

Malwina Kolano, Marek Ciał**

LESSY OKOLIC SANDOMIERZA W ŚWIETLE BADAŃ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH

1. Wstęp

Powierzchnia występowania utworów lessowych w Polsce obejmuje obszar około 19,5 tys. km², co stanowi w przybliżeniu 6% powierzchni całego kraju. Obserwowany obecnie gwałtowny rozwój infrastruktury spowodował, iż niemal na wszystkich obszarach lessowych bardzo intensywnie rozwija się budownictwo.

Lessy, jako twory charakteryzujące się dużą wrażliwością na zmiany wilgotności i skłonnością do osiadania zapadowego, stanowią istotny problem geologiczno-inżynierski. Wysoka porowatość utworów lessowych oraz udział wody może prowadzić do powstania powierzchniowych ruchów masowych, sufozji, krasu lessowego oraz erozji liniowej i powierzchniowej, co pociąga za sobą znaczne szkody budowlane, często prowadzące do całkowitego zniszczenia obiektów budowlanych. Z tego powodu koniecznym jest prowadzenie dokładnych i kompleksowych badań geologiczno-inżynierskich.

Badania geologiczno-inżynierskie na obszarze Sandomierza związane są z występowaniem licznych zapadlisk podłoża, uszkodzeń budynków, częstych awarii sieci wodociągowo-kanalizacyjnej oraz powstawania osuwisk. Przyczyny ich pojawienia się tłumaczone są niekorzystnymi warunkami podłoża, zbudowanego z utworów lessowych. Związane jest to ze specyficzną własnością lessów, jaką jest skłonność do zmian strukturalnych pod wpływem wody. Ponadto stałe działanie zarówno wód opadowych, jak i wód lądowych powoduje szybką erozję powierzchniową lessów, w wyniku której następują duże i ciągłe zmiany ukształtowania powierzchni terenu. Najnowsze publikacje dotyczące lessów okolic Sandomierza pochodzą z roku 1999 [14] i 2007 [2]. Są one związane z zagadnieniami deformacji terenu i oceną zagrożeń osuwiskowych.

* Katedra Geomechaniki Budownictwa i Geotechniki, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

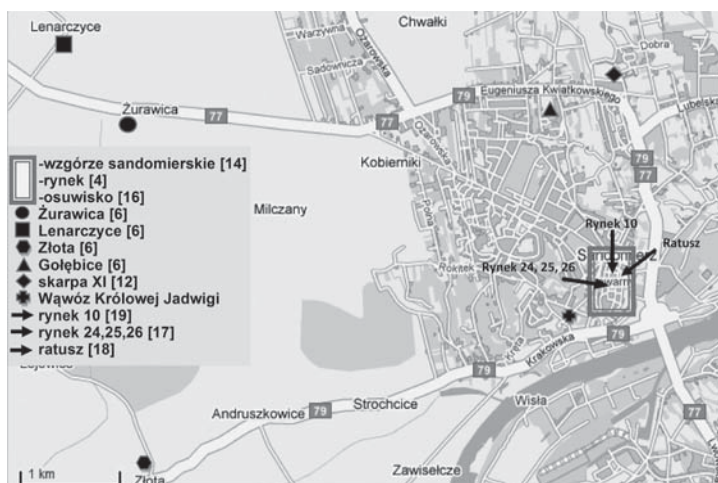
2. Lokalizacja terenu badań

Badania zostały przeprowadzone na utworach lessowych pobranych ze stanowiska badawczego usytuowanego w wąwozie Królowej Jadwigi, który znajduje się w południowo-zachodniej części miasta Sandomierza.

Administracyjnie obszar badań należy do województwa świętokrzyskiego, powiatu sandomierskiego i gminy Sandomierz.

Lessy okolic Sandomierza należą do lessów europejskiej prowincji północnej, Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej, a dokładniej do płata opatowsko-sandomierskiego. Maksymalna grubość występującej tu pokrywy lessowej wynosi około 25–30 m. W Sandomierzu stwierdzono miąższość równą 26 m [10]. Występuje tu kierunkowa zmienność miąższości lessu młodszego, tj. stopniowe zmniejszanie miąższości ze wschodu w kierunku zachodnim [10].

