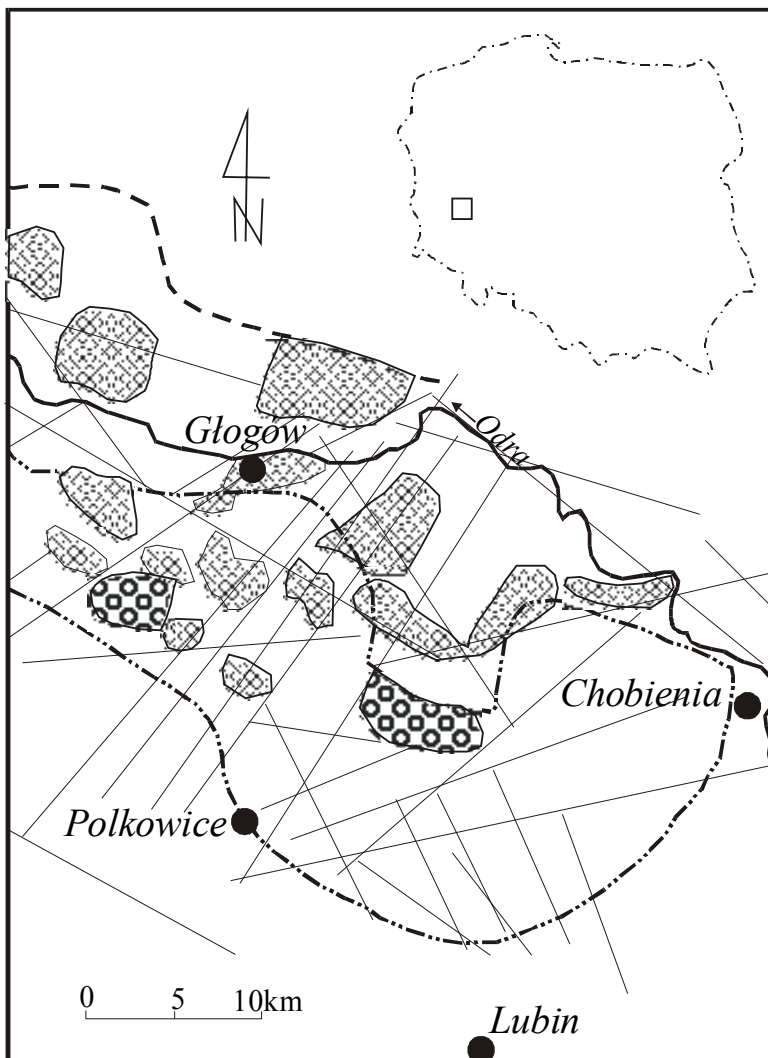


**Badanie intensywności przebiegu
deformacji powierzchni terenu
Legnicko Głogowskiego Okręgu
Miedziowego w latach 1967 –
2008 z wykorzystaniem sieci
neuronowej Hopfielda**


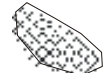
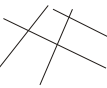
Maria Mrówczyńska

Uniwersytet Zielonogórski

Szkic budowy strukturalnej podłoża badanego obszaru deformacji LGOM



Legenda

- granica morfologiczna Wzgórz Dalkowskich
-  kry glacitektoniczne
-  strefy wałków soli NaCl
-  uskoki z teledetekcji, geofizyki oraz rozpoznania wiertniczo-górniczego LGOM
- północna granica pradoliny Głogowsko - Baruckiej

Wiadomości wstępne

- obszar badań: Legnicko – Głogowski Okręg Miedziowy (LGOM)
 - pomiary metoda niwelacji precyzyjnej zostały przeprowadzone w latach 1967, 1998, 2000, 2008
 - na obszarze o powierzchni ok. 112 000 ha zostało zastabilizowanych 218 powiązanych obserwacjami (302 obserwacje)
-

