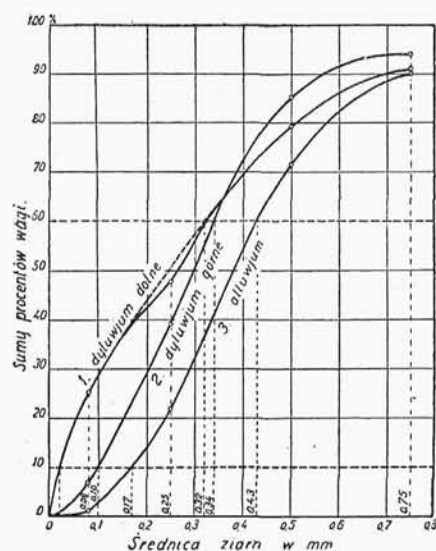


ROZDZIAŁ VIII.

1. PRZYKŁADY OBLICZEŃ.

a) Wyznaczenie współczynnika przepuszczalności k z krzywej przesiewności za pomocą wzoru Allen-Hazen'a.

Według danych otrzymanych przez R. Rosłońskiego przedstawiono na rys. 157 i rys. 158 krzywe przesiewu dla dylu-



Rys. 157.

Krzywe przesiewności dla piasków Białej Przemszy w Maczkach.

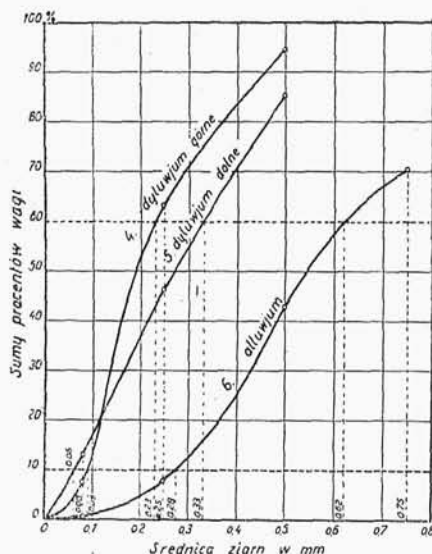
wjalnych i aluwjalnych piasków Białej Przemszy w Maczkach. Współczynnik k obliczony ze wzoru Allen-Hazen'a bez uwzględnienia porowatości, podano w poniższym zestawieniu:

$$k = \frac{700}{86400} d^2 = 0,008 d^2 \text{ m/sek} \quad (\text{dla } t = 10^\circ \text{C})$$

T A B E L A 18.

		Średnice ziarn		Współcz. jednost.	Współczyn- nik k m/sec w/g Allen- Hazen's	Współczyn- nik k m/sec w/g Slich- ter'a dla $p = 40\%$ $t = 10^{\circ}C$
		$d=10\text{ mm}$	$d=60\text{ mm}$			
Otwór A	1) dyl. dolne	0,02	0,32	1,6	0,0 000 032	0,0 000 015
	2) dyl. górne	0,10	0,34	3,4	0,000 080	0,000 038
	3) alluwjum	0,17	0,43	2,5	0,000 232	0,000 115
Otwór B	4)	0,06	0,33	5,5	0,000 029	0,000 014
	5)	0,09	0,23	2,6	0,000 065	0,000 031
	6)	0,28	0,62	2,2	0,000 648	0,000 300

W ostatniej kolumnie zestawienia podano współczynnik przepuszczalności podług wzoru Slichter'a dla $10^{\circ}C$ i porowatości 40% . Obliczenie według Slichter'a daje znacznie niższe wartości na k niż wzór Allen-Hazen'a.



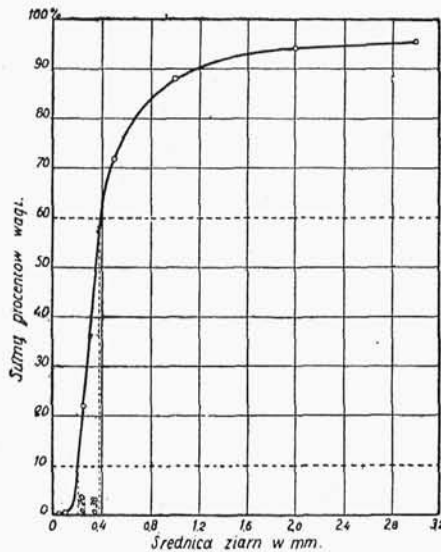
Rys. 158.

Krzywe przesiewności dla piasków Białej Przemszy w Maczkach.

b) Wyznaczenie współczynnika k z analizy gruntu i pompowania.

Analiza mechaniczna próbki piasku z Gdyni wykazała skład następujący:

ziarn o średnicy do 0,01 mm włącznie					0,0%	wagi ogólnej
"	"	"	0,05	"	"	0,2%
"	"	"	0,10	"	"	0,6%
"	"	"	0,25	"	"	23,9%
"	"	"	0,50	"	"	73,2%
"	"	"	1,00	"	"	88,1%
"	"	"	2,00	"	"	94,3%
"	"	"	3,00	"	"	95,7%
"	"	"	3,00	"	"	100,0%



Rys. 159.