Badania przeprowadzone na omówionym wyżej obszarze zostały poszerzone o udostępnione przez Burmistrza miasta Sandomierza wyniki archiwalne, dotyczące głównie Starego Miasta z lat 1964 [4], 1967 [16], 1969 [17–19] oraz 1972 [12], (rys. 1). Wykorzystano również niektóre dane, dotyczące lessów okolic Sandomierza, opublikowane w czasopiśmie. Są to między innymi, badania wykonane przez Grabowską–Olszewską w latach 1961 [5], 1963 [6], 1966 [7] oraz Mularza i Rybickiego w 1999 [14] (rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja miejsc poborów próbek opisywanych w: literaturze, dokumentacji urzędowej i niniejszej pracy [9]

3. Geologiczne warunki występowania lessów okolic Sandomierza

Na analizowanym terenie występują utwory czwartorzędowe wykazujące dwudzielność. Pierwszą część, związaną z dolinnymi utworami Wisły, stanowią: piaski, żwiry, mady rzeczne, torfy i namuły. Natomiast drugą część reprezentują stosunkowo grube pokrywy lessowe (ok. 10–30 m) pochodzące z okresu vistuliańskiego. W budowie podłoża geologiczne-

go biorą również udział jedne z najstarszych skał występujących w Polsce. Są to należące do kambru iłowce i zlepieńce, odsłaniające się w dolinie Wisły koło Sandomierza w Górach Pieprzowych [1].

Podłoże badanych utworów czwartorzędowych (lessów) stanowią utwory kambru dolnego i środkowego sfałdowanego, wykształcone w postaci łupków, kwarcytów (dane z dokumentacji), iłowców, piaskowców, łupków ilastych i mułowców, przykryte fragmentarycznie serią osadów fluwioglacjalnych, piasków, żwirów i glin morenowych [1, 11].

Powstanie lessów omawianego obszaru wiąże się ze zlodowaceniem środkowopolskim (less wstęgowy) i północnopolskim (less dolny, środkowy i górny). Są one utworami akumulacji eolicznej, czasami uzupełnianej akumulacją wodną i osadzone zarówno w środowisku lądowym (na wysoczyznach, zboczach), jak i środowisku wodnym (w dolinach) [6].

Na powierzchni badanego terenu występuje pokrywa lessowa zlodowacenia Wisły (lessy młodsze), należąca do strefy akumulacji eolicznej typu wyżynnego [13]. Występują tu najbardziej zwarte i miększe pokrywy pylaste.

4. Geologiczno-inżynierskie właściwości lessów okolic Sandomierza

4.1. Metodyka badań

Badania fizycznych i mechanicznych właściwości lessów zostały przeprowadzone na próbach o nienaruszonej strukturze (NNS). Zostały one pobrane w formie brył o wymiarach: 20–40 cm długości, 15–25 cm szerokości oraz grubości równej ok. 10–20 cm (rys. 2), bezpośrednio z naturalnych odsłoneń skarp wąwozu Królowej Jadwigi (rys. 2).

Przyjęta metodyka badań laboratoryjnych była zgodna z normą PN-B-04481:1988 [21], oraz z wskazówkami i uwagami zawartymi w pracy [15].



