

Ireneusz Wróbel*

3. ZMIENIAJĄCE SIĘ KRAJOBRAZY

Streszczenie

Eksploatacja surowców mineralnych w rejonie tzw. Łuku Mużakowa w XIX i XX wieku, spowodowała zniszczenie na dużych przestrzeniach:

- szaty roślinnej i gleby,*
- pierwotnej rzeźby powierzchni terenu,*
- pierwotnych stosunków wodnych w zakresie spływu powierzchniowego i podziemnego.*

Pojawiły się dwa nowe elementy krajobrazu:

- pojezierze antropogeniczne w wyniku powstania 39 akwenów poeksploatacyjnych,*
- „księżycowe krajobrazy” - na obszarach hałdowania utworów nieprzydatnych dla gospodarki.*

Na terenach przekształconych - pod wpływem współczesnych geodynamicznych czynników zewnętrznych - rozwinęły się procesy erozji i akumulacji wodnej oraz zjawiska eoliczne, które tworzą nowe, ciekawe krajobrazy. Współczesne procesy morfogenetyczne dokumentują 52 fotogramy Pana Jerzego Mendaluka.

THE CHANGING LANDSCAPES

Summary

The exploitation of mineral resources in the region of Mużakow Arch in XIX and XX century caused land destruction on large areas.

The destructive processes affected:

- plant cover and soil,*
- the primary land relief,*

* dr inż. Ireneusz WRÓBEL - Politechnika Zielonogórska

- *the primary water conditions, especially the surface and underground run-off.*

Two new landscape elements appeared:

- *an anthropogenic lakeland as a consequence of formation of 39 excavation sea areas,*
- *„moon-like landscapes” on the dumping area.*

Under the actually proceeded geodynamical exogenic factors on the deformed areas processes of water erosion, wind erosion and sediment accumulation accrued. New, interesting landscapes have been formed. The contemporaneous morphogenetic processes are performed in 52 photogrammes by Jerzy Mendaluk.

3.1. Zmiany w ukształtowaniu terenu spowodowane eksploatacją surowców mineralnych

Nasuujące się na Niz Europejski lądolody skandynawskie rozpoczęły nowy plejstocenijski cykl krajobrazowy, który należy rozumieć jako zespół zdarzeń ważnych dla współczesnej rzeźby również na obszarze tzw. Łuku Mużakowa. Pomimo, że cykl ten trwał zaledwie około 3 mln lat (Stankowski W, 1976) od schyłku pliocenu (od pierwszego poważnego ochłodzenia klimatu) po holocen (patrz tabela 1), to przebiegające wtedy procesy były decydujące dla ukształtowania ostatecznej rzeźby powierzchni w badanym rejonie.

W wyniku naporu lądolodów plejstocenijskich na pliocenijskie podłoże geologiczne, zalegające na znacznych głębokościach (100-200 m) w osadach miocenu węgle brunatne i piaski szklarskie oraz ility ceramiczne miocenu i pliocenu zostały zaburzone w swoim pierwotnym ułożeniu i wydzwignięte ku powierzchni (ryc. 2). Powstały w ten sposób tak zwane glacitektoniczne struktury fałdowe, fałdowo-luskowe i porwakowe. Taki układ przestrzenny warstw poziomów trzeciorzędowych, zawierających kopaliny użyteczne, pozwolił na stosunkowo łatwe udokumentowanie zasobów złóż węgla brunatnych, piasków szklarskich, iłów ceramicznych oraz stworzył dogodne warunki techniczno-ekonomiczne dla rozpoczęcia przemysłowego wydobycia tych kopaliny. Eksploatacja złóż surowców mineralnych w rejonie Łuku Mużakowa powodowała zmiany w krajobrazie, jaki został ukształtowany u schyłku plejstocenu (po

ustąpieniu lądolodów) oraz w holocenie. Na znacznych przestrzeniach (ryc. 3) zniszczeniu uległy:

- szata roślinna a przede wszystkim bory sosnowe wraz z warstwą gleby,
- pierwotna rzeźba powierzchni terenu, powstały zwałowiska nakładu oraz zbiorniki wodne zwane jeziorami antropogenicznymi,
- stosunki wodne w zakresie spływu powierzchniowego oraz stosunki hydrogeologiczne, przez nacięcie i w następstwie wymieszanie się wód, różnych pod względem stratygraficznym poziomów wodonośnych.