Etapy opracowania wyników

- identyfikacja oraz redukcja obserwacji obciążonych błędem grubym z zastosowaniem estymacji mocnych
 - identyfikacja zbioru punktów odniesienia
 - metodą klasyczną
 - oraz metodą bazującą na sieci neuronowej Hopfielda
-

Etapy opracowania wyników

- wyznaczenie ostatecznego modelu przemieszczeń uzyskany z wyrównania metodą najmniejszych kwadratów z warunkami na układ odniesienia
-

Estymacje mocne

- funkcja wagowa

$$\omega [v_i(\mathbf{x})] = |v_i(\mathbf{x})|$$

- funkcja celu

$$E(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^m |v_i(\mathbf{x})|$$

- układ równań różniczkowych podlegający rozwiązaniu

$$\frac{dx}{dt} = \eta \sum_{i=1}^m a_{ij} \operatorname{sgn}[v_i(\mathbf{x})]$$

Klasyczny algorytm identyfikacji punktów odniesienia

- punkty odniesienia identyfikowano na podstawie algorytmu, złożonego z dwóch etapów:
 - etap identyfikacji wstępnej
 - badaniu reakcji układu obserwacyjnego w trakcie rozwiązywania kolejnych zadań wyrównawczych, wywołanej wzrostem liczby punktów obejmowanych założeniem stałości
-

Etap identyfikacji wstępnej

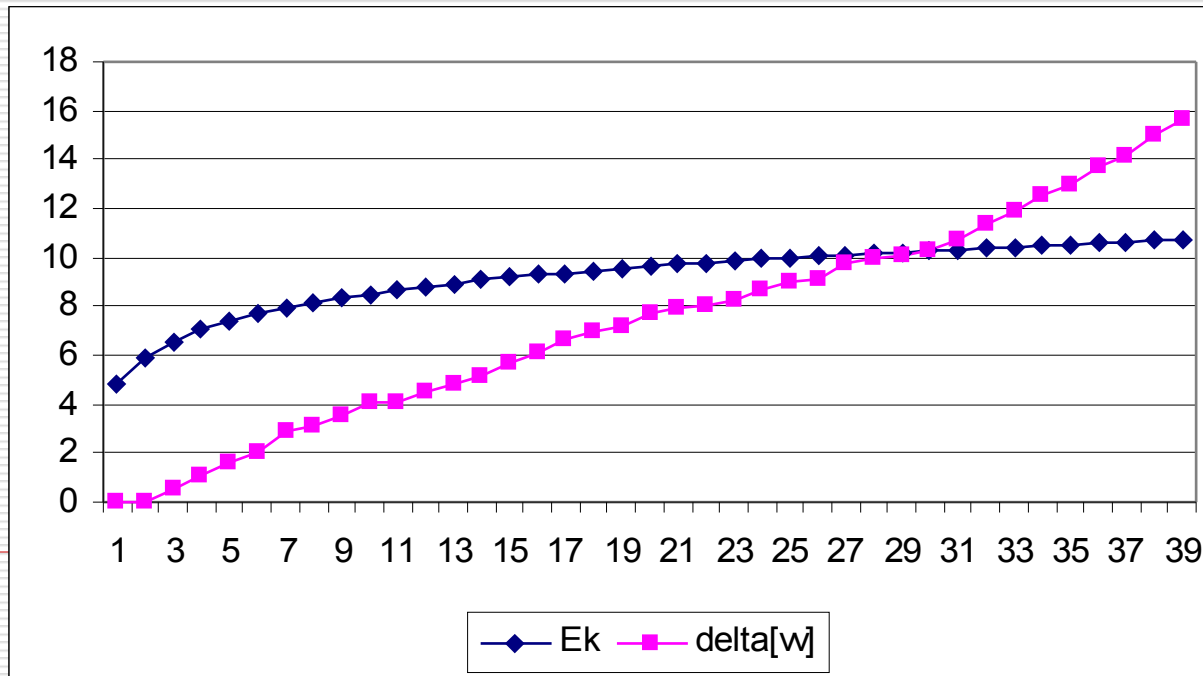
- wyrównanie zmian różnic wysokości przy minimalnych ograniczeniach stopni swobody
- posortowanie wyrównanych zmian różnic wysokości
- określenie najkrótszej drogi pomiędzy punktami
- sprawdzenie warunku

