

Współczynnik prekonsolidacji (OCR) w gruntach zaburzonych glacitektonicznie Środkowego Nadodrza

Jerzy Kotowski*, Andrzej Kraiński*

Overconsolidation ratio (OCR) in Central Oder-Land glacitectonically disturbed grounds (western Poland). Prz. Geol., 50: 124–126.

Summary. In all publications on the overconsolidation ratio (OCR), the grounds generally unaffected by glacitectonical disturbances are analyzed. The calculation of OCR values is done using dependence $OCR = \sigma'p : \sigma_z\rho$ (preconsolidation pressure/perpendicular primary tension). Preconsolidation pressure ($\sigma'p$) is determined with graphic methods from an edometric compressibility curve. In turn, perpendicular primary tension ($\sigma_z\rho$) is derived from dependence $\sigma_z\rho = z\rho$ (product of sampling depth and ground bulk density). In addition, effective perpendicular primary tension should be determined, thus considering water pressure in ground pores.

Key words: overconsolidation ratio, glacitectonically disturbed grounds

W publikacjach dotyczących współczynnika prekonsolidacji (OCR) są analizowane przede wszystkim grunty, które nie uległy zaburzeniom glacitektonicznym, np. Jacobsen (1977), Esu & Grisolia (1977), Dawidson (1977), Izbicki & Stachoń (1989a, b, 1992, 1995), Nagaraj i in. (1994), Izbicki i in. (1995), Kotowski & Kraiński (1998a, b, c, d, e). O możliwości częściowego zaniku tzw. pamięci gruntu wspominają m.in. Liszkowski (1970), Lambe & Whitman (1978), Kowalski (1992, 1995), Bolt in. (1994) lecz problem ten nie był szerzej analizowany.

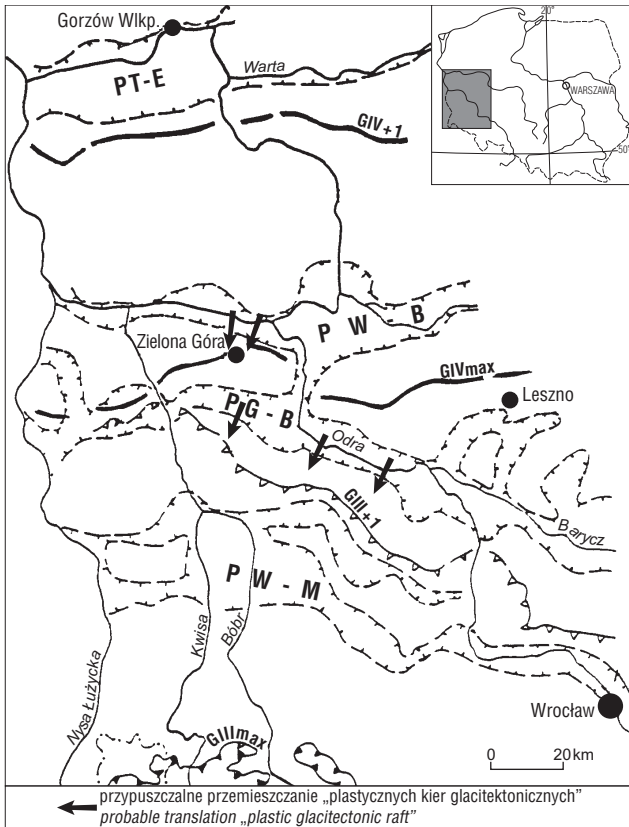
W przypadkach obliczania (i analizy) wielkości współczynnika prekonsolidacji (OCR) w gruntach zaburzonych glacitektonicznie uwzględnić należy pewne dość istotne ograniczenia. Ograniczenia te wynikają z faktu, że w każdym przypadku grunty zaburzone glacitektonicznie nie znajdują się w swoim naturalnym (pierwotnym) położeniu. Prace autorów niniejszego artykułu dotyczące Wzgórz Dalkowskich (Kotowski & Kraiński, 1985, 1989) i Wału Zielonogórskiego (Kotowski & Kraiński, 1986, 1992a, b; Kraiński, 1989) (ryc. 1) wykazały, że grunty trzeciorzędowe występują m. in. w postaci kier glacitektonicznych często w bezpośrednim sąsiedztwie powierzchni terenu. Grunty trzeciorzędowe są reprezentowane przede wszystkim przez ropy, ropy pylaste i gliny związane w aspekcie geotechnicznym. Natomiast w sensie geologicznym są to ropy serii poznańskiej.

