

Charakterystyka rozmieszczenia przestrzennego punktów poziomej osnowy szczegółowej*

Description of spatial distribution
of detailed horizontal geodetic control points

Elżbieta Bielecka, Krzysztof Pokonieczny, Paweł Kamiński

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Warszawa

Słowa kluczowe: pozioma osnowa geodezyjna, obręb geodezyjny, autokorelacja przestrzenna, indeks Morana

Keywords: detailed horizontal geodetic network, geodetic section, spatial autocorrelation, Moran Index

Wprowadzenie

Osnowa geodezyjna realizuje pewien układ odniesienia obowiązujący dla wszystkich prac geodezyjnych i kartograficznych. Według Kadaja (2009) układ odniesienia, utożsamiony w powyższym sensie z osnową geodezyjną, jest pewną fizyczną (techniczną) realizacją układu współrzędnych, na określonym obszarze powierzchni Ziemi, z określoną gęstością lokalizacji punktów oraz właściwą dla danej klasy dokładnością i niezawodnością. Podkreśla on również, że samo pojęcie układu współrzędnych ma znaczenie głównie teoretyczne. Status praktyczny w postaci układu odniesienia uzyskuje dopiero z chwilą powiązania tego układu z fizyczną Ziemią, a to dokonuje się właśnie przez punkty osnowy geodezyjnych.

Podstawowymi kryteriami oceny sieci geodezyjnej są: dokładność i niezawodność. A zatem jednym z istotnych zagadnień związanych z projektowaniem osnowy geodezyjnych jest określenie liczby punktów osnowy i takiego ich rozmieszczenia, aby osiągnąć jak najwyższą dokładność i niezawodność sieci. Przy czym niezawodność zdefiniowana przez Baarda w latach 60. (1968) jest rozumiana jako możliwość wykrycia błędów grubych z jak największym prawdopodobieństwem i zminimalizowanie wpływu pozostałych błędów tak, by można go uznać za nieistotny (Prószyński, Kwaśniak, 2002).

Tryb i standardy techniczne zakładania i utrzymania osnowy, a także zasady gromadzenia informacji o osnowach w bazach danych reguluje Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 14 lutego 2012 roku w sprawie osnowy geodezyjnych, grawimetrycznych i

* Praca została wykonana w ramach badań statutowych PBS NR 854/2013 realizowanych w Instytucie Geodezji Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji Wojskowej Akademii Technicznej.

magnetycznych (Rozporządzenie, 2012). Szczegółową poziomą osnowę geodezyjną stanowi zbiór punktów będących rozwinięciem podstawowej osnowy poziomej. Punkty osnowy szczegółowej służą do nawiązywania osnów pomiarowych i wykonywania szczegółowych pomiarów geodezyjnych. Stopień zagęszczenia punktów osnowy jest zróżnicowany i zależy od stopnia zagospodarowania terenu: na terenach zurbanizowanych wynosi nie mniej niż 1 punkt na 20 ha, natomiast na terenach rolnych i leśnych stopień zagęszczenia powinien być dostosowany do potrzeb wynikających z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, nie mniejszy jednak niż 1 punkt na 120 ha. Rozporządzenie zaleca, aby przy ustalaniu lokalizacji punktów osnowy dążyć do uzyskania jak największej liczby wzajemnych wizur na sąsiednie punkty osnowy tej samej lub wyższej klasy. Punkty nie powinny być projektowane w bezpośrednim sąsiedztwie aktywnych elementów infrastruktury technicznej emitujących fale elektromagnetyczne, w szczególności: nadajników radiowych, linii energetycznych, trakcji kolejowej lub tramwajowej. Ponadto, należy unikać zakryć horyzontu i przeszkód terenowych mogących powodować odbicia sygnałów satelitarnych, w szczególności: budowli, drzew, krzewów, a nawet samochodów. Wymagania te oznaczają, że projektując sieć geodezyjną lub jej modernizację należy poza warunkami geometrycznymi uwzględnić także warunki topograficzne i użytkowanie terenu.

