

Monika Jakubus

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu. e-mail: monja@up.poznan.pl

WYBRANE ASPEKTY DEGRADACJI GLEB

SELECTED ASPECTS OF SOIL DEGRADATION

Słowa kluczowe: degradacja, gleby leśne, zanieczyszczenia, pożary, zmiany użytkowania, emisja gazowa

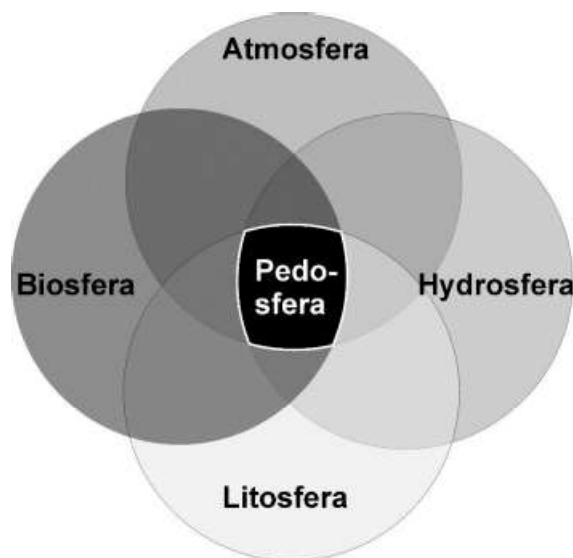
Key words: degradation, forest soil, contamination, fires, changed usage, gaseous emission

Abstract: The paper presents the problems of various type of forest soil degradations. Soil degradation is characterized by a decline in quality and decrease in ecosystems goods and it is unfavorable phenomenon. Soil is a non-renewable resource and its vulnerability to degradation depends on complex interactions between processes, factors and causes occurring at spatial and temporal scales. Both natural and antropogenic factors and processes are listed as possible causes of soil degradation. Erosion, depletion of the soil organic carbon, loss of soil fertility and biodiversity as well as acidification are particularly fast and noticeable among the major soil degradation processes.

WSTĘP

Wśród wielu definicji „gleby” zawartych w literaturze przedmiotu możemy znaleźć części wspólne, które odnoszą się do budowy i fundamentalnych funkcji gleby w środowisku. Bezspornym faktem jest, że gleba stanowi wierzchnią warstwę litosfery, wchodząc w bezpośredni kontakt z atmosferą, hydrosferą i biosferą (Ryc. 1). Stanowi ożywiony twór podlegający ciągłym przemianom wynikającym z naturalnych oraz antropogenicznych procesów. Pełni funkcje w utrzymaniu biologicznej aktywności i produktywności, jest naturalnym, środowiskowym filtrem utrzymującym jakość środowiska, odgrywa rolę w bioróżnorodności i obiegu genów, stanowi element kulturowy i socjoekonomiczny. Gleba jako otwarty system między innymi uczestniczy w przepływie energii czy sekwestracji węgla, posiada zdolności samoregulujące decydujące o trwałości ekosystemów i odporności na czynniki destrukcyjne. Wspomniana odporność gleb na wpływy degradacyjne jest różna i zależy od ewolucji, typu i właściwości poszczególnych gleb, a także od charakteru i intensywności biotycznych i abiotycznych oddziaływań. Jak podaje Lal [2015] degradacja gleby to w XXI wieku problem globalny, który jest szczególnie poważny w tropikach i subtropikach. Cytowany autor przytacza dane wskazujące na 60%

mniejszą efektywność ekosystemu glebowego w latach 1950-2010 wywołaną degradacją, przy czym aż 33% powierzchni Ziemi podlega pewnym rodzajom degradacji gleby. Należy mieć świadomość, że procesy degradacyjne nie tylko negatywnie wpływają na produkcję agronomiczną i leśną, ale mogą również osłabić wzrost gospodarczy, zwłaszcza w krajach, w których rolnictwo czy leśnictwo odgrywają w nim istotną rolę.