$$\Delta h_i \leq 1.4m_0 \sqrt{n + n'}$$

Etap drugi

- wartość krytyczną przyrostu kwadratu normy wektora poprawek

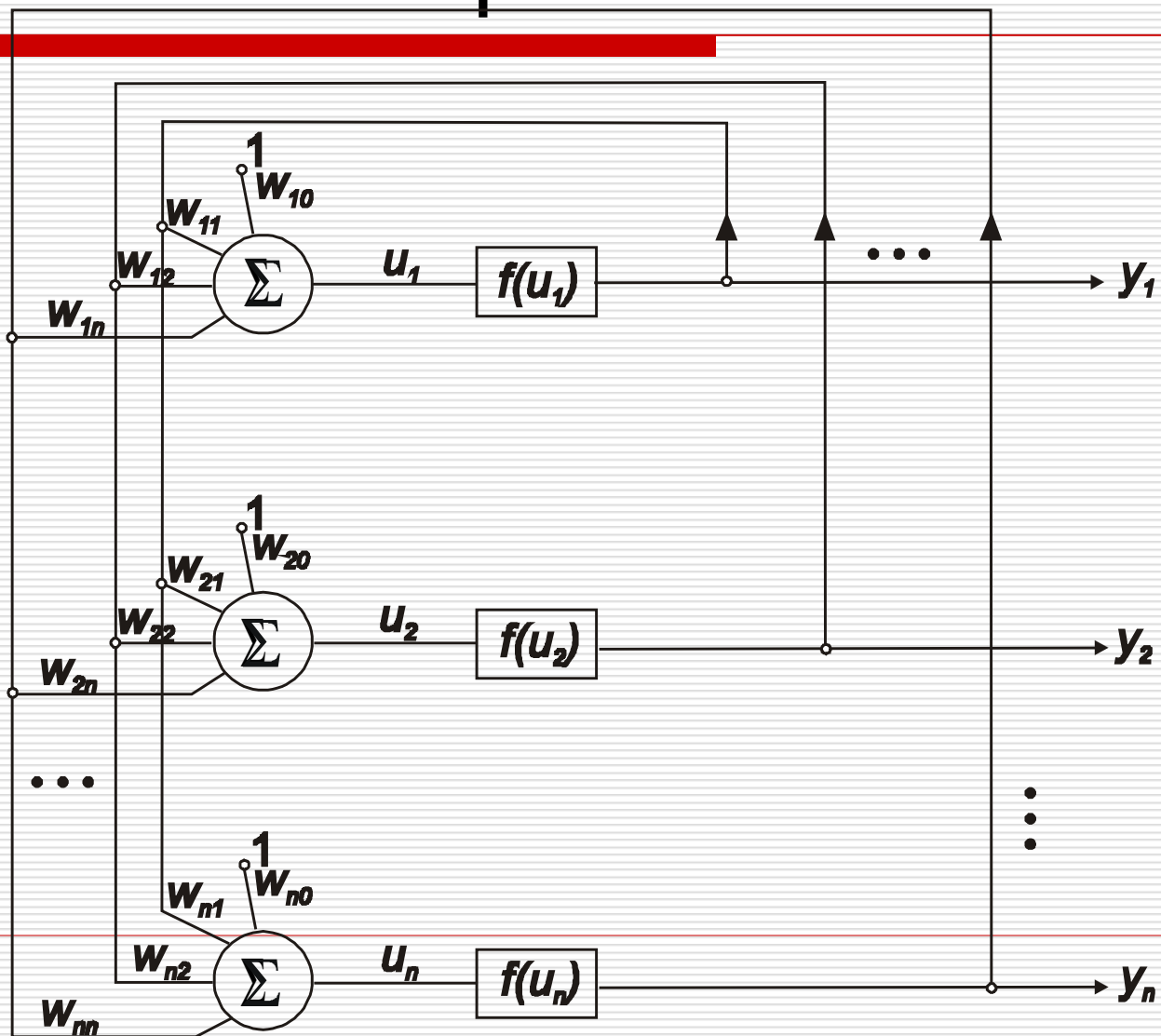
$$\Delta E_k = -2\left(m_0^2 + \frac{m_0^2}{2r}\right) \ln\left(1 - 0,95^{\frac{1}{n}}\right)$$



