

PIOTR SEWERNIAK

Bonitacja drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce w odniesieniu do typów siedliskowych lasu i taksonów gleb*

Site index of Scots pine stands in south-western Poland in relation to forest site types and soil units

ABSTRACT

Sewerniak P. 2013. Bonitacja drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce w odniesieniu do typów siedliskowych lasu i taksonów gleb. Sylwan 157 (7): 516-525.

Forming of site index class of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in relation to forest site types (including their moisture variants) and soil units (type/subtype and also – in minor extent – geological genesis of soil parent material) was investigated. The research was conducted in the Bolesławiec, Głogów and Oława forest districts (SW Poland) in 348 Scots pine stands. The values of the pine site index got higher with increasing fertility of soil units and better forest site type, but only when plots of sandy soils were concerned. Site index was found to differ significantly between fresh than moisture forest sites and soil units. The study results demonstrated that on fresh soils of sandy texture site index of Scots pine was distinctly related even to minor differences of site properties that concerned both its moisture and fertility. Scots pine, by height growth, does not fully utilize the great nutrient retention of fine textured soils that concerned both fresh and moisture pedons. Fine textured soils should be designed for eutrophic broadleaved tree species planting only, which would enable to fully utilize the trophic potential of such soils. The relation between the site index and geological genesis of sand forming parent material of soils was found. The differences in pine growth on sands of other genesis were assumed to be a result of different sorting and mineral composition of these materials.

KEY WORDS

site index, *Pinus sylvestris*, tree growth, forest site, soil

ADDRESSES

Piotr Sewerniak – e-mail: sewern@umk.pl

Katedra Gleboznawstwa i Kształtowania Krajobrazu; Uniwersytet Mikołaja Kopernika; ul. Lwowska 1; 87-100 Toruń

Wstęp

Stosowana obecnie w polskiej typologii siedlisk leśnych metoda diagnozy typu siedliskowego lasu oparta jest na analizie elementów geologiczno-glebowych, z uwzględnieniem roślinności runa oraz cech drzewostanu [Siedliskowe... 2004]. Znaczenie gleby w tej diagnozie ujęte jest na dwóch płaszczyznach. W ostatnim czasie dąży się do pełniejszego wykorzystania ilościowych właściwości gleby w diagnozie siedliska, co ma wyraz w zaleceniu stosowania w kartografii siedliskowej [Instrukcja... 2012] siedliskowego indeksu glebowego [Brożek i in. 2011]. Jednocześnie w diagnozie typu siedliskowego lasu wciąż ważną rolę odgrywają taksony glebowe (głównie typy

* Badania zostały sfinansowane z funduszy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (projekt badawczy nr N309 007 32/1037).

i podtypy gleb), z którymi wiąże się określone siedliska leśne [Klasyfikacja... 2000; Siedliskowe... 2004]. Częstkowa diagnoza typu siedliskowego lasu na podstawie cech drzewostanowych opierać się natomiast powinna na składzie gatunkowym, bonitacji i jakości drzewostanu [Siedliskowe... 2004; Instrukcja... 2012].

Zagadnienie kształtowania się bonitacji drzewostanów sosnowych w Polsce w odniesieniu do siedlisk leśnych było analizowane przez Bruchwalda i Kliczkowską [1997]. Badania te dotyczyły bonitacji sosny w poszczególnych typach siedliskowych lasu, jednak bez uwzględnienia wariantu uwilgotnienia siedliska. W dotychczasowej literaturze brak prac, w których bonitacja drzewostanów sosnowych byłaby badana w odniesieniu do taksonów gleb wyróżnionych w obowiązującej w pracach glebowo-siedliskowych Klasyfikacji... [2000].

Celem pracy jest przedstawienie kształtowania się bonitacji drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce w odniesieniu do typów siedliskowych lasu (w tym także wariantów uwilgotnienia siedlisk) i taksonów gleb (typ/podtyp, a w mniejszym stopniu także rodzaj gleby), które ze względu na zajmowane areale mają największe znaczenie dla występowania drzewostanów sosnowych. Biorąc pod uwagę, że zarówno typ/podtyp gleby, jak i bonitacja drzewostanu mają kluczowe znaczenie dla diagnozy typu siedliskowego lasu, rezultaty niniejszych badań mogą okazać się przydatne do dalszego doskonalenia metod klasyfikowania siedlisk leśnych w Polsce.

