

SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI IMPACTUL ASUPRA BIODIVERSITĂȚII: CONSECINȚE ECOLOGICE

Naela COSTICĂ, Mihai COSTICĂ, Constantin TOMA¹

costica_naela67@yahoo.com

ABSTRACT: Climate change represents one of the most threatening factors to biodiversity, human wellness and global security. More and more frequently, these manifests in extreme weather (drought, floods, and storms) and in modifications of the worldwide seasons' pattern.

In this paper, we synthetically present information about: climate change and the mechanisms behind it, in parallel with the worldwide water crisis; climate change and its impact on the biodiversity, as well as its impact on ecosystems' and humans' health, outlining the measures that need to be made in order to alleviate these effects.

KEYWORDS: climate change, biodiversity, ecosystems, humans'health

Echilibrul dintre radiațiile de lungime scurtă incidente și radiațiile de lungime lungă emise este influențat de factorii care determină schimbarea climei. Fluctuațiile naturale ale luminii solare pot determina schimbări în echilibrul energetic al planetei noastre prin cantitatea radiațiilor solare incidente cu lungime de undă scurtă. Activitatea umană generează emisii de gaze și aerosoli care modifică cantitatea de radiații emise cu lungime de undă lungă. Suprafața albedoului (coeficientul de reflecție) se schimbă în funcție de schimbările la nivelul vegetației și de cele de la suprafața solului (zăpadă, gheață). Aceste schimbări sunt determinate de modificări diurne și sezoniere naturale, precum și de influența omului.

Schimbările climatice pot fi cauzate de factori externi (modificarea ciclurilor solare și activități vulcanice) și de factori antropogeni (schimbarea compoziției atmosferei sau modificarea utilizării terenurilor). Principalul mod prin care oamenii afectează clima este creșterea concentrației gazelor cu efect de seră în atmosferă. Acesta este rezultatul emisiilor provenite din arderea combustibililor fosili (pentru producere de curent electric,

¹ Alexandru Ioan Cuza University of Iași, Faculty of Biology

transport, industrie, activități comerciale și rezidențiale), defrișări, agricultură, practici de management forestier.

Media anuală a concentrației actuale a CO₂ (cel mai important gaz antropogen cu efect de seră) este aproape de 400 părți pe milion (cel mai înalt nivel care a fost vreodată înregistrat în ultimii 800.000 ani), cu aproape 40% mai mare decât nivelul atins de acesta în perioada preindustrială (mijlocul secolului XVIII). De la începutul erei industriale (începutul secolului al XIX-lea) efectul general al activității umane asupra climei a depășit cu mult efectele climatice generate de procese naturale (schimbări în radiația solară de lungime scurtă) la o scară comparabilă de timp.

Temperatura globală la nivelul Europei

Media temperaturilor anuale la suprafața solului și a Ocenului Planetar, în perioada 2006–2015, a fost cu 0,83–0,89 °C mai ridicată decât în perioada preindustrială, deținând recordul de cel mai călduros deceniu de până acum. Dintre 16 – cei mai călduroși ani, 15 au fost după anul 2000.

Media temperaturilor anuale la nivelul teritoriului European, pentru perioada 2006–2015, a fost cu aproximativ 1,5°C mai mare decât temperatura perioadei preindustriale, deținând recordul de cel mai călduros deceniu de până acum.

Modele climatice prevăd creșteri ale temperaturii globale (pentru perioada 2081–2100 în comparație cu perioada 1986–2005) cuprinse între 0.3 and 1.7 °C, pentru scenariul cu cel mai scăzut nivel al emisiilor, și între 2.6 and 4.8 °C, pentru scenariul cu cel mai ridicat nivel al emisiilor.

Media temperaturilor anuale, la nivelul Europei, se prevede că va crește în perioada 2071–2100 prin raportare la perioada 1971–2000 cu 1 până la 4.5 °C, pentru scenariul cu cel mai scăzut nivel al emisiilor, și cu 2.5 până la 5.5 °C, pentru scenariul cu cel mai ridicat nivel al emisiilor. Se prevede că, cea mai puternică încălzire, se va produce în nord-estul Europei și Scandinavia pe durata iernilor, și în sudul Europei pe durata verilor.

Extreme termice

Numărul de zile călduroase aproape s-a dublat din 1960 până în prezent pe teritoriul Europei. În cazul scenariului cu un nivel ridicat al emisiilor, valurile de căldură extremă la fel de puternice ca cele derulate sau chiar mai puternice vor apărea la fiecare 2 ani, în a doua jumătate a secolului

XXI. Impactul acestor valuri de căldură va fi deosebit de puternic în sudul Europei.

Precipitații medii

Din 1960, precipitațiile anuale arată o tendință de creștere de peste 70 mm la fiecare deceniu în nord-estul și nord-vestul Europei și o descreștere mai mare de 90 mm, la fiecare deceniu în unele părți din sudul Europei. La latitudini medii nu se înregistrează modificări semnificative în cantitatea de precipitații anuale.