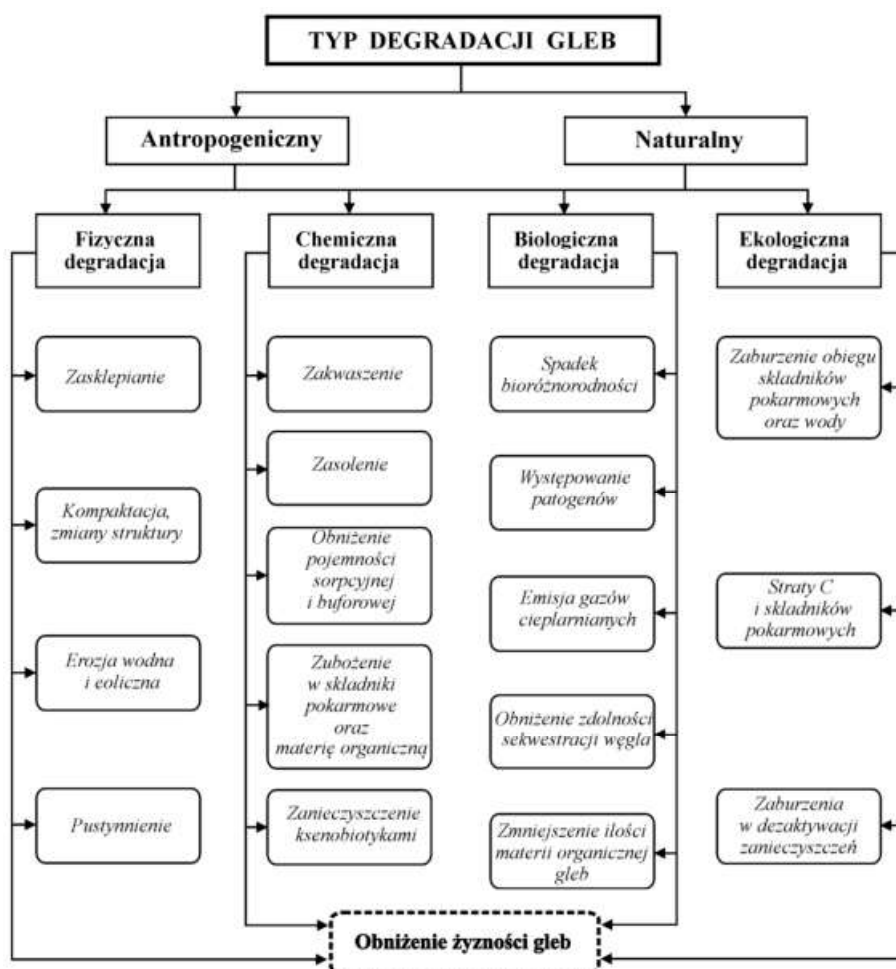


Ryc. 1 Gleba – łącznik między atmosferą, litosferą, hydrosferą oraz biosferą.
Źródło: Opracowanie własne.

PROCESY, CZYNNIKI I SKUTKI DEGRADACJI

Degradacja to niekorzystne zmiany równowagi ekologicznej i struktury przestrzennej spowodowane nierolniczą i nieleśną działalnością gospodarczą człowieka. Prowadzi do długoterminowego spadku obecnej i przyszłej produktywności gleb. Prusinkiewicz (1999) formułuje degradację gleb jako naturalne lub antropogeniczne upośledzenie którejkolwiek funkcji gleby w ekosystemie i zmniejszenie jej żyzności wskutek pogorszenia się właściwości fizycznych, chemicznych i/albo biologicznych, ważnych dla życia i rozwoju roślin. Także prawodawstwo polskie odnosi się do zjawiska degradacji gleb, a Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych [Dz.U. 1995, Nr 16, poz. 79; 2017 poz. 1161] określa zdegradowane grunty jako te, których rolnicza lub leśna wartość użytkowa zmalała, w szczególności w wyniku pogorszenia się warunków przyrodniczych albo wskutek zmian środowiska oraz działalności przemysłowej. Bez wątpienia najstarszą formą degradacji środowiska jest nadmierne wylesianie oraz przesuszanie torfowisk i podmokłych gruntów. Człowiek zlikwidował leśne, trawiaste i bagienne ekosystemy na około 2/3 powierzchni kraju, pozbawiając warstwę Ziemi naturalnej osłony przed destrukcyjnym działaniem czynników

atmosferycznych [Siuta 2016]. Likwidacja lasu lub bagna na rzecz rolniczego użytkowania gruntu zawsze powoduje daleko idące przekształcenia środowiska wyrażone między innymi zubożeniem składników pokarmowych oraz redukcją materii organicznej. Jednak procesy degradacyjne nie zawsze mają charakter antropogeniczny. Mogą być także spowodowane naturalnymi czynnikami. Szczegółowy podział typów degradacji zaprezentowano na rycinie 2 i odnosi się on do degradacji gleb różnie użytkowanych. W tym miejscu należy zaznaczyć, że ekologiczna degradacja stanowi kombinację pozostałych trzech form degradacji i prowadzi do zakłócenia funkcji ekosystemu.

