

## HOLOCENŃSKA EWOLUCJA NIECEK I DOLIN DENUDACYJNYCH W OKOLICACH ŁODZI W ŚWIETLE DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

### Evolution of periglacial dells and valleys during the Holocene in the vicinity of Łódź

JULIUSZ TWARDY\*

**Zarys treści.** Nawiązując do wyników badań peryglacialnych niecek i dolin denudacyjnych, prowadzonych w okolicach Łodzi przez prof. H. Klatkową w latach 50. i 60. ubiegłego stulecia, w artykule przedstawiono holocenijską ewolucję wyżej wymienionych form denudacyjnych. Wyróżniono trzy najważniejsze etapy tej ewolucji: 1) wypełnianie niecek i dolin denudacyjnych deluwiami antropogenicznymi, 2) rozcinanie form vistuliańskich przez wąwozy, 3) przemiany rzeźby wąwozów oraz niecek i dolin denudacyjnych pod wpływem denudacji agrotechnicznej. Poruszono zagadnienie czynników warunkujących neholocenijskie zmiany rzeźby suchych niecek i dolin, podkreślając rolę narastającej antropopresji i fluktuacji klimatu. W pracy określono bliżej wiek poszczególnych etapów przemian ukształtowania niecek i dolin denudacyjnych. Ich ewolucja rozpoczęła się u schyłku subboreału i trwała przez niemalże cały subatlantyk aż do współczesności, ze szczególnym nasileniem w średniowieczu. Przedstawiono także litologiczną charakterystykę neholocenijskich osadów wypełniających niecki i doliny denudacyjne.

**Słowa kluczowe:** denudacja, wąwóz, antropopresja, Wzniesienia Łódzkie

**Abstract.** Referring to the results of the research on periglacial dells and valleys conducted in the vicinity of Łódź by Professor H. Klatkova in the 50s and 60s of the last century, the paper presents the Holocene evolution of the aforementioned denudation forms. Three main stages of this evolution have been identified: 1) filling of periglacial dells and valleys with anthropogenic deluvium, 2) fragmentation of Vistulian forms through gullies, 3) relief transformation of gullies and periglacial dells and valleys by tillage erosion. The issue of factors influencing the Neoholocene changes in the relief of dry dells and valleys has been addressed, emphasizing the role of increasing human impact and climate fluctuations. In this paper the age of the individual stages of the transformations of the periglacial dells and valleys have been identified. Their evolution began at the end of the Subboreal period and lasted almost entire Subatlantic period until the present time, with a particular intensity in the Middle Ages. Lithological characteristics of Neoholocene deposits filling the periglacial dells and valleys is also presented.

**Key words:** denudation, gully, human impact, Łódź Hills

## Wprowadzenie

W bieżącym roku upływa 20 lat od śmierci Profesor Haliny Klatkowej, współtwórczyni i kontynuatorki łódzkiej szkoły geomorfologicznej. Po naukowej działalności Pani Profesor pozostał obszerny dorobek, w którym zaznacza się kilka wątków. Najwcześniejsze badania Autorki pozostawały zgodne z najważniejszymi kierunkami badań kierowanej przez Profesora Jana Dylika wspomnianej łódzkiej szkoły geomorfologicznej – analizami form, osadów i procesów peryglacialnych. Procesy te kształtowały podłódzkie tereny od momentu ustąpienia lądolodu warciańskiego (z wyłączeniem okresów ciepłych – eemu

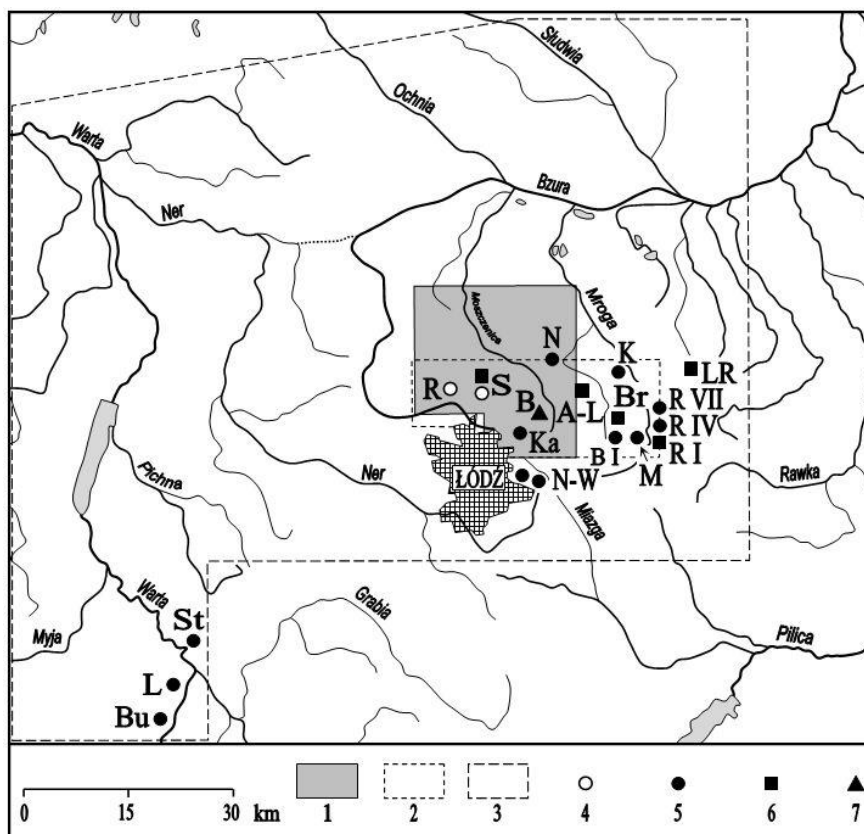
i holocenu), czyli w sumie kilkadziesiąt tysięcy lat. Pani Profesor zajęła się wyjaśnianiem genezy i odtwarzaniem ewolucji najpowszechniej występujących form peryglacialnych – niecek i dolin denudacyjnych, które stanowią swego rodzaju „wizytówkę” ukształtowania okolic Łodzi. Badania te rozpoczęła w połowie lat 50. ubiegłego wieku, już po uzyskaniu magisterium, we wciąż młodym Uniwersytecie Łódzkim, oraz po nabraniu doświadczenia terenowego przy okazji kartowania geologicznego szeregu arkuszy map geologicznych w skalach 1:300 000, 1:100 000 i 1:50 000. Materiały terenowe dotyczące niecek i dolin denudacyjnych i wyniki badań laboratoryjnych wypełniających je osadów, zebrane w sąsiedztwie Łodzi w latach 1956–1964 (rys.

\* Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geomorfologii i Paleogeografii, ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź; e-mail: juliusz.twardy@geo.uni.lodz.pl

1), pozwoliły Jej przygotować rozprawę doktorską, obronioną w roku 1964. W następnym roku opublikowano nakładem Łódzkiego Towarzystwa Naukowego obszerną monografię autorską pt. „Niecki i doliny denudacyjne w okolicach Łodzi”, którą wydano w serii *Acta Geographica Lodziensia* pod numerem 19. Wymieniona praca objęła okres rozwoju niecek i dolin denudacyjnych od ustąpienia lądolodu warciańskiego do przełomu wistulianu i holocenu, kiedy to zda-

niem Autorki zakończyły się najważniejsze – peryglacjalne – etapy kształtowania suchych form dolinnych.

Niniejszy artykuł prezentuje materiały wskazujące na kontynuację rozwoju wymienionych form, która następowała w warunkach umiarkowanego klimatu holocenu, w środowisku zmienionym przez wielowiekową działalność człowieka.



