

Bogdan GÓRALSKI

Biblioteka Instytutu Historycznego Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa

Zmiany kształtu Ziemi a klimat i zagrożenia w górnictwie

Słowa kluczowe

mechanizm zmian klimatu, zagrożenia w górnictwie, trzęsienia ziemi, El Niño, La Niña, cykl grawitacyjno-sejsmiczno-klimatyczny, precesja, nutacja

Streszczenie

Za pomocą krzywej hipsograficznej obliczono, że 50% wody w oceanach ma temperaturę poniżej 3 °C. Wody o tej i niższej temperaturze zalegają na głębokości poniżej 2000m. Silne wstrząsy podmorskie są w stanie spowodować masowe przemieszczenia zimnych wód głębinowych w miejsce ogrzanych słońcem wód powierzchniowych. Oddziaływanie zimnych wód głębinowych na atmosferę, spotęgowane działaniem prądów morskich, może doprowadzać do okresowego ochłodzenia klimatu. Zwrócono uwagę na fakt występowania zlodowaceń w następstwie silnych ruchów skorupy ziemskiej. Przy założeniu wpływu trzęsień ziemi na klimat przeprowadzono jego rekonstrukcję w okresie 750 lat p.n.e. do 2000 n.e. Wykres aktywności sejsmicznej w zależności od czasu wskazuje na okresowe zmiany klimatyczne o długości cyklu ok. 400 lat. Uzyskane wyniki pozwalają na wydzielenie faz ciepłych i chłodnych klimatu. Uzyskano bardzo dobrą zgodność wyników interpretacji zmian klimatu z wykresów trzęsień ziemi ze źródłami historycznymi, danymi instrumentalnymi, informacjami naukowymi. Charakterystyczna okresowość liczby trzęsień ziemi w czasie pozwala wyciągnąć wniosek o możliwym wpływie zaburzeń grawitacji na aktywność sejsmiczną Ziemi. Podobieństwo wykresów częstości wstrząsów wysokoenergetycznych w kopalniach LGOM i częstości trzęsień ziemi w basenie Atlantyku sugeruje, że przyczyną wstrząsów mogą być precesja i nutacja ziemskiej osi obrotu. Odchylenia ziemskiej osi obrotu powodują zmiany prędkości obrotowej Ziemi i odkształcenia ziemskiej geoidy. Powoduje to wzrost naprężeń w skorupie ziemskiej i skutkuje wstrząsami wysokoenergetycznymi w górotworze kopalń LGOM. Badanie mechaniki Układu Słonecznego może pozwolić na prognozowanie czasu nadejścia fal naprężeń i wstrząsów górotworu powodujących zagrożenia w górnictwie. Obliczenie potencjałów grawitacyjnych Układu Słonecznego może pozwolić także na prognozowanie globalnych zmian klimatu. Jest to ważne bo przecież zmiany klimatu były ukrytą przyczyną wojen, przemian politycznych i niepokoju w całej historii człowieka.

1. Wstęp

Od szeregu lat prowadzę badania nad wpływem zmian środowiskowych na nasze życie. Jednym z podstawowych elementów środowiska jest zespół zjawisk fizykochemicznych, określanych jako klimat ziemski. Klimaty Ziemi zmieniają się cyklicznie podczas ewolucji planety i jej otoczenia gwiazdowego. Ponieważ, jak wykazałem poniżej, zmiany klimatu warunkują nasze zachowania, można stwierdzić, że harmonia procesów wszechświata steruje naszymi odruchami. Regionalne zmiany klimatu są odpowiedzialne za złożony proces rozwoju

kolejnych cywilizacji naszego globu, upadających podczas okresowych, masowych migracji. Przeprowadzona przeze mnie analiza historyczna skłania do wniosku, że najprawdopodobniej w XXI wieku czeka nas katastrofa klimatyczna, która może zagrozić rozwojowi ludzkiej społeczności i która może w efekcie wywołać tzw. wieki ciemne. Aby się przed tym uchronić, powinniśmy badać mechanizm zmian klimatu. Pozwoliłoby to na prognozę czasu nadejścia zagrożenia i przygotowanie się do kataklizmu. Dodatkowo poznanie mechanizmu klimatycznego Ziemi wpłynęłoby niewątpliwie na rozwój nauk o Ziemi, co rozwinęłoby skokowo naszą cywilizację i pozwoliłoby min. prognozować zagrożenia wstrząsami wysokoenergetycznymi istniejące w górnictwie. Dotychczasowe badania ziemskiego mechanizmu klimatycznego nie umożliwiają wglądu w całość tego skomplikowanego zjawiska. Potrzebne jest multidyscyplinarne podejście do tego złożonego zagadnienia i powołanie międzynarodowego zespołu badawczego, który rozwiąże problem warunkujący przyszłość naszej cywilizacji, problem przyczyn i skutków zmian klimatu a także przyczyn zagrożeń pracy górników.

1.1. Zmiany klimatu w historii Ziemi

Nagle kataklizmy środowiskowe, prawdopodobnie klimatyczne, powtarzające się co kilkadziesiąt milionów lat, radykalnie redukowały liczebność populacji roślin i zwierząt na Ziemi. Te wielkie wymierania obrazuje tzw. krzywa Sepkoskiego (Hayes 2005:5). Załamania krzywej Sepkoskiego występujące w odstępach 60 mln lat, odwzorowują spadek liczby organizmów żyjących na Ziemi. Od ostatniej masowej zagłady na przełomie kredy i trzeciorzędu upłynęło 62 mln lat. Czy powinniśmy obawiać się kolejnej zagłady?

Badania historii klimatu Ziemi prowadzone przez Klausa Pfeilstickera z Instytutu Fizyki Środowiska Uniwersytetu w Heidelbergu dowodzą, że zimne epoki wielokrotnie występowały w dziejach Ziemi (Pfeilsticker 2008). Wielkie ochłodzenia klimatu towarzyszyły kolejnym orogenezom. W archaiku było na Ziemi gorąco, ale w neoproterozoiku klimat stopniowo ochładzał się. W paleozoiku temperatury były zbliżone do współczesnych. Począwszy od permo-karbońskiego gwałtownego oziębienia, temperatura na Ziemi rosła do końca jury. Do końca permu wszystkie kambryjskie kontynenty stopniowo zlewały się ponownie w jedną całość, kolejno zderzając się ze sobą. Ślady tych zderzeń na powierzchni skorupy ziemskiej to pasma górskie hercynidów i Ural. Intensywna tektonika permo-karbońska doprowadziła do ochłodzenia wody morskiej i klimatu Ziemi. Od kredy zaczęło się ochładzać. Oziębiano się powoli do końca eocenu, a na początku oligocenu temperatura gwałtownie obniżyła się. Na początku czwartorzędu temperatura osiągnęła poziom współczesny. Milion lat temu ochłodziło się znacznie i w północnej hemisferze pojawiły się lodowce. Wielokrotne okresy lodowe trwały około 100 000 lat każdy i były przerywane trwającymi około 10 000 lat okresami ciepłymi. Współcześnie żyjemy w takim ciepłym okresie – interglacjale, zwanym holocenem. Trwa on już właśnie 10 000 lat i prawdopodobnie się kończy. Czy nadejdzie kolejna epoka lodowa?