Na obszarach przekształconych pod wpływem geodynamicznych czynników zewnętrznych, rozwinęły się procesy erozji i akumulacji wodnej oraz zjawiska eoliczne, które na badanych obszarach tworzą nowe, ciekawe krajobrazy. Kolejnym etapem przekształcania powierzchni terenu jest próba zagospodarowania obszarów zdewastowanych a w szczególności zwałowisk skały płonej i obrzeży nowo powstałych zbiorników wodnych nazywanych także jeziorami burowęglowymi.

Na krajobraz pojezierza składają się dwa zasadnicze elementy: zagłębienia wypełnione wodą oraz piętrzące się hałdy.

Zbiorniki wodne

Pozostałością po dawnej eksploatacji węgla brunatnego, itów i glin ceramicznych oraz piasków szklarskich są hałdy piasków i pyłów brunatnych z nakładu oraz liczne bezodpływowe lub włączone do obiegu wodnego zbiorniki wód powierzchniowych. Budowa geologiczna i stosunki hydrogeologiczne rejonu warunkowały sposób prowadzenia eksploatacji surowców mineralnych. Węgiel brunatny wydobywano sposobem odkrywkowym lub podziemnym, a niekiedy obydwoma sposobami łącznie.

Sposób eksploatacji i budowa geologiczna warunkują genezę, kształt i wielkość powstających zbiorników wodnych. W przypadku eksploatacji podziemnej powstają w pierwszej kolejności niecki zapadliskowe wypełnione w pierwszym okresie wodami atmosferycznymi, a w przypadku dalszego obniżania się dna zapadliska, po zetknięciu się z wodami podziemnymi również tymi wodami. W wielu regionach Ziemi Lubuskiej na obszarach pokopalnianych procesy zapadliskowe trwają nadal. Są to procesy powolne lub też gwałtowne. O skomplikowanych

układach hydrogeologicznych w strefie Łuku Mużakowa dowodzi również bliskie sąsiedztwo form zapadliskowych, z których jedno jest suche, a drugie zawadnione, pomimo położenia na tym samym poziomie. Zapadliska suche tworzą najczęściej korytowe obniżenia z ciągami lejów zapadliskowych pośrodku.

Wypełnione wodą zapadliska podłużne i zagłębienia końcowe po odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego spowodowały, że w obrębie Łuku Mużakowa i w jego otoczeniu stwierdzić można powstanie swoistego „pojezierza antropogenicznego” (Kozacki L. 1978). Pojezierze to ciągnie się wzdłuż wyniesienia morfologicznego od Łęknicy do Tuplic. Wyróżnić tu można trzy oddzielne skupiska jezior.

W południowej części pojezierza, na NE od Łęknicy znajduje się łącznie 39 zbiorników wodnych wśród których jeden zbiornik posiada powierzchnię 15,07 ha, 4 zbiorniki posiadają powierzchnię 6 do 7 ha, 9 ma powierzchnię około 1 ha. Pozostałe to zbiorniki małe o powierzchni około 0,25 ha.