Materiał i metody

Materiał do badań stanowiło 348 powierzchni badawczych z drzewostanami sosnowymi położonymi na terenie nadleśnictw Bolesławiec, Głogów i Oława (RDLP we Wrocławiu), w Śląskiej Krainie przyrodniczo-leśnej (północny fragment nadleśnictwa Głogów położony jest w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej). Ze względu na to, że wcześniejsze użytkowanie rolnicze gleby leśnej może wpływać na wzrost sosny [Dzięciołowski 1963; Prevosto i in. 2004], w badaniach uwzględniono jedynie powierzchnie charakteryzujące się glebami bez rolniczej przeszłości. Analizowane powierzchnie badawcze reprezentowały następujące, zdiagnozowane podczas prac glebowo-siedliskowych, typy siedliskowe lasu oraz warianty uwilgotnienia siedlisk [Operat... 2003, 2004, 2005]:

- siedliska świeże: Bśw (59 powierzchni, 57 reprezentujących siedliska umiarkowanie świeże i 2 – silnie świeże), BMśw (odpowiednio 162, 134 i 28), LMśw (odpowiednio 83, 71 i 12) oraz Lśw (odpowiednio 16, 14 i 2),
- siedliska wilgotne: BMw (17 powierzchni, 14 reprezentujących siedliska umiarkowanie wilgotne i 3 – silnie wilgotne), LMw1 (9 powierzchni),
- siedliska bagienne: BMb1 (2 powierzchnie).

Na każdej powierzchni dokonano diagnozy typu, podtypu i rodzaju gleby, a także pomiaru wysokości górnej drzewostanu sosnowego [Bruchwald, Kliczkowska 1997]. Na tej podstawie wyliczono bonitację sosny, wykorzystując model Bruchwalda i in. [2000]. Uzyskane wartości były jednak wyraźnie ujemnie skorelowane ($p < 0,01$) z wiekiem drzewostanów. Zależność tę wyeliminowano, wykorzystując metodę regresji, uzyskując wartości wskaźnika bonitacji (B) niezależne od wieku drzewostanu. Szczegółową metodykę uzyskania wskaźnika bonitacji przedstawiono we wcześniejszych pracach Sewerniaka [2011, 2012].

Analizę kształtowania się bonitacji w odniesieniu do typów/podtypów gleb przeprowadzono jedynie dla powierzchni z glebami o typowych cechach dla danego taksonu. Z uwagi na to nie uwzględniono powierzchni z glebami: (i) autogenicznymi występującymi na siedliskach

silnie świeżych, (ii) z glebami o niejednoznacznej diagnozie typu/podtypu gleby – charakteryzującymi się wyraźnymi cechami przejściowymi pomiędzy poszczególnymi taksonami, (iii) z glebami, w których występowała nieciągłość litologiczna wiążąca się z wyraźną zmianą uziarnienia w skale macierzystej na nietypowe dla danego taksonu – np. gleby bielcowe z gliną zwałową w spągu profilu. W efekcie przeprowadzonej selekcji powierzchni, analizę kształtowania się bonitacji drzewostanów sosnowych w odniesieniu do typów/podtypów gleb przeprowadzono na 278 powierzchniach badawczych. W zależności od liczby poletek reprezentujących dany takson gleby, bonitację drzewostanów analizowano w odniesieniu do następujących typów lub podtypów gleb wyróżnionych w Klasyfikacji... [2000]:

- gleby autogeniczne: bielice właściwe (Blw – 8 powierzchni badawczych), gleby bielcowe właściwe (Bw – 40), gleby rdzawe bielcowe (RDb – 119), gleby rdzawe właściwe (RDw – 7), gleby rdzawe brunatne (RDbR – 27), łącznie gleby brunatne i gleby płowe (BR+P – 35),
- gleby semihydrogeniczne: gleby glejo-bielcowe właściwe (Bgw – 19), gleby glejo-bielcowe murszaste (Bgms – 8), gleby gruntowoglejowe (G – 7), gleby opadowoglejowe (OG – 6),
- gleby hydrogeniczne: gleby torfowe torfowisk przejściowych (Tp – 2).

W świetle najnowszych badań pozycja taksonomiczna autogenicznych gleb o drobnoziarnistym uziarnieniu jest zagadnieniem dyskusyjnym. Na podstawie specjalistycznych badań gleboznawczych bardzo często położone poza terenem górskim w Polsce pedony o morfologii gleb brunatnych weryfikowane są jako ogłowione gleby płowe [Bednarek, Prusinkiewicz 2001; Świtoniak 2011]. Z uwagi na zbliżone właściwości obu taksonów, podobny trofizm [Brożek 2007] i podobną rolę diagnostyczną w typologii siedlisk leśnych [Klasyfikacja... 2000; Siedliskowe... 2004], a także relatywnie niepewną diagnozę typu gleby w warunkach terenowych, w niniejszej pracy bonitację sosny analizowano łącznie dla gleb brunatnych i gleb płowych.

