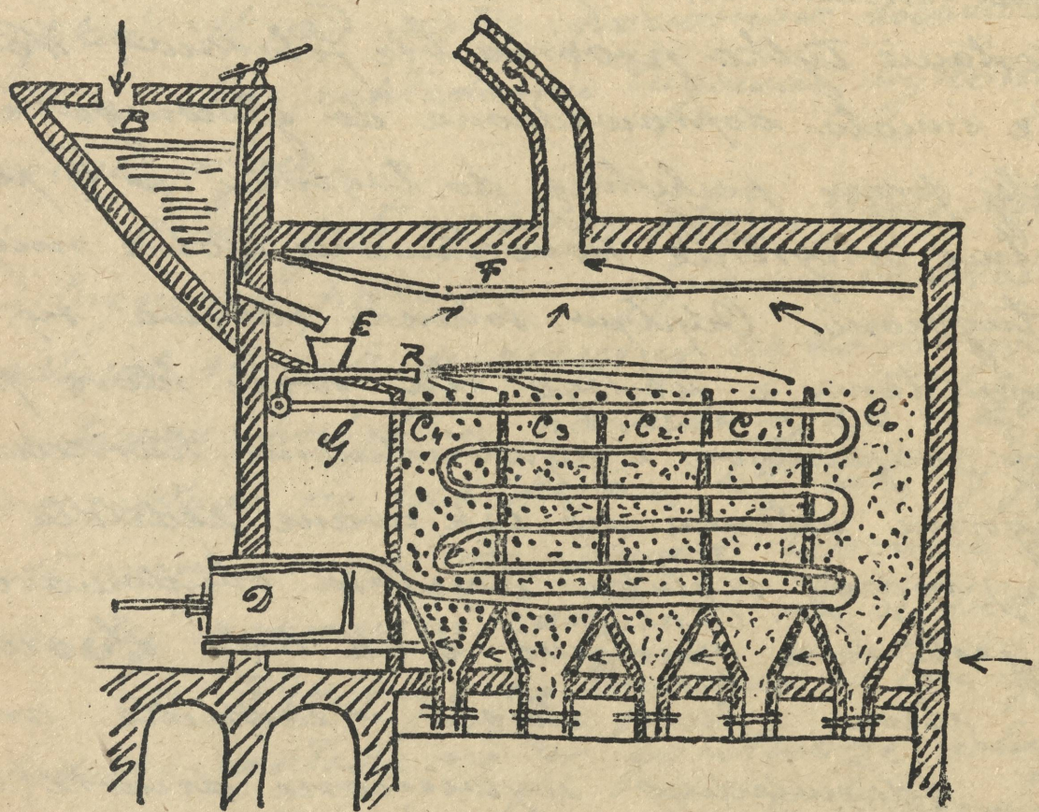


Rysunek przedstawia szemat przepływu gazu i powietrza z generatorów i regeneratorów do pieców.
K – komin
R.p. regenerator powietrzny
R.g. regenerator gazowy.

Przed tym systemem Albert Lawton i Walter Dodge Rochester w Ameryce w New-Jourk używali przez siebie wynalezionego systemu, który polegał na tem, że topienie soli odbywa się w piecu wyłożonym materjałem zasadowym, nietopliwym. Przez dodanie do soli materjału również zasadowego następuje wiązanie drobnych części ilu z zasadami, które topiąc się osadzają się wraz z nadmiarem materjału zasadowego na dnie. W praktyce jako domieszkę używa się palone, niegaszone wapno w ilości $\frac{1}{2} \rightarrow 2\%$. Piec taki składa się z rusztu płaskiego B i schodkowego C, D. Tak rusztu jak i cała wyprawa pieca jest z materjału zasadowego. Nad rusztem płaskim pod ostatnim schodkiem rusztu schodkowego



umieszczony jest tygiel T z materjału ogniotrwałego, zaopatrzony u spodu otworem spustowym. Ogień wzmiera się na ruszcie płaskim a sól wsypuje się na najwyższą część ruszty schodkowego. Sól spadając po ruszcie schodkowym topi się i spływa do tygla z którym się nieczystości na dnie osadzają. Stopioną sól pozostawia się w tyglu 5 → 30 minut, aby materjał zasadowy miał dość czasu do połączenia się z ilem. Wyprawa pieca składała się z mieszaniny 4 części Ca i 1 części gliny bez domieszek żelaza.



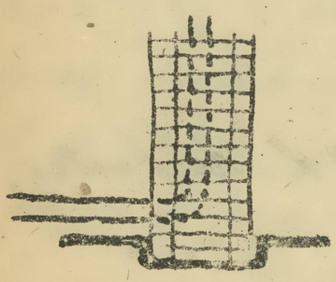
Piec do rozpylania systemu Lawton Albert L. Rochester.

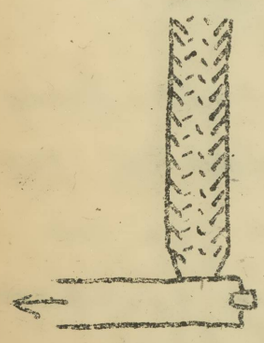
Uzyskanie solanki sposobem sztucznym.

Otrzymywanie solanki w ługowniach.

Ługownie są to w górotworze solnym wykute przestrzenie, z których doprowadzona woda słodka rozpuszcza górotwór z stropie i po bokach a nie po powierzchni całej przestrzeni. Rozpuszczony górotwór daje solankę, która przez odpowiedni odpust

sprowadza się do zapia szybu a stąd do zbiornika pompami. Ługownia wymaga 2 poziomów.
W pierwszym poziomie, z głównego chodnika prowadzi się poprzeczny chodnik do miejsca gdzie mamy założyć szybik (Pütte) i upadnię (Amkehrschurf) do ługowni dla doprowadzania słodkiej wody.
Na II. poziomie prowadzimy również z poprzeczni cały szereg chodników krzyżujących się tak, by podstawa ługowni miała kształt elipsy. Jeżeli górotwór jest biedniejszy to przestrzenie między poszczególnymi chodnikami przecinamy lub strzelamy, tak że pozostanie tylko próżnia bez filarów. Woda w rurach z świata doprowadzona do głównego chodnika, dalej przez pochylnię do ługowni w II poziomie wypełnia wszystkie pozostawione wolne miejsca podstawy ługowni. Odpływ solanki odbywa się przy pomocy tamy z ubitego iłu, przez którą przechodzą rury odpustowe z odpowiedniemi kurkami.
W samej ługowni ustawia się tak zwane cedzidła (Seihkasten) rodzaj szybika drzewem obudowanego, w którem jest rura spustowa a na dole otoczona iłem. Rura stojąca w cedzidle ma odpowiednio wywiercone dziurki (2·5 cm) by solanka mogła swobodnie odpływać rurą. Cedzidło umieszcza się zazwyczaj pod szybikiem a to ze względu na lepszy przystęp przy czyszczeniu cedzidła. W miarę wzrostu rozprzestrzenienia się ługowni daje się cedzideł więcej, które są ze sobą rurami połączone - zazwyczaj jedno za tamą, drugie pod szybikiem a trzecie na końcu ługowni.



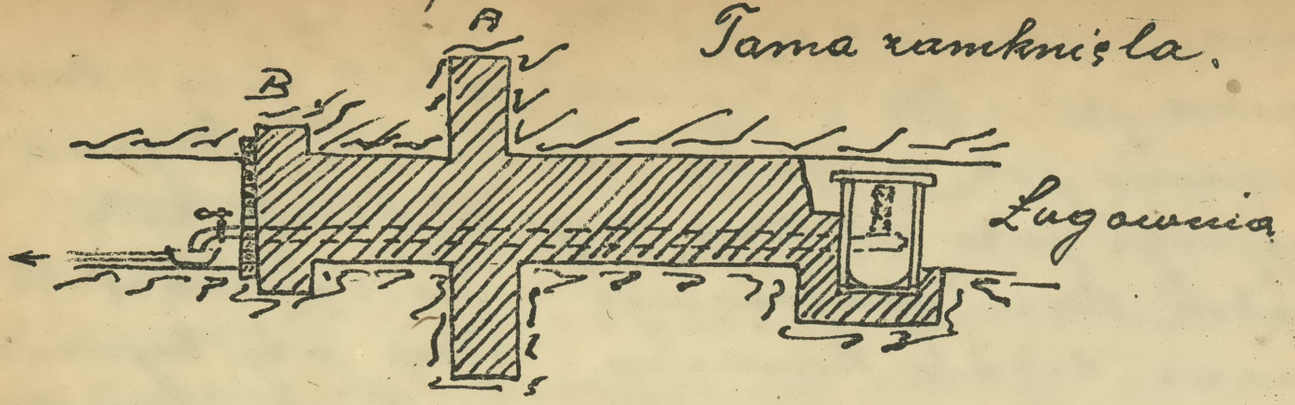


Zakładanie chodników w kształcie elipsy na II gim poziomie jest o tyle wskazanem, że sól więcej ługuje w szerzeniu jak w upadzie tak że strop ługowni przyjmuje jako ostateczny wygląd kształt koła. Wysokość stropu wyługowanego zowie się miarą ługowania. Aetzkub Versudmass. — Strop przy ługowniach zwykle nazywają niebem (Himmel). Ponieważ woda w ługowni działa przeważnie na niebo i boki więc każda ługownia przyjmuje kształt stożka ściętego. Odstęp pionowy poziomów powinien tak być dobrany, by całą część między I a II poziomem można ługownią wyzyskać. U nas odstęp poziomów dochodzi zazwyczaj do 30 m. Przy zakładaniu ługowni wykonuje się następujące prace:

1). Gdy jest ustalony plan, gdzie ma być założoną ługownia pędzi się najpierw w wyższym poziomie z podłużni chodnik poprzeczny aż do miejsca gdzie ma być założoną pochylnia nawadniająca (Ebentel), którą zakłada się pod kątem 40° tak, by jej wylot padł mniej więcej na obwód ługowni — w dalszej części tej poprzeczni zakłada się szybik.

2) Wykonuje się ługownię w ten sposób, że z chodnika zakłada się w górotworze solnym piec tak, by mała oś elipsy leżała w szerzeniu. Ze środka tej osi pędzi się następnie w obie strony prostopadły chodnik aż osiągnie długość wielkiej osi, następnie prowadzi się w równych odstępach równoległe chodniki do obwodu albo granic kształtu początkowego ługowni. Chodniki te przecina się znowu prostopadłymi równoległymi chodnikami. Wygląd ługowni w rzucie poziomym przedstawia się jako posiatkowana elipsa.

3). Wykonanie odpustu dla solanki t. j. tamj.

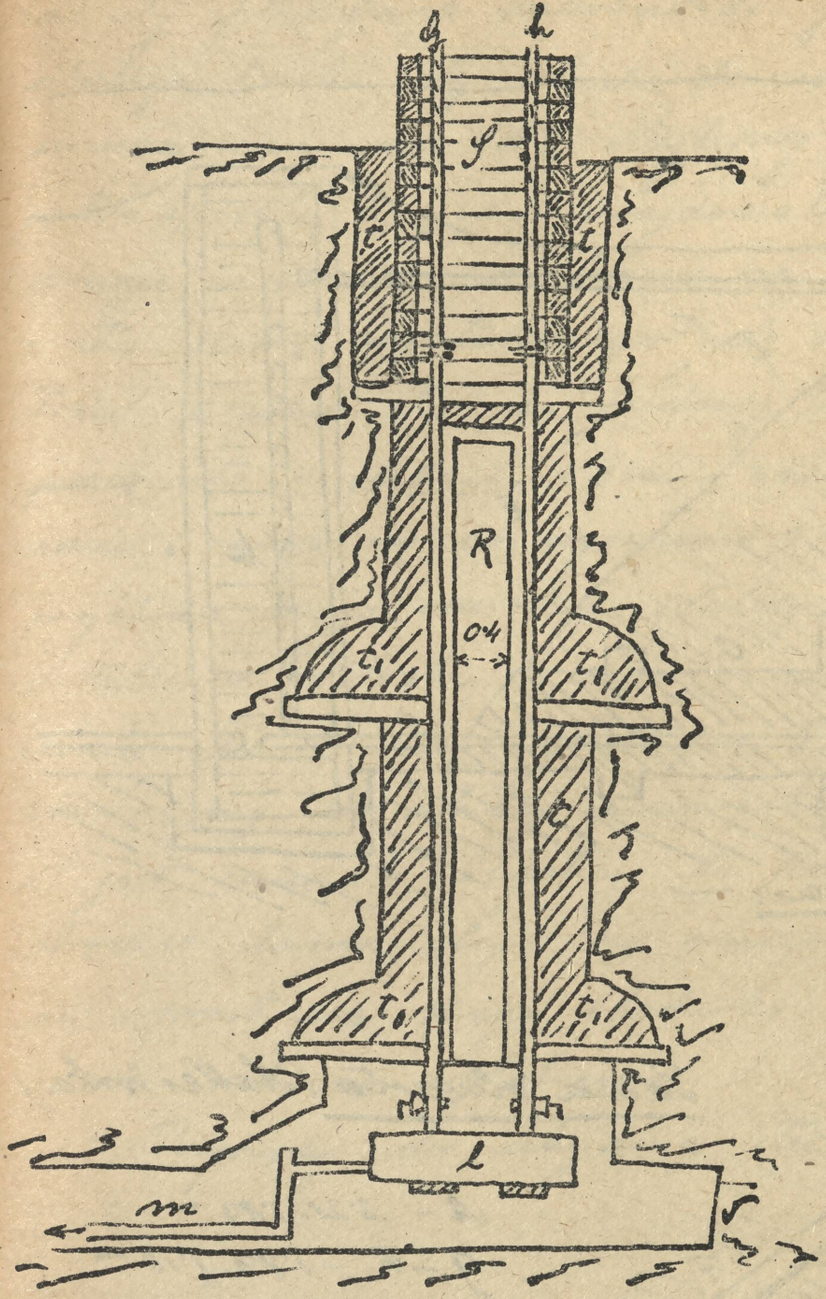


Podczas robót w ługowni wykonuje się szramy dla skrzydeł tamy A, B. – jeden szram większy, drugi mniejszy. Szramy wykonuje się ręcznie a nie robotą strzelniczą a to dla uniknięcia pęknięć, któreby spowodowały sączenie się solanki. Na mało pochylonej podłodze tamy kładzie się jeden lub dwie rury do odpustu solanki. Rury są z drzewa lub żelaza. Na końcu rur już poza tamą w chodniku przymocowuje się kurek z metalu tak, by każdej chwili możnaby go było odjąć n.p. przy czyszczeniu rury. Pod kurkiem stawia się skrzynie do mierzenia odpływy solanki a od tych rurociąg do szybu. Drugi koniec rury odpustowej w samej ługowni sięga do sedzidła. W miarę jak ługownia się podnosi należy także i sedzidło podnieść. Równocześnie z tą robotą wykonuje się szybik do ługowni. Wreszcie przychodzi sporządzenie tamy przez ubijanie iłem, zaberpieczając ją od strony chodnika obudową drzewną.

Mamy kilka rodzaji tam odpustowych. Z początku nie robiono żadnych tam lecz solankę czerpano do naczyń ze skór wołowych i wynoszono na powierzchnię pochyłnią. W późniejszych czasach zastosowano do wyciągania worków takich kołowrotu. Pierwsze tamy były stojące tak zwane Pütten lub Rollbehre. Miały ten cel, by ił z ługowni przy czyszczeniu nie wyciągać do góry tylko spuszczać na dół. Cel ten okupiono kosztem złego

wyzyskania górotworu.

Tama stojąca:-



R= rura do czyszczenia 0·40. 0·40 mm

t= tama ze skrzydłami t_1

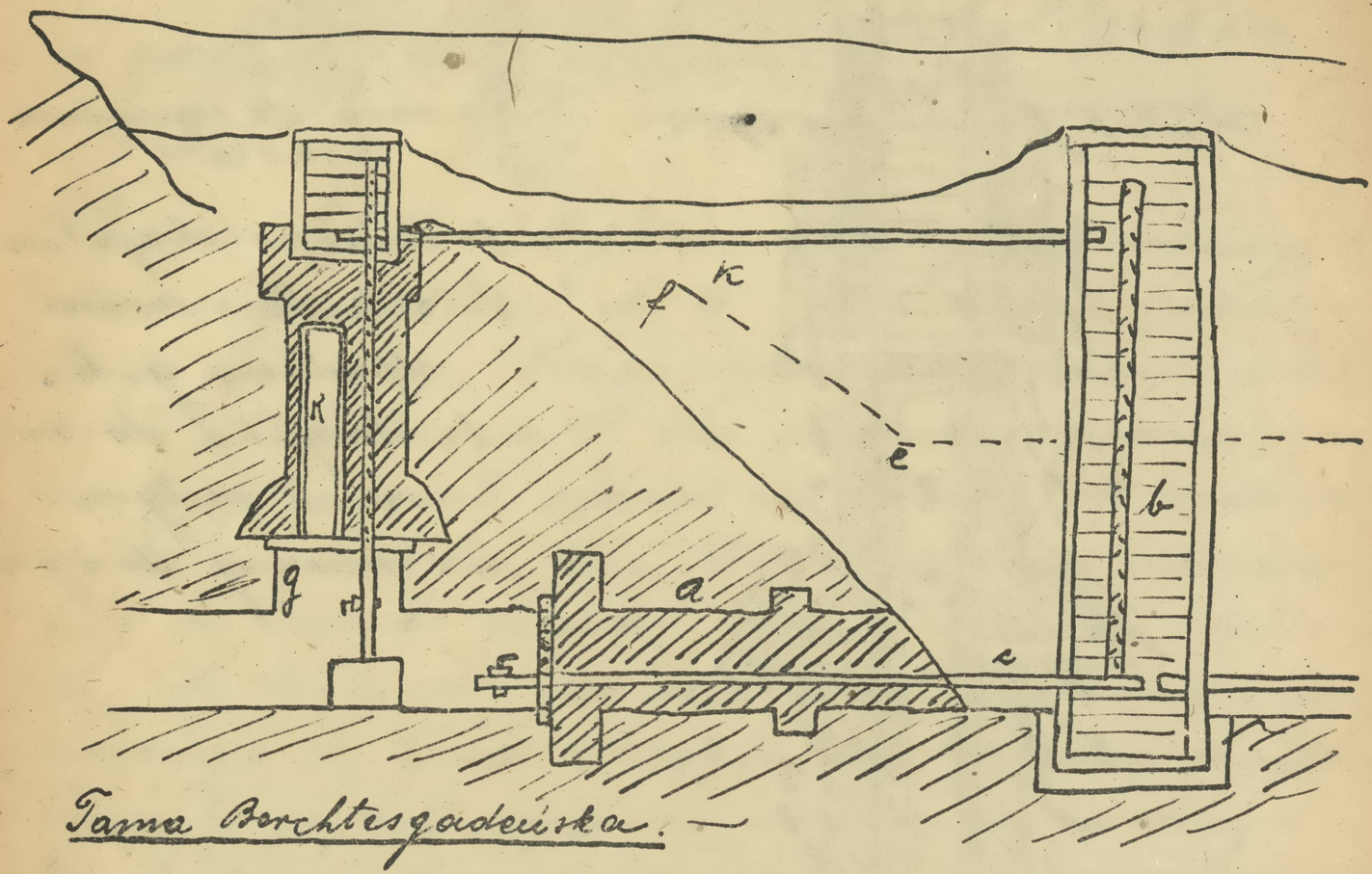
S= cedzidło z rurami odpustowemi g: h.

l= skrzynka do mierzenia odpływu.

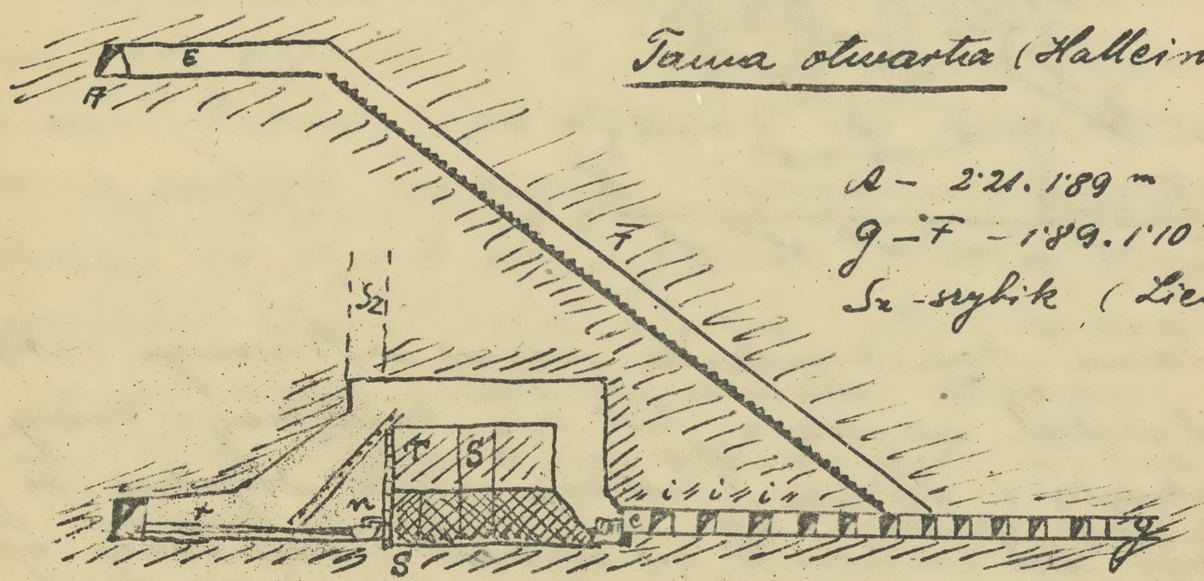
m= rurociąg do szybu.-

Tama Berechtesgadeńska jedynie w Bawarji i Alpach austryackich używana. Jest ona kombinacją tamy zamkniętej i stojącej. Jest ona o tyle dogodną, że gdy zepsuje lub zanieczyści się odpust jednej tamy wydobywanie solanki odbywa się tamą drugą. Nadaje się tylko do ubitych pokładów. Czyszczenie tamy otwartej i stojącej odbywa się przez tamę a więc z góry na dół. Przy tamie zamkniętej czyszczenie z dołu do góry przez szybik. Ponieważ dzisiaj przy udoskonalonych urządzeniach wydobycie zanieczyszczeń do góry nie natrafia na trudności przeto tama zamknięta jest jedynie

racjonalną. Przy tamie stojącej traci się na wysokości ługowania a więc zarzucono ją.

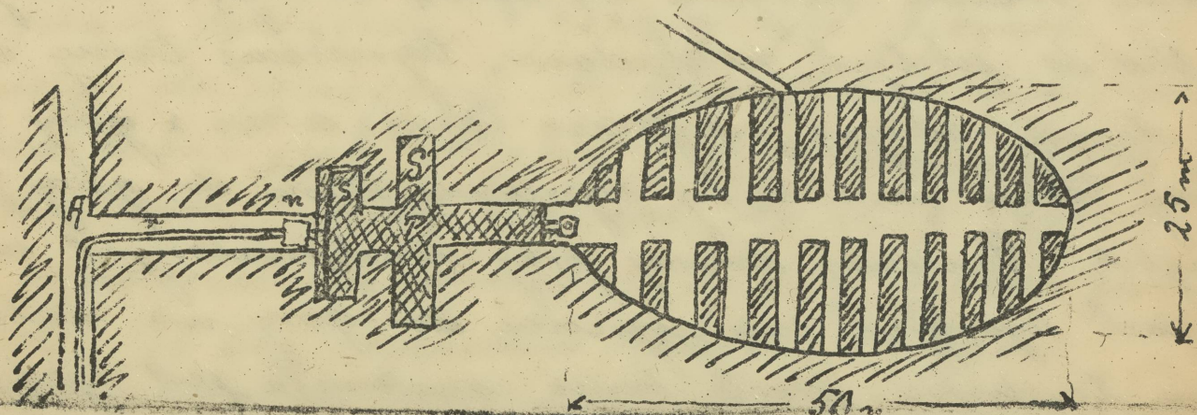


Tama Berchtesgadeńska. —



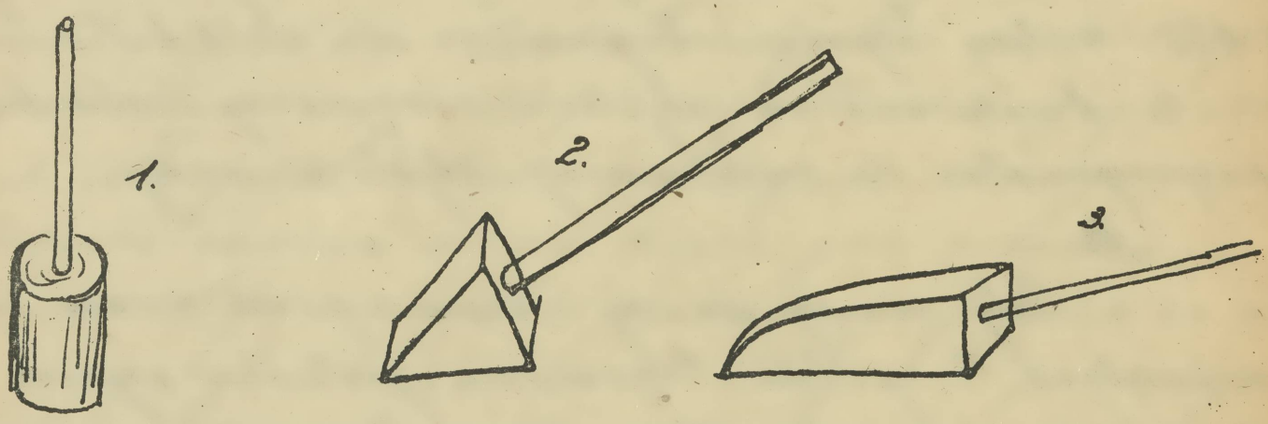
Tama otwarta (Halleinska)

A – 2·21. 1·89 m
g – F – 1·89. 1·10 m
Sz – szybik (Licht)



Iły solne bogate w gips łatwo przepuszczają solankę, zaś iły plastyczne podobne do gliny mało przepuszczają dlatego trzeba, aby solanka do cedzideł się dostawała umieścić więcej cedzideł. Najlepiej jest umieścić cedzidła w ten sposób, by jedno znajdowało się na początku tugowni drugie w środku a trzecie na końcu. Tamy ubija się z iłu dobrze wypłukanego nie zawierającego wcale gipsu. Przed użyciem iłu do budowy tamy przerzuca się go przez sito o oczkach 1·6cm - zawozi na miejsce przeznaczenia i ubija się do wysokości 0·15 m. Na tak ubity ił przychodzi druga warstwa. Należy tutaj uważać, by ił był dostatecznie wilgotny - czego oznaką jest możność ugniatania iłu w ręce i jeżeli po 5 → 6 godzinnem ubijaniu zauważymy na ubitej powierzchni tłusty połysk. Gdy ił jest zanadto wilgotny to po wyschnięciu kurczy się, przez co tama staje się nieszczelną. Tamę nie ubija się wprost na spągu chodnika tylko 0·5 m niżej spągu a więc robi się wgłębienie.

Przyrządy do ubijania iłu t.z. ubijaki:



Ubijać należy nader sumiennie i uważać by wszystkie szczeliny, wszelkie wygięcia powierzchni były wypełnione iłem i dobrze ubite. Do ubijania iłu w miejscach niedostępnych używa się ubijaków ad 3 By założyć 1 m³ tamy trzeba 1 mm robotnikowi ubijać ił przez 33 dni po 8 godzin dziennie.

Jeden m^3 tarcz zużywa 2·375 m^3 itu. Długość tam zazwyczaj 6 → 10 m, zależnie od górotworu.

Wodę słodką z powierzchni sprowadza się odpowiednimi rurami do ługowni, którą wypełnia się po strop. Woda rozpuszcza sól a ił jako nierozpuszczony opada na dół. Przez rozpuszczenie soli następuje ściąganie czyli tak zwana kontrakcja ciężkiej - 3·15 - 3·5%. Gdyby nie następowała kontrakcja ciężkiej to ługownia musiałaby się sama zasilać. Tak jednakowoż nie jest. Po pierwszem napełnieniu woda opuszcza strop o pewną wysokość, tak że trzeba w to miejsce słodką wodę doprowadzać. Na podstawie poczynionych doświadczeń i obliczeń przyszło się do następujących rezultatów:

A - przy ługowaniu w soli 1) wysokość ługowania (Ätzhöhe) nie jest zawisłą od wielkości ługowania lecz proporcjonalna do jej wysokości.

2) Wysokość ługowania czystej soli jest teoretycznie równa 0·181 (krotnej) pierwotnej wysokości ługowni (h) i tak; gdy ługownia jest 1m wysoką to wówczas wysokość ługowania a = 0·181 h.

3) Ilość wody do ługowania dla pewnej ługowni jest równa iloczynowi z powierzchni ługowni razy 0·038 krotnej wysokości ługowni. - A = 0·038 h. F.

4) Zwiększenie się objętości nasyconej solanki jest proporcjonalną do zwiększonej objętości wody.

B. -

Gdy mamy do czynienia z górotworem przerośniętym to wysokość ługowania jest tem wyższą im mniejsza jest zawartość procentowa soli w górotworze. i odwrotnie. -

Wykonanie rozwodnienia.