Okresy termiczne z dziejów Ziemi korelują z jednostkami stratygraficznymi, wyznaczanymi przez występowanie odpowiednich gatunków fauny i flory. Zagłada starych gatunków i pojawienie się nowych stało się podstawą do wyznaczania granic stratygraficznych. Oznacza to, że przejścia od ciepła do zimna oraz od zimna do ciepła powodowały na Ziemi masowe zagłady gatunków. Gwałtowne wyginięcie zmiennocieplnych dinozaurów, organizmów dostosowanych do ocieplającego się klimatu ery mezozoicznej, świadczy o wystąpieniu katastrofy klimatycznej, która spowodowała ich zagładę. Od początku ery kenozoicznej wystąpił okres termiczny, charakteryzujący się stopniowym oziębieniem klimatu. Ekspansja stałocieplnych ssaków świadczy o ich dobrym przystosowaniu do

zmiennego temperaturowo środowiska. Ewolucja ssaków, wyposażonych w mechanizm termoregulacji, pozwalała na opanowanie środowisk o różnych charakterystykach temperaturowych. Pojawiły się dwie populacje naczelnych – Homo neandertalis i Homo sapiens, różniące się przystosowaniem do życia w klimacie polarnym.

2. Zmiany kształtu Ziemi a klimat

2.1. Zmiany pola grawitacyjnego wokół Ziemi

Glob ziemski wiruje wokół osi, której nachylenie do ekliptyki nieustannie się zmienia pod wpływem sił grawitacji. Ziemia wraz z innymi planetami obraca się wokół Słońca. Układ Słoneczny wiruje wraz z Drogą Mleczną, która zmienia swe położenie w kosmosie. Okresowe zmiany nachylenia ziemskiej osi do płaszczyzny ekliptyki powodują deformacje globu ziemskiego, które stwierdzili naukowcy amerykańscy. Dokładne pomiary satelitarne kształtu Ziemi wykryły, że do 1997 r. glob ziemski był rozciągany wzdłuż osi, a od 1997 r. był ściskany (Steitz 2002). Zmiany kształtu Ziemi, wynikające prawdopodobnie ze zmiennych oddziaływań grawitacyjnych, powodują naprężenia w skorupie ziemskiej zbudowanej ze sztywnych płyt litosfery, pływających w morzu magmy płaszcza ziemskiego. Płyty kontynentalne i oceaniczne kontaktują się ze sobą w strefach subdukcji i szczelinach ryftowych, w których dochodzi do kumulacji naprężeń rozładowujących się podczas trzęsień ziemi. Czasowy rozkład trzęsień ziemi nie jest przypadkowy, wyraźny jest 400-letni cykl zmian częstości wstrząsów w obrębie skorupy ziemskiej. W trakcie tego cyklu występują kilkudziesięcioletnie i krótsze podcykle. Czterystuletni cykl grawitacyjno-sejsmiczny zaznacza się na wykresie (rys. nr 2), sporządzonym na podstawie katalogów trzęsień ziemi, opracowanych przez geofizyków włoskich i polskich. Wstrząsy sejsmiczne zarejestrowane w okresie od 750 r. p.n.e. do roku 2000 n.e. tworzą fale częstości trzęsień ziemi, które są odpowiedzialne, jak wykażę później, za zmiany klimatu Ziemi.

2.2. Co ogrzewa i oziębia Ziemię?

Ziemię niezmiennie ogrzewa Słońce, a okresowo oziębiają oceany. Zmiany klimatu wynikają więc z ziemskich procesów.

2.2.1. Ziemski bilans energii promieniowania Słońca

Ciepło występujące na Ziemi pochodzi z promieniowania krótkofalowego dochodzącego ze Słońca oraz z energii pochodzącej z rozpalonego wnętrza Ziemi. Całkowita ilość energii z wnętrza Ziemi nie jest znana. Więcej ciepła otrzymują oceany, gdzie skorupa ziemska jest cieńsza, mniej zaś kontynenty. Jednak wieczna zmarzlina, występująca w miejscach nie ogrzewanych przez ciepłe prądy oceaniczne, świadczy, że ciepło Ziemi w ziemskim systemie klimatycznym jest prawie nie znaczące.

The National Centre for Atmospheric Science (NCAS) jest brytyjską jednostką badawczą, dostarczającą niezbędnej wiedzy o klimacie i atmosferze rządowi brytyjskiemu oraz uniwersytetom. Opracowany przez naukowców brytyjskich bilans energii słonecznej otrzymywanej ze Słońca objaśnia, że energia promieniowania otrzymywana przez Ziemię ze Słońca jest równa energii wypromieniowanej przez Ziemię w przestrzeń kosmiczną (BADC 2009). Zatem powstaje pytanie: skąd się biorą na Ziemi epoki zimne, skoro ilość promieniowania dochodzącego i wychodzącego jest stała? Musi być jakiś element ziemskiego systemu klimatycznego, który generuje do atmosfery zmienne ilości ciepła. Zmiany klimatu

muszą wynikać z ziemskich procesów. Łądy mają generalnie małą pojemność cieplną, bo szybko się powierzchniowo nagrzewają w dzień i szybko stygną w nocy. Oceany mają ogromną pojemność cieplną, ponieważ promieniowanie słoneczne dociera do głębokości 200 m, a ich powierzchnia zajmuje 70% powierzchni globu ziemskiego.

Jak wynika z wyliczeń, sporządzonych za pomocą krzywej hipsograficznej, około 50% objętości wszechoceanu to wody o temperaturach poniżej 3°C (Duxbury et al. 2002). Tylko płytkie wody powierzchniowe do głębokości kilkudziesięciu metrów mają temperaturę do 25°C. Od powierzchni oceanu zaczyna się spadek temperatury wody. Na głębokość 500-1000 m przypada centrum warstwy, zwanej termokliną, gdzie temperatura wynosi 8°C -- 10°C. Wody oceaniczne zachowują naturalną równowagę termiczną, układając się warstwami od najzimniejszych (najgęstszych) na dole do najcieplejszych na górze. Najniższa warstwa zbiorników oceanicznych zawiera wody o temperaturze 1°C - 2°C, które pochodzą z rejonów polarnych, gdzie zimne wody powierzchniowe mają większą gęstość i opadają na dno. Oceany są zimne w głębi, a na temperaturę ich stykających się z atmosferą partii ogromny wpływ wywierają zjawiska upwellingu - wypływu zimnych wód oceanicznych na powierzchnię. Ocean jest więc ogromnym zbiornikiem zimna, które jest uruchamiane przez procesy upwellingu. Zimne wody oceaniczne okresowo chłodzą atmosferę, co wywołuje zmiany klimatu.