Schemat kształtowania się izobonitacji drzewostanów sosnowych na tle siatki troficzno-wilgotnościowej typów/podtypów gleb opracowano na podstawie średnich wartości bonitacji sosny uzyskanych dla poszczególnych taksonów gleb. Przebieg izobonitacji w niektórych fragmentach schematu, z powodu braku danych empirycznych, ma charakter koncepcyjny. Taksony gleb zostały uszeregowane pod względem wzrastającego trofizmu na podstawie ich roli w diagnozie typu siedliskowego lasu [Klasyfikacja... 2000], a także ze względu na średnie wartości siedliskowego indeksu glebowego (SIG lub SIGo [Brożek i in. 2011]) obliczone dla badanych gleb reprezentujących poszczególne taksony. Indeks ten został wyliczony dla pedonów z urzędniowych powierzchni typologicznych (wzorcowych) na podstawie wyników analitycznych gleb zamieszczonych w operatach glebowo-siedliskowych [Operat... 2003, 2004, 2005].

Kształtowanie się bonitacji drzewostanów sosnowych w odniesieniu do pochodzenia geologicznego materiału macierzystego gleby (rodzaju gleby) analizowano jedynie dla powierzchni siedlisk umiarkowanie świeżych z glebami autogenicznymi zbudowanymi z piasków o różnej genezie: rzecznej (Qfp – 69 powierzchni badawczych), wodnolodowcowej (Qfgp – 75) i zwałowej (Qp – 25).

Analizy statystyczne przeprowadzono, wykorzystując pakiet Statistica 9.0 (StatSoft, Inc.). Ze względu na niejednorodną wariancję lub odbiegający od normalnego rozkład zmiennych (test W Shapiro-Wilka) dla określenia różnic między średnimi zastosowano test ANOVA rang Kruskala-Wallisa z wykorzystaniem testu post-hoc porównań wielokrotnych.

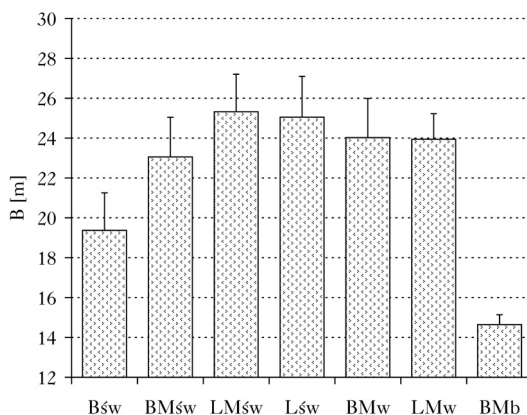
Wyniki

TYPY SIEDLISKOWE LASU. Dla siedlisk świeżych w gradiencie troficznym Bśw – BMśw – LMśw bonitacja drzewostanów sosnowych wzrasta, przyjmując średnie wartości odpowiednio: $19,4 \pm 1,9$ m, $23,1 \pm 2,0$ m i $25,3 \pm 1,9$ m. Różnice między tymi wartościami są istotne statystycznie ($p < 0,01$). Trend wzrostu bonitacji sosny wraz ze wzrostem trofizmu siedlisk świeżych nie dotyczy lasu świeżego, dla którego wartość wskaźnika B ($25,1 \pm 2,1$ m) jest co prawda istotnie wyższa ($p < 0,01$) niż dla boru świeżego i boru mieszanego świeżego, lecz nieco niższa w porównaniu z lasem mieszanym świeżym (ryc. 1). Średnia wartość bonitacji sosny dla obu analizowanych siedlisk wilgotnych wyniosła około 24 m (ryc. 1). W porównaniu ze średnimi dla siedlisk świeżych obie te wartości różniły się istotnie ($p < 0,01$) jedynie od bonitacji na siedlisku Bśw. Na tle pozostałych analizowanych siedlisk, bonitacja drzewostanów sosnowych była wyraźnie najniższa ($14,6 \pm 0,7$ m) na siedlisku boru mieszanego bagiennego (ryc. 1).

Średnie wartości bonitacji sosny na siedlisku Bśw, BMśw i LMśw są wyższe dla siedlisk silniej niż umiarkowanie świeżych w zakresie każdego z tych typów. Jednocześnie bonitacja dla wariantów o większej wilgotności siedliska jest niższa niż dla siedlisk o stopień żyzniejszych w wariancie umiarkowanie świeżym. Dla siedlisk Lśw i BMw stwierdzono natomiast wyższą bonitację sosny dla wariantów siedlisk o mniejszej wilgotności (ryc. 2).

TAKSONY GLEB. Typ/podtyp gleby jest czynnikiem istotnie różnicującym bonitację drzewostanów sosnowych na badanych powierzchniach z glebami autogenicznymi ($p = 0,000$). Na powierzchniach tych bonitacja konsekwentnie rośnie wraz ze wzrostem potencjalnej żyzności taksonu gleby w szeregu troficznym od bielich właściwych ($19,0 \pm 1,5$ m) do gleb rdzawych brunatnych ($25,2 \pm 1,7$ m). Trend ten nie utrzymuje się jednak dla górnego zakresu troficzności gleb autogenicznych. Średnia bonitacja sosny na zasobnych w składniki pokarmowe glebach brunatnych i płowych okazała się nieznacznie niższa ($25,1 \pm 2,1$ m) niż na najżyźniejszym podtypie gleb rdzawych (ryc. 3).