Na omawianym obszarze L. Kozacki (1978) wydzieliła trzy podstrefy: środkową składającą się z powierzchni wodnych zajmujących obniżenia o złożonej genezie, zapadliskowo-wyrobiskowej oraz podstrefy południową i północną gdzie przeważają zbiorniki wodne powstałe w zagłębieniach typu wyrobiskowego. Ogólna orientacja osi wydłużenia zbiorników wodnych zmienia się z południkowej na północny wschód - południowy zachód, co ściśle wiąże się z orientacją Łuku Mużakowa. Dla południowej części pojezierza antropogenicznego (rejon Łęknicy), Wojewódzki Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Zielonej Górze w latach 1974-1976 wykonał pierwsze wskaźnikowe analizy fizyczno-chemiczne (tab.3). Cechą charakterystyczną większości jezior burowęglowych jest brak płytkich partii przybrzeżnych, strome zbocza i dna nierówne (fot. 4, 5, 6). Wokół niektórych zbiorników obserwuje się współczesne procesy tworzenia się wąskich piaszczystych plaż (fot. 7). Następne zgrupowanie jezior antropogenicznych występuje na południe od Trzebiela i Kamienicy. L. Kozacki (1978) zinwentaryzował tu 33 „jeziorka” w nieckach zapadliskowych podłużnych, przeważnie w grzbietowej części Łuku Mużakowa - na wysokości ponad 150 m n.p.m., co jest ewenementem. Wielkość powierzchni wodnych waha się od kilkuset metrów kwadratowych do około 3,5 ha. Wspólną cechą tych zbiorników wodnych jest posiadanie stromych i wysokich brzegów.

Czystość wody jest zróżnicowana o czym świadczy jej barwa - często rdzawo - brunatna i obumieranie roślinności na brzegach.

Na południe i południowy-wschód od Tuplic znajduje się trzecia strefa 29 jezior. Są to zbiorniki wodne wydłużone w większości przypadków zawierające wody o dużej przezroczystości. Będą to w większości zbiorniki powstałe w wyrobiskach po wyeksploatowaniu surowców ceramiki budowlanej i kruszywa naturalnego. W zbiornikach antropogenicznych powstałych po wyeksploatowaniu węgla brunatnego wody są z reguły mniej przezroczyste, wykazują rdzawo-brunatne zabarwienie i niskie wartości pH od 2,2 do 3,4 (tab.3).

Specyfiką wód jezior burowęglowych jest występowanie siarczanu żelazawego (FeSO_4). Związek ten hydrolizując i pobierając tlen tworzy między innymi wolny kwas siarkowy. Zasadowość wód jest niewystarczająca do zobojętnienia powstającego kwasu siarkowego, wobec tego wody jezior burowęglowych są silnie kwaśne.

Powyższe procesy geochemiczne są przyczyną utrudniającą wykorzystanie i zagospodarowanie jezior burowęglowych. W przybrzeżnych partiach niektórych zbiorników można zauważyć znaczne ilości ochry żelazowej, będącej produktem hydrolizy siarczanu żelazawego. Tworzy ona duże „płaty” barwiące wodę na kolor intensywnie czerwony. Zjawisko powyższe jest dobrze widoczne w strefie brzeżnej jeziora burowęglowego przy drodze do miejscowości Przewoźniki (fot. 7). Z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że powierzchnie niektórych jezior antropogenicznych w wyniku trwających procesów zapadliskowych powoli się powiększają.

W dnach jezior okresowo wysychających i w strefach brzeżnych jezior stałych w okresach skracania się linii brzegowej, powstają przeróżne tekstury wysychania a niekiedy zachowują się także tekstury pływnięcia. W płytkich partiach zbiorników wodnych (fot. 8 i 9) obserwuje się tekstury podwodnych prądów przybrzeżnych.

Tabela 3

*Wyniki badania wód powierzchniowych
w wyrobiskach po węglu brunatnym w rejonie Łęknicy*

<i>Miejsce pobrania prób wody do analizy</i>	<i>pH</i>	<i>SO mg/dm³</i>	<i>Cl mg/dm³</i>	<i>Fe mg/dm³</i>	<i>Ca mg/dm³</i>	<i>Mg mg/dm³</i>	<i>Kwasowość mineralna mval/dm³</i>	<i>Fe⁺² mg/dm³</i>
Jezioro o pow. 15,07 ha przy drodze do Przewoźnik	2,5	1488	28	33,3	153	138	5,5	3,0
Jezioro o pow. 3,52 ha przy drodze do Przewoźnik	2,2	632	17	29,7	74	77	2,7	2,8
Jezioro o pow. 6,86 ha w rejonie Łęknicy	3,4	321	49	7,2	63	41	0,6	1,2
Jezioro o pow. 2,80 ha w rejonie Łęknicy w pobliżu Nysy Łużyckiej	3,0	557	40	24,2	95	69	1,4	2,8
Jezioro o pow. 3,34 ha w rejonie Bronowic	2,9	693	19	27,3	93	79	2,6	3,0
Rzeka Chwaliszówka 100 m powyżej ujścia do Nysy Łużyckiej	3,3	248	23	9,3	48	33	0,8	2,0