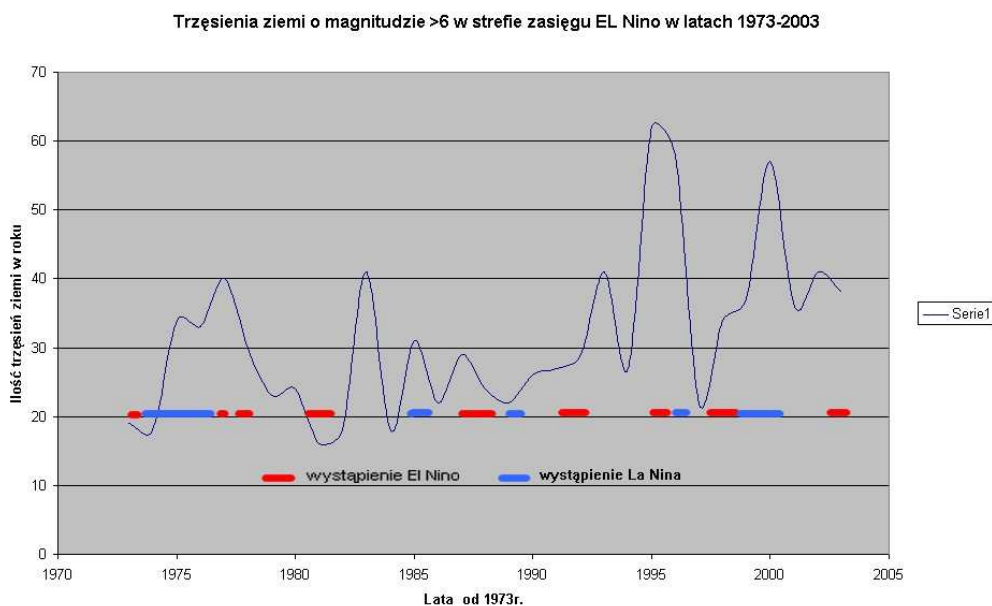
2.2.2. Okresowe zmiany upwellingu

Co zmienia natężenie upwellingu, wywołując na Ziemi na przemian epoki ciepłe i zimne? Rozkład stref temperaturowych powierzchni oceanu ziemskiego jest zróżnicowany. Są strefy zimnych wód w rejonach podbiegunowych oraz międzyzwrotnikowa strefa wód podgrzanych do ponad 20°C przez Słońce. Co stałoby się, gdyby nastąpił masowy upwelling oceaniczny, powodujący oziębienie powierzchni oceanu w rejonach przyrównikowych?

Oceanolodzy uważają, że upwelling jest powodowany przez wiatry wiejące nad oceanem. Tymczasem podczas studiów nad tym zagadnieniem stwierdziłem, że proces wypływu zimnych wód głębinowych na powierzchnię oceanu pojawia się tylko na obszarach o dużej aktywności sejsmicznej i narasta wtedy, gdy rośnie liczba trzęsień dna oceanicznego. Interesująca jest analiza wykresu trzęsień ziemi w rejonie zasięgu El Niño (rys. nr 1). Wykres sporządzono za pomocą bazy danych USGS NATIONAL EARTHQUAKE INFORMATION CENTER (<http://neic.usgs.gov>), w której jest możliwe wyszukiwanie trzęsień ziemi w zależności od kilku parametrów. Sporządziłem zbiór trzęsień ziemi dla obszaru Pacyfiku z wykorzystaniem następujących parametrów :

- szerokość geograficzna - 0°
- długość geograficzna -140° W
- promień wyszukiwania- 3000km
- magnituda w zakresie M=6 do 9,9

Analiza zjawiska El Niño i La Niña, globalnego fenomenu klimatycznego wywołanego okresową zmianą temperatury wód morskich u wybrzeży Ekwadoru i Peru, potwierdziła moje przypuszczenia. El Niño występuje prawie zawsze, gdy trzęsienia dna morskiego w Basenie Peruwiańskim zanikają, a La Niña występuje prawie zawsze, gdy liczba trzęsień dna morskiego rośnie. Upwelling (La Niña) jest zatem prawdopodobnie powodowany przez trzęsienia dna w rejonie rowu oceanicznego (Rów Peruwiański, Rów Atakamski) w strefie subdukcji płyty oceanicznej Nazca z płytą kontynentalną Ameryki Południowej.



Rys. 1. Aktywność sejsmiczna w strefie zasięgu El Niño latach w 1974-2003 (Góralski 2006).
 Fig. 1. Seismic activity in El Niño zone in 1974-2003 (Góralski 2006).

Upwelling powoduje unoszenie chłodnych wód oceanicznych, a wraz z dennymi wodami cząstek mineralnych osadów, które użyźniają wody przypowierzchniowe. Skutkuje to bujnym wzrostem planktonicznego życia roślinnego, powodując wydzielanie aerozoli siarczanowych do atmosfery. Gdy rośnie produkcja fitoplanktonu (głównie kokolitowców) w oceanach, to zwiększa się emisja produkowanego przezeń siarczku metylu (ang. DMS dimethyl sulphide). Gaz ten, wchodząc w atmosferze nad oceanami w reakcje chemiczne, stanowi główne źródło aerozoli siarczanowych. Decydują one o powstawaniu chmur nad oceanami, ponieważ są zarodkami kondensacji pary wodnej w atmosferze (ESPERE 2009). Tak więc okresy zwiększonej liczby trzęsień ziemi i upwellingu są jednocześnie okresami oziębienia wód oceanicznych, zwiększonego zachmurzenia i opadów deszczu na lądach, oziębienia troposfery oddzielanej od Słońca powłoką chmur.

2.2.3. Zmiany temperatury powierzchniowej oceanu w plejstocenie u wybrzeży Hiszpanii

Badania paleotemperatury powierzchniowych wód morskich oparte na badaniu składu gatunkowego planktonicznych otwornic (otwornice są precyzyjnym wskaźnikiem środowiska) znajdujących w osadach dennych Północnego Atlantyku (na zachód od Hiszpanii, szerokość geograficzna 41°N), a więc w osadach wód leżących na granicy stref subarktycznej i subtropikalnej wykazały, że SST (sea surface temperature) zmieniała się cyklicznie w ciągu ostatnich 600 000 lat w zakresie od 8°C do 27°C. Tak wielkie skoki temperatury powierzchniowych wód oceanicznych w rejonie, gdzie są one zawsze ciepłe, mogą być wytłumaczone jedynie przez okresowy masowy upwelling powodowany przez intensywną czwartorzędową aktywność tektoniczną, skutkujący obniżaniem się temperatury powierzchniowej morza co oziębiali klimat Ziemi (Mc Duff 2001).