Wyniki analizy mechanicznej piasku w Gdyni.

Średnica miarodajna, odpowiadająca 10% sumy wagi wynosi 0,2 mm. Współczynnik jednostajności jako stosunek 10% do 60% grubości ziarn, wyraża się cyfrą 1,9. Próba porowatości wykazała $p = 42\%$. Temperatura gruntu $t = 8^\circ C$.

Z tabeli 14 znajdujemy $k = 0,00\ 018\ 079 \times 0,949 = 0,00\ 017\ m/sec$.

Przy pompowaniu wody ze studni, $Q = 0,0\ 055\ m^3/sec$, zaobserwowano dwa punkty linii depresji w odległości od osi studni 1,20 i 12,0 m na rzędnych — 1,25 i + 0,70. Studnia zapuszczona była do rzędnej — 5,35; z równania (38) mamy:

$$k = \frac{Q}{\pi} \frac{\ln x - \ln x_1}{z^2 - z_1^2}$$

wstawiając:

$$x = 12,0; \quad x_1 = 1,2; \quad z = 5,35 + 0,70 = 6,05; \quad z_1 = 5,35 - 1,25 = 4,10$$

otrzymujemy:

$$k = \frac{0,0055(2,4849 - 0,1823)}{(36,6025 - 16,8100)\pi} = 0,00020 \text{ m/sek}$$

Otrzymaliśmy wartość większą niż wynika z analizy gruntu, co można tłumaczyć tem, że przyjęliśmy warstwę nieprzepuszczalną na rzędnej dna studni. W rzeczywistości warstwa nieprzepuszczalna leży o wiele głębiej. Jeżeli przyjąć za Sichert'em, że Q różni się wtedy od rzeczywistego o 20%, to otrzymamy:

$$k = \frac{0,0002 \times 100}{120} = 0,00016 \text{ m/sek}$$

wartość bardzo zbliżoną do obliczonej wzorem Sichert'a.

c) Wydatek kanału otwartego.

Głębokość wody w kanale wynosi $h_0 = 1,0 \text{ m}$, wysokość nieobniżonego zwierciadła wody nad warstwą nieprzepuszczalną, w odległości $L = 450 \text{ m}$, $H = 4,3 \text{ m}$, temperatura wody 10°C , średnica ziarn $d = 0,7 \text{ mm}$ i porowatość przestrzenna $p = 40\%$. Odnajdujemy z tablicy na stronie 248 $k = 0,1883 \text{ cm/sek} = 0,001883 \text{ m/sek}$. Podstawiając do wzoru (31) wartości podane, otrzymamy:

$$q' = \frac{0,001883}{2 \times 450} (4,3^2 - 1,0^2) = 0,000366 \text{ m}^3/\text{sek}/\text{mb}$$

z jednego brzegu kanału. Całkowity dopływ do kanału z obu brzegów będzie: $q = 2 \times 0,000366 = 0,000732 \text{ m}^3/\text{sek}/\text{mb} = 0,732 \text{ l/sek}$ na 1 mb kanału.

d) Wydatek studni pojedynczej.

Średnica studni jest $1,0 \text{ m}$, grubość warstwy wodonośnej wynosi $H = 12,0 \text{ m}$, współczynnik przepuszczalności $k = 0,002 \text{ m/sek}$, obniżenie zwierciadła wody w studni $s = 1,30 \text{ m}$. Studnia zapuszczona jest do warstwy nieprzepuszczalnej. Określamy zasięg depresji z wzoru przybliżonego Sichert'a:

$$R = 3000 \sqrt{s/k} = 3000 \times 1,30 \sqrt{0,002} = 170 \text{ m}$$

z wzoru (40) obliczamy:

$$Q = \pi k \frac{H^2 - h_0^2}{2,302 \lg \frac{R}{r}} = \pi 0,002 \frac{12^2 - (12 - 1,30)^2}{2,302 \lg \frac{170}{0,5}} = 0,032 \text{ m}^3/\text{sek}$$

e) Wyznaczenie współczynnika k z poboru wody ze studni artezyjskiej.

W Cisowej koło Gdyni (rys. 38) był badany współczynnik przepuszczalności warstwy wodonośnej artezyjskiej, leżącej na spagu trzeciorzędowym i złożonej z bardzo grubych piasków, żwirów oraz otoczków, ogólnej miąższości około 15 *m*. Do warstwy tej przenika woda z potoku Chyłośńskiego oraz sąsiedniej Rewy, jak również woda opadowa, która po zboczach trzeciorzędowych, przykrytych dyluwjalnym piaskiem i żwirem, spływa do niej bezpośrednio. Nad warstwą wodonośną leżą mało przepuszczalne lub nieprzepuszczalne osady miąższych piasków, ilów itd. Sama warstwa wodonośna zawiera w sobie soczewki materiałów nieprzepuszczalnych, bezładnie porozrzucanych w różnych miejscach, na skutek czego spadły ciśnienia wody artezyjskiej nie są we wszystkich kierunkach jednakowe.