Rys. 1. Lokalizacja terenów badań i stanowisk na których badano osady wypełniające niecki i doliny denudacyjne oraz rozcinające je parowy

1 – zasięg terenu badań Klatkowej (1965), 2 – zasięg terenu badań Twardego (1995), 3 – zasięg terenu badań Twardego (2008a), 4 – badania deluwii wistuliańskich (Klatkowa 1965), 5 – badania deluwii holocenijskich (Twardy 2000, 2008a), 6 – badania proluwii holocenijskich (Twardy 1995, 2008a), 7 – badania koluwii holocenijskich (Twardy 2008a); objaśnienia skrótów stanowisk: A-L – parowy w Anielinie–Lipce, B – Borchówka, Br – parów w Brzezinach, Bu – Burzenin, B I – Brzeziny I i II, K – Koziółki, Ka – Kalonka, L – Ligota, LR – Lipce Reymontowskie, M – Michałów, N – Nowostawy, N-W – dolina denudacyjna Nowosolna–Wiączyń, R – Rudunki, R I – Rogów I, R IV – Rogów IV, R VII – Rogów VII, S – Smardzew, St – Strońsko

Location of the study area and sites where sediments filling periglacial dells, periglacial valleys and gullies dissecting them were investigated

1 – extent of the area investigated by Klatkowa (1965), 2 – extent of the area investigated by Twardy (1995), 3 – extent of the area investigated by Twardy (2008a), 4 – investigations of Vistulian delluvium (Klatkowa 1965), 5 – investigations of Holocene delluvium (Twardy 2000, 2008a), 6 – investigations of Holocene gully erosion deposits (Twardy 1995, 2008a), 7 – investigations of Holocene colluvium (Twardy 2008a); explanations of sites' abbreviations: A-L – gullies in Anielin–Lipka, B – Borchówka, Br – gully in Brzeziny, Bu – Burzenin, B I – Brzeziny I and II, K – Koziółki, Ka – Kalonka, L – Ligota, LR – Lipce Reymontowskie, M – Michałów, N – Nowostawy, N-W – periglacial valley Nowosolna–Wiączyń, R – Rudunki, R I – Rogów I, R IV – Rogów IV, R VII – Rogów VII, S – Smardzew, St – Strońsko

## Rozwój niecek i dolin denudacyjnych w świetle poglądów Profesora Haliny Klatkowej

Początkowo, suche doliny rozcinające stoki form wysoczyznowych i dolin rzecznych w okolicach Łodzi, głównie te o małej i średniej skali, określano jako niecki korazyjne (Klatkowa 1954). Ich genezę wiązano przede wszystkim z działaniem ruchów masowych, szczególnie kongeliflukcji. Jednak już cztery lata później wspomniana Autorka zwróciła większą uwagę na morfotwórczą rolę epizodycznych spływów wód po stokach (Klatkowa 1958). Z początkiem lat 60. pojawiło się nowe spojrzenie na zagadnienie pochodzenia peryglacialnych systemów dolinnych (Klatkowa 1961, 1964), obecnie w większości suchych. Autorka określiła je jako formy denudacyjne, a więc kształtowane w znacznej mierze przez spłukiwanie, które było bardzo aktywne i geomorfologicznie wydajne w klimatach chłodnych.

Badania niecek i dolin denudacyjnych Profesor H. Klatkowa (1965) prowadziła na obszarze 828,8 km<sup>2</sup>, w strefie północnej krawędzi Wzniesień Łódzkich (rys. 1, sygnatura 1), w terenie cechującym się wyjątkowo urozmaiconym ukształtowaniem. Teren ten objął wszystkie wyróżniane poziomy wysoczyznowe, to znaczy położony powyżej tzw. poziomu Wyżyny Łódzkiej, a następnie leżące sukcesywnie coraz niżej poziomy: smar-

dzewski, strykowski, katarzynowski oraz najniżej położoną równinę Woli Mąkolskiej, zaliczaną już do pradoliny warszawsko-berlińskiej. W obrębie terenu badań znalazły się źródłowe, silnie urzeźbione odcinki podłódzkich małych dolin rzecznych: Bzury na zachodzie, Dzierżany na NW, następnie Maliny, Czarnawki i Moszczenicy na północy, a także położony na wschodzie środkowy odcinek doliny Mrożycy z jej charakterystycznym „kolanem” oraz źródłowy odcinek Miazgi na południu. Na tym obszarze Autorka przeprowadziła pomiary morfometryczne około 600 suchych form denudacyjnych, prowadzące do ich morfologicznej charakterystyki i klasyfikacji (tab. 1). Próbowała również uchwycić związki niecek i dolin denudacyjnych z nachyleniami powierzchni oraz litologią podłoża, a także określić ekspozycję ich stoków i ekspozycję stoków uprzednich form rzeźby, rozciętych przez wymienione formy denudacyjne. Szczegółowe badania geologiczne i geomorfologiczne przeprowadziła w położonej na północ od Zgierza wsi Smardzew (dolina Czarnawki) oraz w pobliskich Rudunkach (dolina Maliny) – por. rys. 1, sygnatura 4. Późniejsze badania morfometryczne strefy północnej krawędzi Wzniesień Łódzkich (rys. 1, sygnatura 2) potwierdziły słuszność tego wyboru – rejon Smardzewa charakteryzuje się rekordowo wysokimi spadkami przeciętnymi w skali całej strefy krawędziowej i jednymi z najwyższych deniwelacji, obliczanymi w polach odniesienia o powierzchni 1 km<sup>2</sup>.

Tabela 1

Typologia form denudacyjnych w zależności od ich długości (za Klatkową 1965)

Typology of denudation forms depending on their length (after Klatkowa 1965)

Typ formy denudacyjnej <i>Type of denudation form</i>	Długość formy <i>Length of form</i>	Gęstość form w terenie <i>Density of forms</i>
	[m]	[km/km <sup>2</sup> ]
Niecka denudacyjna	0–300	0,73
Mała dolina denudacyjna	301–800	0,17
Duża dolina denudacyjna	801–1500	0,05
	Łącznie	0,95

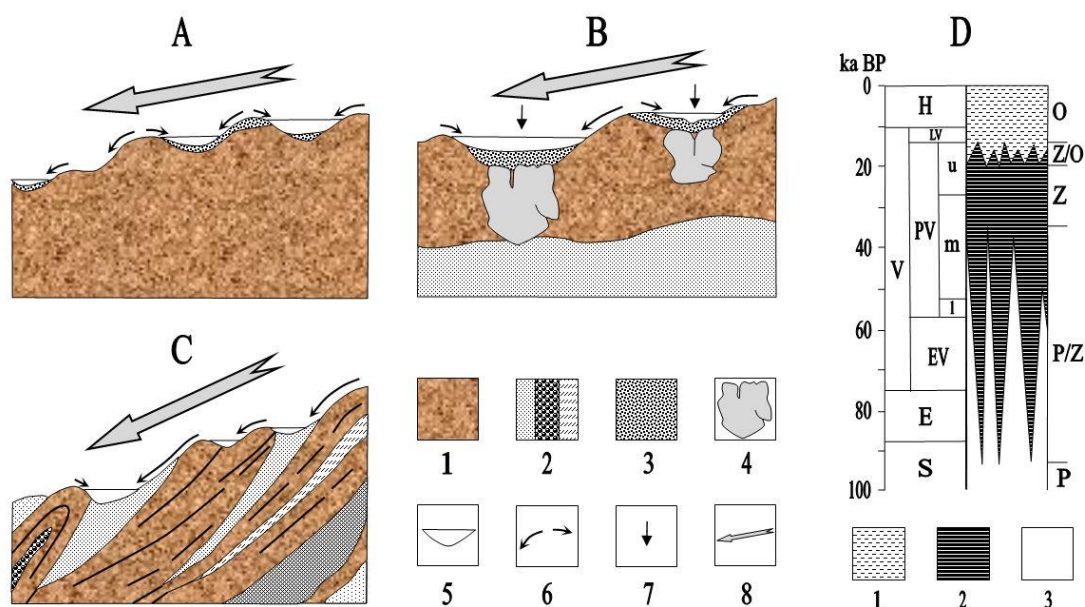
Pokłosiem badań geologicznych, podsumowanych w pracy Klatkowej (1965), było wyróżnienie i charakterystyka litologiczna sześciu serii osadowych, które Autorka powiązała z peryglacialnymi nieckami i dolinami denudacyjnymi. Były to: 1) utwory podłoża (warciańskie serie glacialne i fluwioglacialne), 2) seria z okresu zaniku lodowca (schyłek zlodowacenia warty), 3) dolny poziom kamienisty (eem), 4) seria piaszczysto-mułkowa (plenivistulian), 5) górny

poziom kamienisty (górny plenivistulian), 6) piaski drobno laminowane (tzw. piaski górne) z późnego vistulianu. Badania prowadzone później przez innych autorów generalnie potwierdziły wyróżnienia poczynione przez Klatkową (1965); najczęściej odwołań i cytacji występuje w odniesieniu do najczęściej stwierdzanych serii – piaszczysto-mułkowej, piasków o drobnej laminacji (górnych) i górnego poziomu kamienistego. Z czasem dołączono najmłodszą serię –

osady lessopodobne, które w stanowisku Rudunki Klatkowa (1989a) wydatowała z użyciem metody TL na  $9400 \pm 1400$  (LUB 608).