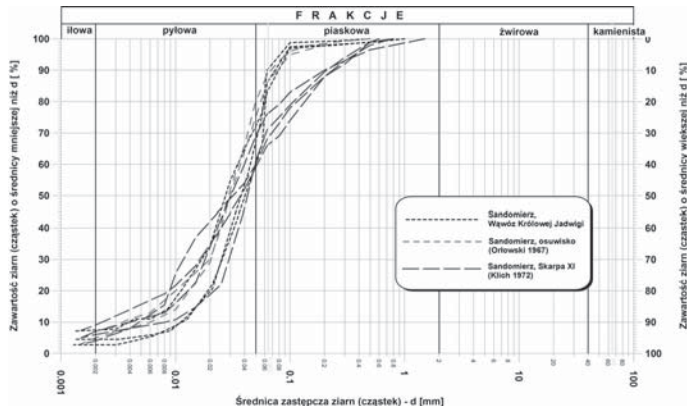
Rys. 2. Wąwóz Królowej Jadwigi i przykładowe bryły lessowe (fot. M. Kolano)

W celu scharakteryzowania geologiczno–inżynierskich właściwości lessów wykonano następujące badania laboratoryjne: składu granulometrycznego, wilgotności, wilgotności optymalnej, gęstości właściwej, gęstości objętościowej, gęstości objętościowej szkieletu gruntowego, porowatości, wskaźnika porowatości, stopnia wilgotności, stanu konsystencji, jak również przeprowadzono badania osiadania zapadowego i modułu ściśliwości, oraz wytrzymałości pierwotnej i reszkowej na ścinanie.

4.2. Analiza wyników badań

Badanie składu granulometrycznego lessów zostało wykonane metodą areometryczną i sitową (PN-B-04481:1988 [21]). W celu sklasyfikowania badanych utworów posłużono się dwiema normami tzw. starą normą PN-B-02480:1986 oraz nową normą PN-EN ISO 14688-2:2006 [22].

Pod względem granulometrycznym przebadane grunty, pochodzące z wąwozu Królowej Jadwigi, zaliczono głównie do pyłów piaszczystych oraz pyłów (rys. 3, 4). Natomiast według normy PN-EN ISO 14688-2:2006 [22] zostały one zaliczone do pyłów (rys. 5). Z przeanalizowanych danych, znalezionych zarówno w literaturze, w materiałach archiwalnych, jak i otrzymanych z badań własnych wynika, że utwory lessowe okolic Sandomierza są reprezentowane przez pyły (48 % populacji), pyły piaszczyste i gliny pyłaste (odpowiednio 26% i 26% populacji, rys. 3, 4). Należy przy tym zaznaczyć, iż prawie 9 % stanowią utwory występujące na pograniczu pyłów i glin pyłastych (rys. 4).



Rys. 3. Charakterystyka uziarnienia lessów

Analizując procentową zawartość poszczególnych frakcji, zauważono wyraźną dominację frakcji pyłowej, która stanowi maksymalnie prawie 80% wszystkich frakcji (wg starej normy PN-B-02480:1986 [20], nowa norma nie została uwzględniona przy wszystkich danych, co było spowodowane brakiem graficznego zobrazowania zawartości poszczególnych frakcji) i zawiera się w przedziale 45–78,75%. Natomiast frakcje piaszkowa i ilowa stanowią odpowiednio 41% i 12,5% całego składu ziarnowego i wahają się w przedziałach: frakcja

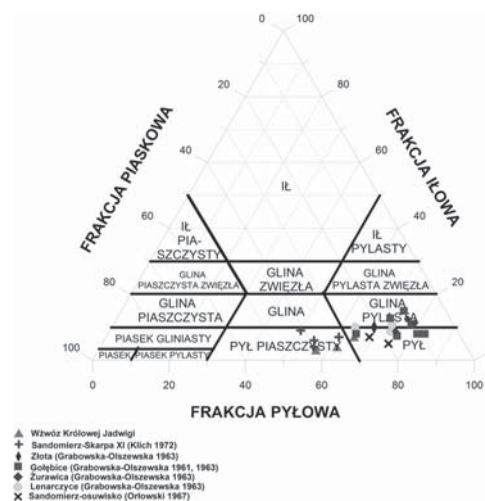
piaskowa — 9–41%, frakcja ilowa — 3–12,5%. Jak widać z przedstawionych przedziałów zawartości poszczególnych frakcji, nie można tu mówić o jednolitym uziarnieniu lessów.