Media precipitațiilor, de pe durata verii, a scăzut semnificativ, cu 20 mm la fiecare deceniu, în cea mai mare parte din sudul Europei, în timp ce în părți din nordul Europei au fost înregistrate creșteri de 18 mm la fiecare deceniu. Sunt preconizate schimbări substanțiale privind precipitațiile, funcție de regiuni și sezoane. Precipitațiile anuale, în general, vor crește în nordul Europei și vor descrește în sudul acesteia. Descreșterile preconizate pe durata verii vor fi cele mai puternice în sudul Europei.

Precipitații puternice

Intensitatea precipitațiilor puternice de pe durata verii și iernii a crescut în nordul și nord-estul Europei, începând cu anul 1960. Diferiți indici arată tendințe divergente pentru sud-vestul și sudul Europei. Este posibil să fie precipitații puternice mai frecvente în multe părți ale Europei. Schimbările preconizate vor fi cele mai puternice pentru Scandinavia și estul Europei, pe durata iernilor.

Furtuni

Localizarea, frecvența și intensitatea furtunilor au fost variabile pentru fiecare deceniu din ultimul secol la nivelul Europei și nu au fost evidențiate tendințe pe termen lung. Cele mai multe studii indică faptul că riscul de furtuni iarna și, posibil, furtuni severe toamna va crește pentru nordul Atlanticului, pentru nordul, nord-estul și centrul Europei pe parcursul secolului XXI.

Calote de gheață din Groerlanda și Antarctica

Calotele de gheață au pierdut mari cantități de gheață cu o rată crescătoare începând cu anul 1992. Pierderile cumulate de gheață din Groerlanda, începând cu anul 1992 și până în 2016, au fost de 3 600 Gt și au contribuit

la creșterea globală a nivelului Oceanului Planetar cu aproximativ 10 mm. Pentru Antarctica, pierderile au fost de 1 500 Gt, care înseamnă o creștere a nivelului Oceanului Planetar cu aproximativ 5 mm.

Topirea calotelor de gheață de la poli în viitor va contribui la creșterea nivelului Oceanului Planetar cu 50 cm pe parcursul secolului XXI. Previziuni pe termen foarte lung (300 de ani) sugerează creșterea potențială a nivelului mării cu câțiva metri pe fondul topirii continue a calotelor de gheață.

Ghețarii

Ghețarii din Alpii Europeni au pierdut aproape jumătate din volumul lor, începând cu anul 1900, cu o accelerare clară din anii 1980. Retragera ghețarilor va continua în viitor. Se estimează că volumul ghețarilor la nivelul Europei va scădea cu 22–84% în comparație cu situația actuală, până în 2100 în cazul unui scenariu moderat cu privire la gazele de seră și cu 38–89%, în cazul unui scenariu mai pesimist.

Retragera ghețarilor a contribuit la creșterea globală a nivelului mării cu 0.8 mm pe an, în perioada 2003–2009. Acest fapt afectează aprovizionarea apelor dulci, navigația pe râuri, irigațiile și generarea energiei electrice. Mai mult, pot genera hazarde naturale și pagube în infrastructură.

Stratul de zăpadă

Extinderea învelișului de zăpadă a scăzut semnificativ în emisfera nordică, în ultimii 90 de ani, cu cea mai mare reducere începând cu 1980. Simulările prevăd reducerea extinderii și duratei stratului de zăpadă în emisfera nordică și în Europa pe durata secolului XXI.

Aceste schimbări vor afecta reflectivitatea suprafeței Pământului, resursele de apă, flora, fauna și ecologia acestora, agricultura, silvicultura, turismul, sporturile de iarnă, transporturile și producerea de energie.

Acidifierea oceanelor

PH-ul apelor oceanelor, la suprafața acestora a scăzut de la 8,2 la 8,1 pe durata erei industriale ca urmare a creșterii concentrației CO². În ultimele decenii, acidifierea oceanelor a avut loc de 100 de ori mai repede decât pe parcursul evenimentelor naturale derulate în ultimele 55 milioane de ani.

Se preconizează o descreștere a valorii pH între 8.05 și 7.75 până la sfârșitul secolului XXI, funcție de nivelul emisiilor de CO². Cel mai

dramatic declin prevăzut ar duce la o dublare a acidității apelor oceanice. Acest fapt va determina afectarea organismelor și ecosistemelor marine.

Efectele acidifierii asupra biodiversității marine

Acidificarea oceanelor va avea un impact negativ asupra biologiei și ecologiei numeroaselor specii de plante și animale. Astfel, impactul negativ asupra fitoplanctonului (care stă la baza multor lanțuri trofice marine) va avea impact major asupra tuturor organismelor marine și va afecta, de asemenea, pescuitul comercial.

Acidifierea oceanelor va afecta o serie de funcții ale organismelor vii, precum transportul prin membrane, fotosinteza, procese neuronale la animale, creșterea, reproducerea cu succes și supraviețuirea. Efectele pot fi văzute la toate nivelurile, de la organisme individuale la ecosisteme.

