

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XVIII, 8

SECTIO B

1963

Z Zakładu Geografii Fizycznej UMCS
Kierownik: prof. dr Adam Malicki

Andrzej KĘSIK

Kras okolic Radlina

Карст в окрестностях Радлина

Karst Phenomena in the Environs of Radlin

WSTĘP

W literaturze geomorfologicznej i geologicznej można znaleźć jedynie nieliczne wzmianki o istnieniu form krasowych na terenie Kotliny Chodelskiej (1, 7, 8, 9, 11). Między innymi W. Pożaryski zwracał uwagę na związek występowania form krasowych ze strefami wychodni miękkich margli mastrychtu (8, 9). Formy te nie były dotychczas badane szczegółowo i poza opisami morfograficznymi brak jest publikacji omawiających ich rozwój i wiek. Częściowo jest to zapewne odbiciem ogólnego stanu badań nad morfologią Wyżyny Lubelskiej, w których to badaniach zjawiska krasowe nie zostały jeszcze należycie uwzględnione.

BUDOWA GEOLOGICZNA KOTLINY CHODELSKIEJ

Kotlina Chodelska jest trójkątnym obniżeniem śródwyzynnym, którego podstawę stanowi od zachodu dolina Wisły. Ku wschodowi Kotlina zwęża się i wyklinowuje przechodząc na E od Radlina w zrównania wierzchowinowe Równiny Bełżyckiej, czy bardziej na południe w poziomy zrównań Wzniesień Urzędowskich. Ośią równoleżnikową Kotliny jest dolina Chodelki wraz z jej górnym równoleżnikowym dopływem, Chodlikiem.

Kotlina Chodelska jest obniżeniem denudacyjnym wypreparowanym w miękkich marglach mastrychtu (najwyższy poziom dolnego i naj-

niższy górnego mastrychtu). Prostolinijne krawędzie Kotliny uwarunkowane są strukturalnie. Kotlina stanowi formę przedczwartorzędową i prawdopodobnie jako forma depresyjna wyodrębniona została w okresie plioceńskich faz planacyjnych.

Podłoże kredowe reprezentowane jest w dnie Kotliny przez miękkie margle, opoki margliste oraz margliste odmiany kredy piszącej. Krawędzie Kotliny oraz charakterystyczne dla części wschodniej wzgórze ostańcowe posiadają pokrywy opok marglistych lub nawet typowych opok, które mają ponad 30% krzemionki. Zwiększona zawartość krzemionki wpływa wyraźnie na wzrost odporności skały na procesy niszczące. Przy północnej krawędzi Kotliny, w okolicy Kol. Niezabitów stwierdzono ostatnio płat osadów danu.

