

JERZY MOZGAWA, WIKTOR TRACZ

Integracja ortofotomapy z numerycznym modelem terenu i warstwami wektorowymi leśnej mapy numerycznej

Integration of orthophotomap, digital terrain model and vector layers of forest digital map

ABSTRACT

Mozgawa J., Tracz W. 2009. Integracja ortofotomapy z numerycznym modelem terenu i warstwami wektorowymi leśnej mapy numerycznej. Sylwan 153 (4): 291-297.

Different GIS data and products are created for forest districts. Among other are orthophotomaps and digital terrain model data, which may be used in forestry independently or in integrated forms. Geomatics offers software for data integration in the form of 3D visualization on the computer screen. 3D visualization contains information that allows using it for forest education, forest management and in public relation for purposes of the State Forests National Forest Holding. The paper discusses features of 3D visualization of integrated geomatics data, which are orthophotomaps, digital terrain model data and vector layers.

KEY WORDS

data integration, orthophotomaps, DTM, 3D visualization, forest management, forest education

ADDRESSES

Jerzy Mozgawa – e-mail: jerzy.mozgawa@wl.sggw.pl

Wiktor Tracz – e-mail: wiktortracz@wl.sggw.pl

Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa; SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wstęp

Współczesne metody pozyskania i przetwarzania informacji przestrzennej o lasach wykorzystują najbardziej zaawansowane technologie informatyczne. Środowisko obszarów leśnych posiada jednak specyficzne warunki, istotnie ograniczające wykorzystanie potencjalnych możliwości nowych technologii geoinformacji. Stąd ważnym zadaniem geomatyki lasu jest znalezienie najlepszego zestawu środków do inwentaryzacji i prezentacji informacji o przestrzeni obszarów leśnych, które w pełni uwzględnią specyfikę tego środowiska [Mozgawa 2008]. Selekcję najefektywniejszych metod przetwarzania i udostępniania danych przestrzennych o lasach wyznaczają potrzeby artykułowane w badaniach leśnych i zadania trwale zrównoważonej, wielofunkcyjnej gospodarki leśnej.

Duża różnorodność oferowanych rozwiązań technicznych i podejść metodycznych w zakresie pozyskania i przetwarzania geoinformacji stwarza konieczność stosowania ostrych kryteriów selekcji dla osiągnięcia celu inwentaryzacji lub zarządzania. Umiejętność trafnego wyboru środków technicznych do pozyskania i przetwarzania geoinformacji o lasach często decyduje o przydatności praktycznej tych metod.

Współczesna geomatyka jest oparta na cyfrowej formie informacji przestrzennych. Stwarza to możliwość różnokierunkowego integrowania informacji pozyskiwanej lub przetwarzanej jej technologiami. Koncepcja integracji jest podstawową zasadą stosowaną we współczesnej geo-

matyce lasu. Bazuje na pozytywnym „wzmacniającym” działaniu informacyjnym zestawów danych pozyskanych różnymi technikami geomatycznymi, przez co uzyskuje się nowe cechy użytkowe produktu powstałego podczas integracji.

Cel i zakres opracowania

W opracowaniu formułowana jest hipoteza, że w praktycznych zastosowaniach geomatyki w leśnictwie można wykorzystać specjalną integrację produktów dwóch jej technologii, a mianowicie integrację obrazów teledetekcyjnych z numerycznym modelem terenu.

Konstruowanie obrazów w teledetekcji odbywa się w sposób, który optymalizuje identyfikację, ocenę jakościową oraz geometrię obiektów wraz z ich usytuowaniem geograficznym. Przykładem produktów teledetekcji wykorzystywanych do zarządzania w leśnictwie są ortofotomapy, będące obrazami przetworzonymi do formy kartometrycznej. Aktualne wykorzystanie ortofotomap w nadleśnictwie sprowadza się głównie do weryfikacji i uaktualniania elementów wektorowych Leśnej Mapy Numerycznej. Ortofotomapy tworzone są na specjalne zamówienia nadleśnictw, głównie ze zdjęć lotniczych i wysoko rozdzielczych obrazów satelitarnych, rejestrujących stan lasu w pełni sezonu wegetacyjnego. Według danych Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych na dzień 31.12.2007 ortofotomapy sporządzone ze zdjęć lotniczych posiada 56 nadleśnictw, a z wysoko rozdzielczych obrazów satelitarnych – 18.