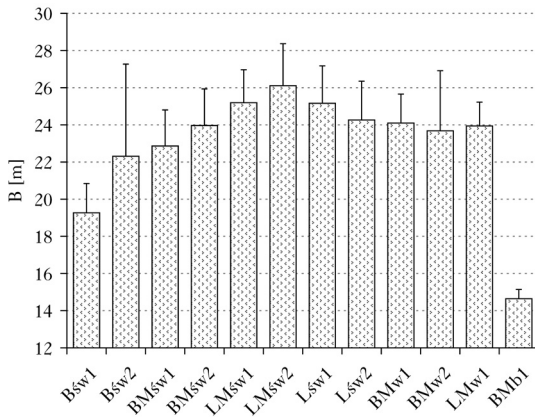
Dla wszystkich badanych taksonów gleb semihydrogenicznych, bez względu na trofizm typu/podtypu gleby, średnie wartości wskaźnika bonitacji drzewostanów sosnowych wynoszą około 24 m (ryc. 3), a stwierdzone niewielkie różnice dla taksonów tych gleb są nieistotne statystycznie. W porównaniu z innymi analizowanymi typami/podtypami gleb najniższą bonitacją sosny charakteryzowały się badane powierzchnie z glebami torfowymi torfowisk przejściowych, na których wartość wskaźnika bonitacji wyniosła 14,1 i 15,1 m (ryc. 3).



Ryc. 1.

Średnia (+SD) bonitacja drzewostanów sosnowych dla typów siedliskowych lasu
Mean (+SD) site index of Scots pine stands for forest site types

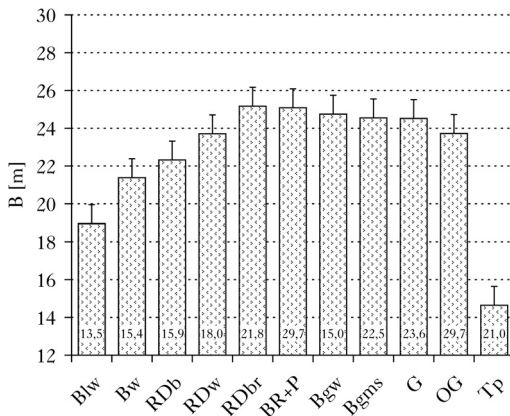
Bśw – fresh coniferous forest; BMśw – fresh mixed coniferous forest; LMśw – fresh mixed broadleaved forest; Lśw – fresh broadleaved forest; BMw – moist mixed coniferous forest; LMw – moist mixed broadleaved forest; B Mb – boggy mixed coniferous forest



Ryc. 2.

Średnia (+SD) bonitacja drzewostanów sosnowych dla typów siedliskowych lasu z uwzględnieniem wariantów uwilgotnienia
Mean (+SD) site index of Scots pine stands for forest site types including moisture variants

1 – wariant o mniejszej wilgotności; 2 – wariant o większej wilgotności; pozostałe opisy jak na rycinie 1
1 – site variants of lower moisture; 2 – site variants of higher moisture; other descriptions as in the figure 1



Ryc. 3.

Średnia (+SD) bonitacja drzewostanów sosnowych dla typów/podtypów gleb
Mean (+SD) site index of Scots pine stands for soil types/subtypes

Mean (+SD) site index of Scots pine stands for soil types/subtypes

BR – gleby brunatne; P – gleby płowe; RDbr – gleby rdzawe brunatne; RDw – gleby rdzawe właściwe; RDb – gleby rdzawe bielcowe; Bw – gleby bielcowe właściwe; Blw – biellice właściwe; OG – gleby opadowoglejowe; G – gleby gruntowoglejowe; Bgw – gleby glejo-bielcowe właściwe; Bgms – gleby glejo-bielcowe murszaste; Tp – gleby torfowe torfowisk przejściowych; liczby na słupkach oznaczają średnią wartość SIG [Brożek i in. 2011]

BR – Cambisols; P – Luvisols; RDbr – Brunic Arenosols; RDw – Brunic Arenosols (Dystric); RDb – Albic Brunic Arenosols (Dystric); Bw – Haplic Podzols; Blw – Albic Podzols; OG – Stagni-Haplic Gleysols; G – Haplic Gleysols (Arenic); Bgw and Bgms – Gleyic Podzols; Tp – Ombri-Fibric Histosols; numbers at the bars indicate mean values of the trophic soil index [Brożek et al. 2011]

Bonitacje sosny wyraźnie różniły się na powierzchniach z glebami autogenicznymi powstałymi z piasków o różnej genezie. Na piaskach rzecznych średnia bonitacja sosny ($20,9 \pm 2,5$ m) była istotnie różna ($p < 0,01$) od wartości tego wskaźnika dla gleb z piasków fluwiogłacjalnych ($23,5 \pm 2,3$ m) i zwałowych ($24,7 \pm 1,6$ m). Różnica dla Qf_{gp} i Q_p była natomiast na granicy poziomu istotności ($p = 0,06$).