Po ukończeniu wszystkich robót przygotowawczych puszcza się słodką wodę do ługowni na 0·3 m wysokości, poczem po częściowem zługowaniu filarów

doprowadza się wodę co pewien czas do ługowni aż do stropu. Nawodnienie w okresach powinno odbywać się szybko, by woda słodka nie miała sposobności rozprzestrzenić się. Gdy woda wypełnia aż po strop ługownię ustawia się w pochylni do nawodnienia łatę podzieloną na cm, przyczem marka zerowa tejże łaty leży w poziomie wody wypełniającej aż po strop ługownię. Łata ta służy do mierzenia wysokości ługowania. (Ärzmass). W wielu wypadkach mierzy się także dopływ wpuszczonej słodkiej wody do ługowni, w tym celu ustawia się na I (piętrze) poziomie przed pochylnią skrzynkę - która służy jako miara i z tej spuszcza się wodę rurami do ługowni. Skoro solanka okaże się zupełnie nasyconą t.z. gdy osiągnie 32 kg soli na 1 hl - wówczas spuszcza się ją rurami i jest gotowa do użycia. Do oznaczenia ilości soli w solance (w 1 kg) używa się areometru.-

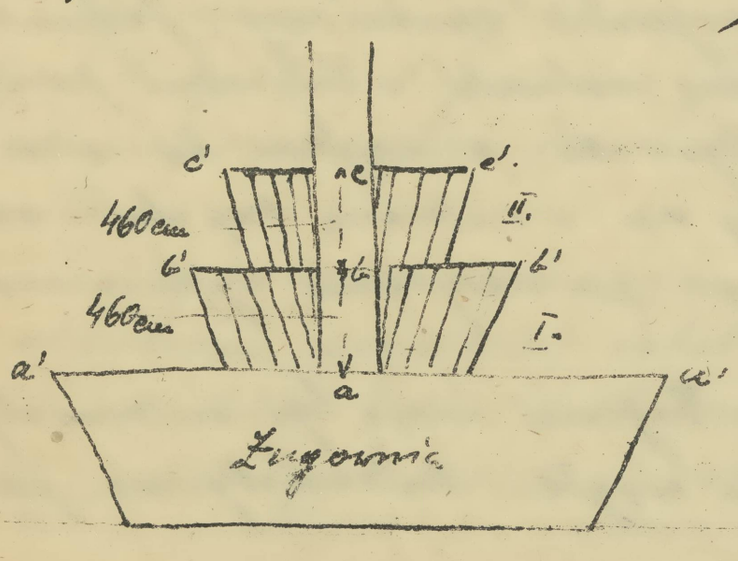
Ponieważ u nas górotwór solny jest nader wytrzymały, wodę słodką napuszcza się jeszcze ponad strop na 30 → 40 cm [do pochylni i szybu]. Po nasyceniu spuszcza się solankę na wysokość pod strop aby działanie wody nie przyczyniło się do jego osłabienia. Nasycona solanka pozostająca dłuższy czas w ługowni zawiera mniej gipsu jak solanka, którą zaraz po nasyceniu spuszczamy. Jednak za długie magazynowanie solanki w ługowni powoduje rozkład tejże. Ubywa Na a zwiększa się ilość Na_2SO_4 i K oraz $MgCl_2$.- Leży więc w interesie kopalni - warzelni by solankę niedługo po nasyceniu wypuszczano z ługowni.

Nawadnianie ługowni może być internistyczne t.j. przerywane i ciągłe. Internistyczne polega

na tem, że po zupełnem nasyceniu się solankę w zupełności wypuszcza się z ługowni i następnie ługownię napełnia się słodką wodą. Ciągłe zaś na częściowem wypuszczaniu solanki i równoczesnem wypełnianiu ługowni słodką wodą. Ten drugi sposób nawodnienia ługowni daje nam możność ciągłego czerpania solanki aż do zupełnego zamulenia ługowni.

Oprócz wyżej wymienionych sposobów ługowania soli jest jeszcze inny jeden sposób ługowania t. z. ługowanie szybowe Scheruthaušera (z r 1888). Ługowanie soli tym sposobem ma na celu zwiększenie wykorzystania górotworu, a więc gdy strop osiągnął taką rozpiętość, że grozi zawaleniem - nie dopuszcza się do dalszego nawodnienia - ~~a więc~~ lecz celem wyzyskania górotworu pozostałego jeszcze do wyługowania przeprowadza się ten sposób. [~~[illegible]~~]

Główny cel ługowania polega na tem, by rozszerzenie poziome z pionowem doprowadzić do pewnego stosunku a więc wyzyskania wysokości ługowania bez dalszego rozprzestrzenienia się ługowni.- Przeprowadzenie tego sposobu ługowania jest możebne tylko przy tamie zamkniętej i w ługowni napełnionej solanką nasyconą. Wodę słodką spuszcza się nie pochylnią lecz centrycznie szybem do ługowni na 460 → 470 cm ponad poziom solanki i pozostawia się ją w szybie tak długo aż się w zupełności nasyci.- Skoro solanka się nasyci spuszcza się solankę z ługowni zupełnie takiem samem urządzeniem jak przy innych ługowniach lecz by poziom solanki z poziomu b. doszedł do a.



Woda słodka zamieniając się w solankę wyługowała część górotworu, przez co rozszerzyła średnicę szybu na wysokości 460 → 470 cm o pewną wielkość. Teraz znowu nalewa się wody słodkiej szybem do tej samej co poprzednio wysokości t.z. 460 → 470 cm a więc poziom wody podniesie się z a do b. Po nasyceniu spuszczamy solankę lecz jak poprzednio w takiej ilości by poziom solanki znalazł się w a'a'. Czynność tę powtarzamy 5 → 6 razy. Wskutek tego woda ługuje szybik na boki - rozszerza go i tworzy niejako nową małą ługownię na dużej pierwszej ługowni. Gdy strop małej ługowni osiągnie 47 m² powierzchni rozpoczynamy ługowanie zwykłym sposobem i tak dalej postępujemy aż do pewnej granicy - poczem znów idziemy wyżej nad I a w ten sam sposób dostaniemy ługownię II i t. d. aż do oznaczonej wysokości.

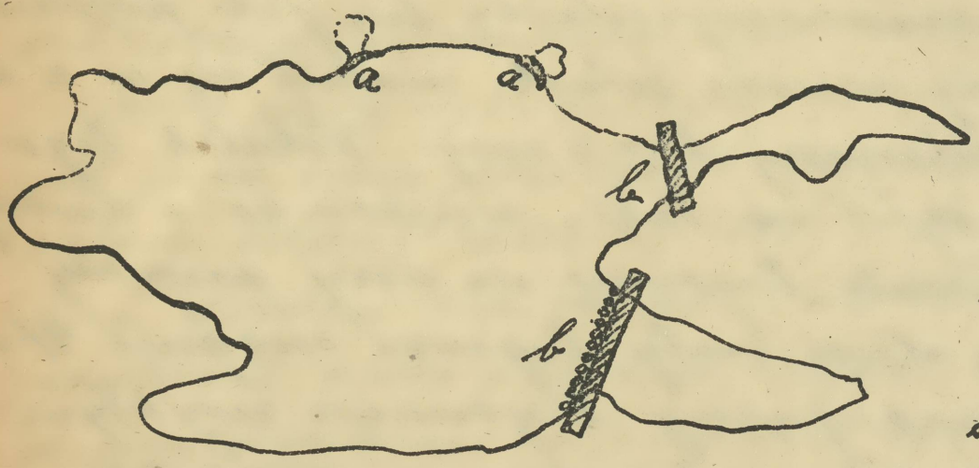
Aby można wypośrodkować w przybliżeniu każdorazową powierzchnię (F) stropu musimy znać ilość odprowadzonej solanki (C) i różnicę wysokości (H) stropu i stanu solanki po odpuście tejże.

$$F = \frac{C}{H}$$

Po każdorazowem spuszczeniu solanki z ługowni należy ługownię dobrze zbadać jak również nagromadzony it usunąć czy to przez tamę czy szybik.

W górotworze solnym występują różne gazy, najczęściej metan, które się zazwyczaj w zagłębinach obwodu ługowni nagromadzają. Zadaniem więc inżyniera jest usunięcie tych gazów przez zaprowadzenie skutecznej wentylacji ługowni. Po każdorazowem spuszczeniu solanki powinno się ługownię przez dłuższy czas silnie przewietrzyć wentylatorem, poczem dopiero można przy użyciu

tamp bezpieczeństwa zbadać stan tugowni. Woda wyżera w tugowni różne wgłębienia, które to są siedliskiem gazów, jak również powodem nie racjonalnego tugowania soli w górotworze. O ile wgłębienia te nie są zbyt duże to zaklepia się je przez ubijanie iłem lub zamurowanie cementem lub betonem n.p. a, gdy wgłębienia przyjmują większe rozmiary natenczas należy zbudować tamy z iłu ad b.

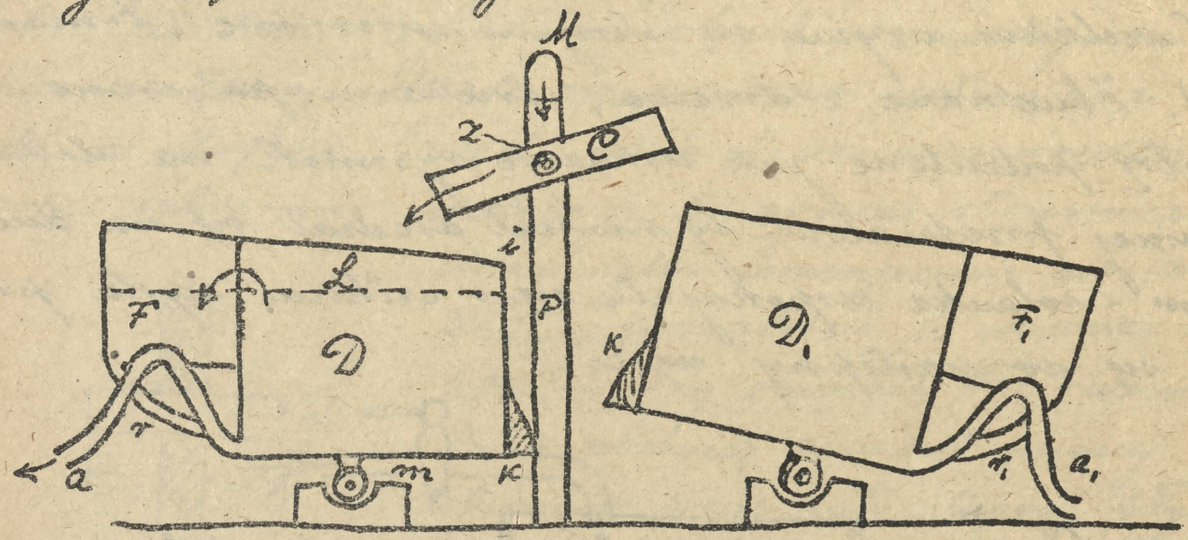


Po spuszczeniu solanki i wyczyszczeniu tugowni powinno się tugownię pomierzyć, aby mieć obraz o każdorazowem rozprzestrzenieniu się stropu. Pomiar ten uskutecznia się albo kompasem jeżeli tugownia ma tamę otwartą przez tamę a jeżeli ma tamę zamkniętą przez rybik lub upadnię albo też tachymetrycznie.

Pomiary solanki.

Solankę mierzyć można odpowiednimi liczydłami lub obliczając ilość wypływu solanki z otworów. Mierzenie liczydłami n.p. przy pompach jest niedokładne. Ilości przypływającej solanki mierzyć można w pamiątkach lub zbiornikach solankowych. Ostatnie, dla łatwego wykonania i prawie żadnych kosztów bardzo często używane. Do ścian zbiorników przybija się łaty z oznaczoną miarą metryczną. Oblicza się zawartość solanki odpowiadającej 1 cm podziałki i według tego można każdorazowy przypływ lub

odpływ z zbiornika oznaczyć. Naczynia używane do pomiarów solanki, poprzednio dokładnie odmierzone są pojedyncze lub podwójne. Konstrukcja skrzyń jest najrozmaitsza z czopami, wentylami, pływakami automatycznie działającymi lub też bez przyrządów pomocniczych. Oprócz tego używa się skrzyń wywrotowych. Skrzynia taka składa się z dwóch naczyń (większe D - mniejsze F). Solanka wpływa rurą M do rynny C (jak wskazuje strzałka), która ruchomo



jest umieszczona na podstawie P i obraca się może w punkcie z na osi poziomej. Z rury C wlewa się solanka do naczynia D a skoro osiągnie linję L zaczyna przelewać się do naczynia F. Wskutek przewagi skrzynia przechyla się na krążku m i powoduje wypływ solanki lewarem a. Naczynie D podnosi równocześnie swą boczną krawędzią „i" ramię odpływowe rury C a solanka bez tamowania przypływu odpływa rurą C do naczynia D_1 po drugiej stronie podpory P ustawionego. Po wypróżnieniu się ~~[illegible]~~ skrzynia D pod wpływem obciążnika K wraca do swego pierwotnego położenia. Ażeby w naczyniu F względnie F_1 nie pozostała solanka połączona jest to naczynie ze skrzynią D ewentualnie D_1 rurą r lub r_1. —

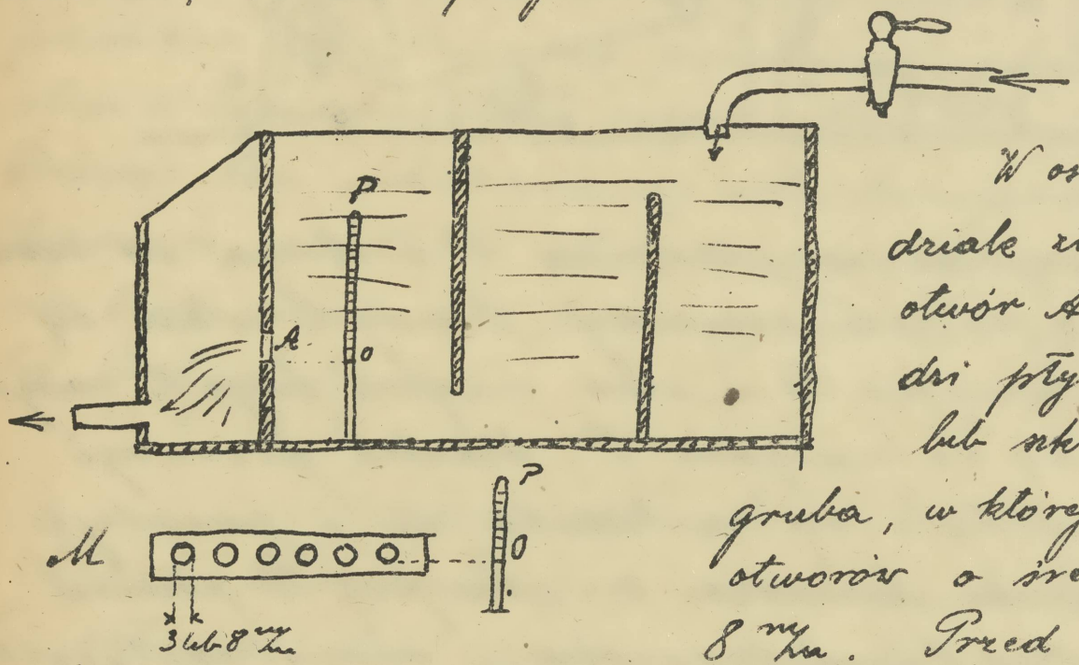
Długość całej skrzyni wynosi 785 m/m - szerokość 628 m/m

a wysokość w środku 418 m/m. Zawartość solanki w naczyniu o wyżej wymienionych wymiarach po linję L wynosi 154·5 l.

Mierzydło Kwinda urządzenia się na mierzeniu wysokości ciśnienia. Urządzenie więcej skomplikowane, wymaga utrzymania równomiernego ciśnienia i ciągłego dozoru - dla tych przeto przodów mniej używane.

Skrzynie Reinikera podobne do skrzyń wyżej opisanych lecz znacznie ulepszone.

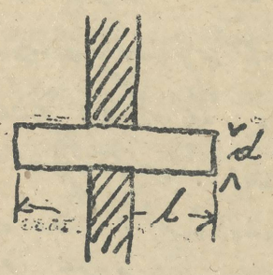
W wielkiem użyciu są skrzynie mierzące (Zimentirtrog). Zbudowane z drzewa, śrubami połączone. Wewnątrz podzielone jak wskazuje rysunek na dwa lub więcej przedziałów - by nawet osadzał się na dnie skrzyni - solanka uspokajała się i całkiem czysta przelewała się do następnej części. -

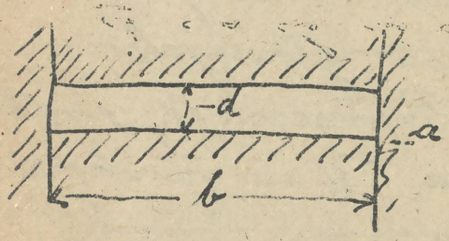


W ostatnim przedziale znajduje się otwór A w który wchodzi płytka mosiężna lub szklana M 5 m/m gruba, w której jest 4 → 6 otworów o średnicy 3 lub 8 m/m. Przed płytą w naczyniu umieszczona jest podziałka P, której marka zero wa wznosi się w tej samej płaszczyźnie poziomej jak spód otworów w płycie mosiężnej lub szklanej. Z jednego otworu o średnicy 8 m/m przy ciśnieniu 1768 m/m przepływa w jednej godzinie 34 hl solanki. Podziałka jest tak urządzoną że poziom solanki w skrzyni na podziałce podaje odpowiednią ilość hektolitrów solanki, która przez otwór przepływa. Podziałka odnosi się do

jednego otworu. Gdy otworów jest więcej liczbę z podziałki mnożymy przez ilość otworów i otrzymujemy ilość solanki, która w godzinie przy danem ciśnieniu przez wszystkie otwory przepływa. Ilości przepływające przez otwory w skrzyni zmieniają się ze zmianą ciśnienia i zmianą przekrojów otworów.—

Gdy Q oznacza nam ilość solanki, to $Q = \mu F \sqrt{2gh}$, gdzie μ oznacza współczynnik wypływy (lepkości) — F — przekrój otworu, g — przyspieszenie ziemskie a h = wysokość ciśnienia = wysokości solanki w naczyniu.— Niekiedy w otwory wkłada się poziomo ustawione krótkie rurki o długości $l = 4d$, gdzie d oznacza średnicę otworu. Tutaj nie następuje ściąganie strumienia cieczy tylko zmniejszenie się ruchu. Według doświadczeń μ wówczas wynosi 0·815.— Przy otworach bez rurek $\mu = 0{\cdot}615$. Robią również zamiast pewnej ilości otworów przez całą długość płyty szparę, która tworzy otwór do przepływu solanki i wówczas $Q = \frac{2}{3}\mu d b \sqrt{2gh}$





h równe jest tutaj wysokości poziomu cieczy ponad dolną linją szpary a więc ponad a, d — szerokość szpary, b — długość.

Przy $h < 15$ cm — $\frac{2}{3}\mu = 0{\cdot}42$

" $h < 60$ cm a > 15 cm — $\frac{2}{3}\mu = 0{\cdot}40$

Dalszą miarą do mierzenia ilości przepływającej solanki są zegary. Urządzone są one w ten sam sposób jak zegary do mierzenia przepływu wody.

Żugowisko solne ma swój początek w Alpach (Austrja i Bawarja) Tutaj nastąpiło też całkowite wydoskonalenie tych Żugowisk. Warunki do uzyskania solanki w ten sposób są w Alpach ze względu na konfigurację terenu nadzwyczaj korzystne. Złoża soli - zubru znajdują się tutaj w okolicach górzystych więc całe górnictwo solne jest prowadzone sztolniami. Najwyższą sztolnią dochodzi się do warstw wodnych, gdzie przypływ wody

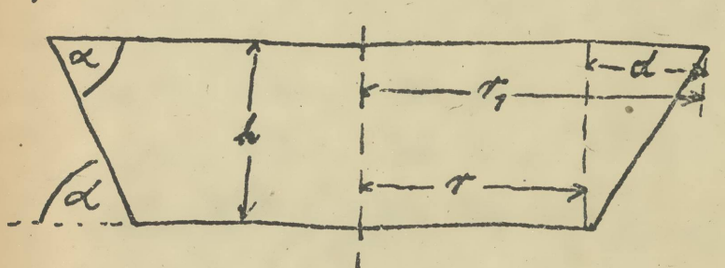
odpowiednio się reguluje i sprowadza do niej położonej stolni w której się tłoczenie. Z tłoczni sprowadza się solankę do rezerwoarów a stąd do warzelni. U nas sprawa tłoczenia przedstawia się zupełnie inaczej. Przedewszystkiem górotwór soliny uzyskać musimy rozbarami - wodę z odpowiednio urządzonych stawów doprowadzamy do kopalni [o ile w pobliżu nie ma rzek] a następnie gotową solankę pompami ciągniemy do góry na powierzchnię. System ten nie ma u nas racji, ponieważ posiadamy bardzo dużo solanek naturalnych, których uzyskanie jest [niekonomiczne, bo wyzyskuje się tylko 3→10% górotworu.] łatwiejsze i tańsze. Wreszcie wyzyskanie górotworu przez tłoczenie jest niekonomiczne, bo wyzyskuje się tylko 3→10% górotworu. Wobec tego w żadnem innem państwie sposobu otrzymywania solanki w tłoczniach nie używa się. U nas jednakowoż system ten jest w użyciu i jeszcze bardzo długo się utrzyma. Zmiany byłyby obecnie trudne i niedogodne przeprowadzenie. Pokłady zakładało się dotychczas w odstępach 30m. Wymiary chodników głównych 2·21m wysokości a 1·89m szerokości. Poprzecznie, podłużnie i pokątnie miały 1·89m wysokości a 1·10m szerokości - szybiki 1·5m długie i 1·5m szerokie.

By z tłoczenia otrzymać 1000 ℓℓ solanki, trzeba na to 47 dniówek pracy, 0·67 kg materjałów wybuchowych (rozsadzających) - 10·52 kg oświetlenia i 93·63 kg żelaza i stali.

Dawniej zakładano tłoczenie w kształcie elipsy o średnicy dłuższej osi 100m a 50→60 m krótszej osi. Ponieważ w naszych warunkach kąt tłoczenia jest mały, bo w szerzeniu zazwyczaj 20° a w upadzie 15° nie można było wysokości poziomu tłoczni odpowiednio wyzyskać, gdyż tłocznia przed czasem dochodziła do takich rozmiarów, że groziła zawaleniem, Zmniejszano przeto wymiary tłoczni. Tłoczenie, które w początkach miały wymiary jak wyżej wspomniano i które się przed czasem zawaliły wykazały, że

powierzchnia stropu danej ługowni wynosiła 20.000 m², Było to wskazówką, że powierzchnie stropu nie powinny być tak wielkie a maksimum tej powierzchni powinnoby dochodzić tylko do 15.000 m², tembardziej że zawalenie się stropu ługowni może spowodować śmiertelne wypadki personalu w nich pracującego, gdyż po każdorazowem spuszczeniu solanki ługownie muszą być odpowiednio czyszczone, względnie oglądane i zabezpieczane. Od kilku lat przeto zakładu się ługownie o mniejszych rozmiarach. Najlepszy kształt elipsowaty o 50 → 60 m dłuższej osi a 25 → 30 m krótszej osi. Zakładanie ługowni w kształcie koło nie ma racji, bo ługownia w ciągu swego ruchu i tak jako ostateczny swój wygląd nabierze z powodu różnego kąta ługowania kształtu koła. Ługownie, które po osiągnięciu ostatecznej wysokości już dalej prowadzić nie można a pozostała jeszcze część górotworu należy prowadzić dalej roboty sposobem szybowym.

O ile nie znamy kąta ługowania i procentowości górotworu to wielkości te możemy drogą obliczenia wypośrodkować.



Przyjmujemy podstawę ługowni jako koło.

Objętość walca $V = r^2 \pi h$

$V_1 = r_1^2 \pi h$

V_1 = objętość walca o podstawie górnej, jaką przyjmuje ługownia po spuszczeniu solanki. Po napełnieniu do wysokości h zwiększy się objętość V na $(V+v) = V_1$ a promień r na r_1

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi h}}$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{V_1}{\pi h}} \qquad V = V + V_1 = (r^2 + r_1^2)\pi h$$

jeżeli weźmiemy różnicę to

$$r_1 - r = d = \sqrt{\frac{V_1}{\pi h}} - \sqrt{\frac{V}{\pi h}} = \frac{1}{1{\cdot}77h}\left(\sqrt{V_1 - V}\right)$$

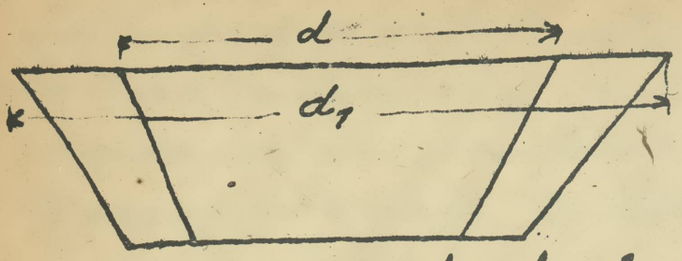
$$\sqrt{V_1 - V} = D = \text{zwiększenie}$$

$$d = \frac{1}{1{\cdot}77h} D = \frac{D}{1{\cdot}77h}$$

Ze względu na kąt ługowania

$$d = \frac{2D}{1{\cdot}77h} = 1{\cdot}13 \frac{D}{h}$$

Z odwrotnego stosunku obwodów można różnicę rozszerzenia d_1 obliczyć: $d_1 : d = u : u_1$



u_1 = suma wolnych ścian obwodu chodnika.
u = obwód podstawy ługowni (cylindra)

$$d_1 : d = 2r\pi : u_1$$

$$d_1 = \frac{2r\pi d}{u_1} = \frac{2r\pi \cdot 1{\cdot}13 D}{u_1 h} = 7{\cdot}1 \frac{rD}{u_1 h}$$

Kąt ługowania oblicza się ze wzoru $ctg\,\alpha = \frac{d}{h}$

Przykład: Do nowej ługowni wpuszczono $130\,m^3$ = 1300 hl wody. Po nasyceniu i odpuście solanki, przy tej samej wysokości weszło po raz drugi do ługowni $160\,m^3$ wody a więc nastąpiło zwiększenie się ługowni o $30\,m^3$.-

Przy pierwszem napełnieniu $r = \sqrt{\frac{v}{\pi h}} = \sqrt{\frac{130}{3{\cdot}14 \cdot 1}} = 6{\cdot}45\,m$

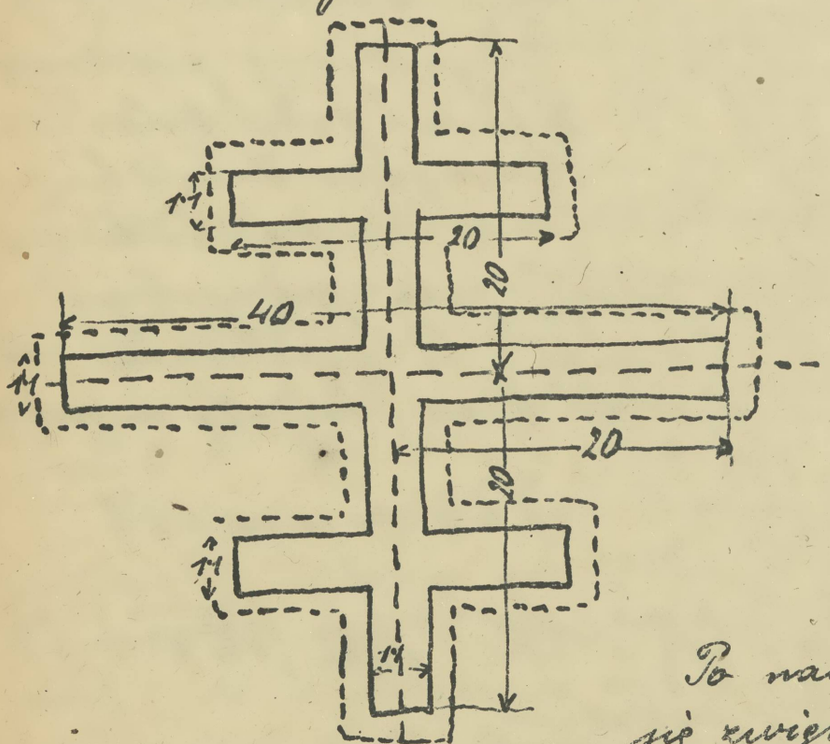
Przy drugiem napełnieniu $r_1 = \sqrt{\frac{160}{3{\cdot}14 \cdot 1}} = 7{\cdot}13\,m$

Idealne rozszerzenie ługowni wynosi $7{\cdot}13\,m - 6{\cdot}45\,m = 0{\cdot}68\,m$

a ze względu na kąt ługowania $0{\cdot}68 \cdot 2 = 1{\cdot}36\,m$.

Obwód u dla tego cylindra $- 2r\pi = 2 \cdot 6{\cdot}45 \cdot 3{\cdot}14 = 40{\cdot}50\,m$

a suma wolnych boków $u_1 = 235{\cdot}6\,m$



$4 \cdot 40 = 160\,m$
$4 \cdot 20 = 80$ "
$8 \cdot 1{\cdot}1 = 8{\cdot}8$ " +
$248{\cdot}8\,m$

$12 \cdot 1{\cdot}1 = 13{\cdot}2$

$248{\cdot}8\,m$
$- 13{\cdot}2$
$235{\cdot}6\,m$

Po nawodnieniu wygląd się zwiększył i przyjął wymiary stosownie do kąta ługowania. Na rysunku oznaczone kreskami.

Z równania: $u_1 : 2r\pi = d : d_1$

$$235{\cdot}6 : 40{\cdot}5 = 1{\cdot}36 : d_1$$

$$d_1 = \frac{40{\cdot}5 \cdot 1{\cdot}36}{235{\cdot}6} = 0{\cdot}235$$ jest to miarą rozszerzenia się stropu. Kąt ługowania $ctg\,\alpha = \frac{d_1}{h} = \frac{0{\cdot}235}{1}$

co czyni 76°46'.