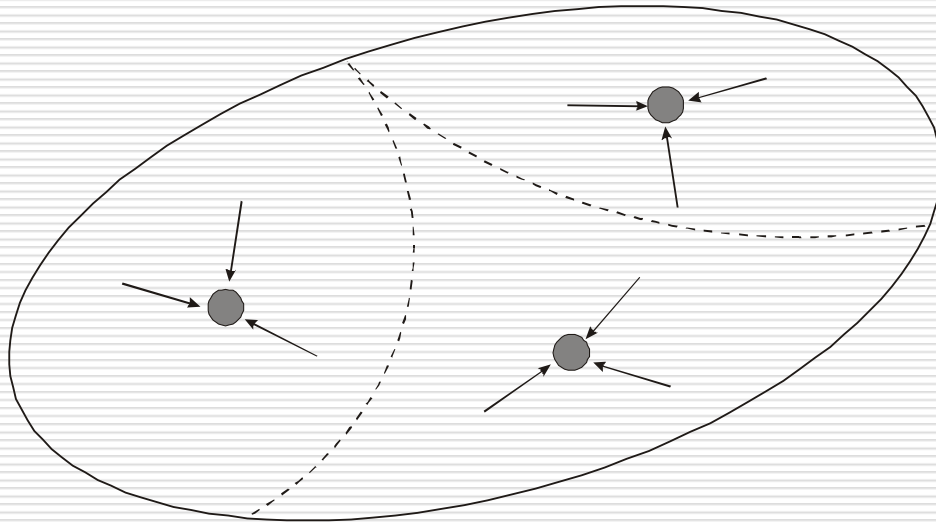
Identyfikacja punktów układu odniesienia za pomocą sieci Hopfielda

- sieci Hopfielda należą do sieci rekurencyjnych
 - sieci neuronowe Hopfielda są układami dynamicznymi
 - mogą być wykorzystane do:
 - kojarzenia, klasyfikacji oraz odtwarzania obrazów
 - rozwiązywania zagadnień optymalizacyjnych
-