2.3. Generalne fizyczne skutki zmian klimatu

Zmiany klimatu wynikające z istnienia cyklu grawitacyjno-sejsmicznego decydują o obiegu wody słodkiej w przyrodzie, tj. ilości opadów deszczu na lądach. Chmury tworzące się okresowo nad oceanem przemieszczane są przez wiatry nad obszary lądów i tam woda z nich daje życie roślinom i zwierzętom. Jeden hektar upraw zbożowych potrzebuje około 5000 metrów sześciennych wody rocznie, ale tej wody nie może być za dużo, gdyż to powoduje nieurodzaj.

2.4. Dlaczego klimat jest tak ważny?

Według Harolda Abrahama Masłowa potrzeby fizjologiczne człowieka są następujące:

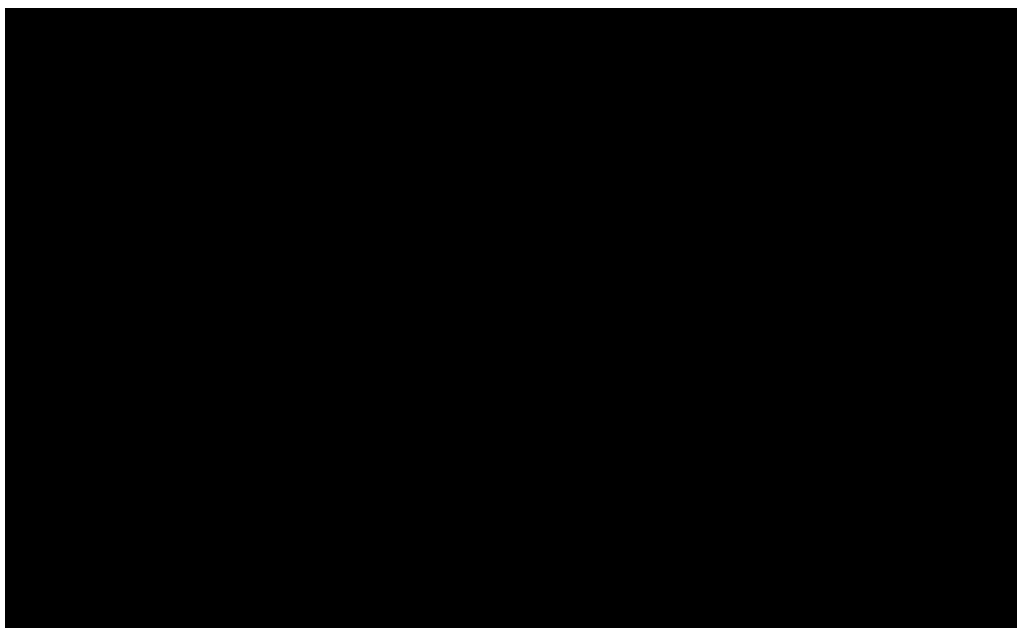
1. pragnienie - zaspokojenie zależy od deszczu,
2. głód - zaspokojenie zależy od deszczu,
3. sen,
4. podtrzymanie gatunku (Masłow 2006: 62-84).

Dwie najważniejsze fizjologiczne potrzeby człowieka wprost zależą od zmian klimatu. Od słodkiej wody deszczowej płynącej w rzekach, strumieniach, zależy życie ludzi i zwierząt. Wegetacja roślin, będących podstawowym źródłem pokarmu dla ludzi i zwierząt, nie byłaby możliwa bez odpowiednich opadów deszczu. Człowiek pragnie i łaknie ze względu na wbudowany ewolucyjnie mechanizm termoregulacji - utrzymywania stałej temperatury ciała, która podtrzymuje życie. Ewolucja ludzi trwa już miliardy lat i będzie prawdopodobnie trwała jeszcze długo. Czy ucząc się kierować naszą gatunkową ewolucją zdołamy wyeliminować mechanizm termoregulacji z naszego życia? Czy nauczymy się żyć bez konieczności picia i jedzenia?

2.5. Cykl grawitacyjno-sejsmiczno-klimatyczny

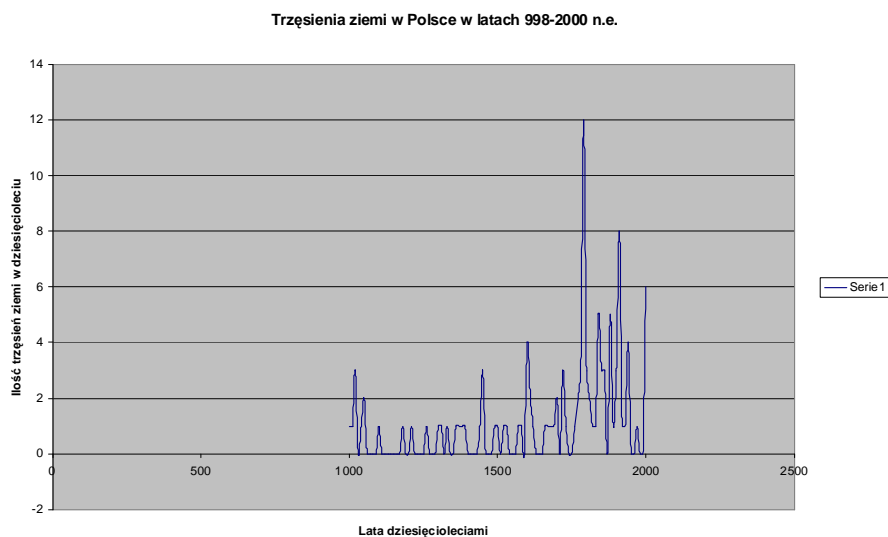
Analiza zebranych danych pozwoliła na sporządzenie następujących schematów-cykli wydarzeń przyrodniczych:

1. Zmiana sił grawitacji wokół planety, deformacje spęczające glob ziemski wzdłuż osi, wzrost naprężeń w skorupie ziemskiej, wzrost liczby trzęsień ziemi, narastający upwelling i wzrost wydzielania chmurotwórczych aerozoli siarczanowych w oceanach, ochłodzenie i wzrost zachmurzenia nad oceanami, przenoszenie chmur nad kontynenty przez wiatry, wzrost nawilgocenia i oziębienie klimatu kontynentów.
2. Zmiana sił grawitacji wokół planety, deformacje rozciągające glob ziemski wzdłuż osi, zmniejszenie naprężeń w skorupie ziemskiej, spadek liczby trzęsień ziemi, zmniejszenie upwellingu oceanicznego i wydzielania aerozoli chmurotwórczych, zmniejszenie zachmurzenia nad oceanami i lądami, ocieplenie i osuszenie klimatu kontynentów.