Na studni VIII rzędna zwierciadła wody leżała w poziomie 16,91 *m*, rzędna terenu w poziomie 13,80 *m*. Ta różnica wysokości pozwoliła mierzyć wydatek studni przez obcięcie rury początkowo o 1,5 *m*, następnie o 3,0 *m*. Po pierwszym obcięciu wydatek mierzony przelewem wynosił 18 *l/sek*, po drugim wzrósł do 28,2 *l/sek*. Po obcięciu rury zwierciadło wody na studni było wzniesione nad krawędź rury tak, że depresja była mniejsza niż 1,5 *m*, oraz mniej niż 3,0 *m*.

W odległości 510 *m* od studni VIII leży studnia VI, studnia V w odległości 1 200 *m*, studnia XIV w odległości 2 070 *m*. Przed obcięciem rury na studni VIII, zwierciadła wody leżały na rzędnych następujących: na studni VI—17,26 *m*, V — 17,80 *m*, XIV — 19,03 *m*. Po obcięciu rury ustaliły się nowe poziomy ciśnienia na studniach i dla dwu poziomów obciętej rury ustaliły się depresje następujące:

Studnia Nr.	VIII	VI	V	XIV
Wydatek 0,018 <i>m</i> ³ / <i>sek</i>	1,42	0,40	0,30	0,05 <i>m</i>
„ 0,0 282 „	2,87	0,60	0,44	0,07 „

Linje łączące studnię VIII ze studniami VI, V, XIV nie leżą wprawdzie dokładnie prostopadle do warstw zw. wody, mało od-

biegają jednak od takiego kierunku, będącego kierunkiem ruchu wody. Wobec tego, że odległości wchodzi we wzór na k pod logarytmem, błąd jaki popełnimy przyjmując podane odległości studzien nie zaważą na wynikach obliczeń. Wychodząc z zasadniczego wzoru:

$$k = \frac{Q \ln \left(\frac{x_2}{x_1} \right)}{2 \pi a (z_2 - z_1)}$$

dla x odległości studzien V i VI do VIII, oraz XIV i V do VIII, promienia studni równego 0,1 m, grubości warstwy wodonośnej $a = 15m$, wydatku $Q = 0,018 \text{ m}^3/\text{sek}$ i $0,0282 \text{ m}^3/\text{sek}$, otrzymamy na k wartości następujące:

Odcinek między studniami: VIII — VI: $\ln (510 : 0,1) = 8,5370$

$$Q = 0,018 \text{ m}^3/\text{sek}, k = 0,001598$$

$$Q = 0,0282 \text{ „ } k = 0,001125$$

$$\text{Średnio } 0,00136$$

Odcinek między studniami: VI — V: $\ln (1200 : 510) = 0,85563$

$$Q = 0,018 \text{ m}^3/\text{sek}, k = 0,00163$$

$$Q = 0,0282 \text{ „ } k = 0,00159$$

$$\text{Średnio } 0,00161$$

Odcinek między studniami: V — XIV: $\ln (2070 : 1200) = 0,54521$

$$Q = 0,018 \text{ m}^3/\text{sek}, k = 0,000416$$

$$Q = 0,0282 \text{ „ } k = 0,000438$$

$$\text{Średnio } 0,000427$$

Znaczna różnica między wartościami współczynnika k wynika stąd, że odcinek V — XIV leży na stożku usypowym potoku Chyłońskiego, który zamulił także spodnią warstwę wodonośną, podczas gdy odcinek VIII — VI i VI — V leży między stożkami potoku Chyłońskiego i potoku z Rewy, wskutek czego ma pokłady czyste. Niższy współczynnik k między studniami VIII — VI przy poborze 28,2 l/sek wynika niewątpliwie na skutek nieuwzględnienia oporów wlotowych na studni. Rzeczywista wartość jego na odcinku VIII — VI będzie 0,00160.

Przy szerokości doliny dyluwjalnej w Gdyni około 2000 m, współczynnika przepuszczalności $k = 0,0016$, warstwie wodonośnej 15 m grubej, spadzie zwierciadła wody ku Gdyni $3\text{‰} = 0,003$, płynie w kierunku morza w Gdyni ilość wody:

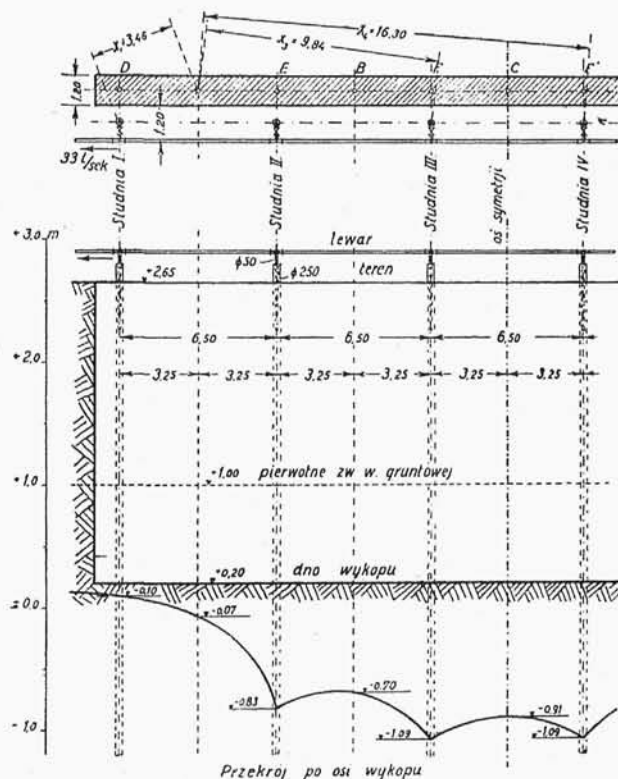
$$0,0016 \times 15 \times 2000 \times 0,003 = 0,144 \text{ m}^3/\text{sek} \text{ lub } 12442 \text{ m}^3/24\text{godz.}$$

Z tej wody korzysta obecnie cała Gdynia tj. czerpią ją studnie domowe, przemysłowe, portowe i miejskie. Ilość ta jest jednak za mała,

aby wystarczyła na przyszłe potrzeby Gdyni, wobec czego nowe ujęcie jest przesunięte w kierunku Redy, gdzie dolina dyluwialna jest znacznie szersza i przyjmuje wody gruntowe z obszerniejszego terenu opadowego.

f) Obniżenie poziomu wody gruntowej szeregiem studzien równoległych do wykopu.

Z 6 studzien (rys. 160) pompowano łącznie 33 l/sek. Średnica studni 250 mm. Osiągnięto depresję w studniach — 3,9 m. Rzędna



Rys. 160.

Obniżenie poziomu wody gruntowej szeregiem studzien równoległych do wykopu.

dna studni wynosi — 9,15. Warstwa nieprzepuszczalna położona na znacznej głębokości, współczynnik przepuszczalności k określono równy 0,0017, q przyjmujemy jednakowe dla wszystkich studzien:

$$q = \frac{0,033}{6} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{sek}$$

stosujemy wzór:

$$z_1^2 - z_2^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \frac{x_1 x_2 \dots x_6}{x_1' x_2' \dots x_6'} \quad (88c)$$

Jako znany punkt zwierciadła przyjmujemy rzędną zwierciadła w studni III, wynosi ona — 3,00 m. Odległości będą wtedy:

$$\begin{aligned} x_1' &= 13,12 \text{ m}, x_2' = 6,62 \text{ m}, x_3' = 0,12 \text{ m} \\ x_4' &= 6,38 \text{ m}, x_5' = 12,88 \text{ m}, x_6' = 19,38 \text{ m} \end{aligned}$$

Dla punktu A będzie: $x_1 = 3,46 \text{ m}$, $x_2 = 3,46 \text{ m}$, $x_3 = 9,84 \text{ m}$, $x_4 = 16,30 \text{ m}$, $x_5 = 22,78 \text{ m}$, $x_6 = 29,28 \text{ m}$.

Przyjmujemy, że warstwa nieprzepuszczalna znajduje się na rzędnej dna studni. Podstawiając wartości do (88c) otrzymujemy dla punktu A:

$$\begin{aligned} z_1^2 &= 6,15^2 + \frac{0,0055}{\pi 0,00017} \ln \frac{3,46 \times 3,46 \times 9,84 \times 16,30 \times 22,78 \times 29,28}{13,12 \times 6,62 \times 0,12 \times 6,38 \times 12,88 \times 19,38} = \\ &= 6,15^2 + \frac{0,0055 \times 2,302}{\pi 0,00017} (6,10747 - 4,22006) = 37,82 + 44,75 = 82,57 \end{aligned}$$

$z_1 = 9,08 \text{ m}$, depresja: $s = 10,15 - 9,08 = 1,07 \text{ m}$.

Dla punktu B będzie:

$x_1 = 9,84 \text{ m}$, $x_2 = 3,46 \text{ m}$, $x_3 = 3,46 \text{ m}$, $x_4 = 9,84 \text{ m}$, $x_5 = 16,30 \text{ m}$, $x_6 = 2,78 \text{ m}$,
stąd:

$$\begin{aligned} z_1^2 &= 6,15^2 + \frac{0,0055}{\pi 0,00017} \ln \frac{9,84 \times 3,46 \times 3,46 \times 9,84 \times 16,30 \times 2,78}{13,12 \times 6,62 \times 0,12 \times 6,38 \times 12,88 \times 19,38} = \\ &= 6,15^2 + \frac{0,0055 \times 2,302}{\pi 0,00017} (5,63390 - 4,22006) = 37,82 + 33,53 = 71,35 \end{aligned}$$

$z_1 = 8,45 \text{ m}$, depresja: $s = 10,15 - 8,45 = 1,70 \text{ m}$.