Wartość gęstości właściwej waha się w granicach 2,65–2,70 Mg/m³ (2,65–2,67 Mg/m³ — badania własne, 2,66–2,70 Mg/m³ — [6], (tabela 1).

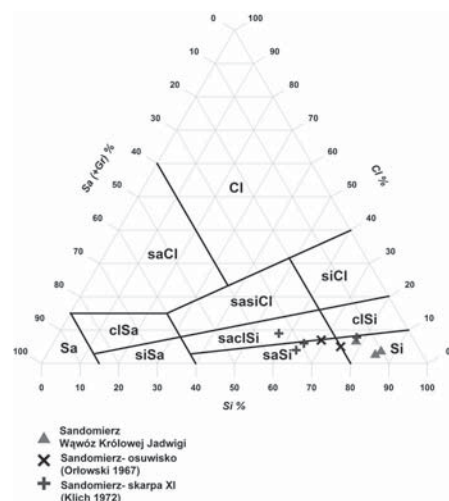
Pod względem stanu, w jakim znajdują się analizowane grunty, zaliczono je do gruntów charakteryzujących się głównie półzwartym, rzadziej zwartym stanem konsystencji oraz sporadycznie plastycznym. Większość omawianych utworów lessowych zaliczono do gruntów mało spoistych, niektóre do gruntów średnio spoistych, natomiast jedną z próbek zaliczono do gruntów zwięzła spoistych. Dodatkowo posługując się nomogramem Casagrande'a [8], lessy okolic Sandomierza w głównej mierze zaliczono do gruntów o niskiej plastyczności.

Otrzymany przedział wilgotności naturalnej (0,6–27,1%) ma bardzo dużą rozpiętość wynoszącą 26,5%. Rozpiętość taka może wynikać zarówno z głębokości poboru próbek, jak i z pory roku. Minimalne wartości wilgotności naturalnej odpowiadają próbkom pobranym z najmniejszych głębokości oraz naturalnych odśnieżeń, co jest związane z narażeniem ich na wysychanie. Powodem różnic wilgotności jest również skład granulometryczny. Niższe wartości wilgotności związane są z utworami o wyższej zawartości frakcji piaszczystej (pyły piaszczyste), natomiast wyższe wartości wilgotności spotyka się w glinach pylastych [6, 14]. Różnice w wilgotności utworów lessowych okolic Sandomierza związane są z sezonowymi i długookresowymi zmianami wilgotności. W latach 1993–1994 sezonowe zmiany wilgotności lessu wahały się w granicach 2–12% i sięgały głębokości 4 m [14].

Średnia wartość porowatości dla badanych próbek wyniosła 39,62 % (wskaźnik porowatości 0,65), wahając się od 34,2 % do 45,32%. Taka wysoka porowatość może być tłumaczona subaeralnymi warunkami akumulacji lessów, na skutek których swobodnie opadające cząsteczki pyłowe tworzyły mało zagęszczony układ przestrzenny [6].



Rys. 4. Klasyfikacja granulometryczna lessów wg PN-B-02480:1986 [20]



Rys. 5. Klasyfikacja granulometryczna lessów wg PN-EN ISO 14688-2:2006 [22]