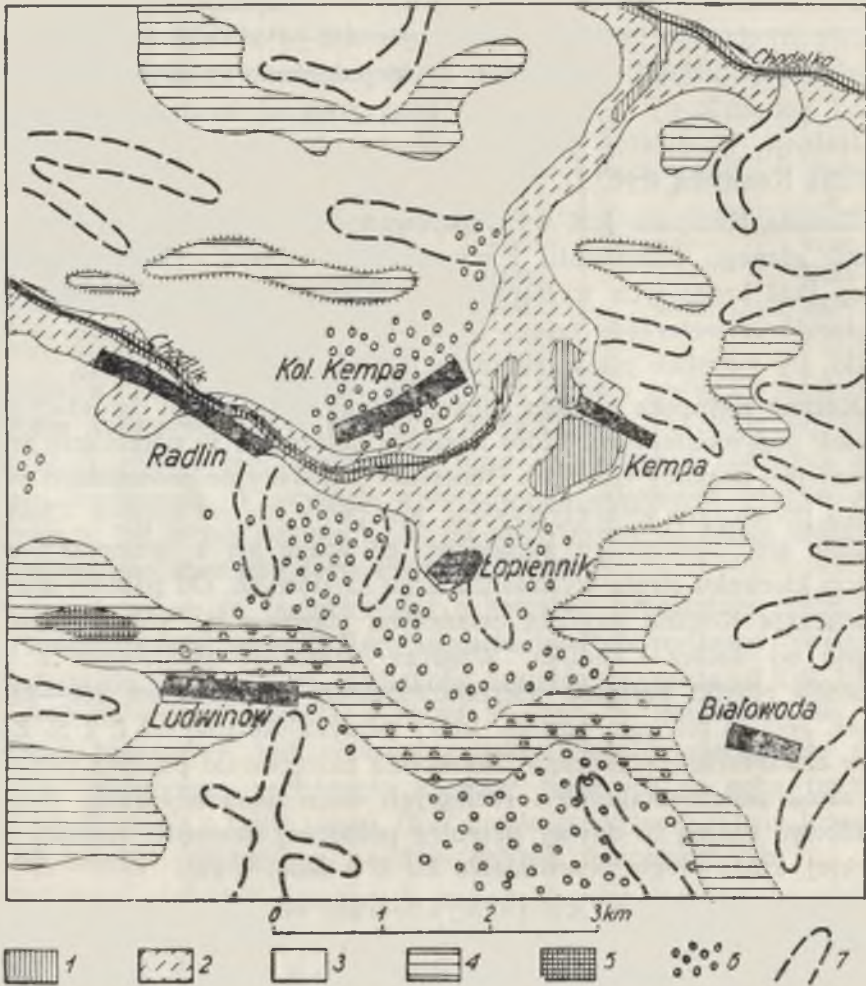
Kotlinę Chodelską wypełniają osady czwartorzędowe o miąższości do 35 m. Czwartorzęd reprezentowany jest przez dwie serie osadów glacialnych związane ze zlodowaceniem krakowskim i środkowopolskim. Obecność dwu pokryw morenowych w Kotlinie stwierdza między innymi J. Trembaczowski (12) w oparciu o analizę utworów z okolic Chodla. Górna glina morenowa przykryta jest deluwiami piaszczysto-żwirowymi. Jest to utwór związany ze środowiskiem peryglacialnym z okresu zlodowacenia bałtyckiego.

Podłoże kredowe Kotliny Chodelskiej jest nierówne. Wiercenia wykonane w środkowej części Kotliny wykazały istnienie kopalnych zagłębień krasowych wypełnionych utworami czwartorzędowymi. W zachodniej części Kotliny występują rozległe terasy bałtyckie i holocenijskie doliny Wisły.

BUDOWA GEOLOGICZNA I MORFOLOGIA OKOLIC RADLINA

Okolice Radlina, Ludwinowa i Kempy stanowią fragment Kotliny Chodelskiej wysunięty najbardziej ku wschodowi. Granicą wschodnią Kotliny jest poziom zrównania plioceńskiego o wysokości 230—250 m n.p.m., ciągnący się południkowo od kulminacji na S od Borzechowa do działu wodnego Chodelka — Urzędówka pod Józefowem. Poziom ten zaznacza się w terenie w postaci grzbietu o prawie wyrównanej powierzchni, zbudowanego z opok i opok marglistych. Grzbiet ten oddziela południkowe odcinki dolin Chodelki i Chodlika. Źródłowy odcinek doliny Chodelki, położony na wschód od grzbietu leży już w obrębie Wzniesień Urzędowskich.