Jeżeli chodzi o obliczenie procentowości górotworu wówczas obliczamy jak poniżej:

Podczas pierwszego napełnienia zługowano 30 m³ à 22·2 q co czyni 666 q górotworu. [1 m³ górotworu waży 22·2 q]

Ponieważ przy średniem nasyceniu solanki na 1 hl przypada 31·5 kg soli przeto na 1300 hl przypadnie 31·5 kg · 1300 = 409·5 q soli rozpuszczonej, zaś reszta a więc 666 q − 409·5 q = 256·5 q przypada na it. Ze stosunku

666 : 409·5 = 100 : x obliczymy procentowość górotworu.

x = 61·5 %

Ostateczna powierzchnia stropu (nieba) $r^2\pi = 10.000\ m^2$. Temu odpowiada r = 56·5 m — 2r = 113 m. Ponieważ początkowa oś miała 25 m — rozszerzenie przeto wynosi 113 − 25 = 88 m = 2d, gdzie d oznacza rozszerzenie się ługowni w stropie. Gdy kąt ługowania = 15° natenczas ze wzoru $ctg\,\alpha = \frac{d}{h}$

$$h = \frac{d}{ctg\,\alpha} = \frac{44}{ctg\,15} = 12\ m$$

Gdy uwzględnimy inny kąt ługowania w szerzeniu a inny w upadzie natenczas otrzymamy wielkości na d nieco odmienne i tak: dla szerzenia kąt ługowania przyjmiemy 15°.

a) dla łamy zamkniętej:

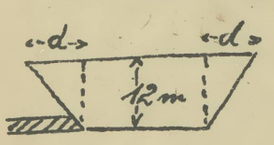
$$d_1 = h\,ctg\,\alpha$$
$$\log d = \log 12 + \log ctg\,15$$

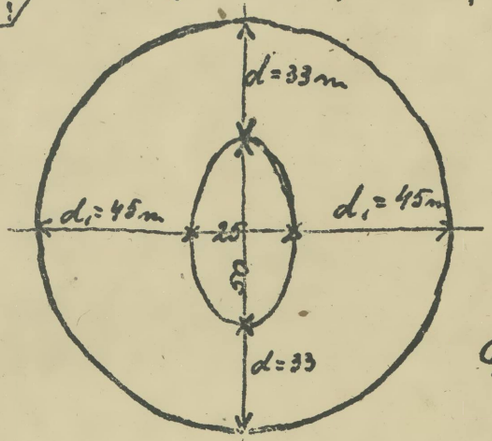
$\log ctg\,15° = 0·57195$
$\log 12 = 1·07918$
$\log d_1 = 1·65113$ $\qquad d_1 = 45\ m$

dla upadu kąt ługowania wynosi 20°

$$d = h\,ctg\,\alpha$$
$$\log d = \log h + \log ctg\,\alpha$$

$\log ctg\,20° = 0·43893$
$\log 12 = 1·07918$
$1·51811$





d = 33 m

a = ½ wielkiej osi
b = ½ małej osi

$a = 50 + 33 + 33 = \frac{116}{2} = 58$

$b = 25 + 45 + 45 = \frac{115}{2} = 57\frac{1}{2}$

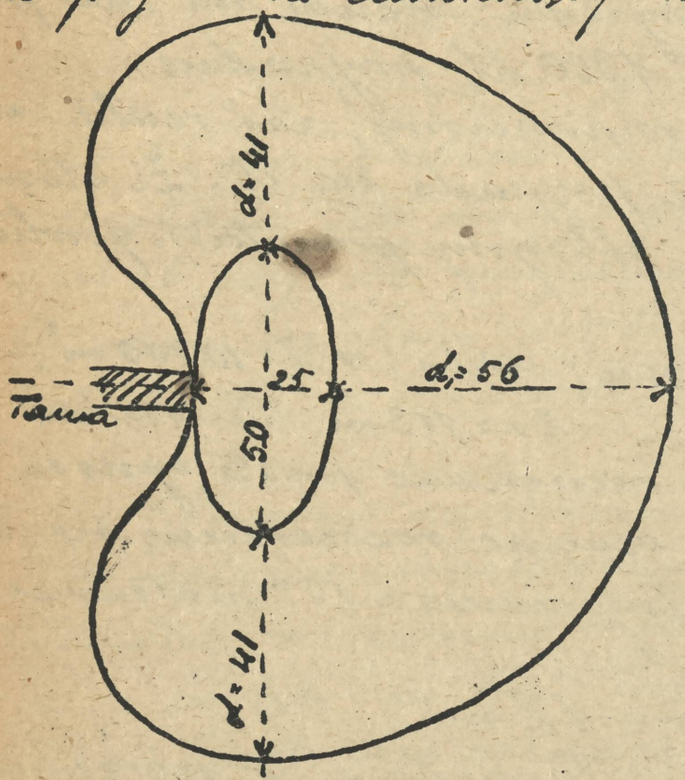
Długą oś daje się w kierunku

upadu a krótszą w kierunku szerzenia

$$F = ab\pi = 58 . 57{\cdot}5 . 3{\cdot}14 = 10472\ m^2$$

Jest to końcowa powierzchnia stropu.

b) - Przy tamie otwartej rozszerzenie stropu nie idzie tak jak przy tamie zamkniętej lecz nieco odmienniej:



Przyjmujemy $h = 15\ m$

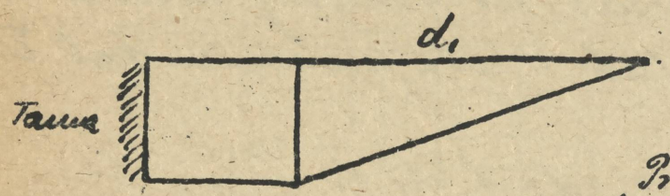
Na podstawie poprzednich równań dla upadu:

$$\log 20^\circ = 0{\cdot}43893$$
$$\text{"}\ 15 = 1{\cdot}17609$$
$$\log d = 1{\cdot}61502$$
$$d = 41\ m$$

dla szerzenia

$$\log 15^\circ = 0{\cdot}57195$$
$$\text{"}\ 15 = 1{\cdot}17609$$
$$\log d_1 = 1{\cdot}74804$$
$$d_1 = 56$$

$$a = \frac{41+41+50}{2} = \frac{132}{2} = 66\ m$$

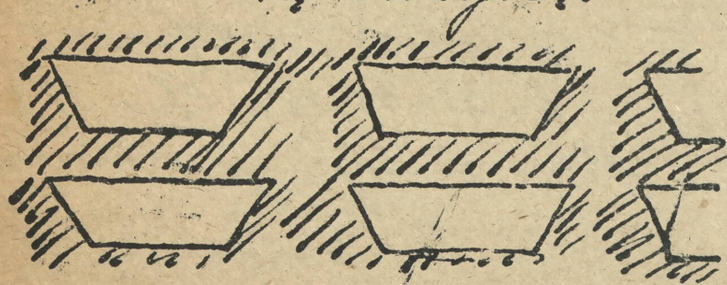


$$b = \frac{\frac{56}{4}+56+25}{2} = \frac{94}{2} = 47\ m$$

Przyjmujemy rozszerzenie się ługowni poza tamę tylko $\frac{d_1}{4}$ a więc w naszym wypadku $\frac{56}{4}$.

$$F = ab\pi = 66 . 47 . 3{\cdot}14 \cong 10.000\ m^2.$$

Jeżeli między poziomami pozostawimy odległość 30 m to przy tamie zamkniętej, której wysokość dochodzi do 12 m pozostaje 18 m nienaruszonych, przy tamie otwartej 15 m, które należy wydobyć ługowaniem szybowem. Ługowanie szybowe jest jednak bardzo trudno do przeprowadzenia - potrzebuje dobrej wykwalifikowanej obsługi i pomimo to nie zawsze się w zupełności udaje. Najlepiej jeżeli przestrzeń między poziomami pozostawi się mniejszą. Rozmieszczenie ługowni w poszczególnych poziomach powinno być takie same, jak rozmieszczenie pokoji w piętrach



budynku. Bardzo ważną rzeczą jest szybkie nawodnienie tuguwni, by wodzie nie dać sposobności do podmakania i wgryzania się w ściany tuguwni, przez co zwiększa się raptownie powierzchnia stropu tuguwni.

Porównanie tamy zamkniętej z otwartą.

10 m tamy zamkn. o wymiarach 1·8, 1·1, 10 zużywa 19·8 m³ ubitego itu
10 " " otwartej " — " — 15, 11, 10 " — 16·5 m³ " —

Stosunek jest więc prawie że 1:10 a więc i koszta tamy otwartej będą 10 razy większe.

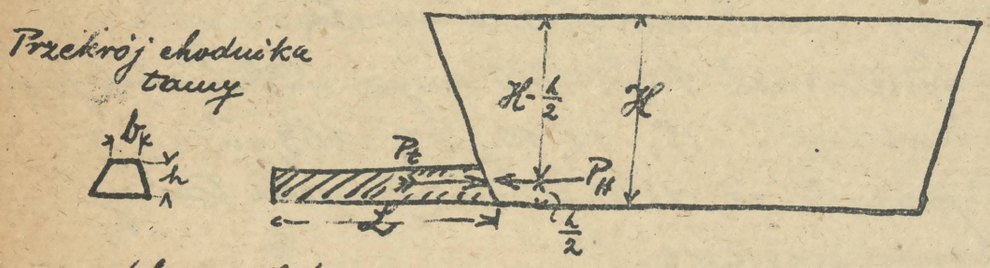
W razie zatamania się stropu może być zrzić kopalni przy otwartej tamie zalaną, bo woda przecieka się przez tamę. Zastosowanie tuguwania szybowego jest nie możebne. Przy ubijaniu tamy zmniejsza się objętość itu o 34%. Sprawność robotnika w ubijaniu tamy przez 8 godzin - czyli jedną dniówkę wynosi 0·06 m³. Długość skrzydeł zależna jest od górotworu i waha się od 2 → 6 m. Gdy górotwór jest silny, pewny wystarczy jedno skrzydło, w najlepszym wypadku 2 metrowe. Długość tamy przyjmuje się od 6 → 10 m, nie zależnie od tego czy tama jest otwarta czy zamknięta. Dlaczego długość tam przyjmuje się w tych rozmiarach nie wiadomo dotychczas, najprawdopodobniej nie krępowano się dawniej ze względu na tanią robociznę czy tama dana jest o 2, 3 lub 4 m dłuższą i urządzanie takich tam weszło niejako w regułę. Dzisiaj kiedy robocizna jest drogą nie jest obojętnem długość tamy i należy robić tak długie tamy jak tego wymagają lokalne warunki, jak również długość tamy należy wyznaczać od obliczenia. Obliczenie natrafia na większe trudności, gdyż nie znamy współczynnika tarcia (μ) itu o ściany chodnika. Nam znany jest n.p. współczynnik tarcia muru o beton 0·76. Dla naszego wypadku musimy współczynnik tarcia obliczyć i tak:

Nacisk ciężary na ścianę tamy wynosi $F.f.k$, gdzie F = powierzchnia tamy, f = ciężar gatunkowy ciężary a k = wysokość słupa ciężary, biorąc od środka ciężkości powierzchni tamy do powierzchni ciężary. Rozróżnimy

tu podobnie jak poprzednio dwa wypadki a) przy tamie zamkniętej; b) przy tamie otwartej.

a) Tama zamknięta

$b = 1{\cdot}8$ m
$h = 2$ m
$H = 15$ "
$\gamma = 1{\cdot}22$
P_H = ciśnienie cieczy ługowni na tamę



$P_H = (b.h)(H-\frac{h}{2})\gamma.1000 = (1{\cdot}8.2)(15-1)\,1{\cdot}22.1000 = 61488$ kg

$P = Q\mu$ $\quad$ Q = ciężar tamy
μ = współczynnik tarcia

Gdy $1\,m^3$ iłu ubitego waży 2700 kg a nasza tama jest na $l = 6$ m długą to $Q = 2700\,kg.6 = 16200$ kg.

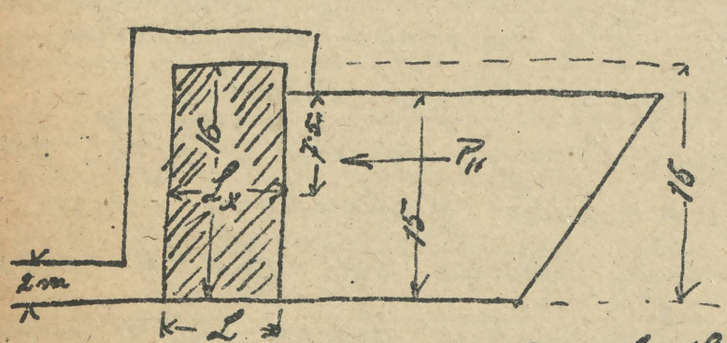
P_t = opór jaki stawia tama $= (b.h)L.\,2700.\mu = 1{\cdot}8.2.6.2700.\mu$

Aby była równowaga ciśnienie na tamę musi być równe oporowi tamy a więc $P_H = P_t$

po odpowiedniem podstawieniu i wyrachujemy współczynnik μ, który $= \frac{61488}{1{\cdot}8.2.6.2700} = 1{\cdot}03$

Jeżeli teraz wartość na μ wstawimy w równanie $P_t = b.h.L.2700\mu$ otrzymamy siłę oporu, która dla naszego przykładu wynosi $P_t = b.h.L.2700.1{\cdot}03 = 60069$ kg. Widzimy więc, że siła oporu jest mniejsza od ciśnienia cieczy ługowni na tamę P_H i tama pod ciśnieniem cieczy powinna się przesunąć. Przeszkadzają temu szorstkość ścian jak również skrzydła tamy. Obliczony współczynnik tarcia μ odnosił się tylko do podłogi, gdy tymczasem tarcie jest po czterech stronach tamy, wobec czego tama się nie przesunie i podane wymiary, a w szczególności długość tamy zamkniętej = 6 m, są wystarczające.

b) Tama otwarta musi być wyższą niż ługownia w naszym wypadku o 1 m.



f = powierzchnia oporowa ściany $= b.(H+1) = 1{\cdot}8.16 = 28{\cdot}8\,m^2$

Napór cieczy na całą powierzchnię oporową P_H

$P_H = b.H(H-\frac{H}{2})\gamma.1000 = 247050$ kg

Opór P_t przy tej samej długości $L = 6$ m.

$$P_\tau = b(H+1)L \cdot 2700\,\mu = 1{\cdot}8 \cdot 16 \cdot 6 \cdot 2700 \cdot 1 = 466810\ kg$$

μ przyjmujemy $= 1$.

Tama otwarta o tej samej długości co tama zamknięta jest lepszą bo tutaj $P_\tau > P_H$ a więc długość tamy otwartej 6 m jest za wielką. Wobec tego dla tamy otwartej można przy równej wartości górotworu długość tamy wziąć mniejszą aniżeli 6 m. Badając parcie cieczy na tamę otwartą w różnych jej wysokościach możemy wyrachować jaki kształt tama otwarta powinna mieć. Rozważmy parcie cieczy tu w połowie wysokości tamy (w L_x).

$$P_H' = b \cdot \frac{H}{2}\left(\frac{H}{2} - \frac{H}{4}\right)\gamma \cdot 1000 = 1{\cdot}8 \cdot 7{\cdot}5(7{\cdot}5 - 3{\cdot}75)\,1{\cdot}22 \cdot 1000 = 65762\ kg$$

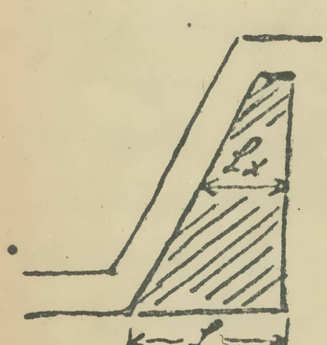
$$P_\tau' = b\left(\frac{H}{2}+1\right)L_x \cdot 2700 \cdot \mu = 1{\cdot}8 \cdot (7{\cdot}5+1)\,2700 \cdot 1 \cdot L_x = 35910\,L_x$$

$$P_\tau' = P_H'$$

$$35910\,L_x = 65762$$

$$L_x = \frac{65762}{35910} = 1{\cdot}7\ m$$

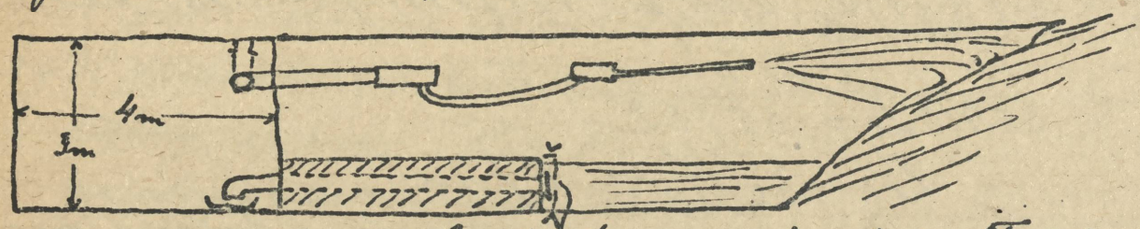
Widzimy z powyższego, że tama otwarta w połowie swej wysokości może mieć 1·7 m długości. Gdybyśmy przeprowadzili więcej takich obliczeń otrzymalibyśmy odpowiednie wymiary na długość tamy w danych miejscach i tama otwarta po przeprowadzeniu pewnych poprawek natury czysto technicznej przyjęłaby kształt ku górze coraz węższy, co jest bardzo ważną rzeczą jeżeli weźmie się pod uwagę drożyznę robocizny w dzisiejszych warunkach.



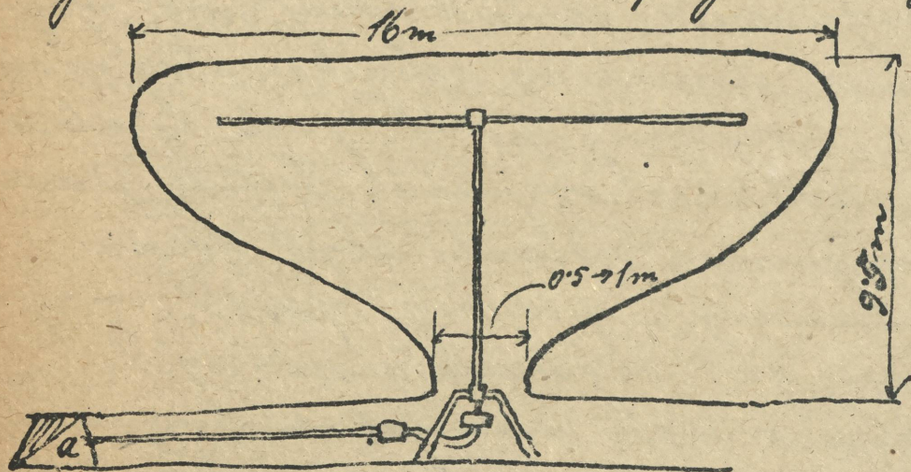
Ponieważ drogą ługowania górotwór solny nie wyzyskuje się ekonomicznie, starano się solankę otrzymać innemi sposobami. Najlepszy sposób, jeżeli się złoże solne rozkruszy a następnie rozpuści. Jest to jednakowoż sposób otrzymywania solanki zbyt drogi. Jako najwięcej ekonomiczny i planowy sposób wyzyskania złoża solnego jest używana w nowszych czasach odbudowa złóż solnych wodą tak zwaną robotą natryskową i zraszaniem lub rozpylaniem. Przy takiej odbudowie należy rurociąg prowadzić aż do samego przodku.

O ile woda z wyższych poziomów jest pod dostatecznem ciśnieniem i dobrze wypełnia rurociąg doprowadzający wodę do przodku można tej wody użyć do prac odbudowy. W przeciwnym razie używa się odpowiednich pomp.

Przy popędzie chodników 4m szerokich i 3m wysokich przymocowuje się do rurociągu rozdzielacz, którego otwory skierowane są do czoła przodku. Prąd wody skierowany jest ku górze przodka, by woda spływając po czole przodka mogła się dostatecznie nasycić solą. Tak nasycona woda zbiera się na podłodze chodnika. Odpływ solanki zatrzymuje tama odpowiednio przygotowana, przez którą przeprowadza się rury do odpływu solanki do lutni a wreszcie do szybu. Tama nie jest sztuczna, lecz powstała przez

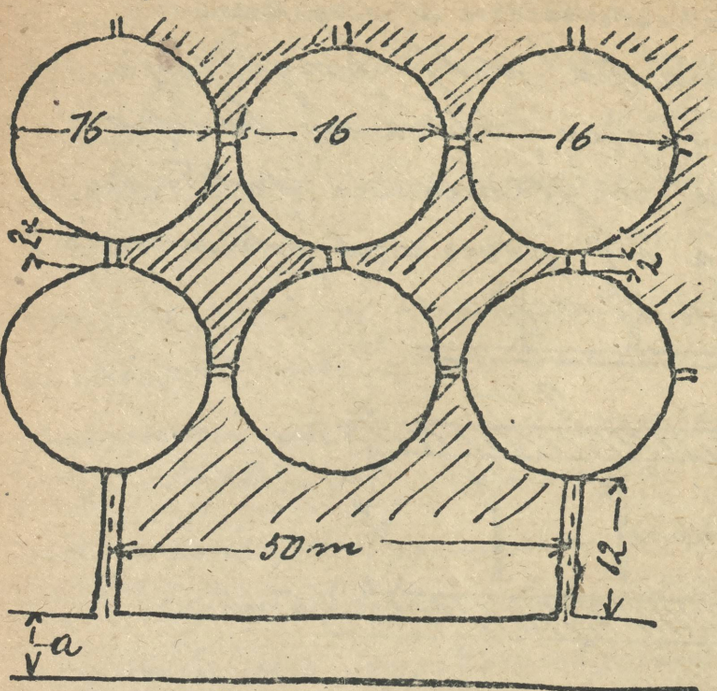


pozostawienie na wysokość 1m wyższej podłogi. Sposobu tego używano w Inowrocławiu, w Wilhelmsglück koło Halle i we Francji. Odbudowanie większych przestrzeni tym sposobem nie okazało się celowe, bo woda za mało pozostaje w styczności ze solą i otrzymuje się niedosyconą solankę – dlatego starano się zwiększyć powierzchnię natryskową przy równoczesnem użyciu jak najmniejszej ilości wody. W Schönebeck, gdzie pokład jest prawie poziomo ułowiony a więc w zupełności odpowiada warunkom do odbudowy soli powyższym sposobem wykonuje się tę robotę następująco: Z głównego chodnika

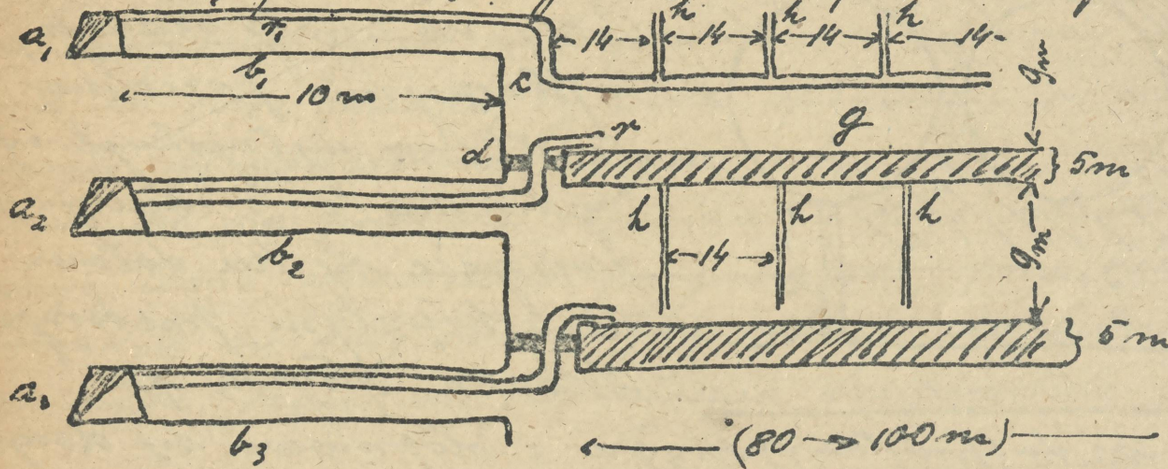


a pędzi się robotą natryskową co 50m poprzecznie. W poprzecznikach tych w odstępie 12m od chodnika a, a następnie dalej co 16m wytryskiwuje się w powale pionowe otwory 9·5m wysokie – początkowo

o średnicy 0·5 → 1 m. Potem doprowadza się rurociąg natryskowy blisko stropu umieszczając rurę 2 ramienną zakończoną rozpylaczami obracającej się pod ciśnieniem wody na mocy reakcji, w płaszczyźnie poziomej. Początkowo wytryskuje się wydrążenie o średnicy 8 m zwężające się ku dołowi o lejkowatym przekroju. Solanka spływa po ścianach aż do (podstawy) spągu i stopniowo się dosyca. Warstwy anhydrytu osadzają się w małej warstwie na ścianach a w większej części spadają na spód i chronią przez to podłogę przed dalszem zbytecznem ługowaniem. Przez działanie wody powstają zagłębienia, ostre żebra wzdłuż ścian, jakoteż wydrążenia tworzące ostre sople, które opadając w solankę stanowią bardzo dobry materjał do dalszego nasycania solanki. Skoro komora osiągnie 8 m wymiar przedłuża się łuk natryskowy tak długo, aż otwór osiągnie 16 m średnicy. Teraz skraca się rurę pionową a woda wytryskując wyrównuje równomiernie lejkowate zwężenie. Postępując w ten sposób otrzymuje się prawie całkiem cylindryczne wydrążenie o średnicy 16 m a wysokości 9·5 m. W miarę skracania rury pionowej solanka spływając po coraz krótszej przestrzeni staje się coraz mniej nasyconą i musi być w lutniach napełnionych solą dosycana. Tak otrzymujemy cały szereg cylindrycznych wydrążeń oddalonych od siebie o 2 m. Sposobem tym wyzyskuje się systematycznie pokład wyługowując 2/3 całej masy. Pozostawione filary między poszczególnemi wydrążeniami stanowią filary podporowe, których wytrzymałość w wysokim stopniu zależną jest od górotworu.—



V Plönnitz koło Bernburgu wykonowuje się główne roboty przygotowawcze natryskiwaniem a uzyskawszy większą powierzchnię działania dla wody przystępuje się do wyługowania soli wodą stojącą, która się bardzo szybko nasyca co umożliwia zużytkowanie pokładu odbudową filarową. Wytwarza się przez natryskiwanie



i działanie wody stojącej wydrążenia prawie o ścianach pionowych i ostatecznych wymiarach 9m wysokości, 14→20 m szerokości a 80→100 m długości. Między temi komorami pozostawia się 10m filar. Wysokość między poziomami wynosi 9m+5m = 14m, przyczem 5m przypada na ławkę ochronną. Pokład jest tam większej miąższości, prawie poziomo uławicony, jednolity i całkiem czysty. Zawiera tylko cienkie przerosty anhydrytu. Odbudowę przeprowadza się w następujący sposób: Z głównych chodników a_1 a_2 a_3 ... pędzi się poprzecznie b_1, b_2 b_3 ... robotą natryskową lub ręczną, kilofem (robota żeleźnicza) aż do połączenia z następnym poziomem. W części szybiku w półce dolnej wykonuje się tamę d z cementu magnezjowego w której znajduje się rura odpustowa r. Rurociągiem natryskowym r_1 prowadzonym z górnego (chodnika) poziomu wytryskuje się najpierw chodnik 2m wysoki, 4m szeroki a 80→100 m długi g. W chodniku tym co 14m wytryskuje się pionowe otwory h do wysokości przyszłej komory. Następnie robotą natryskową rozszerza się otwory na całą długość pola odbudowy t.j. na 80—100 m przez co otrzymuje się wązki wrąb. Po tej czynności robotę natryskową się przerywa a całą wolną komorę napełnia

się słodką wodą, która mając wielką powierzchnię działania szybko się nasyca. Woda najsilniej działa u góry a na dół spływa już jako nasycona solanka. Solankę tę wypuszcza się a komorę napełnia się powtórnie słodką wodą. Powtarzając tę czynność kilkakrotnie razy otrzymuje się komorę o żądanej wysokości i szerokości, której ściany są prawie całkiem prostopadłe a nawet nieco do środka nachylone — a więc całkiem przeciwnie jak w ługowniach. Jeden robotnik obsługuje 15 natrysków, napuszcza komorę wodą, kontroluje nasycenie i wypuszcza solankę do zbiornika. Sposób ten daje bardzo korzystne wyniki ekonomiczne i dozwala na systematyczną odbudowę pokładu. Podstawą tej odbudowy jest pokład jednolity, prawie że poziomo uławicony o jaknajwiększej miąższości i bez znaczniejszych zanieczyszczeń. —

W Wieliczce zaprowadzony jest sposób ługowania zapomocą rozpylania lecz ciągle jeszcze w stadjum prób, bez określonego wyraźnego systemu odbudowy. Gdy n.p. w Niemczech celem otrzymania solanki nasyconej wysokość ściany wynosi 4m to w Wieliczce wysokość takiej ściany waha się między 6→8m i to tylko w pierwszych dniach natryskiwania na świeżą ścianę. W następnych już dniach ściana ta ku dołowi, gdzie działanie wody jest mniejsze gdyż ścieka solanka już nasycona całkowicie lub częściowo, oblepia się cienką warstwą wyługowin, które chronią ścianę od żywszego rozpuszczania się a gdy ługowiny składają się z iłów nierozpuszczalnych mogą zupełnie udaremnić ługowanie. Tam gdzie działa silny prąd wody tworzą się wgłębienia, sople u góry a żebra i wnęki u spodu, które przy każdorazowem czyszczeniu komory usunięte być muszą - robotą żeleźniczą. Natryskiwanie daje tylko w rzadkich wypadkach nasyconą solankę. Przeważnie trzeba ją jeszcze dosycać. Wykonanie roboty natryskowej jest następujące:

Na odsłoniętej ścianie (6→8m wysokiej) stawia się na rusztowaniu w odstępach 1→1.5m rozpylacze o

średnicy wylotu 2 m/m, połączone z głównym rurociągiem. Woda w rurociągu jest pod ciśnieniem 7 → 8 Atmosfer a przypływ jej reguluje się tak, by dochodził na minutę do ilości 3 → 4 l. Natryskiwanie rozpoczyna się od stropu. Spływająca po ścianach woda lub solanka dosyca się o ile pokład jest dość bogaty w sól. Dzieje się to jednak tylko z początku. Po niedługim czasie powleka się część ściany, nie pozostająca pod wpływem silnego prądu wody, wyługowinami i tworzy wgłębienia, sople i wnęki. Czynności natryskiwania z rusztowania są niewygodne a zarazem drogie, bo w miarę postępu pracy należy posuwać ewentualnie stawiać nowe rusztowanie, co jest kosztownem. Jeden robotnik może co najwyżej obsługiwać 4 natryskiwacze. Klarowanie solanki nie odbywa się na miejscu. Brudną i mętną solankę ujmuje się w rynny lub lutnie, by nie działała na spąg (wgryzaniem) i sprowadza się ją zbiorników albo skrzyń dosycenia. Sól w skrzyniach lub lutniach oblepia się namułem i utrudnia przez to rozpuszczanie. Należy je często przeczyszczać. Potrzeba więc większej ilości skrzyń lub długich lutni, przez co traci się dużo czasu a jeszcze więcej materjału solnego wyrzucamy wraz z namułem.