Dyskusja

Sosna zwyczajna jest uważana za gatunek, którego bonitacja jest dobrym wskaźnikiem do klasyfikowania siedlisk relatywnie ubogich, natomiast nieodpowiednim dla różnicowania siedlisk bogatych [Borowiec 1961; Bruchwałd, Kliczkowska 1997]. Uzyskane wyniki potwierdzają tę opinię, jednak w kilku aspektach dodatkowo umożliwiają jej doprecyzowanie.

Bonitacja sosny silniej różnicuje siedliska świeże niż wilgotne. Sugeruje to, że przy zbliżonym do optymalnego uwilgotnieniu gleby, warunki troficzne siedliska mogą być dla wysokości sosny drugoplanowe, co ma potwierdzenie w wynikach badań Szważyka i Szewczyka [2002].

Na podstawie uzyskanych wyników, a także rezultatów badań Bruchwalda i Kliczkowskiej [1997], którzy odnotowali występowanie wyższych bonitacji sosny na siedlisku BMw niż Bw, można sugerować, że w zakresie siedlisk wilgotnych wskaźnik ten wyraźnie różnicuje jedynie dwa najuboższe siedliska (Bw i BMw). Ma to potwierdzenie w badaniach relacji między bonitacją drzewostanów sosnowych a uziarnieniem cechujących się relatywnie wysoką wilgotnością gleb oglejonych [Sewerniak 2011]. W badaniach tych stwierdzono występowanie dodatniej korelacji między zawartością frakcji <0,02 mm w glebach oglejonych a bonitacją sosny jedynie dla powierzchni z pedonami o teksturze piasków luźnych, a więc z glebami potencjalnie najuboższymi w składniki odżywcze dla roślin. Na siedliskach świeżych, poza różnicowaniem Bśw od BMśw, bonitacja sosny różnicuje także BMśw od LMśw, a więc parę siedlisk o stopień troficzny wyżej niż w przypadku siedlisk wilgotnych. Koreponduje to z kolei z relatywnie szeroką dodatnią korelacją między zawartością frakcji <0,02 mm w glebach nieoglejonych a bonitacją sosny, która dotyczy gleb nie tylko o uziarnieniu piasków luźnych, lecz także piasków słabogliniastych i piasków gliniastych lekkich [Sewerniak 2011].

Uzyskane wyniki świadczą o tym, że pod względem osiągniętych bonitacji sosna zwyczajna nie wykorzystuje w pełni potencjału troficznego siedliska na glebach drobnoziarnistych, co potwierdza wyniki Dzięciołowskiego [1963] i Sewerniaka [2011]. Na podstawie obserwacji terenowych można sugerować, że sosna, rosnąc na glebach o drobnoziarnistym uziarnieniu, wykorzystuje ich zasobność w składniki pokarmowe do wytwarzania grubych gałęzi bocznych, co najczęściej jest niekorzystne z punktu widzenia wartości użytkowej drewna. Aspekt gałęzistości sosny w zależności od trofizmu gleby w kontekście wartości użytkowej surowca drzewnego wymaga odrębnych, szczegółowych badań.

Biorąc pod uwagę wysoką wartość troficzną gleb drobnoziarnistych, osiągnięcie przez sosnę na tych glebach bonitacji nieadekwatnych do ich trofizmu, a także relatywnie niewielkie arealy (poza terenem górskim) gleb drobnoziarnistych w lasach Polski, należy stwierdzić, że racjonalne wykorzystanie potencjału produkcyjnego tych gleb w gospodarce leśnej powinno jednoznacznie predysponować je do hodowli eutroficznych gatunków liściastych. W tym świetle dopuszczenie w obowiązujących instrukcjach [Klasyfikacja... 2000; Siedliskowe... 2004] diagnozy siedliska na części z tych gleb jako las mieszany wydaje się nieuzasadnione. Potwierdza to analiza kształtowania się bonitacji drzewostanów sosnowych na siedlisku LMśw. Na siedlisku tym, mimo wyraźnej różnicy w trofizmie piaszczystych gleb rdzawych (śr. SIG 21,6 ±6,1) w porównaniu z glebami brunatnymi i płowymi (28,9 ±1,6), wartości wskaźnika bonitacji sosny dla tych grup pedonów były bardzo zbliżone.