Zachodnie stoki grzbietu Borzechów—Józefów, stanowiące wschodnią granicę Kotliny tworzą wyraźną krawędź denudacyjną o deniwelacjach do 30 m. Krawędź ta ma nierówny przebieg i ponacinana jest zatokami pedymentalnymi oraz dużymi dolinami denudacyjnymi. Wzdłuż



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia form krasowych w okolicy Radlina; 1 — holocenijskie dna dolin rzecznych, 2 — terasa bałtycka, zbudowana z piasków, 3 — stoki i zbocza, 4 — plioceński poziom zrównania, 5 — plioceński poziom zrównania z pokrywą osadów glacialnych, 6 — zgrupowania zagłębień krasowych, 7 — doliny denudacyjne

Geomorphological map of the Radlin region; 1 — Holocene river-built plain, 2 — alluvial terrace plain consisting of sand (Würm), 3 — slopes and valley sides, 4 — surface of destruction initiated during the Pliocene, 5 — Pliocene surface of destruction with glacial deposits cover, 6 — karst sink-holes, 7 — dellen

górnjej krawędzi stoków występują residualne pokrywy utworów czwartorzędowych, przechodzące na stoku w pylasto-piaszczyste pokrywy deluwialne.

Na zachód od grzbietu Borzechów — Józefów występuje strefa obniżenia ciągnąca się na linii Łopiennik—Podwale Kempskie; jest to dolina Chodelki. Obniżenie o niejednakowej szerokości posiada układ południkowy z wyraźnym rozszerzeniem kotlinowym w części centralnej. W dalszej części rozprawy obniżenie to jest nazywane Kotliną Kempską (ryc. 1).

Kotlina Kempaska jest wypreparowana w marglach najniższego poziomu górnego masyfów i wypełniona osadami czwartorzędowymi. Strop skał kredowych występuje na zmiennej głębokości. Maksymalna miąższość czwartorzędu osiąga 10 m. Na marglach kredowych zalegają mułki, ły i drobne piaski akumulacji wodnej — zastoiskowej.

Kotlina Kempaska posiada koncentryczny układ dolin denudacyjnych i zatok pedymentalnych, które nacinają otaczającą ją półkole wierzchowinowe poziomy zrównań. Obniżenie denudacyjne prowadzące w kierunku północnym wykorzystywane jest przez boczny dopływ Chodelki. Kotlina jest otwarta ku zachodowi, co wiąże się z rozszerzającą się w tym kierunku strefą wychodni margli kredowych. Od północo-zachodu ograniczają Kotlinę wzgórza ostańcowe, ciągnące się koło Radlina na północ od doliny Chodlika. Wzgórza ostańcowe zbudowane z opok stanowią resztki poziomu wierzchowinowego o wysokości 230—250 m n.p.m. Jest to ten sam poziom, który zamyka Kotlinę od E i S. Został on w czwartorzędzie rozcięty. Niszczenie następowało poprzez tworzenie się zatok pedymentalnych i rozległych dolin denudacyjnych. Wzgórza ostańcowe znaczą tu dawny przebieg północnej krawędzi Kotliny Chodelskiej, która uległa przesunięciu ku E o około 4 km.

Wypełnienie Kotliny Kempskiej utworami młodszymi od zlodowacenia środkowo-polskiego wskazuje, że musiała ona być intensywnie modelowana po tym zlodowaceniu. Nierówne podłoże kredowe Kotliny oraz obecność licznych form krasowych na powierzchniach stokowych, otaczających Kotlinę świadczą o tym, że w rozwoju morfologicznym Kotliny ważną rolę odegrały procesy krasowe.

FORMY KRASOWE, ROZMIESZCZENIE I MORFOLOGIA

Powierzchnie stokowe Kotliny Kempskiej, strefa działu wodnego Chodelki i Urzędówki, oraz fragmenty zboczy doliny Urzędówki urozmaiczone są znaczną ilością drobnych zagłębień bezodpływowych. Formy te w największej ilości występują na wychodniach miękkich margli masyfów lub też w miejscach, gdzie margle te zalegają pod cienką pokrywą utworów czwartorzędowych. Mniejszą gęstość występc-

wania zagłębień bezodpływowych stwierdzono na wychodniach opok marglistych, a zupełnie są ich pozbawione wzgórza ostańcowe zbudowane z opok. Analizy chemiczne skał kredowych występujących w okolicy Radlina dały następujące wyniki:

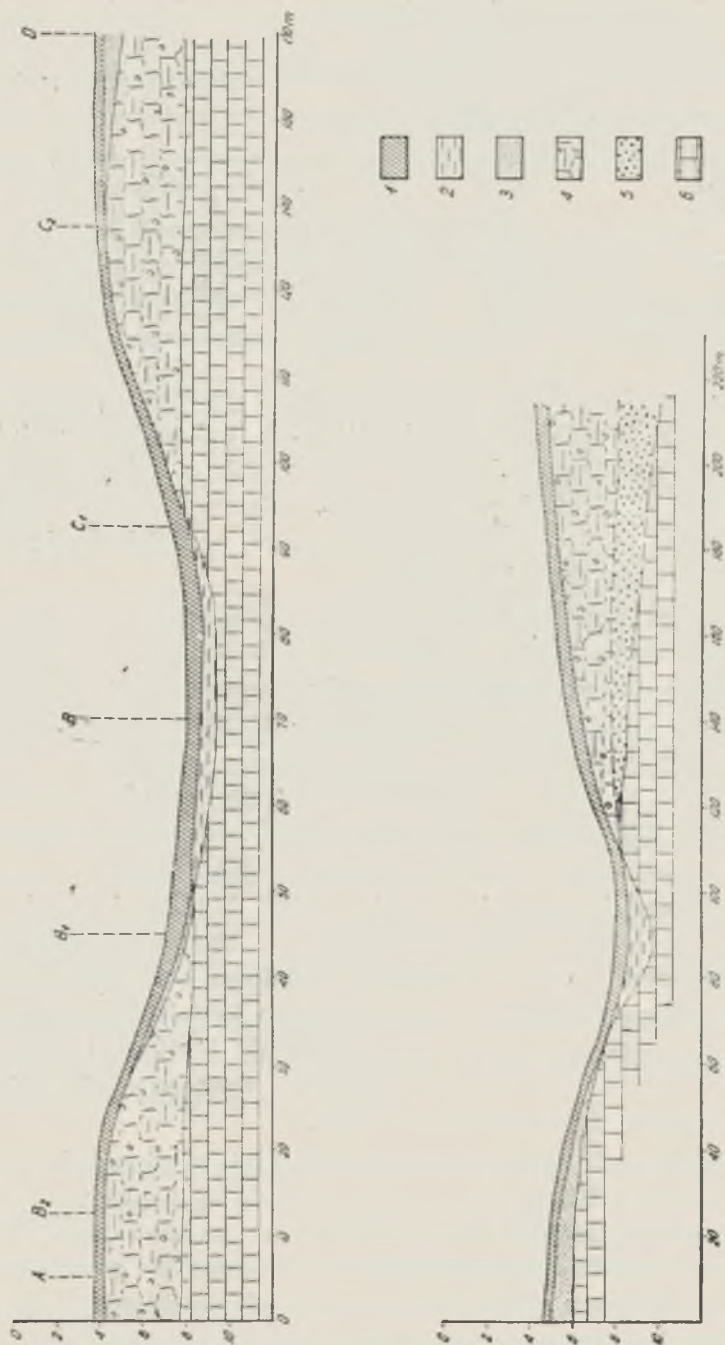
Miejscowość	CO ₂ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ %	CaO %
Ratoszyn (margle)	33,85	20,54	3,76	41,68
Stasin (margle)	32,91	22,35	4,46	40,20
Ludwinów (opoka marglista)	29,55	32,00	3,18	35,00

Próbki z Ratoszyna i Stasina pochodzą z obszaru gęstego występowania form krasowych. Wyniki analiz chemicznych wskazują wyraźnie na związek między rozmieszczeniem form krasowych a rodzajem skał podłoża kredowego. W strefach występowania miększych pokryw glin zwałowych, jak to ma miejsce na W od Ludwinowa, na dziale wodnym, nie stwierdzono obecności form krasowych.