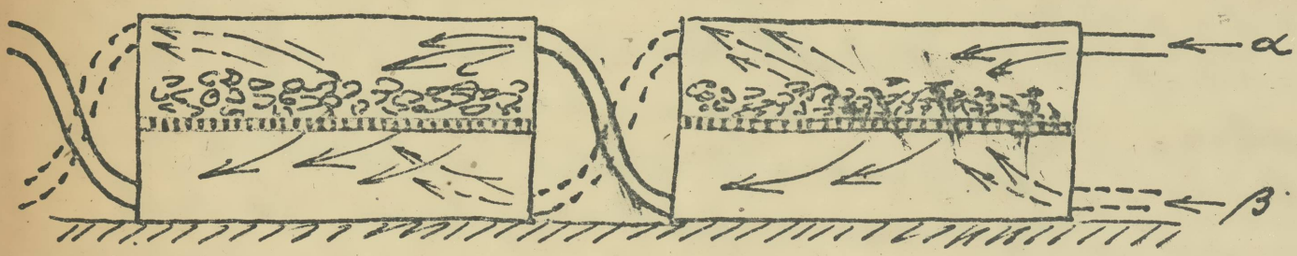
W soli zielonej jako dość jednolitej natryskiwanie nie wykazuje ujemnego wpływu na pokład a powiększenie kosztów przez dosycanie solanki nie jest tak znaczne jak przy soli spiżowej przy której pełne nasycenie nie daje się nawet z początku roboty osiągnąć. Woda działająca pod ciśnieniem na nierozpuszczalnych przerostach anhydrytu dostaje się głęboko do pokładu przez co przerosty iłowate stają się z czasem formalnym błotem. Wilgoć od natrysków dochodzi do 60 m odległości. Wpływ więc wilgoci na strop jest ujemny, zwłaszcza gdy nadkład jest kruchy, bo wówczas w normalnych warunkach sól spiżowa łatwo oddziela się od wierzchnich warstw i grozi zawaleniem. Wobec tego pokłady soli spiżowej ze względów bezpieczeństwa jak i ekonomicznych do natryskiwania nie nadają się.

Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa natryskiwania ze solą zieloną! Tu właśnie sól nadaje się do tego rodzaju odbudowy. Na wschodzie prócz małych prób rozpylania nie robiono dalszych i większych doświadczeń w tym kierunku, bo nie ma tam odpowiednich warunków; brak pokładów jednolitych, brak poziomego ułożenia pokładów, nadmiernej miąższości i wielkie zanieczyszczenie soli. Natryskiwanie może tam tylko służyć do podrzędnych prac — przy większej produkcji tylko w Siebniku i Dolatynie. W Bochni nie można przeprowadzić ani natryskiwania ani rozpylania, bo pod wpływem wilgoci górotwór pęcznieje i powoduje wielkie ciśnienie, które wąskie pokłady soli zniszczyć może.

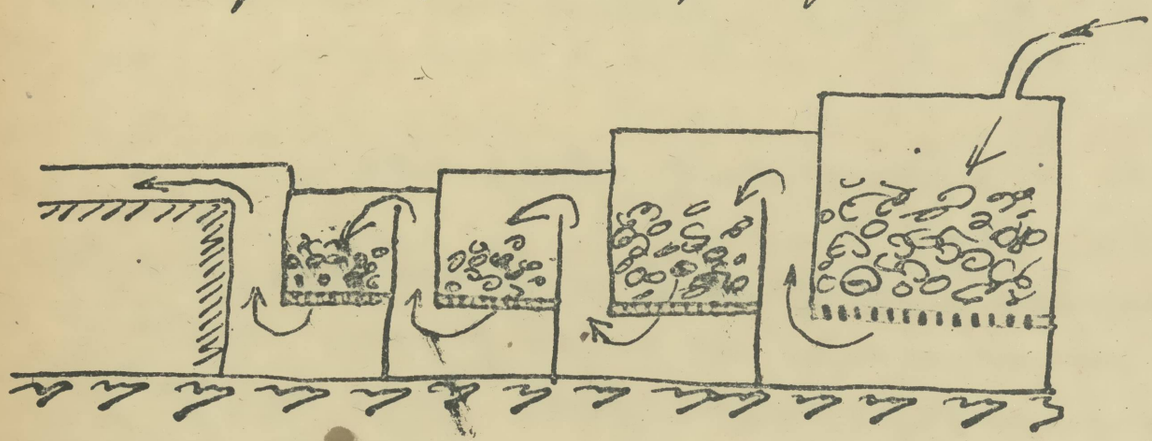
Ługowanie w skrzyniach.

Ługowanie w skrzyniach przeprowadza się w ten sposób, że do skrzyń wrzuca się robotą górniczą urobioną sól i przepuszcza się przez nią wodę. Woda sól wyługowuje i nasyca się. System ten rozpowszechniony w Niemczech, Anglji, Francji i Ameryce. Najczęściej jednak używa się tego systemu do dorabiania solanki z otworów wiertniczych. Ługowanie można w kopalni lub na powierzchni. W kopalni o tyle jest praktyczniej, że unika się dalekiego drogiego transportu i dalszej zmiany wyługowiny. Przeciw temu jednak przemawiają drżenie wilgoci i niedostateczny przegląd pracy. Przy tym sposobie ługowania trzeba uważać, by zawsze woda świeża stykała się ze solą w skrzyni, bo w przeciwnym razie zadania swego skrzynie nie spełniają. Skrzynie sporządzone są z drewnianych krusów lub drzewa krawędziowego 1·5 m wysokości, 2·5 m szerokości i 4 m długości. Mogą być betonowe lub murowane. Umieszcza się je zazwyczaj na pagórku ziarno lub w odpowiednich komorach. Sól wrzuca się na rust umieszczony mniej więcej w połowie wysokości skrzyni a solankę rurami odprowadza się z jednej do drugiej skrzyni aż przejdzie

cały szereg tychże i w zupełności się nasyci. Gdy sole są czyste przepływa solanka z jednej skrzyni do drugiej według rysunku ad α, gdy sole zanieczyszczone ad β) i wówczas kierunek prądu solanki w skrzyni jest przeciwny aniżeli w wypadku ad α, z dołu do góry.



Konstrukcja skrzyń może być najrozmaitsza:



Dla zmniejszenia ilości skrzyń trzeba spowodować możliwie żywy przypływ wody lub gdy to jest nie możliwem należy działać z ciśnionem powietrzem i wówczas skrzynie takie zowią się pneumatyczne. Zwykle buduje się skrzynie betonowe. Ilość skrzyń zależną jest od produkcji. Ruszt umieszczony w połowie wysokości skrzyni lub na wysokości ½ m od dna zbudowany jest z łat na kant postawionych. Skrzynie pneumatyczne są zazwyczaj 3→5 m długości, 2·5 m szerokości i 1·6→1·8 m wysokości. Czyszczenie skrzyń odbywa się dla czystej lub bardzo mało zanieczyszczonej soli co 3 miesiące. Straty w materjale solnym przy skrzyniach pneumatycznych są mniejsze jak przy skrzyniach zwykłych.
W Inowrocławiu używane są takie skrzynie, przyczem używany jest filtr krzemowy. W Wieliczce wydajność skrzyni pneumatycznej dla soli do 7% zanieczyszczonej wynosiła przy większych skrzyniach do 90 l na minutę

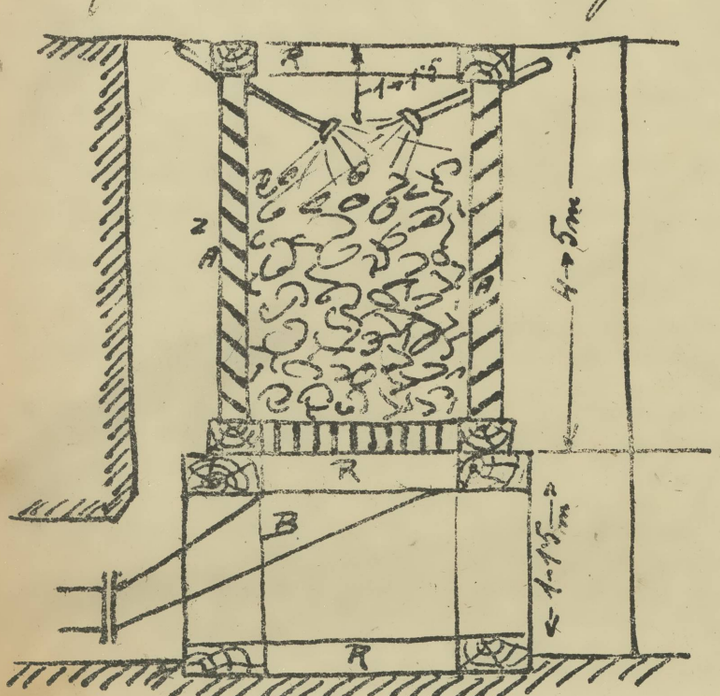
przy mniejszych do 55 l na minutę. Koszta produkcji dosyć wysokie. Skrzynie te nie nadają się do soli bardzo zanieczyszczonej.-

Ługowanie w lutniach.

Ługowanie w lutniach jest mniej używane i jako takie służy jedynie do dosycania solanki. Lutnie zarurowaj się 30 cm wysokie, 50 cm szeroki i o znacznej długości. Lutnie spoczywają na drewnianych kozłach lub podłodze a są ułożone tak, by spad ich był dosyć bystry. Woda lub solanka przepływając lutniami nasyca a względnie dosyca się. Wyzyskanie soli w lutniach jest niedostateczne, bo ziarnka soli szybko tutaj otaczają się namułem, przez co utrudniają racjonalnemu nasyceniu solanki i znaczny procent soli jako niewyteczny bywa odrzucany.

Ługowanie w wieżach ługowniczych

Sposobu tego poraz pierwszy użyto w Wieliczce. Literatura o tego rodzaju otrzymywaniu solanki nic nie wspomina. Wieże sporządzone są z odpowiednio grubego drzewa kantowego.



Między 4 pionowe stupy związane trzema wieńcami R na górze pod rusztem i u fundamentu usypuje się na rusz sól. O ile wieże są wysokie daje się w środku wieży jeszcze jedno wiązanie. Ściany pionowe od rusztu w górę

posiadają rodzaj wsuwanych żaluzji z drzewa (deski) nachylonych do środka pod pewnym kątem. W wysokości 1→1·5 m od podłogi umieszczony jest ruszt z brusów jodłowych na kant ułożonych. Pod rusztem znajduje się odpływ B z drzewa lub betonu. Na wierzchu wieży znajdują się rozpylacze o 12 m/m otworze dla przypływającej słodkiej wody, która pod ciśnieniem 7→8 Atmosfer wchodzi do rozpylacza. Woda rozpylona przeciskając się między nasypanym górotworem solnym nasyca się solą.

W praktyce są używane wieże pojedyncze, podwójne a nawet potrójne.-

Wieże pojedyncze są 2 m długie 1 m szerokie a 0·5 m wysokie,
-"- podwójne -"- 4" -"- 2" -"- 8" -"-
-"- potrójne -"- 6" -"- 2" -"- 6→7" -"-,
lecz te ostatnie są o 2 przedziałach.

Wydajność wieży zależna jest od wysokości wyługowanego materjału solnego i od czasu, który upłynął przy ługowaniu licząc od początku ługowania i tak dla pojedynczych wieży wydajność wynosi 20→30 l,
" podwójnych wieży -"- -"- 80→160 l
" potrójnych wieży -"- -"- 80→120 l
na minutę. Ładowanie urobkiem solnym powinno odbywać się mechanicznie. Uprzątanie-czyszczenie odbywa się zależnie od jakości urobku, przeważnie co 4→6 tygodni i wymaga łącznie z odwozem wyługowin przeciętnie pracy 16 robotników przez 2 tygodnie. O ile więc w ten sposób są sporządzone, że wyługowiny jakoteż wszelkie zanieczyszczenia samoczynnie opadają na dół wówczas nie potrzeba tyle pracy —

Otrzymywanie solanki przez zatopienie kopalni może być przypadkowe przez wdarcie się wody słodkiej lub słabo nasyconej do kopalni w takiej ilości, że przypływu jej nie można było opanować lub gdy wytwarzanie solanki z danego miejsca

jakimkolwiek innym sposobem nie pokrywałoby kosztów produkcji a więc dla łatwości otrzymywania solanki sposobem zatopienia. W Lacku n.p. kopalnie soli zatopiono przypadkowo - lecz solanki z tej części nie otrzymują obecnie ponieważ procent zawartości soli w solance jest bardzo mały. Obecnie prowadzą w Lacku roboty górnicze pod kopalnią zalaną. W Kossowie również przypadkowo woda zalała kopalnię pozostając się z sąsiedniego potoka. - Ten sposób otrzymywania solanki opłaca się tylko w złożach solnych bogatych (n.p. w Maniłce w państwie Michigan, gdzie zabudowy suchej przeszło się do zatopienia otworami wiertniczymi.)

Studnie, szyby i otwory wiertnicze. -

Rzadko kiedy solanka źródlana dostaje się w takiej ilości na powierzchnię by ją można było użyć wprost do większej produkcji. Trzeba ją przez ująć szybami, studniami lub otworami wiertniczemi. W Chinach wiercą studnie do 30 m głębokości i obramowują je kamieniami ciosowemi, pozostawiając otwór 6-cio calowy. Solankę wyciągają wydrążoną rurą bambusową albo w workach ze skóry zwierzęcej. Worki wyciąga do góry odpowiednio urządzony kierat. Są to pierwsze początki wydobywania solanki z wnętrza ziemi. U nas ślady tego pierwowzoru spotykamy w Łanczynie. Obecnie jednak odkrywka solanek dokonywa się u wszystkich kulturalnych narodów otworami wiertniczemi, przyczem odrzuca się odpowiednio otwór od przypływu wody słodkiej - gruntowej. Nawet w Chinach, gdzie przyżej wymieniony sposób jest w bardzo częstem użyciu wiercą obecnie otwory odkrywcze za solanką. Skoro otworem wiertniczym natrafimy na zbiorniki solanki, do których dopływa solanka z dalszych miejsc (górotworu solnego) wówczas wydajność i nasycenie tejże będzie mniej więcej jednostajne zawsze bez większych zmian.

Otwory, które znajdują się jednak blizko zapoczątkowania ługowania lub w samem miejscu ługowania a więc niejako w źródle tworzenia się solanki wydawać będą stosownie do pory roku więcej lub mniej solanki jak również nasycenie tejże będzie zmienne. W razie choćby najmniejszego forsowania przy wydobywaniu solanki otwory te wykazują wielki spadek wreszcie prawie zawsze dają z biegiem czasu powód do zapadlisk na nieraz znacznej przestrzeni. Otwory wiertnicze w ubogich pokładach będą zawsze miały solankę bądź niedosyconą bądź też o bardzo słabej wydajności. Wyługowane bowiem iły tworzą naturalną osłonę pokładu, pęcznieją i zasadzają otwory i szczeliny z którychby ewentualnie woda mogła ługować sól. Zmniejsza się przez to przestrzeń użyteczna do ługowania a zarazem przypływ solanki. Nie pomoże też w takich wypadkach na długo pomnażanie otworów wiertniczych lub osłonięcie niemi większego obszaru pokładów, bo po pewnym czasie wydajność całkiem zniknie.— Świadczą o tem znaczna ilość studzień w takich pokładach zrobionych i ogromne skoki w produkcji salin taką solanką zasilanych jak n.p. w Lacku gdzie było około 70 szybów.— W terenach więc ubogich najlepiej nie zakładać saliny a górotwór uzyskać sposobem górniczym. Zasadniczym warunkiem zastosowania tej metody jest zawsze bogaty pokład a przeprowadzenie prawie wszędzie jednakowe. Zgłębiony otwór wiertniczy zarurowuje się aż do pokładu soli. W środku tej rury osadza się drugą rurę o mniejszej średnicy. Rurą zewnętrzną o większej średnicy wtłaczamy wodę w górotwór solny a rurą wewnętrzną wypływa solanka na powierzchnię. Przy użyciu jednej rury należy posługiwać się pompą kanadyjską. Tego rodzaju urządzenia są rozpowszechnione w Niemczech.

Rury używa się przeważnie z żelaza lanego o zewnętrznej średnicy 142 m/m a wewnętrznej 60 m/m. W użyciu chociaż rzadko są jeszcze rury drewniane z drzewa świerkowego lub sosnowego. Rury takie sporządza się albo z pni albo z klepek, podobnie jak beczki. Wysokie 6½ m długie pnie połowi się wzdłuż długości - wyjmuje rdzeń i tworzy się równą do 130 m/m wielką średnicę albo przewierca się pnie świdrem. Zewnętrzna średnica rur drewnianych wynosi 180 m/m. - Połówki spaja się dyblami a w środku zazwyczaj obręczą mosiężną. Najlepsze ze wszystkich są rury mosiężne - z powodu wielkiej ceny mało używane. O ile otwór wiertniczy natrafił na takie miejsce, które łatwo do otworu przepuszcza wodę wówczas przerywa się na pewien czas wiercenie - otwór się betonuje a po stwardnieniu betonu przeprowadza się powtórne wiercenie - tym razem w betonie. Na ten cel przeznaczona mieszanina betonowa składa się z 2 części cementu, 1 części wapna hydraulicznego i 1 części żwiru. Po 8 dniach cement jest już tak twardym że można w nim wiercić. Do otworów zupełnie suchych doprowadza się wodę. Czasami doprowadzanie wody potrzebnem jest tylko na początku ruchu, poczem źródła same torują sobie drogę do otworu wiertniczego przez górotwór w takiej ilości że doprowadzanie wody jest zbyteczne. W dolnej Tuzli w Bośni otworem wiertniczym nie natrafiono ani na wodę ani na solankę - przystąpiono do pogłębiania szybu oddalonego od otworu wiertniczego o 40 m. Szybem tym osiągnięto bardzo bogaty dopływ wody a później solanki - zaprzestali przeto dalszego głębienia szybu a rozpoczęli wiercenia w okolicy. W międzyczasie w poprzednio zupełnie suchym otworze wiertniczym pokazała się woda a następnie całkowicie nasycona solanka.-

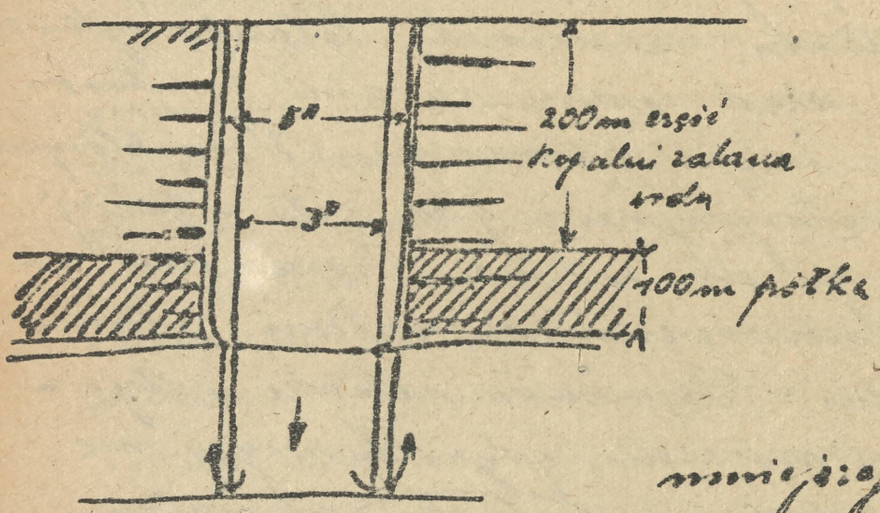
Jeżeli macierzi się pokład soli natenczas woda

dostająca się do tego otworu ługuje boki tworząc kawerny i tak n. p. w Bernburgu napotkano słabą wodą wyługowane kawerny o kształcie zupełnie do ługowni podobnym. Dla lepszego i systematycznego wyzyskania pokładów solnych w Ameryce zaprowadzono następujący system ługowania: Otwory wiertnicze rozmieszczono w bokach czworoboku którego 1 bok — 120 m a drugi 50 m wynosił. Odległość poszczególnych czworoboków wynosiła około 300 m, głębokość otworów od 300 — 400 m. Przez tego rodzaju rozmieszczenie otworów a następnie w razie potrzeby pogłębianie tychże wyzyskuje się wcale ekonomicznie dany pokład solny.

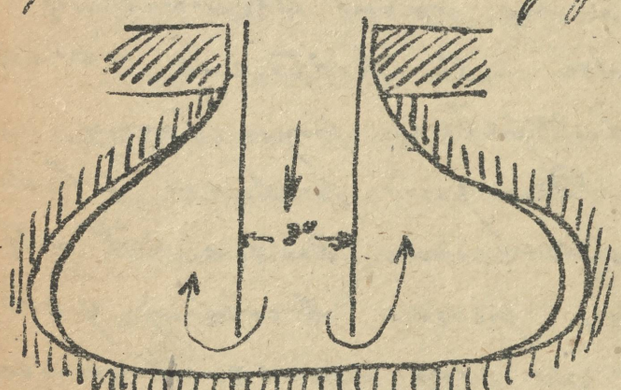
U nas sztuczne ługowanie pokładów solnych otworami wiertniczemi wodą słodką nie jest praktykowane. W dawnych czasach w studniach lub szybach głębionych dla ujęcia solanki w razie małej wydajności pomagano sobie pomnażaniem otworów wiertniczych a gdy i to nie pomagało pędzono u spodu szybu równocześnie w kilku kierunkach chodniki celem rozszerzenia działania wody. W ubogim pokładzie wydajność trwa krótko a nawet większa część studzień nawet w bogatych pokładach trudnościom solankowym sprostać nie jest w stanie. Ujęcie naturalnej solanki czy studniami czy też otworami wiertniczemi byłoby u nas w wschodniej Małopolsce najracjonalniejszem, bo źródeł takich mamy dosyć a sposób produkcji najtańszy. Gdzie to nie możliwe należy solankę sztucznie uzyskać czy to w skrzyniach pneumatycznych dla soli do 6% zanieczyszczonej czy w wieżach dla soli z 10% zanieczyszczeniem, czy też przez natryskiwanie w bogatych pokładach czy wreszcie płynną zasadzką. Każda z tych metod szczególnie gdy pokład uzyskuje się sposobem górniczym umożliwia bezwzględnie lepsze wyzyskanie pokładu aniżeli wytwarzanie solanki sposobem

ługowania alpejskiego.

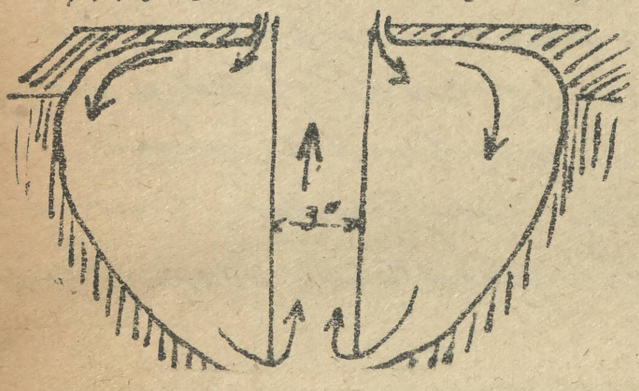
Jeżeli mamy do czynienia z otrzymaniem solanki w warunkach trudniejszych jak n.p. w Inowrocławiu, gdzie wydobyte już przestrzenie do głębokości 200 m zalane są wodą a górotwór solny znajduje się jeszcze niżej na znacznej głębokości postępujemy następująco: W danym terenie wierci się otwór do głębokości 300 m tak, by pod powierzchnią zalaną znajdowała się na 100 m wysoka półka. Otwór musi być tak szerokim, by w otworze mogła się zmieścić rura o średnicy 5". Do otworu wlewa się cement a potem wpuszcza się 5" rurę na dole zamkniętą. Rurą wypycha cement na boki, który zalewa i wypełnia wszystkie szczeliny sąsiadujące z otworem. Po 8 dniach cement stwardnieje. Następnie wierci się otwór otwór o średnicy mniejszej do głębokości 400 m. w górotworze solnym i wpuszcza się 3" rurę. Dno rury 5" przebija się. Woda do ługowania przychodzi rurą 3" pod ciśnieniem i ługuje sól tworząc komory.



Wyługowane kawerny mają kształt gruszek o wysokości dochodzącej do obmurza cementowego.



Można również ługować odwrotnie t.z. wodę słodką wtłaczać rurami 5" a wydostawać 3" — jednakowoż sposób ten jest niekorzystny bo wodą zaczynałaby ługować górę i mogłaby w swem dalszem ługowaniu zniszczyć całą zaprawę cementową. Kawerny przy tym sposobie



ługowania będą miały kształt odwrotny. W sąsiedztwie robi się drugi otwór - trzeci i t.d. - aż w zupełności cały górotwór solny zostanie wyzyskany.

Nad rzeką Jang-tse-kjang w Chinach znajduje się przeszło 1000 źródeł słonych, które zajmują przeszło 18 klm² powierzchni. Początek tych solanek datuje się od 2000 lat. Każda studnia ma 1·5 dm średnicy. Nad otworem położony kamień z otworem o tej samej co studnia średnicy. Nad studnią umieszczony kierat z rolką na górze, przez którą przechodzi lina z umocowaną rurą bambusową. Drugi koniec liny nawinięty na dużym bębnie. Rurę bambusową spuszcza się na dół a woły zaprzągnięte do kieratu wyciągają rurę bambusową z solanką na wierzch. Solankę wylewa się do rezerwoaru, skąd znowu rurami bambusowemi odchodzi do miejsc parowania. W niektórych studniach solnych otrzymywano gaz i to w takiej ilości, że używano go do palenia. Prowadzono go również rurami bambusowemi owiniętemi słomą zaprawioną wapnem. Parowanie solanki odbywa się tutaj dniami i nocami, gdyż Chińczycy nie znają sposobu uregulowania solanki przypływu lub magazynowanie gazu. Sól tamtejsza jest bardzo brudną. Przyrządy wiertnicze są również bardzo proste. Nad otworem studni ustawia się ramę drewnianą z dźwignią o znacznej długości. Na krótszem ramieniu zawieszone są ciężarki i zupełnie prymitywny świder na linje bambusowej. Dźwignię podnosi 6 ludzi i opuszcza przy każdorazowem uderzeniu świdra. W głębokości 50 → 60 m natrafia się pewien trwalszy górotwór, na który układa się do góry szereg kamieni pozostawiając jednak wewnątrz otwór, rodzaj rury do której opuszcza się rury z drzewa cyprysowego. Rury te tworzą ochronę przed wodą. Postęp pracy przy kopaniu takiej studni idzie bardzo powoli zwykle 4 → 6 lat a niekiedy przy nader trudnych warunkach do 40 lat, o ile przedtem rozmaitemi

trudnościami jak n.p. kurzawką lub brakiem pieniędzy nie zostanie przerwaną. Dzienny rezultat pracy wynosi 10 → 15 cm. — Na głębokości 400 → 420 m natrafia się zazwyczaj solankę. Od wierzchu ochrania solankę twardy granit, po przewierceniu którego solanka podnosi się do wylotu otworu.