Problematyka rozwoju niecek i dolin denudacyjnych była kontynuowana przez Profesor H. Klatkową w kolejnych latach. Wyróżniła ona i opisała osady depozycji naśnieżnej (Klatkowa 1984) jako specyficzną fację piasków drobno laminowanych (górných). Początkowe etapy rozwoju form denudacyjnych powiązała z wypełnianiem kopalnych zagłębień bezodpływowych, odkrywanych w podłożu dolin denudacyjnych. Pod koniec lat 80. ubiegłego wieku wspomniana Autorka przedstawiła koncepcję przemiany izolowanych form wklęsłych – zagłębień bezodpływowych o przeważnie glacialnej genezie, tworzących początkowo zamknięte

systemy odpływu (rys. 2, części A–C), w ciągłe (otwarte) systemy przepływu (Klatkowa 1989a, b, 1990, 1997). Formami, wzdłuż których takie przemiany zachodziły najbardziej efektywnie były peryglacialne doliny denudacyjne. W nich dochodziło zarówno do najszybszego zapełniania izolowanych form bezodpływowych, jak i przyspieszonego niszczenia przez denudację mechaniczną progów (rygli), rozdzielających poszczególne formy wklęsłe. Należy podkreślić, że koncepcja ta uzyskała pełne potwierdzenie podczas geologiczno-geomorfologicznych badań małego bezodpływowego torfowiska Żabieniec (Twardy i in. 2010) oraz przyległego do niego kopalnego zagłębienia bezodpływowego Żabieniec Południowy (Majecka i in. w druku).



Rys. 2. Wybrane typy genetyczne i przemiany zagłębień bezodpływowych (A–C) oraz wiek przemian na tle stratygrafii neoplejstocenu (D), za Klatkową (1989b)

A – zagłębienia uwarunkowane nierównomierną akumulacją glacialną, B – zagłębienia uwarunkowane wytapianiem brył martwego lodu, C – zagłębienia uwarunkowane procesami glacictektonicznymi, D – wiek kształtowania się zagłębień bezodpływowych i przemian denudacyjnych systemów zamkniętych w otwarte  
 objaśnienia do części A–C: 1 – glina zwałowa, 2 – osady glaciofluwialne i glacialimniczne, 3 – osady ablacyjne i deluwium, 4 – bryły martwego lodu, 5 – zbiorniki wodne, 6 – kierunki przemieszczania osadów, 7 – tendencje do obniżania den basenów sedymentacyjnych, 8 – generalny kierunek nachylenia terenu; objaśnienia do części D: 1 – funkcjonowanie otwartych systemów denudacyjnych (O), 2 – funkcjonowanie systemów zamkniętych (Z), 3 – osady podłoża (P)

Selected genetic types and transformation of depressions without outlet (A–C) and age of transformation against the Neopleistocene stratigraphy (D), after Klatkowa (1989b)

A – depressions conditioned by uneven rate of glacial accumulation, B – depressions conditioned by melting of dead ice blocks, C – depressions conditioned glacictektonically, D – age of formation of depressions without outlet and of transformation of closed systems into open systems  
 explanations for A–C sections: 1 – glacial till, 2 – glaciofluvial and glacialimnic deposits, 3 – ablation deposits and deluvium, 4 – dead ice blocks, 5 – water basins, 6 – directions of sediments' transport, 7 – tendencies for lowering of bottoms of depositional basins, 8 – general slope direction; explanation for D section: 1 – functioning of open denudational systems (O), 2 – functioning of closed systems (Z), 3 – basement (P)

## Ewolucja niecek i dolin denudacyjnych w okolicach Łodzi w holocenie

Z przedstawionego powyżej przeglądu wynika, że kształtowanie podłódzkich peryglacialnych niecek i dolin denudacyjnych zakończyło się u progu holocenu złożeniem powszechnie stwierdzonej serii piasków górnych, ewentualnie także serii osadów lessopodobnych. Morfologiczny rozwój form denudacyjnych został na kilka tysięcy lat zablokowany w eholocenie przez trwałe wkroczenie formacji leśnych do centralnej Polski (Balwierz 2010; Twardy i in. 2014). Na ten fakt zwracał uwagę Dylak (1971): „*Lasy rozwinięte na przelomie plejstocenu i holocenu utrwaliły formy ukształtowania powierzchni Ziemi wytworzone w warunkach peryglacialnych ostatniego wieku zimnego. Do czasu też, w którym nastąpiło trzebienie lasów i rozwiniętej w ich miejscu intensywnej uprawy roli i hodowli, nie było żadnego godniejszego uwagi przeobrażenia dawnej rzeźby*”. W eo- i mezoholocenie oraz w starszej części neoholocenu procesy stokowe w dolinach denudacyjnych nie były aktywne, co wywołało hiatus w osadach. W skąpożywnych siedliskach centralnej Polski silniejsza antropopresja owocująca wznowieniem przemian ukształtowania terenu zaznaczyła się z początkiem epoki brązu, około 3700–3500 lat BP (Twardy 2008a, 2011; Twardy i in. 2014). Intensywnym przekształceniom podlegały liczne niecki i doliny denudacyjne (rys. 1, sygnatury 5–7). Istnieją przynajmniej dwie istotne przyczyny ich przyspieszonego rozwoju, który nastąpił po częściowym lub całkowitym usunięciu naturalnej szaty roślinnej:

1. niecki i doliny denudacyjne są formami zdolnymi skoncentrować wpływ powierzchniowy i wielokrotnie zwiększyć dynamikę spłukiwania. Uważa się, że w związku z tym tworzą elementarne systemy deluwalne (stokowe) – por. Teisseyre (1991), Janicki (2016);

2. doliny denudacyjne dzięki swojemu łagodnemu profilowi łączą środowiska wysoczyznowe z geosystemami den dolin rzecznych i teras, ułatwiając, a czasem wręcz umożliwiając lokalną komunikację.

Dostrzegano już wcześniej duże znaczenie małych dolinek z niewielkimi ciekami permanentnymi dla rozwoju i funkcjonowania osadnictwa (Kurnatowski 1966). W pradziejach również doliny denudacyjne mogły pełnić rolę arterii komunikacyjnych pomiędzy systemami dolin

rzecznych i otaczającymi je wysoczyznami (Twardy 2009, 2013).

W holocenskim rozwoju peryglacialnych form denudacyjnych (rys. 3, stadium I) można wyróżnić trzy zasadnicze etapy:

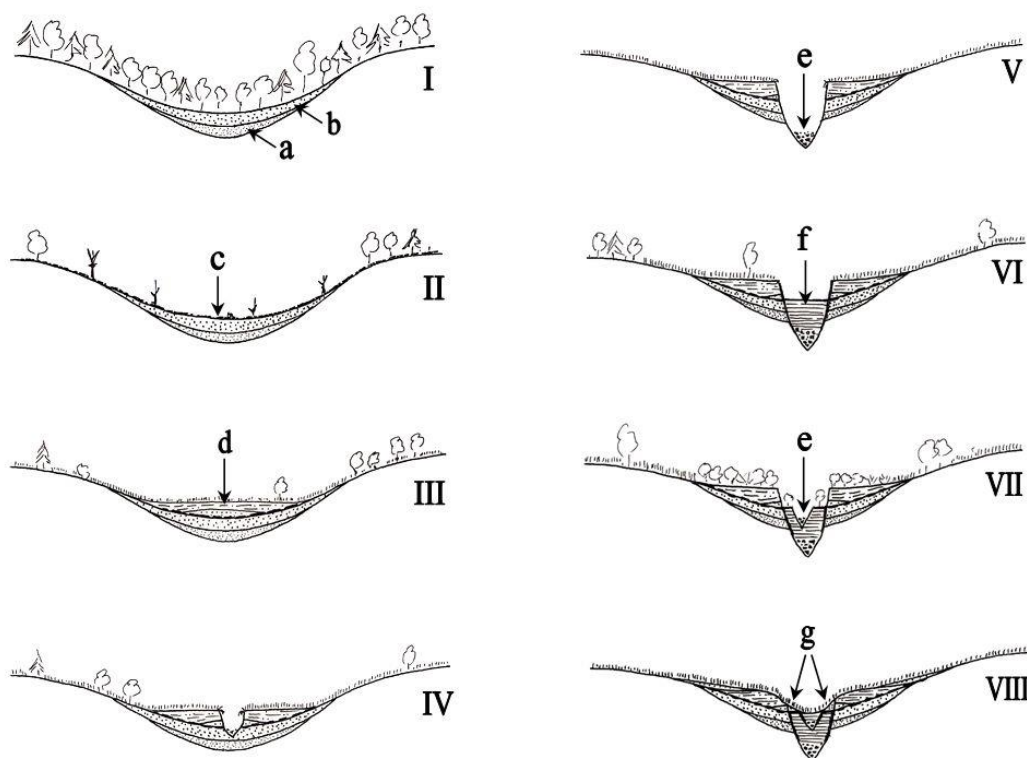
- a) rozwój denudacji mechanicznej, głównie spłukiwania, lecz także znacznie rzadziej stwierdzanych ruchów masowych, prowadzący do nadbudowywania den niecek i dolin denudacyjnych seriami neoholocenskich deluwiów (rys. 3, stadium II i III). Procesy te prowadziły do spadku wysokości względnych w obrębie dolin denudacyjnych;

- b) rozwój erozji wąwozowej w dolinach denudacyjnych (rys. 3, stadia IV–VII). Procesy erozyjne powiększały wysokości względne w dolinach denudacyjnych, lokalnie głębokość rozcięć sięgała około 7 m (Twardy 1995, 2005);

- c) rozwój denudacji agrotechnicznej (Zaslawskij 1978; Sinkiewicz 1989), prowadzący do szybkiego zacierania uprzednio wytworzonej żywej rzeźby erozyjnej i intensywnego spłaszczenia stoków dolin denudacyjnych (rys. 3, stadium VIII). Efekty tego rodzaju procesów, ściśle związanych ze zmechanizowaną uprawą ziemi, zachodzących z dużą dynamiką, określa się terminem agroplanacja (Sinkiewicz 1995). Występujące podczas uprawy procesy przemieszczania wierzchnich warstw gleby w dół stoku prowadziły do spadku wysokości względnych w obrębie form denudacyjnych, aczkolwiek lokalnie rzeźba terenu została urozmaicona szerokim inwentarzem drobnych form antropogenicznych, takich jak terasy rolne, wysokie miedze, antropogeniczne skarpy degradacyjne itp. (Sinkiewicz 1998).