Numeryczny model terenu (NMT) jest definiowany jako dyskretna reprezentacja powierzchni wraz z algorytmem interpolacyjnym służącym do wyznaczania wysokości dowolnego punktu, którego położenie jest określone za pomocą pary współrzędnych X, Y.

Numeryczny model terenu obszarów leśnych jest aktualnie sporządzany różnymi technologiami geomatycznymi. Technologie te wykorzystują dane pozyskane:

- naziemnymi pomiarami geodezyjnymi i poprzez digitalizację map warstwicznych,
- stereofotogrametrią lotniczą,
- lotniczym skanowaniem laserowym,
- interferometrią radarową poziomu lotniczego.

Produkty pochodne uzyskane z modelu numerycznego terenu mogą być wykorzystywane do zarządzania we wszystkich przypadkach, w których niezbędna jest znajomość ukształtowania rzeźby terenu.

Analiza potrzeb w zakresie informacji przestrzennych, jakie formułuje trwale zrównoważona wielofunkcyjna gospodarka leśna, wskazuje, że odpowiednio dokładny numeryczny model terenu jest możliwy do wykorzystania w długim horyzoncie czasowym zarówno w zarządzaniu lasami wielofunkcyjnymi, jak i tworzeniu kolejnych edycji ortofotomap. W aktualnie stosowanej technologii sporządzania ortofotomap numeryczny model terenu jest wykorzystywany do korekcji zniekształceń obrazów teledetekcyjnych, powstających z tytułu występowania zróżnicowania wysokościowego terenu.

W opracowaniu koncentrujemy uwagę na specjalnych cechach użytkowych produktu, którym są trójwymiarowe wizualizacje zorientowane geograficznie, będące rezultatem integracji obrazów teledetekcyjnych przetworzonych do formy ortofotomapy z modelem numerycznym terenu.

Głównym celem opracowania jest zatem zwrócenie uwagi na potencjalne możliwości wykorzystania na obszarach o zróżnicowanej rzeźbie terenu istniejących już w nadleśnictwach produktów geomatycznych, a mianowicie ortofotomapy i numerycznego modelu terenu, uzyskanych w trakcie sporządzania leśnej mapy numerycznej.

Hipoteza opracowania opiera się na zasadach geometrii wykreślnej, która opracowała metody pozwalające uzyskać plastyczny efekt trójwymiarowy (3D) na obrazie płaskim. Wizualizacje 3D są powszechnie stosowane w geomatyce i multimediami do wyeksponowania plastyki obiektów [Green Mountain GeoGraphics 2004]. Efekt trójwymiarowości jest tworzony dzięki odpowiednim funkcjom programów komputerowych, które realizują zasady perspektywy lub aksonometrii. Metody te umożliwiają kreowanie efektu trójwymiarowego na płaszczyźnie, którą jest najczęściej ekran komputera czy wydruk. Do wizualizacji 3D obiektów i zjawisk odniesionych do powierzchni Ziemi wykorzystuje się programy komputerowe do Systemów Informacji Przestrzennej [Mozgawa i in. 2008]. Posiadają one dedykowane moduły pozwalające na tworzenie wizualizacji trójwymiarowej danych rastrowych i wektorowych.

Zakres opracowania zawiera próbę odpowiedzi na następujące trzy pytania problemowe:

1. Jaka jest dostępność narzędzi informatycznych do wizualizacji 3D ortofotomapy?
2. Czy wizualizację 3D ortofotomapy można integrować z warstwami wektorowymi LMN?
3. Jak duże fragmenty terytorialnego zasięgu działania nadleśnictwa są szczególnie polecane przy korzystaniu z wizualizacji 3D ortofotomapy?

Podsumujmy powyższe wyjaśnienia odnośnie celu i zakresu opracowania. Dla obszarów nadleśnictw o zróżnicowanej rzeźbie terenu sukcesywnie powstają różne produkty geomatyczne, stanowiące elementy Leśnej Mapy Numerycznej. Szczególnymi produktami są ortofotomapy i numeryczny model terenu. Powstające produkty mogą być wykorzystywane dla potrzeb leśnictwa w sposób niezależny lub w postaci zintegrowanej. Integracja danych przestrzennych dostarcza nowych, cennych produktów geomatycznych.