Schemat sieci neuronowej typu Hopfielda

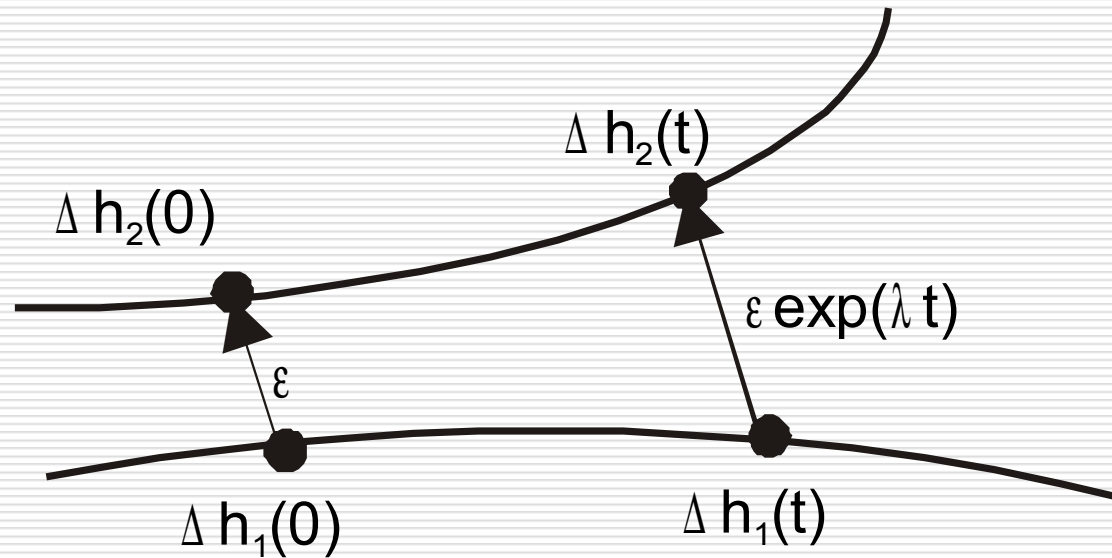


Ilustracja przestrzeni atraktorów



- dla różnych stanów wejściowych może ewoluować ku różnym stanom końcowym zwanych ***atraktorami***
 - zbiór stanów początkowych, od których układ dochodzi do określonego atraktora nazywamy ***obszarem przyciągania***
-