Udokumentowana w obrębie niektórych kier glacitektonicznych (np. Witanowice we Wzgórzach Dalkowskich) obecność węgla brunatnego tzw. pokładu „Henryk” pozwala na postawienie tezy, że część tych gruntów w stosunku do swojego pierwotnego (*in situ*) położenia została przemieszczona w pionie nawet o 100–150 metrów. Natomiast przemieszczenie poziome mogło dochodzić do kilkunastu kilometrów. W położeniu pierwotnym dla rejonu Środkowego Nadodrza można przyjąć, że pokład węgla brunatnego „Henryk” jest położony na rzędnej około 0 (zera) m n.p.m. natomiast w jego nadkładzie występuje 80–100 metrowej miąższości warstwa ropy serii poznańskiej (np. Dyjor, 1992). Stąd średnia wartość naprężenia pierwotnego liczona dla warunków naturalnych (tj. koniec pliocenu a przed pierwszym zlodowaczeniem) może być oszacowana dla ropy położonych bezpośrednio w stropie

pokładu węgla brunatnego na $\sigma_{zp} = 1,6$ MPa (dla $z = 80$ m i $\rho = 2,00$ tm^{-3}). Warunki takie trwały nie mniej niż 15–20 mln lat z sukcesywnym zwiększaniem się miąższości nakładu, tu jako „z” (sedymentacja ropy po utworzeniu się pokładu „Henryk”) do przyjętych 80 m. Natomiast dla charakterystycznych tzw. ropy pstrych pochodzących z przełomu miocen/pliocen można przyjąć $\sigma_{zp} = 0,4$ MPa (dla $z = 20$ m oraz $\rho = 2,00$ tm^{-3}). Podany wyżej profil geologiczny i ustalone wielkości σ_{zp} występowały przed pierwszym zlodowaczeniem, którego naciski (naprężenia) na podłoże mogły być rzędu, w okresie maksimum zlodowaczenia (np. południowopolskiego — GII) dla Środkowego Nadodrza do 10 MPa (np. Kotowski & Kraiński, 1998a). Odzwierciedlenie tych naprężeń (od ropy) w gruncie mogło mieć miejsce wyłącznie w przypadku braku wiecznej zmarzliny w podłożu ropy i zakładamy, że w większości przypadków rzeczywiście tak było.