TABELA 1
Zestawienie parametrów fizycznych lessów okolic Sandomierza

Parametry	Sandomierz Wąwóz Królowej Jadwigi	Okolice Sandomierza [6]	Wzgórze sandomierskie Less górny [14]	Wzgórze sandomierskie Less dolny [14]	Sandomierz dokumentacje archiwalne [4, 12, 16–19]
Wilgotność naturalna w_n [%wag.]	$\frac{0,6 \div 1,88}{1,28}$	0,85–18,92	$\frac{6,0 \div 25,2}{11,9}$	$\frac{6,3 \div 24,5}{15,6}$	6,4–27,1
Gęstość objętościowa ρ [Mg/m ³]	$\frac{1,55 \div 1,70}{1,65}$	1,64–1,96	$\frac{1,51 \div 2,26}{1,88}$	$\frac{1,4 \div 2,23}{1,94}$	1,63–2,09
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego ρ_d [Mg/m ³]	$\frac{1,53 \div 1,73}{1,63}$	$\frac{1,46 \div 1,68}{1,61}$	—	—	—
Porowatość n [%]	39	40	—	—	—
Wskaźnik porowatości e [—]	0,64	0,67	—	—	—
Gęstość właściwa szkieletu gruntowego ρ_s [Mg/m ³]	$\frac{2,65 \div 2,67}{2,66}$	2,66–2,70	—	—	—
Stopień wilgotności S_r [—]	0,05	—	—	—	—
Granica plastyczności w_p [%wag.]	23,17	17,9–23,3	—	—	15,4–22,63
Granica płynności w_L [%wag.]	31,1	24,6–30,0	—	—	26,50–42,3
Wskaźnik plastyczności I_p [% wag.]	7,93	2,9–9,9	—	—	8,9–22,9
Stopień plastyczności I_L [-]	-2,73	—	—	—	0,038

W kompleksowych badaniach terenowych i laboratoryjnych lessów Polski Borowczyk i Frankowski [3] wykazali, że osiadaniem zapadowym charakteryzują się grunty o porowatości > 42% (wskaźnik porowatości > 0,72). Wynika z tego, że około 11% przeanalizowanych utworów lessowych okolic Sandomierza charakteryzuje się nietrwałą strukturą.

Wskaźnik osiadania zapadowego wyznaczony dla lessów okolic Sandomierza należy do przedziału 0,0002–0,053 (tabela 2). Ponieważ grunty o wskaźniku osiadania zapadowego > 0,02 są gruntami zapadowymi, toteż omawiane utwory zaliczono do gruntów o częściowo nietrwałej strukturze.

Na podstawie stwierdzenia przez Grabowską-Olszewską [7] istnienia empirycznej zależności między wilgotnością naturalną a wskaźnikiem osiadania zapadowego oraz wykazania, że lessy o wilgotnościach naturalnych powyżej 19% charakteryzują się strukturą trwałą, poniżej 6% strukturą nietrwałą, a pomiędzy 6–19% charakteryzują się zarówno strukturą trwałą, jak i nietrwałą, wykonano własne badania, które miały na celu wyznaczenia zależności między wilgotnością naturalną a wskaźnikiem osiadania zapadowego (rys. 6).

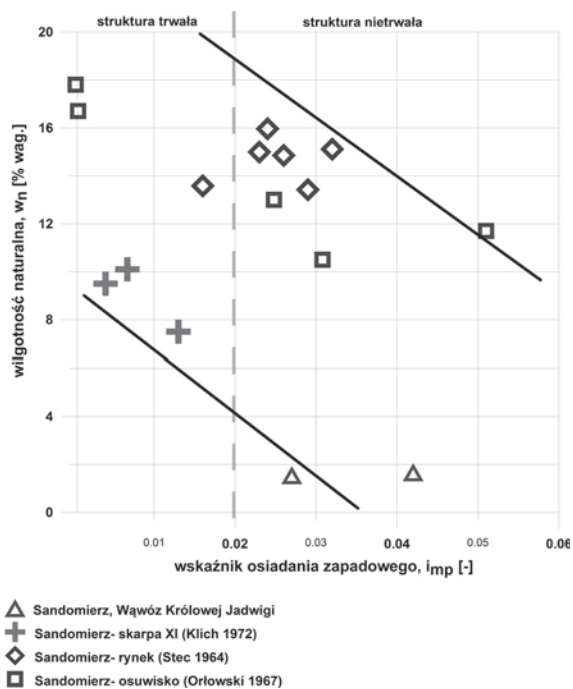
TABELA 2

Zestawienie wskaźnika osiadania zapadowego lessów okolic Sandomierza

Parametry	Sandomierz Wąwóz Królowej Jadwigi	Okolice Sandomierza [6]	Wzgórze sandomierskie Less górny [14]	Wzgórze sandomierskie Less dolny [14]	Sandomierz dokumentacje archiwalne [4, 12, 16–19]
Wskaźnik osiadania zapadowego i_{mp} [—]	0,027–0,045 ¹⁾	0,0031-0,031 ²⁾	$\frac{0,011 \div 0,053}{0,025}$ ¹⁾	$\frac{0,0002 \div 0,0008}{0,0005}$ ¹⁾	0,0003-0,051 ²⁾