Odległości trajektorii w czasie

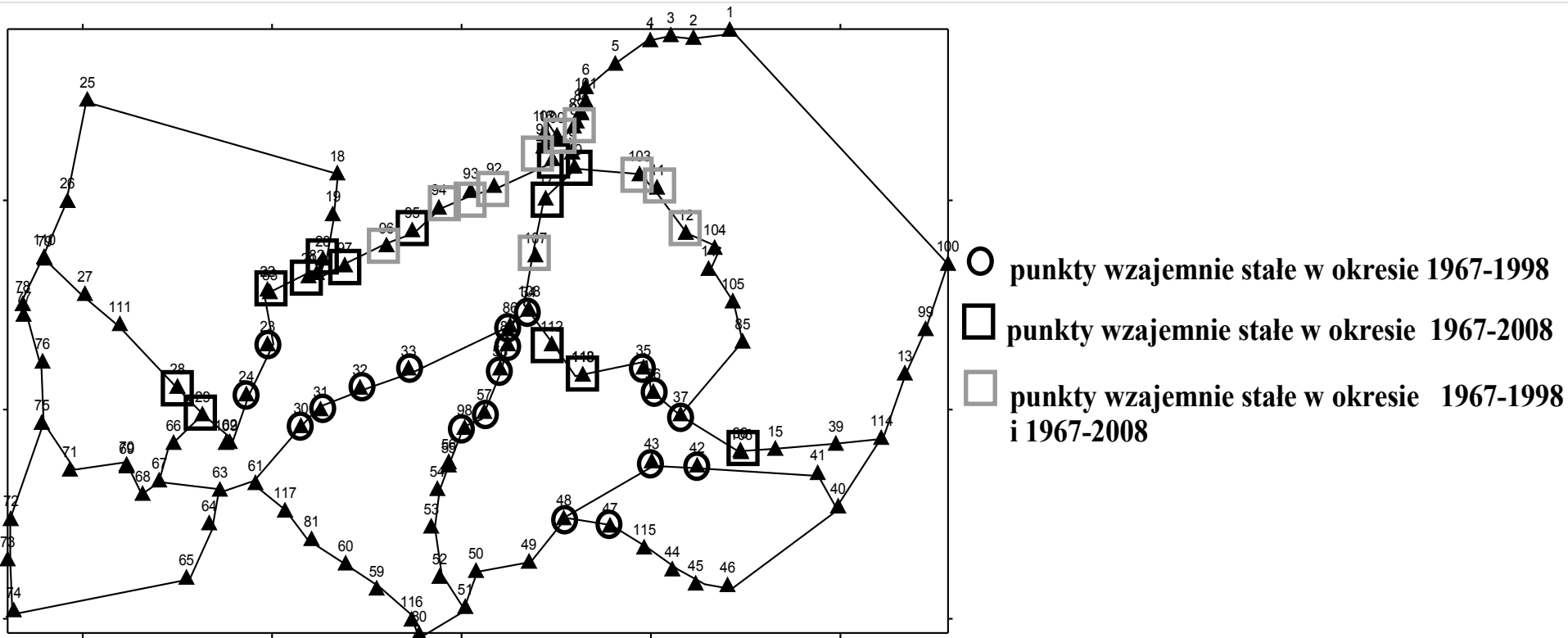


- odległość dwóch sąsiednich trajektorii

$$\varepsilon(t) = \varepsilon e^{\lambda t}$$

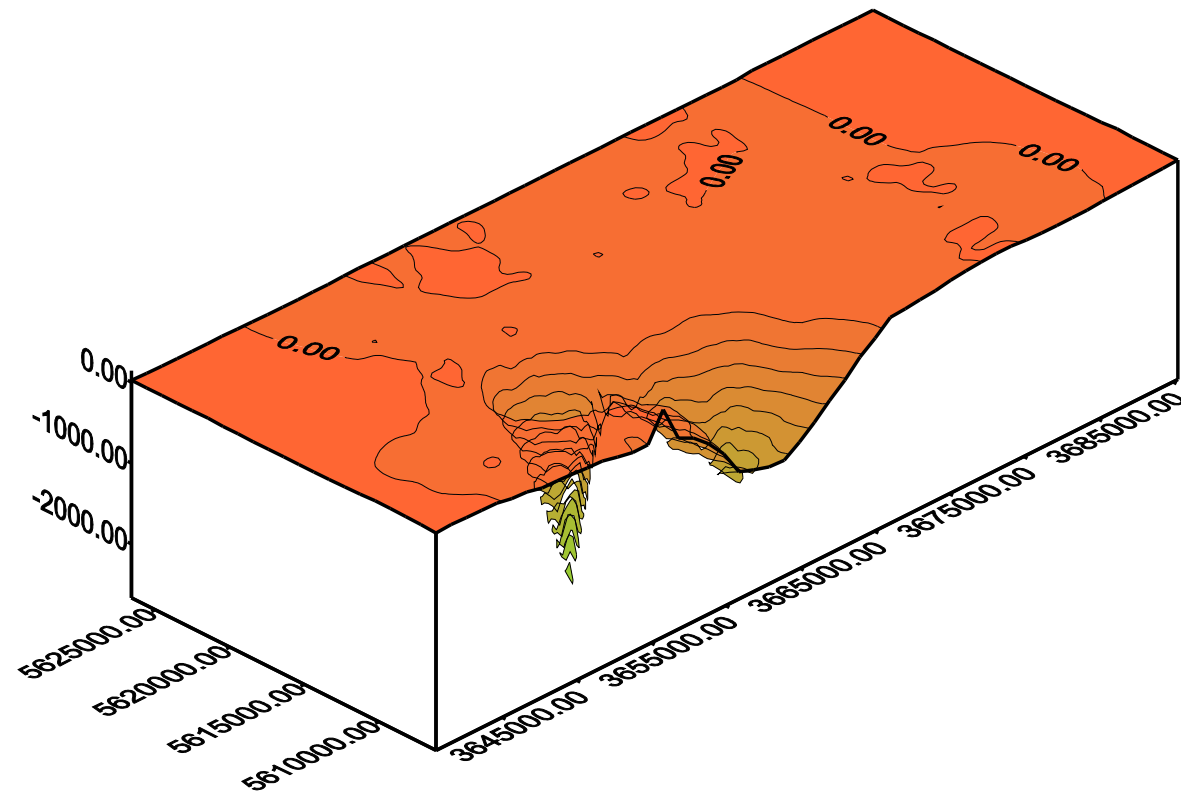
Przykład liczbowy

- schemat sieci kontrolno – pomiarowej



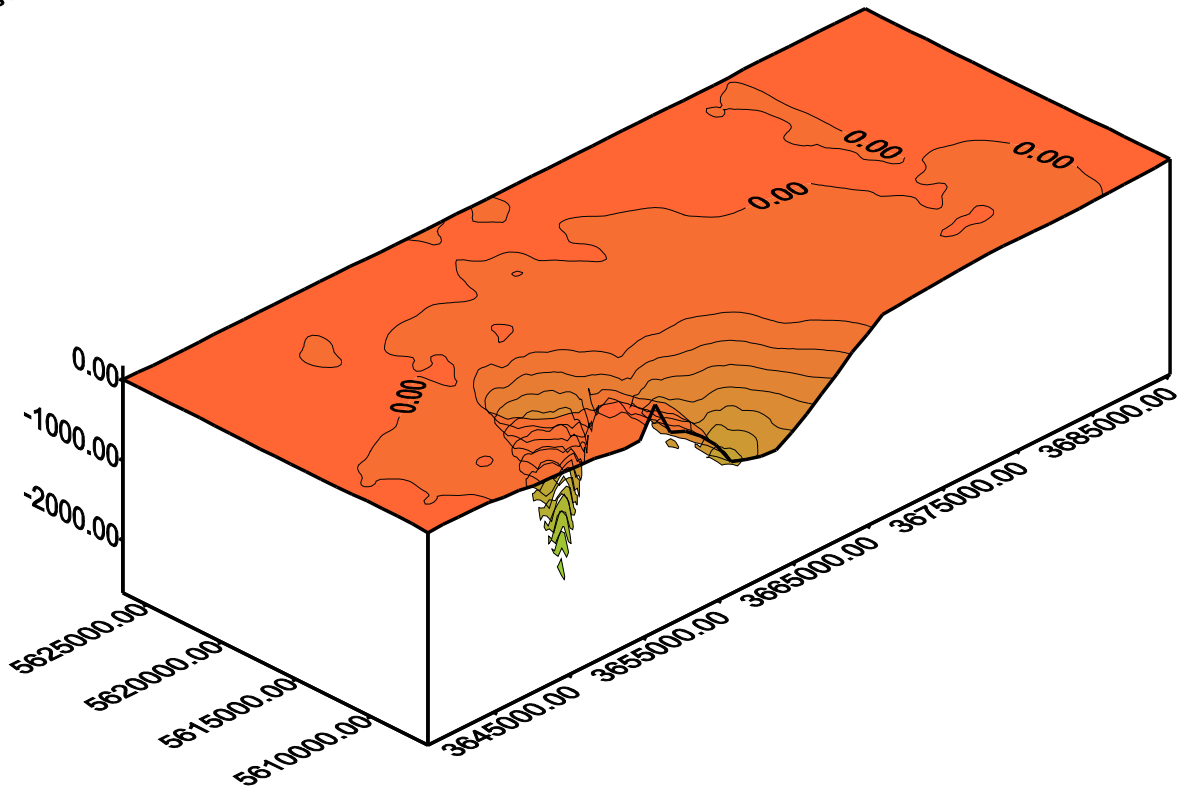
Przykład liczbowy

- układ odniesienia, którego definicja stanowi węzłowy problem dotyczący określenia modelu przemieszczeń został zdefiniowany w sposób następujący:
 - według zasady minimalnej sumy modułów (układ zdefiniowała się na 30 punktach),
 - według rozpoznanej ewolucji czasowej sieci neuronowej Hopfielda (układ zdefiniowała się na 25 punktach)
-

