



Elżbieta Wolk-Musiał*

Strefowość rzeźby Niziny Północnomazowieckiej według danych teledetekcyjnych

*Relief zonal nature of the Northern Masovian Lowland
in the light of remote sensing data*

The area in question is located within the Northern Masovian Lowland in the vicinity of locality of Żuromin. The surface relief is related to the Mława stage of Middle Polish glaciation, and is quite different from the relief of the areas located to the south of Żuromin, within the region covered by the same glacial formation. Convex marginal forms are more pronounced here, with steepest slopes, and their freshness reminds of the relief shaped by the last glaciation. Simultaneously, however, the concave forms display a greater degree of maturity. There are almost no lakes. The outflow network is quite well formed within the area in question.

The analysis of the relief consisted in the observation of the spatial relations of relief forms on the stereoscopic model of the area, presented on the panchromatic aerial photographs. Geological structure of these forms was also taken into consideration. Attempt was made to find correlation between the nature of sediments and the features of aerial images. Parallely,

use was made of the standard colour composite Landsat MSS image, enlarged to the scale of 1:100 000 (Fig.1).

Analysis of the available remote sensing, as well as cartographic-geological documents allowed uncovering of the zonal nature of relief forms. The zones have the NW-SE orientation.

In the southern part of the area analysed (Fig.2) there is a ground moraine, slowly rising towards the North, built of talus clay covered with sands of variable depth. In the vicinity of Żuromin the talus clay appears on the surface, and the soils formed on it are advantageous for cultivation of root crops. The satellite image presents this area usually in pink colour, while on aerial photography it is shown as dark grey. Directions of agricultural plots of arable land correspond to the setting of the relief zones. The image of the northern fragment of the ground moraine discussed is characterized with a distinct change of colour to brown-olive on the satellite image. This indicates an increase of depth of sands covering the clay. The tone composi-

* Dr Elżbieta Wolk-Musiał, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, Zakład Teledetekcji Środowiska, ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa. Tel.: (48 22) 62 00 381 w. 654, Fax: (48 22) 26 19 65.

tion of the image of this area is largely influenced — in parallel with the sediments forming it — by the differentiation of the photographic mapping. Most of the blocks have ownership plots oriented along NW-SE direction.

To the North of the ground moraine there appears the marginal zone of the Mława stage of Middle Polish glaciation. It is quite extensive, and its surface inclines from NW towards SE. Within its area kame ramparts do appear, well visible on the aerial photographs, and also the dead ice moraines. Within the border area of the zone kame terraces were identified.

The image of kame ramparts on the aerial photographs is characterized by light tones. This results from the outwashing of the loamy fraction from the soils appearing on the steep slopes of kame ramparts. The steepness of the slopes is conditioned by the origin of the ramparts. They were formed in the so called ice contact. Their colour on the satellite image is light green. At the feet of these slopes the soils are enriched with the outwashed material, as seen through darkening of the tone on the aerial photograph and the red colour on the satellite image. This indicates the presence of root crops requiring soils enriched with loamy fraction.

Around the heights of the marginal zone sandy kame terraces were identified, which are visible on aerial photographs as light grey patches with stripes of plots oriented along the

NW-SE direction. The same forms take brown-celadon colour, characteristic for the arable lands on sandy soils, within the satellite images.

The subsequent relief zone is constituted by extensive melting lows, whose grounds are covered with dusts, loamy dusts and dusty sands, and sometimes by peats. They are well visible on aerial photography due to black phototone and amorphous structure of the picture, while on the satellite image they take pink colour, typical for meadows.

The northern fragment of the area in question is again taken by the ground moraine. It is cut through by numerous dry valleys related to melting locations. Its representation on the aerial photography and satellite imagery is similar to that of the ground moraine appearing in the southern part of the area considered.

Summing up, it must be stated that the zonal nature of the relief could be well read out of the stereoscopic model. It is also partly reflected in the structure of the photographic image. On the other hand, on the satellite image, being the colour composition, the zonal nature of the relief is presented through the distribution of surfaces of pink colour, characteristic for the grasslands appearing in the valleys and melting lows, as well as for the root crops on the area of ground moraine.

