

WYKORZYSTANIE ODWZOROWAŃ ANAMORFICZNYCH W PREZENTACJACH KARTOGRAFICZNYCH OPARTYCH NA DANYCH WEKTOROWYCH VMAP L2

USING ANAMORPHICAL PROJECTIONS
IN CARTOGRAPHICAL PRESENTATIONS
BASED ON VMAP L2 VECTOR DATA

Sylwia Garbarczyk-Walus

Zakład Kartografii, Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska

Słowa kluczowe: odwzorowania anamorficzne, prezentacje kartograficzne, VMap L2
Keywords: anamorphical projections, cartographical presentations, VMap L2

Wprowadzenie

Zazwyczaj główną przesłanką przy doborze odwzorowania kartograficznego jest otrzymanie minimalnych zniekształceń w obrębie odwzorowywanego obszaru. Wiąże się to z dążeniem do uzyskania w miarę jednolitej skali opracowania. Rozkład zjawisk spotykanych w przyrodzie z natury nie jest równomierny na powierzchni Ziemi. Stąd teoretyczne założenia o ich jednolitości w opracowaniach kartograficznych mogą okazywać się w niektórych przypadkach nieuzasadnione. Często spotykanym zadaniem w kartografii jest prezentacja obszarów, w których natężenie informacji jest nierównomierne. Odwzorowania anamorficzne, charakteryzujące się niejednorodnym rozkładem skali w obszarze odwzorowania, stwarzają możliwości polepszenia wizualizacji poprzez prezentację wybranych/interesujących obszarów w powiększeniu, przy jednoczesnym zachowaniu ciągłości całej prezentacji.

Przedstawione w artykule prace mają na celu zbadanie możliwości zastosowania odwzorowań anamorficznych w prezentacjach kartograficznych opartych na ogólnie dostępnych danych wektorowych jakimi są dane VMap L2. Poszukiwanym wynikiem badań jest znalezienie optymalnego typu i parametrów odwzorowania anamorficznego. Dlatego stworzono stosowną aplikację pozwalającą na dynamiczną transformację anamorficzną, wykonanej w oparciu o dane VMapL2, mapy wektorowej w środowisku MapInfo 9.0. Wypracowane rozwiązania mogą stać się pomocne do prezentacji kartograficznych elementów systemów informacji przestrzennej, czy też różnorodnych map nawigacyjnych.

VMap L2 jako baza referencyjna

VMap L2 jest sporządzoną, zgodnie ze standardami NATO, bazą danych przestrzennych odpowiadającą szczegółowością mapie topograficznej w skali 1:50 000. Treść mapy stanowią następujące kategorie tematyczne: aeronautyka, fizjografia, granice administracyjne, hydrografia, kultura, przemysł roślinność, transport oraz rzeźba terenu. Do analiz wybrano dane wektorowe VMap L2, gdyż aktualnie zapewniają one pełne pokrycie terenu Polski oraz stanowią bazę danych referencyjnych. Na ich podstawie powstają tematyczne opracowania pozwalające tworzyć odniesienia przestrzenne obiektów z wielu dziedzin życia.

Podstawowe założenia wybranych odwzorowań anamorficznyc

Szczegółowej analizie poddano dwa charakterystyczne odwzorowania anamorficzne pochodzące z grupy tzw. „technik dystorsyjnych”. Pierwsza z nich to zaproponowana przez Sarcara i Browna (1992) technika dystorsyjna zwana „rybim okiem”. Efekt „rybiego oka” można spotkać na zdjęciach wykonanych aparatem z soczewką szerokokątną, która pozornie powiększa obrazy bliskich obiektów, pomniejszając jednocześnie obrazy obiektów dalszych. Druga technika prezentacji anamorficznyc to zaproponowane przez Chrissyoulę Boutourę (1994) odwzorowanie azymutalne logarytmiczne (LAP), w którym zmiennośćskalość opracowania otrzymujemy dzięki wykorzystaniu własności funkcji logarytmicznej.

Wybrane odwzorowania zaliczamy do grupy tzw. „technik dystorsyjnych”, gdyż zniekształcają one treści istniejących już map w danym odwzorowaniu. W naszym przypadku kompozycja mapy pierwotnej wykonana została w PUWG 1992. Głównym założeniem wybranych odwzorowań jest przekształcanie liniowych elementów mapy za pomocą odpowiednio dobranych funkcji transformujących. Przekształcenia te mogą odbywać się równoległe do osi układu współrzędnych prostokątnych lub w kierunkach radialnych względem wybranego punktu. Ciągłość transformowanego obszaru najlepiej zachowują przekształcenia odległości radialnych, dlatego też w dalszych badaniach skupiono się na tego typu transformacjach. Formuły opisujące odległość radialną s^1 po transformacji oraz współczynnik powiększenia k i jego wartość k_0 w ognisku dla badanych odwzorowań anamorficznyc zamieszczone zostały w tabeli 1, gdzie d oraz a są odpowiednio parametrami wybranych transformacji (Garbarczyk-Walus, 2007). Aby zmniejszyć liczbę wykonywanych obliczeń podczas transformacji, a tym samym przyspieszyć proces, obszar transformacji ograniczono do wnętrza okręgu o promieniu R . Zabieg ten umożliwiając właściwości wybranych odwzorowań (Garbarczyk, 2006).

Transformacje anamorficznyc kompozycji mapy opartej na danych VMapL2

Dla potrzeb badań nad możliwościami wykorzystania odwzorowań anamorficznyc wybrano dane VMap L2 obszaru miasta Ostrołki i okolic. W oprogramowaniu MapInfo 9.0 sporządzono kompozycję mapy w PUWG 1992, na treść której składają się podstawowe

Tabela. Zestawienie podstawowych zależności dla wybranych odwzorowań anamorficznych

Zmienna \ Odwzorowanie	"rybie oko"	Odwzorowanie azymutalne logarytmiczne
$s' = s'(s) = s'(x, y)$	$R \frac{(d+1) \frac{s}{R}}{d \frac{s}{R} + 1}$	$R \frac{\ln(1+as)}{\ln(1+aR)}$
$k = k(s) = \frac{\partial s'}{\partial s}$	$\frac{d+1}{(ds/R+1)^2}$	$\frac{Ra}{(1+as)\ln(1+aR)}$
$k_0 = k(s=0)$	$d+1$	$\frac{aR}{\ln(1+aR)}$

obiekty występujące na danym terenie, takie jak rzeki, jeziora, budynki, tereny zabudowane, pomniki, cmentarze, parki, skwery, boiska, place sportowe, tereny lasów i łąk oraz linie kolejowe i drogowe.