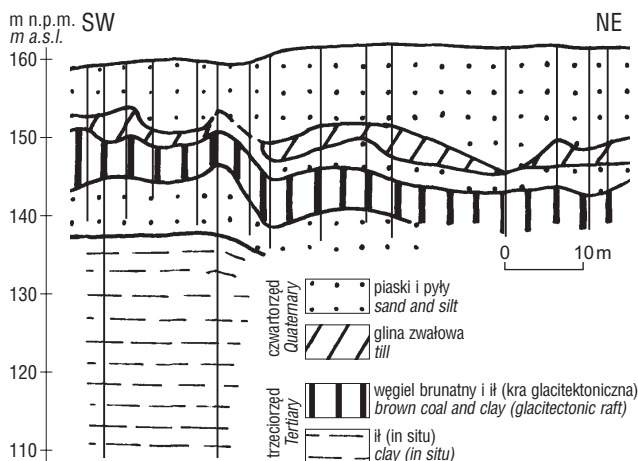
Deformacje glacitektoniczne spowodowały m.in. wyruszenie z pierwotnego położenia i wyniesienie części gruntów o wspomniane już 100–150 metrów w pionie oraz ich przemieszczenie poziome o kilka lub kilkanaście km (np. Jaroszewski, 1991; Kotowski & Kraiński, 1986). Jeśli grunty spoiste w transporcie glacitektonicznym były w stanie niezamarzniętym, a więc plastycznym (są na to liczne dowody w postaci fałdów i diapirów glacitektonicznych), a nie kruchego ich zniszczenia, to można sądzić, że z „pamięci” gruntu i jego struktury wewnętrznej mogło ulec niejako „wymazanie” wartości naprężenia pionowego pierwotnego ($\sigma_z\rho$), któremu dany grunt był w przeszłości geologicznej poddawany. Struktury glacitektoniczne, którym można przypisać genezę „plastyczną” są licznie rozpowszechnione na Ziemi Lubuskiej. Zaliczyć tu należy Łuk Mużakowa, Strefę Sieniawy Lubuskiej i niektóre zaburzenia w Zielonej Górze (np. Ciuk, 1992, 1995; Kotowski & Kraiński, 1989, 1992a, 1998d) (ryc. 2). Ponadto mamy dowody, że niektóre kry glacitektoniczne mogły być przemieszczane jako „zamarznięta” bryła gruntu. Szczególnie wówczas, gdy w krę glacitektonicznej nie obserwujemy zaburzeń typu fałdowego, a występują liczne uskoki oraz kruche zniszczenie gruntu w tym i brekcja glacitektoniczna. Takie struktury są na ogół niewielkich rozmiarów (rzędu liczonej w metrach) i był opisywany przez autorów dla zachodniej części Zielonej Góry (Kotowski & Kraiński, 1992b). W takiej sytuacji wartość naprężenia pionowego pierwotnego powinna zostać zachowana.

*Uniwersytet Zielonogórski, ul. Pogórna 50, 65-246 Zielona Góra



Ryc. 1. Mapa sytuacyjna; GIV+1 — glacifaza poznańska, GIVmax — glacifaza leszczyńska, GIII+1 — zlodowacenie warty, GIIImax — zlodowacenie odry, PT-E — pradolina toruńsko-eberswaldzka, PW-B — pradolina warszawsko-berlińska, PG-B — pradolina głogowsko-barucka, PW-M — pradolina wrocławsko-magdeburgska

Fig. 1. Location map; GIV+1 — Poznań Phase, GIVmax — Leszno Phase, GIII+1 — Warta Glaciation, GIIImax — Odra Glaciation, PT-E — ice-marginal Toruń–Eberswalde, PW-B — ice-marginal Warszawa–Berlin, PG-B — ice-marginal Głogów–Baruth, PW-M — ice-marginal Wrocław–Magdeburg



Ryc. 2. Przekrój geologiczny przy ul. Słowackiej w Zielonej Górze

Fig. 2. Geological cross-section at Słowacka Street in Zielona Góra

W praktyce podczas badań nad wartościami OCR możemy spotkać się z dwojaką sytuacją:

— w procesie transportu glaciektonicznego grunty kier „straciły” zapisane w ich pamięci wartości σ_{zp} , które

mogły być rzędu 0,4–1,6 MPa; po depozycji tych kier grunty je budujące uzyskiwały niejako nową wartość wynikającą z aktualnej lokalizacji przestrzennej; grunty te były w transporcie glaciektonicznym gruntem w stanie plastycznym;

— w procesie transportu glaciektonicznego grunty był zamarznięty i naprężenie pierwotne pionowe zostało w jego pamięci zachowane, natomiast wartości σ_{zp} wynikające z nowej lokalizacji przestrzennej jako znacznie niższe nie odzwierciedlają się w jego „pamięci”; pomija się tu ewentualny wpływ przemarzania grunty na zachowanie tego zapisu w „pamięci” grunty.

W historii obciążeń grunty budujących kry glaciektoniczne istotnym elementem są obciążenia związane z lądolodami. Można przyjąć, że generalnie dla rejonu Środkowego Nadodrza kry glaciektoniczne powstały podczas zlodowaceń środkowopolskich (Kotowski & Kraiński, 1985, 1992a, b). Oznacza to, że w warunkach *in situ* grunty te były poddawane naprężeniom pochodzącym od lądolodów przy wielkości maksymalnej do 10 Mpa.