Dla punktu C:

$x_1 = 16,30 \text{ m}$, $x_2 = 9,84 \text{ m}$, $x_3 = 3,46 \text{ m}$, $x_4 = 3,46 \text{ m}$, $x_5 = 9,84 \text{ m}$, $x_6 = 16,30 \text{ m}$.

$$\begin{aligned} z_1^2 &= 6,15^2 + \frac{0,0055}{\pi 0,00017} \ln \frac{16,30 \times 9,84 \times 3,46 \times 3,46 \times 9,84 \times 16,30}{13,12 \times 6,62 \times 0,12 \times 6,38 \times 12,88 \times 19,38} = \\ &= 6,15^2 + \frac{0,0055 \times 2,302}{\pi 0,00017} (5,48854 - 4,22006) = 37,82 + 30,07 = 67,89 \end{aligned}$$

$z_1 = 8,24 \text{ m}$, $s = 10,15 - 8,24 = 1,91 \text{ m}$.

Dla punktu D:

$$x_1 = 1,20 \text{ m}, x_2 = 6,61 \text{ m}, x_3 = 13,05 \text{ m}, x_4 = 19,54 \text{ m}, x_5 = 26,03 \text{ m}, \\ x_6 = 32,68 \text{ m}.$$

$$z_1^2 = 6,15^2 + \frac{0,0055}{\pi 0,00017} \ln \frac{1,20 \times 6,61 \times 13,05 \times 19,54 \times 26,03 \times 32,68}{13,12 \times 6,62 \times 0,12 \times 6,38 \times 12,88 \times 19,38} = \\ = 6,15^2 + \frac{0,0055 \times 2,302}{\pi 0,00017} (6,23566 - 4,22006) = 37,82 + 47,81 = 85,63$$

$$z_1 = 9,25 \text{ m}, s = 10,15 - 9,25 = 0,90 \text{ m}.$$

Dla punktu E:

$$x_1 = 6,61 \text{ m}, x_2 = 1,20 \text{ m}, x_3 = 6,61 \text{ m}, x_4 = 13,05 \text{ m}, x_5 = 19,54 \text{ m}, \\ x_6 = 26,03 \text{ m}.$$

$$z_1^2 = 6,15^2 + \frac{0,0055}{\pi 0,00017} \ln \frac{6,61 \times 1,20 \times 6,61 \times 13,05 \times 19,54 \times 26,03}{13,12 \times 6,62 \times 0,12 \times 6,38 \times 12,88 \times 19,38} = \\ = 6,15^2 + \frac{0,0055 \times 2,302}{\pi 0,00017} (5,54158 - 4,22006) = 37,82 + 31,35 = 69,17$$

$$z_1 = 8,32 \text{ m}, s = 10,15 - 8,32 = 1,83 \text{ m}.$$

Dla punktu F:

$$x_1 = 13,05 \text{ m}, x_2 = 6,61 \text{ m}, x_3 = 1,20 \text{ m}, x_4 = 6,61 \text{ m}, x_5 = 13,05 \text{ m}, \\ x_6 = 26,03 \text{ m}.$$

$$z_1^2 = 6,15^2 - \frac{0,0055}{\pi 0,00017} \ln \frac{13,05 \times 6,61 \times 1,20 \times 6,61 \times 13,05 \times 26,03}{13,12 \times 6,62 \times 0,12 \times 6,28 \times 12,88 \times 19,38} = \\ = 6,15^2 + \frac{0,0055 \times 2,302}{\pi 0,00017} (5,36627 - 4,22006) = 37,82 + 27,19 = 65,01$$

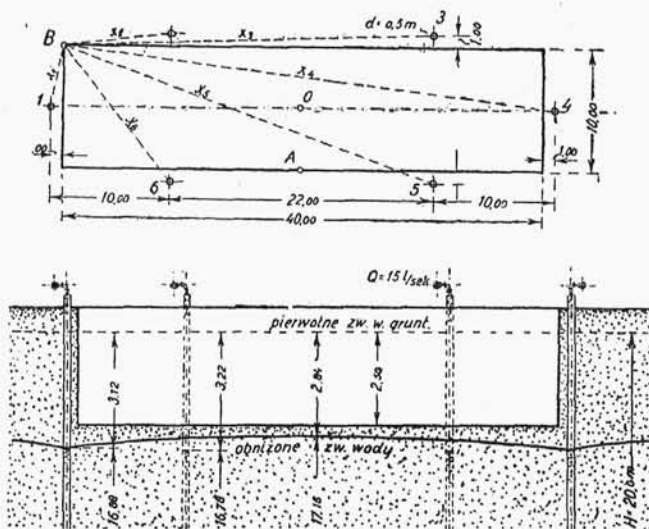
$$z_1 = 8,06 \text{ m}, s = 10,15 - 8,06 = 2,09 \text{ m}.$$

g) Obniżenie poziomu wody gruntowej szeregiem studzien otaczających dół fundamentowy.