Wybrane obiekty dzielą się na następujące typy obiektów charakterystycznych dla środowiska MapInfo: punkty, linie, polilinie oraz regiony. Opracowany algorytm rozpoznaje typ obiektu i dokonuje odpowiednio transformacji współrzędnych (x, y) punktów, początków i końców linii oraz werteksów polilinii i regionów. Wskazanie kursorem ogniska powiększenia powoduje pobranie współrzędnych wskazanego punktu i odpowiednie przeliczenie współrzędnych obiektów mapy wektorowej. W ten sposób otrzymujemy obraz mapy anamorficznej, w którym, za wyjątkiem obiektów punktowych, zostaje zachowana pierwotna symbolika obiektów. Jak pokazuje to rysunek 2, konieczna jest zmiana wielkości symboli obiektów punktowych wraz ze zmianą lokalnej skali w opracowaniu. Do określenia nowej wielkości symboli obiektów punktowych wykorzystano współczynnik powiększenia k (tab.), który jest wartością lokalno-kierunkowej skali długości w kierunku radialnym w danym punkcie. Należy zauważyć, że lokalna skala długości (Panasiuk i in., 1999) w tym kierunku przyjmuje minimalne wartości. Rysunek 1 przedstawia rozkład maksymalnych i minimalnych wartości lokalno-kierunkowej skali długości. Na jego podstawie możemy wnioskować, że rzeczywiste powiększenie transformowanego obszaru ma miejsce tylko wtedy, gdy jednocześnie wartości maksymalnych i minimalnych wartości lokalno-kierunkowej skali długości są większe od jedności. W pozostałym obszarze następują skurczenia rekompensujące powiększenie obrazu w ognisku. Uzasadnionym jest zatem przeliczenie rozmiaru symboli obiektów punktowych wprost proporcjonalnie do minimalnych wartości lokalno-kierunkowej skali długości tak, aby otrzymać ich powiększenie w pobliżu ogniska i pomniejszenie w pobliżu granicy transformowanego obszaru.

Analiza wyników transformacji pod kątem doboru współczynników

Odpowiedni dobór parametrów odwzorowania pozwala uzyskać żądane powiększenie w ognisku. W zależności od potrzeb możemy również zmieniać wielkość transformowanego obszaru. Dla wybranych typów transformacji porównano przyjęte kombinacje odwzorowań z trzy-, pięcio- i dziesięciokrotnym powiększeniem w ognisku oraz promieniem transformowanego obszaru równym 1000, 1500 i 2000 metrów. Kompozycję mapy pierwotnej przedstawia rysunek 3.

Trzykrotne powiększenie w ognisku

Zastosowanie transformacji z trzykrotnym powiększeniem w ognisku zarówno w przypadku odwzorowania „rybie oko” (rys. 4), jak i azymutalnego logarytmicznego (LAP) daje pożądany efekt powiększenia obszarów o największym zagęszczeniu obiektów, które naoryginale często bywają trudno czytelne. Tak dobrane transformacje nie powodują wrażenia nienaturalności prezentacji, a obszary skurczeń również pozostają wystarczająco czytelne.

Transformacja z trzykrotnym powiększeniem w ognisku zastosowana na większym obszarze ($R = 1500$ m) również daje pozytywne wyniki. Rzeczywiste powiększenie otrzymujemy dla większych obszarów, dzięki czemu powiększony obraz jest bardziej „wygładzony”, przez co rozumie się mniejszą niż dla $R = 1000$ m deformację kątów. Tu również zniekształcenia w pobliżu granicy transformowanego obszaru nie powodują utraty czytelności. Rysunek 5 przedstawia wyniki transformacji „rybie oko” dla tak dobranych parametrów.

Efekt trzykrotnego powiększenia w ognisku w przypadku transformacji wykonanej w obszarze o promieniu $R = 2000$ m (rys. 6) może wydawać się nieadekwatny do wielkości obszaru, który ulega zniekształceniu. Jednak przy takim doborze parametrów, na obrazie po transformacji, zniekształcenia kątów są najmniejsze w porównaniu z dwoma wcześniej omawianymi przypadkami; dzięki temu pierwotne kierunki i równoległość linii są najlepiej zachowane. Wpływa to pozytywnie na orientację i wyobrażenie o terenie.

Wszystkie z omówionych sześciu wariantów odwzorowania anamorficznego dają pozytywne wyniki. Zastosowanie trzykrotnego powiększenia w ognisku okazuje się wystarczające dla map o badanej szczegółowości, a dobór wielkości transformowanego obszaru nie nakłada na nas ograniczeń. Przy stosunkowo niewielkim powiększeniu w ognisku odwzorowanie „rybie oko” okazuje się korzystniejsze. Bardziej „wygładza” obszar powiększenia, dzięki czemu otrzymujemy mniejsze zniekształcenia kątów na tym obszarze oraz odczucie większego powiększenia niż w przypadku zastosowania transformacji logarytmicznej. Odwzorowanie „rybie oko” charakteryzuje się większym skurczeniem w pobliżu granicy transformowanego obszaru, jednak przy tej wielkości powiększenia w ognisku zniekształcenia te są stosunkowo niewielkie i nie powodują utraty czytelności.

Pięciokrotne powiększenie w ognisku

Zastosowanie pięciokrotnego powiększenia w ognisku dla obszaru o promieniu $R = 1000$ m (rys. 7) powoduje dość znaczne odsunięcie obiektów od ogniska. Zaś wybór stosunkowo niewielkiego obszaru transformacji sprawia, że obraz jest wyraźnie zniekształcony i nie poprawia czytelności interesującej nas treści.

Natomiast pięciokrotne powiększenie dla $R = 1500$ m daje lepsze rezultaty. Otrzymujemy szczegółowy obraz obszaru powiększenia przy stosunkowo niewielkiej deformacji ujemnej w pobliżu granicy transformowanego obszaru (rys. 8).

Zwiększenie transformowanego obszaru ($R = 2000$ m) zwiększa również obszar powiększenia. Powiększenie to musi być jednak rekompensowane większymi skurczeniami utrudniającymi czytelność mapy i ogólny ogląd okolicy, co jest widoczne na rysunku 9.

