

OSIADANIE DODATKOWE MAD WIŚLANYCH

W TRAKCIE PROWADZONYCH BADAŃ nad własnościami geotechnicznymi holocenijskich osadów aluwialnych w przełomowym odcinku doliny Wisły środkowej między Zawichostem a Puławami stwierdzono, że niektóre tzw. „mady” tarasu zalewowego i powodziowego wykazują podczas badań edometrycznych osiadanie dodatkowe zwane inaczej zapadowym lub zawałowym — to znaczy, że po nasyceniu ich wodą osiadają dodatkowo, chociaż nie wzrosło obciążenie, pod którym uprzednio zakończył się całkowicie proces osiadania badanych „mad”.

Przebadane „mady”, wykazujące wyraźne osiadania dodatkowe, określić można na podstawie wyników analizy areometrycznej pod względem składu granulometrycznego według kryteriów zalecanej normy państwowej (PN-54/B-02480 Grunty budowlane. Klasyfikacja) jako cienkie, często nawet milimetrowej grubości przewarstwienia, następujących rodzajów geotechnicznych:

- 1 — pyłów, przechodzących w pyły piaszczyste (gruntów o zawartości frakcji piaskowej $P = 26 - 30\%$, pyłowej $\pi = 64 - 66\%$ i ilowej $I = 2 - 6\%$ i o współczynniku porowatości naturalnej $n = 38 - 40\%$).
- 2 — glin pylastych ($P = 3 - 5\%$, $\pi = 84 - 88\%$, $I = 10 - 14\%$, $n = 47 - 51\%$).
- 1 — pyłów piaszczystych ($P = 30 - 34\%$, $\pi = 60 - 65\%$, $I = 3 - 5\%$, $n = 42 - 46\%$).

- 4 — glin (o frakcji zwirowej $Z = 5 - 7\%$, $Z + P = 31 - 41\%$, $\pi = 40 - 50\%$, $I = 11 - 19\%$, $n = 47 - 49\%$).
- 5 — glin pylastych ciężkich ($P = 6 - 18\%$, $\pi = 59 - 71\%$, $I = 21 - 23\%$, $n = 49 - 59\%$).
- 6 — piasków gliniastych ($P = 73\%$, $\pi = 24\%$, $I = 3\%$, przy czym ziarn o średnicy większej niż $0,25$ mm tylko 10% , $n = 35\%$).

Aby uzyskać porównywalne ze sobą wartości charakteryzujące osiadanie dodatkowe poszczególnych mad obliczono wartości współczynników osiadania dodatkowego (tzw. współczynnika makroporowatości) według znanego wzoru:

$$i_s = \frac{h_s - h'_s}{h_s} = \frac{m_s - m'_s}{h_s}$$

gdzie: i_s — współczynnik osiadania dodatkowego (makroporowatości) wyznaczony przy obciążeniu próbki mady 3 kg/cm^2 ,

h_s — wysokość próbki w mm po zakończeniu osiadania pod obciążeniem 3 kg/cm^2 przed nasyceniem próbki wodą (tj. „na sucho” przy wilgotności naturalnej),

h'_s — wysokość próbki po zakończeniu osiadania pod tym samym obciążeniem 3 kg/cm^2 po nasyceniu jej wodą w mm,

m_2 — odczyt na czujniku odpowiadający wysokości próbki h_2 w mm,
 m_1 — odczyt na czujniku odpowiadający wysokości próbki h_1 w mm.

Obliczone w ten sposób wartości osiadania dodatkowego wynoszą kolejno dla wymienionych wyżej:

1 — pyłów	0,008 — 0,010
2 — glin pylastych	0,001 — 0,003
3 — pyłów piaszczystych	0,001 — 0,002
4 — glin	0,0008 — 0,0008
5 — glin pylastych ciężkich	0,0005 — 0,0007
6 — piasków gliniastych	0,0003

Przytoczone wyniki wskazują, że mady osadzone niewątpliwie w środowisku wodnym wykazują wyraźne, chociaż niewielkie osiadanie dodatkowe.

Osiadanie dodatkowe nie jest więc zjawiskiem rozwijającym się tylko w lessach i utworach lessowatych, co stał w wyraźnej sprzeczności z ogólnie panującymi na ten temat poglądami, które Prikionski (Gruntowiedzenie, cz. II, Moskwa, 1952 str. 292) formuluje w następujący sposób: „Osiadanie dodatkowe wykazują skały grupy lessowej w warunkach klimatu suchego przy głębokim występowaniu zwierciadła wód gruntowych. Osiadanie dodatkowe uwarunkowane jest zespołem cech ściśle związanych z genezą skały i późniejszymi procesami genezy i subaeralnych warunków suchego klimatu. Związek ten wyjaśniony jest jednak w sposób bardzo niedostateczny”.