Informacje o punktach osnowy geodezyjnej są gromadzone w bazie danych szczegółowych osnów geodezyjnych i zarządzane na poziomie powiatu. Baza ta zawiera między innymi: informacje o numerze punktu, jego współrzędnych w państwowym układzie współrzędnych prostokątnych płaskich, średni błąd położenia, typ stabilizacji i opis topograficzny, umożliwiające odtworzenie położenia punktu w terenie. Według danych Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (Graszka, 2012) liczba punktów osnowy szczegółowej wynosi 1 378 383, co daje średnie zagęszczenie punktami osnowy równe 1 punkt na 22,5 ha. Warto jednak zaznaczyć, że wiele z tych punktów wymaga wznowienia, ponieważ znaki stabilizujące je w terenie uległy zniszczeniu (Latoś, 2003).

Tematem artykułu jest analiza *ex post* stopnia zagęszczenia punktów szczegółowej osnowy poziomej. Przeanalizowano zagęszczenie punktami osnowy na terenach o różnym zagospodarowaniu, a także zbadano, które z punktów znajdują się w bliskim sąsiedztwie linii energetycznych i trakcji kolejowych i ze względu na zbyt duże zakłócenia sygnałów satelitarnych nie będą mogły być w przyszłości modernizowane z zastosowaniem technologii satelitarnych. Wyniki analiz zostały odniesione do obrębów geodezyjnych i zaprezentowane w postaci map tematycznych. Badania zostały przeprowadzone dla powiatu łosickiego. W analizie zagospodarowania wykorzystano dane zgromadzone w wektorowej bazie VMapL2. Prezentowane badania umożliwiają nie tylko pokazanie osnowy na tle informacji topograficznej ale także szybką ocenę, czy na interesującym geodetę terenie jest wystarczająca liczba punktów osnowy, czy też należy ją zagęścić osnową pomiarową. W konsekwencji dostęp do takiej informacji ułatwi i przyspieszy zaplanowanie i oszacowanie kosztów prac pomiarowych.

Analiza rozmieszczenia punktów osnowy szczegółowej w powiecie łosickim

Charakterystyka obszaru i wykorzystanych danych

Powiat Łosice jest najbardziej wysuniętym na wschód obszarem województwa mazowieckiego. W skład powiatu o powierzchni 77 030 ha i liczbie mieszkańców nieco ponad 32 tys. osób (GUS, 2014), wchodzi pięć gmin wiejskich (Platerów, Sarnaki, Stara Kornica, Huszlew, Olszanka) oraz jedna gmina miejsko-wiejska (miasto i gmina Łosice). Powiat ma charakter typowo rolniczy, w strukturze użytkowania terenu dominują grunty rolne, które stanowią ok. 75% (w tym grunty orne – 57,5%, łąki i pastwiska – 16,4% oraz 1,3% sady), lasy stanowią nieco ponad 22%, tereny zabudowane 2,2%, wody ok. 0,4%. Infrastruktura drogowa powiatu jest dość dobrze rozwinięta, składają się na nią: 38,2 km dróg krajowych 49,0 km dróg wojewódzkich oraz 368,8 km dróg powiatowych, co daje średnio 64,5 km na 100 km². Przez powiat przebiega jedna linia kolejowa Warszawa-Hajnówka.

Informacja o pokryciu terenu pochodzi z bazy VmapL2. Jest to wektorowa baza danych przestrzennych, będąca odpowiednikiem (pod względem szczegółowości) mapy topograficznej w skali 1:50 000. Mapa wektorowa poziomu 2 jest opracowaniem ogólnogeograficznym, wykonanym i na bieżąco aktualizowanym przez Służbę Topograficzną WP. Kodowanie obiektów realizowane jest zgodnie ze standardem DIGEST (*Digital Geographic Information Exchange Standard*). VmapL2 pokrywa swoim zasięgiem obszar całej Polski. Dane w bazie pogrupowane są w 11 kategorii tematycznych, takich jak: granice, rzeźba terenu, hydrografia, przemysł, fizjografia, obiekty socjalno-kulturalne, transport, uzbrojenie terenu i roślinność, które dalej dzielą się na podkategorie i klasy (Bac-Bronowicz i in., 2007; WCG, 2011). Z uwagi na rolniczy charakter powiatu, w przeprowadzonym badaniu postanowiono uwzględnić trzy dominujące klasy pokrycia terenu, a mianowicie zabudowę, grunty rolne i lasy (z zakrzaczeniami) oraz wody stanowiące na analizowanym terenie zaledwie 0,4%, ale ważne z punktu widzenia lokalizacji punktów osnowy.