Najlepsze rezultaty, w przypadku gdy chcemy uzyskać pięciokrotne powiększenie w ognisku, otrzymujemy dla $R = 1500$ m. Chcąc osiągnąć powiększenie tego rzędu korzystniejszym jest wybór odwzorowania azymutalnego logarytmicznego. Lepiej zachowana jest wówczas równowaga pomiędzy obszarem rzeczywiście powiększonym a obszarem skurczeń, co poprawia czytelność w pobliżu granicy transformowanego obszaru w stosunku do odwzorowania „rybie oko”.

Dziesięciokrotne powiększenie w ognisku

Zastosowanie dziesięciokrotnego powiększenia w ognisku wykazało, że dla map o badanej szczegółowości nie jest ono wymagane. Dla najmniejszego obszaru ($R = 1000$ m) transformacji wyraźnie pojawia się zjawisko odsuwania obiektów od ogniska. Nie uzyskujemy przez to poprawy wizualizacji najbardziej interesujących nas szczegółów mapy. W najbliższym sąsiedztwie ogniska znajdujemy nieliczne obiekty, podczas gdy w dalszym obszarze transformacji następuje ich zagęszczenie. Miejscami jest ono nawet większe niż w widoku pierwotnym.

W miarę zwiększania obszaru transformacji ten niepożądany efekt jest niwelowany, jednak tuż przy granicy transformowanego obszaru skurczenia stają się tak duże, że tracimy czytelność mapy.

W większości przypadków kompozycja o szczegółowości mapy 1:50 000 nie wymaga stosowania powiększenia dziesięciokrotnego. Przewiduje się możliwość powiększenia tego rzędu dla obszarów o wyjątkowo dużym nagromadzeniu szczegółów na mapie, jednak przy zastosowaniu większego ($R = 1500$ m, $R = 2000$ m) obszaru transformacji.

Również przy dziesięciokrotnym powiększeniu w ognisku, odwzorowanie azymutalne logarytmiczne okazuje się korzystniejsze, gdyż powoduje mniejsze skurczenia na granicy transformowanego obszaru (rys. 10 i 11).

Omówienie wyników transformacji

Należy zauważyć, że omówione transformacje anamorficzne zachowują orientację symboli obiektów punktowych. Jest ona w każdym przypadku horyzontalna. W przypadku linii oraz obiektów powierzchniowych w wyniku transformacji korygowane jest położenie każdego wierzchołka. Linie proste na mapie oryginalnej mogą zostać zatem przekształcone w łamane, a prostokąty w wielokąty nieforemne. Zaburzona zostaje w ten sposób wzajemna topologia obiektów. Równoległość elementów liniowych na mapie pierwotnej nie zostaje zachowana. Ten niepożądany efekt jest najmniej widoczny dla trzykrotnego powiększenia przy zastosowaniu największego obszaru transformacji ($R = 2000$ m). Mając na uwadze możliwość przekształcenia prostej w łamaną, należy tak wybierać położenie ogniska powiększenia, by znajdowało się np. na skrzyżowaniu najważniejszych dróg na danym obszarze. Dzięki temu ich orientacja pozostanie niezmienną.

Istnieje możliwość stosowania więcej niż jednego ogniska powiększenia na jednej mapie z różnymi wielkościami powiększenia w ognisku. Wskazany jest jednak takie ich rozmieszczenie, by obszary ich oddziaływania nie zachodziły na siebie. Nie stanowi również problemu dobór położenia ogniska powiększenia w taki sposób, że transformowany obszar wychodzi poza granice ekranu czy arkusza mapy.

Wnioski i podsumowanie

Przeprowadzone analizy wyników transformacji wykazały pewne prawidłowości, które należy brać pod uwagę przy doborze typu odwzorowania anamorficznego i jego parametrów. Wskazują one między innymi na konieczność uzależnienia wielkości promienia R odżądanego powiększenia w ognisku w celu optymalizacji prezentacji. Fakt ten ma szczególne znaczenie przy stosowaniu większych niż trzykrotne wartości powiększenia w ognisku. W miarę zwiększania powiększenia, transformacją należy obejmować coraz większy obszar.

Odwzorowania typu „rybie oko” dają efekt „wygładzenia” obszaru powiększenia w pobliżu ogniska, co wiąże się ze względnie mniejszą deformacją kątów. Okazują się one korzystniejsze dla tych transformacji, w wyniku których otrzymujemy mniejsze powiększenia (np. 3x). Gdy chcemy uzyskać większe powiększenie w ognisku, zaleca się stosowanie odwzorowań typu LAP. W odwzorowaniach tego typu skurczenia w okolicy brzegu transformowanego obszaru, rekompensujące powiększenie w ognisku, nie są aż tak wyraźne, przez co zachowana jest czytelność całej prezentacji.

Z przeprowadzonych badań wynika, że szczegółowość map w skali 1:50 000 w większości przypadków nie wymaga stosowania powiększenia większego niż pięciokrotne.

W pierwszej fazie doboru odwzorowań, poddanych następnie szczegółowej analizie, świadomie odrzucono transformacje, które obejmują cały obszar mapy. Ograniczenie liczby transformowanych obiektów skraca czas transformacji; ma to szczególne znaczenie w mapach dynamicznych. Przykładem mogą być mapy nawigacyjne, w których położenie ogniska powiększenia zmienia się wraz ze zmianą aktualnego położenia użytkownika.

W niniejszej pracy skupiono się na analizie transformacji obiektów wektorowych z pominięciem napisów na mapie. Zagadnienie to powinno stanowić przedmiot dalszych badań.

Stosowanie powiększenia anamorficznego stanowi ciekawą i użyteczną alternatywę dla map o jednolitej skali. Właściwości odwzorowań anamorficznnych, pozwalające na prezentację danych kartograficznych w zmiennej, a zarazem ciągłej skali, mogą znaleźć szerokie zastosowanie przy tworzeniu map analogowych, a przede wszystkim map cyfrowych. Mogą to być różnego rodzaju mapy tematyczne, wykorzystujące dane VMap L2 jako dane referencyjne. Godnym zainteresowania może być ich zastosowanie w tzw. mapach mobilnych. Przykładem wykorzystania tego typu prezentacji mogą być mapy nawigacyjne, w których pożądanym jest dostarczanie szczegółowej (w większej skali) prezentacji w pobliżu aktualnego punktu położenia użytkownika – np. aktualnej pozycji na trasie podróży, przy zapewnieniu jednoczesnego ogólnego oglądu dalszej okolicy (w mniejszej skali).