W warunkach niewielkiej wilgotności siedliska sosna pod względem wzrostu na wysokość reaguje pozytywnie nawet na niewielkie zwiększenie uwilgotnienia gleb piaszczystych. Świadczą o tym wyższe bonitacje drzewostanów sosnowych na siedliskach silnie niż umiarkowanie świeżych dla Bśw, BMśw i LMśw (ryc. 2). Występowanie przeciwnej zależności dla lasu świeżego wiązać natomiast należy z dominacją gleb drobnoziarnistych na powierzchniach z tym typem siedliskowym lasu. Gleby o takiej teksturze, na siedliskach o nawet nieco zwiększonej wilgotności, mogą okresowo cechować się niską aeracją, co może negatywnie wpływać na wzrost drzew [Michniewicz 1977]. Tłumaczyć to może także niższe bonitacje uzyskane przez sosnę na związanych głównie z drobnoziarnistym uziarnieniem glebach opadowoglejowych w porównaniu z pozostałymi glebami semihydrogenicznymi (ryc. 3).

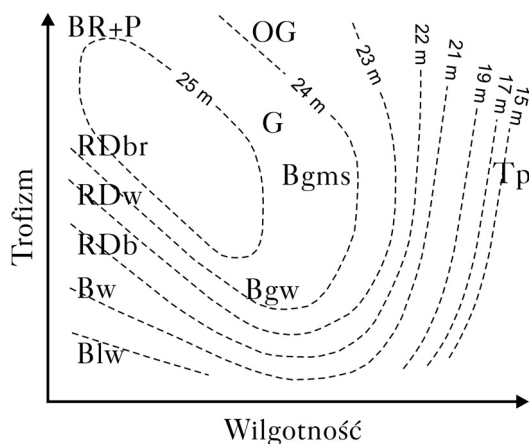
Warto zwrócić uwagę, że średnie wartości wskaźnika bonitacji dla Bśw2 i BMśw2 są niższe niż dla siedlisk o stopień żyzniejszych w wariantcie umiarkowanie świeżym (ryc. 2). Pozwala to stwierdzić, że związek bonitacji sosny z typem siedliskowym lasu jest silniejszy niż z wariantem

uwilgotnienia siedliska. Jest to o tyle istotne, że w przeciwnym razie zasadność badania bonitacji sosny w nawiązaniu wyłącznie do typów siedliskowych lasu, bez uwzględnienia wariantów wilgotnościowych siedlisk, byłaby wątpliwa.

Uzyskane wyniki pozwoliły na wykreślenie schematu izobonitacji sosny na tle siatki troficzno-wilgotnościowej typów/podtypów gleb (ryc. 4). Schemat ten przedstawia graficzny obraz głównych uwarunkowań kształtowania się bonitacji drzewostanów sosnowych w zależności od ujętego wspólnie trofizmu i wilgotności gleby.

Pierwotną przyczyną stwierdzonych różnic w bonitacji sosny w odniesieniu do pochodzenia geologicznego piasku jest prawdopodobnie odmienna długość transportu materiału przed jego zdeponowaniem. Dla analizowanych rodzajów piasku rośnie ona w szeregu: Qp – Qfgp – Qfp. Piaski osadzone po długotrwałym transporcie są przeważnie silnie wysortowane [Mycielska-Dowgiało 1995; Weckwerth i in. 2011], co jest najczęściej niekorzystne z punktu widzenia potencjału produkcyjnego siedliska. Podczas długotrwałego transportu materiał piaszczysty ulega także względnemu wzbogaceniu w bezużyteczny z punktu widzenia odżywiania roślin kwarc. Wynika to z faktu, że w transporcie ulegają zniszczeniu minerały mniej odporne na wietrzenie niż kwarc [Morton, Hallsworth 1999; Weckwerth, Chabowski 2013], które potencjalnie stanowią pedogeniczne źródło pierwiastków pokarmowych dla roślin. Uzyskane bonitacje sosny w odniesieniu do rodzaju piasku odzwierciedlają zatem prawdopodobnie różnice w stopniu wysortowania oraz w składzie mineralnym materiału piaszczystego gleb.

Na piaszczystych glebach siedlisk świeżych bonitacja drzewostanów sosnowych wykazuje silną zależność od nawet relatywnie niewielkiej zmienności warunków siedliskowych. Na glebach tych sosna pod względem wzrostu na wysokość reaguje pozytywnie nawet na niewiele większą wilgotność siedliska lub występowanie nieznacznie korzystniejszych warunków troficznych. W następstwie wysokiej „czułości” bonitacji drzewostanów sosnowych na zmienności właściwości autogenicznych gleb piaszczystych, bonitacja sosny wyraźnie różnicuje siedliska, na których gleby te dominują (Bśw, BMśw, LMśw). W warunkach siedlisk wilgotnych bonitacja sosny ma wyraźnie mniejszą wartość jako wskaźnik różnicujący siedliska w gradiencie troficznym, co sugeruje, że warunki wilgotnościowe mogą w większym stopniu niż trofizm gleby decydować o dynamice wzrostu sosny na wysokość. Należy jednak pamiętać, że oba czynniki (wilgotność i trofizm gleby) są ze sobą związane, gdyż składniki pokarmowe są pobierane przez drzewa z gleby przy współdziałaniu wody.