Teren badań, stanowiący fragment makroregionu Niziny Północnomazowieckiej znajduje się na przedpolu moren czołowych zlodowacenia bałtyckiego, w okolicach Żuromina. Jego rzeźba, mimo iż związana z recesją glaciastadiału Mławy zlodowacenia środkowopolskiego (Różycki, 1972; Michalska, 1961), zdecydowanie odróżnia się od terenów leżących na południe od Żuromina, w obrębie obszaru objętego przez ten sam łańdół. Zaznacza się to przede wszystkim w wypukłych formach marginalnych, silniej zarysowanych i o większym nachyleniu stoków, nadających rzeźbie cechy przypominające rzeźbę pozostawioną przez ostatnie zlodowacenie. Jednocześnie, formy wklęsłe wykazują znacznie większy stopień dojrzałości. Prawie zupełnie brak tu jezior. Zagłębienia bezodpływowe występują rzadko, a cała badana powierzchnia objęta jest dobrze zorganizowaną siecią odpływu wód. W badaniach geomorfologicznych, wyżej wymienionego obszaru, zastosowano metodę analizy stosunków przestrzennych form rzeźby na stereoskopowym modelu terenu, odfotografowanym 25 sierpnia 1969 roku, na panchromatycznych zdjęciach lotniczych, w skali 1:15 000. Wzięto również pod uwagę budowę geologiczną omawianych form rzeźby. Starano się znaleźć korelację między charakterem osadów, a cechami obrazu lotniczego. W badaniach wykorzystano również standardową kompozycję barwną obrazu satelitarnego LANDSAT MSS z dnia 13.09.1979 roku, powiększoną do skali 1:100 000, a także dostępną dokumentację kartograficzną oraz przeglądowe badania terenowe.

Obraz satelitarny (ryc. 1) umożliwił ogarnięcie jedynym spojrzeniem całość badanego obszaru. Pozwolił

przeanalizować układ sieci dolinnej i rozkład rozległych obniżen terenowych, które zaznaczają się tu różową barwą. Środek badanego terenu zajmują grunty orne przedstawione barwą brunatno-oliwkową, która sugeruje obecność słabo przepuszczalnego podłoża. W okolicy Żuromina zwiększa się, dla gruntów ornych, udział barwy różowej, wskazując na występowanie roślin okopowych. Związane to jest z większym udziałem w budowie geologicznej materiału nieprzepuszczalnego.

Dalej, w kierunku północnym, zaznacza się na obrazie satelitarnym, strefa występowania ukierunkowanych z północo-zachodu na południowy wschód smug barwy różowej, które miejscami rozszerzają się, zajmując rozległe przestrzenie. Różowa barwa i amorficzna struktura wskazują tu na obecność użytków zielonych, zajmujących obniżenia terenu. W strefie tej znajdują się również znaczne obszary o barwie fioletowo-czerwonej, strukturze ziarnistej, które odpowiadają terenom zalesionym, zlokalizowanym na utworach organogenicznych w obniżeniach, i piaszczystych na wysoczyźnie.