Dane o punktach poziomej osnowy szczegółowej pozyskano z Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Łosicach. Analizowana osnowa liczy 1926 punktów, o średnim błędzie położenia punktu 0,08 m.

Cel i metoda badań

Celem artykułu jest ocena stopnia zagęszczenia punktów poziomej osnowy szczegółowej oraz analiza, które z punktów są zlokalizowane w bliskim sąsiedztwie dróg, trakcji kolejowych i linii energetycznych i ze względu na możliwość zakłócenia sygnałów satelitarnych trudna będzie ich modernizacja za pomocą technik GNSS. Za bliskie sąsiedztwo przyjęto odległość 100 m, co związane jest z dokładnością wykorzystanych danych o pokryciu terenu.

Założono, że analiza przestrzennego rozmieszczenia punktów osnowy szczegółowej wykonana zostanie w polach podstawowych, za które przyjęto obręby geodezyjne, stanowiące najmniejszą jednostkę podziału administracyjno-geodezyjnego. Obręby zostały podzielone na 5 grup ze względu na sposób pokrycia terenu z wykorzystaniem metody *k*-średnich, co szczegółowo opisano w publikacji Bielecka i inni (2014).

Do oceny przestrzennego zróżnicowania rozmieszczenia punktów osnowy, czyli zweryfikowania hipotezy o przestrzennej autokorelacji, wykorzystano globalny i lokalny indeks Morana. Autokorelacja przestrzenna występuje w przypadku, gdy określone zjawisko w jednej jednostce przestrzennej (w analizowanym przypadku liczba punktów osnowy) wpływa na zmianę prawdopodobieństwa wystąpienia tego zjawiska w jednostkach sąsiednich. Dodatnia autokorelacja przestrzenna zachodzi wówczas, gdy obserwujemy przestrzenne gromadzenie się, w sensie lokalizacji, wysokich lub niskich wartości obserwowanych zmiennych, w analizowanym przypadku liczby punktów osnowy geodezyjnej. W przypadku ujemnej autokorelacji wysokie wartości sąsiadują z niskimi, a niskie z wysokimi, tworząc pewnego rodzaju szachownicę (Suchecki, 2010). Brak autokorelacji przestrzennej oznacza przestrzenną losowość, zatem wartości wysokie i niskie obserwowanych zmiennych są rozmieszczone niezależnie.

Statystyka *I* Morana określa podobieństwo jednostki przestrzennej wobec sąsiadów i bada istotność statystyczną tej zależności. Przy czym indeks globalny analizuje zależności pomiędzy wszystkimi jednostkami na danym obszarze, podczas gdy indeks lokalny wyznacza autokorelację lokalną, czyli pomiędzy sąsiadującymi jednostkami i pokazuje, czy wokół danej jednostki przestrzennej występują skupiska jednostek o podobnych wartościach – niskich lub wysokich (Anselin, 1995). Globalny wskaźnik *I* Morana, tak jak i jego lokalna wersja, przyjmuje wartości z przedziału -1 do $+1$. Wyższe niż spodziewane, istotne statystycznie, wartości dodatnie wskazują na skupienie podobnych (wysokich lub niskich) wartości. Wynik w okolicach 0 wskazuje na brak skupień. Niższe niż spodziewane, istotne statystycznie, wartości ujemne zwracają uwagę na skupienia wartości niepodobnych, na przykład jednostka z wysokimi wartościami otoczona jest przez jednostki z niskimi lub na odwrót.

Do wizualizacji wyników analiz przestrzennych wykorzystano kartogram, kartodiagram oraz metodę nazwaną przez Medyńską-Gulij (2010) kompilacją kartograficzną, która umożliwia prezentowanie na jednej mapie treści pochodzących z różnych zbiorów danych tematycznych.