Techniczne aspekty wizualizacji 3D

Z punktu widzenia użytkownika zainteresowanego analizą danych przestrzennych z wykorzystaniem wizualizacji 3D można wyróżnić trzy sposoby tworzenia takiej wizualizacji. Pierwszy polega na własnej pracy z wykorzystaniem zakupionego oprogramowania, drugi przewiduje również własną pracę, ale z wykorzystaniem darmowego oprogramowania, natomiast trzeci polega na zleceniu firmie wykonania wizualizacji 3D. Do porównania tych trzech sposobów można przyjąć cztery kryteria: ogólny koszt wykonania wizualizacji 3D, funkcjonalność systemu do wizualizacji, nakład pracy i efektywność wizualizacji. Zestawienie kryteriów dla trzech omawianych sposobów utworzenia wizualizacji 3D przedstawia tabela.

Analiza danych z tabeli wskazuje na trudność wyboru określonego sposobu wizualizacji. Dla przykładu, próba minimalizacji kosztów (sposób 2) wiąże się z małą funkcjonalnością. Z kolei zakładając dużą funkcjonalność metody i dobry efekt wizualny (sposób 1) należy się liczyć z większym kosztem i nakładem pracy. Kompromisowym rozwiązaniem wydaje się być sposób 3 przewidujący wykorzystanie do wizualizacji darmowych programów. Jeśli dostępna

Tabela.

Porównanie kryteriów wyboru dla trzech sposobów tworzenia wizualizacji 3D
Comparison of selection criteria of three 3D visualization ways

	Koszt	Funkcjonalność	Nakład pracy	Efektywność wizualizacji
sposób 1	duży	duża	duży	duża
sposób 2	mały	mała	średni	średnia
sposób 3	średni	duża	mały	mała

w nich funkcjonalność, zwykle mniejsza w porównaniu do produktów komercyjnych, jest wystarczająca do realizacji zadania, to ten sposób można byłoby polecić do praktycznych zastosowań.

Integracja wizualizacji 3D ortofotomapy z warstwami wektorowymi LMN

W typowym użytkowaniu Leśnej Mapy Numerycznej wykorzystywane są przede wszystkim warstwy wektorowe. Dysponowanie ortofotomapą stwarza możliwość integracji tych dwóch produktów geomatycznych. Warstwy wektorowe LMN integrowane z obrazem rastrowym istotnie wzbogacają go o cechy obiektów przestrzennych, które są zwykle słabo rozpoznawalne lub których nie ma na warstwach rastrowych. Są to np.: granice administracyjnego zasięgu nadleśnictwa, granice oddziałów i wydzieleń, ciekі, drogi. Cyfrowa postać danych przestrzennych stwarza możliwość łatwej integracji warstw wektorowych również z modelem numerycznym terenu.

Podczas budowy warstwy wektorowej elementy liniowe i linie obrysów obiektów poligonowych standardowo tworzy się poprzez odwzorowywanie ich przebiegu wstawiając niezbędną liczbę punktów (zwanymi werteksami) tylko w miejscach zmiany kierunku przebiegu elementów liniowych. Dla granicy oddziału, który ma kształt czworokąta, na warstwie wektorowej linia obrysu poligonu reprezentującego zasięg oddziału będzie zawierała tylko cztery werteksy. Jeśli granica oddziału znajdzie się w terenie o zróżnicowanej rzeźbie, podczas wizualizacji trójwymiarowej warstwa ortofotomapy w miejscu zmiany rzeźby może przecinać warstwę wektorową w taki sposób, że linia granicy oddziału nie będzie widoczna na niektórych odcinkach. W przypadku jednoczesnej integracji ortofotomapy, numerycznego modelu terenu i warstwy wektorowej, warstwa ta przyjmuje postać warstwy trójwymiarowej, tak samo jak ortofotomapa integrowana z modelem numerycznym terenu. W czasie takiej integracji warstwy wektorowe często mogą być przecinane warstwą ortofotomapy [Mozgawa i in. 2008].