Mamy jeszcze jeden sposób sztucznego ługowania soli t.z. sposób płynnej podsadzki. Na podstawie doświadczeń na których oparł się sposób tego ługowania stwierdzono, że

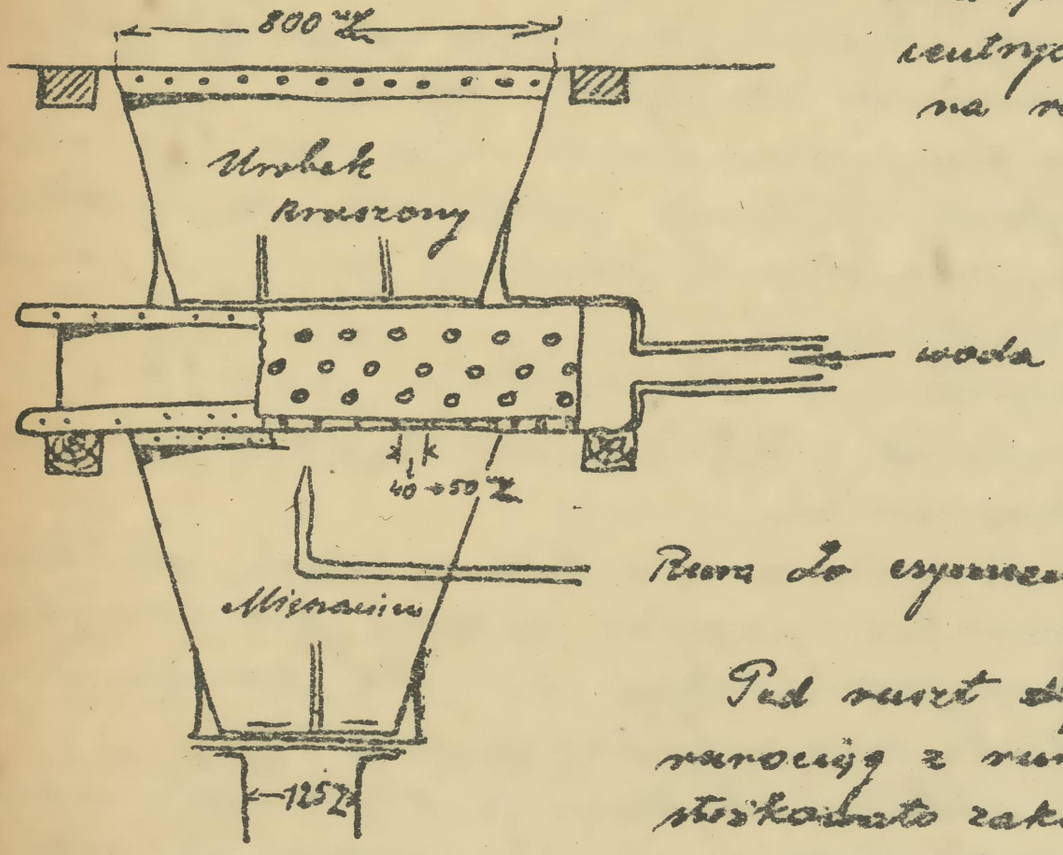
1) rozpuszczenie urobku następuje tem szybciej im mniejsze są ziarna. Pyłowaty urobek powoduje opóźnienie rozpuszczania –

2) przy rozpuszczaniu urobku w wodzie słodkiej powstaje solanka o pewnym ciężarze gatunkowym, którego miarą jest funkcja stosunku mięszaniny a więc wielkość już z góry znana. –

3) Ług dochodzi do pewnej stopniowości nasycenia się już w krótkim czasie i zmienia ją przy dłuższem ługowaniu tylko nieznacznie.

Na podstawie tych doświadczeń i doświadczeń opartych na podsadce płynnej w kopalniach węgla dokonano próbnych urządzeń sztucznego ługowania soli w Hallein. Urządzenie całkiem podobne do urządzenia przy podsadce płynnej w kopalniach węgla. Kruszony urobek wrzuca się razem z wodą w lej, skąd ta mięszanina odpowiednim rurociągiem pod pewnem ciśnieniem odchodzi na miejsce przeznaczenia. Urządzenie jest następujące: Na powierzchni nad jednem ze szybów kopalnianych ustawia się lej, który łączy się z rurami o średnicy 125 m/m. Rury o takiej średnicy prowadzą przez cały szyb. W dalszej części a więc w chodnikach aż do wyrobiska załącza się rury o średnicy 80 m/m. Stosownie do potrzeby rurociąg się przedłuża. Średnica leja u góry wynosi 800 m/m lub więcej a u wylotu umieszczony jest żelazny ruszt z otworami 40 → 50 m/m.

Podwójny szczelny płaszcz nad rusztem połączony z rurociągiem a w dolnej swej części zaopatrzony dziurkami w liczbie 25 o średnicy 10 m/m, z których woda pod ciśnieniem centrycznie wpływa na ruszt.



Rura do czyszczenia rusztu

Pod ruszt doprowadza się rurociąg z rurką gazową stożkowato zakończoną, który ma na celu czyszczenie rusztu z namułu. Przed każdą próbą rurociąg napełniano wodą a skoro aż po wierzch był napełniony otwierano zasuwę i dopuszczano tyle wody ile potrzebnem było do utrzymania stałego ciśnienia a więc około 5 atmosfer, poczem dopiero wrzucano pokruszony urobek. Przy pierwszej próbie zługowano w 23 minutach 11·1 m³ urobku czyli w 1 minucie 0·483 m³. Ilość doprowadzonej wody w 1 minucie wynosiła 0·9 m³. Cała masa jaka w 1 minucie przez rurociąg przepływała wynosiła 0·9 + 0·483 = 1·383 m³

$Q = F.v$, gdzie Q = ilość wody, F = powierzchnia (przekrój rurociągu) a v = chyżość wody.

W rurociągu w szybie w rurach o średnicy 125 m/m v wynosiło 1·9 m/sek., w rurociągu o średnicy 80 m/m v = 4·6 m/sek. a czas potrzebny do przepływu całego rurociągu o długości 490 m wynosił 130 sekund.

Zasada ługowania

1000 części objętościowych nasyconej solanki o ciężarze

gatunkowym 1·2 a więc 1200 części ciężarowych zawierają 316 części ciężarowych NaCl i 884 części ciężarowych wody. Jedna część ciężarowa wody potrzebuje do rozpuszczenia 316 : 884 części ciężarowych soli. Jeżeli nie rozpuszcza się czysta sól lecz górotwór solonośny o p % zawartości soli to potrzeba do rozpuszczenia jednej części ciężarowej wody $\frac{316}{884} \cdot \frac{100}{p}$ części ciężarowych soli. Ponieważ według doświadczenia nie wszystka sól się rozpuszcza, bo ił wiąże część soli potrzeba przeto większej ilości urobku do nasycenia wody o 1·3 i tak gdy n.p. ciężar gatunkowy urobku wynosi 2·2 to 1 m³ wody potrzebuje do nasycenia się 1·3 $\frac{316}{884} \cdot \frac{100}{p} \cdot \frac{1}{2{\cdot}2} = \frac{21{\cdot}1}{p}$ m³ urobku soli I)

1 m³ solanki zawarte jest 0·884 m³ wody. Do uzyskania 1 m³ solanki potrzeba zatem $\frac{21{\cdot}1}{p} \cdot 0{\cdot}884 = \frac{18{\cdot}6}{p}$ m³ urobku albo z 1 hl solanki $\frac{1{\cdot}86}{p}$ m³ urobku II)

1 m³ luźnego zmielonego urobku waży przeciętnie 1686 kg - wobec tego należy otrzymany II wzór pomnożyć przez $\frac{2{\cdot}2}{1686}$.

Stosownie do tego 1 m³ wody wymaga $\frac{27{\cdot}7}{p}$ m³ mlewa III) a 1 hl solanki - $\frac{2{\cdot}42}{p}$ m³ mlewa IV)

Przykład: Zawartość soli w górotworze wynosi 50%. Roczna produkcja solanki 1,250.000 hl. Ilość dniówek w roku 300 à 8 godzin. Według wzoru II $\frac{18{\cdot}6}{50} \cdot 1{,}250.000 = 465.00$ m³ urobku = 1,023.000 q urobku do wyprodukowania powyższej produkcji solanki co na 1 dzień czyni 3410 q urobku. —

Szczególną zaletą tej metody jest to, że nie stawia ścisłej granicy dla stopnia czystości materjału solnego i nie rozprowadza tyle wilgoci po kopalni jak inne metody ługowania. Cały proces polega

1) na uzyskaniu urobku przez odbudowę
2) przywózce materjału do szybu
3) wyciąganiu urobku szybem do młyna
4) zmieleniu urobku na grube ziarna i
5) zamuleniu ziarna i odpuszczeniu do wyrobisk

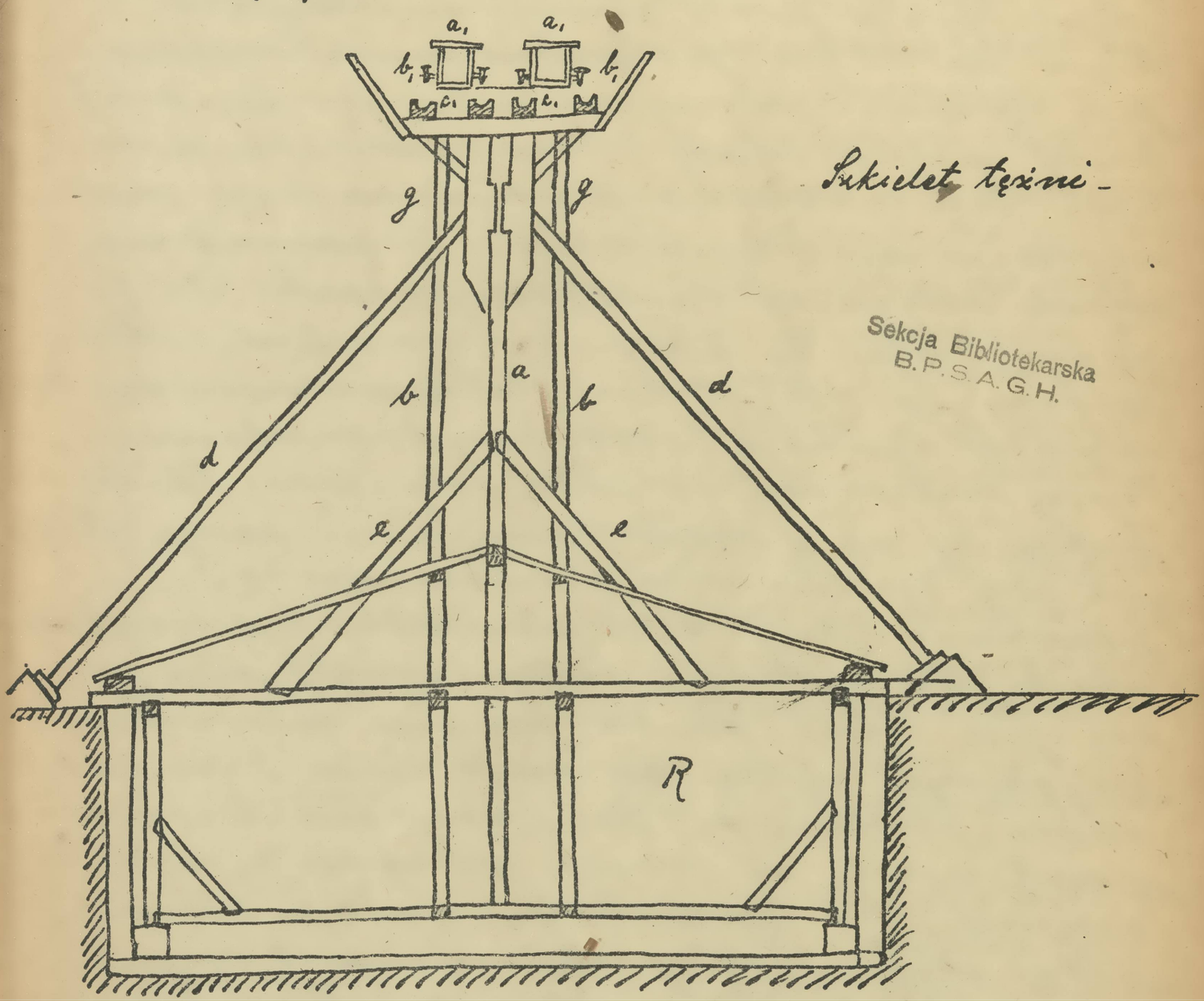
Ilość potrzebnej siły przy zastosowaniu powyżej podanego przykładu: dla łamaka 25 HP,
dla 2 młynków 24 "
dla 1 wywrotu i 1 rusztu 2 "
dla elewatora 5 HP
dla transmisji 4 HP
motory do pomp 35 Kilowattów ≅ 48 HP 1 HP = 0·736 Kilwatt.
Razem 108 HP

Zależnie od stosunków lokalnych można zamiast na górze w kopalni całe to urządzenie umieścić. Woda słodka począwszy od leja i przez długą drogę do wyrobiska jest w styczności z urobkiem, rozpuszcza go i wychodzi jako solanka do wyrobiska, gdzie ma być deponowaną. Gdyby solanka wychodziła nienasyconą musiałoby się rurociąg przedłużyć przez włączenie skrętów lub odprowadzenie solanki do odleglejszego wyrobiska.

Nasycanie solanki w tężniach.-

Solankę nienasyconą otrzymaną jednym z powyżej podanych sposobów przepuszcza się przez tężnice, celem dosycenia jej lub także dla oczyszczenia z namułu, dla oddzielenia żelaza lub ciężko rozpuszczalnych soli n.p. gipsu przez powolne parowanie na wolnem powietrzu. Dosycanie i czyszczenie solanki tężniami tylko wówczas okaże praktyczne i skuteczne, gdy tężnice będą miały odpowiednio wielką powierzchnię i takie położenie, aby na solankę działało ciepło, posucha i ruch powietrza — muszą być przeto ochroniane przed opadami atmosferycznemi. Ponieważ utrzymanie tężnic połączone jest z wielkiemi kosztami starano się je wyrugować. Obecnie znachodzą się jeszcze tężnie solne w niektórych zupach solnych w Niemczech a u nas w Ciechocinku. Najczęściej używane są tężnie tarniowe.-

Przez stosowne urządzenie spływa solanka różnie rozdzielona po ścianach ułożonych z tarniny w kroplach bardzo powoli, przez co wystawiona jest możliwie długo na działanie powietrza. Krople solanki spadając rozbijają się na coraz drobniejsze cząsteczki i przez odparowanie wody powodują większe dosycenie się solanki. Tężnie składają się z rusztowania do umocowania tarnin i tak zwanych łapanek solanki. Stosownie do tego czy tężnia ma 1. 2 lub 3 ściany tarniowe rozróżniamy jedno- dwu lub trójścienne tężnie



Szkielet tężni -

Sekcja Bibliotekarska
B.P.S.A.G.H.

Rusztowanie składa się ze środkowego 10 m wysokiego słupa a, dwóch bocznych słupów b i dwóch wewnętrznych skośnie ustawionych słupów do umocowania tarniny, dalej z wiązadeł d i

zastrzałów e, a na górze z wiązadeł f i g, które utrzymują odpowiednio ustawione rynny c_1 pod lutniami a_1. Słupy b mają odpowiednie haki na których układa się drewniane łaty do utrzymywania tarnin. Tarninę ścina się w jesieni i układa się w wiązki 2 do 2·5 m długości. Należy uważać by tarnina była czystą bez domieszek trawy lub narośli. Przy zakładaniu tarniny w tężniach obcina się końce wiązek i nakłada się wiązki tarniny na łatach w ten sposób, by końce wszystkich wiązek były w jednej płaszczyźnie. Nachylenie słupów na których jest umocowana tarnina bywa rozmaite, zazwyczaj bierze się 1/18 → 1/12 prostopadłej wysokości ściany. Tarninę odnawia się co 7 lat. Całe rusztowanie tężni stawia się na rezerwoarze w ziemię zapuszczonym. Rozprowadzenie solanki odbywa się w następujący sposób. Do głównych lutni a_1 doprowadza się solankę, która kurkami po obu stronach lutni umieszczonemi b_1 spływa do rynien c_1, zaopatrzonych dziurkami. Rynny rozpościerają się wzdłuż całej tężni. Solankę spuszcza się na tę stronę tężni, która w danej chwili jest więcej wystawioną za działanie wiatru. Jednorazowe tężenie zwykle do całkowitego nasycenia solanki nie wystarcza, dlatego solankę która już raz przez tężnie przeszła pompuje się z rezerwoaru do głównych lutni na ruszt tężni i proces tężenia powtarza się poraz drugi lub trzeci a nawet czwarty aż solanka otrzyma żądane nasycenie. W Dürrenburgu n.p. na tężnię 1821 m długą, 10 m wysoką puszczano 3 razy solankę. Z tężni przez które przepływa rocznie 200.000 m³ solanki otrzymuje się 93000 m³ stężonej solanki zawierającej 17·4 ton soli a więc 107000 m³ wody odparowuje co na 1 m² powierzchni przypada 7 m³ wody. Tężnie stawia się o ile

możności wysoko na wzniesieniach i miejscach wolnych od drzew i zabudowań. Na 1 m² powierzchni tężni puszcza się powszechnie w 1 godzinie 0·54 → 1·6 m³ solanki. Nie każda pora dnia i roku nadaje się do przeprowadzenia tężenia solanki tą drogą i tak gdy w powietrzu jest dużo wilgoci podczas deszczu, mgły, śniegu i mrozu nie należy nasycać solanki w tężniach. Najodpowiedniejszemi miesiącami są maj, czerwiec, lipiec i sierpień. Ogólnie można przyjąć w roku 200 dni roboczych.

Rozróżniamy jeszcze kilka mniej używanych sposobów tężenia solanki na wolnem powietrzu.

1) Tężenie w płytkich naczyniach drewnianych

Sposób polega na tem, że układa się kilka pod sobą ustawionych płytkich naczyń drewnianych 65 m/m wysokich. Do naczynia górnego na wysokości 50 m/m zlewa się solankę, która spływa do niżej ustawionego naczynia, stąd do następnego aż do ostatniego najniższego naczynia. Solanka jest wystawiona na działanie powietrza, traci przez to wodę i dosyca się. Tężenie to zowie się tężenie tablicowe (Tafelgradierung)

2) Tężenie stopniowe (Pribschen-Dach albo Staffelgradierung. Solanka ścieka tu po pochyłych płaszczyznach n.p. po dachu umyślnie odpowiednio do tego celu zbudowanego zbiornika a przez działanie słońca i powietrza woda paruje a sól się osadza na dachu, którą to od czasu do czasu łopatami się zbiera.

3) Tężenie linowe (Bundfaden-Strich, albo Seilgradierung) Urządzenia tutaj zupełnie podobne jak przy tężniach tarniowych tylko że tutaj solanka spływa po linach.

4) Tężenie kulisowe (Kulissengradierung) Tutaj zamiast lin są pasy z płótna po których ścieka solanka.

5). Tężenie przez zamrażanie. Sposobu tego używa się

w północnych krajach, gdzie zima jest ostra i trwa długo n.p. w Ochocku. Do tego sposobu tężenia nie nadają się jednak wszystkie solanki, gdyż chlorek sodu i siarczan magnezji w mrozie się rozkładają i tworzą chlorek magnezji i siarczan sodu.

6) Tężenie słoneczne w ogrodach solnych. Aby działanie słońca zwiększyć proponowano promienie słoneczne koncentrować lustrami na powierzchnię solanki. Urządzenie takie jednakowoż jest zbyt drogie nie weszło przeto w użycie.-

Proces przy tężeniu solanki.-

Solanka kapiąc po ścianach tarniowych styka się z powietrzem, przyczem uchodzi ze solanki kwas węglowy wolny i ta część związanego kwasu węglowego, która spowodowała rozpuszczenie nierozpuszczalnych soli pojedynczych na sole podwójnych węglanów. Dlatego też na tarninach osadza się węglan wapna, węglan żelaza i podtlenek manganu [o ile mangan był w solance zawarty] a wreszcie mała ilość chloru jako siwa, a jeżeli jest żelazo z powodu jego oksydacji jako czerwono brunatna skorupa. Skoro solanka przez odparowanie wody jest dostatecznie nasycona wydziela się gips, który osadza się wraz z solami wyżej wymienionemi na tarninach jako kamień tarniowy.

Sprawność tężni.- W Dürrenbergu n.p. otrzymano w 1 roku ze solanki o zawartości 99·12 kg soli w 1 m^3 przy jednostronnem działaniu tężni o powierzchni 16280 m^2 w 6371 godzinach 102595 m^3 solanki o 191·64 kg soli w 1 m^3. Uzyskanie soli w tężni wynosiło więc (191·64 - 99·12) 102595 = 9,492.000 kg

przeto na 1 m^2 wypada $\frac{9,492.000}{16280} = 583$ kg

a na jedną godzinę 0·0915 kg.—

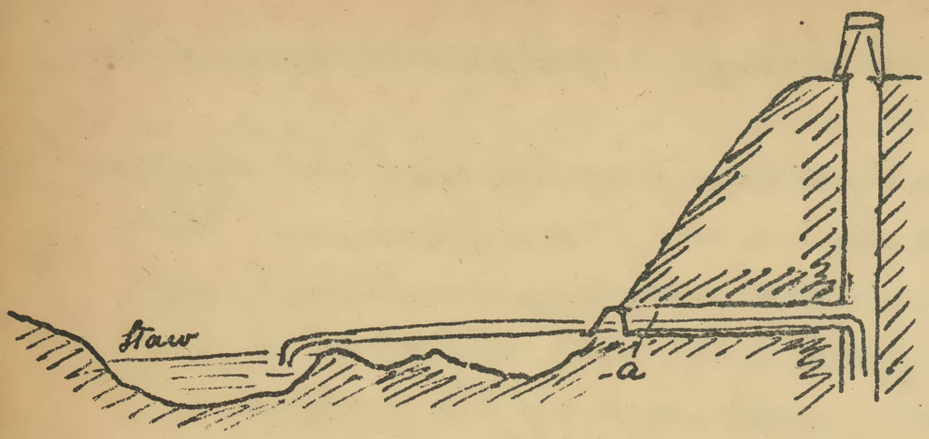
Rurociągi solankowe (Rozprowadzenie solanki)

Czy to z kopalni czy z otworów wiertniczych lub studzien doprowadza się solankę rurami drewnianemi lub żelaznemi do zbiorników. Zakopywanie rur nie jest koniecznem a jeżeli to ma miejsce to jedynie do ochrony rur, gdyż n.p. 25% solanka zamarza dopiero przy -17° C. Rury drewniane są także w częstem użyciu i sól tutaj nie niszczy rur co się inaczej przedstawia przy rurach żelaznych. Najczęściej używa się do wyrobu rur drewnianych drzewa sosnowego lub jodłowego. Pnie 30 cm grube i odpowiedniej długości przewierca się, tworząc zwykle otwór o średnicy 10 cm. Jeden koniec przycina się stożkowato, by rurę można było włożyć do następnej rury a drugi koniec zaopatruje się w żelazny pierścień, który chroni rurę od ewentualnego pęknięcia.



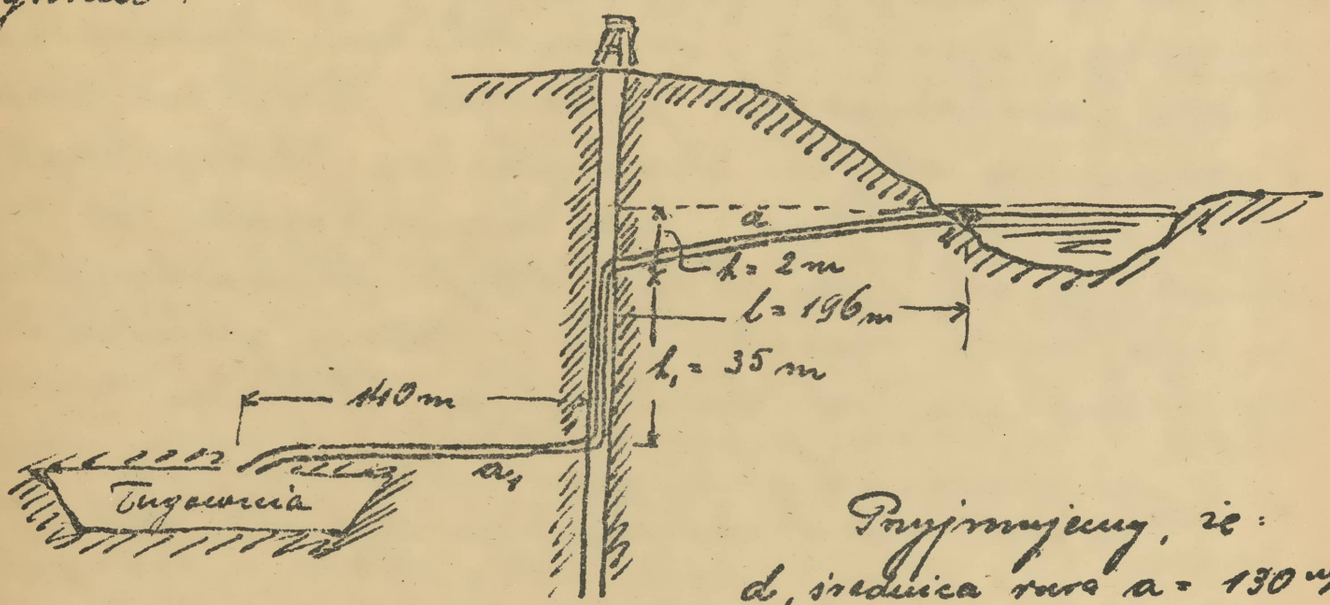
Jeżeli solanka zawiera dużo gipsu rury drewniane są o tyle nieodpowiednie, że gips osadzając się tworzy w rurze zatory, które tamują przypływ solanki. Należy je przeto dość często przeczyszczać. Rury żelazne flanszowe lub mufowe dają tę korzyść, że średnica tych rur może być dowolnie obraną. Uszczelnienie rur flanszowych uskutecznia się za pomocą pierścieni owiniętych konopiami moczonemi w minji z olejem. Mufowe uszczelnienie wykonuje się drewnianemi klinami z pakułami, poczem rurę okłada się gliną i wlewa się w mufę ołów. -

Rurociąg do nawodnienia ługowni prowadzi się ze stawów lub odpowiednich zbiorników przez szyb. Ponieważ stawy zazwyczaj leżą niżej aniżeli wylot szybu, celem uniknięcia niepotrzebnych kosztów na urządzenia do dźwigania wody do góry (szyb



zakłada się sztolnie wodne a, któremi prowadzi się wodę przez szyb do kopalni.-

Do obliczenia średnicy średnicy rur rurociągu nawadniającego ługownię niechaj posłuży nam następujący przykład:



Przyjmujemy, że:
d, średnica rura a = 130 m/m
l = 196 m
h = 2 m
v, chyżość w rurze a =
ψ = współczynnik tarcia wody w rurach = 0·025

$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1{\cdot}505 + \psi \frac{l}{d}}} = \frac{4{\cdot}429\sqrt{2}}{\sqrt{1{\cdot}505 + 0{\cdot}025 \frac{196}{0{\cdot}13}}} = \cong 1\,m$$

Q = ilość przepływającej wody = $\frac{d^2\pi}{4} v = 0{\cdot}0132\ m^3$ w 1 sekundzie
co czyni $46{\cdot}8\ m^3 = 468$ hl w 1 godzinie a
$1123{\cdot}2\ m^3 = 11232$ hl na dobę

l_1 = długość rurociągu od kolana w szybie do ługowni
h_1 = — " — — " — w szybie

$l_1 + h_1 = 140\,m + 35\,m = 175\,m$

d przyjmujemy = 80 m/m

$$v_1 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1{\cdot}505 + \psi \frac{l}{d}}} = \frac{4{\cdot}429\sqrt{35}}{\sqrt{1{\cdot}505 + 0{\cdot}025 \frac{175}{0{\cdot}08}}} = 3{\cdot}87\,m$$

$$Q = \frac{d^2\pi}{4} v_1 = \qquad d^2 = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} v} = \frac{0{\cdot}0132}{0{\cdot}785 \cdot 3{\cdot}87} = 0{\cdot}0043$$

$$d = \sqrt{0{\cdot}0043} \cong 66\ m/m.$$

Widzimy więc, że średnica rurociągu w kopalni może wynosić 66 m/m. Ze względu na kolana rurociągu, zmianę kierunku i tarcie w rurach przyjęta średnica rurociągu = 80 m/m odpowiada w zupełności naszemu zadaniu.

Zbiorniki.

Zbiorniki na solankę sporządza się z betonu lub drzewa kantowego rzadziej z żelaza. Zbiorniki z drzewa kantowego muszą być na wewnętrznej płaszczyźnie uszczelnione pakułami moczonemi w terze. Zbiornik taki jest cały albo też w 3/4 swej wysokości umieszczony w ziemi. Kształt zbiornika bywa czterosimiohętny lub kołowy i musi być tak u spodu jak i naokoło ścian dobrze ubity iłem, zupełnie podobnie jak tamy przy ługowniach. Na powierzchni wyprowadza się ponad zbiornikami niskie budynki drewniane nakryte dachem. Zawartość zbiornika jest różna — zazwyczaj od 9 → 10.000 hl. Pewną odmianą są zbiorniki wolno stojące, zwykle mniejsze ustawione na podmurowaniu kamiennem lub betonowem. Uszczelnianie o ile zbiorniki są z drzewa wykonuje się w ten sposób jak przy zbiornikach powyżej wznoszonych a oprócz tego wieńce drewne ściąga się śrubami. Budują także zbiorniki wolno stojące z betonu. W każdym zbiorniku znajduje się łata z podziałką do odczytu lub obliczenia ilości solanki w zbiorniku. Zbiorniki zwykle stawia się w ten sposób, by solanka samoczynnie spływała do panwi a więc wyżej ponad poziomem panwii. Ze zbiornika powinny wychodzić 2 rury odpustowe a to z tego powodu, żeby w razie zepsucia się jednego rurociągu lub w wypadku czyszczenia rurociągu nie nastąpiła żadna przerwa w przepływie solanki. Odpływ solanki ze zbiornika odbywa się osobnym szybikiem do którego dochodzą rury od spodu zbiornika. Rury są zaopatrzone odpowiedniemi kurkami

i podawane się z dalszym rozwinięciem. —

Oznaczenie soli w solance.