Uwaga: Wartości liczbowe są średnią z 6 analiz wykonanych w okresie wrzesień 1975 - luty 1976 (próby comiesięczne). Analizy wykonał Wojewódzki Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Zielonej Górze.

Struktury wysychania w różnym stopniu pokazane zostały na fot. 10, 11, 12, 13, 14 i 15. W początkowym okresie wysychania, po wyparowaniu wody rozpoczyna się wysychanie dennego mułu jeziornego. W rezultacie na powierzchni mułu utrwalane zostają ślady zwierząt oraz różnego gatunku zmarszczki itp. W wyniku dalszej utraty wilgoci, zaczynają powstawać spękania z wysychania - początkowo rzadkie, tworzące powierzchnie poligonalne kilkunastometrowej wielkości (fot. 10

i 15). Przy dalszym wysychaniu tworzą się powierzchnie poligonalne od kilku do 20-30 cm, zwane takyrami.

Rozwartość spękań wzrasta do 2-3 cm w zależności od procentowej zawartości frakcji iłowej w osadzie jeziornym (fot.12). Przy utrzymywaniu się przez dłuższy okres suszy, powierzchnie takyrowe pokryte zostaną ilastymi zwiwkami (fot. 10 i 15), które z kolei podlegają wietrzeniu fizycznemu - rozkruszeniu a następnie deflacji.

Kolejny opad atmosferyczny spowoduje wypełnienie powstałych w czasie posuchy szczelin „świeżym mułem” (fot. 12), co w efekcie w procesie ponownego wysychania da nowe pierścieniowe tekstury wysychania (fot. 14 i 15). W wyniku wysychania będą się tworzyły wewnątrz pierścieni mniejsze, kilkucentymetrowe powierzchnie poligonalne

Księżycowe krajobrazy

Drugim nowym elementem rzeźby powstałym w rejonie Łuku Mużakowa w wyniku robót górniczych są zwałowiska tak zwanej skały płonej, złożone przede wszystkim z materiału pylastego i pylasto-piaszczystego mioceńskiej formacji burowęglowej. Pod względem mineralogiczno-petrograficznym materiał budujący hałdy składa się z kwarcu, skaleni, ziaren skał ciemnych, pyłu węgla brunatnego i łuseczek muskowitu oraz niewielkich domieszek illitu i kaolinitu. Siarczki żelaza występują tu w ilości do 1%. Wysokość hałd dochodzi do 20-25 m ponad pierwotną powierzchnię terenu, a górne partie zwałowisk kształtem przypominają zespoły stożków ze stromymi skłonami o nachyleniu do 45° (fot. 5, 6). Zwałowiska były sypane wokół wyrobisk odkrywkowych sięgających do głębokości 40 m, które po zakończeniu eksploatacji tj. po zaprzestaniu pracy pomp odwadniających, stopniowo wypełniały się wodą (fot. 2, 4). Powstały w ten sposób antropogeniczne burowęgłowe krajobrazy pozbawione jakiegokolwiek szaty roślinnej (fot. 4 i 5). Hałdy skały płonej tworzą grunty drobnoziarniste i pylaste małospoiste lub luźne, wyjątkowo podatne na erozję wodną i działalność eoliczną. Powstają w ten sposób „martwe” krajobrazy, tworzące fantazyjne ukształtowania, budzące uczucie niepokoju i grozy. Takie krajobrazy znane są z wielu pustynnych zakątków kuli ziemskiej oraz z rejonów o silnie rozwiniętym górnictwie. Również w rejonie Łęknicy w krainie