Efectele asupra speciilor depind de capacitatea acestora de a se adapta noilor condiții (Pörtner et al., 2014). Comportamentul și performanța senzorială a peștilor marini vor fi afectate de nivelul CO₂ din oceane în următorii 50–100 de ani. Acidifierea va afecta speciile cu schelet din carbonat de calciu – recifii de corali. Efectele acidifierii oceanelor asupra organismelor vii trebuie bine înțelese, în special cu privire la efectele sinergice cu alți agenți de stres.

Încălzirea apei mărilor și oceanelor

Încălzirea apelor oceanelor reprezintă aproximativ 93% din încălzirea globală, începând cu anii 1950. Încălzirea apelor de la suprafața oceanelor (0–700 m) reprezintă aproape 64% din totalul căldurii absorbite.

O tendință de creștere a conținutului de căldură a apelor oceanice de la suprafață a devenit evidentă încă din anii 1950. Observațiile recente indică, de asemenea, încălzirea substanțială a oceanelor mai profund, între adâncimi de 700 și 2000 m și sub 3000 m.

Se așteaptă o încălzire suplimentară a oceanelor odată cu schimbările climatice prevăzute. Încălzirea este puternic dependentă de emisiile care vor avea loc în viitor.

Temperatura la suprafața mărilor

Toate mările europene s-au încălzit considerabil începând din 1870, iar încălzirea a fost deosebit de rapidă de la sfârșitul anilor 1970. Ritmul multi

– decadal al creșterii temperaturii (din 1979) a fost între $0,21^{\circ}\text{C}$ / deceniu în Atlanticul de Nord și $0,40^{\circ}\text{C}$ / deceniu în Marea Baltică.

Temperatura medie a suprafeței mării, la nivel global, va continua să crească, deși mai lent decât temperatura atmosferică.

Conținutul de oxigen din apele mărilor și oceanelor

Oxigenul dizolvat în apa de mare influențează metabolismul și, prin urmare, reducerea conținutului de oxigen (zone hipoxice sau anoxice) poate duce la schimbări în distribuția speciilor marine și, inclusiv, apariția așa – numitelor „zone moarte”.

La nivel global, zonele cu deficit de oxigen s-au extins foarte rapid în ultimele decenii. Numărul de „zone moarte” s-a dublat, aproximativ la fiecare deceniu, din anii 1960 și a crescut de la aproximativ 20 în anii 1950, la aproximativ 400 în anii 2000.

Zonele epuizate de oxigen din Marea Baltică au crescut de mai mult de 10 ori, de la 5 000 la 60 000 km^2 , începând din 1900, majoritatea crescând după 1950. Marea Baltică are acum cea mai mare zonă moartă din lume. Distrugerea oxigenului a fost observată și în alte mări europene în ultimele decenii.

Cauza principală de epuizare a oxigenului este introducerea de nutrienți din îngreășămintele agricole (eutrofizarea). Efectele eutrofizării sunt agravate de schimbările climatice, în special, de creșterea temperaturii mării și de stratificarea apă – coloană.

Sisteme de apă dulce

În general, debitele fluviilor din Europa au crescut în timpul iernii și au scăzut în timpul verii începând cu anii 1960, dar cu o variație substanțială regională și sezonieră. Numărul de inundații severe din Europa a crescut începând cu 1980, dar cu o variabilitate interanuală mare.

Se pare că severitatea și frecvența secetelor au crescut în anumite părți ale Europei, în special în sudul și sud-estul Europei. Secetele meteorologice și hidrologice se preconizează să crească ca frecvență, durată și severitate în cea mai mare parte a Europei, cu cea mai mare creștere estimată pentru sudul Europei.

Schimbările climatice au crescut temperatura apei din râuri și lacuri și au redus acoperirea cu gheață sezonieră. Modificările debitelor și temperaturii apei au un impact important asupra calității acesteia și asupra ecosistemelor de apă dulce.

Cursul râurilor

Studii sugerează că rata scurgerilor în râurile naturale în perioada 1963–2000 a crescut în Europa de Vest și în Europa de Nord, în special în timpul iernii, și a scăzut în sudul și în unele părți din Europa de Est, în special în timpul verii.

Tendențele pe termen lung ale debitelor fluviale datorate schimbărilor climatice sunt dificil de detectat datorită variabilității semnificative interanuale și decadale, precum și modificărilor morfologice provocate de om.

Se estimează că debitele de vară vor scădea în cea mai mare parte a Europei, inclusiv în regiunile unde se estimează o creștere a debitelor anuale.

Secete meteorologice și hidrologice

Seceta a fost o caracteristică recurentă a climatului european. Din 2006–2010, în medie, 15% din teritoriul UE și 17% din populația UE a fost afectată de secetă meteorologică în fiecare an.

Severitatea și frecvența secetelor meteorologice și hidrologice au crescut în unele părți ale Europei, în special în Europa de Sud-Vest și Centrală.

