

# EVENIMENTE EXTREME (INUNDAȚII) PE CURSUL INFERIOR AL DUNĂRII ÎN CORELAȚIE CU OSCILAȚIA NORD-ATLANTICĂ (NAO) ȘI PRESIUNEA LA NIVELUL MĂRII (SLP)

Simona PĂTRUȚ<sup>1,2</sup>,

<sup>1</sup> Universitatea din București, Facultatea de Fizică, CP MG - 11, București-Măgurele, patrut\_simona@yahoo.com

<sup>2</sup> Ministerul Mediului și Pădurilor, Blv. Libertății, 12, sector 5, București

## EXTREME EVENTS (FLOODS) ON THE LOWER DANUBE IN CONJUNCTION WITH THE NORTH ATLANTIC OSCILLATION (NAO) AND THE PRESSURE AT SEA LEVEL (SLP)

**Abstract:** In the context of climate changes manifested in Romania in recent years and especially in 2006, there were atypical and dangerous weather phenomena with a special intensity. These extreme events that have occurred lately creates need more thorough study of atmospheric structure and also their associated physical processes that generate them. It has been studied the relationship between variability of Danube anomalies of discharge and the North Atlantic Oscillation (NAO) and *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO). Both strongly influence the NAO and ENSO of the Danube flow variability. Given the winter period 1900-1998, negative phase (positive) anomalies there are associated with the average annual discharge positive (negative) on the Danube. On the other hand, El Niño (La Niña) in the tropical Pacific in winter is associated with Danube positive anomalies (negative) in annual mean discharge. The results bring in line with the NAO and precipitation over Europe Enso [Cullen et al., 2002, Dai et al., 1997]. The influence that North Atlantic Oscillation (NAO) has on the circulation of air masses and the climate in Europe makes the connection between this index and hydrological conditions. Studies on weather anomalies and their influence on the Danube discharge, extreme hydrological phenomena have been performed regularly in recent times, most recently studies made by T. Andreeva (2008), Divac (2008), V.N. Mikhailov (2006). The study is the link between variability of Danube flow anomalies and the NAO index. NAO is known as one of the most important modes of variation of air masses in the northern hemisphere, which occurs in all seasons, has a great influence on weather and consequently the hydrological regime in the winter season. Using the average daily discharge at Orsova station, located on the lower Danube river, for a long time (1840-2005), for December, January, February (DJF), we aimed correlation behavior associated with extreme discharge (floods) with NAO index phase for the same period. Pressure structure on the anomalies associated with discharge anomalies was projected onto flow - pressure structure anomalies associated with the NAO index, using the method of composite maps.

**Keywords:** extreme events, flood, NAO index, flows anomalies, composite maps

## Introducere

Pe fondul schimbărilor climatice manifestate la nivel planetar, în România au avut loc fenomene meteorologice periculoase atipice, de o intensitate deosebită.

Cele mai importante viituri poduse pe teritoriul României, pe Dunăre în perioada de când există observații hidrologice sistematice, au fost în mai 1930, aprilie 1940, iulie 1942, mai 1955, iunie 1970, iunie 1988, aprilie 2004, aprilie 2005, anul 2006. (Gabor O., Serban P., 2004). Aceste viituri au cauzat 700 de morți, evacuarea a circa 500 000 de oameni și pagube de 25 miliarde de euro.(European Environment Agency).

Practica mondială a demonstrat că apariția inundațiilor nu poate fi evitată, însă ele pot fi gestionate, iar efectele lor pot fi reduse printr-un proces sistematic care conduce la un șir de măsuri și acțiuni menite să contribuie la diminuarea riscului asociat acestor fenomene. Managementul inundațiilor este ușurat de faptul că locul lor de manifestare este predictibil și adesea este posibilă o avertizare prealabilă, iar în mod obișnuit este posibil să se precizeze zona care va fi afectată de inundații.

Scopul acestui studiu este, așa cum am mai spus, corelația comportamentului debitelor asociate fenomenelor extreme(inundații) cu fazele indicelui NAO pentru aceeași perioadă de timp.

NAO reprezintă unul din cele mai importante moduri de variabilitate a maselor de aer din emisfera Nordică, ce se manifestă în toate anotimpurile cu o influență deosebită în anotimpul iarna. (Hurrell,1985) subliniază faptul ca NAO este în principal sursa de variabilitate interanuală și reprezintă cea mai importantă teleconexiune a zonei Atlantico-Europene de Nord. A fost evidențiată corelația între variabilitatea decenală a debitelor Dunării și indicele NAO (Rîmbu 2002, 2004).