W przypadku zamiaru integracji trzech różnych produktów geomatycznych, a mianowicie: ortofotomapy, numerycznego modelu terenu i elementów wektorowych LMN, należy być świadomym konieczności dodatkowej edycji warstw wektorowych. Korekta warstw wektorowych związana jest w tym przypadku ze stosownym zwiększeniem liczby werteksów elementów liniowych i wprowadzeniu tych dodatkowych werteksów pomiędzy punktami, w których następuje zmiana kierunków przebiegu elementów liniowych. Korekta edycji powinna być wykonana w sposób pozwalający na optymalne dopasowywanie warstw wektorowych do zmiany rzeźby terenu.

Problemy optymalizacji obrazu 3D

Ortofotomapy wykorzystywane w leśnictwie są najczęściej tworzone ze zdjęć lotniczych panchromatycznych i w barwach naturalnych, obrazów lotniczych rejestrowanych kamerami cyfrowymi w kanałach zakresu widzialnego i bliskiej podczerwieni oraz z wysoko rozdzielczych obrazów satelitarnych. Dla pierwotnych obrazów wielospektralnych produktem finalnym przekazywanym do nadleśnictw jest z reguły cyfrowy obraz ortofotomapy, wykonany w kolorystyce barw naturalnych (NC) lub w kolorystyce symulującej barwy filmów spektrostrefowych (CIR).

Sygnalizujemy, że cyfrowy obraz rastrowy ortofotomapy, dostarczony do nadleśnictwa przez wyspecjalizowane firmy geomatyczne, może być przedmiotem dodatkowego przetwarzania i korekty, głównie ze względu na zapewnienie przyjaznej dla interpretacji kolorystyki obrazów barwnych. Korekta ta polega na wykorzystaniu wyselekcjonowanych technik cyfrowego

przetwarzania obrazów, takich jak transformacje w przestrzeniach barw RGB i IHS, czy tworzenie kompozycji barwnych w systemie RGB ze sztucznie tworzonych kanałów obrazu wielospektralnego. Sygnalizujemy również, że dla ortofotomap tworzonych w procesie integracji panchromatycznych i wielospektralnych obrazów satelitarnych istnieje możliwość wyboru optymalnej dla teledetekcji lasu metody integracji.

Wizualizacja 3D na przykładzie wybranych produktów geomatycznych nadleśnictwa testowego

RAMOWA METODYKA BADAŃ. Koncentrując uwagę na ortofotomapie i numerycznym modelu terenu, poza zakresem opracowania znajduje się specjalny wariant integracji danych teledetekcyjnych z modelem numerycznym terenu, w którym teledetekcyjne dane obrazowe występują w postaci obrazów lidarowych, zawierających informacje zarówno o strukturze przestrzennej drzewostanu, jak i o rzeźbie terenu [Krzewina, Bałazy 2008; Stereńczak i in. 2008].

Do badań empirycznych wykorzystano ortofotomapę i numeryczny model terenu, będące typowymi produktami geomatycznymi dostarczonymi do nadleśnictw dla potrzeb urzędzeniowych. W badaniach wykorzystano ortofotomapę i NMT według stanu z dnia 1.01.2007, w układzie współrzędnych prostokątnych 1992 pokrywające obszar nadleśnictwa Brzozów (RDLP Krosno). Dane te zostały przekazane Katedrze Urządzania Lasu i Geomatyki SGGW dla celów dydaktycznych i naukowych.

W badaniach korzystano z cyfrowej ortofotomapy nadleśnictwa o terenowej rozdzielczości przestrzennej 0,25 m, wykonanej ze zdjęć lotniczych w barwach naturalnych, obrazujących drzewostany po pełnym rozwoju aparatu asymilacyjnego. Ortofotomapa przekazana została w formacie plików jpg.

Dane numerycznego modelu terenu przetransformowano do formatu plików rastrowych GRID. W badaniach wykorzystano model numeryczny terenu o rozdzielczości terenowej równej 5 m. Do integracji modelu numerycznego terenu z ortofotomapą korzystano z programów ER-Mapper 7.1 i ArcGIS 9.2. Wykonano mozaikowanie w celu uzyskania ciągłego obrazu ortofotomapy (warianty mozaikowania: całe nadleśnictwo, pojedyncze kompleksy leśne).