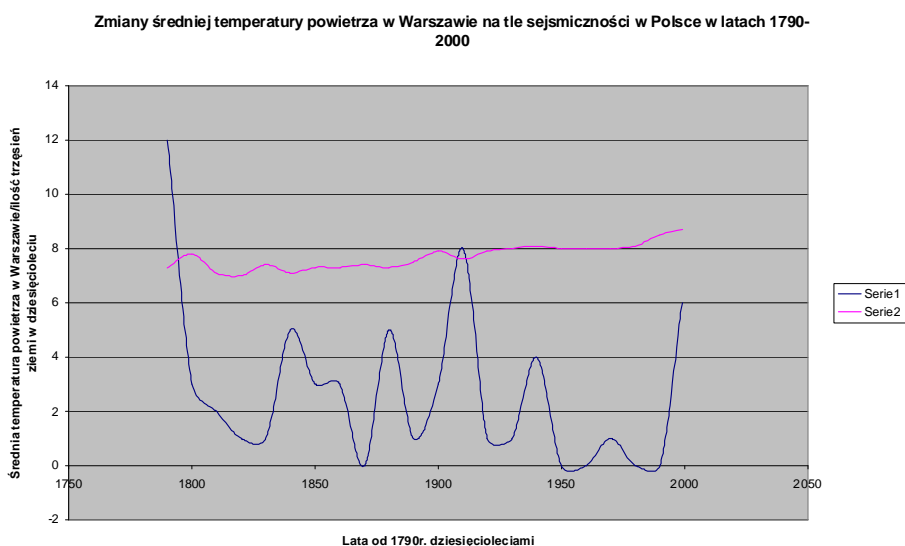
Rys. 2. Zmienność liczby trzęsień ziemi pomiędzy 750 r. p.n.e. a 2000 r. n.e. (Góralski 2006)
Fig. 2 Variability in the amount of earthquakes between 750 BCE and 2000 CE (Góralski 2006)

Na podstawie danych archiwalnych o trzęsieniach ziemi rejestrowanych w okresie od 998r. n.e. do 2000r. w Polsce (Pagaczewski 1972) ; (Guterch , Lewandowska –Marciniak 2002) i wstrząsach rejestrowanych na terenach przyległych do basenu Morza Śródziemnego w okresie 750 r. p.n.e. do 995 r. n.e. (Guidoboni et al. 1994) sporządzono zbiór trzęsień ziemi o dużej intensywności zawierający 417 zdarzeń. Na podstawie powyższego zbioru sporządzono wykres aktywności sejsmicznej w Europie w latach 750 p.n.e.-2000 n.e. ukazujący zmienność liczby wstrząsów w czasie (Rys. 2).W niniejszym opracowaniu potraktowano trzęsienie ziemi jako element statystyki i nie rozpatrywano jego przyczyn, pochodzenia itp. pomimo różnic w weryfikacji materiału źródłowego, stosowanej przez wymienionych autorów. Połączono zbiory trzęsień ziemi obserwowanych w basenie Morza Śródziemnego oraz odczuwanych i rejestrowanych w Polsce, aby wydłużyć ciąg obserwacyjny i wychwycić długookresowe trendy. Na wykresie Rys. 2 pojawia się charakterystyczna cykliczność narastania i zmniejszania się liczby trzęsień ziemi w czasie. Znane z historii okresy zimne i ciepłe lub dane o wędrówkach ludów korelowane z okresami chłodu i ciepła pokrywają się z maksimami i minimami wykresu na Rys. nr 2.



Rys. 3. Rozkład trzęsień ziemi w Polsce w latach 999-2000, liczony dekadami. Dane o trzęsieniach ziemi (Pagaczewski J. 1972), (Guterch, Lewandowska - Marciniak 2002)
Fig. 3. Distribution of earthquakes in Poland in tears 999-2000, counted in decades. Data about earthquakes (Pagaczewski J. 1972), (Guterch, Lewandowska - Marciniak 2002).

2.6. Trzęsienia ziemi a zmiany temperatury powietrza w Warszawie



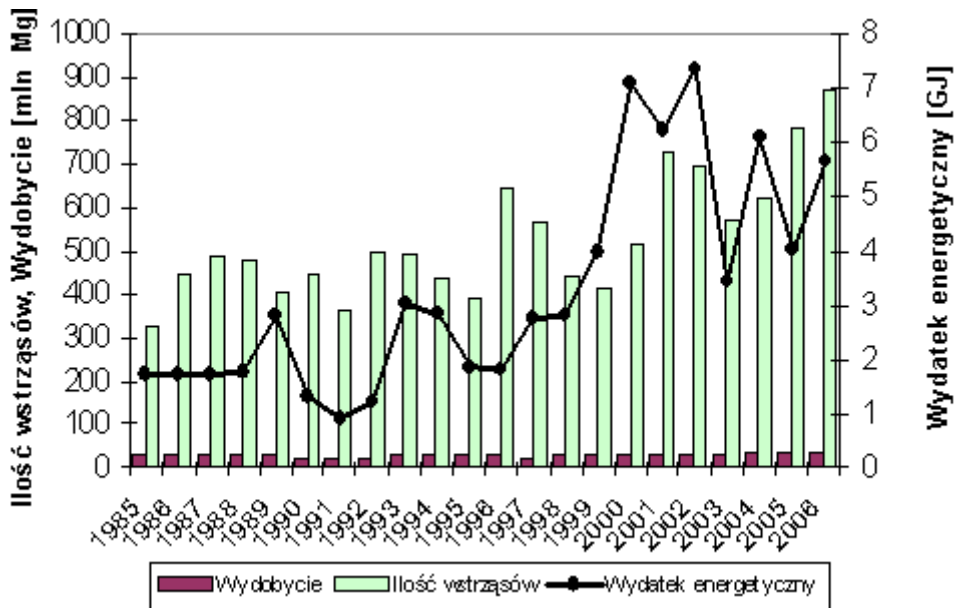
Rys. 4. Zależność średniej temperatury rocznej (uśrednianej ponownie w dziesięcioleciach) w Warszawie w latach 1781-1999 od aktywności sejsmicznej rejestrowanej w Polsce (Góralski 2006).
Fig. 4. Dependence of average yearly temperature (counted in decades) in Warsaw during years 1782-1888 on seismic activity registered in Poland (Góralski 2006).

Na Rys. 4 widać korelację ujemną taką, że każdemu wzrostowi liczby wstrząsów sejsmicznych towarzyszy obniżenie temperatury powietrza i odwrotnie, każdemu minimum wstrząsów towarzyszy wzrost temperatury powietrza.