Studiile preconizează creșteri semnificative ale frecvenței, duratei și severității secetelor meteorologice și hidrologice în majoritatea Europei în secolul al – XXI-lea, cu excepția regiunilor din nordul Europei. Cea mai mare creștere a condițiilor de secetă este prevăzută pentru sudul Europei unde ar crește concurența între diferiți utilizatori de apă, cum ar fi agricultura, industria, turismul și gospodăriile populației.

Temperatura apei

Temperatura apei din principalele râuri europene a crescut cu 1–3° C în ultimul secol, de la începutul anilor 1900. În toată Europa, mai multe perioade de timp, s-au înregistrat temperaturi ridicate ale lacurilor și râurilor. Temperaturile apei la suprafața lacurilor și a râurilor sunt prevăzute să crească în continuare concomitent cu creșterea preconizată a temperaturii aerului.

Creșterea temperaturii apei poate duce la schimbări semnificative în compoziția și funcționarea ecosistemelor acvatice.

Ecosistemele de apă dulce și calitatea apei

Speciile de apă rece au fost observate că se deplasează spre nord sau la altitudini mai mari, ca răspuns la temperaturile crescute.

Creșterea temperaturii apei poate duce la „înflorirea” mai tipurie a fitoplanctonului. De exemplu, răspândirea rapidă a cianobacteriilor foarte toxice (*Cylindrospermopsis raciborskii*) în întreaga Europă și în alte regiuni temperate a provocat probleme internaționale de sănătate publică.

O climă mai caldă și mai umedă poate conduce la creșterea concentrațiilor de nutrienți și a concentrațiilor de carbon organic dizolvate în lacuri și râuri, dar schimbările de management pot avea efecte mult mai semnificative decât schimbările climatice.

Ecosisteme terestre

Schimbările climatice au impact asupra ecosistemelor terestre, prin modificările induse la nivelul solului, prin parcurgerea în avans a unor stadii fenologice, prin migrarea altitudinală și latitudinală a speciilor de plante și de animale (spre nord și spre altitudini mai mari), prin schimbări la nivelul interacțiunilor dintre specii și la nivelul compoziției în specii a comunităților, inclusiv prin dispariția locală a unor specii.

În Europa, 14% din habitate și 13% din specii sunt evaluate ca fiind sub presiune datorită schimbărilor climei. Se preconizează ca multe specii din rețeaua Natura 2000 să – și piardă în viitor nișele de habitat. Schimbările preconizate, la nivelul umidității solului, sunt de tipul descreșterii în Regiunea Mediteraneană și de tipul creșterii în nordul Europei, având efect direct asupra ecosistemelor terestre.

Ecosistemele forestiere și serviciile lor sunt afectate de refugiarea speciilor către altitudini și latitudini mai mari, de creșterea riscului de incendii a pădurilor, în special în sudul Europei, și de o creștere a incidenței atacului insectelor patogene. În general, extinderea pădurilor va fi în regres în sudul Europei și în creștere în nordul Europei cu variații regionale semnificative. De asemenea, va fi exacerbată problema speciilor invazive la nivelul Europei.

Fenologia speciilor

Repartiția în timp a sezonelor, a anotimpurilor s-a schimbat pe suprafața Europei. O tendință generală este desfășurarea timpurie a stadiilor fenologice de primăvară (primăvară timpurie) la multe specii. Ca

o consecință a fenologiei la plante indusă climatic este faptul că sezonul polenului începe în medie cu 10 zile mai devreme acum, decât în anii 1960.

Ciclul de viață la multe grupe de animale se desfășoară în avans, cu evenimente care apar devreme în an, cum ar fi cuibăritul păsărilor, sosirea păsărilor migratoare. Sezonul de reproducere la multe insecte termofile este mai lung, permițând producerea mai multor generații pe an. Tendințele observate se așteaptă să continue în viitor.

Distribuția strămutării speciilor de plante și animale

Schimbările climatice au un impact semnificativ asupra distribuției florei și faunei în Europa, cu schimbări în distribuția acestora chiar de câteva sute de kilometri (în simulările realizate pentru secolul XXI). Acest impact include strămutarea spre nord și spre înălțime, ca și dispariția locală sau regională a unor specii. Migrația multor specii este în decalaj/în urma schimbărilor climatice/datorită unor limitări intrinseci, fragmentării și modului de utilizare a habitatelor, sugerând că ele nu sunt capabile să țină pasul cu schimbarea climei.

Schimbarea climei este posibil să accentueze problema diversității speciilor invazive în Europa. Cum condițiile de climă se schimbă, unele localizări devin mai favorabile pentru specii străine, anterior inofensive care devin invazive și au impact negativ asupra noilor medii de viață. Schimbarea climei afectează interacțiunile dintre specii care depind unele de altele. Se pot întrerupe interacțiuni stabilite sau se pot dezvolta unele noi.