Najlepszym sposobem do oznaczania ilości soli w solance jest analiza fizyczna, lecz przeważnie ciągłe przeprowadzanie analizy wymaga dużo czasu i kosztów używa się do mierzenia ilości soli w solance środków nieco prostszych a takiemi są areometry. Według pewnych wzorów można wypośrodkować zawartość soli w solance procentowo lub w kg. —

n.p. $s = 1 + 0{,}00754\,p$ przy 18° C

lub $kg = \frac{p \cdot g}{100}$

g. ciężar 1 hl solanki o wypośrodkowanym ciężarze gatunkowym albo

$$S = Cg - 2 + \frac{2}{3 - cg}$$

Cg = ciężar gatunk = 1·208

S = zawartość soli

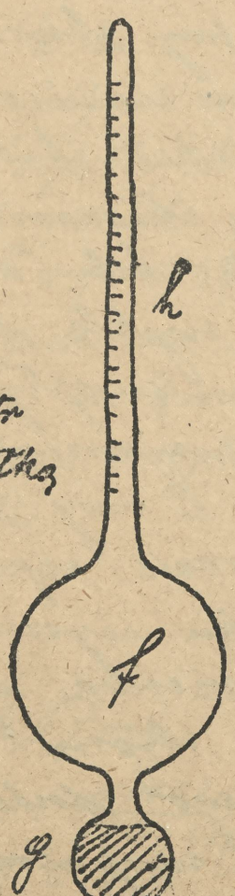
a tak

$$S = 1{,}208 - 2 + \frac{2}{3 - 1{,}208} = 0{,}324 \text{ kg soli w 1 kl}$$

We Francji oznacza się solankę według stopni Baumé - przy pomocy gęstomierza lub solomierza Baumégo. Marka 0° odpowiada tutaj gęstości czystej wody, 10° odpowiada 10% solanki przy 14° R i według tego sporządzona jest tablica z której można odczytać ilość soli w danej solance.



Areometr ciężarowy.



Areometr z podziałką

Rozróżniamy areometry ciężarowe lub areometry z podziałką. Te ostatnie dają nam odrazu w kg zawartość soli w 1hl solanki. Areometry ciężarowe wymagają bardzo inteligentnej obsługi i dlatego nie w częstem użyciu. Jako podstawę przyjmuje się ciężar gatunkowy wody = 1 przy 15° R a części tysięczne o które solanka jest cięższą od wody nazywają stopnie. Jeżeli m oznacza nam stopnie a s ciężar gatunkowy solanki odpowiadający ciężarowi gatunkowemu wody przy 15° R = 1 to

$$s = 1 + \frac{m}{1000} = \frac{1000+m}{1000}$$

$$m = 1000s - 1000 = 1000(s-1)$$

Areometry te zbudowane są z mosiądzu mają cylindryczny pływak a u spodu kulkę do obciążania na górze szyjkę z podziałką stopniową. Szyjka ma na górze nasadkę do nakładania ciężarków. Największy ciężarek ma 200 stopni mniej więcej równa się $\frac{1}{5}$ ciężaru całego solomierza. Najmniejszy ciężarek ma 1 stopień. Tuż pod nasadką jest znak do którego nie obciążony solomierz w destylowanej wodzie przy 15° R się zanurza. Jeżeli areometr jest już obciążony na tyle, co uskutecznia się przez napełnienie dolnej kulki śrutem, aby się do znaku pod nasadką zanurzył — ważą się go a ciężar jego dzieli się przez 1000. Taka $\frac{1}{1000}$ część daje jednostkę dla ciężarków, które się nakłada i równa 0·001 części areometru równa się 1 stopniowi. Według tego ciężarki sporządza się ciężarki na 200 - 100 - 50 - 20 - 10 - 5 - 2 i 1 stopień. Woda wypchana przez areometr wówczas gdy areometr zanurzył się do znaku pod nasadką waży tyle ile waży cały areometr a każdy nałożony ciężarek w celu zanurzenia się areometru do znaku odpowiada większemu ciężarowi solanki w 0·001 części a się powoduje zwiększenie się ciężaru gatunkowego o 0·001 części.

Celem oznaczenia długości podziałki wkłada się areometr do solanki o ciężarze gatunkowym 1·001 - potem nakłada się ciężarki aż areometr

zanurzy się do znaku. Ciężarek jednorazowy zdejmuje się obecnie a areometr wskutek zmniejszenia ciężaru podejdzie ku górze. Miejsce to zaznacza się i tę część podziałki dzieli się na 10 części. –

Najwięcej używany jest u nas areometr z podziałką. Składa on się ze szklanego pływaka i obciążnika (kula ze śrutem). Szyjka areometru tego jest szerszą niż przy areometrze ciężarowym i zaopatrzona podziałką, która podaje ilość soli w kg na 1 hl solanki. Areometry te polegają na zasadzie że ciężar gatunkowy solanek przy równej wadze areometru zachowują się tak samo jak części objętościowe zajęte przez areometry. Na podstawie doświadczenia przy zanurzaniu się areometru w różnych solankach o znanej procentowości sporządza się podziałkę, którą się na pasku papieru wyrysowuje. Papier ten o odpowiednich wymiarach wsuwa się następnie w szyjkę areometru tak daleko ażi górna i dolna kreski podziałki zgodzą się z poziomami solanek o największej i najmniejszej zawartości soli. Podział tej części między 2 mm kreskami sporządza się także empirycznie przez stopniowe zanurzanie areometru do solanek o wzrastającej zawartości soli. Dopiero teraz szyjkę areometru zatopia się i areometr do użytku gotowy. Podanie zawartości ilości soli w kg jest najodpowiedniejsze, bo procentowość nie daje nam natychmiast dokładnego obrazu. Przy mierzeniu zawartości soli w solance trzeba uważać również na temperaturę.

Do precyzyjnego oznaczenia soli służą areometry normalne. One podają nam zawartość soli w 0·01 kg, gdy tymczasem zwykłe areometry podają tylko zawartość soli w całych lub połówkach kg.

Równie dobrym przyrządem służącym do dokładnego oznaczenia ciężaru gatunkowego solanek jest waga hygrostatyczna – jest to jednak przyrząd dosyć skomplikowany i w małem użyciu.

Uzyskanie soli z jezior.

W bardzo wielu krajach uzyskuje się sól z jezior n.p. w Rosji największa część całej produkcji pochodzi z jezior. W guberuji astrachańskiej zawierają jeziora niezmierne ilości soli. Z jeziora Elton uzyskano rocznie więcej niż 16000 ton soli. Od roku 1882 zastanowiono tam produkcję soli z powodu bardzo utrudnionego dowozu do Wołgi. Po wybudowaniu kolei z Baskuncrak aż do stacji portowej nad Wołgą przeniesiono produkcję soli do jeziora Baskuncak tak, że w roku 1897 wydobyto już z tego jeziora przeszło 257.000 ton soli. Jezioro to w lecie jest całkiem suche. Sól w jeziorze tworzy 6-8 m grubą ławicę i tak bardzo zbitą, że się ją nabojami kruszyć musi. Jezioro to daje najlepszą sól i w okresie najdłuższym, bo przez 6 miesięcy. Inne rosyjskie jeziora produkują sól przez 3 miesiące. Uzyskaną sól sprowadza się do stacji portowej nad Wołgą i tutaj mieli się ją w 6 młynach. Podczas gorącej pory woda odparowuje a na powierzchni tworzą się małe nieczyste kryształki soli, które tężeją i opadają na dno jeziora. Najwięcej soli osadza się w porze wiosennej i w nocy. Stosownie do nasycenia wody w jeziorze, klimatu, temperatury i dopływów osadzają się grubsze lub cieńsze warstwy soli i rozmaicie zanieczyszczonej. Największe osady tworzą się w środku jeziora. Z solą osadzają się warstwy iłu i piasku. W mokrej porze roku woda nasycona przez potoki staje się powodem rozpuszczania górnych warstw soli już osadzonych. Namuł jest ciemny i cuchnący a zowie się tam bałchak. Pod namułem znajduje się tak zwany szczep składający się z siarczanów wapnia i magnezji, i z chlorków wapnia i magnezji. Świeżo osadzona sól jest gorzka, rozpływa się szybko na powietrzu i

i jako taka nie nadaje się jako sól jadalna, musi być oczyszczoną, co też na wiosnę przy pływające wody samoczynnie wykonują. W lipcu następuje zwykłe łamanie soli drewnianemi łopatami. Odłamany blok soby czyści się wodą na miejscu. Bloki tłucze się drewnianymi młotami, składa na odpowiednim miejscu - polewa czystą wodą, która zabiera zanieczyszczenia ze sobą a następnie przez 8 dni sól się suszy. Na kupy sole układa się słomę lub chrust, które się spala, przez co sól dostaje twardą powłokę, która chroni sól wewnątrz od wpływów atmosferycznych. Po 2 letniem magazynowaniu staje się sól doskonałym przedmiotem handlu. W wielkiej mierze wydobywają sól w Rosji z morza Kaspijskiego i Aralowskiego. Jeziora tego zasilane dopływami rzek w czasie deszczowym, wysychają w czasie pomiędzy tworzą „bagna solne" lub tworzą limany powstałe przez połączenie tych okolic z morzem wąskiemi kanałami. W dawnych czasach wydobycie soli z bagien solnych lub limanów odbywało się bez wszelkich urządzeń technicznych, środkami najprymitywniejszemi. Dopiero od r 1858 następuje w tym kierunku zmiana przez wprowadzenie wydobywania soli systemem pogłębów solnych przez inżyniera Górjewa.

Na bezodpływowych wyżynach Atakama i Puna w Argentynie znajdują się tak zwane „salinas". Są to wykwity soli na powierzchni ziemi, pokrywające bardzo wielkie przestrzenie krajów n.p. w Santjago-de-Estero jest przestrzeń na 300 km długą a 60 km szeroką, pokryta takim wykwitem solnym. To, że jest tak warstwa można tworzące się jeziora wysychają w lecie i pozostawiają do 6 cm grubą skorupę solną. W Kordobie czyści się sól sposobem frakcyjnej krystalizacji. Otrzymuje się sól bardzo białą i bardzo czystą, bo zawierającą przeciętnie 99% NaCl.

Na wyspie Madagaskar odbywa się cały

proces uzyskania soli prawie bez udziału pracy człowieka. Jest tam laguna, która wygląda jak przestrzeń zasypana śniegiem. Sól ta jest bardzo czystą i tworzy warstwę od 6 → 15 cm grubą.

W Sudanie i w Kaplandzie znajdują się zbiorniki solne.-

W Ameryce znajduje się bardzo dużo jezior słonych. Jedno z największych w państwie Utah The Great Salt Lake. Uzyskanie soli odbywa się następującym sposobem. Wodę z jeziora, słoną pompuje się pompami centryfugalnemi na wysokość 4 m ponad poziom jeziora do miejsc odległych od jeziora o 4 km, gdzie następuje odparowanie wody. Pompowanie zaczyna się w marcu i trwa przez 10 dni po 10 godzin dziennie. W dalszym przebiegu procesu utrzymują się tylko stałe solanki w odpowiednich grzędkach o równej wysokości. W czasie dni deszczowych następuje przepełnienie solanki w zbiorniku, trzeba ją przeto do jeziora z powrotem spuszczać.- W zbiorniku osadza się w ciągu 4 miesięcy warstwa soli na 15 cm grubości. Skoro kryształy solne już opadły na dno odpuszcza się mniej więcej to części solanki jako ługu do jeziora, przez co uwalnia się sól od potężnej magnezyjowych i siarczanu sodu. Zbieranie soli rozpoczyna się z końcem sierpnia lub z początkiem września. Sól ładuje się na wózki i odwozi do rafinerji lub na otręty.

Rafinerja soli polega na przepuszczeniu surowej soli przez cylinder parą ogrzewany celem osuszenia tejże. Surową sól czyści się także wentylatorem. Wentylator porywa solny pył solny, zawierający szkodliwy siarczan sodu i przez to czyni sól czystą. Tak otrzymaną sól miele się jeszcze w młynach i otrzymuje się różne gatunki soli.-

W Kalifornji uzyskują sól z jeziora Salton. Wygląda ono (jezioro) jak jezioro krystaliczne. Robotnicy, Indjanie pracują tutaj mimo piekącego gorąca przy temperaturze do 66° C po 10 godzin dziennie. Za pomocą pługa, który ciągną linią rzędu 2'5 m szerokie a 15 cm głębokie skiby soli. Każdy pług daje dziennie około 650 ton czystej soli.—

Uzyskanie soli z wody morskiej:

Sól uzyskana z wody morskiej jak również z jezior różni się od soli naturalnie otrzymanej swoim, zielonkowatem, czerwonawem rzadko białem zabarwieniem, ostrym smakiem i większą lub mniejszą zdolnością przyciągania wilgoci z powietrza. Sól ta nie nadaje się w surowym stanie jako sól stołowa - natomiast jest doskonałą do solenia ryb, mięsa i masła. Do ostatnich celów używa się najchętniej grubo krystalicznej soli. Uzyskanie soli z wody morskiej odbywa się przy współdziałaniu środków naturalnych a więc ciepła słonecznego i suchych wiatrów. Głównym również warunkiem jest by ta część morza, z której chcemy sól uzyskać nie pozostawała w żadnym związku z morzem. Powstają więc przez tworzenie się wydm morskich naturalne saliny morskie odłączone od morza, zasilane tylko wodą morską od czasu do czasu podczas przypływu lub drogą infiltracji. Przez działanie ciepła słonecznego i ciepła wiatrów wysycha ta zatoka powoli a na dnie osadza się sól tworząc skorupę solną. Takie naturalne przez wydmy powstałe saliny znajdują się w północnym departamencie Francji tz. „Laveries". Podczas przypływów morskich w czasie pełni i nowiu saliny te zalewa woda morska a dno piaszczyste tych salin nasyca się

wówczas solą (eflorescencja). Piasek ten zbiera się do rowów rozpuszcza wodą morską i otrzymuje się solankę, którą następnie poddaje się procesowi odparowania.

W Anglji używano też tego sposobu. Sole nasycały piasek wydmy, który wyługowano wodą słodką w odpowiednich rezerwoarach, wyłożonych na dnie słomą, służącą za filter a następnie solankę poddano odparowaniu.

Także w Arabji na półwyspie Synaj znajdują się takie naturalne saliny. W Indjach na wyspie Ceylon tworzą się lagunowate wrznięcia zwane Lewasy, które się z morzem połączone wązkim kanałem. W lecie te lewasy wysychają zupełnie i pozostawiają wielką masę solną, którą się następnie jako sól użyteczną zbiera.

Na południowym wybrzeżu wyspy Jawy tworzy cały rząd wydm piaszczystych gładki pochyły brzeg czyli plażę na której znajdują się liczne odległe od siebie co 20 m kupy piasku. Kupy te jak gąbki nasycają się w czasie przypływu wodą morską. W czasie odpływu woda paruje a sól pozostałą w piasku wyługowuje się słodką wodą. Następnie tak uzyskaną solankę odprowadza się do zbiorników, gdzie następuje całkowity proces odparowania.

Prócz tego uzyskuje się sól jeszcze aczkolwiek w bardzo małej ilości sposobem zupełnie naturalnym przy pomocy burzy morskiej lub przypływów. Wówczas to woda morska uderza o skały i zatrzymuje się w ~~szyb~~ szczelinach, gdzie po odparowaniu wody zostaje sól. Takie saliny znajdują się na górze Synaj, na wybrzeżu morza Czerwonego i na wyspach Kapferdyjskich.

Sztuczne saliny morskie

Przy zakładaniu sztucznych salin morskich należy

należy przedewszystkiem przez ciepłego klimatu i panujących ciepłych wiatrów zwrócić uwagę na płaski brzeg i na dobrze spoisty it, który służy do zaopatrzenia ogrodów solnych w elastyczny ząd. Podczas przypływu morza wodę morską wpuszcza się za pomocą kanałów i śluzów do wielkich basenów, z których się woda częściowo, osadzając na dnie ogromne części i gorzkie składniki a pozostając w basenie częściowo się koncentruje. Jakkolwiek woda morska w basenie powinna pozostać w spokoju to w niektórych miejscowościach wprowadzają wodę morską w basenie w cyrkulacyę - przez co przyspiesza się parowanie wody. Z rezerwoarów oczyszczających wchodzi woda morska do bardzo licznych zbiorników, z których każdy składa się z szeregu mniejszych basenów. Ponieważ w tych zbiornikach odbywa się koncentracja wody morskiej na nasycony solankę a w końcu na wydzielenie się soli przeto muszą zbiorniki przy mniejszej głębokości mieć większą powierzchnię, jak również droga, którą woda morska ma przebyć z głównego reservoaru aż do miejsca odparowania ma być długą. Potrzeba powietrzenia parowania w tych ogrodach zależy jest od ilości produkować się mającej soli, od przeciętnej możności parowania powietrza, od długości perjodów bezdeszczowych a wreszcie od siły panujących wiatrów. Możność parowania powietrza będzie znów funkcyą temperatura i stopnia wilgotności. Wiatry, które przechodzą przez większe zamknięte bądź będą suche. Możliwem jest przeto że saliny, które leżą pod mniejszym stopniem szerokości geograficznej pracują w niekorzystniejszych warunkach aniżeli te, które w strefach umiarkowanych. I tak n.p. saliny wyspy Sunda na których średnia roczna temperatura wynosi 26° C przy wilgotności 83% a średniej prężności pary wodnej 20 mm, mogą mieć stosunki od-

parowania mniej korzystne zwłaszcza nad morzem Śródziemnem, gdzie średnia temperatura wynosi 16·6°C, wilgotność = 69% a prężność pary 10·5 mm. Powód leży w wilgotnem z południowego wschodu, z indyjskiego oceanu przychodzącego wiatrze monsunu, który przechodzi przez archipelag malajski lub w ruchym i gorącym z kontynentu Afryki przychodzącym sirocco albo wreszcie zimnej jednak suchej borze.

Koncentracja i krystalizacja soli następuje w pojedynczych grządkach koncentracyjnych i krystalizacyjnych. Im mniejsza jest głębokość tych grządek tem więcej wody odparuje w różnym czasie w stosunku do jej ilości. W grządkach koncentracyjnych musi woda o 4° Baume (t.z. zawartości 1 kg soli w 26 kg solanki) być skoncentrowaną na solankę o 25·97° Baume (1 kg soli w 2·667 kg solanki) a nie musiałaby w nich prawie 10 cio krotna ilość wody jak w grządkach krystalizacyjnych odparować. Ażeby przeszkodzić wydzieleniu się soli w grządkach krystalizacyjnych, bo nie są ku temu przeznaczone, robi się grządki krystalizacyjne w sumie większe jak to część grządek koncentracyjnych, tak że solanka niedonzona o mniej więcej 20° Baume z nich wypływa. Gdyby tylko 1 grządkę krystalizacyjną założono otrzymanoby wyprodukować się mającą sól na raz t.z. robota wybierania soli byłaby skoncentrowaną na jeden moment. Do tego potrzeba by było wiele rąk, które znowu podczas długiego okresu parowania byłyby nieczynne. Ażeby więc utrzymać ruch ciągły i zatrudniać tylko niewielką ilość sił roboczych, powiększa się ilość grządek krystalizacyjnych przez co przy naprawie grządek nie przerywa się ruchu. Przez rozdzielenie grządek krystalizacji na pododziały musi się i grządki koncentracyjne rozdzielić, ponieważ po kanałach

wyprzątnięciu grządek krystalizacyjnych musi być w pogotowiu do napełnienia gotowa solanka. Dlatego też musi się koncentracja o ile możności w licznych grządkach uskuteczniać, z których każda zawierałaby solankę o pewnej stopniowości. Droga więc, którą idzie woda morska do grządek krystalizacyjnych i rezerwoaru musi być możliwie długą. Najlepiej jest obrać płaszczyznę basenu koncentracyjnego odpowiednio do ilości odparować się mającej wody a więc przy odparowaniu z 4° na 20° Baume - 6 razy tak wielką jak odpowiednią grządkę produkcji a tę płaszczyznę podzielić na 6 basenów - bo 4° Baumego odpowiadają 22·97 kg solanki na 1 kg soli a 20° Baumego odpowiadają 3·77 kg solanki na 1 kg soli - czyli ilości wody przy odpowiednich stopniach Baumego 20° do 4° - czyli 22·97 do 3·77 stoi w stosunku jak 6:1. - Pomijając stosunki klimatyczne na ilość i trwałość deszczów wielki wpływ na czas parowania ponieważ wówczas oprócz wody morskiej i woda deszczowa odparowaną być musi. W Ameryce używane są nad grządkami przesuwalne dachy. U nas z powodu niedogodności i kosztowności nie są w użyciu. W dawnych austrjackich salinach morskich używano następującego sposobu: Jeżeli w grządce solanka lub tuga jest na 5 m/m wysoko a grządka ta jest w położeniu z dołem 500 m/m głębokim to tuga zajmie w dole tylko 100 części powierzchni i dlatego przyjmie tylko 100 części ilości opadów. Oczywiście musi się solankę z dołu do góry podnieść a więc pompować, jak również musi być urządzenia by można wodę opadową z grządki spuścić do morza. Do tego służą odpowiednie zżpie. Głównym warunkiem soli morskich jest grunt nieprzepuszczalny i plastyczny it jako materjał

do wykonania grządek. Grządki muszą mieć poziome płaszczyzny. W stawowej portugalskiej saliné morskiej v St. Ubes są zbiorniki 20 → 30 stóp długie, 10 → 15 stóp szerokie a 6 cali głębokie. Ubija się je ilastą ziemią, która przez 4 → 7 lat twardnieje i dopiero wówczas służy do wytwarzania czystej soli. Gdy solanka w grządce krystalizacyjnej osiągnie zupełną stopniowość nasycenia, co można poznać po czerwonawem zabarwieniu, tworzy się na jej powierzchni delikatna powłoka soli, która tonąc się opada na dno. Proces ten trwa tak długo, aż się dostatecznа ilość soli na dnie nagromadzi. Wówczas spuszcza się ług do morza, aby sól czystą od większej ilości części gorzkich oddzielić, wyciąga się sól na brzeg, zbiera łopatami w kupy, pozostawiając następnie tak by ług mógł [odparować] odpłynąć. Z kup idzie do magazynów lub pozostawia się je na powietrzu, spalając na niej słomę lub chróst. Tak uzyskana sól jest biała, czerwonawo lub zielonawo zabarwiona, stosownie do tego jaki jest spód grządki. Na niektórych salinach produkt ten poddaje się rafinerji, która polega na kilkakrotnem przekrystalizowaniu soli. W Torrevieja koło Alikante, w Sant-Ubes w Portugalji odbywa się 2 krotna krystalizacja soli. Otrzymuje się tutaj 3 gatunki soli o 80 → 85 % NaCl.

W Anglji rafinowanie polega na tem, że sól kamienną rozpuszcza się w wodzie morskiej a otrzymaną solankę poddaje się odparowaniu.

W Holandji i Belgji rozpuszcza się importowaną sól kamienną i sól morską w wodzie morskiej. Proces ten odbywa się w żelaznych wytrzymałych kotłach. Otrzymaną nasyconą solankę wpuszcza się do żelaznych przeważnie torfem ogrzewanych parew.

Do wkładania soli morskich potrzeba

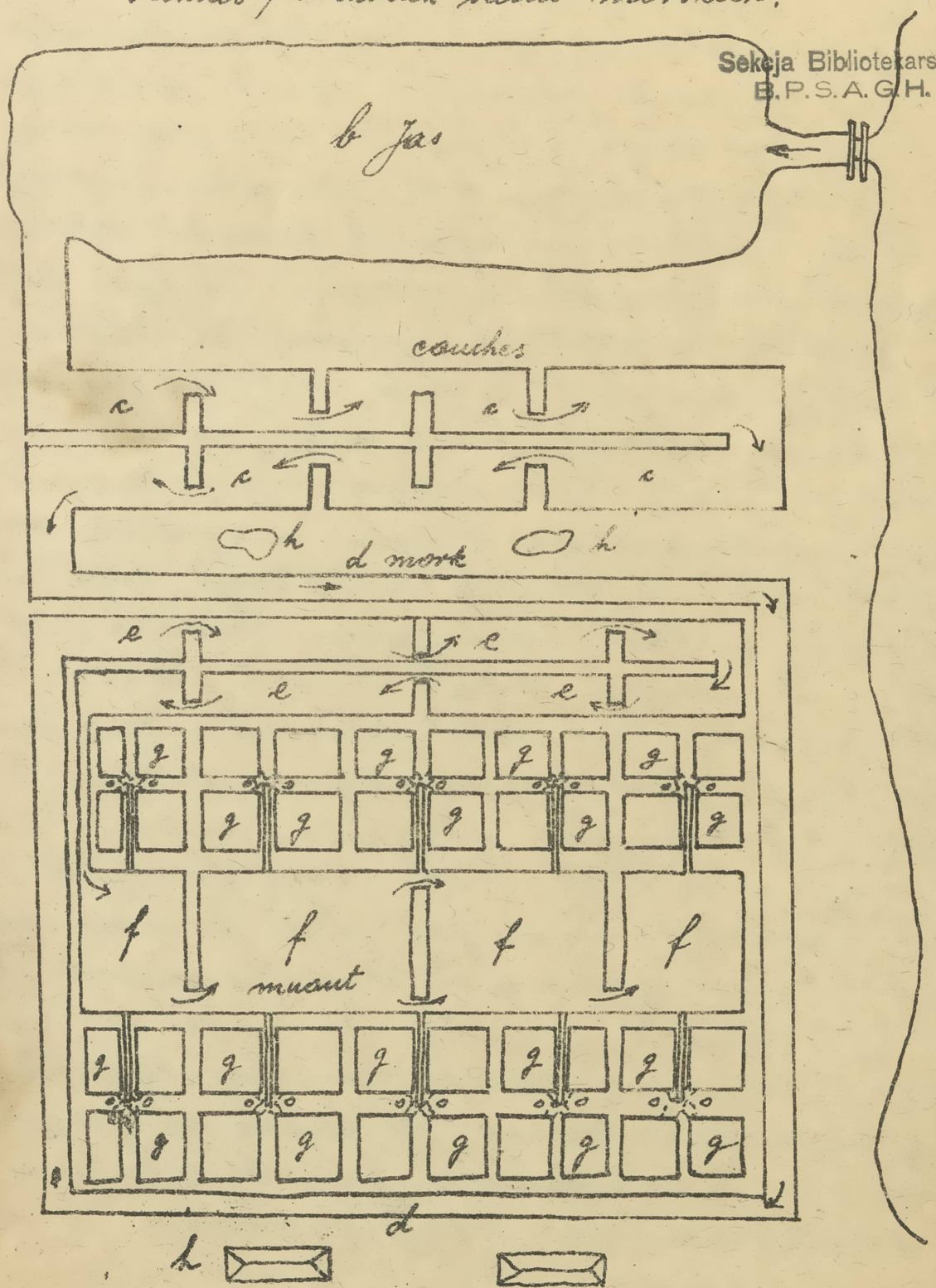
przede a) wysokiej temperatury powietrza, b) rzadkich wiatrów lądowych (mokrych) c) możliwie długich bezdeszczowych okresów, d) możliwie nieprzepuszczalnych i poziomych pokładów, e) dobrego plastycznego iłu. -

Saliny morskie francuskie. -

Woda morska wchodzi przez śluzę do rezerwoaru oczyszczonego b) zwanego Jas, który tutaj służy jako zapasowy rezerwoar. Stąd podziemnym rowem przechodzi do basenów c, które według kierunku strzałki wpływa do długiego otwartego rowu d. Rów ten przechodzi przez szereg grządek i łączy się z rezerwoarem e podziemnym na wyżu. Z ostatniego rezerwoaru e idzie do większych zbiorników f, które zgodnie ze strzałką na rysunku powoli przepływa i gdy znajdzie się w ostatnim ze zbiorników f jest już zupełnie nasyconą. Z tych basenów wchodzi solanka do kotlin krystalizacyjnych g podziemnemi rurami. W basenach tych następuje krystalizacja soli w postaci cienkiej powłoki, która tamże się opada na dno, potem tworzy się nowa powłoka - opada - i tak dalej. Grządki są zazwyczaj 6÷10 m długie, 3-5 m szerokie a 0·15 m głębokie. Przejście między grządkami 0·3-0·5 m szerokie. Ażeby pokład otrzymał dostateczną twardość potrzeba 4-7 lat, jednak należy uważać by pokład nie wyschł, bo wówczas zaczyna istotnie tworzyć się. Na wiosnę rozpoczyna się wpuszczanie wody morskiej do rezerwoaru. Zostaje w nim co najmniej 14 dni a następnie przechodzi do grządek, gdzie pozostaje znowu 14 dni. Po upływie tego czasu sól się ściąga na brzegi przyczem należy uważać, by nie zaszkodzić ilastego dna grządek. Na powierzchni pozostaje sól 24-28 dni a to zależnie odpływu ługu i

dostatecznego wysuszenia się. Skoro już jest dość suchą, rzuca się ją na kupy h i pokrywa słomą. Teraz wpuszcza się na nowo solankę do grządek i proces powtarza się tak rano. W roku napełnia się grządki najwyżej 3 razy. W niekorzystnych warunkach tylko 2 razy a nawet 1 raz. Najlepszą sól otrzymuje się z pierwszych zbiorów. Saliny morskie we Francji są w departamencie: Bouches du Rhône, Gard, Hérault, Var nad morzem Śródziemnem i w Charente-Inférieure i Loire Inférieure nad oceanem Atlantyckim. –

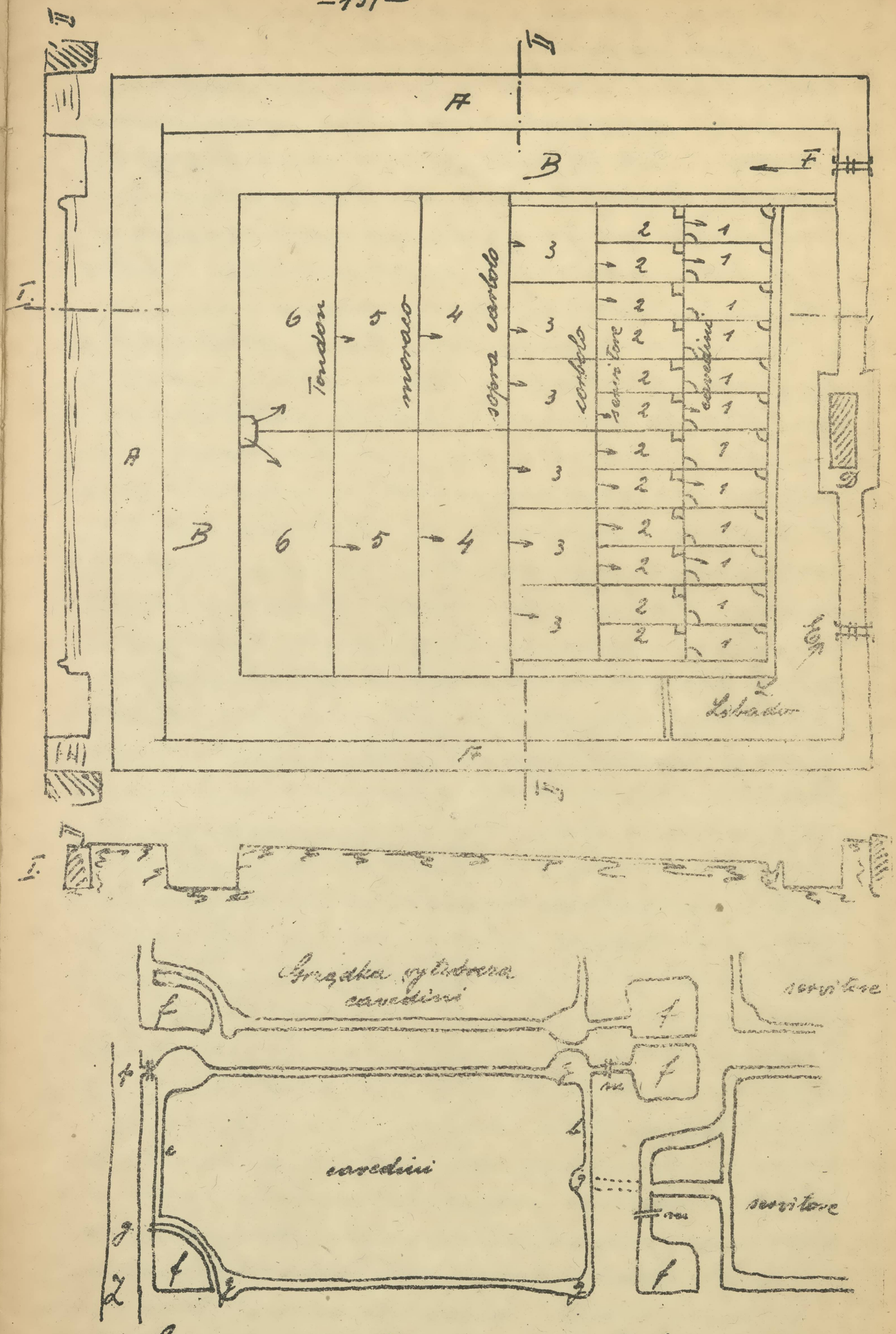
Szemat francuskich saliń morskich.