Literatura

- Boutoura Ch., 1994: Logarithmic Urban Thematic Mapping in MIS Environment. *Cartographica*, Vol. 31, Number 1, Spring 1994, pp. 41-53.
- Garbarczyk S., 2006: Wybrane aspekty tworzenia odwzorowań anamorficzych, Materiały Sesji Naukowej z okazji 85-lecia Wydziału Geodezji i Kartografii, Warszawa, 9-10 czerwca 2006, s. 41-50.
- Garbarczyk-Walus S., 2007: Własności metryczne wybranych odwzorowań anamorficzych. *Roczniki Geomatyki*, t. V, z. 3, PTIP, Warszawa, s. 57-68.
- Panasiuk J., Balcerzak J., Pokrowska U., 1999: Wybrane zagadnienia z podstaw teorii odwzorowań kartograficznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Sarcar M., Brown M. H., 1992: Graphical Fisheye Views of Graphs. Proceedings of CHI'92. ACM, New York, pp. 83-91.

Abstract

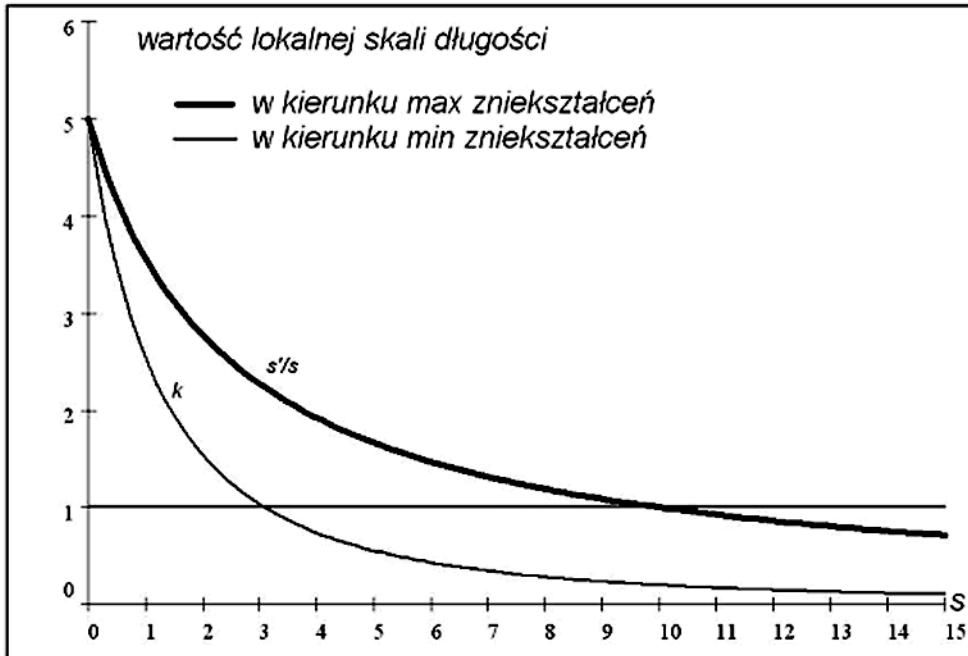
Usually the main aim in selection cartographical projection is to receive minimum deformation of the area covered by the projection. This is connected with the aim to obtain as uniform scale as possible. Very often the task consists of presenting areas where the distribution of geographical, economic or social phenomena is not uniform. Anamorphical projections with uneven distribution of scale in projected area give opportunity to solve this problem by presenting selected/interesting area enlarged while continuity of the whole presentation is preserved.

This paper examines possibility of using anamorphical projections in cartographical presentations based on generally accessible vector data. The aim of the research was to obtain optimal type and parameters of anamorphical transformation. VMap L2 was chosen as a reference data base covering the whole territory of the country. To this end an appropriate application was created allowing dynamic anamorphical transformation of vector map.

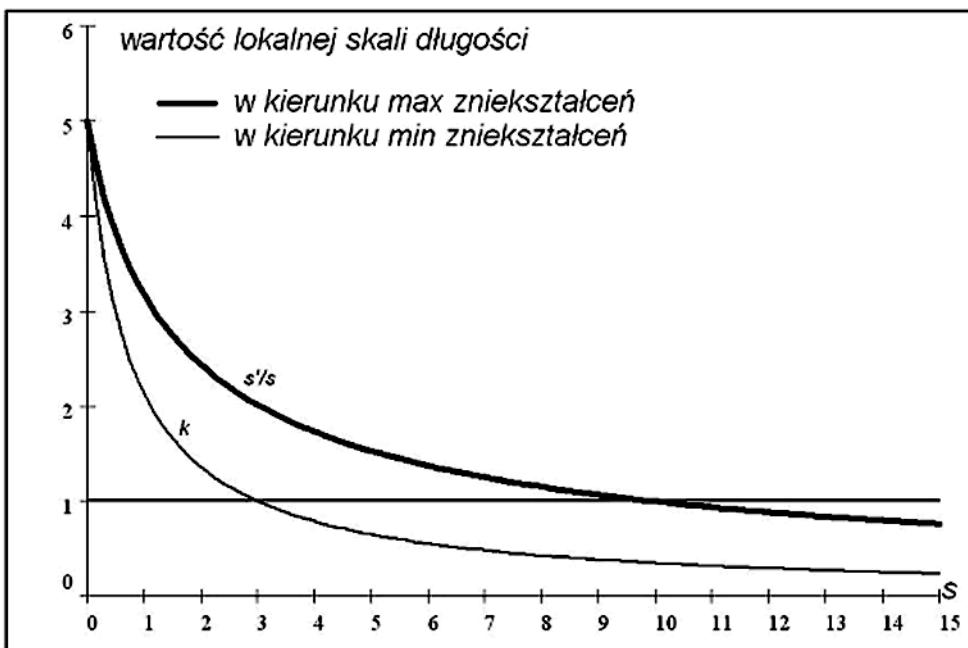
The research showed among other things the relationship between the size of transformation territory and enlargement in the center of the territory. To obtain better results bigger enlargements are required for bigger transformation territory. It was also noted that Fish Eye type projections, which better smooth down image near to transformation center, should be used in small range enlargements. When we need more than threefold magnification, better results are obtained with Logarithmic Azimutal Projection. Shrinking near the edge of transformation territory in this type of projections is not so significant and legibility of the whole map is preserved.