## Holocenske osady wypełniające niecki i doliny denudacyjne

Osady stokowe, które powstały w centralnej Polsce w warunkach antropopresji, są bardzo zróżnicowane pod względem cech litologicznych. Zróżnicowanie tekstury tych osadów sięga aż 13 jednostek phi (od –8 do +7 phi). Zróżnicowane są również struktury młodych osadów stokowych wypełniających niecki i doliny denudacyjne, podkreślenia wymaga znaczny udział struktur masywnych. Podział i krótką charakterystykę holocenskich osadów stokowych przedstawiono w tabeli 2.



Rys. 3. Fazy przekształceń niecek i dolin denudacyjnych na Wzniesieniach Łódzkich w holocenie

główne serie osadowe: vistulian: a – seria piaszczysto-mułkowa w suchych dolinach denudacyjnych, późny vistulian: b – piaski drobno laminowane (górne) w suchych dolinach denudacyjnych, neoholocen: c – poziom pożarowy, d – piaski i mułki deluwialne, e – gruboziarniste proluwia, f – drobnoziarniste proluwia, g – diamiktony rolne

Phases of transformation of periglacial dells and periglacial valleys in the Łódź Hills during the Holocene

main sedimentary series: Vistulian: a – silty-sandy series in dry valleys, Late Vistulian: b – thinly laminated (upper) sands in dry valleys, Neoholocene: c – fire horizon, d – deluvial sands and silts, e – coarse-grained gully erosion deposits, f – fine-grained gully erosion deposits, g – tillage diamicton

**Deluwia** są osadem odpowiednim splukiwania rozproszonego, warstwowego oraz słabego splukiwania skoncentrowanego. W największych miąższościach (przeważnie do 1,5 m) występują we wklęsłych formach starszej rzeźby, takich jak peryglacialne niecki i doliny denudacyjne (rys. 3, sygnatura d). Są wówczas warstwowane i składają się z naprzemianległych warstw jasnych (mineralnych) piasków deluwialnych i ciemnych (próchnicznych) deluwialnych pyłów piaszczystych (Twardy 2000). W dolinach denudacyjnych tworzą soczewę osadów, zajmującą przeważnie całe dno formy denudacyjnej i przyczyniającą się do jego lokalnego spłaszczenia. W takich sytuacjach dochodzi do zmiany profilu poprzecznego doliny denudacyjnej z nieckowatego na płaskodenny (Krzemiński 1989). Deluwia budują także pokrywy stokowe, złożone w dolnych częściach i u podnóża stoków, wkraczające niejednokrotnie na dna dolin rzecznych (Kittel 2013). Powstawanie pokryw było związane ze słabszym

splukiwaniem, często jedynie rozproszonym i ogólnie mniejszą dynamiką procesów stokowych, zatem dominuje w tym przypadku masyczna struktura deluwii.

**Proluwia** są osadem odpowiednim splukiwania skoncentrowanego (bruzdowego), a szczególnie erozji wąwozowej (rys. 3, sygnatury e oraz f). Są gruboziarniste, słabo wysortowane, prawie wyłącznie mineralne, niemalże zupełnie pozbawione frakcji ilastych (tab. 2). Frakcjonalne zróżnicowanie proluwii maleje wraz z przesuwaniem się do dystalnych części parowów – najbardziej jednolite są proluwia w strefach stożków proluwialnych, a najbardziej zróżnicowane te osady, które wypełniają formy erozyjne (Twardy 2003). Proluwia często nakrywają wcześniej złożone deluwia lub wypełniają utworzone w nich rozcięcia. Znane są także sytuacje, gdy tworzą przewarstwienia w holocenich seriach deluwialnych. Ich miąższości w dolnych odcinkach wąwozów przekraczają 2 m, a lokalnie sięgają 3 m.

Tabela 2

Cechy litologiczne holoceńskich osadów wypełniających niecki i doliny denudacyjne  
Lithological properties of Holocene deposits filling periglacial dells and valleys

Grupa genetyczna osadów <i>Genetic group of deposits</i>	Facja <i>Facies</i>	Cechy teksturalne <i>Textural features</i>	Cechy strukturalne <i>Structural features</i>	Cechy chemiczne <i>Chemical properties</i>
deluwia	piaski deluwialne	$M_z$ 1–3 phi, $\delta_1$ 0,5–2, $Sk_1$ wzrasta wraz z drobnieniem ziarna	warstwowania płaskie, przekątne, ripplemarkowe	C org. średnio 0,54%, niska koncentracja $Fe_2O_3$ , silnie odwapnione
	deluwialne pyły piaszczyste	$M_z$ 3–5 phi, $\delta_1$ 1,5–2,5, $Sk_1$ maleje wraz z drobnieniem ziarna	subhoryzontalna laminacja równoległa	C org. średnio 1,35%, koncentracja $Fe_2O_3$ nieco niższa niż w diamiktonach rolnych, silnie odwapnione lub bezwęglanowe
proluwia	-	$M_z$ powyżej 1 phi, $\delta_1$ 1–6, $Sk_1$ ujemna, wzrasta wraz z drobnieniem ziarna	wypełniają koryta pojedynczego lub wielokrotnego wypełnienia, warstwowania rynnowe, w spągu bruki erozyjne ze zimbrykowanymi gładzami	C org. 0,0–0,5%, (średnio 0,1%), $CaCO_3$ przeważnie bliskie zera z wyłączeniem serii powstałych z rozcinania poziomu <i>calcic</i>
koluwia	-	uzależnione od cech osadów źródłowych	osady masywne niezagęszczone	odzwierciedlają cechy poziomu akumulacyjnego i eluwialnego lub iluwialnego gleby
diamiktony rolne	-	$M_z$ 2–4 phi, $\delta_1$ 2–3, $Sk_1$ dodatnia	osady bezstrukturalne zagęszczone	C org. średnio 1,18%, najwyższa koncentracja $Fe_2O_3$ , przeważnie 1–1,75%, odwapnione, za wyjątkiem poziomów które poddano wapnowaniu

**Diamiktony rolne** są geologicznym wskaźnikiem procesów denudacji agrotechnicznej. Zaznaczają się na stokach, które były poddane długotrwałej uprawie. W centralnej Polsce są one przeważnie piaszczyste, wysortowane bardzo słabo lub niewysortowane. Ich struktura jest zawsze masywna, co wynika z wielokrotnego mieszania osadu podczas orki i innych prac polowych. Są próchnicze, ciemne i bezwęglanowe, wykazują zwykle zagęszczenie (gęstość objętościowa do 2 g/cm<sup>3</sup>), co jest wynikiem silnego ubijania wierzchniej warstwy osadów podczas prac polowych, prowadzonych za pomocą ciężkich ciągników i maszyn rolniczych. Cechują się największym rozprzestrzeniem spośród osadów stokowych, z zastrzeżeniem, że występują tylko na terenach nachylonych, które były przydatne do uprawy. Największe miąższości diamiktonów rolnych (do niemal 2,5 m) stwierdzono w dnach łagodnie zarysowanych dolin denudacyjnych. Źródłem tak wydajnej i szybkiej

akumulacji diamiktonów rolnych były w takich przypadkach oba przeciwległe stoki dolin denudacyjnych, które zaorywano nieprawidłowo – zgodnie z ich nachyleniem.

Do wyjątków należą sytuacje, w których stwierdzano występowanie **koluwiów**, a więc osadów odpowiednich ruchów masowych. Ich rzadkie występowanie związane jest przede wszystkim z niewystarczającymi warunkami morfometrycznymi do powszechnego rozwoju osuwisk w centralnej Polsce. Koluwia są pod względem cech teksturalnych i strukturalnych podobne do diamiktonów rolnych, albowiem podczas ich powstawania przemieszczane były jedynie przypowierzchniowe warstwy gruntu, głównie wierzchnie poziomy gleb. Przemieszczenie przez powolne pełznięcie gruntu lub płytke osuwiska zachodziło bez bezpośredniego udziału człowieka, aczkolwiek zapewne na terenach wcześniej wylesionych.