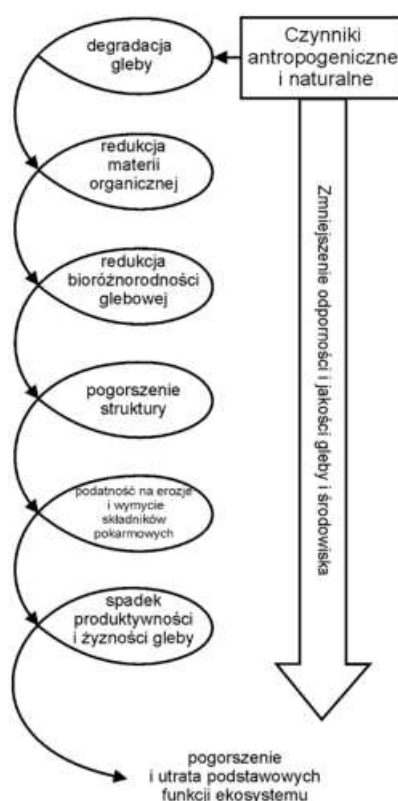


Ryc. 2 Podział typów degradacji gleb.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie Lal [2015]

O istotnym wpływie określonych procesów zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych na zmiany degradacyjne w środowisku glebowym świadczą zapisy ujęte w strategii tematycznej w dziedzinie ochrony gleb [COM 2006/231]. Czytamy tam, że szczególne znaczenie przypisywane jest: zanieczyszczeniu

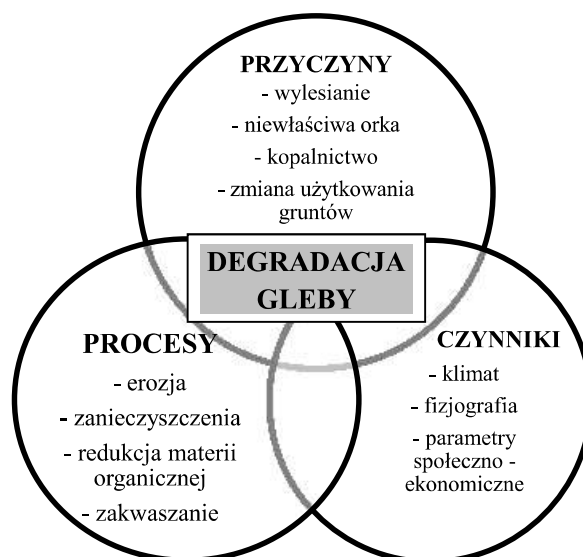
środowiska glebowego, zasklepieniu – zabudowie, erozji, spadku zawartości próchnicy, zasoleniu, zagęszczeniu, osuwiskom oraz spadku różnorodności biologicznej.

Ogólny spadek jakości gleby, bez względu na oddziałujący czynnik, ma silne sprzężenia zwrotne prowadzące do spadku zasadniczych funkcji gleb w środowisku. Procesy degradacji gleby uruchamiają wzajemny szereg przyczynowo – skutkowy, który można zwizualizować w postaci schematu na rycinie 3.



Ryc. 3 Szereg przyczynowo – skutkowy w procesie degradacji gleb.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Lal [2015]

Zaprezentowany na rycinie 3 szereg ma w pewien sposób samowzmacniający charakter i w istotny sposób jest uzależniony od interakcji między procesami, czynnikami oraz przyczynami degradacji gleby [Lal 2015]. Wzajemne powiązania między wspomnianymi elementami prezentuje rycina 4. Procesy odnoszą się do formy degradacji czyli przykładowo do erozji, zakwaszenia czy redukcji materii organicznej. Czynniki związane są z naturalnymi lub antropogenicznymi oddziaływaniami takimi jak klimat, fizjografia, parametry społeczno-ekonomiczne. Natomiast przyczyny obejmują określone działania, które pogarszają niekorzystne skutki procesów i czynników. Przykłady konkretnych przyczyn obejmują działania, takie jak: wylesianie, konwersja użytkowania gruntów, kopalnictwo czy niewłaściwa orka itp.



Ryc. 4 Wzajemny układ czynników, procesów i przyczyn degradacji gleb.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Lal [2015]