Anamorphical visualisations and conclusions made in this paper could be helpful especially in mobile digital maps based on VMap L2 precision vector data. Good example of application could be navigation maps where we usually need more detailed information about current location while continuity of the whole map is preserved.

mgr inż. Sylwia Garbarczyk-Walus
doktorantka na Wydziale Geodezji i Kartografii PW
sylwia_pw@op.pl

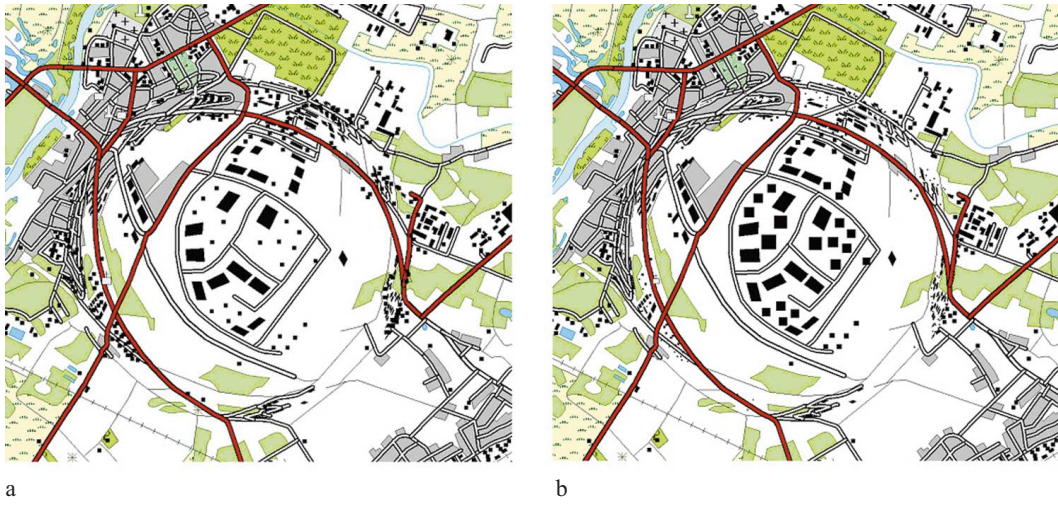


a

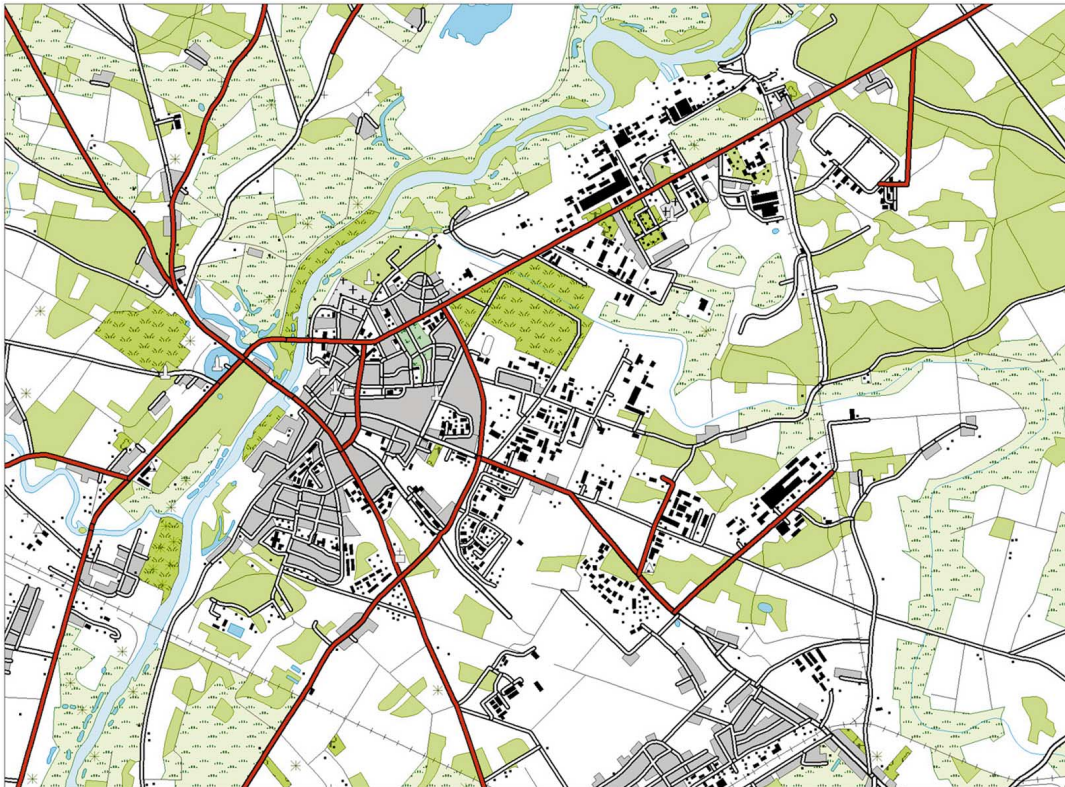


b