Należy osuszyć wykop fundamentowy o wymiarach $10 \times 40 \text{ m}$ (rys. 161), o głębokości $2,5 \text{ m}$ poniżej wody gruntowej. Grubość warstwy wodonośnej wynosi $H = 20 \text{ m}$. Zasięg depresji przyjęto $R = 600 \text{ m}$, miarodajna średnica ziarn piasku wynosi $d = 0,6 \text{ mm}$, a współczynnik porowatości przestrzennej $p = 37\%$. Temperatura wody 8°C .

Zaprojektowano 6 studzien o średnicy 0,5 m, rozłożonych jak wskazuje rys. 161, w odległości 1 m od ściany wykopu.

Współczynnik k określono z tabeli: $k = 0,001 \text{ m/sek}$.



Rys. 161.

Obniżenie poziomu wody gruntowej szeregiem studzien otaczających dół fundamentowy.

Pompa czerpie z każdej studni $q = 15 \text{ l/sek}$. Całkowita objętość czerpanej wody wynosi $Q = 6 \times 0,015 = 0,090 \text{ m}^3/\text{sek}$. Odległości studzien od środka wykopu O , wynoszą:

$$x_1 = x_4 = 21,0 \text{ m}, \quad x_2 = x_3 = x_5 = x_6 = 13,04 \text{ m}$$

Stosownie do wzorów na str. 220 określamy wartość h_0 dla studni zastępczej:

$$h_0^2 = H^2 - \frac{Q}{\pi k} (\ln R - \ln r) = 20^2 - \frac{0,090}{\pi \cdot 0,001} (\ln 600 - \ln 0,25) = 188,86$$

Wobec czego $h_0 = 13,30 \text{ m}$, zaś s na studni zastępczej $20,00 - 13,30 = 6,70 \text{ m}$.

Zasięg depresji studni zastępczej wyniosłby stosownie do wzoru Sichařdta:

$$R = 3000 s \sqrt{k} = 3000 \times 6,70 \sqrt{0,001} = 636,2 \text{ m}$$

Sprawdzamy położenie zwierciadła obniżonej wody w trzech punktach charakterystycznych wykopu: w O , A i B .

Dla punktu O otrzymujemy stosownie do wzoru (88 a) i przytoczonych wyżej wartości x :

$$z^2 = h_0^2 + \frac{Q}{\pi k} \left[\frac{1}{6} \ln x_1 x_2 \dots x_6 - \ln r \right] =$$

$$= 176,97 + \frac{0,090}{\pi 0,001} \left[\frac{1}{6} \ln (21^2 \times 13,04^4) - \ln 0,25 \right] = 294,60$$

skąd: $z = 17,16$, obniżenie zaś zwierciadła wody $s = 20 - 17,16 = 2,84$ m.

W punkcie A przy: $x_1 = x_4 = 21,84$ m, $x_2 = x_3 = 17,03$ m, $x_5 = x_6 = 11,05$ m, otrzymamy:

$$z^2 = 176,97 + \frac{0,090}{\pi 0,001} \left[\frac{1}{6} \ln (11,05^2 \times 17,03^2 \times 21,84^2) - \ln 0,25 \right] = 296,17$$

a więc $z = 17,21$ m, zaś obniżenie: $s = 20 - 17,21 = 2,79$ m.

W punkcie B przy: $x_1 = 6,08$ m, $x_2 = 15,81$ m, $x_3 = 33,62$ m, $x_4 = 41,44$ m, $x_5 = 13,04$ m, $x_6 = 9,06$ m, będzie:

$$z^2 = 176,97 + \frac{0,090}{\pi 0,001} \left[\frac{1}{6} \ln (6,08 \times 15,81 \times 33,62 \times 41,44 \times 13,04 \times 9,06) - \ln 0,25 \right] = 295,86$$

czyli: $z = 17,20$ m, oraz obniżenie: $s = 20 - 17,20 = 2,80$ m.

Obniżenie zwierciadła wody przy studniach obliczymy uwzględniając, że dla studni, umieszczonych wzdłuż krótszego boku wykopu, odległości x wyniosą: $x_1 = 0,25$ m, $x_2 = x_6 = 12,21$ m, $x_3 = x_5 = 32,76$ m, $x_4 = 41,75$ m, wobec czego:

$$z^2 = 176,97 + \frac{0,090}{\pi 0,001} \left[\frac{1}{6} \ln (0,25 \times 12,21^2 \times 32,76^2 \times 41,75) - \ln 0,25 \right] =$$

$= 285,13$, a $z = 16,88$ m, oraz dla studzien, umieszczonych wzdłuż dłuższego boku wykopu: $x_1 = 12,21$ m, $x_2 = 14$ m, $x_3 = 26,08$ m, $x_4 = 32,76$ m, $x_5 = 22$ m, $x_6 = 0,25$ m, a więc:

$$z^2 = 176,97 + \frac{0,090}{\pi 0,001} \left[\frac{1}{6} \ln (12,21 \times 14 \times 26,08 \times 32,76 \times 22 \times 0,25) - \ln 0,25 \right] = 281,63, \text{ skąd } z = 16,78 \text{ m.}$$

W podanem powyżej obliczeniu na zasięg depresji R przyjmuje się tę samą wartość przy urządzeniu jednej zastępczej studni

co i przy wielu równocześnie działających studniach, gdyż przy założeniu wielu studzien zwierciadło wody już w niewielkiej odległości przebiega podobnie jak przy jednej, która czerpałaby wodę w objętości równej sumie objętości czarpanej przez wszystkie studnie.