Sekcja Bibliotekarska
B.P.S.A.G.H.

Dawne saliny austryackie.—

Cały ogród, w którym następuje wytwarzanie się soli otoczony jest jak wskazuje poniżej umieszczony rysunek wałem A, mającym 2 otwory F i E. Otwór F służy do wpuszczania wody morskiej, otwór E do wypływu ługu ewentualnie nagromadzonej wody deszczowej do morza. Otworem F dostaje się woda do dużego rowu, rezerwoaru B, gdzie się oczyszcza i częściowo koncentruje. Rów ten ma odpowiednią głębokość, aby dostateczna ilość wody morskiej mogła się w rowie pomieścić i zacząć swój proces tworzenia soli. Ponieważ umieszczenie rowu na wyższem poziomie z powodu samoczynnego przypływu wody morskiej do rowu jest niemożliwem, dlatego musi się wodę sztucznemi środkami, aż do wysokości najwyższych basenów koncentracyjnych (na rysunku 6) podnosić. Z tych spływa solanka naturalnym spadem do basenów 5go rzędu, potem do 4go rzędu, dalej do basenów 3go rzędu, podzielonych na 3 części, następnie do basenów 2go rzędu, które odpowiadając basenom 3go rzędu są podzielone na 2 części a wreszcie do 1go rzędu czyli do grządek krystalizacji, które co do ilości i wielkości odpowiadają basenom 2go rzędu. Po drugiej stronie grządek jest rów C, w którym zbiera się woda deszczowa. Rów odprowadza ją do basenu połączonego z otworem E. Grządki krystalizacyjne 1go rzędu, czasem 2go lub 3go mają duże doły, które mogą pomieścić solankę z grządek, podczas gdy woda deszczowa spływa do basenu zbiorowego. Wszystkie grządki muszą być dokładnie zniwelowane, ubite drobnym siwym plastycznym iłem, który po stwardnieniu przyjmuje kolor czarny. W użyciu są również murowane i asfaltowane grządki i te są więcej praktycznemi lecz o wiele droższemi.—



Szemat włoskich salin morskich

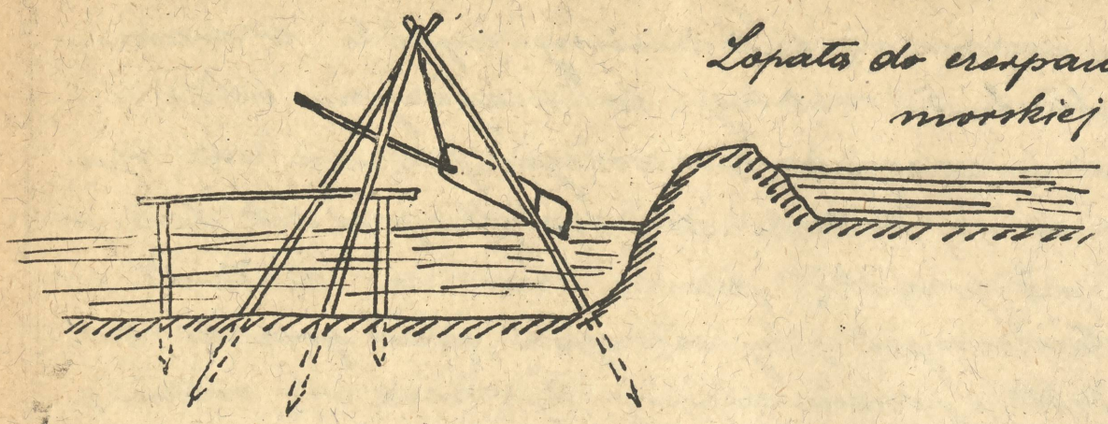
Od czasu wykonania sprzór grządek t.z. od ubicia ich item aż do użycia potrzeba 3 lata. W tym czasie nie wolno pozwolić na wyschnięcie spodu (dna) grządki, jak również nie można ją wodą słodką zwilżać. Tak w lecie jak i w zimie muszą być grządki przykryte wodą morską, a pokazującą się rośliność należy natychmiast tępić. Szerokość grządek ma wynosić 6·5 m do 10 m, a długość od 12 m do 17 m. Głębokość stanu wody w basenie krystalizacji wynosi zwykle 5 m/m, tak że głębokie doły o przeciętnej głębokości 760 m/m potrzebują mieć prawie tylko $\frac{6}{152}$ części z powyżej podanej głębokości, aby się w nich pomieściła cała zawartość solanki z basenów. Na obwodzie grządki znajduje się rynna z mniejszemi zagłębieniami g. Służą one do łatwej manipulacji przy spuszczaniu solanki do basenów i przy odprowadzaniu wody deszczowej do morza.

Przy wpuszczaniu wody do grządek pomocniczych zamyka się zapory (tamy m, n, p, q) a otwiera się otwór O (okrągła dziura) w tamie, który zamyka się naczaniem z kukurudzu. Z początkiem kwietnia rozpoczyna się czyszczenie i naprawianie rezerwuarów i tam. Przy sprzyjającej pogodzie wpuszcza się solankę z grządek pomocniczych do grządek wytwórczych na wysokość 5 m/m. W godzinach przed południowych dnia następnego solanka jest już zazwyczaj nasyconą. Ażeby przyspieszyć nasycenie a zarazem by tworzyły się większe kryształy obsiewa się sól po grządce. Z chwilą gdy następuje krystalizacja natryskuje się od czasu do czasu ług ze zbiornika G, a to celem zapobieżenia tworzenia się skorup i grudek soli. O godzinie 4 po południu dojrzewa proces tworzenia się soli. t.z. ług znajduje się tylko w rynnach i małych basenach (grządkach) podczas gdy sól krystalizuje i to w największej ilości osiada na dnie. Teraz zbiera się ostrożnie sól krótkiemi - potem dłuższemi zgrabkami na boki grządek, układając je

sól w kupy. Po 10 minutach, gdy największa część ługu spłynęła układa się sól na tamach między grządkami w piramidy i pozostawia tu aż do zmroku, poczem się całodzienny wyrób w drewnianych kubłach 50 → 60 kg do magazynu odnosi. Po przeprowadzeniu pierwszego procesu nie wpuszcza się zaraz solanki do pustych grządek, lecz pozostawia się grządkę pewien czas na działanie promieni słonecznych, by się spód, (dno grządki) dobrze ogrzał, poczem dopiero wpuszcza się solankę. Tak samo postępuje się z grządkami pomocniczemi i koncentracyjnemi. Przy sprzyjających warunkach a więc pogodzie można codziennie zbierać 0·5 – 1 kg soli na 1 m² grządki wytwórczej; przy złem powietrzu nie opłacałby się wyrób soli w całych grządkach, dlatego proces krystalizacji przeprowadza się w połowie ilości grządek wytwórczych. Sól z powodu szybkiej krystalizacji jest dosyć drobną, bogata w łatwo rozpuszczalne sole a od koloru dna grządek siwo zabarwiona. W takim stanie nie byłaby sól przydatną do konsumcji i musi dlatego przez 2 lata pozostać w magazynach, gdzie traci większą część ługu. Tą drogą przeprowadza się wyrób soli przez miesiące letnie i jesienne aż do listopada w Dalmacji w Stagno-Arbe i Pago a w Istrji w Capo d' Istria i Piramo.-

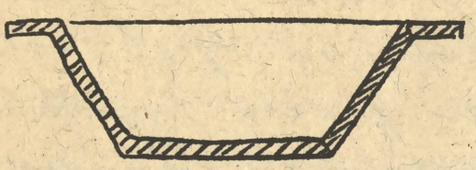
Najwięcej używane narzędzia i maszyny. Wobec tego, że wyrób soli musi być tani, urządzenia są bardzo prymitywne n.p. zasłony robi się z deseczek lub itu - wentyle z kaczanów kukurudzu. Do podnoszenia wody i solanki używa się specjalnej łopaty, jest to skrzynka drewniana umieszczona na trójnogu. Skrzynka ma stylisko, którem robotnik stojący na pomoście wprowadza skrzynkę niszczącą na trójnogu w ruch i wodę, którą skrzynka zabiera przerzuca przez przewał

na wyższy poziom.

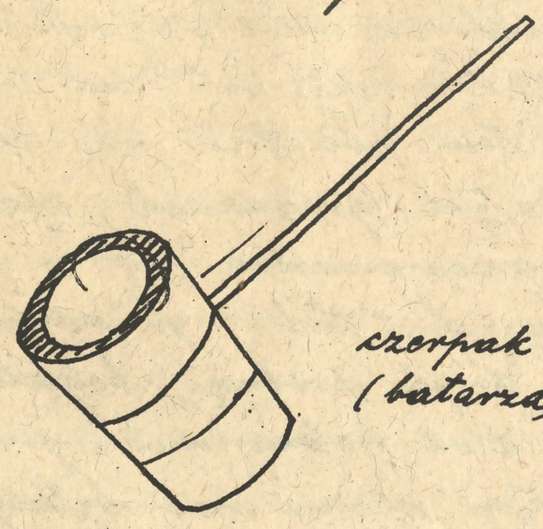


Łopata do czerpania wody morskiej (Żarnador)

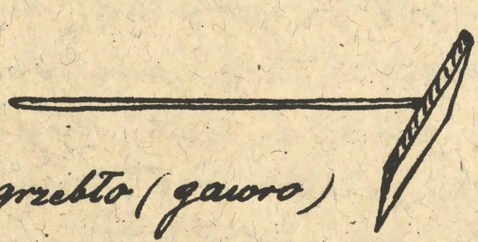
Są jeszcze w użyciu niecki na sól, czerpaki na solankę i na namuł, wreszcie zgrzebła.



niecka (alboi)



czerpak (batarza)



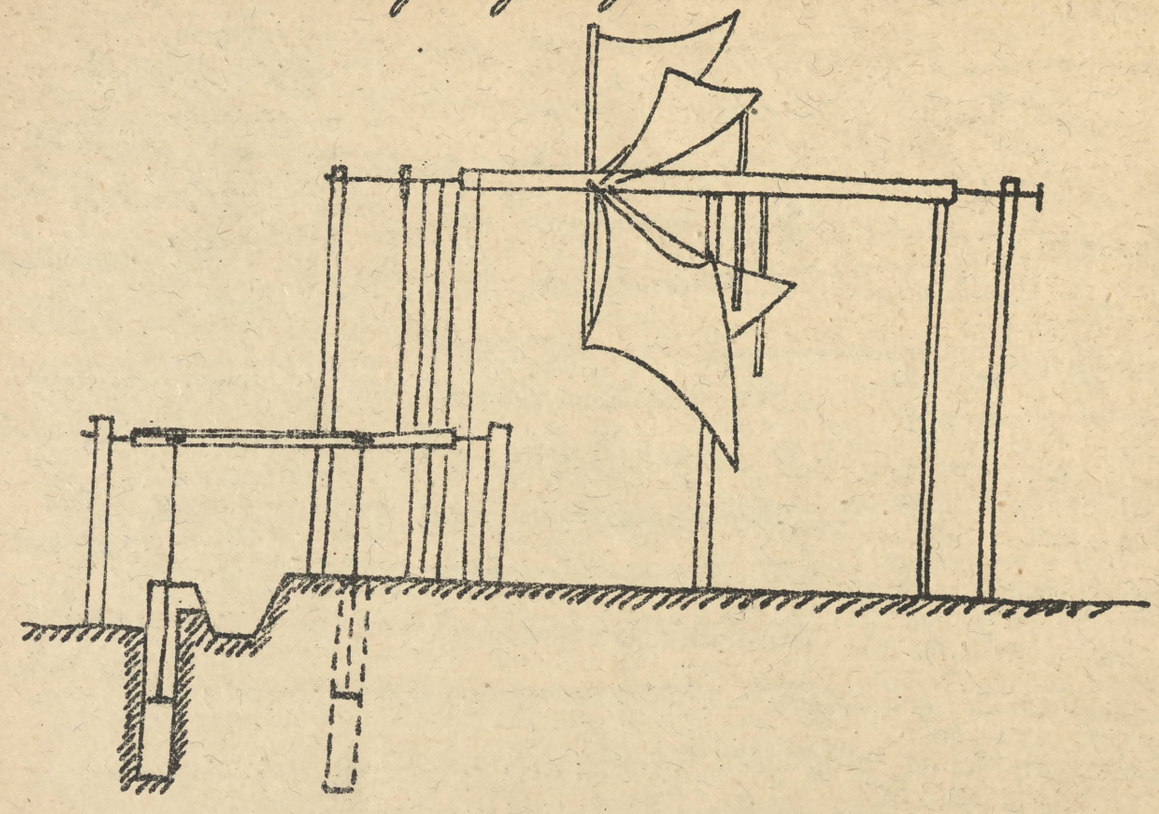
zgrzebło (gavoro)



czerpak do namułu (sessola)

Jeżeli ma się wodę podnieść na większą wysokość używa się w tym celu koła wiatrowego. Koło to uruchomić może jedną lub więcej pomp. Właściwa pompa składa się z buta zbitego z 4 desek do którego wchodzi tłok złożony z 3 deszczułek, z których środkowa połączona jest ściągadłem a boczne pasem skórzanym. Ściągadło umocowane na drążkach i wale poziomym obracanym kołem wiatrakowem, szkic którego podajemy niżej.

Szemat pompy zaglowej.



W mauryjch czasach dają się soli morskiej taką formę i takie opakowanie, które umożliwia dobry transport soli wodą, bez obawy rozpuszczenia się soli a to celem utrzymania konkurencji z solą jadalną uzyskaną przez sztuczne odparowanie. Rząd indyjski wyznaczył bardzo wysoką nagrodę za najlepszy sposób opakowania soli maduraińskiej (wyspa Holenderska na oceanie indyjskim), ponieważ sól morska musi leżeć 2 → 4 lat zanim zdobną może być do konsumcji i nie wytrzymuje dalekiego transportu morskiego w okolicach tropikalnych. Długoletnie magazynowanie soli zastąpiono centryfugami i prasowaniem hydraulicznem z końcowem ciśnieniem do 200 atmosfer. W ten sposób zostają resztki tuzu wypłukane a nadto zmniejsza się objętość soli do połowy. Tak uzyskane brykiety o wadze 1 kg pakuje się w papier niepuszczalny i obkłada się jeszcze parafiną lub pokostem asfaltowym. –

Ogrody solne w Arabji, 5 km od portu Aden znajdują się w nader korzystnych warunkach.

Złączone są tutaj wszystkie warunki, jakie ogrody solne wymagają. Położenie jest tak dogodne że rezerwoary mogą być zasilane dopływem względnie odpływem morza, temperatura 45° → 48° C, ciągłe ciepłe wiatry monsunu i rzadkie opady. Pojedyncze od 3000 → 4000 m² a tam głębokie basseny są połączone z morzem śluzami. W czasie przypływu napełniają się do głębokości 40 → 60 cm. Po 6 → 7 dniach jest większa część wody odparowana a pozostaje u góry tylko ług a na dnie zbiornika sól. Ług odprowadza się do morza a rezerwoary napełnia się wodą morską. Tak długo aż skorupa soli w rezerwoarach osiągnie odpowiednią grubość i wówczas dopiero sól ze zbiorników wybiera się. —

Warzelnictwo. —

Celem otrzymania soli z solanki trzeba wodę od soli oddzielić. Oddzielenie to może nastąpić 1) na drodze mechanicznej, 2) na drodze chemicznej. Oddzielenie mechaniczne rozpada się:

a) wydzielenie wody w stanie stałym przez zamrożenie.

b) wydzielenie wody w stanie płynnym, wzywając sposób zmiany rozpuszczalności wody przez ekspansję lub ciśnienie na drodze mechanicznej, oddzielając wodę odpowiedniemi ciałami o ile takie można znaleźć (podobnie jak absorbowanie pary wodnej przez $CaCl_2$).

c) przez wydzielenie wody w formie pary.

Na drodze czysto chemicznej:

a) przez wprowadzenie do roztworu solno kwaśnych garów.

b) przez wydzielenie wody w formie gazu na drodze elektrolitycznej. —

Przy wydzieleniu soli z solanki na drodze chemicznej należy w obu wypadkach proces ten z dwuch stron rozpatrzeć a mianowicie pod względem

1) technicznej możliwości przeprowadzenia tego rozdziału i

2) pod względem strony ekonomicznej

Ze wszystkich wyżej wymienionych sposobów oddzielanie wody od soli przez parowanie jest dzisiaj w największem użyciu. Inne sposoby czekają technicznego, mniej kosztownego rozwiązania, lub są używane w wyjątkowych wypadkach. Najważniejszemi urządzeniami przy odparowaniu solanki są panwie otwarte lub zamknięte kotły. Po największej części odbywa się to w otwartych naczyniach. W zamkniętych wówczas, gdy zamierzamy odparowanie wzmocnić, przyspieszyć przez sztuczne ssanie pary, albo gdy chcemy odchodzące ciepło pary jeszcze na inne cele wyzyskać. Otwarte panwie zaopatrzone są zazwyczaj drewnianym płaszczem otwartym na wszystkich ścianach. Przy ogrzewaniu solanki zakrywa się wolne boki rodzajem parawanu z drzewa lub płótna, umocowanego na drewnianych ramach. Celem tego parawanu jest ochrona przed oziębieniem się solanki i odprowadzenie wywiązującej się pary ponad dach warzelni. Zamknięte panwie muszą być zaopatrzone mechanizmem do wybierania soli. Odprowadzaną sztucznie parę z panwi używa się do ogrzewania solanki w samych panwiach, które służą do wydzielenia soli przy niższej temperaturze. Na ogół nie używa się ciepła odchodzącej pary z panwi bo urządzenie do tego rodzaju przeprowadzenia jest drogie (para solna niższe bowiem zwykłe panwie) Pod panwiami urządzone są ogniska na drzewo, węgiel kamienny lub brunatny, torf a wreszcie używają także ciepła z koksowni.

Sól wydobyta z panwi zawiera jeszcze solanki i musi być suszoną. Uskutecznia się to przez porozdrobnienie soli w spokoju przez dłuższy czas, aż solanka całkowicie spłynie, przy pomocy ciepła przez co resztka wilgoci, zawartej w soli odparuje a wreszcie na drodze mechanicznej przez centryfugi. Suszoną sól składa się w magazynach. Wobec tego przy warzelnictwie mamy się zastanowić:

1) nad urządzeniem służącem do odparowania solanki,

2) nad urządzeniem paleniska, uwzględniając materjał opałowy,

3) nad urządzeniem suszarni i

4) nad przygotowaniem magazynu.-

Wszystkie wyżej wymienione urządzenia i magazyny powinny być w jednym budynku i tak rozmieszczone, by w razie pojedynczej naprawy cały ruch nie został przerywany, następnie by obsługa palenisk była jak najekonomiczniej wyzyskaną a więc aby jeden człowiek mógł więcej aniżeli jedno tylko palenisko obsługiwać, wreszcie by wszystko co jest potrzebnem przy tym procesie było zgrupowane.-

Aby solanka z wydobytej soli z panwi mogła szybko i całkowicie odpłynąć, wyrzuca się sól na ptasznik ponad panwią lub na pomost obok panwi ustawiony. Suszenie grupuje się obok panwi, by odchodzące ciepło z pod panwi wykorzystać.

Do otrzymywania soli sposobem parowania używa się zazwyczaj 19% solanki, a więc takiej, która w 1 kl (solanki) zawiera 24 kg soli. Używa się także więcej procentową solankę. Przy warzeniu należy rozróżnić 2 perjody: a) perjod bucenia i kipienia (Siedeperiode), w którym to perjodzie solanka aż do zupełnego nasycenia się przy temperaturze wrzenia w sól się wzbogaca,

b) okres dowarzania (Soggperjode). W tym okresie sól osadza się na dnie panwi.

Ponieważ w okresie burzenia z powodu odparowania wody część obcych składników, szczególnie gips wydziela się, proces ten przeprowadzają w niektórych salinach w osobnych panwiach.

Czynności przy zwyczajnym ruchu warzelnianym. 1) wpuszczenie solanki do panwi, 2) podpalanie, 3) dopuszczenie do panwi świeżej solanki w miarę odparowania wody, 4) ściąganie lub wybieranie pierwszej niecystej soli przy ewentualnem dodaniu środków wytrącających sól, 5) wybieranie zwiadłej soli, 6) wyrzucanie na płaszcz lub pomost, 7) suszenie soli i przenoszenie z pomostów do suszni, 8) magazynowanie, dalej warzenie, pakowanie i przeliczanie. Po 14 dniach nieprzerwanego ruchu następuje tak zwany pogas t.z. częściowe zgaszenie ognia.

Ług z panwi wypuszcza się całkowicie a na to miejsce wpuszcza się słodką wodę, która osiadły gips „omok" częściowo rozpuszcza i czyni go przez popękanie podatnym do odkicia od panwi. Omok całkowicie się odbija, tak by panew została całkowicie czysta, przepalone blachy naprawia się, tak samo śruby, nity, ognisko, wybiera się popiół i w ten sposób przygotowuje się panew do nowego procesu. Produktem tego procesu jest sól biała, jadalna o ziarnie drobnem lub grubszem zależnie od niższej lub wyższej przy procesie temperatury. Aby otrzymać sól drobną, należy utrzymać solankę zawsze w temperaturze kipienia tak, by kryształy soli nie mogły się w większe grupy połączyć. Przy mniejszej temperaturze otrzymuje się sól o ostrem ziarnie - przy temperaturze 70-90°C wydziela się średnio gruba sól - kryształy o wielkości

boku 2-4 m/m, przy temperaturze 50-70°C wydzielają się kryształy o boku 5-10 m/m.

Wydzielanie się soli ze solanki zaczyna się przy gotowaniu na powierzchni solanki w drobnych kryształach, które w miarę zaburzenia solanki opadają na dno, przy spokojnej powierzchni solanki pływają po powierzchni, zrastają się w większe kryształki, poczem dopiero opadają na dno. Tak powstaje grubo ziarnista sól. Jeżeli solanka zupełnie nasycona pozostaje przez jeden dzień w spokoju bez ogrzewania - wydzielają się na spodzie i po bokach naczynia grube kryształy, ponieważ chłodniejsza solanka (przy ścianach naczynia) nie zatrzymuje w sobie tyle rozpuszczonej soli ile ciepła solanka. Pierwszy produkt jest brudny i to zazwyczaj od rdzy panwi czerwono zabarwiony. Tej soli używa się jako sól bydlęca lub aby ją użyć jako sól jadalną należy ją dokładnie oczyścić.

Sól warzonkowa zawiera zazwyczaj małe ilości od 0.5 - 2% soli ubocznych jak: $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$, Na_2SO_4, $CaSO_4$, K_2SO_4 i 2 → 4% wody a oprócz tego znikome ilości jodu i bromu. $CaSO_4$ i $MgCl_2$ są zawsze towarzyszami soli warzonki. Gips wydziela się w formie namułu i osadza się między kryształami soli, tworząc z drobną solą silne lepiszcze. Przy większej temperaturze przechodzi gips w anhydryt, przyczem następuje zmiana struktury. Przez proces suszenia sól tak silnie się zbija i twardnieje, że ją trudno rozbić, dopiero po dłuższem magazynowaniu na wolnem powietrzu przyciąga wilgoć i rozsypuje się. Ponieważ wysychanie postępuje z powierzchni ku środkowi, tworzy się na powierzchni twarda sucha skorupa, gdy wewnątrz sól jest jeszcze wilgotną.-

Zawartość $MgCl_2$ ma o tyle ujemny wpływ na sól, że nadaje tejże gorzki smak i czyni ją zawsze na powietrzu wilgotną. Przy prażeniu traci wilgoć i rozkłada się na tlenek magnezji i kwas solny

$$MgCl_2 + H_2O = MgO + 2HCl$$

Przy soli formowanej, którą to czynność przy bardzo wielkiej temperaturze, bo 300°C się odbywa wykwita stopek $MgCl_2$. Na powierzchni rozkłada się w magnezję i chroni topki soli od wilgoci co przy formowaniu soli jest bardzo pożądanem. Jeż $\frac{1}{8}$ % $MgCl_2$ w luźnej soli robi ją dla handlu mniej przydatną. Jednakowoż $MgCl_2$ można ze soli oddzielić, gdyż $MgCl_2$ głównie przez mechaniczną zawartość lub przyczepność ługu przechodzi w sól. Wydzielenie uskutecznia się przez (~~magazynowanie~~ zmywanie) gorącą solanką, która pochłania $MgCl_2$ lub przez centryfugowanie.

Sól glauberska w większej ilości zawarta w soli ściąga wilgoć z powietrza i utrzymuje sól wilgotną, nadaje soli nie ładny wygląd, podobny do wyglądu gipsu i tworzy z solą brytki. Zachowuje się podobnie jak $MgCl_2$. Przy suszeniu w obecności $MgCl_2$ wykwita. $MgCl_2$ pod wpływem gorąca rozkłada się, wydzielając pary HCl, zaś sól glauberska rozkłada się na $NaCl$ i pary kwasu siarkowego, które uchodzą.

$$MgCl_2 + H_2O + Na_2SO_4 = 2NaCl + MgO + H_2SO_4$$

Solanki z naturalnych źródeł dają dają zazwyczaj sól bogatszą w $MgCl_2$, szczególnie wtedy, gdy solanka tężeje w zimie i przechowuje się ją nie zabezpieczając przed morem. Pod wpływem mrozu powstaje rozkład soli i tworzy się w solance $MgCl_2$.

Co do omoków to trzeba nadmienić, że tworzą się one mimo sumiennego wybierania

soli w największej ilości a więc najgrubszej warstwie w najgorętszej części panwi a więc nad ogniskiem. Tworzenie się omoków tłumaczymy w następujący sposób. Gips jest w zimnej wodzie a więc i zimnej solance łatwiej rozpuszczalny, aniżeli w ciepłej. Jeżeli się solankę w naczyniu otwartem lub zamkniętem ogrzewa do 100° C to gips nie rozpuszcza się lecz w postaci mułu opada na dno panwi. Przy dalszem ogrzewaniu zamienia się gips w anhydryt, tworząc wodę krystaliczną. Spowodowana przez to zmiana w stosunkach krystalizacji powoduje tak gęste skupienie kryształów, że powstają formalne kamienie. Ten proces okazuje się także wówczas, gdy tylko ogrzewamy roztwór zawierający gips. Każdorazowo, gdy warstwa omoków ogrzewa się ponad 100° C, przypala się i tworzy nowy osad gipsu. Solanka przez to staje się coraz więcej ubogą w gips a więc osad będzie coraz to bogatszy w sól aż do czasu spuszczenia świeżej solanki do panew. Proces ten może odbywać się tak długo, aż warstwa omoków stanie się niezdolną do przepuszczania ciepła, powierzchnia solanki nie będzie mogła ogrzać się ponad 100° C i wówczas pozostaną luźne kryształki gipsu i soli na dnie naczynia. Przy czynności podgrzewania solanki (ogrzewania d. 60° C) osadza się tylko na dnie naczynia muł gipsowy a nie omok.