Specii invazive și schimbarea climei

Deoarece speciile străine sunt cele mai oportuniste, ele au tendința să performeze mai bine într-un mediu aflat în schimbări rapide decât speciile native (Hellmann et al., 2008). Speciile invazive pot beneficia de schimbarea climei și de deteriorarea în continuare a mediului, fiind în avantaj în comparație cu speciile native aflate în dezavantaj (Walther et al., 2009). Speciile invazive pot reduce biodiversitatea nativă, prin competiție pentru hrană și spațiu, prin prădătorim, prin transmiterea bolilor și schimbarea structurii și funcțiilor habitatului. Ele au consecințe negative asupra noilor medii și impact advers semnificativ asupra bunurilor și serviciilor furnizate de ecosisteme, asupra economiei și sănătății oamenilor (Vilà et al., 2010).

Ca răspuns la aceste presiuni în creștere, UE a adoptat recent o

legislație dedicată speciilor invazive (IAS) care are ca scop reducerea impactului viitor al acestora. Există mai mult de 12.000 de specii non-native în Europa. Se estimează că un număr de 1200–1800 dintre ele sunt invazive și se prevede că numărul acestora va crește din cauza comerțului și călătoriilor la nivel global. Unele studii recente indică o tendință pozitivă în stabilirea de noi specii, fapt care arată că problema este departe de a fi sub control, că impactul asupra biodiversității este în creștere din cauza creșterii numărului de specii implicate și vulnerabilității crescute a ecosistemelor în fața invaziilor rezultate din alte presiuni cum ar fi pierderea habitatului, degradarea, supraexploatarea și schimbarea climei. Situația este, în mod special, îngrijorătoare în cazul ecosistemelor marine și insulare.

Amfibienii sunt afectați de speciile invazive, bolile și patogenii asociați acestora (8 din 10 specii de amfibieni din lista roșie au fost afectați între anii 2004 și 2009).

Comerțul cu plante horticole și ornamentale este cea mai importantă cale de introducere a speciilor invazive în Europa.

Compoziția și distribuția pădurilor

Speciile de plante forestiere au tendința de a se extinde spre altitudini și latitudini mai mari. Aceste schimbări afectează considerabil structura și funcționarea ecosistemelor forestiere, precum și serviciile acestora.

Schimbările climatice viitoare și creșterea concentrației CO₂ vor afecta compoziția în specii și productivitatea pădurilor. În general, se preconizează că pădurile se vor extinde în nordul Europei și vor descrește în sudul Europei cu substanțiale variații regionale. Speciile de conifere vor pierde largi suprafețe în fața speciilor de foioase mai adaptate la secetă. Schimbările previzionate vor duce la scăderea valorii terenurilor acoperite de păduri cu 14% până la 50% pe parcursul secolului XXI.

Boli și dăunători forestieri

Incidența insectelor dăunătoare, care reprezintă o amenințare serioasă la adresa pădurilor, va crește în Europa. Schimbarea climei va avea o influență majoră în distribuția spațială și temporală a insectelor dăunătoare, cu risc în creștere pentru anumite regiuni ale Europei.

Ecosistemele și serviciile acestora

Schimbarea climei va afecta semnificativ ecosistemele, biodiversitatea lor și capacitatea de a furniza servicii pentru bunăstarea umană. Schimbarea climei va intensifica impactul antropogen, în special, asupra ecosistemelor.

Importanța relativă a schimbării climei comparată cu alte presiuni depinde de mediu (terestru, de ape dulci, marin) și de regiunea geografică. Ecosistemele marine și alpine ale Europei vor fi cele mai sensibile la schimbarea climei.

Pierderi economice datorate extremelor climatice

Totalul pierderilor economice raportate de extremele climatice în țările membre ale Spațiului Economic European (SEE) în perioada 1980–2013 au fost de aproape 400 de miliarde de euro (valoare din 2013). Daunele medii au variat între 7,6 miliarde EUR pe an (în 1980) și 13,7 miliarde EUR (în 2000).

Modificările observate la nivelul pierderilor raportate în timp sunt dificil de interpretat, deoarece o mare parte din pierderile totale au fost cauzate de un număr mic de evenimente. Mai exact, mai mult de 70% din pagube au fost cauzate de doar 3% din totalul evenimentelor înregistrate.

Sănătatea umană

Schimbările climatice sporesc răspândirea bolilor și rata deceselor premature în Europa. Principalele sale efecte asupra sănătății sunt legate de fenomene meteorologice extreme, schimbări în distribuția bolilor sensibile la modificările climatice și alterarea condițiilor de mediu și sociale.

Valurile de căldură au reprezentat cel mai mortal eveniment meteorologic extrem în perioada 1991–2015 în Europa. Acestea au determinat zeci de mii de decese premature în Europa.

Impactul advers al schimbărilor climatice viitoare va depăși impactul benefic la scară globală. Impactul asupra sănătății și costurile economice asociate sunt, de asemenea, estimate a fi substanțiale în Europa. Cu toate acestea, previziunile cantitative privind viitoarele riscuri de sănătate pentru oamenii sensibili la climă sunt greu de apreciat datorită relațiilor complexe dintre factorii climatici și cei non – climatici.

