

ANALIZA MODELOWYCH BADAŃ KAPILARNOŚCI GRUNTU

URSZULA KOŁODZIEJCZYK, ARTUR SPÓLNIK*

S t r e s z c z e n i e

W pracy przedstawiono analizę wyników modelowych badań kapilarności gruntu. Badania przeprowadzono na próbkach kruszywa naturalnego ze złoża Chynów (Zielona Góra). Zbadano wysokość wzniosu kapilarnego w kruszywie o naturalnym uziarnieniu oraz w poszczególnych frakcjach tegoż kruszywa. Porównano kapilarność kruszywa w stanie luźnym oraz zagęszczonym.

S u m m a r y

W pracy przedstawiono analizę wyników modelowych badań kapilarności gruntu. Badania przeprowadzono na próbkach kruszywa naturalnego ze złoża Chynów (Zielona Góra). Zbadano wysokość wzniosu kapilarnego w kruszywie o naturalnym uziarnieniu oraz w poszczególnych frakcjach tegoż kruszywa. Porównano kapilarność kruszywa w stanie luźnym oraz zagęszczonym.

1. Wstęp

W analizie zjawisk geologiczno-inżynierskich, np. w przypadku badania osuwisk, wałów przeciwpowodziowych, zawilgocenia fundamentów czy budowy dróg, duże znaczenie ma znajomość kapilarności gruntów [1], [2], [3].

Dotychczasowe badania kapilarności gruntów (sztucznie uformowanych) opierają się głównie na wynikach prac Atterberga [2], które wykazały, że prędkość wznoszenia się wody kapilarnej zależy od rodzaju gruntu oraz średnicy porów i ziaren gruntu, a wysokość wzniosu kapilarnego warunkuje uziarnienie gruntu.

W prezentowanej pracy zostały przedstawione wyniki badań kapilarności jakie zostały przeprowadzone na naturalnych gruntach o różnym uziarnieniu i zagęszczeniu.

2. Charakterystyka materiału badawczego

Badanie kapilarności przeprowadzono na kruszywie naturalnym występującym w złożu Chynów (dzielnica Zielonej Góry).

Złoże to występuje w południowej części Pagórków Zielonogórskich, w obrębie terasy kemowej. Serię złożową budują piaski drobno- i średnioziarniste.

Przeważającą frakcją w złożu są ziarna o wymiarze do 0,63 mm, które stanowią 54%; zawartość ziaren większych od 2,5 mm wynosi 3,9%, a większych od 5 mm – 1,9%.

Szczegółowe wyniki badań uziarnienia kruszywa podano w tabeli nr 1.

Tabela 1. Analiza sitowa kruszywa naturalnego ze złoża Chynów

Wymiary oczek sita [mm]	Zawartość procentowa frakcji [%]
16	-
8	2,14
4	1,09
2	1,30
1	2,84
0,5	14,32
0,25	44,60
0,125	29,90
0,000	3,81
	$\Sigma = 100$

Średnia zawartość pyłów mineralnych w analizowanym kruszywie wynosi 0,6%, ziaren mniejszych od 2 mm (punkt piaskowy) – 70%, ziaren mniejszych od 5,0 mm – 98,1%. Kruszywo wykazuje brak zanieczyszczeń obcych i organicznych.