zwanej Borami Dolnośląskimi na obszarach składowania nadkładu (skały płonej) powstały „martwe” dziwaczne, bo nie odpowiadające naturalnym krajobrazy, nazwane przez Z. Jemena „księżycowymi” (Gazeta Nowa nr 33/90). Surowce mineralne służą człowiekowi i stąd potrzeba przekształcenia pierwotnej powierzchni. Jednak po odzyskaniu kopaliny użytecznych, obszary zdewastowane muszą być rekultywowane i przywracane na użytek społeczeństwa. Są to sprawy bardzo trudne, gdyż musi być odtworzona bio- i geochemia oraz stworzona nowa rzeźba powierzchni terenu, ażeby zaistniała możliwość świadomej rolniczej lub leśnej działalności gospodarczej

3.2. Współczesne procesy morfogenetyczne

Proces erozji wodnej najintensywniej rozwija się na zboczach zwałowisk oraz w strefach krawędziowych wyrobisk poeksploatacyjnych (fot. 4, 5, 6). Najczęściej obserwuje się spłukiwanie, zmywanie i żłobienie. Procesy powyższe nakładają się na siebie i w początkowym stadium rozwoju praktycznie nie można rozpatrywać oddzielnie denudacji oraz erozji liniowej. Erozja wodna na obszarach przekształconych w rejonie Łęknicy wywołana jest wodami opadowymi i roztopowymi.

a) Spłukiwanie powierzchniowe i żłobienie

Początkowo, po uformowaniu hałd nadkładu w czasie deszczu powstaje gęsta sieć drobnych strumieni, krótkich i nieregularnych o długości od kilku do kilkudziesięciu centymetrów, rozcinających podłoże (fot. 16). Z czasem strugi wodne prowadzą coraz więcej wody w wyniku czego ich siła niszcząca jest coraz większa, a efektem są żłobiny i rozdoły (fot. 17, 18). Żłobiny deszczowe w materiale luźnym rozwijają się szybko lecz są tworem nietrwałym, efemerycznym. Każda następna ulewa lub faza roztopów powodują ich pogłębienie lub zasypanie. Profil poprzeczny żłobiny przypomina literę V, a głębokość rośnie w dół stoku sięgając niekiedy 1 m (fot. 17).

Z czasem drobna sieć żłobin deszczowych przekształca się w rozdoły - to jest formy większych rozmiarów ze stromymi zboczami, również w profilu poprzecznym V-kształtne (fot. 17).

U podnóża stoków modelowanych przez okresowe potoki, u wylotów żłobin i rozdołów powstają stożki proluwialne. Przy nałożeniu się na siebie wielu stożków tworzą się wokół nich pokrywy i równiny proluwialne (fot. 19). Uwolnione z zawiesiny mineralnej wody opadowe wypływające ze żłobin, rozdołów i rynien, wykorzystując nierówności na powierzchniach równin proluwialnych, dzielą się na rozliczne odnogi pokrywające gęstą siecią strug (rain rill) nowopowstałe równiny proluwialne (fot. 20). Strugi te zwane również anastomozującymi (na przemian dzielące się i łączące) zrównując podłoże, zbierają ponownie drobny materiał mineralny i transportują go do zbiornika sedymentacyjnego - jeziora lub rzeki (fot. 18). W przypadku, gdy opad deszczu jest niewielki a wodochłonność podłoża znaczna, w ogóle nie dochodzi do spływu powierzchniowego w strefie powstałej równiny proluwialnej.