Formy krasowe są zagłębieniami o kształcie przeważnie nieckowatym. Posiadają one zarys kolisty, elipsoidalny lub podłużny. Średnice ich wahają się od 30—120 m. Głębokości zagłębień wynoszą od 3 do 10 m, a nachylenia zboczy osiągają wartości 3°—15°. W literaturze ten typ zagłębień krasowych był opisywany jako wertebry nieckowate (14). Niekiedy pojedyncze zagłębienia krasowe łączą się ze sobą tworząc obniżenia krasowe o typie uwalu. Dość często pojedyncze formy krasowe lub ich szeregi położone są na dnie dolinek denudacyjnych.

Większość zagłębień krasowych posiada bardzo łagodne krawędzie. Przejście między poziomem wierzchowinowym a zboczem zagłębień, jak też między zboczem a dnem, następuje stopniowo bez raptownych załamań spadku. Niewątpliwie do nadania takiego kształtu przyczynia się człowiek poprzez orkę i uprawę roli. Większość bowiem zagłębień jest użytkowana rolniczo. Na zboczach zagłębień występuje zdegradowany profil glebowy, na dnie zaś namyta gleba.

Zbocza form krasowych wycięte są w marglach lub w glinach (ryc. 2) czy piaskach zwałowych. Tworzy te z reguły pokryte są cienką warstwą deluwiów piaszczysto-pylastych, która schodzi aż na dno zagłębień. Mięszość utworów wypełniających zagłębienia krasowe nie przekracza 2,0 m. W dolnych odcinkach stoków oraz w strefach zazębienia się stoków z pokrywami terasowymi występują zagłębienia o płaskich mi-seczkowatych dnach zajętych najczęściej przez łąki. W tych strefach występują również zagłębienia wypełnione stale wodą (ryc. 3). Wszystkie



Ryc. 2. Przekroje geologiczne przez zagłębienia krasowe w okolicy Radlina; 1 — gleba, 2 — mulki i drobne piaski (plejstocen-holocen), 3 — deluwia pylasto-plaszczyste (plejstocen), 4 — glina zwałowa (plejstocen), 5 — piaski zwałowe (plejstocen), 6 — margle (mastrycht)

Geological section of sink-holes in the environs of Radlin; 1 — soil, 2 — mud and fine sand (Würm — Holocene), 3 — sand-silt deposits (Würm), 4 — boulder clay (Riss), 5 — glacial and fluvio-glacial (Riss), 6 — marls (Maestrictian)



Ryc. 3. Zagłębienie krasowe stale wypełnione wodą we wsi Kol. Kempa
Karst sink-hole near Kolonia Kempa permanently filled with water

zagłębienia położone w wyższych partiach stoków oraz na terenie poziomów wierzchwinowych są w zasadzie formami suchymi, gromadzącymi jedynie okresowo wody roztopowe.

Rozmieszczenie form krasowych jest nierównomierne. Największe skupiska form obserwowano w dolnych odcinkach stoków na NW od Kol. Kempa oraz na SW od Łopiennika. W okolicy wsi Kol. Kempa gęstość zagłębien krasowych osiąga ilość 102 na km².

WIEK FORM KRASOWYCH

Dla datowania form krasowych istotne znaczenie posiada ich położenie w stosunku do głównych elementów rzeźby oraz ich budowa geologiczna. Analiza zebranego materiału geologicznego oraz obserwacje morfologiczne nasuwają następujące ważniejsze wnioski:

a) Formy krasowe rozwinięte są głównie na powierzchniach denudacyjnych, zrównaniach wierzchwinowych lub powierzchniach stokowych, posiadających silnie zdenudowaną pokrywę osadów glacialnych.