3. Zmiany kształtu Ziemi a zagrożenia górnicze

3.1. Aktywność sejsmiczna górotworu w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A.

”W okresie ostatnich 22 lat (1985-2006) w kopalniach rud miedzi KGHM Polska Miedź S.A. zanotowano w sumie 11617 wstrząsów górotworu o energiach przekraczających 105J, a ich łączny wydatek energetyczny (wielkość mierzonej energii sejsmicznej) wyniósł ponad 72 GJ. Oznacza to statystycznie, że średniemu rocznemu wydobyciu w wysokości 28,3 milionów Mg rudy towarzyszyło 528 wysokoenergetycznych wstrząsów górotworu o sumarycznej, rocznej energii sejsmicznej 3,276 GJ. Wstrząsy te wywołały średnio przeszło 3 tąpnięcia rocznie, które były przyczyną ponad 10 wypadków, w tym średnio 2 wypadków śmiertelnych(...). Jak wynika z przedstawionego zestawienia, roczny wydatek energetyczny zaistniałych wstrząsów, począwszy od 2000 r., ma wyraźną tendencję zwyżkową. A ponieważ każdy wstrząs górotworu stanowi potencjalne zagrożenie tąpnięciem, prognozowanie wstrząsów i ich aktywne zwalczanie nabierają szczególnego znaczenia w sensie działalności profilaktycznej, towarzyszącej podziemnej eksploatacji rud miedzi w LGOM” (Kłeczek 2007).

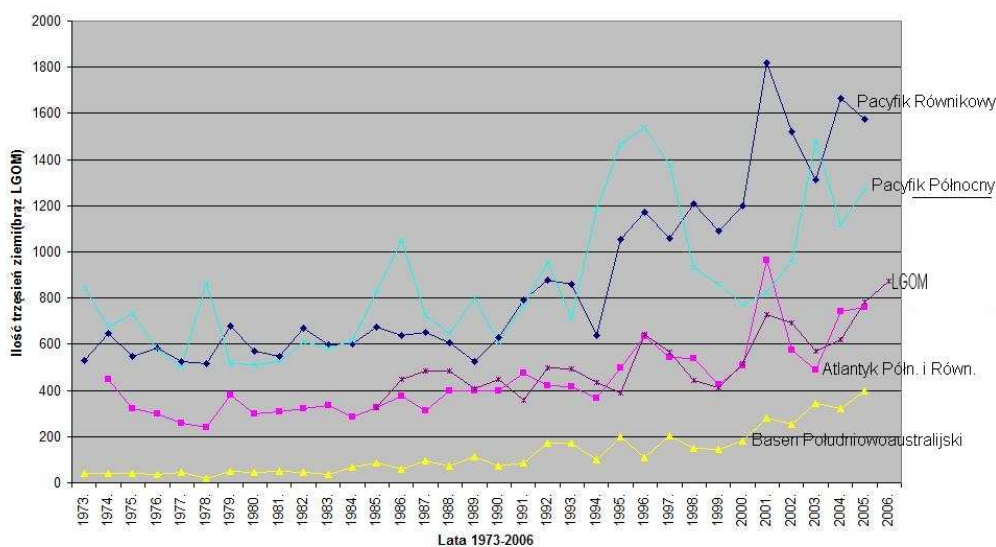


Rys. 5. Charakterystyka sejsmiczności górotworu w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. (Kłeczek 2007)

Fig. 5. Characteristics of seismicity of orogen in KGHM Polska Miedź S.A. copper mine(Kłeczek 2007).

Korzystając z bazy danych USGS Earthquake Hazards Program uzyskałem dane o ponad 90 tys. trzęsień ziemi o magnitudzie w przedziale od 4 do 10, mających miejsce w czterech basenach oceanicznych. Na podstawie tych danych sporządziłem wykresy obrazujące częstość wstrząsów w czasie od 1973 do 2005 roku. Na wykres ten nałożyłem dane o częstości wstrząsów wysokoenergetycznych mających miejsce w kopalniach LGOM. Analiza wykresu a szczególnie wysokie podobieństwo kształtu wykresów z obszarów LGOM i Atlantyku Północnego i Równikowego wskazuje na jedność przyczyn wstrząsów sejsmicznych w tak odległych rejonach globu. Omówienie tych przyczyn zawarłem w następnym rozdziale.

Wstrząsy w LGOM na tle sejsmiczności basenów oceanicznych



Rys. 6. Wstrząsy wysokoenergetyczne w kopalniach LGOM (Kłeczek 2007) na tle trzęsień ziemi $M > 4 - 10$ w wybranych basenach oceanicznych (Góralski 2009):

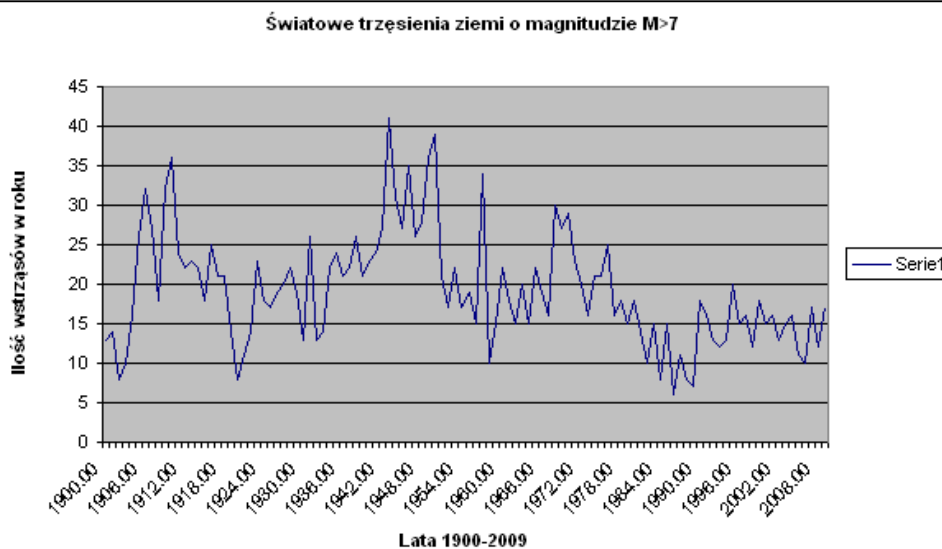
Fig. 6. High energy shocks in LGOM mines (Kłeczek 2007) compared to earthquakes $M > 4 - 10$ in selected oceanic basins (Góralski 2009)

Równikowy Pacyfik obszar między $25^{\circ}\text{N} - 20^{\circ}\text{S}$, $70^{\circ}\text{W} - 180^{\circ}\text{W}$

Północny Pacyfik $20^{\circ}\text{N} - 60^{\circ}\text{N}$, $150^{\circ}\text{E} - 140^{\circ}\text{W}$

Atlantyk obszar między $60^{\circ}\text{N} - 20^{\circ}\text{S}$, $0^{\circ} - 80^{\circ}\text{W}$