Ryc. 4.

Izobonitacje drzewostanów sosnowych na tle siatki troficzno-wilgotnościowej typów/podtypów gleb

Isolines of Scots pine site index against trophic-moisture net of soil types/subtypes

Objaśnienia jak na rycinie 3

Denotes as in the figure 3

Wyniki przeprowadzonych badań świadczą o tym, że na glebach drobnoziarnistych sosna osiąga bonitację nieadekwatną do ich trofizmu. Dopuszczanie diagnozy typu siedliskowego lasu na części gleb brunatnych i płowych jako lasu mieszanego świeżego [Klasyfikacja... 2000; Siedliskowe... 2004] jest niezgodne z racjonalnym wykorzystaniem potencjału produkcyjnego siedliska w prowadzeniu gospodarki leśnej. Zgodnie z obowiązującymi obecnie instrukcjami [Klasyfikacja... 2000; Siedliskowe... 2004] siedlisko lasu mieszanego świeżego może być diagnozowane na taksonach gleb wyraźnie różniących się pod względem żyzności (gleby rdzawe w porównaniu z glebami brunatnymi i płowymi), co jest sprzeczne z definicją typu siedliskowego lasu [Siedliskowe... 2004]. W pracach glebowo-siedliskowych nizinne gleby brunatne i płowe powinny być jednoznacznie związane z siedliskiem lasu świeżego, co umożliwi przeznaczenie tych gleb do hodowli eutroficznych gatunków liściastych i w związku z tym optymalne wykorzystanie ich wysokiej wartości produkcyjnej dla leśnictwa.

Wnioski

- ✦ Na autogenicznych glebach piaszczystych bonitacja drzewostanów sosnowych jest silnie zależna nawet od niewielkich różnic w warunkach wilgotnościowych i troficznych siedliska.
- ✦ Bonitacja sosny jest wskaźnikiem nadającym się do różnicowania Bśw, BMśw i LMśw, co wynika z dominacji autogenicznych gleb piaszczystych na tych siedliskach.
- ✦ Na glebach drobnoziarnistych sosna zwyczajna osiąga bonitację nieadekwatną do ich trofizmu. W pracach glebowo-siedliskowych nizinne gleby brunatne i płowe powinny być jednoznacznie związane z siedliskiem lasu świeżego, co umożliwi optymalne wykorzystanie wysokiej wartości produkcyjnej tych gleb w gospodarce leśnej.

Literatura

- Bednarek R., Prusinkiewicz Z. 2001. Zróżnicowanie i rozmieszczenie gleb. W: Przystalski A. [red.]. Przyroda Województwa Kujawsko-Pomorskiego. Kuj.-Pom. Urząd Wojewódzki, Wojewódzki Konserwator Przyrody, Bydgoszcz. 33-40.
- Borowiec S. 1961. Kryteria glebowe jako podstawa ustalenia siedliskowych typów lasu na obszarze o zniekształconym składzie gatunkowym drzewostanów na przykładzie nadleśnictwa Brynek. Szczecińskie Tow. Naukowe, Wyd. Nauk Przyr.-Roln. 6 (2): 3-44.
- Brożek S. 2007. Liczbowa wycena „jakości” gleb – narzędzie w diagnozowaniu siedlisk leśnych. Sylwan 151 (2): 35-42.
- Brożek S., Zwydak M., Lasota J., Różański W. 2011. Założenia metodyczne badań związków między glebą a zespołami roślinnymi w lasach. Roczn. Glebozn. 62 (4): 16-38.
- Bruchwald A., Kliczkowska A. 1997. Kształtowanie się bonitacji dla drzewostanów sosnowych Polski. Prace IBL, Ser. A, 838: 63-73.
- Bruchwald A., Michalak K., Wróblewski L., Zasada M. 2000. Analiza funkcji wzrostu wysokości dla różnych regionów Polski. W: Bruchwald A. [red.]. Przestrzenne zróżnicowanie wzrostu sosny. SGGW, Warszawa. 84-91.
- Dzięciołowski W. 1963. Warunki rozwojowe drzewostanów sosnowych na niektórych glebach bielicowych. Poznańskie Tow. Przyjaciół Nauk, Wyd. Nauk Roln. i Leśn. 15 (1): 3-68.
- Instrukcja urządzania lasu. 2012. Część II. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. CILP, Warszawa.
- Klasyfikacja gleb leśnych Polski. 2000. CILP, Warszawa.
- Michniewicz M. 1977. Fizjologia organizmu – wzrost i rozwój. W: Zurzycki J., Michniewicz M. [red.]. Fizjologia roślin. PWRiL, Warszawa. 474-567.
- Morton A. C., Hallsworth C. R. 1999. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. Sedimentary Geology 124 (1): 3-29.
- Mycielska-Dowgiałło E. 1995. Wybrane cechy teksturalne osadów i ich wartość interpretacyjna. W: Mycielska-Dowgiałło E., Rutkowski J. [red.]. Badania osadów czwartorzędowych, wybrane metody i interpretacja wyników. WGiSR UW, Warszawa. 29-105.
- Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Bolestawiec. 2004. Biuro Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo-Leśnych „OPERAT” s. c.
- Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Głogów. 2005. Biuro Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo-Leśnych „OPERAT” s. c.

- Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Oława. 2003. Biuro Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo-Leśnych „OPERAT” s. c.
- Prevosto B., Dambrine E., Moares C., Curt T. 2004. Effect of volcanic ash and former agricultural use on the soil and vegetation of naturally regenerated woodlands in the Massif Central, France. *Catena* 56 (1-3): 239-261.
- Sewerniak P. 2011. Wpływ uziarnienia gleby na bonitację drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce. *Leśn. Pr. Bad.* 72 (4): 311-319.
- Sewerniak P. 2012. Wpływ właściwości gleb piaszczystych na bonitację drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce. I. Odczyn, zawartość CaCO₃ i cechy związane z głębokością gleby. *Sylwan* 156 (6): 427-436.
- Siedliskowe podstawy hodowli lasu. 2004. ORWLP, Bedoń.
- Szwagrzyk J., Szewczyk J. 2002. Wpływ trofizmu i wilgotności siedliska na wzrost i pokrój sosen i dębów w Puszczy Niepołomickiej. *Sylwan* 146 (12): 23-38.
- Świtoniak M. 2011. Przekształcenia pokrywy glebowej obszarów wysoczyznowych Pojezierza Brodnickiego w wyniku oddziaływania denudacji antropogenicznej. W: Jankowski M. [red.]. Wybrane problemy genezy, systematyki, użytkowania i ochrony gleb regionu kujawsko-pomorskiego. Polskie Tow. Substancji Humusowych, Polskie Tow. Gleboznawcze, Wrocław, Warszawa. 227-247.
- Weckwerth, P., Chabowski M. 2013. Heavy minerals as a tool to reconstruct river activity during the Weichselian glaciation (Toruń Basin, Poland). *Geologos* 19 (1-2): 25-46.
- Weckwerth P., Przegiętka K., Chruścińska A., Woronko B., Oczkowski H. L. 2011. Age and sedimentological features of fluvial series in the Toruń Basin and the Drwęca Valley (Poland). *Geochronometria* 38 (4): 397-412.

SUMMARY

Site index of Scots pine stands in south-western Poland in relation to forest site types and soil units

The aim of the study was to present how site index of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands changes in relation to forest site types (including their moisture variants) and soil units (type/sub-type and also, in minor extent, geological genesis of soil parent material) in south-western Poland. The study was conducted in the Bolesławiec, Głogów and Oława forest districts in 348 pine stands. For each plot soil unit was defined and the stand ‘top height’ was determined. On the basis of this measurement for every pine stand the site index was calculated using a model of Bruchwald et al. [2000], however the obtained index was biased in relation to stand age. The bias was removed using a regression method and the site index was obtained (B) that was not correlated to stand age. The determination of forest site type for each investigated plot was derived from data resources of the State Forest National Forest Holding.

Investigated site index differed fresh from moist forest site types. For moist sites the index can be used to classify two the poorest in nutrients site types only (moist coniferous forest – Bw, and moist mixed coniferous forest – BMw). The pine index can be used wider for classifying fresh sites as the indicator was significant different ($p < 0.01$) for fresh coniferous forest (Bśw), fresh mixed coniferous forest (BMśw) and fresh mixed broadleaved forest (LMśw, fig. 1). The values of the site index were positively related to trophic conditions of autogenic soil units but only when sandy soil types/subtypes were concerned. On fresh soils of fine texture (Cambisols and Luvisols – BR+P) the site index was of similar values as on Brunic Arenosols – RDbr (figs. 3, 4). The obtained results showed that Scots pine, by height growth, does not fully utilize the great nutrient retention of fine textured soils. Thus, in silviculture such soils should be used only for planting broadleaved tree species that require better soil trophic conditions than Scots pine. It was found that when pine stands grow on fresh, sandy soils even quite minor improvement of site moisture conditions can increase pine index values. That was showed by higher site indexes stated for more moist variants of fresh coniferous forest (Bśw2), fresh mixed coniferous forest (BMśw2) and fresh mixed broadleaved forest (LMśw2) than for drier variants of these forest site types (fig. 2).

For three analyzed sand types of different geological genesis that constituted parent material of non-gleyic soils, the highest site index values were stated for glacial sands (Qp), next for glaciofluvial (Qfgp) and the lowest values were found for fluvial sands (Qfp). The differences were assumed to be a result of other sorting and mineral composition of sands that both result from different transport length of a material before deposition (the longest for fluvial and the shortest for glacial sands).