Inundațiile și sănătatea

Începând cu anul 2000 inundațiile pe râuri și de coastă au afectat multe milioane de oameni din Europa prin perturbarea serviciilor de ecosistem (privind sănătatea, apa potabilă, canalizarea și căile de transport). Astfel, a fost afectată sănătatea umană prin înec, atacuri de cord, leziuni, infecții, expunere la pericole chimice și consecințe asupra sănătății mintale.

Temperaturi extreme și starea de sănătate a populației

Valurile de căldură și de frig sunt asociate cu scăderea bunăstării generale a populației și cu creșterea mortalității și a morbidității, în special în grupurile vulnerabile. Limitele de prag pentru impactul asupra sănătății diferă în funcție de regiune și de sezon. Numărul zilelor cu temperaturi extreme a crescut substanțial în Europa, în ultimele decenii. Valurile de căldură au cauzat zeci de mii de decese premature în Europa din anul 2000. Este practic sigur că lungimea, frecvența și intensitatea valurilor de căldură vor crește în viitor. Această creștere va duce la o creștere substanțială a mortalității în deceniile următoare, în special în grupurile vulnerabile de populație, cu excepția cazului în care se iau măsuri de adaptare.

Se estimează că mortalitatea cauzată de frig va scădea datorită unor condiții sociale, economice și de locuit mai bune, în multe țări din Europa.

Boli transmise prin vectori

Schimbarea climei este considerată drept principalul factor care stă la baza dinamicii observate la speciile de căpușe (*Ixodes ricinus* – vectorul de borrelioză Lyme și encefalită transmisă de căpușe în Europa) la latitudini și altitudini mai mari. În general, se suspectează că schimbările climatice au jucat (și vor continua să joace) un rol important în extinderea altor vectori de boli, în special, țânțarul tigru asiatic (*Aedes albopictus* – care poate răspândi mai multe boli, inclusiv bolile numite dengue, chikungunya și Zika) și specii de flebotomus de nisip (insecte) care transmit leishmanioza.

Creșterea fără precedent a numărului de infecții cu West Nile în vara anului 2010 în sud-estul Europei a fost precedată de temperaturi extreme în această regiune. Temperaturile ridicate din timpul verii (iulie) au fost identificate ca factori care pot contribui la apariția focarelor de recidivă la infecții cu West Nile în anii următori.

Boli cauzate de apă și de alimente

Sensibilitatea agenților patogeni la factorii climatici sugerează că schimbările climatice ar putea avea efecte asupra bolilor cauzate de apă și alimente. Numărul infecțiilor cu bacterii din genul *Vibrio*, care pot pune viața în pericol, a crescut substanțial în statele din regiunea Mării Baltice începând cu anul 1980. Această creștere a fost legată de creșterea temperaturii la suprafața mării, care a favorizat „înflorirea” speciilor de *Vibrio*.

Numărul mare al infecțiilor cu bacterii din acest gen a fost atribuit valurilor de căldură fără precedent din 2014, în această regiune. Creșterea temperaturii ar putea favoriza riscul de salmoneloză, cu impact asupra siguranței alimentare. Riscul de campilobacterioză și criptosporidioză ar putea crește în acele regiuni, unde se estimează că precipitațiile sau inundațiile extreme vor fi mai numeroase.

Agricultura

O prelungire a duratei sezonului de creștere termică a dus la extinderea spre nord a zonelor adecvate pentru multe tipuri de culturi termofile. Au fost observate schimbări în fenologia culturilor, cum ar fi avansarea datelor de înflorire și de recoltare la cereale. Se așteaptă ca aceste modificări să continue în multe regiuni, ceea ce va conduce la reducerea recoltelor. Valurile recente de căldură, secetele și inundațiile au fost deosebit de dăunătoare producției de plante din Europa Centrală și de Sud. Astfel de evenimente vor avea loc mai frecvent și se vor adăuga la stresul climatic actual. În întreaga Europă este de așteptat ca frecvența sporită a evenimentelor extreme să crească riscul de pierdere a culturilor cu riscuri pentru producția animalieră.

Se estimează că cererea de irigare va crește, în special în sudul Europei, unde există deja o concurență considerabilă între diferiții utilizatori de apă.

Se preconizează că schimbările climatice vor fi corespunzătoare culturilor în Europa de nord și vor reduce productivitatea culturilor în multe părți ale Europei de sud.

Energia

În general, schimbările climatice au modificat cererea de energie pentru încălzire și vor afecta această cerere și în viitor. Nu este de așteptat ca cererea totală de energie în Europa să se modifice substanțial, însă sunt de așteptat schimbări semnificative sezoniere. Numărul zilelor cu grad de

încălzire ponderat, în funcție de populație, a scăzut în ultimele decenii, în timp ce numărul zilelor cu grad de răcire a crescut. Ca urmare, cererea de energie pentru încălzire a scăzut, în special în nordul și nord-vestul Europei, în timp ce cererea de energie pentru răcire a crescut, în special în sudul și centrul Europei.