Wyniki

Zagęszczenie punktami osnowy

Średnie zagęszczenie punktami osnowy geodezyjnej w powiecie łosickim wynosi 1 punkt na 40 ha. Powierzchnia terenów zabudowanych na terenie analizowanego obszaru wynosi 1666 ha, zaś terenów rolnych i leśnych 75 321 ha. Zgodnie z rozporządzeniem na terenach zabudowanych powinno się znajdować co najmniej 84 punkty geodezyjne, zaś na terenach rolnych i leśnych co najmniej 628 punktów. Wykonane badania wykazały jednoznacznie, że przedstawione kryteria zostały spełnione. W powiecie łosickim na terenach zabudowanych znajdują się 184 punkty, zaś na obszarach leśnych i rolnych ogółem 1742, czyli 90,5% wszystkich punktów. Na uwagę zasługuje fakt, że odnotowane wartości ponad dwukrotnie przewyższają wymagane rozporządzeniem liczby punktów położonych na obszarach określonego typu. Liczba punktów osnowy geodezyjnej w poszczególnych obrębach jest bardzo zróżnicowana i waha się od zera (dla 6 typowo rolniczych obrębów) do 162 w Łosicach, które jest miastem o liczbie ludności nieznacznie przekraczającej 7 tysięcy. Średnio w obrębie znajduje się 14 punktów. Zróżnicowana jest także liczba punktów osnowy przypadająca na 1 hektar, która przyjmuje najwyższe wartości (ponad 5 punktów na 1 km²) dla terenów

zabudowanych i minimalne dla leśnych, gdzie jeden punkt osnowy przypada na jeden obręb geodezyjny o powierzchni ok. 740 hektarów. Zróżnicowanie to zilustrowano na rysunku 1.

Analizując przestrzenny rozkład gęstości punktów dochodzimy do wniosku, że obręby o podobnej liczbie punktów nie tworzą wyraźnych skupisk przestrzennych. Potwierdziła to globalna analiza autokorelacji, dla której globalny indeks I Morana jest bliski zera i wynosi $I = 0,004484$. Tym niemniej, lokalna analiza autokorelacji pozwoliła na zlokalizowanie skupisk obrębów, dla których zagęszczenie punktami osnowy jest wysokie (oznaczone kolorem czerwonym na rysunku 2) i niskie (kolor niebieski), jak również takich, które są otoczone obrębami o krańcowo różnej gęstości punktów osnowy (oznaczone na pomarańczowo i żółto).

Dwa ze skupisk obrębów (skupisko wschodnie i centralne) o stosunkowo niewielkiej liczbie punktów to tereny typowo rolnicze, w niewielkim stopniu poprzecinane przez drogi. Skupisko trzecie (wschodnia część powiatu) łączy obręb leśny z rolniczym i również charakteryzuje się bardzo małym zainwestowaniem terenu. A zatem, niewielka liczba punktów osnowy jest tam ekonomicznie uzasadniona. Skupiska obrębów o wysokim zagęszczeniu punktami osnowy znajdują się w południowo-wschodniej części powiatu, przy granicy z powiatem bialskim. Na uwagę zasługuje wieś Nowodomki, zaznaczona na mapie kolorem pomarańczowym. Na terenie tej wsi nie znajduje się żaden punkt osnowy, natomiast w jej otoczeniu zagęszczenie punktami osnowy wynosi od 3 do 7 punktów na 1 km². Ekstremalne zagęszczenie osnowy występuje także w sąsiedztwie wsi Lawy, położonej w centralnej części powiatu, przy drodze Warszawa-Hajnówka oraz obwodu leśnego Mielnik II, leżącego w zakolu Bugu. Na terenie obu obrębów znajduje się stosunkowo dużo punktów geodezyjnych na 1 ha, co zdecydowanie odróżnia je od terenów sąsiednich.

Ponad 65% punktów osnowy geodezyjnej jest zlokalizowanych w pobliżu dróg i linii kolejowej (w odległości nie większej niż 100 m), tylko 68 punktów (3,5%) znajduje się w bliskim sąsiedztwie linii energetycznych. Około 5,5 % punktów (106 punktów) zlokalizowane zostało w sąsiedztwie linii brzegowej Bugu.