Basen południowo australijski $30^{\circ}\text{S} - 60^{\circ}\text{S}$, $180^{\circ}\text{E} - 90^{\circ}\text{E}$



Rys. 7. Światowe trzęsienia ziemi o magnitudzie M=7 i większej w latach 1900-2009 Źródło danych: U.S. Geological Survey Earthquake Hazards Program – baza danych zawierająca informacje o światowych trzęsieniach ziemi o magnitudzie M=7 i większej. Źródło danych USGS Earthquake Hazards Program <http://neic.usgs.gov/neis/eqlists/7up.html>

Fig. 7. Global seismic activity characterized by earthquakes of magnitude M=7 or greater in the time period of 1900-2009. Source: Author's own analysis based on data from the U.S.G.S. Earthquake Hazards Program. Source of data: <http://neic.usgs.gov/neis/eqlists/7up.html>

Trzeba wyjaśnić istotną rozbieżność wykresów Rys. 6 i 7. Na Rys. 6 natężenie trzęsień ziemi w okresie 1972-1996 jest constans natomiast na Rys. 7 maleje. Na obydwu jednakże wykresach zaznacza się konsekwentny wzrost ilości trzęsień ziemi od 1997 roku. Zmniejszenie ilości silnych trzęsień ziemi od 1972 roku do 1996 świadczy o zmniejszeniu naprężeń w skorupie ziemskiej. Trzęsienia ziemi o magnitudzie $M < 6.5$, których jest ponad stukrotnie więcej, zachodzą najczęściej na głębokości powyżej 500 km natomiast wstrząsy o $M > 7$ są generowane przeważnie na głębokości w przedziale 0-33 km (USGS Earthquake Hazards Program 2010). Trzęsienia o magnitudzie $M > 7$ zachodzą głównie w skorupie ziemskiej natomiast te słabsze są generowane przez plastyczny górny płaszcz ziemski i strefę przejściową.

3.2. Prognozowanie wstrząsów górotworu

”Prognoza, czyli przewidywanie wszelkich przyszłych procesów i zjawisk sprowadza się do określenia miejsca, czasu i wielkości tych zjawisk. W odniesieniu do wstrząsów górotworu, na podstawie rozeznania naukowego tego zjawiska i doświadczeń praktycznych górnictwa można stwierdzić, że o ile z większym lub mniejszym prawdopodobieństwem można przewidzieć miejsce wystąpienia wstrząsów górotworu i ich energię, o tyle prognoza czasu wystąpienia wstrząsu górotworu jest obecnie nierealną „(Kłeczek 2007).

3.2.1. Skutki zmian nachylenia do ekliptyki osi obrotu Ziemi-precესja i nutacja

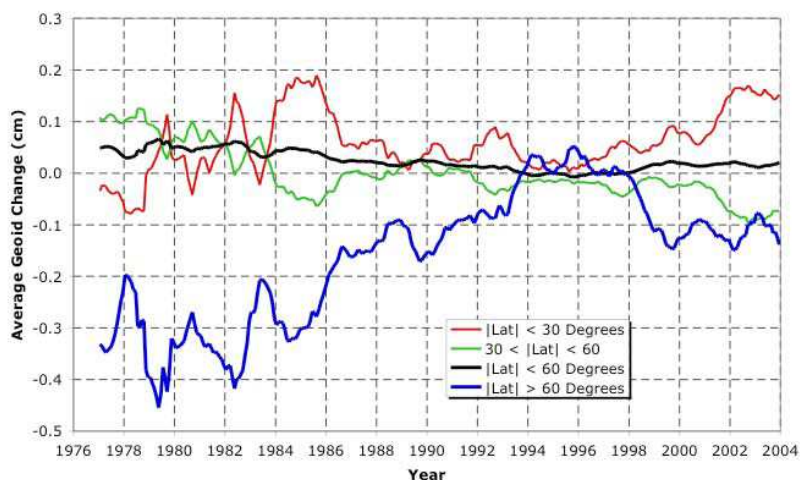
Zmiany sił grawitacji wywołane ruchami mas Słońca, planet i Księżyca, a może i innych obiektów kosmicznych, wywołują okresowe zmiany ruchu obrotowego Ziemi przez oscylacje

nachylenia ziemskiej osi obrotu do płaszczyzny ekliptyki. Zmiany parametrów mechaniki obrotu ziemskiej bryły wywołują szereg skutków wywierających bezpośredni wpływ na nasze życie. Między innymi w okresie lat 1996-2005 zmierzono przyspieszenie prędkości obrotu Ziemi (IERS 2008). Ruch obrotowy Ziemi wywołuje jej spłaszczenie na biegunach. Zmiany nachylenia osi obrotu geoidy ziemskiej powodują zmiany jej kształtu rejestrowane w prowadzonych od 34 lat badaniach satelitarnych (Satellite Laser Ranging) (Cox et al. 2009, Cheng, Tapley 2004). Zmiany te widoczne są na rys. nr 8 opracowanym przez naukowców amerykańskich (Cox et al. 2009).

Stwierdzono, że występują długookresowe 18,6 letnie wahania dynamicznego współczynnika kształtu Ziemi J_2 (Cheng, Tapley 2004) co można wiązać z 18,6 letnim cyklem nutacji osi ziemskiej- sinusoidalnych odchylen ziemskiej osi od położenia wyznaczonego generalnie przez ruch precesyjny. Widoczne na Rys. 8 odkształcenia geoidy są największe w strefie powyżej 60 stopnia szerokości geograficznej i prawdopodobnie oscylują w 18,6 letnim cyklu ,co powoduje okresowe zmiany naprężeń w skorupie ziemskiej. Widoczne w tym 18,6 letnim cyklu krótsze oscylacje są prawdopodobnie wywołane przez niezidentyfikowane krótkookresowe zmiany pola grawitacyjnego wokół Ziemi. Prawdopodobnie pełne poznanie przyczyn takiego przebiegu potencjałów grawitacyjnych pozwoli na prognozowanie zmian natężenia naprężeń w skorupie ziemskiej. Jeżeli zaczniemy badać mechanikę Układu Słonecznego, pozwoli to nam na prognozowanie okresów intensyfikacji wstrząsów sejsmicznych tj. zagrożeń tąpnięciami w kopalniach, co wpłynie na wzrost bezpieczeństwa w prowadzeniu prac górniczych. Na wykresie przedstawiającym częstość wstrząsów w LGOM (Rys. 5) zaobserwowano wzrost liczby wstrząsów od 1997r. Aby wychwycić planetarne prawidłowości zestawilem wstrząsy w LGOM z trzęsieniami w basenach oceanicznych Pacyfiku i Atlantyku (Rys. 6) i okazało się, że krzywa wykresów częstości wstrząsów w LGOM jest zadziwiająco zbieżna w wykresem trzęsień ziemi na obszarze Atlantyku, co sugeruje jedność przyczyn powodujących narastanie aktywności sejsmicznej od 1997r. we wszystkich obserwowanych rejonach globu.