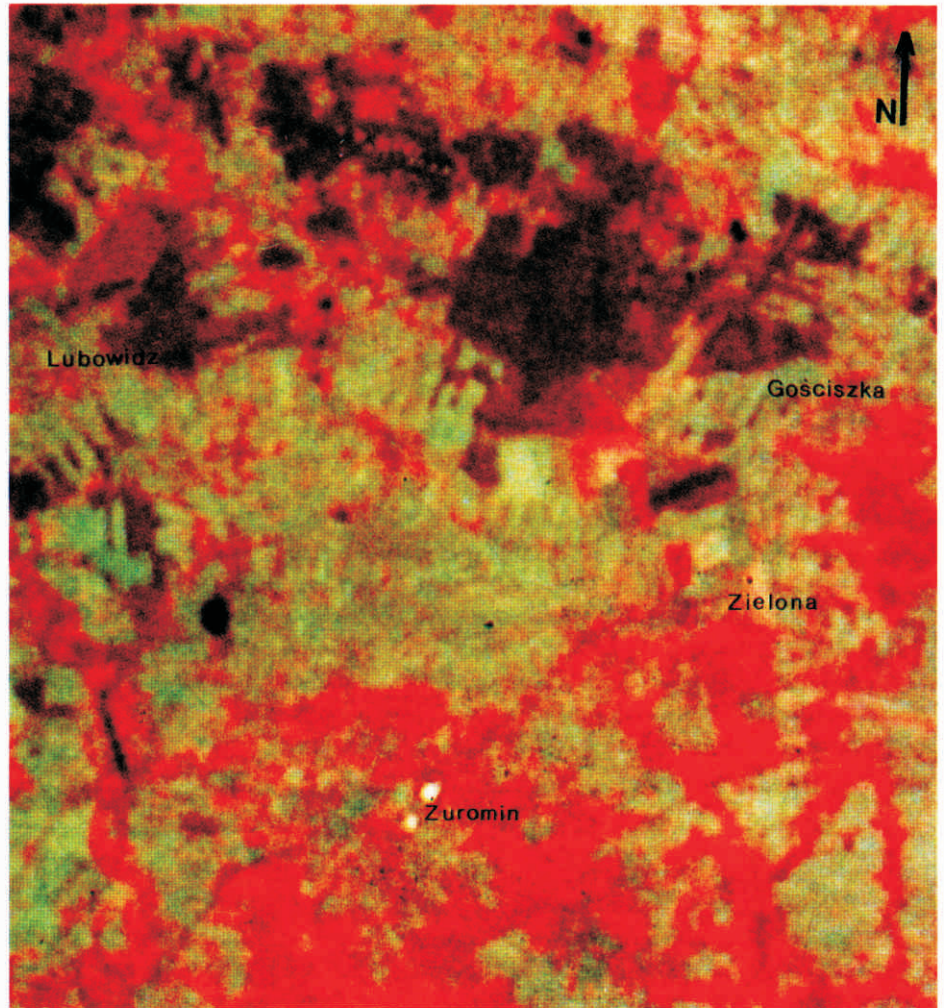
Ponowna zmiana barwy na oliwkowo-zieloną, na obrazie satelitarnym, zaznacza się na północnym wschodzie opracowywanego terenu, gdzie dominują grunty orne. Miejscami urozmaicają je niewielkie powierzchnie barwy różowej, sugerujące obecność w terenie obniżen z użytkami zielonymi. W niektórych z nich widoczne są zbiorniki wodne, odwzorowane na obrazie satelitarnym w czarnej barwie.

Szczegółową analizę rzeźby przeprowadzono na panchromatycznych zdjęciach lotniczych. Stanowiły one zasadniczy materiał do badań geomorfologicznych. Dobra kontrastowość zdjęć pozwalała na łatwe uzyskiwa-

nie przestrzennego modelu terenu, stanowiącego podstawę wstępnej genetycznej klasyfikacji form rzeźby.

Analiza wszystkich dostępnych materiałów teledetekcyjnych, kartograficznych i geologicznych ujawniła strefowy układ form terenu o ukierunkowaniu z północnego zachodu na południowy wschód. W południowej części opracowywanego obszaru (ryc. 2) rozpoznano morenę denną. Wznosi się ona koło Żuromina na wysokość 130 m n.p.m., a pod Lubowidzem osiąga 150 m n.p.m. Zbudowana jest, w przeważającej części, z gliny zwałowej, spoczywającej na głębokości 1 m, pod warstwą piasków gliniastych i pylastych. Taka budowa geologiczna powoduje, iż na panchromatycznych zdjęciach lotniczych fototon całej tej powierzchni jest szary bądź ciemnoszary, w zależności od uprawianych tu roślin. W obrazie moreny dennej dominuje wieloblokowa struktura obrazu. Każdy blok składa się z parcel, które w większości przypadków ukierunkowane są z północo-zachodu na południowy wschód, powtarzając rozpoznane ukierunkowanie stref form rzeźby. Morena denna jest terenem płaskim, łagodnie wznoszącym się w kierunku północnym, dlatego też poszczególne parcele osiągają długości — do 0,5 km.