Creșterea suplimentară a temperaturii și apariția secetelor pot limita disponibilitatea apei pentru producerea de energie necesară răcirii, în timpul verii (când nivelul apei din acumulări este la cel mai scăzut nivel). Creșterea temperaturii, schimbarea tiparelor de precipitații și posibilele creșteri ale gravității și frecvenței furtunilor pot avea un impact atât, asupra surselor de energie regenerabilă, cât și asupra celor convenționale. Majoritatea impacturilor prognozate cu privire la schimbările climatice vor fi negative, dar pot apărea și unele efecte pozitive, în special în ceea ce privește producția de energie regenerabilă în nordul Europei.

Infrastructura de transport pentru energie electrică din Europa este expusă unor riscuri semnificative din cauza creșterii frecvenței și amplitudinii evenimentelor extreme induse de schimbările climatice. Infrastructurile din regiunile montane vor fi amenințate de instabilitatea geologică datorită creșterii nivelului precipitațiilor. Țările din Europa de Nord – Vest par a fi pregătite în ceea ce privește infrastructura energetică costieră.

Gradul de încălzire și de răcire

Numărul de zile cu grad de încălzire ponderat pentru populație (HDD) a scăzut cu 8,2% între perioadele 1951–1980 și 1981–2014; scăderea, în perioada 1981–2014, a fost în medie de 9,9 HDD. Cea mai mare scădere absolută a avut loc în nordul și nord-vestul Europei. Numărul de zile cu grad de răcire ponderat pentru populație (CDD) a crescut cu 49,1% între perioadele 1951–1980 și 1981–2014; creșterea în perioada 1981–2014 a fost în medie de 1,2 HDD pe an. Cea mai mare creștere absolută a avut loc în sudul Europei.

Reducerea proiectată a HDD, ca rezultat al schimbărilor climatice viitoare este ceva mai mare decât creșterea preconizată a CDD-urilor în termeni absoluți. Cu toate acestea, din punct de vedere economic, aceste două efecte sunt aproape egale în Europa, deoarece răcirea este, în general, mai scumpă decât încălzirea.

Transportul

Condițiile meteorologice din trecut și din prezent legate de transport sunt, în mare parte, corelate cu evenimentele extreme. Principalii factori climatici care influențează transportul sunt valurile de căldură din sudul și estul Europei, frigul și zăpada din nordul Europei și precipitații puternice și inundații în cea mai mare parte a Europei.

Impacturile prevăzute până în 2050 se așteaptă să fie limitate și ușor de gestionat dacă se iau măsuri adecvate de adaptare. Cu toate acestea, evaluările disponibile privind impactul schimbărilor climatice asupra transportului, inclusiv costurile de la cele extreme, nu oferă o imagine de ansamblu cuprinzătoare a riscurilor legate de climă pentru transporturile din Europa, datorită abordărilor lor metodologice foarte diferite.

Impactul schimbărilor climatice asupra transportului variază în funcție de regiune și de căile de transport luate în considerare. Sistemele de transport din regiunile muntoase, zonele de coastă și regiunile predispuse la ploi și zăpadă mai intense sunt, în general, cele mai vulnerabile la schimbările climatice viitoare. Predicțiile actuale sugerează că transportul feroviar se va confrunta cu riscuri deosebit de importante din cauza fenomenelor meteorologice extreme, în special, ca urmare a creșterii cazurilor de ploi abundente.

Turismul

Adecvarea climatică pentru activitățile generale de turism este, în prezent, cea mai bună în sudul Europei. Regiunile cele mai favorabile pentru turismul general sunt proiectate să treacă spre nord ca urmare a schimbărilor climatice. Atractivitatea turistică pentru Europa centrală și de nord va crește pentru majoritatea sezonelor. Adecvarea Europei de sud pentru turism va scădea considerabil pe parcursul lunilor cheie de vară, dar va fi îmbunătățită pentru alte sezoane.

Reducerea, pe scară largă, a stratului de zăpadă prevăzută în secolul al XXI-lea va afecta negativ industria sporturilor de iarnă în multe regiuni. Regiunile apropiate de limita inferioară pentru sporturile de iarnă vor fi cele mai sensibile la încălzirea climei.

Se preconizează că schimbările climatice vor schimba preferințele majore pentru turism în Europa și pot avea consecințe substanțiale pentru regiunile în care turismul este un sector economic important. Amploarea impactului economic este determinată puternic de factori non-climatici, cum ar fi capacitatea turiștilor de a-și adapta calendarul concediilor.

Impactul multi-sectorial și vulnerabilitățile din Europa

Gradul în care regiunile europene sunt vulnerabile la schimbările climatice este determinat de vulnerabilitatea mai multor sectoare și de interdependențele și buclele de feedback din aceste sectoare. În special, sectoarele apei, agriculturii, silviculturii și biodiversității prezintă interdependente puternice între ele și cu evoluții non – climatice, precum schimbarea tiparelor de utilizare a terenurilor și dinamica populației. Aceste interacțiuni necesită o atenție deosebită în ceea ce privește elaborarea politicii de adaptare la schimbările climatice.