## Datele utilizate

Pentru analiza statistică a debitelor Dunării am dispus de următoarele date :

- câmpul de presiune la nivelul mării (SLP) preluat de la National Centers for Environmental Production–National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR), set de date reanalizat de (Kalnay *et al.*, 1996). Rezoluția orizontală a câmpului de geopotențial G500 este 2.5°latitude × 2.5°longitude și perioada analizată este 1948–2005;

- serii de timp cu debite medii lunare și debite medii zilnice măsurate în perioada 1840-2005 la stația hidrometrică Orșova preluate din două surse diferite, prima sursă NCEP/NCAR și a doua sursă INHGA;
- o altă sursă de date este cea a indicelui lunar NAO. (<http://www.cpc.noaa.gov/>)

## Metoda de lucru

Din seria de timp a debitelor medii zilnice, s-au extras debitele medii zilnice pentru anotimpul iarna și s-au considerat fenomene extreme, acele fenomene ce aveau asociate debite zilnice cu valoarea mai mare decât pragul considerat a fi deviația standard. (fig. 1.). A rezultat o serie de intervale de timp în care au avut loc fenomene extreme și valorile lor asociate.

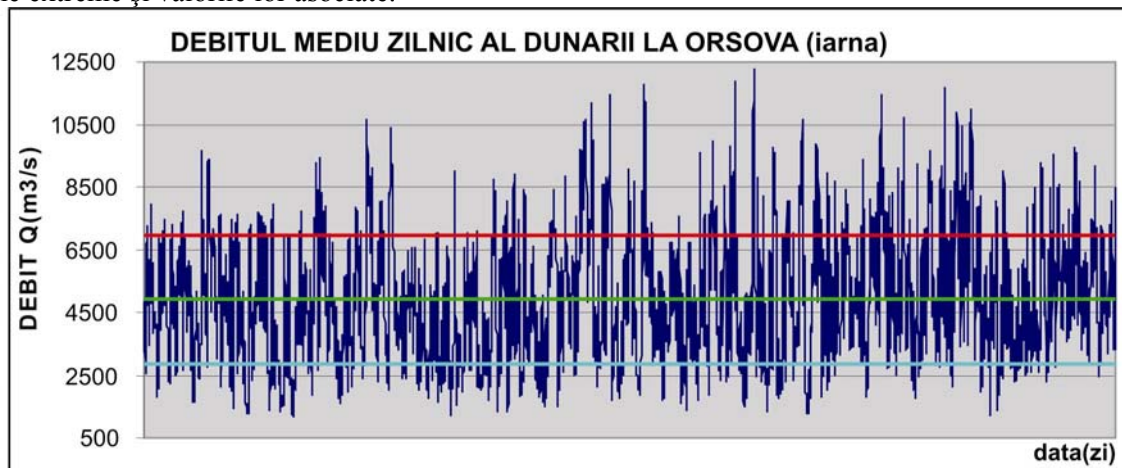


Fig. 1. Debit mediu zilnic al Dunării la stația Orșova, pentru iarnă (Decembrie, Ianuarie, Februarie)

Analizând evoluția în timp a indicelui NAO pentru perioada de iarnă (Fig. 2.) se poate observa prezența valorilor mici ale indicelui la sfârșitul secolului XIX-lea precum și în perioada 1950-1970, caracterizată practic printr-o tendință descrescătoare.



Fig. 2. Seria valorilor medii sezoniere ale indicelui NAO

Această tendință a avut o influență semnificativă asupra climatului din Europa, unde au fost practic înregistrate temperaturi sub valoarea normală. Valori pozitive ale indicelui (vânturi de vest puternice) se evidențiază în perioada 1970-1996, remarcabile fiind maximele corespunzătoare anilor 1983, 1989, 1990. Din 1980, NAO a rămas în faza puternic pozitivă, o excepție fiind în anul 1996, contribuind astfel la creșterea temperaturilor de la suprafața pământului în Emisfera Nordică. (M. Dima, S. Ștefan, 2008).

Din șirul valorilor indicelui NAO mediu lunar, pentru o perioadă identică cu cea a debitelor, respectiv 1840-2005, s-au extras valorile corespunzătoare anotimpului iarna, s-a făcut o medie sezonieră și s-au ales valori pentru faza pozitivă și negativă ce sunt sub/peste medie cu o valoare impusă de deviația standard. Atât seria debitelor cât și cea a indicelui NAO, rezultate pentru anotimpul iarna au fost normalizate.

Suprapunând valorile medii zilnice peste fazele indicelui NAO mediu sezonier, s-a analizat statistic frecvența apariției fenomenelor extreme pe cele două faze: pozitivă și negativă.