DEGRADACJA GLEB LEŚNYCH

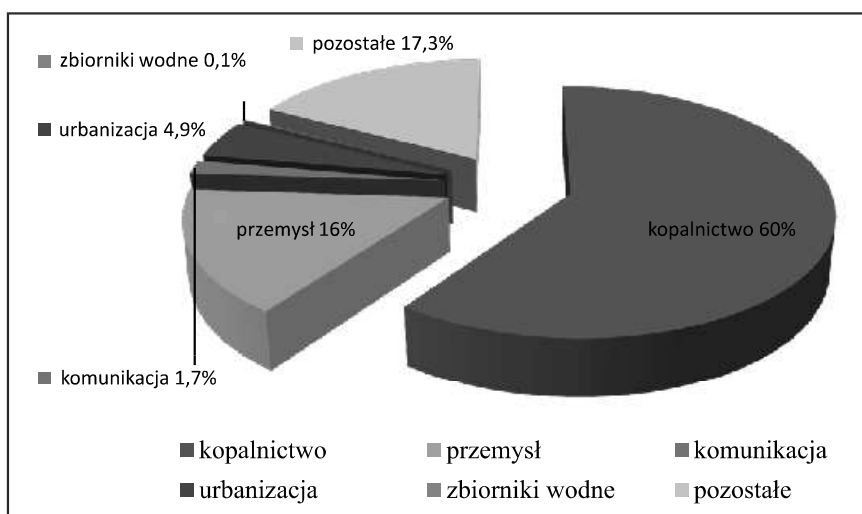
W przypadku gleb leśnych Prusinkiewicz i in. [1983] do fizycznych czynników i procesów degradacyjnych zaliczają przede wszystkim: erozję wodną i wietrzną, niekorzystne zmiany struktury i profilu gleb. Zdaniem cytowanych autorów chemiczne zmiany degradacyjne to efekt: zubożenia zasobów składników pokarmowych i próchnicy, zmian odczynu gleb prowadzących do zakwaszenia czy pogorszenia właściwości sorpcyjnych. Z kolei za biologiczne formy degradacji uważają niekorzystne zmiany składu mikroflory i fauny glebowej, nadmierne zagęszczenie patogenów i szkodników oraz zakłócenia w obiegu składników pokarmowych.

Chociaż gleby leśne w porównaniu do gleb użytkowanych rolniczo są mniej narażone na erozję eoliczną i wodną to jednak zjawiska takie występują. Jak wskazują Prusinkiewicz i in. [1983] na terenach leśnych przede wszystkim mamy do czynienia ze zjawiskiem erozji, gdzie w uprawie nagminnie stosowane jest wyorywanie bruzd prostopadle do warstwic. Problemem jest także erozja zrywkowa i związane z tym zmiany struktury gleby. Niewątpliwie zmiany te zależą od rodzaju gleb, a przede wszystkim od ich właściwości fizycznych. Sadowski i in. [2016] podają, że duże znaczenie w natężeniu wspomnianych zjawisk odgrywają parametry maszyny, takie jak masa własna maszyny, wielkość ładunku oraz rodzaj urządzenia jezdnego. Ponadto podczas pracy harwesterów i forwarderów należy liczyć się nie tylko ze statycznymi obciążeniami, ale także dynamicznymi powstającymi w wyniku przyspieszenia bądź hamowania maszyn. Siły te powodują uszkodzenie wierzchnich warstw gleby lub tworzenie kolein. Inną konsekwencją

prowadzenia zrywki z wykorzystaniem ciężkiego sprzętu jest zwiększanie zagęszczenia fazy stałej gleby oraz niekorzystne zmiany w strukturze, wspólnie prowadzące do pogorszenia stosunków wodno-powietrznych gleby, co negatywnie wpływa na aktywność mikrobiologiczną, a także stan i przyrost drzewostanu.

Kompakcja i zmiana struktury gleb leśnych również jest dostrzegalna w popularnych turystycznie regionach kraju, gdzie od kilku lat widoczny jest nasilony ruch turystyczny. Na szlakach górskich, a przede wszystkim nadmorskich, zauważalne są alternatywne ścieżki stworzone poza wytyczonymi trasami, co bez wątpienia negatywnie wpływa na stan gleb leśnych.

Prezentując fizyczne formy degradacji gleb leśnych, podkreślić należy ważną destrukcyjną rolę kopalnictwa w odniesieniu do niekorzystnych zmian związanych z osiadaniem terenu, zawodnieniami czy osuszaniem. Odwołując się do danych GUS [2016], w 2015 roku oddziaływanie górnictwa na obszary leśne w zakresie osiadania terenu dotyczyło 9711 ha, zawodnienia – 1275 ha, a osuszania – 10579 ha. W tym miejscu należy zaznaczyć, że jeszcze 10 lat wcześniej negatywne zmiany obserwowane były na dwukrotnie większych obszarach niż te przytoczone powyżej, co należy uznać za korzystny kierunek zmian. Pomimo tego w dalszym ciągu, aż 60 % użytków leśnych jest przekazywane pod kopalnictwo jako dominujący kierunek wyłączenia gruntów leśnych z produkcji leśnej na cele nieleśne (Ryc. 5).