Zadanie powyższe można także rozwiązać na zasadzie wzorów wyprowadzonych w rozdziale VI ustęp 22.

Napişemy wzór (131):

$$z_1 - z_2 = \frac{q}{2\pi k H} \ln \frac{x_1 x_2 \dots x_n}{x_1^1 x_1^1 \dots x_n^1}$$

Jako znany punkt zwierciadła depresji przyjmujemy punkt, w którym pierwotne zwierciadło nie uległo zmianie. Odległość tego punktu według założeń wynosi około 600 m. Możemy przyjąć, że $x_1^1 = x_2^1 = \dots = x_6^1 = 600$. Oznaczając rzędną nieodkształconego zwierciadła $z_2 = 0$ otrzymamy z_1 w odniesieniu do pierwotnego zwierciadła.

Dla punktu O będzie: $x_1 = x_4 = 21$, $x_2 = x_3 = x_5 = x_6 = 13,04$ stąd przyjmujemy:

$$z_1 - 0 = \frac{0,015}{2\pi 0,001 \times 20} \ln \frac{21^2 \times 13,04^2}{600^6}$$

$$z_1 = \frac{0,015}{2\pi 0,001 \times 20} \ln 274 \times 10^{-12} = -2,63; s = -z_1 = 2,63 \text{ m.}$$

Dla punktu A: $x_1 = x_4 = 21,84$, $x_2 = x_3 = 17,03$, $x_5 = x_6 = 11,05$

$$z_1 = \frac{0,015}{2\pi 0,001 \times 20} \ln \frac{21,84^2 \times 17,03^2 \times 11,05^2}{600^6} =$$

$$= \frac{0,015}{2\pi 0,001 \times 20} \ln 363 \times 10^{-12} = -2,59, s = -z_1 = 2,59 \text{ m.}$$

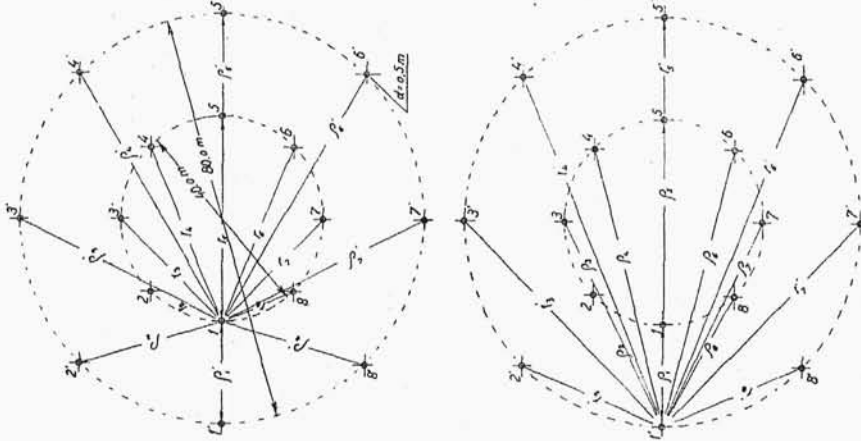
Poprzednimi wzorami otrzymaliśmy dla punktu O — 2,84, obecnie 2,63 m, zaś dla punktu A — 2,79 i 2,59 m. Różnica między wynikami obliczeń obu metodami jest bardzo mała, przy znacznie prostszem obliczeniu metodą drugą.

h) Obniżanie poziomu wody gruntowej dwoma szeregami studzien.

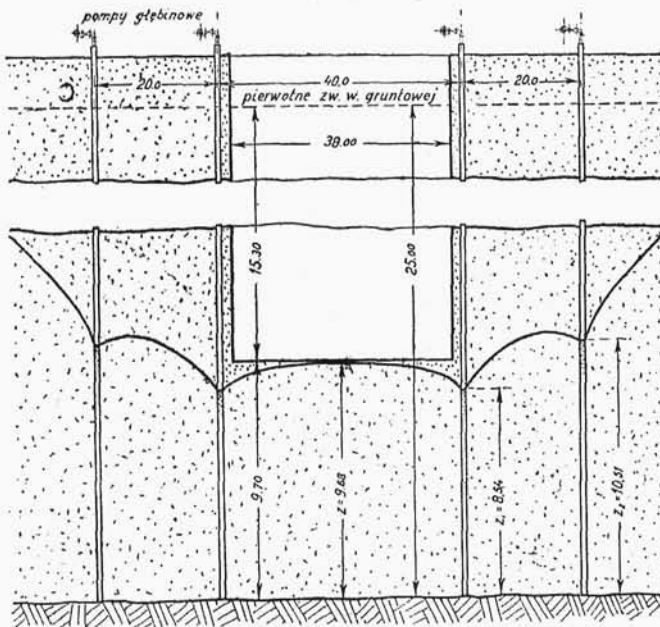
Należy osuszyć wykop fundamentowy o średnicy 40 m na głębokość 15,3 m poniżej zwierciadła wody gruntowej, które