Naprężenia w podłożu związane z lądolodem

Obliczenie naprężeń od siły skupionej jest praktycznie niemożliwe ponieważ nacisk lądolodu nie może być traktowany jako siła skupiona dla przypadku konsolidacji. Naprężenie w gruncie od obciążenia ciągłego można np. obliczyć z zależności (jak dla fundamentów):

$$\sigma_z = \eta \cdot q$$

gdzie: σ_z — naprężenie normalne pionowe pod środkiem powierzchni na dowolnej głębokości (z),

η — współczynnik rozkładu naprężeń (zaniku naprężeń zależny od stosunku $L : B$ (L — długość, B — szerokość, np. lądolodu),

q — obciążenie jednostkowe.

W przypadku dla lądolodu wartości L i B należy przyjąć jako nieskończenie wielkie i wówczas $L : B = 1$, natomiast $z : B \rightarrow 0$. Stąd $\eta = 1,0$ oraz $\sigma_z = q$. Wynika więc, że dla lądolodu nacisk jednostkowy na głębokości np. do 100 m (jak analizowano wcześniej przy obliczaniu OCR) jest analogiczny dla każdej przyjmowanej głębokości i wynosi:

$$\sigma_{z(1-100)} = q = \text{const}$$

Można stąd wnioskować, że uzyskana krzywa obliczonych współczynników prekonsolidacji w funkcji głębokości pobranych próbek grunty do badań powinna być uzależniona wyłącznie od σ_p i σ_{zp} . Jeśli naprężenie od lądolodu wynosiło np. $\sigma_p = 10$ MPa a $\sigma_{zp} = 1,6$ MPa (np. dla wspomnianych wcześniej $z = 80$ m), to wartość współczynnika prekonsolidacji powinna być rzędu OCR = 6. Natomiast dla $z = 20$ m jest to odpowiednio OCR = 25.

Wynika z powyższego, że im mniejsza jest głębokość pobrania próbki grunty do badań edometrycznych, tym wyższa powinna być wartość współczynnika prekonsolidacji (OCR) — dla grunty prekonsolidowanych. Zależność taką autorzy uzyskali dla wielu analizowanych przypadków, np. dla grunty deluwialnych w Głogowie jest to OCR = 17,0 (Kotowski & Kraiński, 1998f), gdy grunty te w swojej historii geologicznej nie podlegały żad-

nej konsolidacji. Ten aspekt zagadnienia wymaga dalszych badań. Należy tu zauważyć, że analogiczną zależność tj. wzrost wartości współczynnika prekonsolidacji wraz ze zmniejszaniem się głębokości poboru próbki do badań edometrycznych dla ilów głębokomorskich obserwowali Ravalovich i Chaney (1990).

Wartości OCR zdaniem niektórych autorów (np. Szymański, 1991; Kisiel, 1965, 1967a, b) powinny być korygowane. Wartość naprężenia konsolidacji (w efekcie również wartość OCR) zależy również od stosowanej procedury laboratoryjnej (np. Szymański & Lechowicz, 1987).

Wnioski

Wykazano, że w krach glaciektonicznych Środkowego Nadodrza wartości OCR będą zależeć m.in. od stanu gruntu kier w czasie ich transportu. Występować mogą dwa podstawowe przypadki:

□ grunt w transporcie glaciektonicznym był w stanie „plastycznym”, stąd zapisane w jego „pamięci” wartości $\sigma_{z,p}$ (z pierwotnego położenia) ulegają zatarciu,

□ grunt w transporcie glaciektonicznym był w stanie „zamarzniętym” i wartości σ_{zp} zostają zachowane.

Ocena wartości OCR w gruntach zaburzonych glaciektonicznie (typu fałdowego, łuskowego, itd.) jest obarczona dużym błędem i traktowana może być wyłącznie jako orientacyjna.