Ryc. 5 Kierunki wyłączenia gruntów leśnych w 2015.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS [2016]

Wspomniany powyżej ubytek składników pokarmowych oraz redukcja materii organicznej w glebach leśnych jest wypadkową wielu czynników zarówno związanych z pogorszeniem właściwości wodno-powietrznych i obniżeniem aktywności mikrobiologicznej gleby, jak również z niewłaściwą gospodarką biomasą, brakiem zgodności sposobu użytkowania terenu z jego ekologicznymi właściwościami czy też niekorzystną równowagą ekologiczną w użytkowaniu

biologiczne czynnej powierzchni Ziemi. Jak podają Prusinkiewicz i in. [1983] do drastycznego zmniejszenia zasobów składników pokarmowych przyczynia się wypas owiec (choć autorzy sami przyznają, że jest to historyczna i lokalna kwestia) oraz wygrabianie ściółki leśnej. Cytowani powyżej autorzy dowodzą, że w masie igieł i drobnych gałęzi drzewostanów sosnowych znajduje się na każdym hektarze przeciętnie 226-354 kg N, 221-390 kg Ca, 99-165 kg K, 49–83 kg S, 22-31 kg P, 37 – 58 kg Mg. Przytoczone wartości wskazują na cenne źródło składników pokarmowych, jakimi są zrębki, a które w wyniku niewłaściwej i nieracjonalnej gospodarki są bezpowrotnie tracone i nie podlegają w naturalny sposób włączeniu w obieg materii, co mogłoby przyczynić się do utrzymania stabilnego poziomu żyzności gleb.

Współcześnie, większą przyczyną zubożania i wyjaławiania się gleb leśnych są pożary lasów, które według danych GUS [2016] w 2015 roku obejmowały powierzchnię 5510 hektarów i było ich 12257. W porównaniu z 2000 rokiem należy uznać to za mniejszą liczbę (ogólna liczba pożarów 12428, a objęta powierzchnia 7013), jednak to nie umniejsza destrukcyjnej roli ognia w naruszaniu równowagi biologiczno-chemicznej obszarów leśnych [Certini 2005, Kokały i in. 2007]. Poza oczywistym spopieleniem materiału roślinnego dochodzi ubytek materii organicznej, straty składników biogennych (N, C, S, P) oraz zahamowanie procesów mikrobiologicznych. W części popielnej gleby bezpośrednio po pożarze lasu może dojść do czasowego nagromadzenia składników mineralnych, takich jak: Mg, Ca, Na, K. Jednak wykazują się one znaczną ruchliwością i łatwo ulegają wymyciu w głąb profilu bądź spływom powierzchniowym [Ilstedt i in. 2003, Quintana i in. 2007]. Zwoliński i in. [2004] dowiedli, że gleby na terenie pożarysk leśnych charakteryzowały się znacznym ubytkiem węgla organicznego, azotu, niektórych kationów zasadowych, a także mniejszą pojemnością wymienną w stosunku do kationów oraz stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami. Na terenach po pożarze lasów zwraca się uwagę na możliwość uruchamiania w glebie metali ciężkich, choć nie jest to jednoznacznie udokumentowane. Jakubus i in. [2010] prowadząc badania na terenach leśnych, rekultywowanych 8 lat po niekontrolowanym pożarze lasu, stwierdzili brak negatywnego nagromadzenia metali ciężkich w glebach, przy czym generalnie większe ilości pierwiastków określono w wierzchnich warstwach.

Mówiąc o zanieczyszczeniach gleb leśnych, trudno nie wspomnieć o procesach chemicznej degradacji wyrażonej zakwaszeniem gleby spowodowanej emisjami przemysłowymi związków siarki. Najintensywniejszy efekt tego typu antropopresji przypadał na lata 80- te ubiegłego wieku, a rejony o szczególnej wysokiej koncentracji siarki stanowiły byłe województwo katowickie oraz krakowskie skupiające przemysł hutniczy, górniczy i energetyczny. Udział ditlenku siarki (IV) w tworzeniu tzw. „kwaśnych deszczy” był znaczący, ponieważ jest to związek nietrwały i wskutek reakcji fotochemicznych szybko ulega utlenieniu. W zależności od wilgotności powietrza, 20 – 80% SO₂ wyemitowanego do atmosfery ulega utlenieniu do siarczynu podczas gdy reszta jest usuwana w postaci