Warunki powstawania mad wiślanych były bez najmniejszej wątpliwości całkowicie różne od warunków przypisywanych powstawaniu utworów lessowych z typowym osiadcem dodatkowym. Stwierdzić trzeba jednak, że mady wiślane przełomowego odcinka Wisły środkowej w przebadanych próbkach zbliżają się w pewnym sensie do utworów lessowych nie tylko swoim składem granulometrycznym (pyły, pyły piaszczyste, gliny pylaste), ale nawet czasami i ogólnym zespołem cech (niektóre nawet brązowożółtawą barwą), a przede wszystkim wysoką porowatością i osiadcem dodatkowym. Podobieństwo to wiąże się z faktem, że niewątpliwie w tworzeniu się mad wiślanych na badanym odcinku odegrały dużą rolę utwory lessowe, które dostarczyły materiału do sedymentacji mad, a których znaczne partie zachowały się nadal na krańcach doliny Wisły i na otaczających je wyżynach. Dlatego też jest oczywiste, że niektóre mady są bardzo podobne do lessów pod względem tych cech, które uwarunkowane są składem granulometrycznym i częściowo mineralnym. Jednak specjalnie godny podkreślenia jest fakt pewnego podobieństwa struktury mad i lessów ujawniającego się w istnieniu dużej porowatości i osiadania dodatkowego. Należy jednak zwrócić uwagę, że osiadanie dodatkowe w madach jest znacznie słabsze niż w lessach.

Wartości współczynników osiadania dodatkowego nie są duże. Zgodnie z normą (PN—54/B—02480) przebadane mady zaliczyć należy do gruntów o strukturze trwałej, gdyż ich współczynnik osiadania dodatkowe-

go (makroporowatości) jest mniejszy niż 0,02. Podkreślić jednak wypada, że warstwa pyłu o grubości 1 m może osiąść po nawodnieniu o 8 — 10 mm. Może to mieć już duże znaczenie praktyczne, zwłaszcza, jeżeli uwzględnimy, że miąższość takich warstw dochodzi w przebadanych częściach terenu do 3 m. Tak więc całkowite osiadanie dodatkowe tej warstwy może dojść do 3 cm.

Interesujący jest fakt, że mady wiślane podczas zdarzających się wylewów i powodzi są całkowicie zalane wodą, która pokrywa je wówczas warstwą do paru metrów wysoką. Mimo to jednak mady zachowują nadal zdolność do osiadania dodatkowego. Wiąże się to zapewne z jednej strony z szybkimi, czasem gwałtownymi, ale krótkotrwałymi zalewaniami powierzchni terenu wodami powodziowymi wytwarzającymi tylko niewielkie i krótkotrwałe obciążenia powierzchni mad, z których zawarte w porach powietrze nie zdąży się ulotnić w czasie powodzi ku górze, skąd infiltruje woda; z drugiej zaś strony z wytwarzającą się stosunkowo szybko po osadzeniu się mad pewną trwałością struktury.

Przebieg osiadania dodatkowego mad wiślanych w czasie ilustruje załączona tabelka.

Wyniki te wskazują, że tylko w madach pylastych („cisłej w pyłach) osiadanie dodatkowe odbywa się początkowo gwałtownie (po 1 dniu osiada 84% całkowitego osiadania dodatkowego) później bardzo powoli wygasając, a więc ma początkowo rzeczywiste charakter osiadania zapadowego. W pozostałych madach maksymalne różnice przyrostu osiadania dodatkowego są znacznie mniejsze, a w madach reprezentujących pyły piaszczyste maksymalny przyrost osiadania dodatkowego wyniósł tylko 33% całego tego osiadania i przypała dopiero na trzeci dzień po całkowitym nasyceniu wodą.

W obecnej fazie nadal kontynuowanych badań mad wiślanych przełomowego odcinka między Zawichostem a Puławami postawić można następujące wnioski:

- 1) zdolność do osiadania dodatkowego mają holoceniczne mady przynajmniej z przełomowego odcinka Wisły,
- 2) niewielkie osiadanie dodatkowe wykazują nawet takie mady, które reprezentują gliny, gliny pylaste ciężkie i piaski gliniaste,
- 3) mady, chociaż wykazują osiadanie dodatkowe, mają współczynnik makroporowatości $i_s < 0,02$, a więc dla celów praktycznych można je traktować jako grunty o „strukturze trwałej”,
- 4) przebieg i charakter osiadania dodatkowego mad w czasie zależy od ich składu granulometrycznego i struktury i nie zawsze ma charakter zapadania,
- 5) niektóre mady wiślane cechami swoimi zbliżone są do lessów,
- 6) samo stwierdzenie zdolności do osiadania dodatkowego nie świadczy ani o ilościowym pochodzeniu utworów posiadających tę zdolność, ani o suchości klimatu, ani o głębokim występowaniu wody gruntowej.

OSIADANIE DODATKOWE W CZASIE

Rodzaj mady	Porowatość naturalna n	Zawartość frakcji			Przyrost osiadania dodatkowego (Δ %) i % całk. osiadania dodatkowego (Σ %) po upływie													
		Piaszkowej P	Pylowej II	Iłowej I	1 dnia		2 dni		3 dni		4 dni		5 dni		6 dni		7 dni	
					Δ %	Σ %	Δ %	Σ %	Δ %	Σ %	Δ %	Σ %	Δ %	Σ %	Δ %	Σ %	Δ %	Σ %
Pyły	38	30	66	4	94	94	3	97	0	97	1	98	1	99	1	100	—	—
Gliny pylaste	49	4	85	11	53	53	37	90	8	98	1	99	0	99	1	100	—	—
Pyły piaszczyste	44	31	65	4	10	10	7	17	33	50	0	50	27	77	17	94	6	100