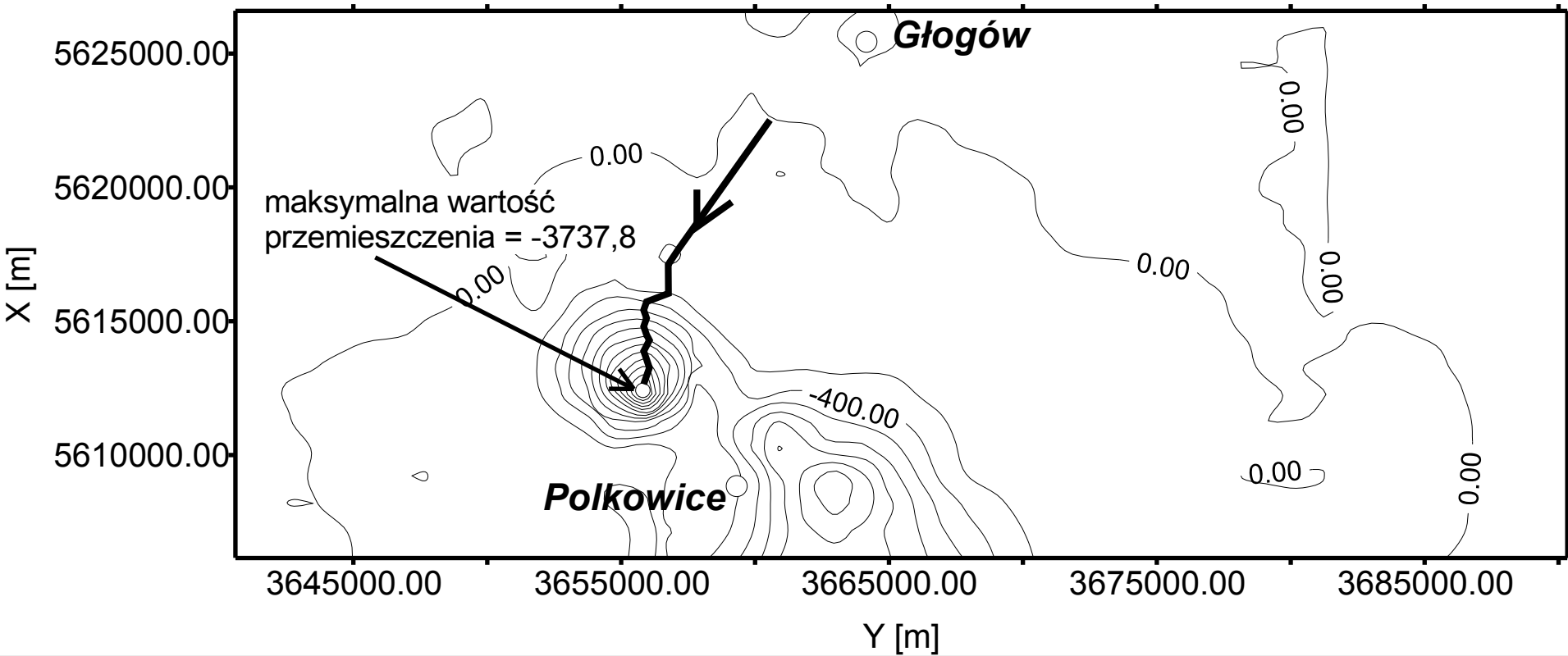


model przemieszczeń
uzyskany metodą klasyczną

model przemieszczeń
uzyskany z zastosowaniem
sieci Hopfielda



Geometryczny model przemieszczeń uzyskany w okresie 1967 – 2008



Podsumowanie

- według przedstawionej koncepcji, stabilność punktów sieci geodezyjnej pomiarowo-kontrolnej względnie przemieszczenia równoległe punktów, można oszacować na podstawie:
 - liczby ewolucji czasowych dojścia zmian różnic wysokości do atraktorów z ustaloną z góry dokładnością,
 - wartości atraktorów,
 - wykładników Lapunowa,
 - analizy wartości zmian różnic wysokości.

Podsumowanie

- zastosowana procedura obniża poziom prawdopodobieństwa popełnienia błędu II rodzaju (zakwalifikowanie punktu ruchomego do zbioru punktów stałych) o czym świadczą wartości błędów średnich pojedynczych obserwacji
-