b) Odślonięcie powierzchni inicjalnych, na których zachodziły procesy krasowe, nastąpiło poprzez odpreparowanie poziomów zrównań wierzchwinowych, utworzonych w pliocenie i przemodelowanych w czwartorzędzie.

c) Formy krasowe, rozwinięte w strefach występowania residualnych pokryw czwartorzędowych, należą do form reprodukowanych.

d) Zagłębienia krasowe okolic Radlina rozwinęły się w okresie czwartorzędowym. Sprzyjające warunki nastąpiły po fazie intensywnego niszczenia osadów akumulacji glacialnej zlodowacenia środkowopolskiego. Nie wykluczone, że część form krasowych powstała w okresie interglacjału eemskiego oraz w okresie przejściowym między tym interglacjałem i glacjałem bałtyckim. Również u schyłku zlodowacenia bałtyckiego, wraz ze znikającą stopniowo wieczną zmarzliną istniały sprzyjające warunki morfoklimatyczne dla rozwoju form krasowych.

Wydaje się, że na terenie badanym zanik wiecznej zmarzliny i obniżenie poziomu wód gruntowych nie spowodowały jakiegoś gwałtownego przyspieszenia rozwoju form krasowych. Wody holocenijskie, cieplejsze, zawierały bowiem mniej rozpuszczonego, agresywnie działającego CO_2 , zaś infiltracja wód w głąb była utrudniona przez wypełnienie i zatkanie szczelin produktami wietrzenia.

W holocenie zagłębienia krasowe ulegają nieznacznemu wypełnieniu przez utwory pylasto-mułkowate, stanowiące głównie produkt rozmywania zwietrzliny margli kredowych.

Ostatni okres ewolucji zagłębień krasowych związany jest z gospodarką człowieka. Wycięcie lasów i wzięcie terenu pod uprawę następowało na terenie Kotliny Chodelskiej nierównomiernie. Jeszcze w wieku XIX znaczne obszary wododziałowe Chodelka—Urzędówka porośnięte były lasami. Po ich wycięciu nastąpił okres względnie szybkiej ewolucji form, spowodowany orką. Ewolucja ta polegała w głównej mierze na zatarciu krawędzi form krasowych i wykształceniu profilu nieckowatego. Procesy współczesne degradacji gleb na zboczach i akumulacji materiału na dnie działają już w stopniu wolniejszym.

LITERATURA

1. Ber A.: Czwartorzęd Kotliny Chodelskiej. Kwart. Geol., t. VI, z. 4, Warszawa 1962.
2. Chałubińska A., Wilgat T.: Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. Przewodnik V Ogólnopolskiego Zjazdu P.T.G., Lublin 1954.
3. Dylik J.: O peryglacialnym charakterze rzeźby środkowej Polski (Du caractere périglaciaire de la Pologne Centrale). Acta Geogr. Univ. Lodzensis, nr 4, Łódź 1953.
4. Jahn A.: Wyżyna Lubelska — rzeźba i czwartorzęd (Geomorphology and Quaternary History of Lublin Plateau). Prace IG PAN, nr 7, Warszawa 1956.
5. Klimaszewski M.: Nowe poglądy na rozwój rzeźby krasowej (Modern Views on the Development of the Karstic Relief). Przegląd Geograficzny, t. XXX, z. 3, Warszawa 1958.