Sprawdzano kilka produktów integracji ortofotomapy z NMT różniących się wielkością obszaru i parametrami wizualizacji 3D. Badane obszary obejmowały trzy zasięgi przestrzenne: całe nadleśnictwo, kompleks leśny i oddział. Sprawdzano efekt wizualny integracji ortofotomapy z NMT w zależności od: rozdzielczości terenowej ortofotomapy, skali wysokościowej oraz kąta obserwacji sceny wizualizacji. W skali przestrzennej pojedynczego oddziału sprawdzono też efekt wizualizacji warstw wektorowych nałożonych na model numeryczny zintegrowany z ortofotomapą.

Z danych ortofotomapy i NMT sporządzono filmy obrazujące przelot nad wybranymi obiektami obszaru terytorialnego zasięgu nadleśnictwa. Przykłady integracji ortofotomapy, NMT i warstw wektorowych LMN zostały przedstawione na IV Konferencji SIP w LP [Mozgawa i in. 2008] i są dostępne w postaci prezentacji na stronie Internetowej DGLP.

Przedstawione poniżej syntetyczne rezultaty badań empirycznych bazują na wizualnej ocenie produktu integracji ortofotomapy z NMT dla licznych, wybranych fragmentów nadleśnictwa testowego

REZULTATY BADAŃ EMPIRYCZNYCH. Badania ukierunkowane na celowość tworzenia wizualizacji 3D dla różnych fragmentów obszaru terytorialnego zasięgu nadleśnictwa wykazały, że najlepszy efekt interpretacyjny na ekranie monitora uzyskuje się dla obszarów rzędu 100-500 ha. Efekt

wizualny jest zdecydowanie najlepszy, kiedy na ekranie obserwowany jest fragment terenu leśnego otoczony terenami nieleśnymi.

Wykorzystanie do wizualizacji 3D na ekranie monitora całej mozaiki obejmującej obszar terytorialnego zasięgu nadleśnictwa uniemożliwia wykorzystanie potencjalnych własności interpretacyjnych ortofotomapy. Zmiana skali wysokościowej wizualizacji 3D mozaiki utworzonej dla zasięgu terytorialnego całego nadleśnictwa nie powoduje istotnego polepszenia efektu wizualnego.

Niezadowolające rezultaty wizualizacji 3D ortofotomapy dla obszaru całego nadleśnictwa wskazują na potrzebę dodatkowych badań nad optymalnym dopasowaniem parametrów ortofotomapy i NMT. Rezultaty badań mogą sugerować, że dla obszaru terytorialnego zasięgu nadleśnictwa można byłoby wykorzystać istniejącą NMT i ortofotomapy utworzone z tanich, aktualnych i powszechnie dostępnych obrazów teledetekcyjnych, o terenowym wymiarze piksela większym niż zalecany w standardzie LMN.

Integracja ortofotomapy z modelem numerycznym terenu dla pojedynczych oddziałów nie zwiększa możliwości interpretacyjnych wynikających z wrażenia plastyki terenu. Wizualizacja na całym ekranie monitora zasięgu terytorialnego pojedynczego oddziału powoduje wzrost skali obrazu ortofotomapy. Wyświetlanie obrazu w optymalnej skali wizualizacji ortofotomapy powodowało zanikanie efektu trójwymiarowości. Było to związane głównie z ograniczeniem pola obserwacji zróżnicowanego wysokościowo terenu.

Dla pojedynczych oddziałów lub pojedynczych drzewostanów wizualizacje trójwymiarowe należałoby w przyszłości tworzyć z wykorzystaniem innych od ortofotomapy danych obrazowych, na przykład danych lidarowych [Przywara 2008] lub modeli trójwymiarowych pojedynczych obiektów [Green Mountain GeoGraphics 2004; Tracz, Brach 2008]. Na rynku jest wiele programów komputerowych (również darmowych), które umożliwiają tworzenie modeli 3D roślinności [Cyfrowy krajobraz 2006].

Największą efektywność wizualizacji uzyskuje się przy interaktywnym sterowaniu parametrami wizualizacji 3D. Uzyskuje się to sposobami, które umożliwiają co najmniej zmianę skali poziomej i pionowej modelu oraz kąta obserwacji. Wydruki wizualizacji 3D są stąd mało efektywną metodą prezentacji trójwymiarowej.

Analiza obrazu uzyskanego z integracji warstw wektorowych LMN z wizualizacją 3D ortofotomapy potwierdziła konieczność stosownego przygotowania warstw wektorowych. Brak wystarczającej liczby werteksów obiektów geometrycznych warstwy wektorowej uniemożliwił prawidłową interpretację relacji przestrzennych na warstwach rastrowych i wektorowych LMN.