În tabelul 1. sunt prezentate în paralel anii corespunzători fazelor pozitivă respectiv negativă în care s-au produs fenomene extreme. Se observă că, atât numărul de fenomene extreme ce se produc în faza negativă cât și durata acestora este mai mare decât în faza pozitivă. Se observă, că pe faza pozitivă a indicelui NAO sezonieră, se produc fenomene extreme doar în 5 cazuri pe când pe faza negativă, în 21 de cazuri. De asemenea numărul

total de zile cu fenomene extreme pe faza pozitivă este de 155, cu mult mai mare decât pe faza negativă, de 598 zile.

Valorile din tabel sunt reprezentate grafic în figura 3, cu roșu fiind reprezentată faza pozitivă și albastru faza negativă.

	NAO Poz	nr. zile total	NAO Neg	nr. zile total
1	1851	11	1841	8
2	1859	12	1855	10
3	1920	72	1856	21
4	1995	15	1861	25
5	2000	45	1870	56
6		<b>155</b>	1879	81
7			1881	20
8			1917	45
9			1936	13
10			1940	21
11			1941	46
12			1955	24
13			1956	29
14			1963	10
15			1965	40
16			1969	5
17			1977	51
18			1979	40
19			1986	23
20			1996	24
21			2004	6
				<b>598</b>

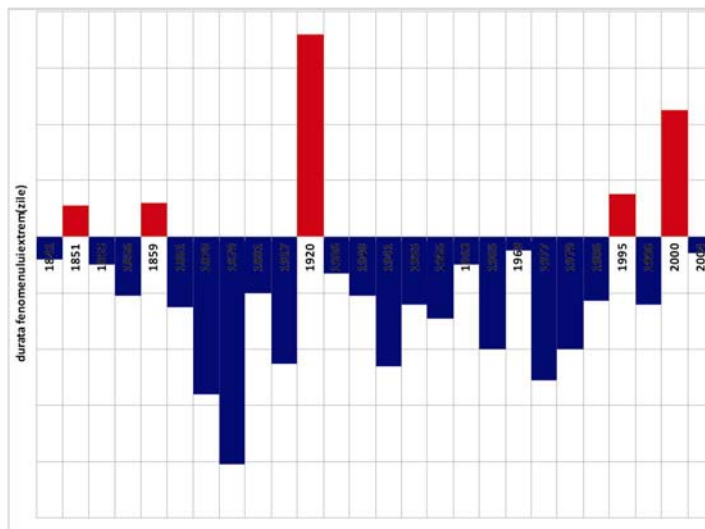
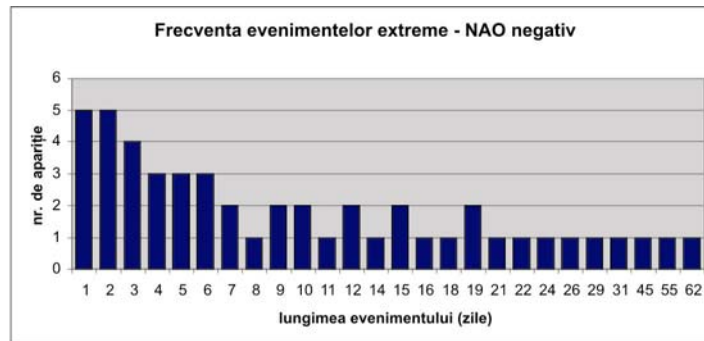


Fig. 1. Fenomene extreme asociate fazei pozitive (roșu) și fazei negative (albastru) a indicelui NAO

Urmarea analizei statistice s-a observat că pe faza negativă a indicelui NAO predomină fenomenele extreme, atât cele de scurtă durată, de la 1 la 5 zile cât și cele de lungă durată. Cele mai frecvente fenomene extreme sunt cele de scurtă durată dar se observă comparativ cu faza pozitivă a indicelui NAO că fenomenele de durată lungă se regăsesc cu precădere când indicele NAO e în fază negativă. În figura 7 a, b sunt reprezentate grafic frecvența evenimentelor extreme, lungimea evenimentului (durata, măsurată în zile) în funcție de numărul de apariții ale fenomenului.