W celu przeanalizowania zależności pomiędzy sposobem zagospodarowania terenu a liczbą punktów osnowy pogrupowano obręby geodezyjne wykorzystując metodę k -średnich (Bielecka i in., 2014). Grupując obręby ze względu na udział terenów rolnych, leśnych i zabudowanych oraz liczby punktów geodezyjnych wydzielono 5 typów obrębów, pokazanych na rysunku 3 i w tabeli.

Tabela 1. Zestawienie liczby punktów osnowy geodezyjnej w poszczególnych typach obrębów

Typ obrębu	Liczba obrębów	Liczba punktów osnowy	Punkty w buforze linii przesyłowej	Punkty w buforze drogi i linii kolejowej	Punkty w pobliżu wody	Gęstość osnowy [na 1 km ²]	Powierzchnia [km ²]
Zabudowany	19	249	0	121	3	6,88	31,12
Rolno-zabudowany	17	376	32	262	2	2,33	139,74
Rolny	45	580	15	419	0	2,76	208,42
Leśny	11	149	5	69	71	1,46	152,01
Mieszany	44	572	16	386	30	2,45	241,19
Suma	136	1926	68	1257	106	–	772,48

Największe zagęszczenie punktami osnowy jest na terenach zabudowanych i dochodzi do 7 punktów na 1 km², warto nadmienić, że aż 68% punktów geodezyjnych na tych terenach jest położonych w buforze dróg. Najmniejsze zagęszczenie punktami osnowy jest na terenach leśnych (mniej niż 1,5 punktu na 1 km²) i tu także ok. 70% punktów osnowy zostało zastabilizowanych wzdłuż dróg. Przy czym liczba ta może być większa, jeśli w analizie uwzględnimy także nieutwardzone drogi leśne. Na terenach rolnych (w tym także rolno-zabudowanych i mieszanych) liczba punktów osnowy na 1 km² wynosi nieco ponad 2 punkty. A wzdłuż dróg zlokalizowanych jest od 65% (dla terenów mieszanych) do 70% (dla terenów rolnych) wszystkich punktów.

Analizując wpływ rodzaju pokrycia terenu na liczbę punktów geodezyjnych w obrębach obliczono współczynnik korelacji wielorakiej R metodą Pawłowskiego. Jego wartość wynosi $R=0,59$, co oznacza, że współczynnik determinacji R^2 wynosi 0,35, a więc liczba punktów osnowy geodezyjnej znajdujących się na danym obszarze aż w 35% zależy od rodzaju użytkowania ziemi (powierzchni terenów zabudowanych, rolnych i lasów).

Podsumowanie i wnioski

Celem prezentowanych badań jest analiza przestrzennego rozmieszczenia punktów poziomej osnowy szczegółowej, uwzględniająca zróżnicowanie zurbanizowania terenu. Wyniki analizy zostały odniesione do podziału terytorialnego kraju na obręby geodezyjne i przedstawione w postaci map tematycznych. Z przeprowadzonych badań jednoznacznie wynika, że liczba punktów geodezyjnych jest uzależniona od rodzaju użytkowania ziemi. Najwięcej punktów geodezyjnych jest zlokalizowanych na terenach zabudowanych. W powiecie łosickim zagęszczenie punktami osnowy na tych obszarach jest dwukrotnie wyższe niż zaleca rozporządzenie (MAiC, 2012).

Niezależnie od rodzaju użytkowania terenu, ponad 70% wszystkich punktów osnowy zostało zastabilizowanych w odległości mniejszej niż 100 m od dróg i linii energetycznych. W przyszłości podczas modernizacji może to powodować zakłócenia sygnału satelitarne i tym samym wyeliminować satelitarne techniki pomiarowe. Stosunkowo niewielka jest liczba punktów w pobliżu linii przesyłowych i wynosi zaledwie 3%.

Mimo, że zagęszczenie punktami osnowy w poszczególnych obrębach jest zróżnicowane i waha się od 0 do 7 punktów na 1 km² nie zaobserwowano globalnej autokorelacji przestrzennej, a zróżnicowanie lokalizacji obrębów o różnej gęstości punktów ma charakter losowy. Jednakże lokalny wskaźnik I Morana wskazał na kilka skupisk obrębów, dla których autokorelacja przestrzenna była zauważalna. Dotyczyło to zarówno obrębów, które sąsiadowały z obrębami o podobnie wysokich, czy niskich wartościach zagęszczenia osnowy, jak również obrębów graniczących z obrębami o wartościach krańcowo różnych (wartości wysokie-niskie i niskie-wysokie).