Uwagi końcowe

Aktualny stan rozwoju metod geomatyki umożliwia integrację dostępnych w nadleśnictwach ortofotomap i NMT do postaci nowego produktu przeznaczonego do analiz przestrzennych, którym jest wizualizacja 3D ortofotomapy.

Produkt w postaci wizualizacji 3D ortofotomapy umożliwia prowadzenie analiz związanych jednocześnie z treścią ortofotomapy i rzeźbą terenu zarówno w formie osobowej interpretacji obrazu 3D, jak i różnie przetwarzanych danych liczbowych, pozyskanych bezpośrednio z wizualizacji 3D.

Wizualizacja 3D ortofotomapy może być istotnie wzbogacona dołączeniem warstw wektorowych LMN. Wymaga to jednak stosownej korekty w liczbie werteksów warstwy wektorowej.

Na obecnym etapie badań nad praktycznym wykorzystaniem wizualizacji 3D ortofotomapy polecane są jej dwie formy. Pierwszą jest forma interaktywnego sterowania parametra-

mi wizualizacji, z możliwością zmiany skali pionowej i poziomej modelu oraz kąta obserwacji. Jest ona szczególnie polecana na etapie identyfikacji przez użytkowników LMN potencjalnych zastosowań wizualizacji 3D w leśnictwie. Drugą formą są filmy obrazujące przelot nad wybranymi obiektami obszaru terytorialnego zasięgu nadleśnictwa. Ta forma wizualizacji, możliwa do umieszczenia na stronie WWW [Jędrzycka 2004], może być cennym materiałem dla edukacji przyrodniczo-leśnej i/lub elementem public relation nadleśnictwa.

Literatura

- Cyfrowy krajobraz. 2006. Digit.
 Green Mountain GeoGraphics. 2004. 3D GIS Newsletter.
 Jędrzycka R. 2004. Wizualizacje VRML/X3D danych fotogrametrycznych w aplikacjach Internetowych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji 14.
 Krzewina W., Bałazy R. 2008. Praktyczne wykorzystywanie metod geomatycznych w LKP Sudety Zachodnie. IV Konferencja SIP w LP.
 Mozgawa J. 2008. Teledetekcja przyszłością geomatyki lasu. Las Polski 17: 39-40.
 Mozgawa J., Tracz W., Kwaśny Ł. 2008. Integracja ortofotomapy z NMT. IV Konferencja SIP w LP.
 Przywara J. 2008. Leśny kompleks bez kompleksów. Geodeta 9/2009: 39-41.
 Stereńczak K., Zasada M., Bałazy R., Zawila-Niedźwiecki T. 2008. Lotniczy skaning lidarowy w leśnictwie. IV Konferencja SIP w LP.
 Tracz W., Brach M. 2008. Las w trzecim wymiarze. Las Polski 17: 28-29.

SUMMARY

Integration of orthophotomap, digital terrain model and vector layers of forest digital map

Orthophotomaps, digital terrain model and vector layers of forest digital map (LMN) are geomatics products prepared for forest management plan in the State Forests National Forest Holding. Geomatics offers numerous software applicable for integrating mentioned above separate products in the form of 3D visualization on the computer screen. 3D visualization contains added values of spatial information that is capable to increase the effectiveness of the forest management, forest education and Forest Districts public relation.

This paper presents research results focused on the usefulness of the spatial information derived from integration of 0,25 m spatial resolution digital orthophotomap, prepared from normal color aerial photos, 5 m digital terrain model and vector layer of forest compartment.

ER-Mapper 7.1 and ArcGIS 9.2 software has been utilized for processing, integration and 3D visualization.

The proper level 3D visualization effectiveness supports only these software which allows for steering the most important 3D visualization parameters: horizontal and vertical scale and view angle.

The best interpretability of the 3D visualization can be obtained for area of 100-500 ha, preferably containing separate forest complexes surrounded by non forest areas.

The integration of forest digital map vector layers with 3D visualization of the orthophotomap is possible as well. However the vector layers have to be additionally prepared – proper amount of vertexes have to be added.

The fly-through over the part of a forest district area is the special form of 3D visualization. That form of 3D visualization is suitable specially for forest education and public relation purposes.