Jeżeli miąższość osadów proluwialnych budujących równiny wokół stromych stoków (fot. 19, 20) jest znaczna, to masy wody opadowej wypływające z żłobków, rozdołów i innych rozcięć po uwolnieniu się z transportowanego materiału mineralnego, infiltrują w podłoże zasilając w ten sposób wody podziemne. Nie dochodzi wtedy do powstawania sieci anastomozujących strug i dalszego modelowania powierzchni stożków proluwialnych (fot. 21).

b) Zmywanie

Zmywanie jest bardzo intensywnym spłukiwaniem zachodzącym w zlewniach okresowo odwadnianych wskutek bardzo ulewnego deszczu (Klimaszewski M. 1978). Na obszarze Łuku Mużakowa, szczególnie intensywnym zmywom podlegają strome skarpy wyrobisk po odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego oraz hałdy skały płonej. Procesy zmywania występują łącznie z procesami spłukiwania powierzchniowego i liniowego i wzajemnie się na siebie nakładają. Na fot. 22 widoczne są efekty procesów spłukiwania i zmywania na stokach hałd skały płonej w postaci sieci drobnych żłobków przechodzących w niewielkie rozdoły oraz w postaci „czyszczenia” skarpy wyrobiska (na fotografii - poniżej drzewa) z licznymi głębszymi rozcięciami stromo zapadających warstw serii burowęglowej miocenu.

W wyniku spłukiwania i zmywania u podnóża stromych stoków dochodzi do tworzenia się stożków równin proluwialnych. Z kolei na

rozcinanych strugami równinach proluwialnych powstają rozdoły a materiał z rozmycia transportowany jest do jezior burowęglowych, gdzie sedymentuje jako osad podwodnej delty (fot. 23).

Osady zmywowe, niszczą zrekułtywowane - przez nasadzenia leśne - równiny proluwialne, ciągnące się wzdłuż zwałowisk nakładu (fot. 24).

W wyniku zmywania wietrzliny ze stromych skarp wyrobisk górniczych możliwy jest wgląd w budowę wewnętrzną górnych partii profilu litostratygraficznego elewacji Mużakowa. Na fot. 25, 26 i 27 widoczna jest struktura wewnętrzna poszczególnych ławic serii burowęglowej miocenu. Na fot. 25 widoczne są glacitektoniczne struktury fałdowe z charakterystycznymi inwolucjami poszczególnych warstewek. W środkowej części fotografii widoczny jest fragment rozerwanej synkliny. Fot. 28 przedstawia fragment skarpy wyrobiska górniczego z widocznymi teksturami poszczególnych ławic osadów burowęglowych miocenu.

Warstwy zbudowane z bezstrukturalnych mułków, na powierzchni pokryte są gęstą siecią żłobin deszczowych zgodnych ze spadkiem stoku (skarpy), natomiast ławice piaszczyste drobnolaminowane w zboczu skarpy wykazują drobny relief ciągnący się wzdłuż zbocza (fot. 27). Na powierzchniach równin proluwialnych w wyniku zmywu pozostają bryły i grudy z materiału skonsolidowanego (fot. 28), a na wyrównanych poziomach zwałowisk tworzą się charakterystyczne wydłużone tekstury zmywania (fot. 29).

c) Strumienie ziemne

Strumienie ziemne tworzą się w wyniku przepojenia wodą utworów pylasto-piaszczystych i są jedną z form erozji zmywowej. Strumienie zwane też błotnymi tworzą się na stokach o małym nachyleniu - gdy miąższość utworów przepojonych wodą jest znaczna a pokrywa roślinna uboga lub zniszczona. W wyniku przesycenia gruntów drobnoziarnistych wodą, cząstki mineralne przestają stykać się ze sobą a grunt przechodzi w stan kurzawkowy i powstają warunki do jego upłynniania się. Półpłynna masa odrywając się od stoku, spływa w dół i gromadzi się poniżej w postaci języków błotnych lub stożków. Języki i stożki błotne mogą być bardzo różnorodnych kształtów (fot. 30, 31, 32, 34 i 35) i o bardzo zróżnicowanej wielkości od kilku centymetrów

do kilku metrów długości. Z reguły są to formy wydłużone (fot. 37) często z rynnowym zagłębieniem pośrodku oraz miejscami na powierzchni pomarszczone lub z nabrzmieniami (fot. 30).