Prezentacja wyników analiz przestrzennych, w postaci kartogramu i kartodiagramu, umożliwi szybszą wizualną ocenę przestrzennego rozmieszczenia punktów poziomej osnowy szczegółowej oraz ułatwi podjęcie decyzji dotyczącej modernizacji i zagęszczenia tej osnowy, a geodecie pozwoli na szybsze i dokładniejsze oszacowanie czasu potrzebnego na wykonanie prac pomiarowych.

Literatura

- Anselin L., 1995: Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis* 27(2): 93-115.
- Baarda W., 1968: A testing procedure for use in geodetic networks. Publ Geodesy, New Series 2, No. 5 Nederland Geodetic Commission, Delft.
- Bac-Bronowicz J., Kołodziej A., Kowalski P., Olszewski R., 2007: Konwersja bazy danych VMap L2 pierwszej edycji do struktury użytkowej. *Roczniki Geomatyki* t. 5, z. 2: 21-28, PTIP, Warszawa.
- Bielecka E., Pokonieczny K., Kamiński P., 2014: Study on spatial distribution of horizontal geodetic control points in rural areas. *Acta Geod Geophys* Vol 49, Issue 3: 357-368, DOI: 10.1007/s40328-014-0056-6.
- Graszka W., 2012: Przepisy i standardy techniczne w zderzeniu z ASG-EUPOZ. Materiały Szkolenia Służby Geodezyjnej i Kartograficznej, Zegrze, 28-29 listopada 2011 r. Dostępne on-line: http://www.asgeupos.pl/webpg/graph/img/_news/00134/ASG-EUPOS_1_8.pdf
- GUS, 2014: Statystyczne vademecum samorządowca. Powiat łosicki. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Kadaj R., 2009: Obliczenia i modernizacje osnów III klasy w układzie „2000” z uwzględnieniem pomiarów GPS i serwisów ASG-EUPOS. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej; Mat. III Ogólnopolskiej Konferencji N-T – Kartografia Numeryczna i Informatyka Geodezyjna, Solina, 17-19 września 2009. ISBN 978-83-7199-555-2: 121-143.
- Medyńska-Gulij B., 2010: Map compiling, map reading, and cartographic design in „Pragmatic pyramid of thematic mapping”. *Quaestiones Geographicae* vol. 29 (1): 57–63, DOI: 10.2478/v10117-010-0006-5.
- Latoś S., 2003: Szczegółowe poziome osnowy geodezyjne – przeszłość, stan aktualny i przyszłość w zakresie ich zakładania i funkcjonowania. *Półrocznik AGH. Geodezja* t. 9 z.2/3, Kraków 2003.
- Prószyński W., Kwaśniak M., 2002: Niezawodność sieci geodezyjnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawa 2002, 146 s.
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 14 lutego 2012 r. w sprawie osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych. Dz.U. 2012, poz. 352.
- Suchecki B. (red.): 2010: Ekonometria przestrzenna. Metody i modele analizy danych przestrzennych. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
- WCG, 2011: <http://wcg2.wp.mil.pl/projekty/vmapl2.html>

Streszczenie

Celem artykułu jest ocena stopnia zagęszczenia punktów poziomej szczegółowej osnowy oraz analiza, które z punktów są zlokalizowane w bliskim sąsiedztwie dróg, trakcji kolejowych i linii energetycznych i ze względu na możliwość zakłócenia sygnałów satelitarnych trudna będzie ich modernizacja przy pomocy technik GNSS. Za bliskie sąsiedztwo przyjęto odległość 100 m, co związane jest z dokładnością wykorzystanych danych o pokryciu terenu (VmapL2). Wyniki analizy odniesiono do obrębów geodezyjnych. Do oceny przestrzennego zróżnicowania rozmieszczenia punktów osnowy wykorzystano globalny i lokalny indeks I Morana. Z przeprowadzonych badań wynika, że liczba punktów osnowy jest uzależniona od użytkowania terenu, i największe zagęszczenie punktami osnowy występuje na terenach zabudowanych, przy czym niezależnie od stopnia zagospodarowania terenu ok. 70% punktów osnowy zostało zastabilizowanych w odległości nie większej niż 100 m od dróg. Analiza lokalnej autokorelacji przestrzennej umożliwiła wydzielenie kilku niewielkich skupisk obrębów zarówno o wartościach podobnych, jak i skrajnie różnych. Badania przeprowadzono dla powiatu łosickiego, zlokalizowanego we wschodniej części województwa mazowieckiego.