## Chronologia przeobrażeń niecek i dolin denudacyjnych w okolicach Łodzi w holocenie

Pierwsze warstwy deluwiów na dnach dolin denudacyjnych pojawiły się około 3,5 tys. lat BP, w dolnej części stoku dużej doliny denudacyjnej w Dąbrówce Dużej (Wieczorkowska 1986, 1997). Przykryły one artefakty archeologiczne, najprawdopodobniej paleniska z węglami drzewnymi, datowane na  $4650 \pm 160$  (LOD 208) i  $3500 \pm 160$  lat BP (LOD 209). Faza wypełniania dolin denudacyjnych deluwiami glebowymi (Stochlak 1996) kontynuowała się w końcowej części subboreału oraz w fazach SA-1 i SA-2 subatlantyku (tab. 3). Zebrano stosunkowo liczne dowody (Twardy 2000, 2008a) akumulacji deluwiów na dnach dolin denudacyjnych, a także składania stożków deluwialnych u ich wylotu. Na stanowiskach Burzenin, Rogów VII, Strońsko, Brzeziny II, Borchówka i Kalonka deluwia datowano poprzez podścielające je gleby kopalne, a na stanowiskach Nowostawy, Ligota, Koziołki i Rogów (odsłonięcie 4) poprzez węgle drzewne z poziomów pożarowych (rys. 3, stadium II). Akumulacja neoholocentrycznych deluwiów w peryglacialnych nieckach i dolinach denudacyjnych jest powszechna, kontynuowała się ona przez ponad 3000 lat i ma

miejsce także obecnie, co dostrzegają Klatkova (1965). Neoholocentryczne deluwia, podobnie do gleb deluwialnych, nie zajmują jednak dużych arealów. Ich udział można szacować według Twardego (1999) na 2,77% ogółu powierzchni, a według Murasa (2003) na od 1,39 do 3,18%. Szczegółowo zbadana akumulacja deluwiów, analizowana wzdłuż biegu dużej doliny denudacyjnej pomiędzy Nowosolną a Wiączyniem (rys. 1), okazała się wyjątkowo nierównomierna (rys. 4, część „A”). Występuje tam szereg swoistych „basenów” sedymentacyjnych poprzedzielanych strefami, gdzie deluwiów jest zakumulowanych znacznie mniej. We wspomnianych basenach lokalnie zgromadziło się więcej deluwiów, co z jednej strony jest efektem ukształtowania formy denudacyjnej – przede wszystkim jej zmiennej głębokości i wahań szerokości jej dna, ale także rozmieszczenia miejsc, w których później doszło do intensywnej erozji wąwozowej. Pomimo niewielkich powierzchni zajmowanych przez deluwia, ich akumulacja przyczyniła się jednak do przeobrażeń morfologii form denudacyjnych. Uległy one spłyceniu, a ich profil poprzeczny zmienił się na łagodniejszy. W przypadku najbardziej miększej akumulacji deluwiów holocentrycznych w analizowanych formach wykształciły się partie płaskiego dna, co powoduje wyraźne zaznaczanie dolnej krawędzi stożków dolin denudacyjnych.

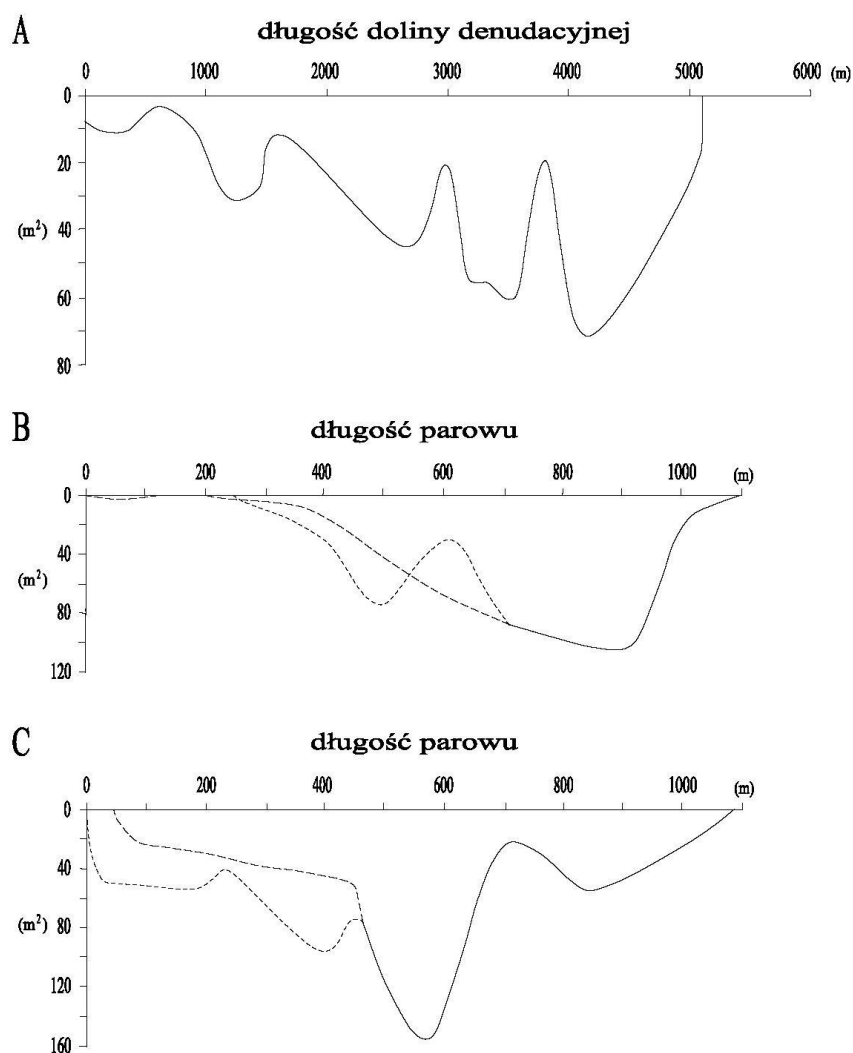
Tabela 3

Wyniki datowań holocentrycznych osadów wypełniających niecki i doliny denudacyjne oraz wąwozy (w latach konwencjonalnych BP)

Results of datings of Holocene deposits filling periglacial dells, periglacial valleys and gullies (in conventional years BP)

Akumulacja deluwiów i koluwiów w nieckach i dolinach denudacyjnych <i>Accumulation of deluvium and colluvium in periglacial valleys</i>			Rozwój wąwozów w nieckach i dolinach denudacyjnych <i>Development of gullies in periglacial dells and valleys</i>		
Nazwa stanowiska	Wynik datowania	Autor	Nazwa stanowiska	Wynik datowania	Autor
Burzenin	2940±50	Twardy (2008a)	Lipce Reymont.	1830±60	Twardy i in. (2004)
Rogów VII	2680±110	Twardy (2000)	Brzeziny I	1590±50	Twardy (2008a)
Strońsko	2590±50	Twardy (2008a)	Anielin-Lipka	1490±100	Twardy (1995)
Nowostawy	2250±110	Twardy (2008a)	Michałów	940±100	Twardy (1995)
Brzeziny II	2230±100	Twardy (2008a)	Rogów IV	790±90	Twardy (2000)
Ligota	2050±50	Twardy (2008a)	Anielin-Lipka	570±80	Twardy (1995)
Borchówka	1970±100	Twardy (2000)	Anielin-Lipka	480±70	Twardy (1995)
Kalonka	1940±120	Twardy (2000)	Brzeziny 2	460±80	Twardy (1995)
Koziołki	1070±50	Twardy (2008a)	Brzeziny 1	390±90	Twardy (1995)
Rogów, odsłonięcie 4	poniżej 200	Twardy (2008a)	Rogów, odsłonięcie 2	380±80	Twardy (1995)