suchego opadu [Białobok 1986]. Siarczany natomiast mają małą szybkość osadzania i są usuwane z atmosfery w postaci mokrego opadu. Jednocześnie uwzględnić należy zdolność ditlenku siarki do migracji w powietrzu na znaczne odległości dochodzące do ponad 1000 km. W związku z tym istnieje realna możliwość zanieczyszczenia powietrza, jak i stopnia degradacji środowiska przyrodniczego na obszarach znacznie oddalonych od emitorów. Szczególnie wyraźne szkody poczynione z tego tytułu zaobserwowane były w gospodarce leśnej, co wynika z faktu, że mchy, porosty oraz drzewa iglaste są szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenie powietrza związkami siarki. Obrazowym przykładem zagłady całych kompleksów leśnych były Puszcza Jodłowa w Łysogórach czy Góry Izerskie (zlokalizowane na terenie tzw. Czarnego Trójkąta) [Jakubus 2006]. Trujące oddziaływanie pyłów i gazów może mieć bezpośredni charakter wyrażający się zewnętrznymi uszkodzeniami liści i igieł w postaci chloroz i nekroz, a w dalszym ciągu trwałym uszkodzeniem aparatu asymilacyjnego, systemów korzeniowych, a co za tym idzie zakłóceniem procesów fizjologicznych. Oddziaływanie trujących gazów na drzewa objawia się ich przenikaniem do systemu przetchlinek, które tracą zdolność do zamykania się, co skutkuje zakłóceniem transpiracji i asymilacji, a w ostatecznym rezultacie zamieraniem igieł i całych drzew [Dobrowolska 1995].

Opisane powyżej skutki oddziaływania związków siarki na rośliny mają charakter pośredni – przede wszystkim wynikający z degradacji chemicznej gleby. Jakubus [2006] w oparciu o literaturę przedmiotu wśród najpoważniejszych skutków zakwaszenia gleb wyróżnia te związane ze zmianami w składzie mineralogicznym, który z kolei ma swoje odzwierciedlenie w zmianie właściwości chemicznych, jak i fizycznych gleb. Gleby kwaśne charakteryzują się przewagą jonów glinu, wodoru oraz zredukowanych form Mn^{2+} w kompleksie sorpcyjnym, a w próchnicy gleb przeważają fulwokwasy. Niekorzystnym zmianom ulegają koloidy organiczne, mianowicie następuje degradacja materii organicznej przejawiająca się uwalnianiem rozpuszczalnych frakcji substancji humusowych czy kompleksowaniem przez nie jonów metali i ich migracją w głąb profilu. Innym negatywnym elementem zasiarczenia gleb jest zwiększona ruchliwość metali ciężkich. Ponadto obserwuje się zahamowanie procesów mineralizacji i humifikacji materii organicznej wynikające z ginięcia bakterii oraz promieniowców, których miejsce zajmują wyselekcjonowane gatunki grzybów.

Jak wynika z powyższego kwestię degradacji gleb leśnych należy rozpatrywać w holistyczny sposób uwzględniający żywą materię lasu. W tym miejscu wartym podkreślenia jest globalna i wielofunkcyjna rola lasów, bez których funkcjonowanie życia na Ziemi byłoby niemożliwe. W ostatnich latach szczególna uwaga zwracana jest na rolę lasów i gleb leśnych w sekwestracji węgla [Oktaba i in. 2017]. W związku z powyższym zasadnym jest właściwe użytkowanie lasów, jak również zalesianie gleb porolnych. W 2015 roku w Polsce zaledwie 748 hektarów zalesiono i był to ponad 12-krotnie mniejszy obszar niż 10 lat wcześniej. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest zmniejszenie powierzchni gruntów porolnych

i nieużytków przekazanych do zalesienia Lasom Państwowym przez Agencję Nieruchomości Rolnych. Pomimo tego lesistość Polski od 1995 roku utrzymuje się na podobnym poziomie od 28% (w 1995 roku) do 29,5 %, co daje powierzchnię 9215 tys. hektarów (w 2015 roku) [GUS 2016]. Jednocześnie odnosząc się do danych GUS [2016] należy podkreślić znaczne dysproporcje w lesistości między województwami od 21,3 % (łódzkie) do 49,2% (lubuskie). Przytoczone dane wskazują na względnie stabilną kondycję polskich lasów, a co za tym idzie środowiska glebowego. Jednak nie zwalnia to od wdrażania zasad ochrony gleb leśnych poprzez minimalizację negatywnych, degradacyjnych skutków działalności człowieka. Według Ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych [Dz.U. 1995, Nr 16, poz. 79; 2017 poz. 1161] ochrona gruntów leśnych polega na:

- 1) ograniczaniu przeznaczania ich na cele nieleśne lub nierolnicze,
- 2) zapobieganiu procesom degradacji i dewastacji gruntów leśnych oraz szkodom w drzewostanach i produkcji leśnej, powstającym wskutek działalności nieleśnej i ruchów masowych ziemi,
- 3) przywracaniu wartości użytkowej gruntom, które utraciły charakter gruntów leśnych wskutek działalności nieleśnej,
- 4) poprawianiu ich wartości użytkowej oraz zapobieganiu obniżania ich produktywności,
- 5) ograniczaniu zmian naturalnego ukształtowania powierzchni ziemi.