Abstract

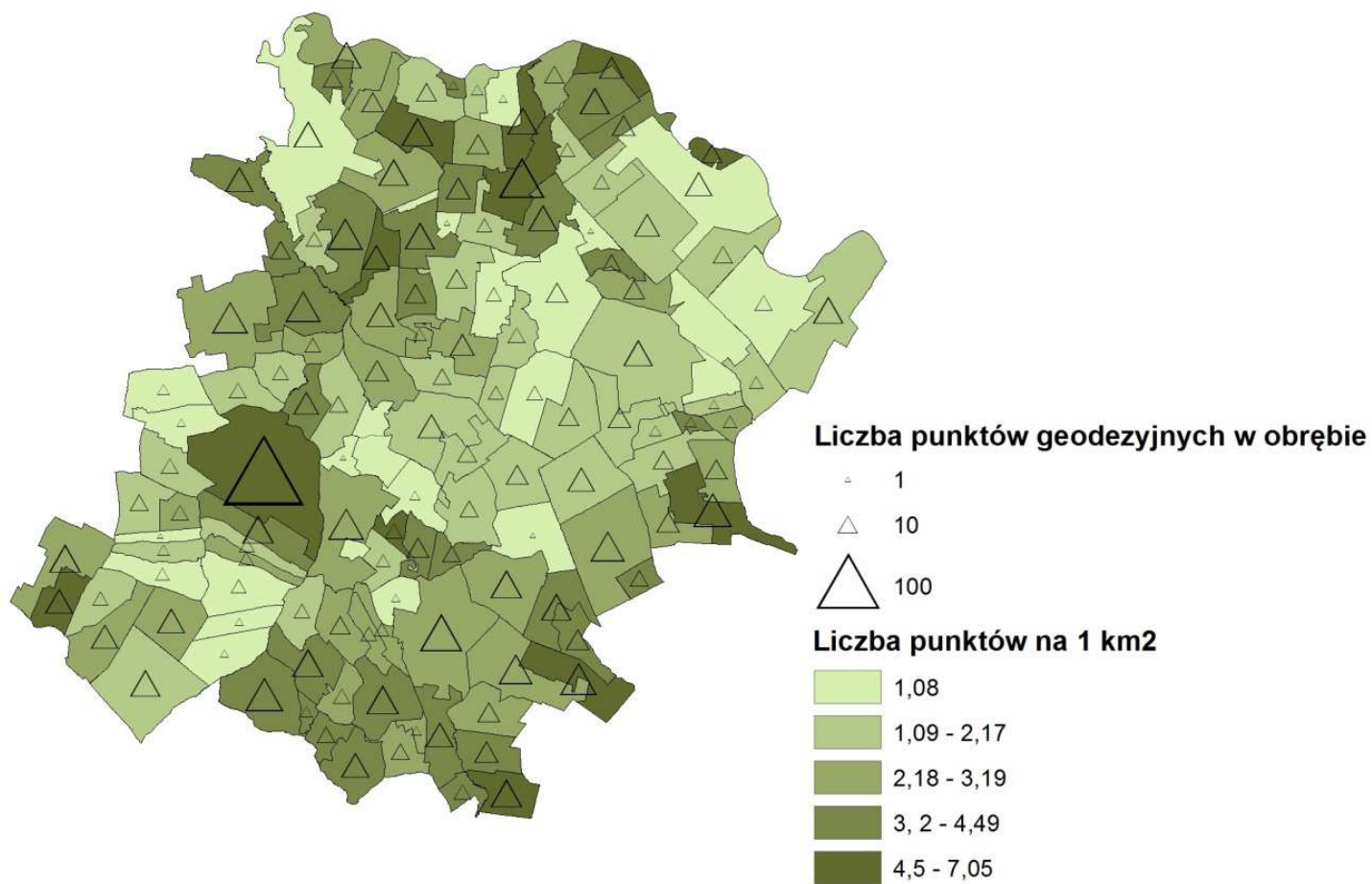
This article aims to assess the degree of densification of geodetic control points of detailed horizontal network as well as to analyse which geodetic points are located in close proximity to roads, railway tracks and power lines. Location in proximity to the transportation network and energy supply facilities can disrupt satellite signals, and may hamper the modernisation of geodetic control using GNSS techniques. The distance of 100 m was assumed as the close proximity; it depends on the accuracy of land use data used for the analysis (VmapL2). The results are related to geodetic sections, the smallest