Opisany układ struktury obrazu moreny dennej ulega zaburzeniu na północny zachód od Żuromina, w miejscu występowania pagórków martwego lodu oraz na zachód od wsi Zielona, gdzie znajdują się kemmy glaciofluwialne. Występują tu także pagórki martwego lodu. Formy te zbudowane są z piasków gruboziarnistych i żwirów z głazami. Przy wysokościach względnych dochodzących do 12 m dominują one nad otaczającym obszarem, osiągając 164 m n.p.m. Opisane formy wypukłe, ze względu na piaszczystą ich budowę, słabo wyróżniają się fototonem od otaczającej je moreny dennej. Jednakże widoczna, na zdjęciu lotniczym, niewielka plamistość w obrazie wierzchowinowych fragmentów pagórków, wskazuje na pokrycie tych form „czapą” materiału zwałowego i pozwala je wydzielić do modelu stereoskopowym. Formy te wyróżnia także struktura obrazu. Parcele występujące na ich stokach są krótkie i osiągają 100 m długości. Są one ukierunkowane z zachodu na wschód. Pagórki kemowe w okolicy Zielonej są znacznie niższe i osiągają 152-156 m n.p.m. W

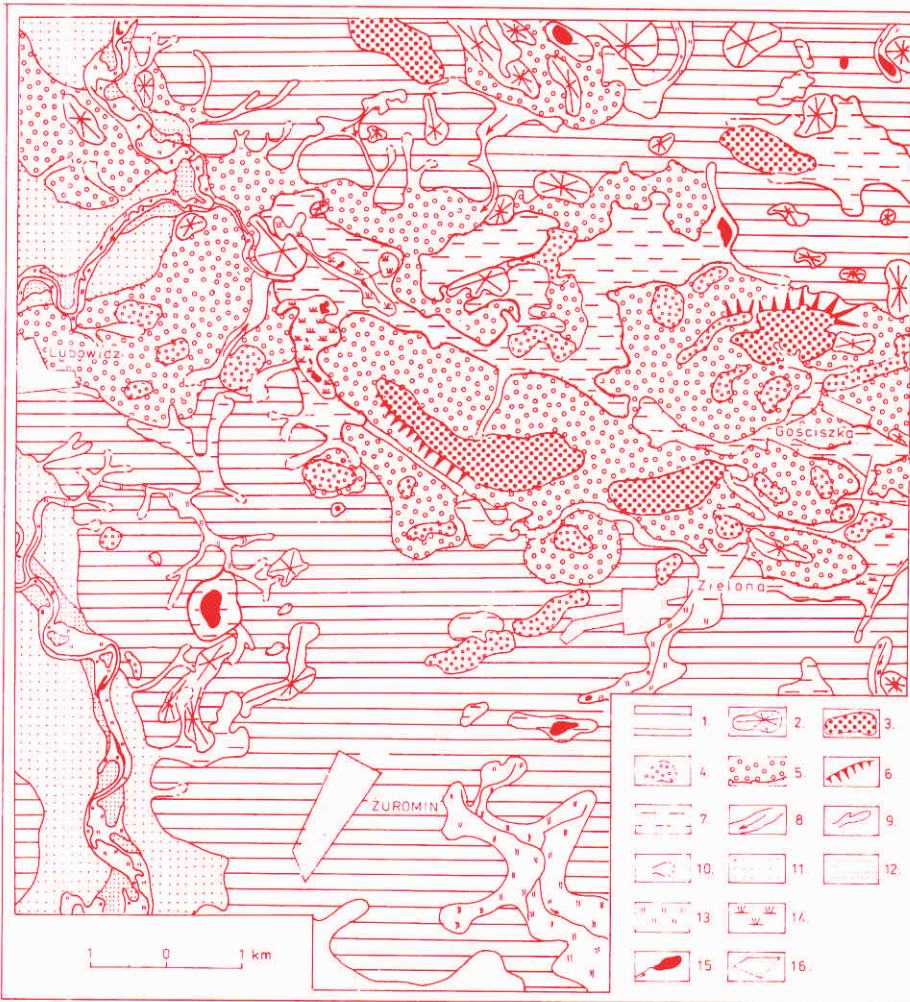


Ryc. 1. Standardowa kompozycja barwna obrazu satelitarnego LANDSAT MSS w skali 1:10 0000
 Fig. 1. Colour composite LANDSAT MSS image of an area in the Northern Masovian Lowland, in the vicinity of Żuromin, acquired September 13, 1979. Scale 1:100 000

krajobrazie zaznaczają się one niezbyt wyraźnie. Znajduje to również swój wyraz na zdjęciu lotniczym, gdzie formy te widoczne są jedynie poprzez niewielkie rozjaśnienie fototonu, co związane jest z przewagą, w ich budowie geologicznej, piasków pylastych.