Końcowe fragmenty stożków błotnych są spłaszczone i często tworzą rozległe wachlarze. Po odsączeniu się wody, powierzchnie strumieni i stożków błotnych pokrywają twarde skorupy wysychania. Strumienie i stożki błotne są tworami bardzo nietrwałymi i przy następnym intensywnym opadzie atmosferycznym podlegają zniszczeniu lub przemodelowaniu.

Morfologiczna działalność wiatru - uzależniona jest przede wszystkim od charakteru podłoża geologicznego i pokrycia powierzchni terenu szatą roślinną. Rozmiary tej działalności są największe w strefach klimatu suchego i półsuchego. W warunkach klimatu umiarkowanego mogą się objawiać z większą intensywnością w przypadku zniszczenia szaty roślinnej i pierwotnej powierzchni litosfery w wyniku np. działalności górniczej. Takie warunki zaistniały na obszarach po eksploatacji węgla brunatnego w Łuku Mużakowa. Spulchnienie urobku z nakładu, usypanie rozległych hałd z materiału pylasto-piaszczystego doprowadziło do intensyfikacji deflacji, to jest wywiewania pyłu i piasku. W wyniku wywiewania przewarstwień mniej skonsolidowanych w skarpie z osadami burowęglowymi tworzą się szczeliny deflacyjne wzdłuż powierzchni sedymentacyjnych (fot. 38, 39). Procesy deflacyjne, przejawiające się na skarpach wyrobisk górniczych odsłaniają tekstury i struktury poszczególnych ławic. Na fot. 40 i 41 widoczna jest „zeberkowa” tekstura w ławicy drobnoziarnistego piasku mioceńskiego, natomiast w innym miejscu skarpy (fot. 42) w wyniku deflacji uwidocznione zostały smugowania i laminacja w ławicy piaszczystej.

W wielu miejscach w strefach brzeżnych jezior burowęglowych w wyniku deflacji dochodzi do powstawania powierzchni z brukiem deflacyjnym (fot. 43) i pól wydmowych z charakterystycznymi zmarszczkami eolicznymi (fot. 44, 45, 46). Niekiedy w strefach zawietrznych dochodzi do tworzenia się wydm piaszczystych o wysokości około 50-60 cm z bardziej łagodnymi stokami dowietrznymi (6-12°) i stromymi stokami po stronach odwietrznych z charakterystycznymi podłużnymi rowkami eolicznymi.

Na wyrównanych powierzchniach deflacyjnych występują liczne eoligiptolity o zróżnicowanym składzie petrograficznym i różnej wielkości (fot. 48 i 49).

Literatura

- [1] **Greinert H.:** *Niektóre właściwości gleb zwalów pokopalnianych w okolicach Łęknicy w woj. zielonogórskim.* Materiały konferencyjne PTG, Zielona Góra, 1983.
- [2] **Jemen Z.:** *Nasze księżycowe krajobrazy.* Gazeta Nowa nr 33/90.
- [3] **Klimaszewski M.:** *Geomorfologia.* PWN Warszawa 1979.
- [4] **Kozacki L.:** *Jezióra antropogeniczne, ich znaczenie w środowisku geograficznym i możliwości zagospodarowania.* w: *Jezióra Ziemi Lubuskiej, ich wykorzystanie i ochrona przed zanieczyszczeniem.* Mat. na sympozjum naukowe. Zielona Góra-Łagów, 1976.
- [5] **Mendaluk J., Wróbel I.:** *Sztuczne pojezierze w rejonie Łęknicy.* Aura nr 3/1977.
- [6] **Stankowski W.:** *Rozwój środowiska fizyczno-geograficznego Polski.* PWN Warszawa 1976.
- [7] **Wróbel I., Mendaluk J.:** *Surowce mineralne oraz problemy zagospodarowania terenów poeksploatacyjnych w południowo-wschodniej części Łuku Mużakowa.* Przewodnik L Zjazdu PTG, Wyd. Geol. Warszawa 1978.