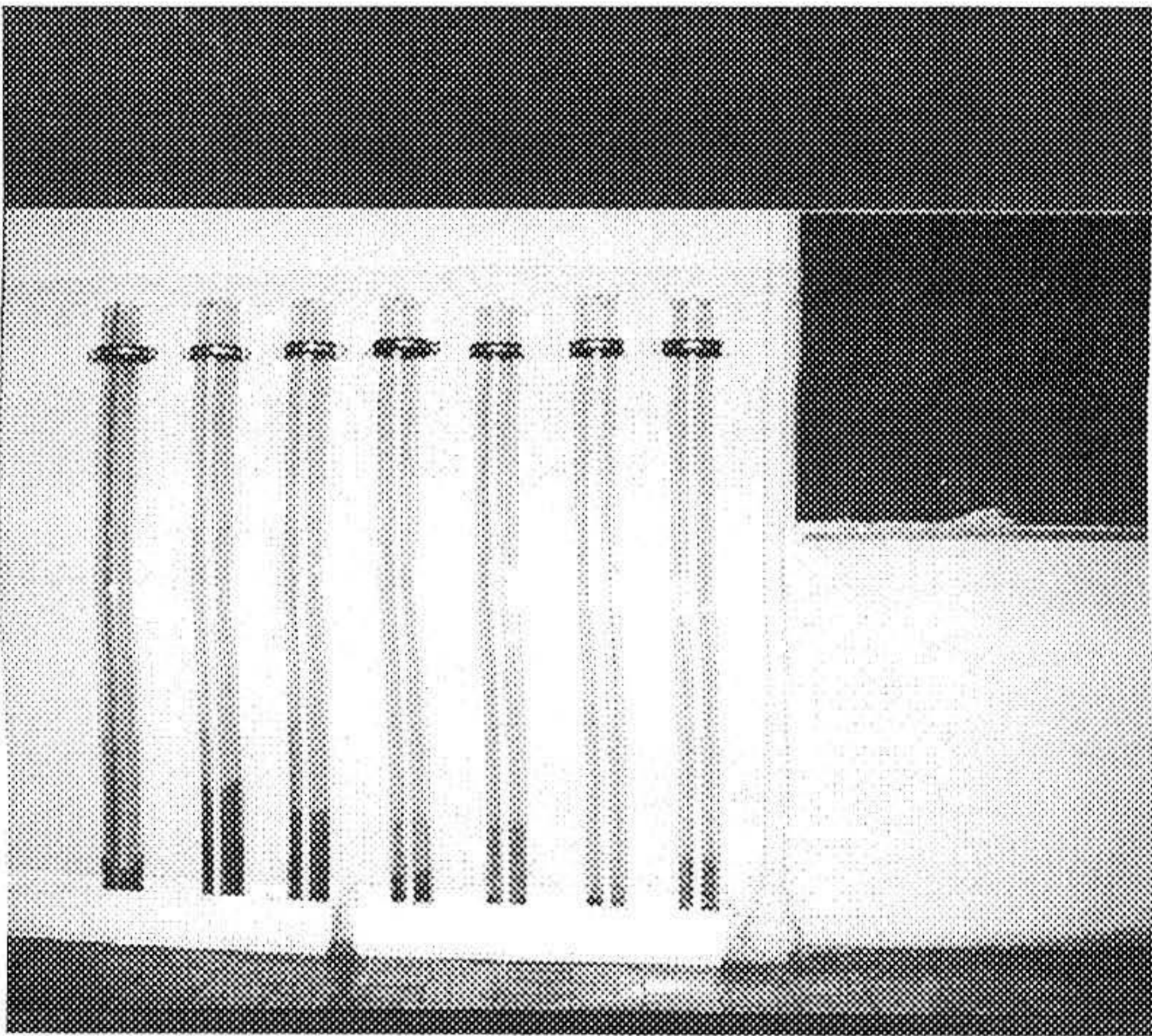
3. Opis badań

Próbki do badań kapilarności stanowiło kruszywo o naturalnym uziarnieniu oraz poszczególne frakcje tego kruszywa uzyskane podczas analizy sitowej.

Były to kolejno:

- próbka nr 1 - kruszywo o średnicy ziaren $0,125 \leq d < 0,25$
- próbka nr 2 - kruszywo o średnicy ziaren $0,25 \leq d < 0,5$
- próbka nr 3 - kruszywo o średnicy ziaren $0,5 \leq d < 1$
- próbka nr 4 - kruszywo o średnicy ziaren $1 \leq d < 2$
- próbka nr 5 - kruszywo o średnicy ziaren $2 \leq d < 4$
- próbka nr 6 - kruszywo o średnicy ziaren $d > 4$
- próbka nr 7 - kruszywo o naturalnym uziarnieniu.

Badanie przeprowadzono w pionowych rurach szklanych o średnicy 0,09 m (rys. 1). Dolna część rur znajdowała się w kuwetach o wyprofilowanym dnie, co umożliwiało swobodny dopływ wody do gruntu i jego przewodów kapilarnych.



Rysunek 1. Stanowisko badawcze

W pierwszej fazie badań użyto kruszywa w stanie luźnym, co uzyskano wsypując grunt przez lejek zakończony gumowym węzłem dotykającym dna rury. Zastosowana metoda umożliwiła uzyskanie maksymalnej porowatości gruntu. Po napełnieniu kolejnych rur kruszywem wlewo wodę do kuwet. Podczas całego

doświadczenia utrzymywano stały poziom wody w kuwetach. Wraz z napełnieniem kuwet wodą rozpoczęto odczyty wysokości wzniosu kapilarnego w gruncie. Badanie zakończono, gdy zaobserwowano stabilizację wysokości wzniosu.