Z analizy rozkładu naprężenia w gruncie od obciążenia ciągłego (np. łądolodu) wynika, że wraz ze wzrostem głębokości poboru próbek gruntu do badań, wartości OCR będą maleć. Zależność taka jako „standardowa” dokumentowana jest w wielu cytowanych pracach (np. Rafalovich & Chaney, 1990; Kotowski & Kraiński, 1998b, c, d, e, f).

Literatura

BOLT A.F., DEMBICKI E. & HORODECKI G.A. & KRYCZAŁŁO A. 1994 — Problemy stateczności ścian oporowych w warunkach występowania warstw gruntów pęczniących. Iły poznańskie. Seminar., Akad. Tech. Roln., Bydgoszcz.

DAVIDSON J.I. 1977 — A Quasi-preconsolidation Clay Model. Proc. IX-th Intera.Confer. Soil Mech. Found. Eng. Tokyo: 75–79.

DYJOR S. 1992 — Rozwój sedymentacji i przebieg przeobrażeń osadów w basenie serii poznańskiej w Polsce. Pr. Geol.-Miner., 26: 3–18. Wyd. Uniw. Wrocław.: 3–18.

ESU P. & GRISOLIA M. 1977 — Creep Characteristics of an Overconsolidated Jointed Clay. Proc. IX-th Inter. Confer. Soil Mech. Found. Eng. Tokyo: 93–100.

IZBICKI R.J. & STACHOŃ M. 1989a — Badanie ciśnienia prekonsolidacji trzeciorzędowych gruntów spoistych. VI-th Glacitectorics Symp. Wyż. Szk. Inż., Zielona Góra: 41–52.

IZBICKI R.J. & STACHOŃ M. 1989b — Wpływ prekonsolidowania na własności wytrzymałościowe badanych trzeciorzędowych gruntów spoistych. VI-th Glacitectorics Symp. Wyż. Szk. Inż., Zielona Góra: 53–64.

IZBICKI R.J. & STACHOŃ M. 1992 — Badanie pęcznienia mocno prekonsolidowanych trzeciorzędowych gruntów spoistych zaburzonych glaciektonicznie. VII-th Glacitectorics Symp. Wyż. Szk. Inż., Zielona Góra: 55–64.

IZBICKI R.J. & STACHOŃ M. 1995 — Ścisłość i pęcznienie gruntów mocno prekonsolidowanych. Pr. Nauk. Inst. Geotech. Hydrotech., 69, Politech. Wrocław.: 133–138.

IZBICKI R.J., STACHOŃ M., KONDERLA H. & SZCZEŚNIAK K. 1995 — Edometryczne badania ciśnieniaprekonsolidacji trzeciorzędowych gruntów ilastych. VIII-th Glacitectorics Symp. Wyż. Szk. Inż., Zielona Góra: 45–54.

JACOBSEN H.M. 1977 — Stress-Strain-Relationship of Preconsolidated Clay. Proc. IX-th Inter. Confer. Soil Mech. Found. Eng. Tokyo.

JAROSZEWSKI W. 1991 — Rozważania geologiczno-strukturalne nad genezą deformacji glaciektonicznych. Ann. Soc. Geol. Pol., 61: 153–206.

KISIEL I. 1965 — Naprężenia pod obciążeniem trapezowym. Arch. Hydrotech., 12: 171–176.

KISIEL I. 1967a — Działanie obciążenia na grunt o modelu M/V. Granice reologiczne. Arch. Hydrotech., 14: 461–472.

KISIEL I. 1967b — Działanie naprężenia na grunt o modelu M/V. Stan wewnątrz strefy uplastycznienia. Arch. Hydrotech., 14: 609–619.

KOTOWSKI J. & KRAIŃSKI A. 1985 — Bau und Genese der Glacitectorische Schollen des Dalkowskie-Hugellandes bei Głogów VR Polen. Zeisch. Geol. Wissenschaft. Berlin, 16: 153–156.