Od 1997 r., kiedy liczba wstrząsów zaczęła narastać w LGOM i w basenach oceanicznych, tendencja w kształtowaniu się geoidy zaczęła się zmieniać – kończył się cykl wydłużania geoidy wzdłuż osi obrotu a zaczęło się spłaszczanie na biegunach od 1997 r., co wskazuje na początek następnego cyklu nutacji i kolejnego wzrostu naprężeń w skorupie ziemskiej. Zmieniające się nachylenie orbity Księżyca do ekliptyki ($\pm 5^\circ 9'$) (Piotrowski 2010) powoduje tzw. nutację osi obrotu Ziemi. Jest to sinusoidalny ruch nałożony na koło precesji, powodującej odchylenia osi Ziemi o 23,5 stopnia od prostopadłej do płaszczyzny ekliptyki. Zmiany nachylenia osi wynikające z precesji odbywają się w cyklu o zmiennej długości 25700-26 000 lat i powodują prawdopodobnie okresowo dużo większe odkształcenia geoidy niż nutacja. Zaobserwowane w latach 1996 - 2005 zwiększanie prędkości obrotowej Ziemi (IERS 2008) świadczy o zmianach parametrów mechaniki obrotu Ziemi. Badania mechaniki Układu Słonecznego mogą zatem rozwiązać szereg problemów w geologii i górnictwie.

Na podstawie analizy przedstawionej w niniejszej pracy można stwierdzić, że badania nad grawitacją w Układzie Słonecznym mogą przynieść rezultaty, które pozwolą na prognozowanie czasu nadejścia okresów odkształceń geoidy ziemskiej podczas których rośnie ilość trzęsień ziemi i wstrząsów wysokoenergetycznych w kopalniach. Innym efektem tych badań może być postęp w badaniach nad mechanizmem klimatycznym i przybliżenie momentu w którym będziemy mogli przewidywać globalne zmiany klimatu. Warto zatem zjednoczyć wysiłki uczonych z całego świata budując między dyscyplinarny zespół badawczy, który odkryje, już teraz, niewiadome, od których zależy los nasz i następnych pokoleń.



Rys. 8. Średnioroczne strefowe zmiany geoidy na równiku $<30^\circ$ szerokości geograficznej, w średnich szerokościach ($30^\circ < |\text{lat}| < 60^\circ$), rejonach przybiegunowych ($60^\circ < |\text{lat}|$).
(Cox C.M., Chao B.F., Au A., 2009)

Fig. 8. Zonal changes in the geoid over the equatorial ($|\text{lat}| < 30^\circ$), mid latitude ($30^\circ < |\text{lat}| < 60^\circ$) and polar regions ($60^\circ < |\text{lat}|$). An annual filter has been applied to the data.

Literatura

- [1] BADC (The British Atmospheric Data Centre) 2009: Earth Energy Budget Experiment, <http://badc.nerc.ac.uk/data/erbe/components2.html>.
- [2] Cheng Minkang, Tapley Byron D. 2004: A 33 Year Time History of the Earth Dynamic Oblateness changes from SLR data http://cddis.gsfc.nasa.gov/lw16/docs/papers/sci_7_Cheng_p.pdf
- [3] Cox C.M., Chao B.F., Au A. 2010: Interannual and annual variations in the geopotential observed using SLR, http://cddis.nasa.gov/lw14/docs/papers/sci2b_ccm.pdf
- [4] Duxbury Alyn C., Duxbury Alison B., Sverdrup Keith A. 2002: Oceany świata, tłum. Piotr Łuczyński, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [5] ESPERE Encyklopedia Klimatologiczna 2009: Gazy wydzielane przez fitoplankton , http://www.atmosphere.mpg.de/enid/4d8f73284ef8b92e5e5cd4f10e99ab50.0/podsta:wy/3_Gazy_i_fitoplankton_46k.html
- [6] Góralski Bogdan 2006: Człowiek i klimat , http://republika.pl/zmiany_klimatu/.
- [7] Góralski Bogdan 2009: Przyczyny i skutki zmian klimatu, http://www.eioba.pl/a101848/czlowiek_i_klimat_czesc_2.
- [8] Guidoboni Emanuela, Comastri Alberto, Traina Giusto 1994: Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century, Istituto Nazionale de Geofisica, Rome.
- [9] Guterch Barbara, Lewandowska – Marciniak Hanna 2002: Seismicity and seismic hazard in Poland, Folia Quaternaria vol.73, Kraków.
- [10] Hayes Brian 2005: Life cycles, <http://www.americanscientist.org/issues/pub/life-cycles/5> .
- [11] IERS 2008: International Earth rotation and reference systems service <http://tycho.usno.navy.mil/leapsec.html>.
- [12] Kłeczek Zdzisław 2007: Sterowanie wstrząsami górotworu LG OM <http://www.kopaliny.com.pl/art10.htm>
- [13] Maslow Abraham 2006: Motywacja i osobowość, przeł. J. Radzicki, WN PWN, Warszawa.
- [14] Mc Duff Russell E, Heath G. Ross 2001: Oceanic records of Pleistocene climatic change, <http://www2.ocean.washington.edu/oc540/lec01-24/>.

- [15] Pagaczewski J. 1972: Katalog trzęsień ziemi w Polsce z lat 1000-1970, Materiały Prace Instytutu Geofizyki PAN nr.51, Warszawa .
- [16] Pfeilsticker Klaus 2008: Paleo-Climate, http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/studium/lehre/Uphysik/paleo_climate/paleo_climate.pdf.
- [17] Piotrowski Marek 2010: Nautical Issues-Sailing & Marine Navigation <http://www.nauticalissues.com/astronomy2.html>
- [18] Steitz David, Chandler Lynn 2002: Satellites reveal a mystery of large change in Earth's gravity field, <http://www.gsfc.nasa.gov/topstory/2002/20020801gravityfield.html>.
- [19] U.S. Geological Survey 2008: Earthquake Hazards Program - strona zawierająca dane o światowych trzęsieniach ziemi o magnitudzie $M > 7$ <http://neic.usgs.gov/neis/eqlists/7up.html>
- [20] U.S. Geological Survey 2010: Earthquakes Hazard System/ Earthquake Facts and Statistics Graphs <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/graphs.php>

Changes in the Earth shape their effect on climate and threats in mining

Key words

The mechanisms of climate change, threats in mining, earthquakes, upwelling, El Niño, La Niña, gravitational, seismic and climatic cycle, precession, nutation.

Abstract

Numerous warm and cold ages were recorded throughout the Earth's history, which