6. Malicki A.: Rozwój i stan badań nad terenami krasowymi (Die Entwicklung und jetziger Stand der Forschungen über Karstgebiete). *Czasopismo Geograficzne*, t. XV, 1937.
7. Pożaryski W.: Czwartorzęd. Zachodni brzeg Wyżyny Lubelskiej. *Regionalna Geol. Polski*, t. II, Region lubelski, Kraków 1956.
8. Pożaryski W.: Plejstocen w przełomie Wisły przez Wyżyny południowe (The Pleistocene in the Vistula Gap across the Southern Uplands). I G, *Prace t. IX*, Warszawa 1953.
9. Pożaryski W.: Stratygrafia senonu w przełomie Wisły między Rachowem i Puławami (Senonstratigraphie im Durchbruch der Weichsel zwischen Rachów und Puławy in Mittelpolen). *PIG*, biul. 6, Warszawa 1938.
10. Rzechowski J.: Kras w okolicy Kręcica k/Lublina. (Karst aux environs de Krępiec près Lublin) *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. XVII, 7 1962, Lublin 1964.
11. Sawicki L.: Przełom Wisły przez średniogórze Polskie (Der Mittelpolnische Weichseldurchbruch). *Prace IG. Uniw. Jagiell.*, z. IV, Kraków 1925.
12. Trembaczowski J.: Przyczynki do metodyki badań granulometryczno-petrograficznych utworów morenowych (Contributions méthodiques aux études granulométriques et pétrographiques des dépôts morainiques). *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. XVI, 3, 1961, Lublin 1963.
13. Tyczyńska M.: Klimat Polski w okresie trzeciorzędowym i czwartorzędowym (Climat de Pologne au tertiaire et au quaternaire). *Czas. Geogr.*, t. XXVIII, z 2, Wrocław 1957.
14. Wilgat T.: Kras okolic Cycowa (Karst in the Surroundings of Cyców) *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. IV, 9, Lublin 1949.

РЕЗЮМЕ

На территории Ходельской Котловины (западная часть Люблинской возвышенности) наблюдаются многочисленные карстовые формы. Автором произведены геоморфологические исследования восточной части Котловины и на пограничном участке Ужендовских холмов с общей поверхностью 60 км².

В районе плиоценовых вершинных выравниваний, стоков, а также подстоковых выравниваний выступают скопления карстовых углублений, максимальная плотность которых достигает 102 на км². В большинстве случаев эти углубления имеют профиль лоханок, а также форму эллипса или круга, диаметры которых колеблются от 30 до 120 м, а глубина от 3 до 10 м. Наклон скатов составляет 3—15°, причем сравнительно часто наблюдается асимметрия скатов. Наблюдались также формы соединенных углублений увалистого типа, нередко расположенные в осях лоханочных долинок.

Большинство карстовых углублений использовано для земледелия, постоянная пахота вызывает сглаживание более резких границ между уровнем вершин, скатами и дном.

В период весенней оттепели в углублениях временно скапливается вода, которая лишь в немногих формах, расположенных низко, удерживается в течение всего года.

Размещение карстовых углублений обнаруживает отчетливо выраженную связь с геологической структурой. Вся Ходельская Котловина представляет собой большую денудационную форму, образованную в мягких мергелях верхнего мастрихта. Она имеет дочетвертичную основу (плиоценовую). Во время плейстоценовой эпохи Котловина была заполнена гляциальными осадками, связанными, по крайней мере, с двумя оледенениями, (краковскими и среднепольским). В восточной части Котловины покров плейстоценовых осадков отчетливо денудирован. Во многих местах на поверхности обнажаются мергели, которые к востоку переходят в разные виды мергелевых отложений с непостоянным содержанием SiO_2 . Из отложений более устойчивых к разрушению построены водораздельные поверхности выравниваний, а также одиночные останцовые возвышенности.

Дифференцирование химического состава мергелей и залежей дает возможность сделать следующие сопоставления:

Местность	CO_2 %	SiO_2 %	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ %	CaO %
Ратошин (мергель)	33,85	20,54	3,76	41,68
Стасин (мергель)	32,91	22,35	4,46	40,20
Людвинов (мерглевая порода)	29,55	35,00	3,18	35,00

Самые большие скопления карстовых углублений выступают в местах выхода мергелей. На территории с тонким покровом плейстоценовых осадков наблюдались репродуцированные формы, причем характер плейстоценовых осадков, заполняющих углубления, указывает на их связь с периодом балтийского оледенения.