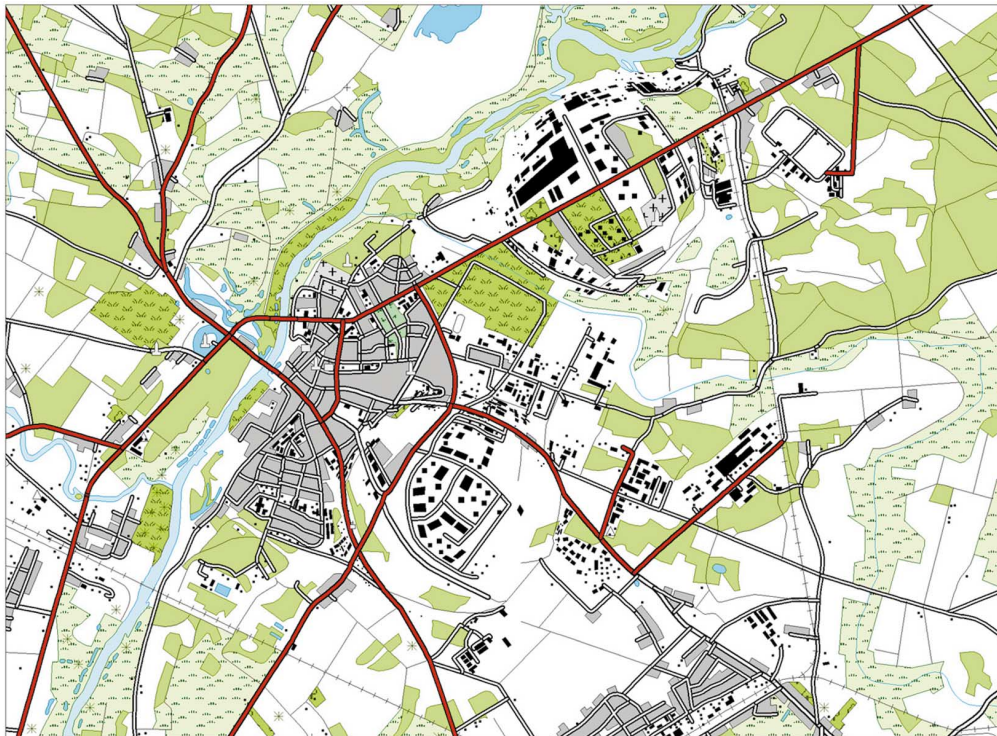
Rys. 1. Maksymalne i minimalne wartości lokalnej skali długości w funkcji odległości radialnej s od ogniska w odwzorowaniu: a – „rybie oko”, b – LAP (pow. 5x, $R = 10$)



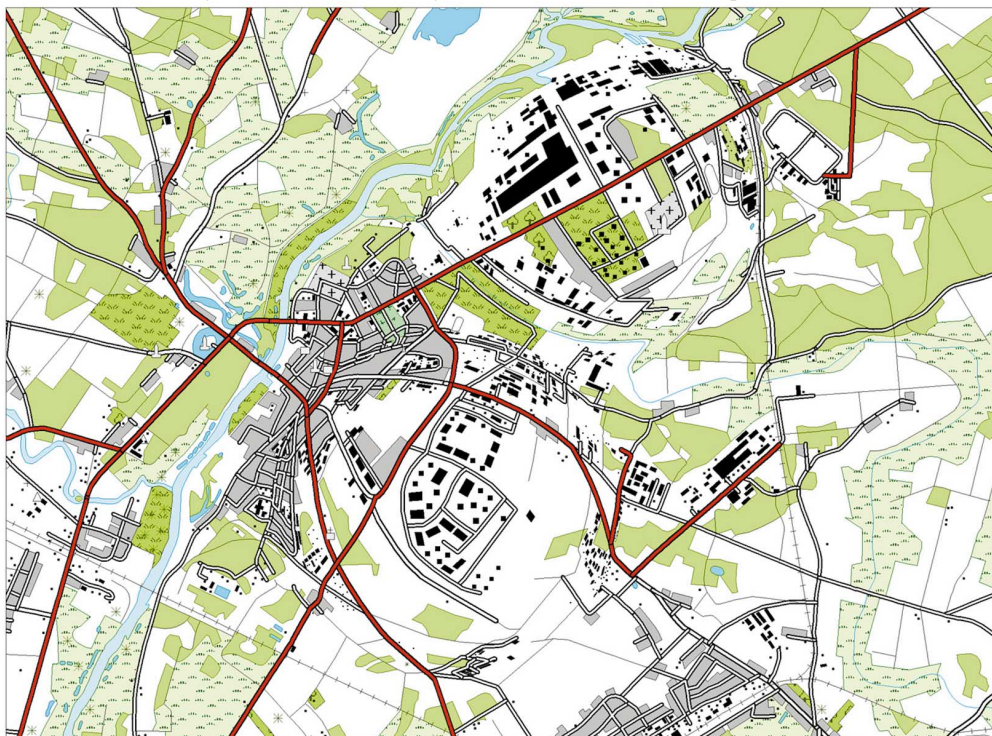
Rys. 2. Odzworowanie anamorficzne przekształcające obiekty punktowe: a – bez zmiany ich symboliki, b – ze zmianą wielkości symboli w zależności od współczynnika powiększenia k w danym punkcie



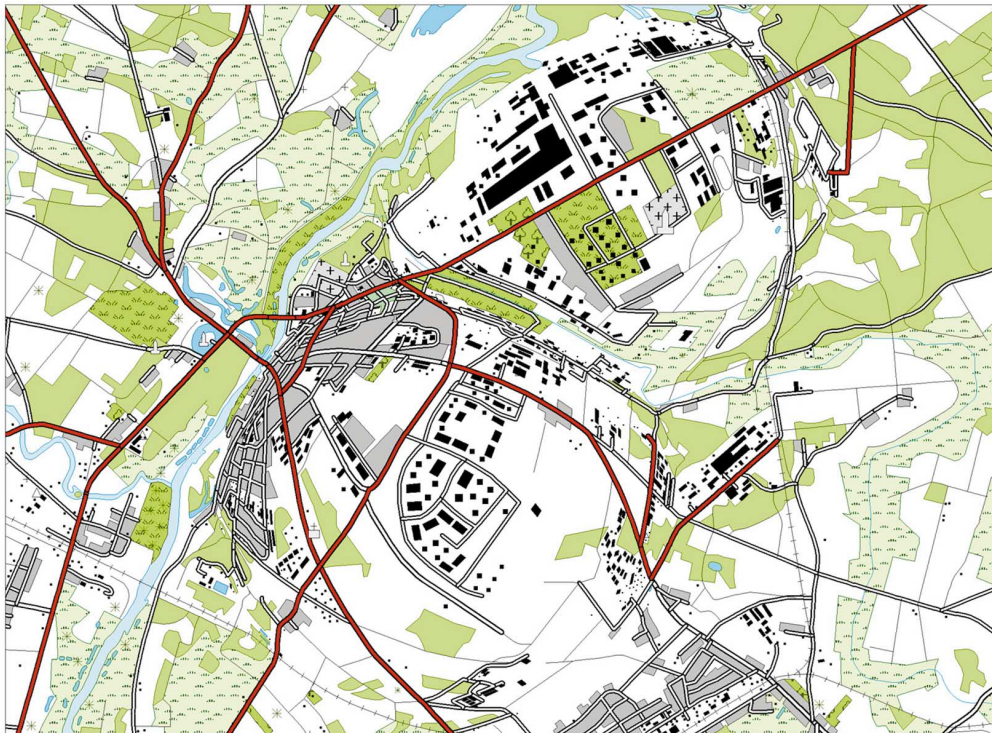
Rys. 3. Kompozycja mapy oryginalnej (PUWG 1992)