Ponadto przytoczony akt prawny wskazuje na konieczność zapobiegania degradacji poprzez zalesianie, zadrzewianie, zakrzewianie gruntów lub założenie na nich trwałych użytków zielonych. Zapisy te z całą mocą podkreślają wyjątkowość zasobów glebowych będących nieodnawialnymi naturalnymi dobrami, a zatem zapobieganie wszelkim rodzajom niszczenia pokrywy glebowej takim jak: erozja, dewastacja, degradacja, zasolenie, zanieczyszczenie jest o wiele mniej kosztowne niż próby przywracania jej funkcji.

W tym miejscu należy podkreślić zasady zrównoważonej i racjonalnej gospodarki leśnymi zasobami glebowymi. Jak postulują Sadowski i in. [2016] koncepcja ochrony gleb leśnych musi pogodzić interesy ekonomii i ekologii. Zdaniem autorów powinno się z większą dbałością dobierać odpowiedni sprzęt do aktualnych warunków siedliskowych, tak aby w najmniej destrukcyjny sposób maszyny oddziaływały na podłoże, nie ingerując w naturalne warunki wodno – powietrzne oraz strukturę gleby. W całokształcie podejmowanych działań nie bez znaczenia są zalety uprawy konserwującej prowadzącej do dodatniego bilansu materii organicznej, nagromadzenia składników pokarmowych oraz poprawy aktywności mikrobiologicznej.

PODSUMOWANIE

W niniejszej pracy poruszono ważną problematykę degradacji gleb leśnych i ich skutków, koncentrując się na najbardziej charakterystycznych i jednocześnie najsilniej ingerujących w naturalne środowisko czynnikach i procesach. Gleby

w różnym stopniu i tempie podlegają destrukcyjnym zmianom, co zależy od siły wspólnych interakcji czynników naturalnych oraz antropogenicznych. Bez względu na typ degradacji jakim podlega gleba, zawsze proces ten niesie negatywne implikacje dla całego ekosystemu, powodując zachwianie jego równowagi oraz funkcji. Mając na względzie fakt, że gleby stanowią nieodnawialny, naturalny zasób, należy minimalizować wszelkie negatywne działania prowadzące do degradacji gleb leśnych. Ochrona gleb leśnych poza stosowanymi rozwiązaniami także powinna koncentrować się na zmianie myślenia w kierunku racjonalnej gospodarki zasobami leśnymi oraz dbałości o nie. Jednocześnie należy pamiętać, że troska o prawidłowy stan środowiska naturalnego to działalność interdyscyplinarna połączona z szeroko rozumianą edukacją społeczeństwa i prawidłowo podjętymi krokami w zarządzaniu lasami.

LITERATURA

- Białobok, S. (1986). *Zjawisko kwaśnych deszczów*. Kosmos 1 (190), 43-63.
- Certini, G. (2005). *Effects of fire on properties of forest soils: a review*. Oecologia, 143, 1-10.
- COM 2006, 231. Komunikat Komisji Europejskiej do parlamentu europejskiego, rady europejskiego komitetu ekonomiczno społecznego i komitetu regionów. Bruksela 22.9.2006.
- Dobrowolska, I. (1995). *Klęska ekologiczna w lasach Karkonosko – Izerskich*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 418, 335-339.
- GUS (2016). Główny Urząd Statystyczny. Leśnictwo 2016. <http://www.stat.gov.pl/>, dostęp 9.08.2018.
- Ilstedt, U., Giesler, R., Nordgren, A., Malmer, A. (2003). *Changes in soil chemical and microbial properties after a wildfire in a tropical rainforest in Sabah, Malaysia*. Soil Biology and Biochemistry, 35, 1071-1078.
- Jakubus, M. (2006). *Siarka w środowisku*. Wyd. AR Poznań. ss.48
- Jakubus, M., Kaczmarek, Z., Michalik, J., Grzelak, M. (2010). *The effect of different tree plantings and soil preparation methods on contents of selected heavy metals in post-fire soils*. Fresenius Environmental Bulletin, 19, 2a, 312-317.
- Kokaly, R. F., Rockwell, B.W., Haire, S.L., King, T.V.V. (2007). *Characterization of post-fire surface cover, soils, and burn severity at the Cerro Grande Fire, New Mexico, using hyperspectral and multispectral remote sensing*. Remote Sensing of Environment, 106, 305-325.
- Lal, R. (2015). *Restoring soil quality to mitigate soil degradation*. Sustainability, 7, 5875-5895.
- Oktaba, L., Kondras, M., Oktaba, J. (2017). *Rola lasów i gleb leśnych w sekwestracji węgla – ważne zagadnienia w edukacji przyrodniczo-leśnej społeczeństwa w aspekcie zmian klimatu*. Studia i Materiały CEPL w Rogowie. R.19, Z. 50, 176-183.
- Prusinkiewicz, Z., Kowalkowski, A., Królikowski, L. (1983). *Ochrona i rekultywacja gleb leśnych*. Roczniki Gleboznawcze XXIV, Nr 3, 185-199.
- Prusinkiewicz Z. (1999). *Środowisko i gleby w definicjach*. Oficyna Wyd. TURPRESS: ss. 476.
- Quintana, J.R., Cala, V., Moreno, A.M., Parra, J.G. (2007). *Effect of heating on mineral components of the soil organic horizon from a Spanish juniper (Juniperus thurifera L.) woodland*. Journal of Arid Environments, 71, 45-56.
- Sadowski, J., Moskalik, T., Zastocki, D. (2016). *Ochrona gleby leśnej przy pozyskiwaniu i zrywce drewna*. Studia i Materiały CEPL w Rogowie, R. 18, Zeszyt 46/1, 173-179.