KOTOWSKI J. & KRAIŃSKI A. 1986 — Związek kier glaciektonicznych z depresjami glaciektonicznymi. V-th Glacitectorics Symp. Wyż. Szk. Inż., Zielona Góra: 75–84.

KOTOWSKI J. & KRAIŃSKI A. 1992 — Uwagi o występowaniu zaburzeń glaciektonicznych we wschodniej części Zielonej Góry. VII-th Glacitectorics Symp. Wyż. Szk. Inż., Zielona Góra: 89–104.

KOTOWSKI J. & KRAIŃSKI A. 1998a — Wielkość naprężeń pionowych wywieranych przez łądolody na podłoże. Zesz. Nauk., 115, Polit. Zielonogórskiej: 5–18.

KOTOWSKI J. & KRAIŃSKI A. 1998b — Ocena współczynnika prekonsolidacji (OCR) w glinach zwałowych zlodowacenia środkowo-polskiego w Lesznie. Zesz. Nauk., 115, Politech. Zielonogórskiej: 45–56.

KOTOWSKI J. & KRAIŃSKI A. 1998c — Współczynnik prekonsolidacji w glinach zwałowych glacyfazy leszczyńskiej w Cigacicach. Zesz. Nauk., 115, Polit. Zielonogórskiej: 33–44.

KOTOWSKI J. & KRAIŃSKI A. 1998d — Analiza współczynnika prekonsolidacji w gruntach trzeciorzędowych zaburzonych glaciektonicznie w Łęknicy. Zesz. Nauk., 115, Polit. Zielonogórskiej: 81–96.

KOTOWSKI J. & KRAIŃSKI A. 1998e — Wielkość współczynnika prekonsolidacji (OCR) w glinach zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego w Zielonej Górze. Zesz. Nauk., 115, Polit. Zielonogórskiej: 19–32.

KOTOWSKI J. & KRAIŃSKI A. 1998f — Uwagi o współczynniku prekonsolidacji w gruntach deluwialnych w Głogowie. Zesz. Nauk., 115, Polit. Zielonogórskiej: 75–80.

KRAIŃSKI A. 1989 — Zarys budowy glaciektonicznej Wzgórz Dalkowskich. VI-th Glacitectorics Symposium. Wyż. Szk. Inż., Zielona Góra: 289–312.

KOWALSKI W.C. 1992 — Glaciektoniczne i nieglaciektoniczne deformacje stropu frakcji ilastej ilów poznańskich w Polsce Środkowej. VII-th Glacitectorics Symp. Wyż. Szk. Inż., Zielona Góra: 169–206.

KOWALSKI W.C. 1995 — Wkład Zielonogórskiego ośrodka geologii inżynierskiej w rozwój glaciektoniki w Polsce. VIII-th Glacitectorics Symposium. Wyż. Szk. Inż., Zielona Góra: 203–216.

LAMBE T.W. & WHITMAN R.V. 1978 — Mechanika gruntów. Wyd. Arkady.

LISZKOWSKI J. 1970 — Wpływ litologii, genyzy i historii obciążeń na własności fizyczno-mechaniczne trzeciorzędowych utworów kontynentalnych północno-wschodniej części jurajskiego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Biul. Geol., 12: 139–197.

NAGARAJ T.S., PANDIAN N.S. & NARASIMHA RAJU P.S.R 1994 — Stress-state-permeability relations for overconsolidated clays. Geotechnique, 44: 363–366.

RAFALOVICH A. & CHANEY R.C. 1990 — Correlation between OCR and depth for dep-sea sediments. Jour. Geotech. Eng., 116: 1744–1749.

SZYMAŃSKI A. 1991 — Czynniki warunkujące proces odkształcenia gruntów organicznych. Ser. Monografie SGGW-AR. Warszawa.

SZYMAŃSKI A. & LECHOWICZ Z. 1987 — Badania gruntów słabych w warunkach ciągłego wzrostu obciążenia. Pr. Nauk. Inst. Geotech. Politech. Wrocław., 52. Wrocław: 151–156.