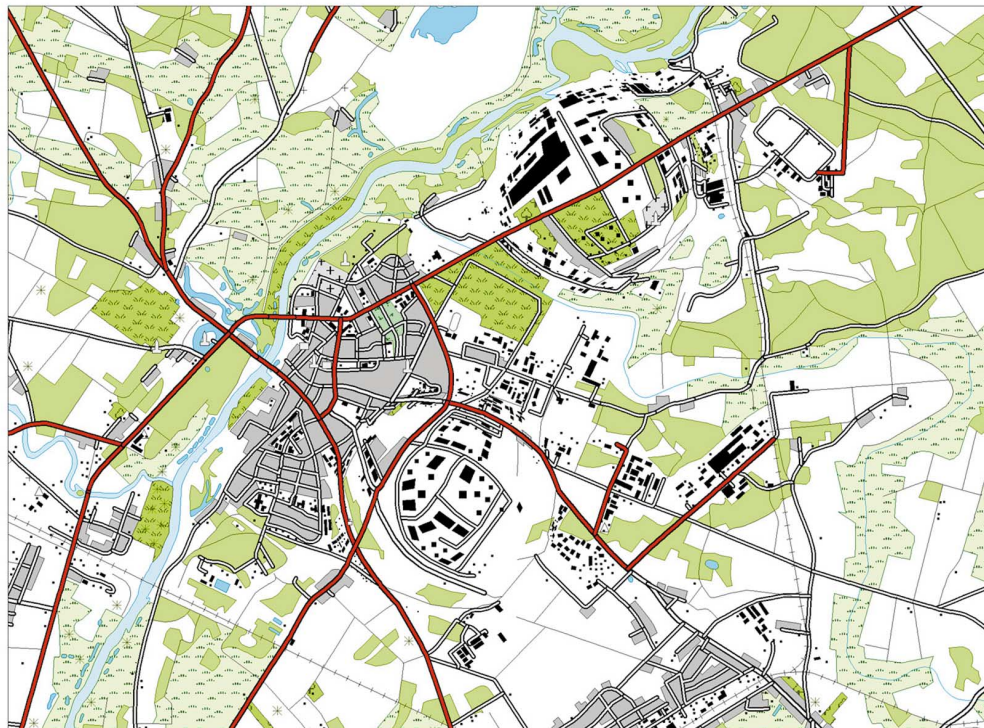
Rys. 4. Odwzorowanie „rybie oko”: $d = 2$, $R = 1000$ m (pow. 3x)



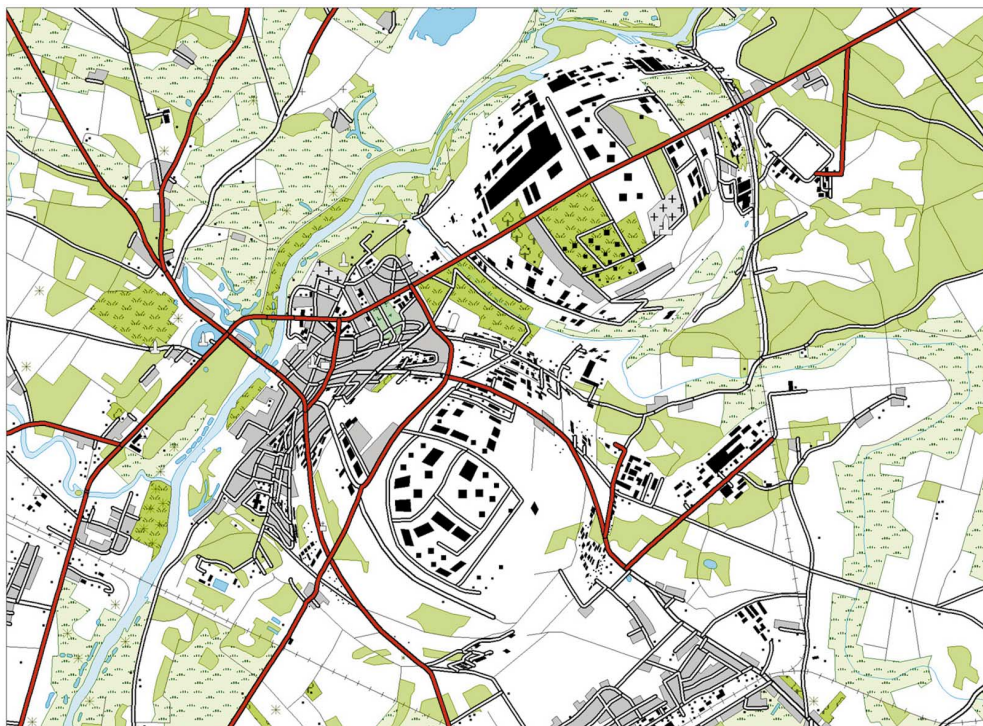
Rys. 5. Odwzorowanie „rybie oko”: $d = 2$, $R = 1500$ m (pow. 3x)



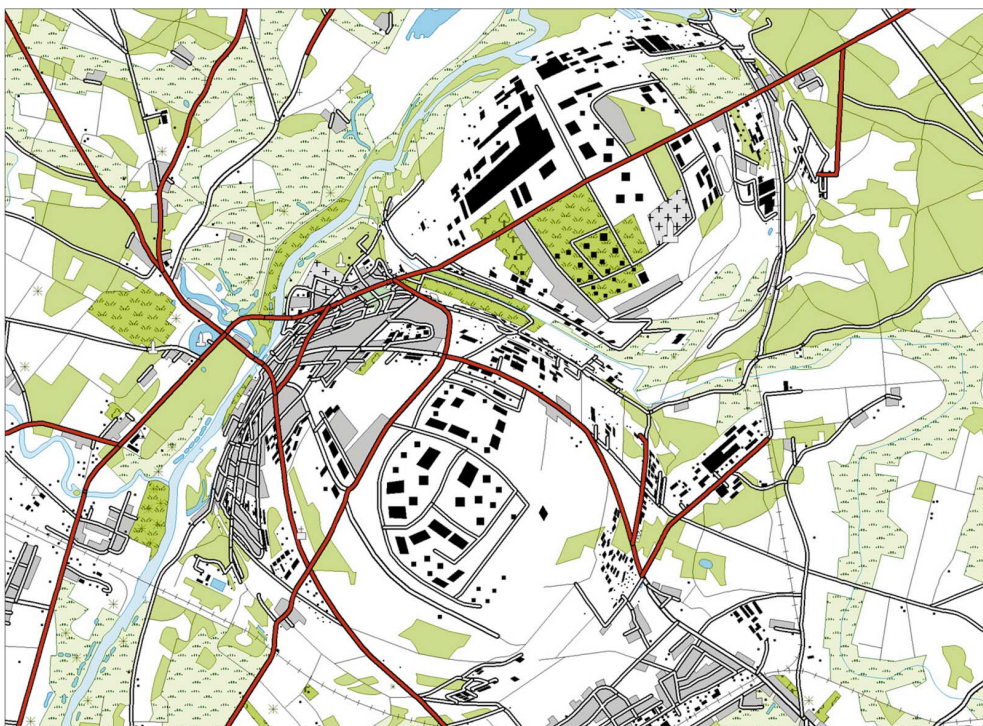
Rys. 6. Odwzorowanie „rybie oko”: $d = 2$, $R = 2000$ m (pow. 3x)