- Siuta, J. (2016). *Istota i zadania inżynierii ekologicznej (ekoinżynierii)*. Inżynieria Ekologiczna, vol. 46, 1-15.
- Zwoliński, J., Matuszczyk, I., Hawryś, Z. (2004). *Właściwości chemiczne gleb i igieł sosny oraz aktywność mikrobiologiczna gleb na terenie pożarzysk leśnych z 1992 roku w nadleśnictwie Rudy Raciborskie i Potrzebowice*. Leśne Prace Badawcze, 1, 119–133.
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Dz.U. 1995, Nr 16, poz. 78, z późniejszymi zmianami Dz. U. 2017, poz. 1161.

STRESZCZENIE

Niniejsza praca dotyczy zagadnień związanych z degradacją gleb leśnych. Gleba należy do nieodnawialnych źródeł, co oznacza że negatywne, zachodzące zmiany związane z degradacją są do nie naprawienia podczas życia ludzkiego. Szacuje się, że obecnie 33% terenów objętych jest degradacją w stopniu średnim do wysokiego, spowodowanej erozją, kompaktcją, zakwaszeniem czy chemicznymi zanieczyszczeniami. Gleby zdegradowane charakteryzują się obniżeniem jakości wraz z towarzyszącą temu redukcją funkcji środowiska. Degradacja jest skomplikowanym zjawiskiem i zależy od wzajemnych relacji pomiędzy procesami, czynnikami i przyczynami. W niniejszej pracy zaprezentowano różne typy degradacji gleb leśnych, gdzie wyróżniono cztery typy degradacji: fizyczną, chemiczną, biologiczną i ekologiczną. Szczególna uwaga została poświęcona grupom obejmującym degradację fizyczną i chemiczną. Odwołując się do danych GUS, wykazano, że kopalnictwo w najsilniejszy sposób degradująco oddziałuje na tereny leśne. Niezależnie od tego zachodzące zmiany w środowisku gleb leśnych prowadzące do ich degradacji należy rozpatrywać w szerokim kontekście i należy dążyć do ich wyeliminowania bądź ograniczenia. Spełnić to można poprzez odpowiednie działania minimalizujące erozję gleb, ich zanieczyszczenia czy ubytki materii organicznej i składników pokarmowych.

SUMMARY

The paper relates to the problems of forest soil degradation. Soil is a non-renewable resource, meaning its loss and degradation is not recoverable within a human lifespan. It is estimated that today, 33 % of land is moderately to highly degraded due to the erosion, compaction, acidification and chemical pollution of soils. Soil degradation is characterized by decline in soil quality with an attendant reduction in ecosystem functions. Degradation is a complicated phenomenon and depends on mutual interactions between processes, factors and causes. In this paper the classification of forest soil degradation types was described. There are four types of soil degradation: physical, chemical, biological and ecological. The special attention was focused on the two main groups of physical and chemical degradation. According to data shown by GUS, it was found, that mining has the strongest effect on degradation of forest areas. Regardless of the changes occurring in the environment of forest soils leading to their degradation they should be considered in a broad context aiming at eliminating or limiting them. This can be accomplished through appropriate action to minimize soil erosion, contamination or loss of organic matter and nutrients.