Rys. 4. Zmiany objętości holoceneskiego wypełnienia dużej doliny denudacyjnej Nowosolna–Wiączyń (A) wzdłuż jej biegu i zmiany objętości parowu zachodniego w Anielinie–Lipce (B) i parowu w Brzezinach (C) na tle ich długości

liniami przerywanymi oznaczono poszczególne ramiona (odnogi) parowów

Fig. 4. Changes in the bulk of the Holocene infill of the large periglacial valley Nowosolna–Wiączyń (A) along its course and changes in the bulk of the western gully in Anielin–Lipka (B) and the gully in Brzeziny (C) against their length

dashed lines indicate the individual branches of gullies

Na następny ważny etap przeobrażeń niecek i dolin denudacyjnych miała wpływ erozja wąwozowa, która pojawiła się w okolicach Łodzi w fazach SA–2 i SA–3 okresu subatlantyckiego. W strefie krawędziowej Wzniesień Łódzkich, w terenie ukazany sygnaturą 2 na rys. 1, można wyróżnić około 200 form wąwozowych, które obecnie osiągnęły stadium parowów. Ogólna długość parowów wynosi 32,1 km (Twardy 1995), z czego 37% rozcina dna i stoki interesujących nas dolin denudacyjnych. Przeważają roz-

cięcia w dużych dolinach denudacyjnych (28%), rozcinanie małych dolin i niecek denudacyjnych następowało znacznie rzadziej i wynosiło odpowiednio 5 i 4% przypadków. W najbardziej nas interesujących dużych dolinach denudacyjnych parowu rozcinały niemalże równie często stoki tych dolin (54,5%), co osiowe części ich den (46,5%). Rozcinanie osi dużych dolin denudacyjnych częściej występowało w ich środkowym odcinku (44% przypadków) niż w odcinkach dolnym i górnym (po 28% przypadków). Średnia

gęstość parowów wynosi 0,073 km/km<sup>2</sup>, jest zatem około 13 razy mniejsza niż średnia gęstość niecek i dolin denudacyjnych (por. tab. 1). Trzeba jednak pamiętać, że lokalnie gęstość najlepiej rozwiniętych systemów parowów, na przykład parowów w Anielinie-Lipce lub w Brzezinach (rys. 1), jest wielokrotnie większa i wynosi odpowiednio 4,62 i 4,03 km/km<sup>2</sup>. W okolicach Łodzi występują dwa rodzaje parowów – odpowiedniki wyróżnionych przez Sobolewa (1948) parowów typu dolinnego (ros. *donnyje owragi*) i typu zboczowego (ros. *bieriegowyye owragi*), brak natomiast parowów typu wierzchołkowego. Parowy dolinne cechują się objętościami około 100 000 m<sup>3</sup>, łączną długością ramion wynoszącą kilka kilometrów, V-kształtnym profilem o charakterze wciosu w górnych odcinkach i profilem skrzynkowym poniżej. Parowy zboczowe są o rząd wielkości mniejsze, ich objętość nie przekracza 12 000 m<sup>3</sup>. Objętość parowów dolinnych waha się wraz z ich biegiem (rys. 4, części „B” i „C”), co wskazuje na ich charakterystyczną „paciorkowatą” postać. Najprawdopodobniej na wczesnych etapach swego rozwoju były one formami nieciągłymi, inaczej schodowymi (ang. *discontinuous gully* – Leopold i in. 1964), a reminiscencją ich nierównomiernego rozwoju jest kaskadowe ułożenie odcinków o zróżnicowanej objętości.

Z zebranych danych wnika, że zapoczątkowanie erozji wąwozowej na Wzniesieniach Łódzkich (rys. 3, stadium IV) nastąpiło 1830±60 lat BP (LOD 877), co udało się uchwycić na stanowisku Lipce Reymontowskie (Twardy i in. 2004). Faza intensywnego rozcinania i powiększania się wąwozów (rys. 3, stadium V), odnotowana w zespołach parowów w Anielinie-Lipce i Brzezinach oraz w Michałowie i Rogowie IV, może być odnoszona do średniowiecza. Akumulacja na dnach parowów (rys. 3, stadium VI) była niemal synchroniczna z poprzednim stadium (V). Jest zapisem wydłużania się ramion wąwozów i przestrzennego rozwoju procesów erozji wąwozowej w ich zlewniach. Złożyły się na to zazębiające się ze sobą czynniki naturalne – przede wszystkim paleoklimatyczne, na przykład fluktuacje klimatu na początku małej epoki lodowej, a także czynniki antropogeniczne. Dochodziło wówczas do szybkiego powiększania się liczby ludności, wzrostu gęstości zaludnienia (Papińska 2002), przemian w organizacji rolnictwa i jego technicznym wyposażeniu, nazywanym rewolucją agrarną, oprócz tego następował szybki rozwój miast i towarzyszącej im wytwórczości. Gwałtownie rosło zapotrzebowanie na

rozmaite surowce, opał i budulec. Dochodziło zatem do obszernych karczunków lasów, indukowanych także zapotrzebowaniem na ziemię uprawną, niezbędną do wyżywienia dynamicznie przyrastającej liczby ludności miejskiej. Splot czynników naturalnych i antropogenicznych doprowadził do wzrostu aktywności procesów rzeźbotwórczych i wywoływał reakcję w geosystemach stokowych (Starkel 2005; Twardy 2005, 2008b, 2015). Przemiany rzeźby parowów zachodziły również w okresie nowożytnym, co stwierdzono na stanowiskach w Brzezinach 1 i 2 oraz w Rogowie (tab. 3).

W ostatnim 200-leciu (Twardy, Klimek 2008) przemianami morfologii niecek i dolin denudacyjnych w znacznym stopniu sterował już człowiek. Szczególnego znaczenia nabrały wspomniane w poprzednim rozdziale procesy denudacji agrotechnicznej, związane z mechaniczną uprawą ziemi. Doprowadziły one do bardzo dynamicznych zmian rzeźby świeżo wyciętych parowów (rys. 3, stadium VIII) i peryglacialnych form denudacyjnych. Geologicznym świadectwem tych procesów są masywne, silnie próchnicze diamiktony rolne (Twardy 2003). Ze względu na wielokrotne wymieszanie tworzącego je materiału występują trudności z datowaniem metodami radiometrycznymi. Wynik analizy <sup>14</sup>C próbki gleby z podłoża 2-metrowej miąższości diamiktonu rolnego w Burzeninie (tab. 3) wyniósł mniej niż 200 lat BP. Podobne wyniki dla tej kategorii osadów opublikowali Sinkiewicz (1998) i Szpikowski (2010). Procesy denudacji agrotechnicznej lokalnie doprowadziły do znacznego wypłycenia małych form denudacyjnych, zatarcia krawędzi form erozyjnych, złagodzenia stoków, a także do powstania progów, nazywanych także skarpami rolnymi, które rozwinęły się na granicach polno-leśnych i krawędziach pól uprawnych. W szczególnych przypadkach, przy niewłaściwej organizacji terenów rolnych i ich długotrwałej uprawie, małe formy denudacyjne uległy zupełnej niwelacji i przestały zaznaczać się w ukształtowaniu terenu, co opisano na nadwarciańskim stanowisku Brodnia (Twardy 2008a). Podobnie, część mniejszych i płytszych parowów stała się formami kopalnymi. Tak szybką ewolucję stosunkowo drobnych form erozyjnych udokumentowano na stanowiskach Rogów IV (Twardy 2000) oraz Brzeziny I i II (Twardy 2008a).

Podkreślić należy, że istnieją różnice regionalne okresów rozwoju wąwozów w Polsce. Zapoczątkowanie erozji wąwozowej w pasie wyżynnym było związane z kolonizacją przez

pradziejowe społeczności rolnicze obszarów o żyznych i urodzajnych oraz łatwych do uprawy glebach nalessowych. Powstawanie wąwozów może być tam odnoszone do okresu neolitu i wiązane przede wszystkim z działalnością przedstawicieli kultury pucharów lejkowatych (Śnieszko 1995; Kruk i in. 1996). Wąwozy lessowe Polski południowo-wschodniej rozwijały się w kilku fazach – neolitycznej (np. wąwóz w Kolonii Celejów – 5820±150 lat BP, por. Rodzik 2010), wczesnej epoki brązu (np. wąwóz w Dołach Podmularskich – 3578±21, 3410±35, 3240±113 i 3228±32 lat BP, por. Dotterweich i in. 2012) oraz średniowiecznej i okresu nowożytnego (np. wąwóz w Jedlicznym Dole – 714±25, 388±23 i 385±21 lat BP, por. Schmitt i in. 2006). Swego rodzaju wspólnym mianownikiem w rozwoju wyżej wymienionych systemów wąwozowych jest faza średniowieczna, której początek może być odnoszony do wczesnego średniowiecza (1122±21 lat BP – stanowisko Doły Podmularskie), pełnego średniowiecza (714±25 lat BP – stanowisko Jedliczny Dół) oraz późnego średniowiecza (XV wiek – stanowisko Kolonia Celejów).

Z obszaru Polski niżowej nieco więcej danych o rozwoju wąwozów pochodzi z Pojezierza Suwalskiego (Smolska 2005). Zapoczątkowanie rozwoju wąwozu w Stańczykach nastąpiło 3500±150 lat BP, natomiast rozwój wąwozu w Udziejku Górnym rozpoczął się wyraźnie później (2240±100 lat BP). Procesy erozji wąwozowej na tym terenie kontynuowały się także w średniowieczu – w jego wczesnej części (1310±70, 890±90 i 690±60 lat BP) oraz w późnym średniowieczu (480±90 lat BP).