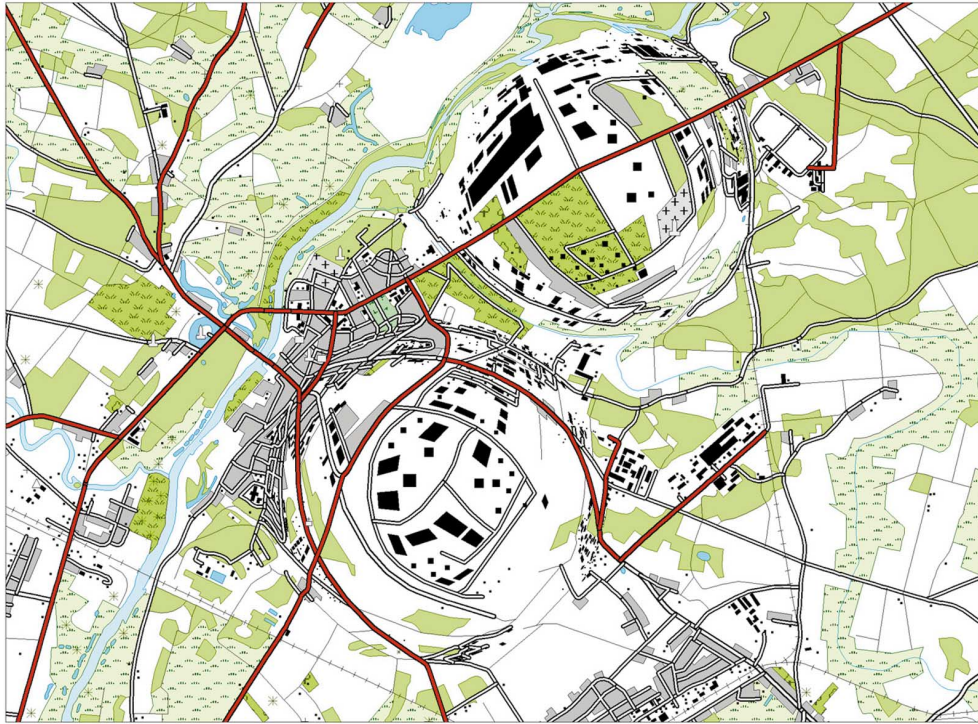
Rys. 7. Odwzorowanie LAP: $a = 0,01331$, $R = 1000$ m (pow. 5x)



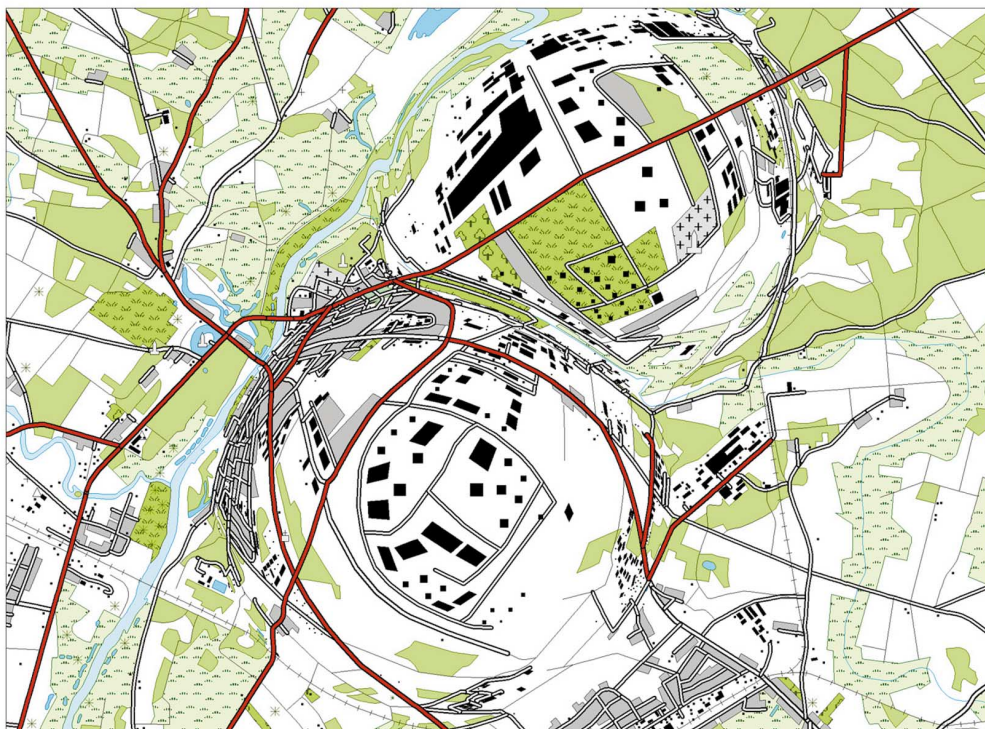
Rys. 8. Odwzorowanie LAP: $a=0,00887$, $R = 1500$ m (pow. 5x)



Rys. 9. Odwzorowanie LAP: $a=0,00666$, $R = 2000$ m (pow. 5x)



Rys. 10. Odwzorowanie LAP: $a = 0,02410$, $R = 1500$ m (pow. 10x)



Rys. 11. Odwzorowanie LAP: $a = 0,01808$, $R = 2000$ m (pow. 10x)