znajduje się na wysokości $H=25\text{ m}$ powyżej warstwy wodonośnej. Współczynnik przepuszczalności $k=0,001$. Zasięg depresji $R=800\text{ m}$, średnica studzien $0,5\text{ m}$. Każda studnia ma własną pompę o osi pionowej zanurzoną w wodę.

Obniżenie poziomu wody gruntowej dwoma szeregami studzien.



Rys. 162.
Sytuacja.



Rys. 163.
Przekrój.

Zaprojektowano dwa wieńce studzien, wewnętrzny o promieniu 20 m, zewnętrzny o promieniu 40 m. Uwzględniając maksymalny pobór wody ze studni, stosownie do wzoru (77), drogą prób ustalono ilość studni, w każdym wieńcu, na 8 sztuk.

Stosujemy zależności (77a i 90):

$$H^2 - z_1^2 = \frac{n_1 q_1}{\pi k} \ln \frac{R}{\sqrt{r_1 r_2 \dots r_n}} + \frac{n_2 q_2}{\pi k} \ln \frac{R}{\sqrt{\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n}}$$

$$H^2 - z_2^2 = \frac{n_1 q_1}{\pi k} \ln \frac{R}{\sqrt{\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n}} + \frac{n_2 q_2}{\pi k} \ln \frac{R}{\sqrt{r_1' r_2' \dots r_n'}}$$

$$q_1 = z_1 \varphi; q_2 = z_2 \varphi; \varphi = 2\pi r \frac{\sqrt{k}}{15}$$

oraz:

$$H^2 - z^2 = \frac{n_1 q_1}{\pi k} \ln \frac{R}{\sqrt{x_1 x_2 \dots x_n}} + \frac{n_2 q_2}{\pi k} \ln \frac{R}{\sqrt{x_1' x_2' \dots x_n'}}$$

Stosownie do oznaczeń na rysunku otrzymujemy następujące wartości dla poszczególnych wyrazów wchodzących do wzorów:

$$\begin{array}{llll} r_1 = 0,25 \text{ m} & \rho_1' = 20 \text{ m} & r_1' = 0,25 \text{ m} & \rho_1 = 20 \text{ m} \\ r_2 = r_8 = 15,30 \text{ m} & \rho_2' = \rho_8' = 29,47 \text{ m} & r_2' = r_8' = 30,61 \text{ m} & \rho_2 = \rho_8 = 29,47 \text{ m} \\ r_3 = r_7 = 28,28 \text{ „} & \rho_3' = \rho_7' = 44,72 \text{ „} & r_3' = r_7' = 56,56 \text{ „} & \rho_3 = \rho_7 = 44,72 \text{ „} \\ r_4 = r_6 = 36,95 \text{ „} & \rho_4' = \rho_6' = 55,95 \text{ „} & r_4' = r_6' = 73,91 \text{ „} & \rho_4 = \rho_6 = 55,95 \text{ „} \\ r_5 = 40 \text{ m} & \rho_5' = 60 \text{ m} & r_5' = 80 \text{ m} & \rho_5 = 60 \text{ m} \end{array}$$

$$x_1 = x_2 = x_3 = \dots x_8 = 20 \text{ m}$$

$$x_1' = x_2' = x_3' = \dots x_8' = 40 \text{ m}; \quad n_1 = n_2 = 8; \quad R = 800 \text{ m}.$$

Po odpowiednim ich podstawieniu znaleziono stopniowo wartości $z_1 = 8,54 \text{ m}$, $z_2 = 10,51 \text{ m}$, $z = 9,68 \text{ m}$. Ponieważ obniżenie w środku wykopu wynosi: $s = 25,0 - 9,68 = 15,32 \text{ m}$, przyjęto podaną liczbę 8-miu studzien w każdym wieńcu za dostateczną.

Ilość spompowywanej wody wyniesie, z wewnętrznego wieńca studzien:

$$Q_1 = 8 z_1 \times 2\pi r \frac{\sqrt{k}}{15} = 8 \times 8,54 \times 2\pi \times 0,25 \frac{\sqrt{0,001}}{15} = 0,447 \text{ m}^3/\text{sek}$$

z zewnętrznego wieńca studzien:

$$Q_2 = 8 \times 10,51 \times 2\pi \times 0,25 \frac{\sqrt{0,001}}{15} = 0,550 \text{ m}^3/\text{sek}$$