На основании отношения карстовых форм к дифференцированным плейстоценовым образованиям автор предполагает, что карстовые углубления в восточной части Ходельской Котловины начали развиваться после фазы интенсивного разрушения осадков гляциальной аккумуляцией среднепольского оледенения. Возможно, что часть формы развилась во время эмского интергляциала. На это указывало бы заполнение их покровными осадками из периода балтийского оледенения. Весьма важная стадия развития карстовых форм имела место под конец плейстоцена в условиях исчезновения вечной мерзлоты. Вырубка лесов и использование территории под вспашку более большого пространства исследованной территории началось только в XIX веке. Это вызвало быстрое преобразование карстовых форм,

закрывающееся в выравнивании краев и скатов. Современная эволюция ведет к постепенному уменьшению глубины карстовых углублений благодаря деградации почв на скатах и аккумуляции колювий на их днищах.

S U M M A R Y

In the area of the Chodel Basin there occur many karst phenomena. The author carried out geomorphological investigations in the eastern part of the Chodel Basin and in the adjoining part, the Urzędów Uplands. The surface examined totalled 60 sq. km.

On the territory of the Pliocene denudation peneplains, slopes and denuded surface of slide tongues, there occur karst sink holes the maximum density of which amounts to 102 per one square kilometer. The karst sink holes have a cover profile and are round or elliptical in shape. The diameter and the depth of those karst sink holes range from 30 to 120 m and from 3 to 10 m, respectively. The inclination of the slopes is from 3 to 15°, the asymmetry of the slopes being frequent. There occur joined sink holes typical of „uvalas”, often situated on the axis of the round-bottomed valleys. The majority of the karst sink holes are under cultivation. The tillage results in obliterating sharper margins between denudation peneplains and slopes, on the one hand, and their bottom, on the other.

During spring thaw the karst sink holes are filled temporarily with water; only sink holes situated lowest keep water all the year round.

The distribution of the karst sink holes is apparently connected with their geological structure. The whole Chodel Basin is a denudation form, reproduced from soft upper Maestrichtian marls, its predisposition being earlier than the Quaternary (the Pliocene). At the time of the Pleistocene the Basin was filled up with glacial deposits, their origin having been related, at least to two Glaciation periods (the Cracovian and the Middle-Polish). In the eastern part of the Basin the cover of the Pleistocene deposits is actually degraded. In many sites on the surface of the Basin there are visible marls which eastward turn to be limestone with variable content of SiO₂. Watershedly denudation surfaces and single monadnockly elevations are built of rocks more resistant to degradation.

The diversified composition of marls and bedrocks is presented below:

Locality	CO ₂ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ %	CaO %
Ratoszyn (marls)	33.85	20.54	3.76	41.68
Stasin (marls)	32.91	22.35	4.46	40.20
Ludwinów (marls)	29.55	32.00	3.18	35.00

The greatest agglomerations of karst sink holes occur in the outcrops of marls. In the area with a thin cover of the Pleistocene deposits, the author observed some reproduced forms. The character of the Pleistocene deposits with which the hollows are filled up, indicates their relation to the Baltic Glaciation.

On the basis of the relationship of karst phenomena to the differentiated Pleistocene deposits, the author assumes that the karst hollows in the eastern part of the Chodel Basin started their development after the period of intense degradation of the deposits of glacial accumulation at the Middle-Polish Glaciation period. It is very probable that some phenomena developed at the time of the Eemian Interglacial. The fact that they had been filled up with cover deposits related, by origin, to the Baltic Glaciation would confirm the supposition. The important stage in the development of karst phenomena took place at the end of the Pleistocene when permafrost disappeared. Cutting off the forest and putting the major part of territory examined under cultivation took place only in the XIXth century. This brought about a rapid change of karst phenomena, which resulted in obliterating their margins and slopes. Contemporary evolution leads to a gradual increase of the depth of karst hollows by a degradation of the soils on the slopes and the accumulation of colluviae at their bottom.