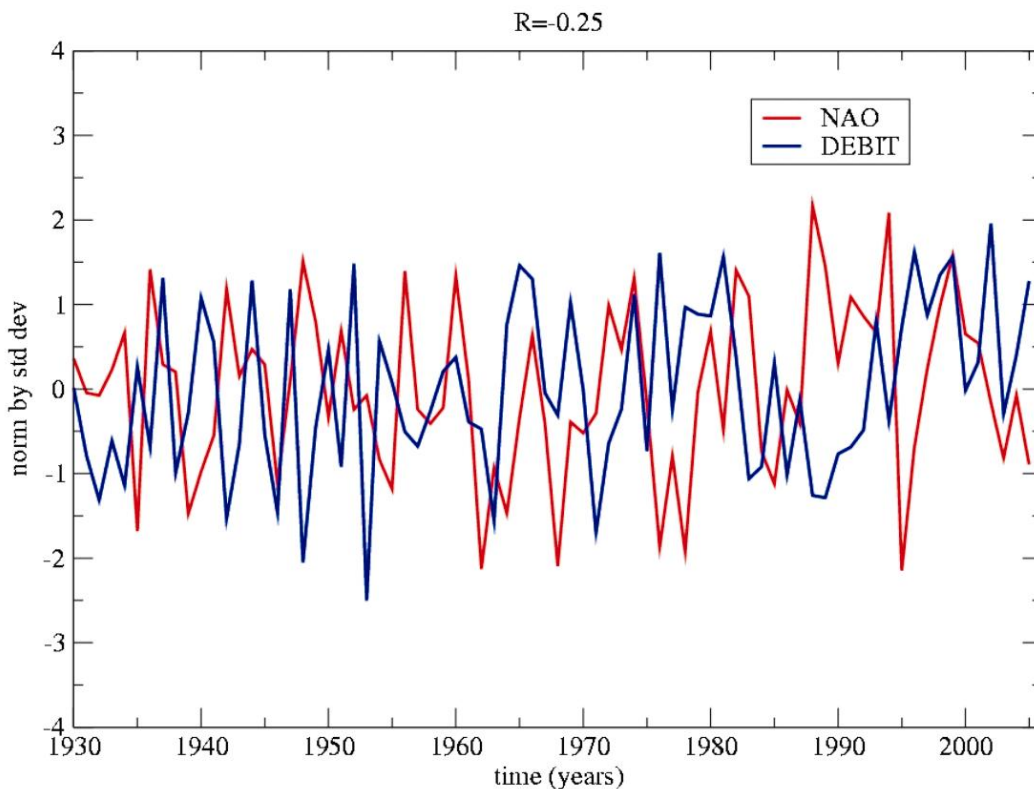
a)



b)

Fig. 7 a), b) Frecvența evenimentelor extreme asociate fazelor pozitivă (a) negativă (b) a valorii medii sezoniere a indicelui NAO

Făcându-se o corelație între seria valorilor debitelor medii lunare înregistrate la stația Orșova și seria indicelui mediu lunar al NAO pentru perioada 1930-2006, s-a obținut un coeficient de corelație ordinar (Pearson)  $R = -0,25$ , ceea ce ne indică faptul că indicele NAO este în opoziție de fază cu anomaliiile debitului. (Fig.8.)