W drugiej fazie badań użyto próbek gruntu tych samych frakcji co w pierwszej, lecz zagęszczonych. Kruszywo zagęszczano wsypując je do przewodów warstwami o miąższości 0,1 m i ubijając specjalnym drewnianym ubijakiem o masie 1 kilograma, opuszczając go luźno na sznurku 10 razy z wysokości 0,5 m na każdą z warstw. Dalsza część badań przebiegała identycznie, jak w przypadku próbek z gruntem w stanie luźnym.

Wyniki odczytów wzniosu kapilarnego z badań gruntu w stanie luźnym i zagęszczonym zestawiono w tabelach 2 i 3.

Tabela 2. Wyniki odczytów wzniosu kapilarnego dla gruntu w stanie luźnym

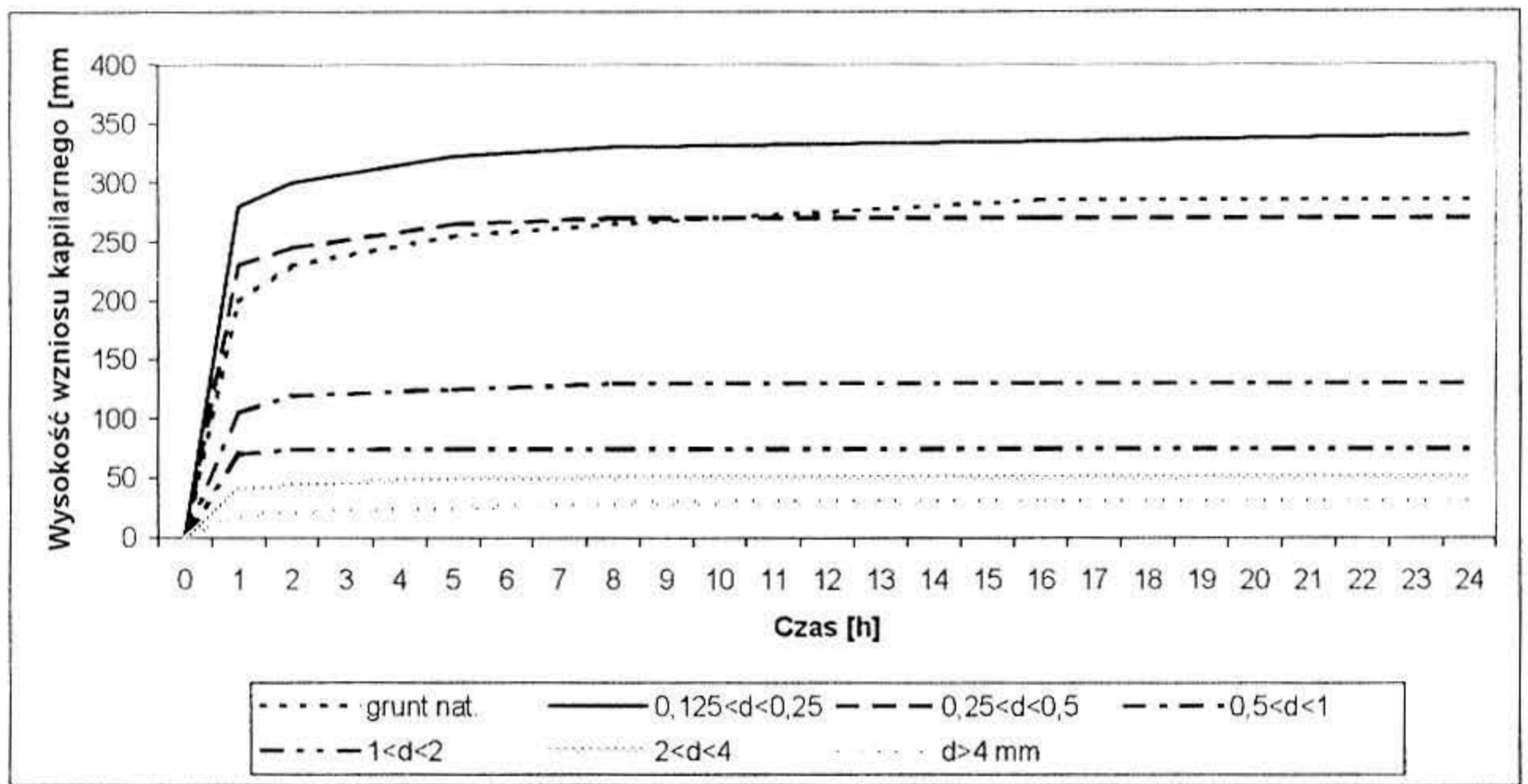
Czas	Wysokość wzniosu kapilarnego [mm]						
	Frakcja kruszywa [mm]						
	Natural.	$0,125 \leq d < 0,25$	$0,25 \leq d < 0,5$	$0,5 \leq d < 1$	$1 \leq d < 2$	$2 \leq d < 4$	$d \geq 4$
5''	0	0	0	0	0	10	5
10''	0	0	10	35	20	10	5
15''	0	15	30	50	35	25	5
30''	0	20	45	60	40	25	10
60''	10	40	65	70	50	40	10
2'	40	60	85	80	55	40	10
3'	55	75	95	80	55	40	15
4'	70	90	110	85	60	40	15
5'	90	105	125	90	60	40	15
10'	110	185	185	90	75	40	20
15'	125	235	210	95	75	40	20
30'	155	255	220	100	75	40	20
1 h	200	280	230	105	75	45	20
2 h	230	300	245	120	75	45	20
5 h	255	320	265	125	75	50	25
8 h	265	330	270	130	75	50	30
16 h	285	335	270	130	75	50	30
24 h	285	340	270	130	75	50	30
48 h	295	340	275	135	75	50	35