Chemicznie czyste solanki, ogrzewane nawet ponad 100° C nie przypalają soli.

Ług, pozostały w panwi po ukończonej warce zawiera stosownie do zużytej solanki pewną ilość $MgCl_2$ i K_2SO_4, mniej $CaSO_4$ a bardzo mało chlorków jodu i bromu. Para odchodząca przy warce zabiera solne części, reagujące kwaśnie zapewne z powodu zawartości kwasu solnego, powstałego z rozkładu $CaCl_2$ i $MgCl_2$.

Należy to tem tłumaczyć, że przy silnem parowaniu części płynne solanki uchodzą z parą.

Zachowanie się roztworu solnego przy warzce.

Przy warzeniu solanki oddziela się sól, skoro przy zupełnem nasyceniu solanka przy dalszem parowaniu pozbawiona jest środka rozpuszczającego. Solanka o temperaturze 15·3°C, zawierająca 26·8% soli, przyjmuje jeszcze ogrzana do temperatury 107·9°C, a więc przed punktem wrzenia solanki 2·6% soli. Ta temperatura (107·9°C) jest już bardzo bliska temp. wrzenia solanki, która wynosi 108·9°C. Dalsze absorbowanie soli przy zwiększającej się temperaturze wcale nie następuje. 26·8% + 2·6% = 29·4% jest niejako granicą zawartości soli w solance nasyconej przy normalnem ciśnieniu powietrza. Zawartość innych soli w solance zmienia nieco ten stosunek i procentowa zawartość soli jest wtedy jeszcze większą w punkt wrzenia wyższy. Okoliczność ta, że nasycona wrząca solanka oziębiona do temperatury 15°C wydziela 2·6% soli zużytkowano do wynalezienia różnych sposobów otrzymywania z solanki soli.

Nie zamierzone wydzielanie się soli w parowni następuje wówczas, gdy się ruch przerwie n.p. w dni świąteczne. Przez wyrzucenie ognia z paleniska oziębia się solankę w zgromadzona w parowiach nasycona solanka wydziela sól w niskiej krystalicznej. Skład solanek nie jest zawsze dokładnie znany. Przy odparowaniu wydzielają się zawsze składniki solanki w pewnym porządku - najpierw zamieniają się w grubsze kryształy, o ile są zawarte w solance, przy ulotnieniu się kwasu

węglowego w nierozpuszczalne karbonaty, które się oddzielają; gdy w solance jest $MgCO_3$ i Na_2CO_3 to przemieniają się z gipsem przy koncentracji solanki w temperaturze wrzenia na $CaCO_3$ - $MgCl_2$ i Na_2SO_4 tak, że się więcej wapnia jak gipsu osadza. Obok węglanów oddziela się gips w stosunku ilości wyparowanej wody. Jeżeli solanka jest nasycona to wydziela się sól i trochę gipsu oraz nierozpuszczalna sól siarczanu wapnia i siarczanu sodu aż do czasu kiedy ług nasycony jest obcemi solami, poczem się te sole wydzielają. Przy odparowaniu solanki tworzy się najpierw na powierzchni piana, która obok gipsu i soli, węglanów wapnia i magnezji zawiera małą ilość siarczanów magnezji sodu i potasu. Często jest ta piana częściami organicznemi brudno zabarwiona. W ługu pozostają łatwo rozpuszczalne sole a wszczególności chlorek magnezji, siarczan potasu, siarczan sodu, siarczan magnezji a często także i chlorek potasu.

Czyszczenie solanki.-

W niektórych solankach trzeba pewne składniki, które przy odparowaniu szkodliwie na sól działają, przed ich wydzieleniem się ze solanki usunąć. W solankach o małej zawartości tych szkodliwych części, czynność czyszczenia solanki uskutecznia się częściowo tężeniem, lecz i te solanki zawierają często substancje organiczne, które poznać można w czasie warki po pianie lub ciemnym kolorze solanki. Solanka początkowo czysta lub żółtawo zabarwiona staje się podczas warki ciemniejszą a także mętnieje. Zanieczyszczenia w mniejszej ilości, solanki przed warzeniem w styczności z potażem

zrącym wydzielają organiczne części wraz z magnezją. Jeżeli jednak są takie części organiczne, które powodują tworzenie się powłoki, przeszkadzającej krystalizację to do ich strącenia używa się różnych domieszek jak n.p. krwi, ałunu, białka, smoły i.t.p. - Środki te dodaje się do solanki przed jej burzeniem burzeniem się. Części organiczne zawarte w solance wiąże się z temi domieszkami i mogą być razem z pianą wybrane. Niekorzystnie na kolor soli działa żelazo, dając ze sodą żółtawe zabarwienie. Solankę o dużej ilości żelaza przeprowadza się długiemi otwartemi rynnami, by jak najdłużej pozostawić solankę pod działaniem powietrza lub wtłacza ewentualnie wprasowuje się powietrze do zbiorników napełnionych solanką.

Chcąc $MgCl_2$ przy zawartości soli glauberskiej przez dodanie mleka wapiennego z solanki wydzielić, potrzeba tę czynność przed perjodem dowarzenia solanki w osobnej panwi przeprowadzić. Gdy pozostała zawartość $MgCl_2$ i Na_2SO_4 jest większą od 0·2% nie wystarczy aby ług chlorku magnezji ściekał, lecz musi się sól zaraz a więc o wilgotności 20% przez centryfugi przeprowadzić. Czynnością tą zdobywamy utratę wilgoci i osuszenie od 2% — 4%.-

Obecność gipsu i chlorku magnezji w solance jest dla procesu parowania w rakuum szkodliwe, bo sole te osiadają się na ogrzanych rurach i mogą spowodować zatrzymanie ruchu. By więc do tego procesu mieć solankę zupełnie czystą, trzeba ją od tych szkodliwych składników uwolnić lub te składniki na drodze chemicznej na inne zamienić.

Jeżeli do solanki zawierającej pewien % $MgCl_2$ doda się mleka wapiennego to nastąpi obok

sobie podwójną reakcję. Przy pierwszej reakcji albo przemianie łączy się Mg zawarta w $MgCl_2$ z wodorotlenem wapniowego i tworzy wodorotlen magnezji a równocześnie zbywający chlor łączy się z wapniem wodorotlenu wapniowego tworząc $CaCl_2$. Wodorotlen magnezji jako w wodzie trudno rozpuszczalny wypada na dno.

Reakcja odbywa się według następującego równania:

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 + CaCl_2$$

Przy drugim procesie osadza się pozostałe $CaCl_2$ wraz z zawartą w solance solą glauberską jako gips i sól.-

$$CaCl_2 + Na_2SO_4 = CaSO_4 + 2NaCl$$

Jeżeli do solanki zawierającej gips dodamy sody (Na_2CO_3) to łączy się grupa SO_4 gipsu ze sodem sody i tworzy sól glauberską, podczas gdy druga pozostała część gipsu Ca z kwasem węglowym zamienia się na $CaCO_3$. Sól glauberska pozostaje w roztworze solanki; podczas gdy $CaCO_3$ jako w wodzie niezupełnie rozpuszczalne wypada na dno.

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4$$

Zanim przystąpimy do obliczenia pojedynczych przemian muszą być znane jednostki ciężarowe składników solanki:

	części ciężarowe								Razem
	Cl	Mg	Cl	Ca	O	H	Na_2	S	
	ciężary drobinowe								
	12	24·4	35·5	40	16	1	23·1	32·1	
Chlorek magnezji $MgCl_2$	-	24·4	71	-	-	-	-	-	95·4
Wodorotlen wap. $Ca(OH)_2$	-	-	-	40	32	2	-	-	74·-
-"- mag. $Mg(OH)_2$	-	24·4	-	-	32	2	-	-	58·4
Chlorek wap. $CaCl_2$	-	-	71	40	-	-	-	-	111·-
Sól glauber. Na_2SO_4	-	-	-	-	64	-	46·2	32·1	142·3
Gips $CaSO_4$	-	-	-	40	64	-	-	32·1	136·1
Węglan sodu Na_2CO_3	12	-	-	-	48		46·2	-	106·2
Sól $NaCl$	-	-	35·5	-	-	-	23·1	-	58·6
Węgl. wap. $CaCO_3$	12	-	-	40	48	-	-	-	100·-

Przykład.

Mamy solankę o następującym składzie; na 1000 l solanki:

I. proces

$Ca\,SO_4$	—	1·647 kg
$Na_2\,SO_4$	—	21·282 -"-
$Mg\,Cl_2$	—	11·050 -"-
$Na\,Cl$	—	300·978 -"-
H_2O	—	886·043 -"-

Bierzemy pod uwagę $Mg\,Cl_2$. W naszej solance znajduje się na 1000 l — 11·050 kg $Mg\,Cl_2$ lecz nie wiemy ile jest Mg a ile Cl. — Chcąc wyrachować ile jest tutaj samej magnezji mnożymy ilość $Mg\,Cl_2$ zawartej w solance a więc 11·050 kg przez ciężar gatunkowy magnezji (z tabeli) 24·4 a dzielimy przez sumę ciężarów gatunkowych magnezji i chloru a więc przez 95·4 (na tabeli w ostatnie rzędzie).

$$\frac{11{\cdot}050 \cdot 24{\cdot}4}{95{\cdot}4} = 2{\cdot}828\ kg\ magnezji.$$

Tak samo postępujemy, chcąc otrzymać ilość chloru.

$$\frac{11{\cdot}050 \cdot 71}{95{\cdot}4} = 8{\cdot}222\ kg\ chloru.$$

Aby 2·828 kg magnezji zamienić w wodian magnezji musimy dostarczyć magnezji pewną ilość $(OH)_2$ — a mianowicie:

$$\frac{2{\cdot}828 \cdot 34}{24{\cdot}4} = 3{\cdot}940\ kg\ (OH)_2$$

Mleka wapiennego potrzeba $\frac{3{\cdot}940 \cdot 77}{34} = 8{\cdot}575\ kg$

Do przemiany 1 kg MCl_2 potrzeba $\frac{8{\cdot}575}{11{\cdot}050} = 0{\cdot}776\ kg$ mleka wapiennego $Ca(OH)_2$.

Z kg przemiany tworzy się równocześnie Mg. Kolwa ilości Cl wynosi 8·222 kg, która z

$$z\ \frac{8{\cdot}222 \cdot 40}{70} = 4{\cdot}632\ kg\ Ca\ tworzy\ Ca\,Cl_2$$

II. proces.—

Tu wchodzi w związek $Ca\,Cl_2$ sól glauberska i powstaje przez wzajemny rozkład gips i sól.

Jak wiemy $CaCl_2$ składa się z 4·632 kg Ca i 8·222 kg Cl. Aby 4·632 kg Ca związać jako gips należy dostarczyć

$$\frac{4{\cdot}632 . 16}{40} = 1{\cdot}853 \text{ kg tlenu i}$$

$$\frac{4{\cdot}632 . 80{\cdot}1}{40} = 9{\cdot}276 \text{ kg } SO_3$$, odebranego soli glauberskiej. 80·1 składa się z 32·1, S + 48, O = 80·1

48, O = 3 x 16.–

Potrzebną ilość soli glauberskiej obliczymy

$$\frac{9{\cdot}276 . 142{\cdot}3}{80{\cdot}1} = 16{\cdot}479 \text{ kg}$$

Ilość utworzonego gipsu = $\frac{4{\cdot}632 . 136{\cdot}1}{40} = 15{\cdot}760$ kg

Uwolniony z $CaCl_2$ chlor (w ilości 8·222 kg) łączy się z uwolnionym sodem (Na) z soli glauberskiej na NaCl

$$\frac{8{\cdot}222 . 58{\cdot}6}{35{\cdot}5} = 13{\cdot}572 \text{ kg NaCl}.$$

Widzimy więc, że utworzony hydrat magnezjowy wydzielił się z solanki jako trudno rozpuszczalny, $MgCl_2$ znikł przez rozkład solanki a powstały $CaCl_2$ rozłożył się z solą glauberską na gips i sól. Solanka zatem będzie bogatszą w gips i sól a biedniejszą w $MgCl_2$ i Na_2SO_4. Skład solanki po pierwszem czyszczeniu będzie następujący:

$CaSO_4$ – 1·647 kg + 15·760 kg = 17·407 kg
Na_2SO_4 – 21·282 kg – 16·479 kg = 4·803 kg
$MgCl_2$ – 11·050 kg – 11·050 kg = 0 –
NaCl – 300·978 kg + 13·572 kg = 314·550 kg
H_2O – 886·043 kg ± 0 = 886·043 kg

Wody nie przybyło ani nie ubyło. W tem czyszczeniu straciliśmy zupełnie $MgCl_2$.

Obecnie rozważymy przykład jak w dalszym ciągu z tej samej solanki usunąć gips. Do tego celu używa się sody.

Po pierwszem czyszczeniu pozostało w solance 17·407 kg gipsu. Rozkładamy go na CaO i SO_3, będzie przeto $\frac{17{\cdot}407 . 56}{136{\cdot}1} = 7{\cdot}162$ kg CaO i

$$\frac{17{\cdot}407 . 80{\cdot}1}{136{\cdot}1} = 10{\cdot}245 \text{ kg } SO_3.$$

Aby 7·162 kg CaO związać z CO_2 potrzeba

$$\frac{7·162 . 44}{56} = 5·627 \text{ kg } CO_2$$

5·627 kg CO_2 odpowiada $\frac{5·627 . 106·2}{44} = 13·582$ kg sody. Aby zatem 1 kg gipsu w solance przemienić na $CaCO_3$ i Na_2SO_4 potrzeba $\frac{13·582}{17·407} = 0·78$ kg sody.

Ilość Na_2O uwolnionego z sody wynosi $\frac{13·582 . 62·2}{106·2} =$ $= 7·955$ kg, która wraz z wolnym SO_3 tworzy sól glauberską. (62·2 = 2 . 23·1 (z tablic) = 46·2
+ 16 tlen
62·2

7·955 kg Na_2O powstaje przez przyjęcie SO_3 — $\frac{7·955 . 142·3}{62·2} =$ $= 18·199$ kg soli glauberskiej.

Przy tym procesie czyszczenia solanki znikł gips, natomiast powstały przez działanie sody $CaCO_3$ i Na_2SO_4. — Pierwszy $CaCO_3$, jako w wodzie nierozpuszczalny wydziela się i osadza się na dnie, drugi pozostaje w solance, w rozczynie. Solanka ma zatem na końcu drugiego czyszczenia następujący skład:

$CaSO_4$	— 17·407 kg	— 17·407 kg	=	0 kg
Na_2SO_4	— 4·803 kg	+ 18·199 kg	=	23·002 kg
$MgCl_2$	— 0	± 0	=	0 kg
$NaCl$	— 314·550 kg	± 0	=	314·550 kg
H_2O	— 886·043 kg	± 0	=	886·043 kg

Solanka w takim składzie jest już oczyszczona ze szkodliwych składników i zdolna jest do dalszego procesu.

Praktyczne przeprowadzenie czyszczenia.

Odpowiednią ilość wapna palonego gasi się solanką celem otrzymania $Ca(OH)_2$. Solankę razem z $Ca(OH)_2$ wtłacza się do dużych żelaznych zbiorników przyczem równocześnie puszcza się mieszadło, znajdujące się w zbiorniku, w ruch. Podczas napełnienia się zbiornika bada się solankę co do zawartości w $MgCl_2$ a to celem oznaczenia

potrzebnej ilości $Ca(OH)_2$. Proces mięszania trwa około 20 godzin, po którym pozostawia się solankę [pozostawia się] przez 40-50 godzin w spokoju, celem dokładnego wyklarowania. Następnie przeprowadza się solankę do drugiego zbiornika. Teraz znowu bada się solankę, lecz co do zawartości w gips a to dla oznaczenia potrzebnej ilości sody, którą wrzuca się do zbiornika przy równoczesnem puszczeniu mięszadła w ruch. Aby mieć pewność zupełnej przemiany gipsu znajdującego się w solance dodaje się zwykle do solanki o 2% sody więcej, aniżeli to otrzymuje się z obliczenia. Po powtórnem wyklarowaniu solanka odpływa do warzelni.

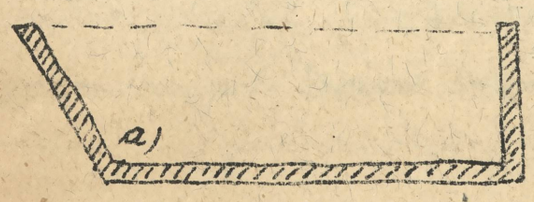
Jeżeli zawartość magnezji w solance jest mała odpada strącenie tejże. Analiza soli kamiennej w Wieliczce, z której się solankę otrzymuje, wykazała, że sól spiżowa zawiera 0·017%, a sól zielona 0·021% soli magnezjowej lub $MgCl_2$ 0·062%-0·082%.- Jeżeli uwzględni się tę okoliczność, że przez przez centryfugowanie sole magnezjowe usuwa się tak dalece że pozostaje tylko $\sim\frac{1}{50}$ części tych soli, to wobec tak małej ilości, wyżej wymienionych, nie potrzeba strącać soli magnezjowej;- pozostaje tylko strącenie gipsu. Stosownie do zmiany składu solanki, którą trzeba częstym analizom poddawać zależy czy proces ten będzie pojedynczym czy też podwójnym.-

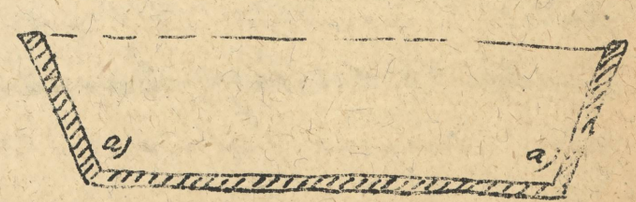
Wykonanie robót przy warce.

Najwięcej są używane panwie otwarte, czworoboczne, płaskie o wymiarach 8-10 m szerokości, 10-15 m długości a 40 cm wysokości. Robotę rozpoczyna się wpuszczeniem solanki zimnej lub pogrzanej do panwi na wysokość 30 cm. Dopływ solanki zamyka się, a wznieca się ogień przez dodanie paliwa. Skoro na powierzchni solanki

ukaże się piana ściąga się ją zgrzebłami. Solankę utrzymuje się przez kilka godzin w stadjum wrzenia. Ponieważ gips i inne składniki osadzają się w najgorętszej części panwi - trzeba często solankę zgrzebłami mięszać. Przez osadzenie się gipsu na dnie panwi cierpi bardzo przewodnictwo ciepła, bo gips bardzo mało przepuszcza promienie cieplne. Przypalenie się skorupy solnej jest mniej szkodliwe, gdyż sól przepuszcza prawie zupełnie promienie cieplne. Gips przepuszcza 14% a sól 92·3% promieni cieplnych, reszta ulega absorbcji lub rozproszeniu się. Skutek złego przewodnictwa ciepła przez gips jest ten, że blacha się przepala, przez co staje się nie szczelną i przepuszcza solankę do ogniska. Gazy ogniowe złączone z chlorem i kwasem chlorowo-wodorowym jeszcze więcej szkodliwy wpływ wywierają na blachę aniżeli sam gips. Najłatwiej rozkłada się $MgCl_2$, który wraz z rozkładającą się solą i w połączeniu z krzemianami muru oblewa murowanie glazurą. Dziury w panwi powstałe w czasie warki trzeba szybko usunąć, zatkać prowizorycznie, aby nie przerywać ruchu, który przy normalnych warunkach trwa 14 dni. Większe pęknięcia blachy łata się na prędce workiem wypełnionym tłuczonem wapnem. Worek kładzie się na dziurę a na to deskę lub blachę. Osadzający się gips w czasie warki dopełnia uszczelnienie. Częsta wzmacnia się deską zastrzałem.

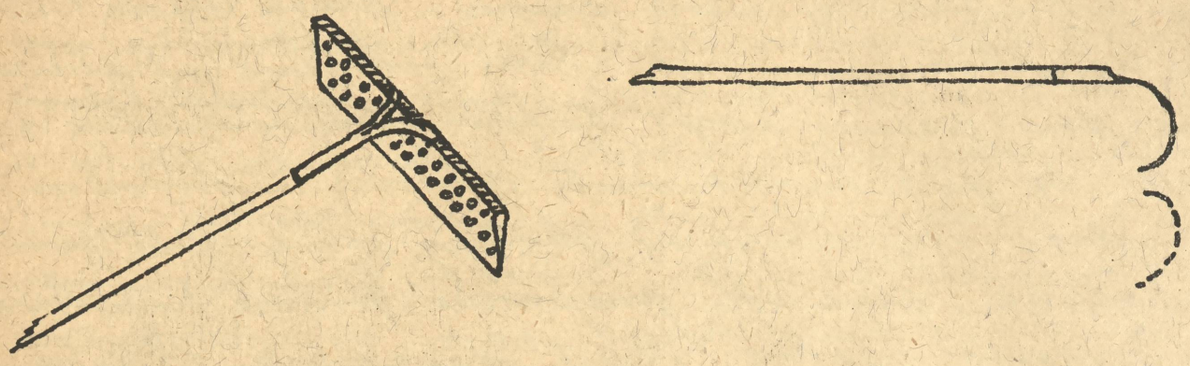
Panew od strony, z której się sól wybiera ma boki ukośnie ułożone. Gdy wybieranie uskutecznia się z obu stron to boku po obu stronach są skośne,





a to celem lepszego wyciągania soli z parowi.

Do wybierania soli służą zgrzebła z blachy proste lub półkoliste. Zgrzebła są dziurkowane.



Stylisko zastosowane do wymiarów panwi. Zgrzebłem zbliża się sól z rogi panwi a), stąd zmniejszeni bez dziur zgrzebłami o krótkiem stylisku wyciąga się sól na górę do wiórków, ustawionych na pomostach, skąd przenosi się sól dalej.

Wybieranie soli z panwi odbywa się co 2 godziny, w zależności od solanki. W naszych warunkach we wschodniej Małopolsce czas ten zupełnie odpowiada. Proces odparowania wody z solanki zmniejsza także ilość solanki w panwi, trzeba przeto utratę tę uzupełnić przez wpuszczenie nowej solanki.

Gdy solanka jest bardzo zanieczyszczona to przeprowadza się okres kipienia i wrzenia w 2 osobnych panwiach, które umieszcza się jedna nad drugą. U nas sposobu tego nie używa się. Proces warki przeprowadza się w 2 panwiach równocześnie, gdy chce się otrzymać sól grubo ziarnistą. Przy wyrobie soli gruboziarnistej temperatura, jak już wspominaliśmy, nie może być tak wysoką, jak przy wyrobie soli drobnoziarnistej, gdzie solanka nie jest w spokoju - gdyż jej samo wrzenie sprzyjane wysoką temperaturą nadaje pożądany ruch solance. Przy wyrobie soli formowanej cały proces skierowuje się do wyrobu miałkiej soli.

Po 14 dniowej kampanji warki wypuszcza

się z panwi sól, ogień się gasi ręcznie, zbija się smok i usuwa się wszelkie mniejsze naprawy. Potem cały proces powtarza się. Gdy uszkodzenia są większe, które wymagają dłuższego czasu do naprawy, wówczas ogień gasi się całkowicie. Do czynności wymagających dłuższego czasu należy wymiana blach w panwi, czyszczenie kanałów, naprawa słupów itp.

Wyrób soli gruboziarnistej.

Celem otrzymania soli gruboziarnistej zostawia się solankę przy temperaturze 50–60°C w pierwszym parowniku w spokoju. Niżej 50°C nie powinno się schodzić, bo wówczas wytrąca się dużo rdzy, która zanieczyszcza sól. Do ogrzania panew używa się gazów odchodzących z głównych panwi, uchodzących gazy z maszyn, pary z parowozów, umieszczonych nad panwią. (Para w ostatnim wypadku nagromadza się w odpowiednich zbiornikach, zwanych pawilkami z parowacza solanki.) We większych panwiach ustawia się w poprzek panwi drewnianą ścianę, a więc dzieli się panew na dwie części przednią i tylną i w tylnej części panwi, która jest mniej ogrzana wydziela się sól gruboziarnista a w przedniej części sól drobno-ziarnista. Sposobu tego używają po największej części w Anglji - bo tutaj długość panew musi być stosunkowo duża, dochodząca nawet 20 m.

Suszenie soli.

Suszenie soli odbywa się albo na odpowiednio urządzonych miejscach przy panwi lub w magazynach, przez ogrzewanie soli lub przez mechaniczne wydzielenie solanki ze soli. Przy suszeniu

na wolnem powietrzu zależy nam na szybkiem ulotnieniu, odparowaniu zawartej w soli wody. Skutek zależny jest od temperatury i ilości powietrza, jakoteż jego zdolności przyjmowaniu wody i ciepła. Aby 1 kg wody o temperaturze 0° C zamienić w parę o temperaturze 100° potrzeba wodzie dostarczyć 637 kalorji, z czego 100 kalorji przypada na ogrzanie wody od 0° → 100° C a reszta t. j. 537 kalorji na zamianę wody o temperaturze 100° C w parę o tej samej temperaturze. Nie o wiele mniej ciepła potrzeba, gdy suszenie odbywa się w temper. mniejszej jak 100° C. Parowanie wody przy 0° C wymaga 606 kalorji, przy 15° C — 611 kalorji a przy 50° C — 624 kalorji. —

Suszenie soli na wolnem powietrzu odbywa się przy temperaturze mniejszej jak 100° C, na ogniskach zaś przy temperaturze większej jak 100° C, zazwyczaj wyżej punktu wrzenia solanki (108·9° C). W każdym razie należy się starać powietrze nasycone wodą odprowadzić, by spowodować przypływ świeżego, suchego powietrza. Gdy powietrze nasycone wilgocią nie ma dostatecznego odpływu, osadza wilgoć się na zimnych ścianach magazynu w postaci pary i ścieka po ścianach znowu do soli. Przez ponowne ogrzanie nasyconego powietrza, czynimy powietrze znowu zdolnem do przyjmowania wilgoci. Przy równem ciśnieniu powietrze przyjmuje tem więcej wilgoci, im się go więcej ogrzeje.

Przy stanie barometrycznym 760 mm, przyjmuje 1 m³ powietrza następujące ilości wilgoci:

przy temperaturze		0° C	—	4·87 gr.
—	—	10° C	—	9·37 —
—	—	20° C	—	17·1 —
—	—	30° C	—	30·1 —
—	—	40° C	—	82·4 —
—	—	60° C	—	120·2 —

przy temperaturze 70° C — 196·6 gr
— — — 80° C — 290·7 —
— — — 90° C — 418·4 —
— — — 100° C — 589·5 —

Ponieważ powietrze atmosferyczne zawsze zawiera pewną ilość wilgoci, przeto zdolność przyjmowania wilgoci jest mniejszą jak to otrzymujemy z teorji. Względną zawartość wilgoci podaje hygrometr (psychrometr). Podaje on stosunek ilości wody w powietrzu do ilości jaka może być absorbowaną.

Jeżeli powietrze o temperaturze 15° C zawiera 8·8 gr pary wodnej w 1 m³ a zdolne jest zawierać tej pary 12·8 gr to względny stopień wilgotności powietrza $\frac{8·8}{12·8} = 0·69$ czyli 69% wynosi. Takie powietrze osadza już przy temperaturze 9° C wilgoć, ponieważ powietrze o temperaturze 9° C może absorbować tylko 8·8 gr wilgoci. Ta temperatura osadzenia wilgoci jest punktem nasycenia albo tajania powietrza. Zawartość wilgoci w powietrzu wynosi w lecie przeciętnie 60% a w zimie 87%. Powietrze atmosferyczne jak wiemy może przyjąć więcej wody, gdy się go ogrzeje, nie przyjmie jednak tyle, ile wynosi różnica między początkową zawartością a najwyższą zawartością wody, ponieważ powietrzy przy absorbowaniu wody oddaje potrzebne ciepło do parowania wody, o ile to ciepło nie doprowadza się przez ogrzanie suszeniu poddanej masie soli.

1 m³ powietrza o temperaturze 15° C oddaje przy zmniejszeniu temp. o 1° C — 0·237 · 1·22 = 0·289 kalorji. — 0·237 = ciepło gatunkowe
1·22 kg = 1 m³ powietrza suchego

0·289 kalorji wystarcza, aby odparować $\frac{0·289 \cdot 1000}{611 - 15} =$
$= 0·489 g\ H_2O$

Powietrze przyjmuje tem trudniej parę wodną, im bliższe jest stopnia nasycenia albo stopnia tężenia. Przy sztucznem suszeniu daje się powietrzu wysoką temperaturę tak początkową jak i końcową, aby zawsze zdolne było do przyjmowania wilgoci; jednak nie idzie się z temperaturą wyżej ponad 200°— 300° C. W gazach odchodzących z urządzeń panuje nagromadzona jest niekoła ilość ciepła, którą można użyć do suszenia soli, choćby temp. była mniejszą. Trzeba zawsze tak postępować, by powietrze miało dostateczny dostęp do ogrzanej masy, przez to powietrze chłodzi masę a przychodząc wprost lub z urządzeń do suszenia soli nabiera więcej ciepła i staje się przez to skuteczniejszem w działaniu.

Ciąg dalszy.—

BIBLIOTEKA GŁÓWNA AKADEMII GÓRNICZO HUTNICZEJ
31661

Nie wypożycza się
NZB 8000