Z przytoczonych danych wynika, że wąwozy centralnej Polski są formami stosunkowo młodymi. W opinii autora impuls do ich rozwoju dały przemiany środowiskowe wygenerowane dopiero przez przedstawicieli kultury przeworskiej – jednej z ostatnich kultur pradziejowych. Społeczności kultury przeworskiej uważane są za prężne i ekspansywne, nastawione na zdecydowaną eksploatację środowiska (Godłowski 1983, 1985; Skowron 2012), która była lokalnie drastyczna i prowadziła do radykalnych zmian środowiskowych (Woyda 2002).

## **Podsumowanie**

Ewolucja niecek i dolin denudacyjnych powstałych w okolicach Łodzi miała swoją kontynuację w holocenie. Wraz ze zmianą klimatu

z peryglacjalnego na umiarkowany procesy rzeźbotwórcze przemodelowujące vistuliańskie formy denudacyjne uległy pewnym przemianom, zarówno jakościowym jak i w aspekcie ich intensywności. Nadal występowało splukiwanie rozproszone i skoncentrowane, które w młodszej części subboreału i w neoholocenie prowadziło do wypełniania niecek i dolin denudacyjnych seriami próchnicznych deluwiów antropogenicznych. W nieckach i dolinach denudacyjnych wyraźnie zaznaczyły się efekty epizodycznych, gwałtownych wpływów wód pochodzących przede wszystkim z ulew i wydajnych roztopów. Skoncentrowane spływy powierzchniowe o wysokiej energii doprowadziły do wycięcia wąwozów w peryglacjalnych formach denudacyjnych. Blisko 2000 lat kształtowania się wąwozów spowodowało, że większość z nich osiągnęła obecnie stadium dojrzałe – przekształciły się w parowy o ustabilizowanych stokach i dnie. W nielicznych sytuacjach, szczególnie w przypadku mniejszych i płytszych parowów położonych w strefach gdzie procesy erozji i denudacji były wyjątkowo nasilone i długotrwałe, doszło do ich zupełnego zatarcia i stały się one formami kopalnymi. W ciągu ostatnich kilkuset lat w nieckach i dolinach denudacyjnych zaznaczyły się także procesy rzeźbotwórcze, które nie występowały wcześniej. Była to denudacja agrotechniczna, zachodząca wyłącznie przy aktywnym udziale człowieka, która opiera się na energii dostarczanej do systemu stokowego w sposób sztuczny – pochodzi ona przede wszystkim z pracy maszyn rolniczych podczas uprawy ziemi.

Należy podkreślić, że holocenijska kontynuacja ewolucji niecek i dolin denudacyjnych zachodzi przez ostatnie 3,5 tys. lat w warunkach antropopresji. Człowiek przez swoją gospodarkę indukuje procesy geomorfologiczne i bezpośrednio lub tylko pośrednio wpływa na ich dynamikę, bardzo często przyczyniając się do przyspieszenia ich działania. Tereny Polski Środkowej są najczęściej postrzegane jako niezagrożone denudacją i erozją, w związku z czym procesów niszczących, w tym procesów stokowych, nie kontroluje się ani im nie zapobiega. Do rzadkości należą sytuacje, w których na drodze prac inżynierskich niweluje się skutki nasilonego splukiwania czy erozji wąwozowej. Te niejednokrotnie drobne efekty działania denudacji i niewielkie zmiany rzeźby koncentrują się i potęgują w sieci niecek i dolin denudacyjnych o vistuliańskich korzeniach, co powoduje, że efekty holocenijskiego cyklu rzeźbotwórczego są tam stosunkowo łatwo zauważalne.

## Literatura

- Balwierz Z. 2010. Analiza pyłkowa osadów torfowiska Żabieniec. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.) *Torfowisko Żabieniec – warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 179-190.
- Dotterweich M., Rodzik J., Zgłobicki W., Schmitt A., Schmidtchen G., Bork H-R. 2012. High resolution gully erosion and sedimentation processes, and land use changes since the Bronze Age and future trajectories in the Kazimierz Dolny area (Nałęczów Plateau, SE-Poland). *Catena* 95: 50-62.
- Dylik J. 1971. Województwo ze stolicą bez antenatów. ŁTN, Łódź: 1-188.
- Godłowski K. 1983. Człowiek a środowisko w okresie lateńskim, rzymskim i wędrówek ludów. W: J. Kozłowski, S. Kozłowski (red.) *Człowiek i środowisko w pradziejach*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa: 286-308.
- Godłowski K. 1985. Przemiany kulturowe i osadnicze w południowej i środkowej Polsce w młodszym okresie przedrzymskim i w okresie rzymskim. *Prace Kom. Archeolog.*, 23, Ossolineum, Wrocław-Warszawa: 1-213.
- Janicki G. 2016. System stoku zmywowego i jego modelowanie statystyczne – na przykładzie Wyżyn Lubelsko-Wołyńskich. Wyd. UMCS, Lublin: 1-308.
- Kittel P. 2013. Slope and river inorganic deposits as indicators of marked human impact, in the light of research in the Ner River basin (central Poland). *Archaeologia Polona* 49: 71-86.
- Klatkova H. 1954. Niecki korazyjne w okolicach Łodzi. *Biuletyn Peryglacjalny* 1: 69-75.
- Klatkova H. 1958. Studium morfodynamiczne pewnego wąwozu w Górach Świętokrzyskich. *Acta Geographica Lodziensia* 8: 99-194.
- Klatkova H. 1961. Problemes de l'origine et de l'age des valles en berceau. INQUA VI-th Congress, Warszawa-Łódź, Poland, August-September 1961. Abstract of papers, suppl., PWN: 18-19.
- Klatkova H. 1964. Phases of dry valleys and dells development during the last cold period. 20-th International Geographical Union Congress, London 1964. Abstract of papers, suppl.: 16.
- Klatkova H. 1965. Niecki i doliny denudacyjne w okolicach Łodzi. *Acta Geographica Lodziensia* 19: 1-144.
- Klatkova H. 1984. Osady depozycji naśnieżnej późnego vistulianu. *Acta Geographica Lodziensia* 50: 51-72.
- Klatkova H. 1989a. Postwarciańskie kształtowanie górnych odcinków dolin. Przykłady z Wyżyny Łódzkiej. *Acta Geographica Lodziensia* 59: 61-74.
- Klatkova H. 1989b. The incorporation of closed depressions into the open erosional system as one of the models of head valley stretch fashioning in the Vistulian. *Quaestiones Geographicae*, Spec. Issue 2: 83-91.
- Klatkova H. 1990. Występowanie eemskich osadów organicznych i uwagi o paleomorfologii środkowej Polski u schyłku warty i podczas eemu. *Acta Geographica Lodziensia* 61: 8-18.
- Klatkova H. 1997. Zagłębienia bezodpływowe w Polsce Środkowej i przydatność analizy ich wypełnień do interpretacji paleogeograficznych. *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica* 1: 23-45.
- Kruk J., Alexandrowicz S., Milisaukas S., Śnieszko Z. 1996. Osadnictwo i zmiany środowiska naturalnego wyżyn lessowych. Studium archeologiczne i paleogeograficzne nad neolitem w dorzeczu Nidzicy. Inst. Arch. i Etnogr. PAN, Kraków: 1-140.
- Krzemiński T. 1989. Powiązania form dolinnych środkowej Polski z obiegiem wody w małych zlewniach. *Acta Geographica Lodziensia* 59: 95-119.
- Kurnatowski S. 1966. Przemiany techniki uprawy roli w czasach między epoką brązową i wczesnym średniowieczem, a rozmieszczenie stref zasiedlenia. *Studia z Dziejów Gospodarstwa Wiejskiego* 8: 92-99.
- Leopold L., Wolman M., Miller J. 1964. Fluvial processes in geomorphology. W.H. Freeman & Co., S-F, London.
- Majecka A., Balwierz Z., Forysiak J., Twardy J. w druku. Eemian and Vistulian (Weichselian) development of the meltout depression on the watershed between the Mroga and Mrożyca Rivers (Central Poland) based on lithological and pollen analysis. *Quaternary International*.
- Muras M. 2003. Powierzchniowe występowanie vistuliańskich i holocenijskich serii stokowych i rzecznych na wschodnim (dorzecze Rawki) i zachodnim (dorzecze Warty) obrzeżeniu Wyżyny Łódzkiej. Maszynopis pracy magisterskiej, Katedra Geomorfologii i Paleogeografii, WNG UŁ, Łódź: 1-95.
- Papińska E. 2002. Wpływ antropopresji na przemiany środowiska geograficznego województwa łódzkiego (w granicach z lat 1975-98). *Acta Geographica Lodziensia* 81: 1-172.
- Rodzik J. 2010. Influence of land use on gully system development (case study: Kolonia Celejów loess catchment). W: J. Warowna, A. Schmitt (red.) *Human impact on upland landscapes of the Lublin region*. Kartpol, Lublin: 195-209.
- Schmitt A., Rodzik J., Zgłobicki W., Russok Ch., Dotterweich M., Bork H-R. 2006. Time and scale of gully erosion in the Jedliczny Dol gully system, south-east Poland. *Catena* 68: 124-132.
- Sinkiewicz M. 1989. Zmiany rzeźby terenu Pojezierza Kujawskiego pod wpływem procesów sto-