1) Wskaźnik osiadania zapadowego przy obciążeniu 200 kPa

2) Wskaźnik osiadania zapadowego przy obciążeniu 300 kPa

Rys. 6. Zależność wskaźnika osiadania zapadowego (i_{mp}) od wilgotności naturalnej lessów okolic Sandomierza

Zauważono, że utwory lessowe o wilgotności z przedziału 4–19%, należą do obu struktur, przy czym większość z nich wykazuje $i_{mp} > 0,02$. Natomiast próbki o wilgotności naturalnej poniżej 4% charakteryzują się strukturą nietrwałą. Dodatkowo można przypuszczać, że próbki o wilgotności naturalnej powyżej 19% to lessy o trwałej strukturze.

Badania wytrzymałości na ścinanie w aparacie skrzynkowym objęły 16 próbek, z których każda była ścinana czterokrotnie, w celu wyznaczenia wytrzymałości pierwotnej oraz wytrzymałości resztkowej. Wartości wytrzymałości pierwotnej i resztkowej zostały przedstawione w tabeli 3.

Parametry wytrzymałościowe omawianych lessów, określone na podstawie dokumentacji archiwalnych, danych literaturowych i badań własnych, cechują się dość dużymi różni-

TABELA 3

Zestawienie parametrów wytrzymałości pierwotnej i resztkowej dla lessów pobranych z Wąwozu Królowej Jadwigi

Nr próbki	Natężenie normalne σ_n [kPa]	Wytrzymałość pierwotna τ [kPa]	Wytrzymałość resztkowa τ_r [kPa]	Spójność		Kąt tarcia wewnętrznego	
				wartość		wartość	
				pierwotna c [kPa]	resztkowa c_r [kPa]	pierwotna φ [°]	resztkowa φ_r [°]
I	400	290	285	55,43	19,26	31,65	34,80
	200	213	166				
	100	98	75				
	50	83	63				
II	400	300	296	40,61	30,35	33,50	34,03
	200	183	173				
	100	115	107				
	50	61	52				
III	400	336	299	65,43	26,83	34,18	34,30
	200	205	165				
	100	134	95				
	50	97	60				
IV	400	348	317	77,17	33,48	33,05	35,00
	200	176	159				
	100	159	105				
	50	113	71				

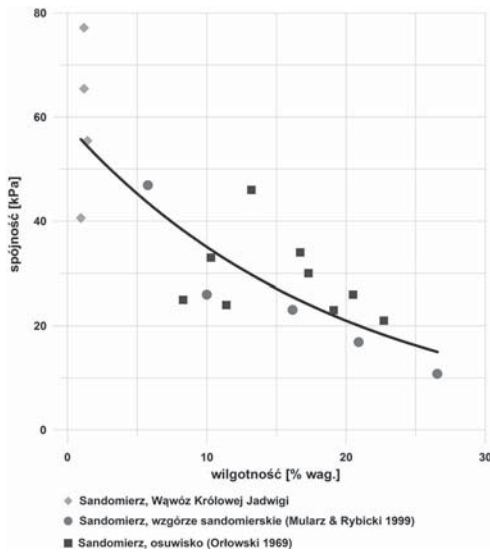
camy między najmniejszymi a największymi wartościami granicznymi. Różnice te mogą być tłumaczone zróżnicowaniem stratygraficznym, litologią, różnymi zawartościami węglanów, występowaniem smug, wyższą wilgotnością oraz odmienną metodyką badań. Graniczne wartości spójności i kątów tarcia wewnętrznego przedstawia tabela 4.