Na obrazie satelitarnym, północny fragment omawianej moreny dennej charakteryzuje się brązno-oliwkową barwą, wskazującą na obecność gruntów ornych, występujących na osadach piaszczystych przykrywających glinę zwałową. Natomiast morena denna w okolicy Żuromina zmienia barwę na różową, co wiąże się z wstępowaniem gliniastego podłoża ze znaczną zawartością frakcji ilastej, bez pokrywy piaszczystej. Gleby rozwinięte na glinie zwałowej sprzyjają uprawie roślin okopowych, które na obrazie satelitarnym wykonanym we wrześniu 1979 roku przybierają barwę różową. Na południowy wschód od Żuromina bierze początek rozległa dolina, z dobrze wykształconym łąkowym tarasem zalewowym, również o różowej barwie na obrazie satelitarnym.

Formy wypukłe, pagórki martwego lodu i kemowe, w obrębie moreny dennej, które zostały rozpoznane na zdjęciach lotniczych, są nieczytelne na satelitarnej kompozycji barwnej.



Ryc. 2. Geomorfologia fragmentu Niziny Północnomazowieckiej w okolicach Żuromina
 1 — morena denna; 2 — morena martwych lodów; 3 — pagórki kemowe glacialofluwialne; 4 — wały kemowe; 5 — tarasy kemowe glacialofluwialne; 6 — stoki kontaktu lodowego; 7 — dna zagłębień bezodpływowych; 8 — doliny odpływu wód roztopowych; 9 — suche doliny; 10 — niecki korazyjno denudacyjne; 11 — równiny sandrowe (poziom niższy); 12 — równiny sandrowe (poziom wyższy); 13 — taras zalewowy; 14 — równiny torfowe; 15 — rzeki, jeziora; 16 — miejscowości

Fig. 2. Geomorphological map of the Northern Masovian Lowland in the vicinity of Żuromin
 1 — ground moraine; 2 — dead ice moraine; 3 — glacio-fluvial kame hummocks; 4 — kame ramparts; 5 — glacio-fluvial kame terraces; 6 — ice-contact slopes; 7 — without outflow basins; 8 — valleys after meltwater channels; 9 — dry (dead) valleys; 10 — corrosion basins and dells; 11 — outwash plains, lower level; 12 — outwash plains, upper level; 13 — flood plains; 14 — peat plains; 15 — rivers and lakes; 16 — towns and villages

Od północy, omówioną morenę denną ogranicza strefa wzniesień marginalnych glaciostadiału Mławy zlodowacenia środkowopolskiego, ukształtowana w postaci wałów kemowych i moren martwego lodu z przyległymi doń tarasami kemowymi. Ta rozległa strefa pochyla się z północnego zachodu na południowy wschód, powtarzając strefowy układ rzeźby. Analizując, na modelu stereoskopowym, układ przestrzenny form wypukłych, rozpoznano wały kemowe okolicy wsi Gościszka. Wznoszą się one na wysokość 15-19 m ponad otaczający obszar, osiągając wysokość bezwzględna 166,3-184,6 m. Od strony południowej widać je szczególnie wyraźnie dzięki stromym stokom, które rozpoznane zostały jako stoki kontaktu lodowego. Nachylenie ich wynosi 12° . Na zdjęciach lotniczych zaznaczają się one jasną smugą, kontrastując z szarym fototonem wału kemowego. To wy-

rażne rozjaśnienie fototonu na zdjęciu spowodowane jest wmywaniem frakcji ilastej i organicznej z gleby. Natomiast u podnóża omawianych form, przyciemnienie fototonu świadczy o wzbogaceniu występujących tu gleb w materiał ilasto-organiczny. Podobne zjawiska obserwował A. Kęsik (1969) w Kotlinie Chodelskiej. Na obrazie satelitarnym proces wmywania i wmywania osadów jest również widoczny. Przykładem może być rozległy, łukowato na północ wygięty, wał kemowy, w środkowej części badanego terenu. Strome stoki są tu barwy seledynowej, charakterystycznej dla odkrytej gleby wykształconej na utworach piaszczystych. Natomiast podnóżę stoku ma barwę różową, wskazującą na obecność roślin okopowych, rosnących na glebach ciężkich, rozwiniętych na podłożu ilastym, wzbogaconym w materiał wmywany ze stoku.