Proiecțiile privind distribuția spațială a impacturilor și vulnerabilităților schimbărilor climatice în mai multe sectoare sugerează că Europa de Sud – Est, Italia și Franța vor fi regiuni cu un număr mare de sectoare afectate grav. O evaluare, cu accent pe serviciile ecosistemice, identifică aceleași hotspot-uri (puncte fierbinți) spațiale din sud-estul Europei, dar indică Alpii și Peninsula Iberică ca hotspot-uri suplimentare.

O evaluare care distinge în mod explicit între șapte riscuri climatice, inclusiv secetele, incendiile și creșterea nivelului mării, identifică Europa de sud, dar și zonele de coastă și zonele inundabile din partea de vest a Europei, ca hotspot-uri multisectoriale.

Concluzia studiilor disponibile privind impacturile și vulnerabilitățile multisectoriale este că cele mai mari provocări par să fie concentrate în partea sud-estică și sudică a Europei. Oportunitățile pentru inovațiile tehnologice și sociale sunt mai mari în cadrul planurilor care presupun guvernare funcțională și cooperare internațională.

Bibliografie:

- [1] Céline Bellard, Cleo Bertelsmeier, Paul Leadley, Wilfried Thuiller, and Franck Courchamp. (2012), Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecol Lett.* 15 (4): 365–377.
- [2] Enochs, I C; Manzello, Derek P; Donham, E M; Kolodziej, Graham; Okano, R; Johnston, Lyza; Young, C; Iguel, John; Edwards, C B; Fox, M D; Valentino, L; Johnson, Steven; Benavente, D; Clark, S J; Carlton, R; Burton, T; Eynaud, Y; Price, Nichole N (2016), Bottom water temperature, salinity, pH, benthic cover, dissolved inorganic carbon and other data collected from NOAA Ship HI'IALAKAI and other in Northern Marianna Islands from 2014-05-17 to 2014-08-13 (NCEI Accession 0138649). Version 1.1. NOAA National Centers for Environmental Information, <http://data.nodc.noaa.gov/cgi-bin/isoid=gov.noaa.nodc:0138649>

- [3] Hellmann JJ, Byers J E, Bierwagen B G, Dukes J S. (2008), Five potential consequences of climate change for invasive species, *Conserv Biol.* 8 Jun; 22 (3): 534 – 43. doi: 10.1111/j.1523 – 1739.2008.00951.x.
- [4] Hendriks I.E, C.M. Duarte, M. Alvarez (2010), Vulnerability of marine biodiversity to ocean acidification: A meta-analysis, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86: 157–164.
- [5] Katie M. Becklin, Jill T. Anderson, Laci M. Gerhart, Susana M. Wadgymar, Carolyn A. Wessinger, and Joy K. Ward. (2016), Examining Plant Physiological Responses to Climate Change through an Evolutionary Lens. *Update on Plant Physiology and Climate Change Plant Physiology*, 172: 635–649.
- [6] Keller R.P., J. Geist, J. M Jeschke, I. Kühn (2011), Invasive species in Europe: ecology, status, and policy, *Environ. Sci. Europe*, 23, 23.
- [7] Miguel B. Arau, Diogo, Alagador, Mar Cabeza, David Nogue´ s-Bravo, and Wilfried Thuiller (2011), Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters*, 14: 484–492.
- [8] Pörtner, H.-O., Karl, D. M., Boyd, P. W., Cheung, W. W. L., Lluch – Cota, S. E., Nojiri, Y., Schmidt, D. N. and Zavialov, P. O. (2014), Ocean systems. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*
- [9] Punam Anand, Keller, Bari Harlam, George Loewenstein, Kevin G. Volpp (2011), Enhanced active choice: A new method to motivate behavior change, *Journal of Consumer Psychology* 21 (2011): 376–383.
- [10] Sharon B. Gray a.n., Siobhan M.Brady (2016), Plant developmental responses to climate change. *Developmental Biology*, 64–77.
- [11] Vilà M, Basnou C, Pyšek P, Josefsson M, Genovesi P, Gollasch S, Nentwig W, Olenin S, Roques A, Roy D, Hulme PE (2010), How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross – taxa assessment. *Frontiers in Ecology and the Environment* 8 (3): 135–144.
- [12] Walther GR, Roques A, Hulme PE, Sykes MT, Pyšek P, Kühn I, Zobel M, Bacher S, BottaDukát Z, Bugmann H, Czücz B, Dauber J, Hickler T, Jarošík V, Kenis M, Klotz S, Minchin D, Moora M, Nentwig W, Ott J, Panov VE, Reineking B, Robinet C, Semenchenko V, Solarz W, Thuiller W, Vilà M, Vohland K & Settele J (2009), Alien species in a warmer world: Risks and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 686–693.
- [13] Welch MJ, Watson S A, Welsh J Q, McCormick MI, Munday PL. (2014), Effects of elevated CO₂ on fish behaviour undiminished by transgenerational acclimation. *Nature Climate Change* 4: 1086–1089 DOI 10.1038/nclimate2400
- [14] ***Climatechange, impacts and vulnerability in Europe (2016), Anindicator-based report. EEA Report No 1/2017. ISSN 1977–8449