TABELA 4

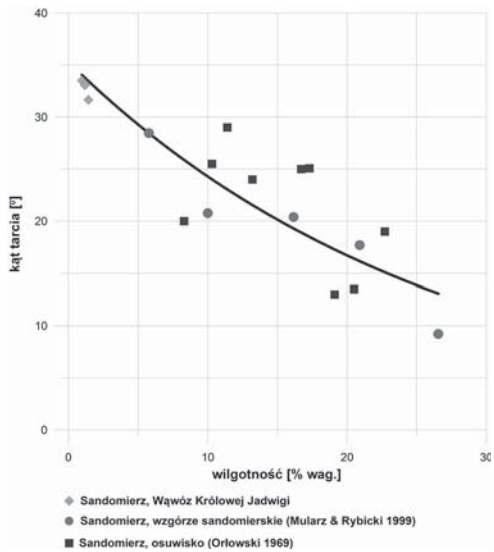
Graniczne wartości spójności i kątów tarcia wewnętrznego

Źródło pochodzenia danych	Graniczne wartości:	
	spójności c [kPa]	kąta tarcia wewnętrznego φ [°]
Badania własne	40,61–77,17	31,65–34,18
Grabowska-Olszewska [6]	30–60	22,60–29,93
Mularz i Rybicki [14]	0–80	6–36
Dane archiwalne [12, 16–19]	11–46	13–29

Na podstawie badań własnych, danych archiwalnych i literaturowych sporządzono wykresy zależności spójności i kąta tarcia od wilgotności (rys. 7 i 8).



Rys. 7. Zmiany spójności (c) utworów lessowych okolic Sandomierza wraz ze zmianami wilgotności



Rys. 8. Zmiany kąta tarcia wewnętrznego (φ) utworów lessowych okolic Sandomierza wraz ze zmianami wilgotności

Zaobserwowano, że wraz ze spadkiem wilgotności następuje wzrost spójności oraz kąta tarcia wewnętrznego. Wpływ wilgotności jest tu dość wyraźny, gdyż np. zmiana wilgotności z 10% na 26,54% powoduje ponad dwukrotny spadek kąta tarcia wewnętrznego φ , z 20,770 do 9,230 oraz prawie trzykrotny spadek spójności c , z 26 kPa do 10 kPa. Ma to duży wpływ na pogorszenie właściwości wytrzymałościowych lessów okolic Sandomierza.

Do liczbowej oceny zmniejszenia wytrzymałości na ścinanie przy przejściu od maksymalnej do resztkowej wartości wykorzystano wskaźnik Bishopa, którego wartości dla przebadanych gruntów wahają się w granicach 7–24% (średnio 18%).

5. Podsumowanie

Utworki lessowe okolic Sandomierza to w przeważającej mierze grunty wykształcone w postaci pyłów, pyłów piaszczystych i glin pylastych.

Są to głównie grunty mało spoiste, rzadziej średnio spoiste, sporadycznie zwięzłe spoiste, charakteryzujące się półzwartym, zwartym, niekiedy plastycznym stanem konsystencji i wilgotnością rzędu 0,6–27,1%, średnio 20%. Ich niska wilgotność jest charakterystyczna dla lessów o nietrwałej strukturze, wrażliwych na działanie wody, w których jej obecność powoduje gwałtowną erozję o dużej dynamice rozwojowej, a co za tym idzie wywołuje procesy sufozji sprzyjające deformacjom objętościowym. Różnice w wilgotności utworów lessowych okolic Sandomierza związane są z sezonowymi i długookresowymi zmianami zawilgocenia, które pociągają za sobą zarówno zmiany cech wytrzymałościowo–deformacyjnych gruntu jak i zmiany obciążenia nasyconego wodą masywu.

Wstępna ocena wrażliwości lessów, na podstawie zależności wskaźnika osiadania zapadowego od wilgotności naturalnej wykazała, że badane utwory o wilgotności naturalnej należącej do przedziału 4–19% charakteryzują się zarówno strukturą trwałą jak i nietrwałą, natomiast poniżej 4% występują lessy zapadowe.