Mniejsze, bezładnie rozrzucone pagórki kemowe, w bliskim sąsiedztwie wałów kemowych, osiągają maksymalną wysokość od 162 do 172 m n.p.m., przy wysokościach względnych od 5 do 10 m. Formy te zbudowane są z piasków różnoziarnistych ze żwirem i domieszką pyłów i pyłów ilastych, co daje jasnoszary, a niekiedy biały fototon na panchromatycznym zdjęciu lotniczym. Płaskie, wierzchowinowe fragmenty form wypukłych cha-

rakteryzują się plamistą strukturą i bezładną teksturą obrazu. Taka postać obrazu wynika z chaotycznego rozmieszczenia poszczególnych, niewielkich, działek pól ornych. Na obrazie satelitarnym, z powodu niewielkich rozmiarów, formy te są trudne do wyróżnienia.

Wokół wzniesień marginalnych występują tarasy kemowe, na południu łagodnie opadające w kierunku moreny dennej. Są to rozległe płaszczyzny, bądź wąskie listwy otaczające formy wypukłe, osiągające w okolicy Lubowidza wysokość 140-145 m n.p.m. Ich wysokości, na północny zachód od wsi Zielona, zwiększają się do 157-162 m n.p.m., aby ponownie obniżyć się do 140-145 m n.p.m. w rejonie wytopiska, na południe od wsi Gościszka. Po północnej stronie wału marginalnego, tarasy kemowe towarzyszą licznym wytopiskom. Wysokości terenu wahają się tu od 145 do 153 m n.p.m.

Omawiane powierzchnie zbudowane są z piasków różnoziarnistych z domieszką piasków drobnych i pylastych. Na panchromatycznych zdjęciach lotniczych obszary te charakteryzują się jasnoszarym fototonem, pasmową strukturą obrazu fotograficznego, o przeważającym kierunku parcel z północnego wschodu na południowy zachód, oraz zwartą teksturą. Jedynie na tarasach kemowych w okolicy Lubowidza zmienia się kierunek parcel na NW-SE.

Na obrazie satelitarnym obszary te, w przeważającej części, mają barwę brunatno-oliwkową, charakterystyczną dla gruntów ornych z roślinami uprawianymi na podłożu piaszczysto-pylastym. Jedynie, dla niektórych fragmentów tarasów kemowych, na północ-wschód od Lubowidza i w okolicy wsi Gościszka, barwa zmienia się na czerwono-fioletową a struktura na ziarnistą, charakterystyczną dla obszarów leśnych. Sąsiadują z nimi obszary o barwie różowej, odpowiadające użytkom zielonym.

Kolejna strefa rzeźby, jaka została rozpoznana na analizowanym obszarze, to rozległe wytopiska wskazujące na arealny proces deglacji tego terenu. Dna zagłębień wytopiskowych znajdują się na różnych wysokościach, począwszy od 140 m n.p.m. na wschód od Lubowidza i 142 m n.p.m. na północ-wschód od wsi Zielona, aż do 150 m n.p.m. na północ od wsi Gościszka. Dna tych form wyścielają pyły, pyły ilaste oraz piaski pylaste. Niektóre wytopiska, jak na przykład na północny wschód od Lubowidza, wypełnione są torfami.

Na zdjęciach lotniczych dobrze widoczne są jedynie te wytopiska, które mają w dnie osady organogeniczne i widoczne lustro wody wypełniającej doły po wyeksploatowanym torfie, na przykład na północ-wschód od Lubowidza. Tego rodzaju formy rzeźby powodują powstanie na zdjęciu lotniczym ciemnoszarego lub czarnego fototonu. Również obniżenie w okolicy wsi Gościszka jest dobrze czytelne na zdjęciach lotniczych poprzez czarny fototon i amorficzną strukturę obrazu. W dnie tego wytopiska występują niewielkie piaszczyste pagórki kemowe, które na zdjęciach odwzorowują się w postaci białych plam, wyraźnie kontrastujących z ciemnym fototonem równiny torfowej. Jedynie wytopisko na północ od wsi Zielona jest trudne do interpretacji z powodu rosnącego tu lasu, maskującego charakter rzeźby. Na obrazie satelitarnym obszary wytopiskowe są wyraźnie widoczne dzięki, na ogół, różowej barwie charakterystycznej dla występujących w ich obrębie użytków zielonych. Północna część badanego terenu zajęta jest ponownie przez piaszczystą morenę denną, porozienną licznymi dolinkami nawiązującymi do wytopisk. Niektóre z nich, w czasie deglacji lądolodu, pełniły funkcję dolin wód roztopowych. Na obrazie satelitarnym doliny te widoczne są jako różowe, wąskie smugi. Omawiana morena denną wznosi się na wysokość 150-160 m n.p.m. i charakterem obrazu fotograficznego nie odbiega od południowego fragmentu analizowanego terenu. Znaczną część jego powierzchni zajmują obszary leśne, które na obrazie satelitarnym mają ziarnistą strukturę i czerwono-fioletową barwę.