administration-geodetic units. To evaluate the spatial distribution of geodetic control points local Moran I Index was used. The study shows that the number of control points depends on land use, and the highest density of geodetic points occurs in urban areas. Irrespectively of land use, about 70% of the control points are located no further than 100 meters from roads. Analysis of local spatial autocorrelation enabled the separation of a few small clusters of geodetic sections both with similar, as well as extremely different values of geodetic control points densification. The study was conducted for the Łosice county, located in the eastern part of Mazowieckie voivodship.

dr hab. inż. Elżbieta Bielecka, prof. WAT
elzbieta.bielecka@wat.edu.pl

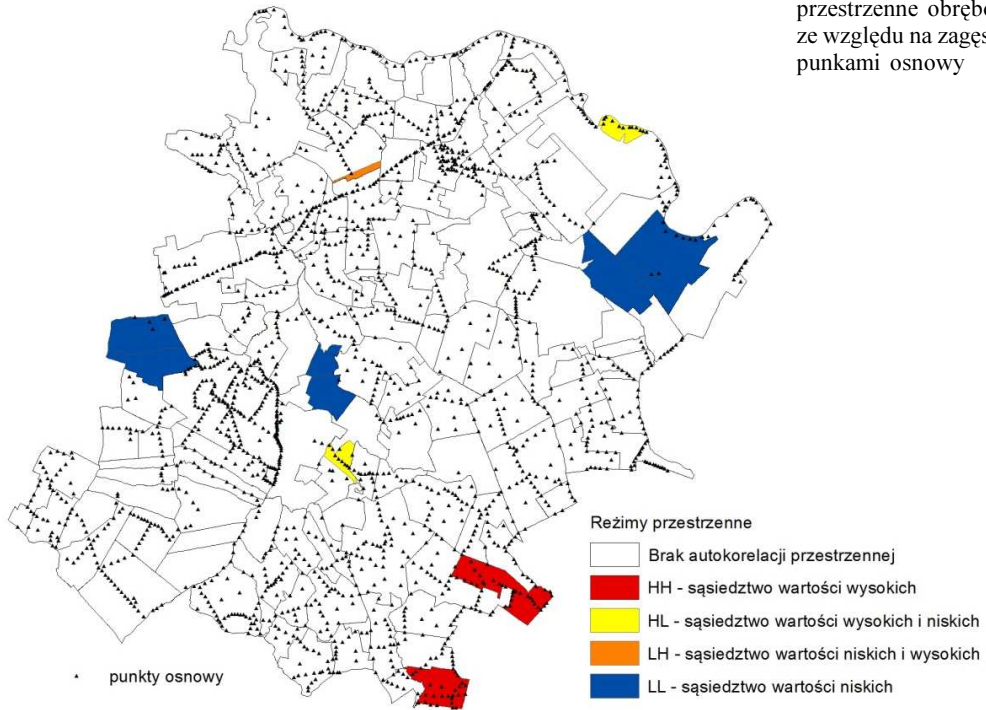
mjr dr inż. Krzysztof Pokonieczny
krzysztof.pokonieczny@wat.edu.pl

ppłk dr inż. Paweł Kamiński
pawel.kaminski@wat.edu.pl



Rysunek 1. Gęstość punktów poziomej szczegółowej osnowy geodezyjne w powiecie łosickim

Rysunek 2. Reżimy przestrzenne obrębów, ze względu na zagęszczenie punktami osnowy



Rysunek 3. Typy obrębów geodezyjnych