Tabela 3. Wyniki odczytów wzniosu kapilarnego dla gruntu w stanie zagęszczonym

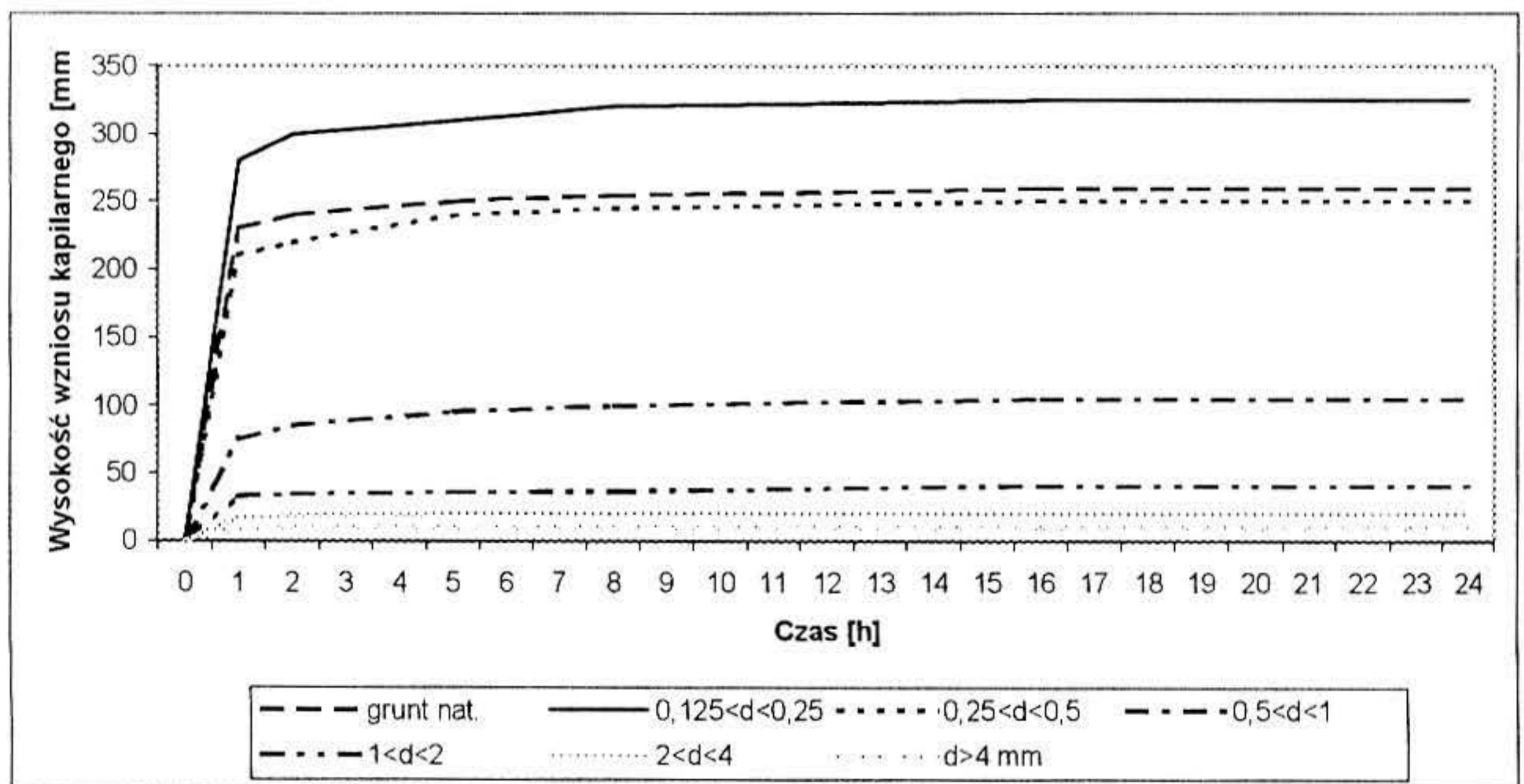
Czas	Wysokość wzniosu kapilarnego [mm]						
	Fracja kruszywa [mm]						
	Natural.	$0,125 \leq d < 0,25$	$0,25 \leq d < 0,5$	$0,5 \leq d < 1$	$1 \leq d < 2$	$2 \leq d < 4$	$d \geq 4$
5''	0	0	0	0	0	10	5
10''	0	0	10	35	20	10	5
15''	0	15	30	50	35	25	5
30''	0	20	45	60	40	25	10
60''	10	40	65	70	50	40	10
2'	40	60	85	80	55	40	10
3'	55	75	95	80	55	40	15
4'	70	90	110	85	60	40	15
5'	90	105	125	90	60	40	15
10'	110	185	185	90	75	40	20
15'	125	235	210	95	75	40	20
30'	155	255	220	100	75	40	20
1 h	200	280	230	105	75	45	20
2 h	230	300	245	120	75	45	20
5 h	255	320	265	125	75	50	25
8 h	265	330	270	130	75	50	30
16 h	285	335	270	130	75	50	30
24 h	285	340	270	130	75	50	30
48 h	295	340	275	135	75	50	35

Z przeprowadzonych badań wynika wyraźny wzrost wysokości wzniosu kapilarnego w miarę zmniejszenia uziarnienia gruntu, zarówno w gruncie luźnym jak i zagęszczonym.

W pierwszej godzinie badań zjawisko podsiąkania kapilarnego przebiega intensywnie, a następnie ulega spowolnieniu, aby po 2 – 3 godzinach niemal zupełnie ustabilizować się (rys. 2 i rys. 3).