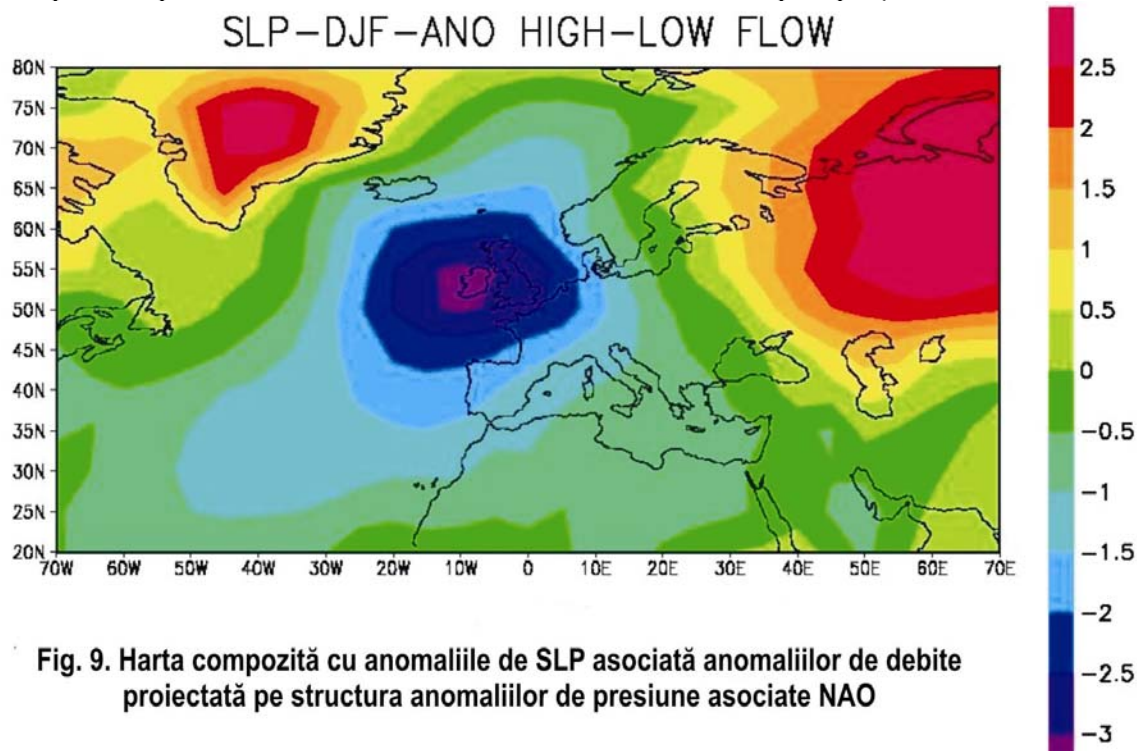


**Fig.8. Corelataia debitelor medii lunare cu indicele NAO**

Metoda hărților compozite folosește o serie de timp și un set de hărți asociate seriei de timp. Seria de timp poate fi prelucrată în prealabil, în cazul de față, debite medii zilnice ale Dunării la stația hidrometrică Orșova.

Structura anomaliilor de presiune asociată anomaliilor debitelor se proiectează pe structura anomaliilor de presiune asociată NAO. Rezultatul este consistent cu corelația negativă dintre debitele medii lunare și seria indicelui NAO pentru anotimpul iarna.

Pe harta compozită rezultată (fig.9.) este reprezentată diferența dintre anomaliile pozitive și negative și exprimă o amplitudine a fenomenului. Din punct de vedere fizic se observă că la debite mari este o anomalie negativă de presiune pe zona Atlanticului, asociată cu o cantitate mare de precipitații.



**Fig. 9. Harta compozită cu anomaliile de SLP asociată anomaliilor de debite proiectată pe structura anomaliilor de presiune asociate NAO**

## Concluzii

În acest studiu am investigat corelația între valorile extreme ale debitelor medii lunare, în timpul iernii, cu fazele negativă și pozitivă ale indicelui NAO. Din analiza statistică rezultă clar o frecvență de apariție și o durată mult mai mare de producere a inundațiilor în faza negativă a indicelui NAO.

Coeficientul de corelație rezultat are valoare negativă ceea ce indică o opoziție de fază a NAO cu anomaliile debitului, lucru evidențiat și de frecvența studiată anterior.

Deasemenea, prin folosirea metodei hărților compozite, în care structura anomaliilor de presiune asociată debitelor se proiectează pe structura anomaliilor de presiune asociate NAO, rezultatul obținut este consistent cu corelația negativă dintre seria indicelui NAO și seria debitelor.

Viitorul cercetării constă în stabilirea mecanismelor fizice responsabile pentru impactul ENSO și NAO asupra debitului Dunării, precum și încercarea de a găsi parametrii ce pot predicta debitul Dunării.

## Bibliografie:

- Cullen, H. M., A. Kaplan, & co., (2002), *Impact of the North Atlantic Oscillation on Middle Eastern climate and streamflow*, Clim. Change, 55, 315– 338
- Dima M., Stefan S., (2008), *Fizica schimbărilor climatice*, București;
- Gabor O., Serban.P, (2004), *Convietuim cu viiturile*, Hidrotehnica, vol.49, pag 7-8;
- Hurrell J.W., and van Loon H.,(1997), *Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation*. Climatic Change. 36,301–306;
- Ionita, M., Lohmann, G., Dima, M and Chelcea, S. (2009), *Extreme events in Elbe's river catchment area and their associated circulation patterns*, Geophysical Research;
- Rimbu N., Dima M., G. Lohmann, and S. Stefan, (2004), *Impacts of the North Atlantic Oscillation and the El Nino–Southern Oscillation on Danube river flow variability*, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 31;
- Teodossia Andreeva, (2008), *Weather anomalies and influence on bulgarien section of Danube river*; XXIV Conference of the Danubian Countries Bled, 2-4 June 2008
- V. N. Mikhailova, V. N. Morozovb, N. I. Cheroyb, M. V. Mikhailovac, and Ye. F. Zav'yalova, (2008), *Extreme Flood on the Danube River in 2006*, Russian Meteorology and Hydrology, Vol. 33, No. 1, pp. 48–54.
- Wallace, J.M, (2000), *North Atlantic oscillation/annuar mode:two paradigms-one phenomenon*. Quart. J.Roy.Meteor.Soc., 126, 791-806;
- <http://www.cpc.noaa.gov/>;