- kowych. *Studia Societatis Scientiarum Torunensis*, C, 9, 6: 1-104.
- Sinkiewicz M. 1995. Przeobrażenia rzeźby terenu i gleb w okolicy Biskupina wskutek denudacji antropogenicznej. W: W. Niewiarowski (red.) *Zarys zmian środowiska geograficznego okolic Biskupina pod wpływem czynników naturalnych i antropogenicznych w późnym glacie i holocenie*. Ofic. Wyd. „Turpres”, Toruń: 247-297.
- Sinkiewicz M. 1998. Rozwój denudacji antropogenicznej w środkowej części Polski północnej. Wyd. UMK, Toruń: 1-103.
- Skowron J. 2012. Z badań nad specyfiką kulturową strefy zasiedlenia dorzecza Bzury w młodszym okresie przedrzymskim i okresie rzymskim. *Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi, Seria Archeologiczna* 45: 93-136.
- Smolska E. 2005. Znaczenie spłukiwania w modelowaniu stoków młodoglacjalnych (na przykładzie Pojezierza Suwalskiego). WGiSR UW, Warszawa: 1-146.
- Sobolew S.S. 1948. Razwitiye erozjonnych procesow na tieritorji jewropiejской czasti SSSR i borba s nimi. Izd. Akad. Nauk SSSR, 1. Moskwa-Leningrad: 1-308.
- Starkel L. 2005. Anthropogenic soil erosion since the Neolithic in Poland. *Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl.-Bd.* 139: 189-201.
- Stochlak J. 1996. Osady deluwialne – nieodłączny efekt procesu spłukiwania i propozycja ich podziału. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją”, Prace Naukowe, t. 2, Puławy: 111-132.
- Szpikowski J. 2010. Antropogeniczne przekształcenia rzeźby zlewni Perznicy w neoholocenie (Pojezierze Drawskie, dorzecze Parsęty). Wyd. Nauk. UAM, Poznań: 1-210.
- Śnieszko Z. 1995. Ewolucja obszarów lessowych Wyżyn Polskich w czasie ostatnich 15 000 lat. *Prace Naukowe Uniw. Śl.* 1107: 1-124.
- Teisseyre A. K. 1991. The deluvial (slopewash) system: A proposal. *Bulletin of Polish Academy of Sciences, ser. Earth Sci.* 39 (4): 381-388.
- Twardy J. 1995. Dynamika denudacji holocenskiej w strefie krawędziowej Wyżyny Łódzkiej. *Acta Geographica Lodziensia* 69: 1-213.
- Twardy J. 1999. Obraz deluwii holocenskich na Szczegółowej Mapie Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Materiały XLVIII Zjazdu PTG, Łódź, t. 2: 158-161.
- Twardy J. 2000. Deluwia neholocenskie – przykłady z Wyżyny Łódzkiej. *Acta Geographica Lodziensia* 78: 135-173.
- Twardy J. 2003. Cechy sedimentologiczne neholocenskich osadów stokowych na Wyżynie Łódzkiej i ich wartość interpretacyjna. *Prace i Studia Geograficzne* 33: 25-44.
- Twardy J. 2005. Gully erosion in middle Poland. W: J. Rejman, W. Zglobicki (red.) *Human impact on sensitive geosystems*. UMCS, Lublin: 129-142.
- Twardy J. 2008a. Transformacja rzeźby centralnej części Polski Środkowej w warunkach antropopresji. Wyd. UŁ, Łódź: 1-292.
- Twardy J. 2008b. Fazy transformacji rzeźby środkowej Polski w warunkach antropopresji w świetle badań geosystemów eolicznych, stokowych i rzecznych. *Landform Analysis* 9: 324-328.
- Twardy J. 2009. Bezpośredni zapis działalności gospodarczej człowieka w osadach stokowych i eolicznych w centralnej Polsce. „Środowisko-Człowiek-Cywilizacja”, t. II, Poznań: 323-328.
- Twardy J. 2011. Influence of man and climate changes on relief and geological structure transformation in central Poland since the Neolithic. *Geographia Polonica* 84, Spec. Issue 1: 163-178.
- Twardy J. 2013. Pradziejowa kolonizacja małych dolin rzecznych środkowej Polski i jej konsekwencje dla rozwoju rzeźby. *Landform Analysis* 24: 97-106.
- Twardy J. 2015. Reakcja geogenicznych składowych środowiska centralnej Polski na antropopresję i zmiany klimatu w średniowieczu. *Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi, Seria Archeologiczna* 46: 313-335.
- Twardy J., Klimek K. 2008. Współczesna ewolucja strefy staroglacjalnej Niżu Polskiego. W: L. Starkel, A. Kostrzewski, A. Kotarba, K. Krzemień (red.) *Współczesne przemiany rzeźby Polski*. SGP, IGI PAN, IGI GP UJ, Kraków: 229-270.
- Twardy J., Kamiński J., Moszczyński J. 2004. Zapis gospodarczej i osadniczej działalności człowieka z okresu lateńskiego i rzymskiego w formach i osadach Polski Środkowej. W: D. Abłamowicz, Z. Śnieszko (red.) *Zmiany środowiska geograficznego w dobie gospodarki rolno-hodowlanej. Studia z obszaru Polski*. Muz. Śląskie w Katowicach, Stow. Nauk. Archeol. Polskich, O/ Katowice, Katowice: 197-221.
- Twardy J., Forysiak J., Żurek S. (red.). 2010. Torfowisko Żabieniec – warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 1-214.
- Twardy J., Forysiak J., Kittel P. 2014. Evolution of vegetation, relief and geology in Central Poland under anthropopressure. W: E. Kobojeck, T. Marszał (red.) *Origin and relief of Central Poland and its anthropogenic transformation*. Łódź University Press: 57-94.
- Wieczorkowska J. 1986. Efekty spłukiwania wistulianskiego i holocenskiego na krawędzi Wy-

- żyny Łódzkiej. Streszczenia referatów II Zjazdu Geografów Polskich w Łodzi: 27-28.
- Wieczorkowska J. 1997. Przykłady parowów na krąwędzi Wyżyny Łódzkiej. *Acta Geographica Lodziensis, Folia Geographica Physica* 1: 258-261.
- Woyda S. 2002. Źródło żywiołów. Mazowieckie Centrum Metalurgiczne z czasów Imperium Rzymskiego (I wiek p.n.e. – IV wiek n.e.). *Archeologia Żywa* 1: 7-13.
- Zaslavskij M.N. 1978. Erozja počv. Izdat. "Mysl", Moskwa.

## Summary

The paper presents the Holocene continuation of the development of periglacial dells and valleys which are now dry, investigated by Professor H. Klatkova in the 50s and 60s of last century (Fig. 1, signatures 1 and 4). The first two chapters show the contributions of the above-mentioned author in the knowledge of the evolution of these denudation forms, summarized in the paper titled "Denudation dells and valleys in the vicinity of Łódź", published in 1965 in volume no 19 of this journal. The main sedimentary series which refer chronologically to the late stage of the Saalian Glaciation, Eemian Interglacial, Vistulian up to the Vistulian/Holocene transition were recalled. In addition, the concept of the transformation of closed denudation systems (depressions without outlet) into open denudation systems (denudation valleys), published by

H. Klatkova at the turn of the 80s and 90s was discussed and illustrated (Fig. 2).

Against the background of Prof. H. Klatkova's achievements the results the author's own research on Holocene deposits filling periglacial dells and valleys and the gullies dissecting them are presented. Three main stages of the Holocene transformation of periglacial denudation forms were distinguished (Fig. 3): 1) filling up of dells and valleys with sandy and silty delluvium originating due to soil erosion under human impact (cf. Fig. 3, section III); 2) dissecting of dells and valleys through Neoholocene gullies (cf. Fig. 3, sections IV-VII); 3) further transformation of denudation forms and gullies due to tillage erosion (cf. Fig. 3, section VIII). The four main series of deposits filling denudation forms were characterized (Tab. 2) as well as their Neoholocene age, which was established (Tab. 3). These series are as follow:

- a) widespread delluvium (Fig. 3, signature d) which originated from slopewash and soil erosion in the stage 1;
- b) rare colluvium which resulted from mass movements also in stage 1;
- c) gully erosion deposits which are usually coarse-grained (Fig. 3, signatures e and f), formed during dissection of dells valleys in stage 2;
- d) tillage diamictons (Fig. 3, signature g) which are geological proofs of tillage erosion processes, intensively developing in stage 3.