Badane lessy, jako grunty charakteryzujące się wrażliwością na zmiany zawilgocenia, częściowo nietrwałą strukturą oraz podatnością na procesy sufozyjne, tworzą podłoże o niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich.

LITERATURA

- [1] *Baścik M., Soja R.*: Komentarz do mapy hydrograficznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-34-44-C, Sandomierz 2002
- [2] *Borecka A., Kaczmarczyk R.*: Geologiczno-inżynierska ocena zagrożeń osuwiskowych w utworach lessowych południowo-wschodniej Polski. *Geologos*, 11, 2007, s. 347–356
- [3] *Borowczyk M., Frankowski Z.*: Zmienność właściwości geotechnicznych lessów w świetle współczesnych metod badań. *Kwartalnik Geologiczny* 23, 2, 2007, s. 447–459
- [4] *Cygan Z., Stec S.*: Dokumentacja geologiczno-inżynierska z wierceń budowlanych wykonanych na Rynku w Sandomierzu. Kielce 1964
- [5] *Grabowska B.*: Korelacja pozycji stratygraficznej lessów i ich właściwości inżyniersko-geologicznych w profilu Gołębic. *Przegląd Geologiczny*, 5, 1961, s. 261–264
- [6] *Grabowska-Olszewska B.*: Własności fizyczno-mechaniczne utworów lessowych północnej i północno-wschodniej części świętokrzyskiej strefy lessowej na tle ich litologii i stratygrafii oraz warunków występowania. *Biuletyn Geologiczny* 3, 1963, s. 68–183
- [7] *Grabowska-Olszewska B.*: Ocena wrażliwości teksturalnej utworów lessowych dla potrzeb budownictwa. *Przegląd Geologiczny*, 1(154), 1966, s. 20–23
- [8] *Head K.*: Manual of Soil Laboratory Testing. Soil Classification and Compaction Tests. Pentech Press, London, 1, 1992
- [9] <http://maps.google.pl>
- [10] *Jersak J.*: Litologia i stratygrafia lessu Wyżyn Południowej Polski. *Acta Geographica Lodziensia*, Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź 1973
- [11] *Juszczak A.*: Objasnienia do mapy geologiczno-gospodarczej Polski 1: 50 000. Arkusz Sandomierz, PIG, Warszawa 2000
- [12] *Klich R., Orłowski W.*: Dokumentacja geologiczno-inżynierska Sandomierz-Skarpa XI. Kraków 1972
- [13] *Łanczont M., Wojtanowicz J.*: Strefowość peryglacialnych utworów pylastych na obszarze Polski. *Annales UMCS, Lublin, B*, 54, 1999, s. 41–48
- [14] *Mularz S., Rybicki S.*: Geologiczno-inżynierskie uwarunkowania deformacji terenu i szkód budowlanych w staromiejskiej dzielnicy Sandomierza. *Przegląd Geologiczny*, 47, 12, 1999, s. 1117–1125
- [15] *Myslińska E.*: Laboratoryjne badania gruntów. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2006
- [16] *Orłowski W.*: Dokumentacja geologiczno-inżynierska budowy zabezpieczenia osuwiska w Sandomierzu. Kraków 1967
- [17] *Orłowski W.*: Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla projektu wstępnego techniczno-roboczego budynków nr 24, 25 i 26 na Rynku w Sandomierzu. Kraków 1969
- [18] *Orłowski W.*: Opinia geotechniczna dla budynku Ratusza w Sandomierzu. Kraków 1969
- [19] *Orłowski W.*: Opinia geotechniczna dla budynku Rynek 10 w Sandomierzu. Kraków 1969
- [20] PN-B-02480: 1986. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [21] PN-B-04481: 1988. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu. Polski Komitet Normalizacji
- [22] PN-EN ISO 14688-2: 2006. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania. Polski Komitet Normalizacji