Morena ta stanowi tło dla form wypukłych zaliczonych do pagórków martwego lodu, które koło miejscowości Straszewy dominują nad otaczającym krajobrazem, osiągając wysokość 173-175 m n.p.m. Otaczają je piaszczysto-pylaste tarasy kemowe. Ich obraz na zdjęciach lotniczych i satelitarnych nie różni się od wcześniej opisanych form tego typu.

Na opracowywanym terenie rozpoznane zostały również doliny wód roztopowych funkcjonujące w czasie deglacji glaciostadiału Mławy, suche doliny powstałe wskutek nierównomiernej akumulacji materiału lodowcowego oraz niecki korazyjno-denudacyjne będące wynikiem peryglacialnego przekształcenia górnych odcinów suchych dolin. Formy te nie wyróżniają się ani barwą, ani fototonem ani strukturą obrazu fotograficznego i widoczne są jedynie na modelu stereoskopowym.

Na badanym terenie występują obszary sandrowe towarzyszące dolinie rzeki Wkry. Genetycznie związane one są ze zlodowaceniem bałtyckim. Stwierdzono tutaj dwa ich poziomy: niższy o wysokości 127-130 m n.p.m. i wyższy wznoszący się 130-136 m n.p.m. Ograniczone one są często stromymi, erozyjnymi stokami utraconymi przez roślinność krzewiastą. Nadaje ona obrazowi, na zdjęciach lotniczych, ciemnoszary fototon i ziarnistą strukturę, a na obrazie satelitarnym — fioletowo-czerwoną barwę. Piaszczyste obszary sandrowe, z ubogą szatą roślinną, odwzorowane są na zdjęciach lotniczych w jasnym, prawie białym fototonie. Poszczególne działki pól ornych wyraźnie nawiązują swoim kierunkiem do koryta rzeki Wkry. Niższy poziom sandrowy zajęty jest częściowo przez łąki, podobnie jak taras zalewowy Wkry. Opisane formy widoczne są na zdjęciach lotniczych dzięki ciemnoszarym fototonowi i amorficznej strukturze obrazu. Natomiast, na obrazie satelitarnym są to na ogół różowe wąskie listwy, ciągnące się wzdłuż koryta Wkry, wskazujące na obecność łąk.

Podsumowując teledetekcyjno-geomorfologiczne rozważania na temat rzeźby fragmentu Nizin Północnomazowieckich należy stwierdzić, iż występująca tu strefowość rzeźby wyraźnie zaznacza się na modelu stereoskopowym, dającym wyobrażenie o przestrzennym układzie stosunków hipsometrycznych. Niekiedy strefowość ta jest widoczna w strukturze obrazu fotograficznego. Fototon nie stanowi tu cechy wyraźnie różnicującej poszczególne strefy rzeźby. Przyczyna tego leży w przewadze osadów piaszczystych budujących większość form, które sprzyjają odwzorowaniu tego terenu na zdjęciu lotniczym w jednolitym, w zasadzie, szarym fototonie.

Na kompozycji barwnej obrazu satelitarnego strefowość rzeźby podkreślona jest przez rozmieszczenie obszarów o różowym fototonie, charakterystycznym dla form dolinnych i obniżen wytopiskowych, z typowym dla nich użytkowaniem ziemi w formie łąk, pastwisk, a niekiedy upraw rośliny okopowych.

Opisana metoda badań znajduje zastosowanie przy sporządzaniu szczegółowych map geomorfologicznych, w skalach od 1:10 000 do 1:25 000. Ze względu na drobnopagórkowaty charakter rzeźby, dobrze widoczny