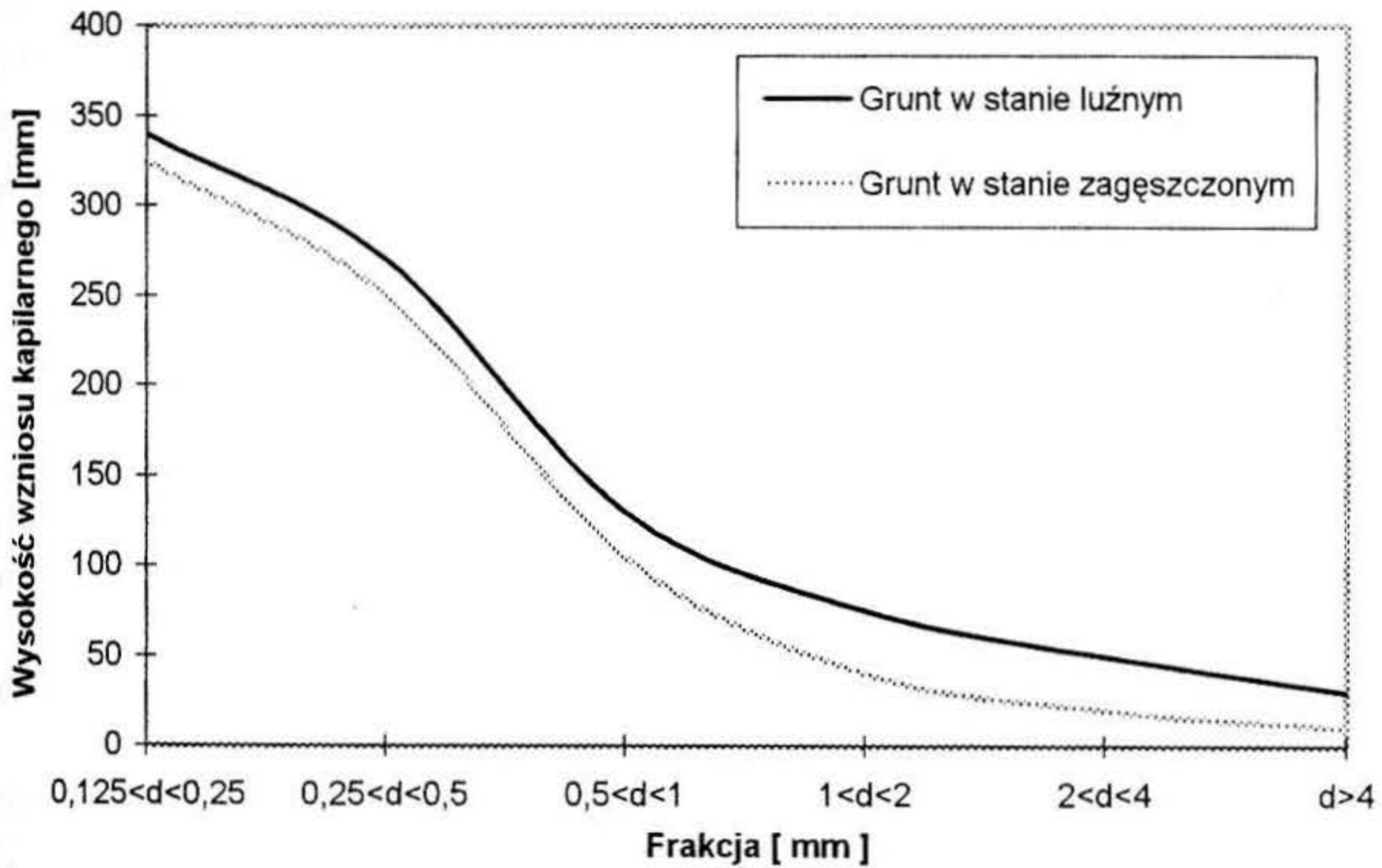


Rysunek 2. Wykres wzniosu kapilarnego w różnych frakcjach kruszywa w stanie luźnym

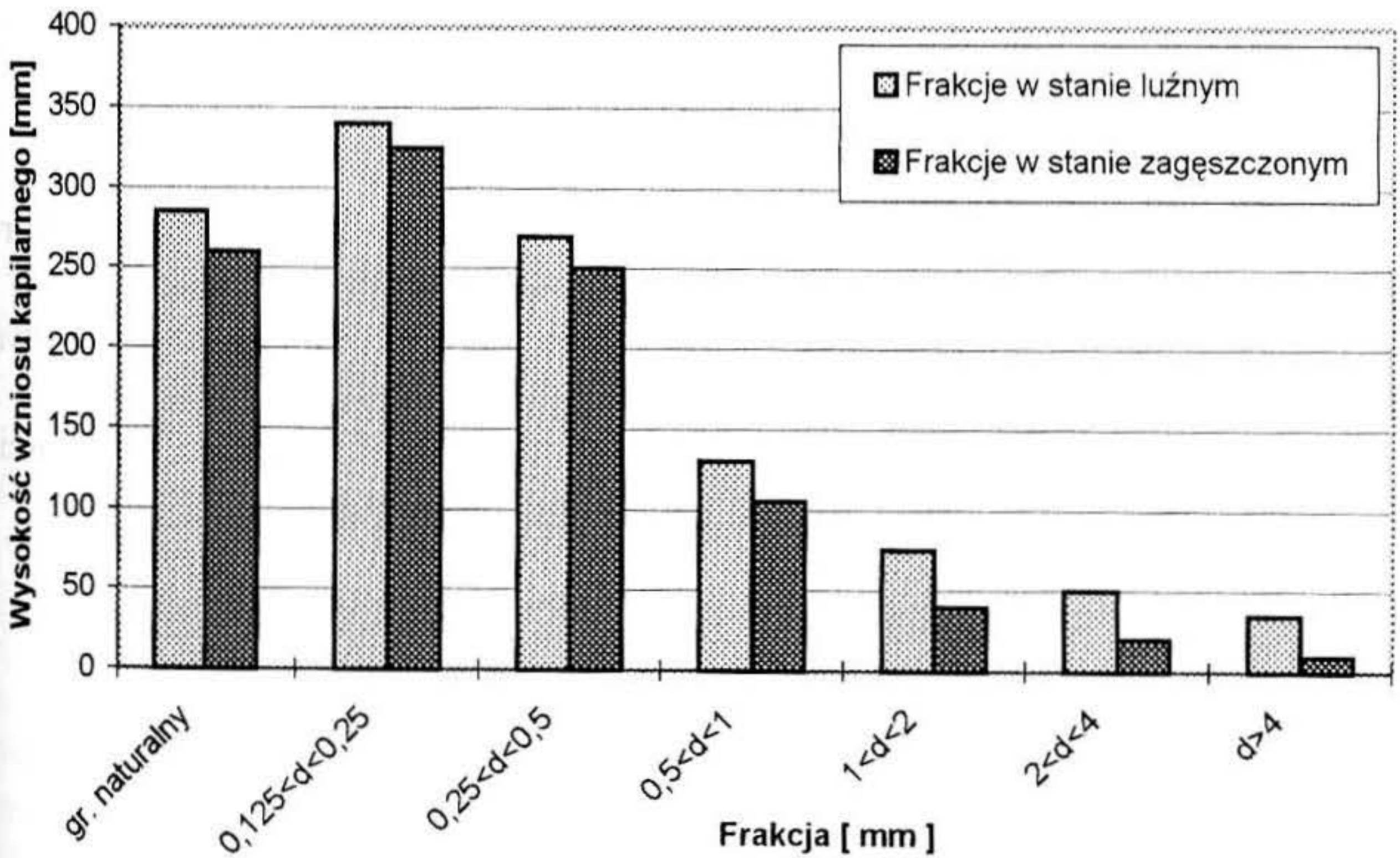


Rysunek 3. Wykres wzniosu kapilarnego w różnych frakcjach kruszywa zagęszczonego

Z porównania wyników badań wynika, że kruszywo w stanie luźnym podciąga wodę na wysokość o około 20 mm większą niż kruszywo zagęszczone (rys. 4 i rys. 5).



Rysunek 4. Porównanie wysokości wzniosu kapilarnego w kruszywie luźnym i zagęszczonym



Rysunek 5. Histogram wzniosu kapilarnego w kruszywie luźnym i zagęszczonym

Maksymalny wznios kapilarny (około 350 mm) wykazał grunt w stanie luźnym o frakcji $0,125 \leq d < 0,25$), a najmniejszy – grunt zagęszczony o średnicy ziaren $d > 4$ mm. Grunt naturalny wykazał kapilarność porównywalną z frakcją $0,25 \leq d < 0,5$, co świadczy o dominacji tej frakcji w kruszywie. Potwierdzają to wyniki analizy uziarnienia gruntu (tab. 1).

4. Wnioski

Na podstawie przedstawionych badań można stwierdzić, że kapilarność gruntów zależy zdecydowanie od ich uziarnienia: grunty drobnoziarniste wykazują większy wznios kapilarny od gruntów gruboziarnistych.

Stopień zagęszczenia gruntów wpływa na obniżenie wysokości wzniosu kapilarnego.

W celu uniknięcia niekorzystnych zjawisk geologiczno-inżynierskich spowodowanych kapilarnością gruntów np. osłabienia wałów przeciwpowodziowych lub nasypów, zawilgocenia fundamentów itp., zaleca się wykorzystywanie w tych obiektach gruntów gruboziarnistych o wysokim stopniu zagęszczenia.

Badania kapilarności wymagają kontynuacji zarówno w aspekcie różnorodności kruszywa, jak i jego zagęszczenia, zasolenia itp.

Literatura

- [1] Malinowski J. 1967: Geologia inżynierska. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- [2] Płochniewski Z. 1986: Hydrogeologia i geologia inżynierska. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- [3] Wiłun Z. 1976: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa.