

ZMIENNOŚĆ WARUNKÓW GLEBOWYCH SIEDLISK Z UDZIAŁEM JESIONU WYNIOSŁEGO (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.) NA PRZYKŁADZIE LASU WILGOTNEGO. STUDIUM PRZYPADKU

Krzysztof Turczański✉, Łukasz Bukowski

Katedra Botaniki i Siedliskoznawstwa Leśnego, Wydział Leśny i Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 71D, 60-625 Poznań

ABSTRAKT

Wstęp. Wysoka bioróżnorodność lasów wilgotnych jest związana m.in. z szerokim gradientem żyzności oraz zmiennością warunków glebowych tworzących to siedlisko. Kluczową rolę pełnią warunki mikrosiedliskowe, kształtowane przez dostęp światła do dna lasu, roślinność runa i drzewostanu, wilgotność siedliska, rzeźbę terenu oraz właściwości fizyczne i chemiczne gleby.

Cel pracy. Analiza zmienności warunków edaficznych wybranych fragmentów lasu wilgotnego z dominacją jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) w składzie gatunkowym drzewostanu.

Materiał i metody. Badania przeprowadzono w trzech wydzieleniach opisanych jako las wilgotny z dominacją jesionu wyniosłego (udział >60%). W każdym wydzieleniu wykonano po trzy odkrywki glebowe (maks. odległość poszczególnych odkrywek 60 m), których lokalizację determinowała zmienność formy ukształtowania terenu. Analiza objęła opis profili glebowych oraz wybranych właściwości fizykochemicznych pobranych prób gleby (m.in. uziarnienia gleby, zawartości materii organicznej, odczynu gleby i ściółki, zawartości węglanów wapnia).

Wyniki i konkluzje. W efekcie przeprowadzonych badań ustalono zmienność gleb, która jest związana z naturalnymi procesami glebowymi, ukształtowaniem terenu, bliskością gleb o różnych właściwościach czy odległością od cieku. W każdym wydzieleniu wyróżniono dwa, trzy typy gleb (brunatne, deluwalne, czarne ziemie, murszowate, mułowe) lub odmienne podtypy gleby. Wykazano też inne gleby niż podane w opisach taksacyjnych wydzieleni. Wyniki pracy są cenną wskazówką do badań ekologiczno-glebowych, w których należy dążyć do planowania większego zagęszczenia powierzchni badawczych w celu precyzyjniejszego poznania warunków edaficznych. Jest to szczególnie istotne w poszukiwaniu związków między siedliskiem a stanem zdrowotnym jesionu wyniosłego, który zamiera w wyniku obniżenia poziomu wód gruntowych oraz choroby wywołanej przez grzyba *Hymenoscyphus fraxineus*.

Słowa kluczowe: zróżnicowanie warunków edaficznych, ukształtowanie terenu, typ i podtyp gleby, las wilgotny, *Fraxinus excelsior* L.

WSTĘP

Analiza warunków edaficznych jest elementem diagnozy typu siedliskowego lasu, którą w Polsce wykonuje się z wykorzystaniem procedur zawartych w Instrukcji urządzania lasu... (2012). Rozmieszczenie oraz stopień

zagęszczenia powierzchni typologicznych ustala się na podstawie zróżnicowania rzeźby terenu, mozaiki gleb, siedlisk, stanu lasów, a także z wykorzystaniem map topograficznych, geologicznych, drzewostanów,

✉krzysztof.turczanski@up.poznan.pl, <https://orcid.org/0000-0002-8369-9165>

fitosocjologicznych i siedlisk leśnych oraz lustracji terenowych obiektu. Służy to uchwyceniu zmienności warunków siedliskowych.

Jednym z biotopów charakteryzujących się dużym zróżnicowaniem warunków glebowych jest las wilgotny, spotykany w obszarach o wysokiej troficzności i dużej wilgotności, przy płytkim poziomie wód powierzchniowych lub stagnujących wód opadowych. Gleby tego siedliska są wytworzone m.in. z piasków aluwialnych, piasków akumulacji lodowcowej, lessów zalegających na glinach zwałowych, glin zwałowych, margli i piasków akumulacji jeziornej. Najczęściej są to gleby węglanowe lub skąpo węglanowe (Czępińska-Kamińska i in., 2000; Turczański, 2018):

- mineralno-murszowe (MRm)
- murszowate właściwe (MRw)
- gruntowo-glejowe murszaste (Gms)
- czarne ziemie właściwe (CZw)
- czarne ziemie brunatne (CZbr)
- czarne ziemie wyługowane (CZwy)
- czarne ziemie murszaste (CZms)
- deluwialne (D).

Omawiany typ siedliskowy lasu występuje często w sąsiedztwie lasów świeżych – zajmując niewielkie płaskie obniżenia terenu – oraz w dolinach rzek na terenach od dawna nie zalewanych przy siedliskach lasu łąkowego, na których obserwuje się stopniowe przekształcenie łągu w grądy niskie (Kliczkowska i in., 2004). Warto zwrócić uwagę, iż teoretycznie w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej w warunkach lasu wilgotnego nie przewidziano typu lasu z dominacją jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.). Skład taki jest zarezerwowany dla lasu łąkowego i olsu jesionowego. Niemniej gleby lasu wilgotnego mogą tworzyć warunki wzrostu dla jesionu porównywalne z siedliskami optymalnymi (Turczański i in., 2020a; Zaręba, 1986). Uwidocznia się to częściowo w składzie gatunkowym runa i drzewostanu nawiązującego do fitocenozy *Galio sylvatici-Carpinetum corydaletosum* Oberd. 1957 i *Tilio-Carpinetum stachyetosum* i *corydaletosum* Tracz. 1962. Według badań Kujawy-Pawlaczyk i Pawlaczyka (1998), dla tego typu siedliskowego lasu można wyznaczyć, oprócz już wymienionych, potencjalne zbiorowiska leśne: *Ficario-Ulmetum minoris typicum* i *chrysosplenietosum* (Knapp 1942 J. Mat. 1976). Zależne jest to od warunków edaficznych, które determinują pojawianie się danego typu roślinności.

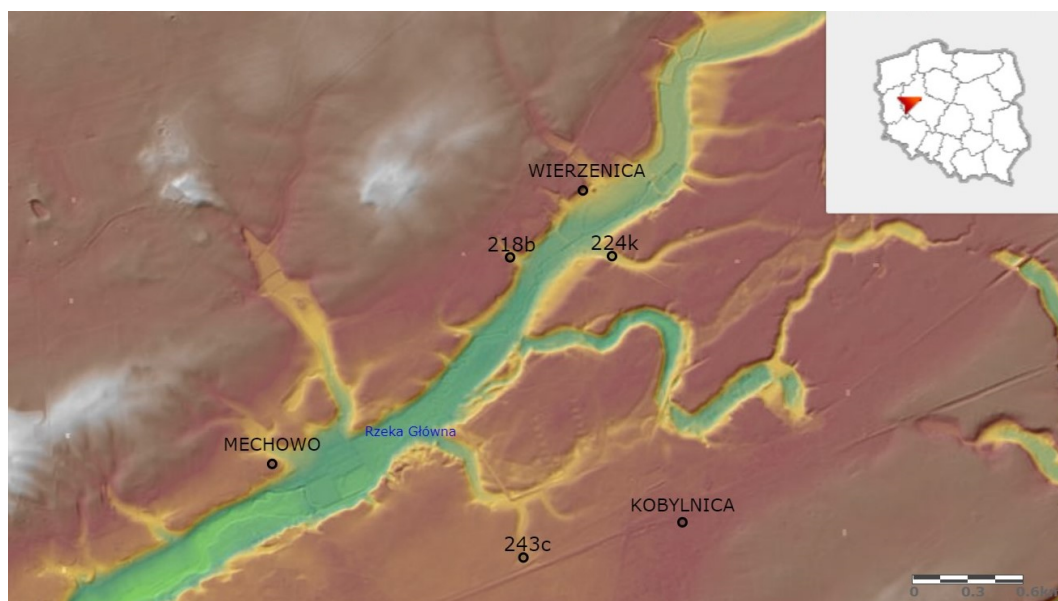
Mając na uwadze przytoczone treści, należy stwierdzić, iż lasy wilgotne mogą odznaczać się dużą zmiennością pod względem warunków glebowych. Kluczową rolę pełnią warunki mikrosiedliskowe związane z rzeźbą terenu. W skali mniejszych obszarów o względnie jednorodnym klimacie są one charakteryzowane m.in.: formą terenu, wielkością spadków czy skałą macierzystą. Wymienione czynniki wpływają na zmienność gleby nawet w jednym wydzieleniu, a tym samym na właściwości fizyczne i chemiczne gleby, wilgotność siedliska oraz roślinność runa i drzewostanu. Poznanie zmienności gleb w wybranych wydzieleniach lasów wilgotnych z udziałem jesionu może pozwolić na dokładniejsze zrozumienie zjawiska zamierania gatunku, którego stan zdrowotny oraz odnowienie naturalne są skorelowane z warunkami edaficznymi (Cekstere i in., 2013; Pušpure i in., 2017; Turczański i in., 2020b; 2022).

CEL PRACY

Celem pracy była analiza zmienności warunków edaficznych wybranych fragmentów wydzieleni lasu wilgotnego charakteryzujących się dominacją jesionu wyniosłego w składzie gatunkowym drzewostanu.

TEREN BADAŃ

Badania przeprowadzono w trzech wydzieleniach położonych w jednym kompleksie leśnym w Nadleśnictwie Babki, leśnictwie Mechowo, w pobliżu miejscowości Wierzenica odległej ok. 15 km na wschód od Poznania. Wybrane fragmenty drzewostanów charakteryzują się co najmniej 60-procentowym udziałem jesionu w składzie gatunkowym. Teren badań należy do III Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, mezoregionu Pojezierza Wielkopolskiego (III7b), który hydrograficznie jest położony w pradolinie Warty w rejonie dopływów niższego rzędu – Głuszynka, Główna i Średzka Struga (Zielony i Kliczkowska, 2012). Lokalizacja hydrograficzna oraz zróżnicowana rzeźba terenu badań uwidoczniają się w warunkach glebowych wybranych oddziałów. Wydzielenie 218b jest zlokalizowane na wzniesieniu wysoczyzny morenowej schodzącym do doliny rzeki Główna. Kolejny drzewostan (224k) znajduje się w bezodpływowym obniżeniu terenu, wcinającym się klinem pomiędzy wydzielenia zlokalizowane



Rys. 1. Lokalizacja powierzchni badawczych na tle dynamicznej hipsometrii z cieniowaniem ukazującym rzeźbę terenu. Barwy oznaczają relief od miejsc położonych najniżej (zielony; doliny rzeczne i zagłębienia), poprzez miejsca pośrednie (odcienie brązu i czerwieni) oraz wierzchołki wzniesień (odcienie bieli). Punkty z numerami wydzieleń (218b, 224k, 243c) wskazują lokalizację środkowej odkrywki danej powierzchni badawczej. Patrz tabela 1

Fig. 1. Location of study plots against the background of dynamic hypsometry with relief shading. The colors represent terrain relief from the lowest places (green; river valleys and depressions) through intermediate places (brown and red) and hill tops (grey white). Points with forest sub-compartment numbers (218b, 224k, 243c) indicate the location of the central soil pit within a given research plot. See Table 1

Tabela 1. Ogólna charakterystyka wybranych powierzchni
Table 1. Overall characteristic of selected plots

Powierzchnia i numer odkrywki glebowej Plot and number of soil pit	Typ i podtyp gleby Soil type and subtype	Przeciętne nachylenie terenu Average terrain slope %	Skład drzewostanu Stand composition (2019)	Lokalizacja Coordinates
1	2	3	4	5
218b	gleba gytiowa limnic soil (MŁgy)	14,0	10Js MJS Wz, OI	52°27'32"N, 17°03'57"E
1				52°27'30"N, 17°04'01"E
2				52°27'29"N, 17°04'03"E
3				
224k	gleba murszasta postmurshic soil (MRms)	5,0	6Js 4OI MJS Wz, Lp, Db	52°27'32"N, 17°04'25"E
1				52°27'30"N, 17°04'28"E
2				52°27'29"N, 17°04'32"E
3				

Tabela 1 – cd. / Table 2 – cont.

1	2	3	4	5
243c	murszowata właściwa murshic soil (MRw)	3,0	6Js 4Ol MJS Wz, Db, Brz	52°26'40"N, 17°04'05"E
1				52°26'38"N, 17°04'06"E
2				52°26'38"N, 17°04'09"E
3				52°26'38"N, 17°04'09"E

MJS – udział domieszkowy, Js – *Fraxinus excelsior* L., Wz – *Ulmus laevis* Pall., Ol – *Alnus glutinosa* Gaertn., Lp – *Tilia cordata* Mill., Db – *Quercus robur* L., Brz – *Betula pendula* Roth.

Typ i podtyp gleby na podstawie Klasyfikacji gleb leśnych Polski (Człepińska-Kamińska i in., 2000). Angielskie tłumaczenie gleb za Świtoniak i in. (2016).

Źródło: <https://www.bdl.lasy.gov.pl>.

MJS – admixture share, Js – *Fraxinus excelsior* L., Wz – *Ulmus laevis* Pall., Ol – *Alnus glutinosa* Gaertn., Lp – *Tilia cordata* Mill., Db – *Quercus robur* L., Brz – *Betula pendula* Roth.

Type and subtype of soil based on the Classification of forest soils in Poland (Człepińska-Kamińska et al., 2000). English equivalents of soil taxa names according to Świtoniak et al. (2016).

Source: <https://www.bdl.lasy.gov.pl>.

na wysoczyźnie morenowej. Ostatnie wydzielanie (243c) znajduje się częściowo w obniżeniu terenu, w niecce pojeziernej położonej na terenie równinnym falistym (rys. 1). W tabeli 1 zestawiono syntetyczną charakterystykę wybranych wydziałów. Opisane dane były punktem wyjścia przeprowadzonych badań.

METODYKA BADAŃ

Lokalizacja odkrywek glebowych

W wytypowanych wydziałach lasu wilgotnego, charakteryzującego się dominacją jesionu w składzie gatunkowym (>60%), wykonano po trzy odkrywki glebowe ($n = 9$). Lokalizację odkrywek determinowało zróżnicowanie rzeźby terenu, co miało na celu uzyskanie jak najszerszego spektrum warunków glebowych. W wydziale 218b, położonym na wzgórzu morenowym, miejsce wykonania odkrywek glebowych zlokalizowano w części: górnej (1), środkowej (2), u podnóża stoku (3). W wydziałach 224k i 243c odkrywki wykonano: na wywyższeniu terenu (1), w środkowej części pomiędzy punktami 1–3 (2) oraz w obniżeniu terenu (3). Odległość poszczególnych odkrywek glebowych w wydziale nie przekraczała 60 m. Zakres prac objął syntetyczny opis składu gatunkowego warstwy drzewostanu w miejscu wykonania poszczególnych odkrywek (gatunek, udział), pomiar nachylenia terenu oraz szczegółową analizę warunków glebowych.

Analiza warunków glebowych

Odkrywki glebowe wykopano do głębokości 100 cm lub do poziomu lustra wody gruntowej. Następnie pobrano próbki materiału glebowego (ok. 100 g każda) z określonych poziomów genetycznych do późniejszych analiz fizykochemicznych. W przypadku występowania lustra wody poniżej 100 cm, nie głębiej jednak niż 200 cm, zastosowano pogłębienie odkrywki za pomocą świdra glebowego w celu ustalenia poziomu lustra wody. Poziomy genetyczne, diagnostyczne, typ, podtyp, gatunek oraz wilgotność poziomów (tab. 2–4) oznaczono na podstawie cech morfologicznych profilu glebowego oraz porównania wyników badań laboratoryjnych z systematyką zawartą w Klasyfikacji gleb leśnych Polski (Człepińska-Kamińska i in., 2000). Prace wykonano w środku okresu wegetacyjnego (lipiec 2019).

Zebrane w terenie próbki przygotowano do wybranych analiz fizykochemicznych: uziarnienia gleby (metoda Bouyoucosa-Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego), zawartości materii organicznej (SOM, metoda bezpośrednia ze strat prażenia próbki glebowej), odczynu gleby i ściółki ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, metoda potencjometryczna w wodzie destylowanej), zawartości węglanów wapnia (CaCO_3 , metoda objętościowa Scheiblera) (Lityński i in., 1976).

WYNIKI

Wydzielenie 218b

Gleby analizowanego wydzielenia zostały uformowane z materiału deluwialnego (obecność poziomu diagnostycznego *colluvic*) o uziarnieniu piasków (luźnego, słabo gliniastego i gliniastego), zalegających na glinie piaszczystej, zmywanych przez spływającą

wodę powierzchniową w dół stoku. W odkrywce 1, ze względu na występowanie poziomu A o miąższości <20 cm i zawartości SOM > 5%, glebę sklasyfikowano jako glebę deluwialną właściwą (Dw). W odkrywce 2 miąższość (>20 cm), barwa oraz zawartość SOM > 5% w poziomie A pozwoliła wyodrębnić glebę deluwialną próchniczną (Dp; rys. 2). U podnóża stoku (3) stwierdzono warstwę mułu (>30 cm), odgórnie podlegającą

Tabela 2. Analiza gleby w wydzieleniu 218b

Table 2. Soil analysis in sub-compartment 218b

Głębokość Depth cm	Poziom genetyczny Genetic horizon	Uziarnienie Soil texture	PH _{H₂O}	Wilgotność Soil moisture	CaCO ₃ %	SOM %
Profil 1. Typ i podtyp gleby: deluwialna właściwa (Dw) – Soil profile 1. Type and subtype of soil: typical colluvic soil (Dw)						
Głębokość i rodzaj wody: –120 cm, woda stokowa-opadowa – Depth and type of soil water: slope water retained in medium, fine-textured soil						
+2	Ol		6.40	św		
0–12	Adel	ps	6.86	św	2.01	2.51
12–35	ACdel	pg	7.30	w	2.59	2.01
35–70	C1del	pl	7.12	w	0.22	0.12
70–100	C2del	gp	7.40	m	1.04	0.04
Profil 2. Typ i podtyp gleby: deluwialna próchniczna (Dp) – Soil profile 2. Type and subtype of soil: humic colluvic soil (Dp)						
Głębokość i rodzaj wody: –85 cm, woda stokowa-opadowa – Depth and type of soil water: slope water retained in medium, fine-textured soil						
+2	Ol		6.60	w		
0–22	A1del	ps	7.17	w	3.45	5.85
22–56	A2del	pg	7.20	w	3.14	4.42
56–80	ACdel	gp	7.65	w	2.89	0.32
85	Cggdel	gl	7.74	m	2.24	0.21
Profil 3. Typ i podtyp gleby: gleba gytiova (MŁgy) – Soil profile 3. Type and subtype of soil: limnic soil (MŁgy)						
Głębokość i rodzaj wody: –57 cm, woda stokowa-opadowa – Depth and type of soil water: slope water retained in medium/fine textured soil						
+1	Ol		6.62	w		
0–36	POgy _{mu}	mu	7.14	w	4.54	10.12
36–57	POgy	gy	7.59	w	21.26	3.11
57	Dgca	pg	7.35	m	1.38	0.12

Poziom genetyczny: Ol – podpoziom surowinowy, A – poziom próchniczny, C – skała macierzysta, PO – poziom bagienny organiczny, D – podłoże mineralne, del – materiał deluwialny, gg – oglejenie gruntowe, ca – akumulacja CaCO₃, mu – materiał murszasty. **Uziarnienie:** ps – piasek słabo gliniasty, pg – piasek gliniasty, pl – piasek luźny, gp – glina piaszczysta, gl – glina lekka, mu – mursz, gy – gytia, g – cechy glejowe. **Wilgotność:** św – świeża, w – wilgotna, m – mokra.

Typ i podtyp gleby na podstawie Klasyfikacji gleb leśnych Polski (Człepińska-Kamińska i in., 2000). Angielskie tłumaczenie gleb za Świtoniak i in. (2016).

Genetic horizons: Ol – raw humus, A – surface horizon, C – substratum, PO – histic and organic horizon, D – mineral horizon, del – colluvic material, gg – gleyic sub-horizon, ca – accumulation of CaCO₃, mu – postmurshic material. **Soil texture:** ps, pl – sand, pg – loamy sand, gp, gl – sandy loam, mu – mursh, gy – gytia, g – gleyic properties over saturated soil horizon. **Soil moisture:** św – mesic, w – moist, m – wet.

Type and subtype of soil based on the Classification of forest soils in Poland (Człepińska-Kamińska et al., 2000). English equivalents of soil taxa names according to Świtoniak et al. (2016).



Rys. 2. Przykładowe profile glebowe opisane w środkowych punktach (profile nr 2) wybranych wydziałów lasu wilgotnego (od lewej): gleba deluwialna próchniczna (wydział 218b), czarna ziemia właściwa (224k), czarna ziemia murszasta (243c)

Fig. 2. Examples of soil profiles described in the middle points (profiles no. 2) of selected sub-compartments within moist broadleaved forest (from the left): humic colluvic soil (sub-compartment 218b), typical black earth (224k), postmurshic black earth (243c)

procesowi murszenia i zalegającą na gytii detrytusowej. W konsekwencji pozwoliło to wyróżnić glebę gytową (MŁgy). W analizowanym wydziale stwierdzono występowanie wody opadowej na głębokości –120 cm w górnej części stoku (1), –85 cm w odkrywce nr 2 oraz –57 cm u podnóża stoku (3). Najmniejszą ilość CaCO_3 odnotowano w odkrywce 1 z opisaną glebą deluwialną właściwą, natomiast najwyższą – w glebie gytowej (3). Odczyn poszczególnych poziomów kształtował się w przedziale od słabo obojętnego do zasadowego i korespondował z zawartością CaCO_3 (tab. 2).

Wydział 224k

W odkrywce 1 opisano glebę brunatną właściwą (BRw) wytworzoną z gliny zwałowej. Widoczny w profilu proces brunatnienia (poziom diagnostyczny *cambic*) przechodzi stopniowo z poziomu próchnicznego, poprzez poziom wzbogacenia, do skały macierzystej zasobnej w CaCO_3 . W pozostałych odkrywkach stwierdzono gleby mineralno-organiczne, które zostały ukształtowane wskutek zalegania wody

gruntowej i opadowej w obniżeniu terenu. W tych warunkach wykształciły się (rys. 2): czarna ziemia właściwa – CZw (2) oraz gleba murszasta – MRms (3). Diagnoza typu i podtypu gleby wynikała z zawartości SOM w poziomie A (>6%), sekwencji poziomów genetycznych i diagnostycznych oraz zawartości CaCO_3 . Cechą różnicującą oba typy było istnienie poziomów diagnostycznych w poziomach A (*mollic* oraz *gleyic* w CZw oraz *melanic* w MRms). Istnienie trzech różnych typów gleb wpływa na odmienną żyzność siedliska wyrażoną m.in. poprzez wilgotność gleby oraz SOM w poziomie A. W każdym profilu zasadniczo wraz z głębokością wzrastała zawartość CaCO_3 do wartości 5,24% w glebie murszastej (3). W glebie BRw (1) odczyn poszczególnych poziomów wahał się od słabo kwaśnego do obojętnego, natomiast w CZw (2) i glebie MRms (3) od obojętnego do zasadowego. W analizowanym wydziale stwierdzono występowanie (tab. 3): wody opadowej na głębokości –160 cm w glebie BRw (1), wody gruntowej na poziomie –140 cm w CZw (2) oraz –115 cm w glebie MRms (3).

Tabela 3. Analiza gleby w wydzieleniu 224k
Table 3. Soil analysis in sub-compartment 224k

Głębokość Depth cm	Poziom genetyczny Genetic horizon	Uziarnienie Soil texture	PH _{H₂O}	Wilgotność Soil moisture	CaCO ₃ %	SOM %
Profil 1. Typ i podtyp gleby: brunatna właściwa (BRw) – Soil profile 1. Type and subtype of soil: eutrophic brown soil (BRw)						
Głębokość i rodzaj wody: –160 cm, woda opadowa – Depth and type of soil water: –160 cm, rainfall water retained in medium/fine-textured soil						
+2	Ol		6.30	św		
0–7	A	pg	5.56	św	0.00	2.06
7–22	ABbr	pg	6.35	św	0.00	1.23
22–72	BbrC	gp	6.86	św	0.21	0.54
72–100	C	gp	7.02	w	4.24	0.14
Profil 2. Typ i podtyp gleby: czarna ziemia właściwa (CZw) – Soil profile 2. Type and subtype of soil: typical black earth (CZw)						
Głębokość i rodzaj wody: –140 cm, woda gruntowa – Depth and type of soil water: –140 cm, groundwater						
+2	Ol		6.50	św		
0–25	A1ca	pyg	7.00	w	0.11	6.46
25–38	A2ca	pyg	7.25	w	0.24	1.97
38–56	ACca	pyg	7.72	w	4.98	0.25
56–100	Cggca	pl	7.02	w	1.42	0.17
Profil 3. Typ i podtyp gleby: gleba murszasta (MRms) – Soil profile 3. Type and subtype of soil: postmurshic soil (MRms)						
Głębokość i rodzaj wody: –115 cm, woda gruntowa – Depth and type of soil water: –115 cm, groundwater						
+1	Ol		6.40	w		
0–21	Amu	pl	6.45	w	0.00	6.84
21–40	AC	ps	7.07	w	0.34	2.45
40–70	Cca	ps	7.10	w	3.27	0.41
70–100	Cggca	pl	7.13	w	5.24	0.09

Poziom genetyczny: Ol – podpoziom surowinowy, A – poziom próchniczny, B – poziom wzbogacenia, C – skała macierzysta, br – materiał akumulacji nieiluwialnej, ca – akumulacja CaCO₃, gg – oglejenie gruntowe, mu – materiał murszasty. **Uziarnienie:** pg – piasek gliniasty, gp – glina piaszczysta, gl – glina lekka, pyg – pył gliniasty, ps – piasek słabo gliniasty, pl – piasek luźny. **Wilgotność:** św – świeża, w – wilgotna.

Typ i podtyp gleby na podstawie Klasyfikacji gleb leśnych Polski (Czepińska-Kamińska i in., 2000). Angielskie tłumaczenie gleb za Świtoniak i in. (2016).

Genetic horizons: Ol – raw humus, A – surface horizon, B – subsoil, C – substratum, br – accumulation of non-illuvial material, ca – accumulation of CaCO₃, gg – gleyic sub-horizon, mu – postmurshic material. **Soil texture:** ps, pl – sand, pg – loamy sand, gp, gl – sandy loam, mu – mursh, gy – gyttja. **Soil moisture:** św – mesic, w – moist.

Type and subtype of soil based on the Classification of forest soils in Poland (Czepińska-Kamińska et al., 2000). English equivalents of soil taxa names according to Świtoniak et al. (2016).

Wydzielenie 243c

W wydzieleniu gleby zostały uformowane na skutek zalegania wody gruntowej w obniżeniu terenu – niecka pojezierna. W tych warunkach wykształciły się: gleba murszasta – MRms (1), czarna ziemia murszasta – CZms (2) oraz gleba murszowata właściwa – MRw (3). Należą one do grupy gleb

mineralno-organicznych z wyraźnym płytkim poziomem wód gruntowych, tj. kolejno –90 cm (1), –54 cm (2) oraz –70 cm (3). Zbudowane są z piasków rzecznych tarasów plejstocénskich z występującym poziomem oglejenia gruntowego. Najmniejszą zawartość SOM w poziomie próchnicznym stwierdzono w odkrywcze 1 (3,81%), co w połączeniu z obecnością

Tabela 4. Analiza gleby w wydzieleniu 243c
Table 4. Soil analysis in sub-compartment 243c

Głębokość Depth cm	Poziom genetyczny Genetic horizon	Uziarnienie Soil texture	PH _{H₂O}	Wilgotność Soil moisture	CaCO ₃ %	SOM %
Profil 1. Typ i podtyp gleby: Gleba murszasta (MRms) – Soil profile 1. Type and subtype of soil: Postmurshic soil KGLP(2001)						
Głębokość i rodzaj wody: –90 cm; woda gruntowa – Depth and type of soil water: –90 cm; groundwater						
+2	Ol		6.20	św		
0–23	Amu	ps	6.80	św	0.54	3.81
23–45	AC	ps	7.02	w	0.86	1.81
45–90	C	ps	7.32	w	1.25	0.56
90	Cgg	pl	7.80	m	0.00	0.21
Profil 2. Czarna ziemia murszasta (CZms) – Soil profile 2. Postmurshic black earth						
Głębokość i rodzaj wody: –54 cm; woda gruntowa – Depth and type of soil water: –54 cm; – groundwater						
+1	Ol		6.20	w		
0–25	Amu	ps	7.33	w	0.58	14.68
25–54	Aca	ps	8.20	w	0.66	2.44
54	Cggca	pl	8.62	m	1.69	0.15
Profil 3. Murszowata właściwa (MRw) – Soil profile 3. Semimurshic soil						
Głębokość i rodzaj wody: –70 cm; woda gruntowa – Depth and type of soil water: –70 cm; – groundwater						
+1	Ol		6.60	w		
0–28	Aem	ps/em	7.35	w	0.98	14.21
28–60	AC	ps	7.47	w	1.03	6.21
60–70	Cggca	pl	7.80	m	2.34	0.45

Poziom genetyczny: Ol – podpoziom surowinowy, A – poziom próchniczny, C – skała macierzysta, gg – oglejenie gruntowe, ca – akumulacja CaCO₃, mu – materiał murszasty, em – materiał murszowaty z nawarstwieniem mułu. **Uziarnienie:** ps – piasek słabo gliniasty, pl – piasek luźny. **Wilgotność:** św – świeża, w – wilgotna, m – mokra.

Typ i podtyp gleby na podstawie Klasyfikacji gleb leśnych Polski (Czepińska-Kamińska i in., 2000). Angielskie tłumaczenie gleb za Świtoniak i in. (2016).

Genetic horizons: Ol – raw humus, A – surface horizon, C – substratum, gg – gleyic sub-horizon, ca – accumulation of CaCO₃, mu – postmurshic material, em – semimurshic and siltic material. **Soil texture:** ps, pl – sand. **Soil moisture:** św – mesic, w – moist, m – wet. Type and subtype of soil based on the Classification of forest soils in Poland (Czepińska-Kamińska et al., 2000). English equivalents of soil taxa names according to Świtoniak et al. (2016).

poziomu diagnostycznego *melanic* pozwoliło określić podtyp gleby MRms. W środkowej części powierzchni, w najniższym punkcie wydzielenia (rys. 2), opisano czarną ziemię murszastą (2), charakteryzującą się najwyższym poziomem wody gruntowej oraz zawartością SOM (14,68%). W trzeciej odkrywce stwierdzono glebę o podobnych parametrach. Cechą różnicującą oba typy gleb jest obecność warstwy materiału murszowatego z przewarstwieniem mułu na głębokości do 28 cm w odkrywce nr 3.

Zawartość CaCO₃ była zbliżona we wszystkich wyróżnionych jednostkach i nie przekroczyła 2,34%.

Niewielkie zróżnicowanie wystąpiło także w odczynie poszczególnych poziomów genetycznych opisanych gleb. Wahał się (tab. 4) od obojętnego do zasadowego (6,80–8,80).

PODSUMOWANIE

Analiza warunków edaficznych wykazała znaczące zróżnicowanie gleb w analizowanych wydzieleniach lasu wilgotnego z udziałem jesionu. Zróżnicowanie to odnosiło się do określenia dwóch lub trzech typów i podtypów gleb.

W wydzielaniu 218b, znajdującym się na stoku poprzecinanym źródłiskami z wodą powierzchniową spływającą do rzeki Główna (prawy dopływ Warty), głównym czynnikiem kształtującym glebę jest rzeźba terenu, a dokładniej jej nachylenie wynoszące przeciętnie 14%. Wraz z wodą w dół przemieszcza się materiał organiczno-mineralny, który uwidoczni się w warstwowym ułożeniu osadów deluwialnych. Zgromadzony w ten sposób materiał deluwialny o miąższości ponad 30 cm, stanowi podstawę do wyróżnienia gleby deluwialnej właściwej i próchnicznej (Czępińska-Kamińska i in., 2000). Wyraźna różnica miąższości poziomu próchnicznego w drugiej odkrywce jest związana z większym nagromadzeniem materiału deluwialnego w środkowej części stoku, zatrzymującego się na niewielkim wypłaszczeniu. U podnóża stoku wyróżniono ponadto obecność warstwy mułu, odgórnie podlegającego procesowi murszenia, zalegającego na gytii detrytusowej. W konsekwencji pozwoliło to na wyróżnienie gleby gytiowej, która nawiązuje do typu i podtypu gleby przypisanej w opisie taksacyjnym dla tego wydzielania. We wspomnianych odkrywkach zaobserwowano zmniejszenie zawartości węglanów wraz z głębokością, co jest wynikiem kumulowania się węglanów wtórnych w wierzchnich warstwach gleby (Charzyński i in., 2009). Zjawisko kumulowania węglanów wpłynęło również na obojętny lub zasadowy odczyn wierzchnich warstw gleby. Obecność węglanów sprzyja procesowi tworzenia trwałych substancji organicznych i akumulacji próchnicy (Sammel i in., 2008), stąd duża zawartość materii organicznej w analizowanych odkrywkach. Warto wspomnieć, iż obecność spływu powierzchniowego wody i wysoka żyzność siedliska (gleby eutroficzne i hipertroficzne) mogłyby wskazywać na wyróżnienie w tym miejscu łągu źródłiskowego jako odmiany lasu łągowego lub lasu wilgotnego rosnącego na stoku (Turczański, 2018). Jednakże w siedliskoznawstwie nie wyróżnia się takiej jednostki. Biorąc pod uwagę analizę gleby oraz skład gatunkowy drzewostanu, w tej sytuacji las wilgotny wydaje się najwłaściwszym typem siedliskowym lasu.

Teren wydzielania 224k znajduje się u podnóża wzgórza morenowego. Na skutek zalegania wody gruntowej i opadowej w obniżeniu terenu położonego wśród wysoczyzny wykształciły się gleba brunatna właściwa, czarna ziemia właściwa oraz gleba

murszasta. Opis taksacyjny podaje dla tego wydzielania gleby murszaste, co zgadza się w przypadku przeprowadzonej analizy glebowej dla odkrywki nr 3. Zmienność gleby jest związana z rzeźbą terenu. Pierwsza odkrywka jest zlokalizowana na szerokiej płaskiej części wydzielania, w najbliższej (względem pozostałych) odległości od podnóża wzniesienia morenowego, z którego pochodzi materiał macierzysty tej gleby – glina zwałowa. Druga odkrywka znajduje się w środkowej części wydzielania, poza wpływem ciężkich glin pochodzących ze wzgórza. Materiał macierzysty tworzący glebę to pył gliniasty, naniesiony przez wody płynące w holocenie, utrudniający przenikanie wody i przyczyniający się do jej stagnacji (Pazdro i Kozerski, 1990). Ostatnia odkrywka znajduje się na obszarze płytkiej niecki w miejscu, w którym koryto parowu zakręca w kierunku rzeki Główna. Dlatego poziom wody gruntowej jest tutaj położony najpłycej. Płynące wody osadziły w tym miejscu piasek słabo gliniasty i luźny. Opisane gleby są charakterystyczne dla siedlisk eutroficznych lasów wilgotnych. Wyjątkiem jest odkrywka pierwsza z glebą brunatną właściwą, która mogłaby wskazywać na siedlisko lasu świeżego. Jednakże, biorąc pod uwagę łączną analizę gleby oraz skład gatunkowy drzewostanu, można stwierdzić, iż las wilgotny jest siedliskiem najwłaściwszym dla tego wydzielania. Nadmienić należy, iż po zakończeniu niniejszych badań w wydzielaniu usunięto większość jesionu. Obecnie gatunkiem dominującym jest olsza czarna. Cięcia wynikały przede wszystkim ze słabego stanu zdrowotnego jesionu, który zwłaszcza na powierzchniach o znacznej wilgotności jest wysoce podatny na zamieranie wywołane grzybem *H. fraxineus* (Chumanová i in., 2019; Turczański i in., 2022; Vacek i in., 2017).

W wydzielaniu 243c poziom wody gruntowej jest najpłytszy spośród analizowanych odkrywek (od –54 cm do –90 cm). Płytko występująca woda wpłynęła na obecność oglejenia gruntowego w dolnych częściach profili. W tych warunkach wyróżniono trzy jednostki, tj. glebę murszastą, czarną ziemię murszastą oraz glebę murszowatą właściwą. Warto wspomnieć, iż w opisie taksacyjnym podano dla tego wydzielania gleby murszowate właściwe. Zmienność gleb na tak niewielkiej przestrzeni jest związana przede wszystkim z ukształtowaniem terenu oraz głębokością wody gruntowej. Czynnikiem różnicującym jest również

zawartość materii organicznej w poziomie próchnicznym. Najniższy procent materii organicznej stwierdzono w odkrywce 1 (3,81%). W połączeniu z obecnością poziomu diagnostycznego *melanic* pozwoliło to określić podtyp gleby murszastej, cechującej się największym odwodnieniem i mineralizacją wierzchnich poziomów z typu gleb murszowatych (Jarnuszewski, 2017). W środkowej części powierzchni, w najniższym punkcie wydzielenia, opisano czarną ziemię murszastą, charakteryzującą się najpłytszym poziomem wody gruntowej oraz największą zawartością materii organicznej. W trzeciej odkrywce stwierdzono glebę o podobnych parametrach. Cechą różniącą obie odkrywki jest obecność warstwy materiału murszowatego z przewarstwieniem mułu w odkrywce nr 3. Biorąc pod uwagę analizę gleby, płytki poziom wody gruntowej oraz skład gatunkowy drzewostanu, należy stwierdzić, iż dla tego wydzielenia można przypisać typ siedliskowy lasu wilgotnego w drugim wariantcie uwilgotnienia lub ols jesionowy. Warto nadmienić, że w rewizji planu urządzenia lasu na lata 2019–2028 zmieniono dotychczasowy typ siedliskowy lasu wilgotnego na ols jesionowy (Plan..., 2019).

Różnice w jednostkach glebowych, występujące między opisami taksacyjnymi a uzyskanymi wynikami, są związane z zastosowaną metodyką, która wyróżnia się znacznie większym zagęszczeniem wykonywanych odkrywek, aniżeli typowe prace urządzeniowe. Należy zwrócić uwagę na istotę dokładności prac typologicznych zmierzających do określenia właściwego typu siedliskowego lasu i tworzących go wszelkich elementów, m.in. składu gatunkowego drzewostanu i runa, typu gleby, wariantu uwilgotnienia, rodzaju, stopnia i głębokości lustra wody, gatunku gleby czy wybranych parametrów fizykochemicznych gleby. Zgodnie z Instrukcją urządzania lasu (2012), opis wydzieleni wraz z analizą warunków edaficznych tworzy się na podstawie charakterystyki terenu, którą dokumentuje się siecią punktów badawczych. Punkty zakłada się na powierzchniach podstawowych i pomocniczych. Lokalizacja powierzchni typologicznych ma różne zagęszczenie. Na przykład II stopień zagęszczenia siatki typologicznej oznacza, że zagęszczenie dla powierzchni podstawowych wynosi od 40–60 ha, a dla powierzchni pomocniczych 6–8 ha. Nieco dokładniejszą siatkę tworzy się dla obszarów z dużą liczbą małych kompleksów leśnych. Wówczas

powierzchnię podstawową tworzy się w każdym kompleksie, jeśli ma powierzchnię >20 ha, a pomocniczą w każdym wydzieleniu. Dlatego nawet przy największym zagęszczeniu powierzchnia pomocnicza przypada na ok. 5 ha. Dokładność takiej diagnozy siedliskowej dalece odbiega od faktycznego zróżnicowania warunków siedliskowych (Rutkowski, 2012). Stąd też zmienność gleb i jej parametrów fizykochemicznych, wykazana w niniejszej pracy, okazała się znaczna. Wynikała przede wszystkim ze specyfiki analizowanych siedlisk lasu wilgotnego, które znajdują się w pobliżu cieków z urozmaiconą rzeźbą terenu, wodami stagnującymi lub płynącymi, niosącymi ze sobą różne frakcje erozji rzecznej bądź stokowej.

Wyniki pracy są ponadto cenną wskazówką w badaniach ekologiczno-glebowych, w których powinno się dążyć do planowania większego zagęszczenia powierzchni badawczych w celu precyzyjniejszego poznania warunków edaficznych. Poznanie zmienności gleb drzewostanów z udziałem jesionu może pozwolić na dokładniejsze zrozumienie zjawiska zamierania gatunku, którego stan zdrowotny oraz odnowienie naturalne są skorelowane z warunkami edaficznymi (Turczański i in., 2022).

WNIOSKI

1. Analiza warunków edaficznych wykazała zróżnicowanie gleb w wybranych siedliskach lasu wilgotnego z udziałem jesionu wyniosłego. Zróżnicowanie to zostało wyrażone określeniem dwóch lub trzech typów i podtypów gleby dla danego wydzielenia.
2. Wybrane wydzielenia stanowią swoistą „mozaikę gleb”, których zmienność jest związana z naturalnymi procesami glebowymi, ukształtowaniem terenu, bliskością gleb o różnych właściwościach oraz odległością od cieku.
3. Proponowane w Instrukcji urządzania lasu zagęszczenie powierzchni typologicznych dla wybranych powierzchni nie zawsze może być wystarczające, by w pełni oddać zmienność warunków glebowych.
4. Wykazana zmienność gleb ukazuje potrzebę dokładniejszych analiz glebowych w środowiskach o zróżnicowanym reliefie, zwłaszcza w kontekście badań w dziedzinie ekologii gleby i poszukiwania relacji między stanem zdrowotnym drzew a warunkami edaficznymi.

PIŚMIENICTWO

- Bank Danych o Lasach [Forest Data Bank]. Pobrane 20 lipca 2019 roku z <https://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/mapy>
- Cekstere, G., Laivins, M., Osvalde, A. (2013). Destruction of young *Fraxinus excelsior* L. stands and mineral nutrition status in Latvia, a pilot study. Acta Biol. Univ. Daugavpil., 13, 15–27.
- Charzyński, P., Bednarek, R., Kabała, C. (2009). Klasyfikacja zasobów glebowych świata 2006, aktualizacja 2007 [World reference base for soil resources 2006, update 2007]. Toruń: Wyd. UMK [in Polish].
- Chumanová, E., Romportl, D., Havrdová, L., Zahradník, D., Pešková, V., Černý, K. (2019). Predicting ash dieback severity and environmental suitability for the disease in forest stands. Scand. J. For. Res., 34, 254–266. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2019.1584638>
- Człepińska-Kamińska, D., Januszek, K., Kowalkowski, A., Krzyżanowski, A., Okołowicz, M., Sienkiewicz, A., ..., Zielony, R. (2000). Klasyfikacja gleb leśnych Polski [Classification of forest soils in Poland]. Warszawa: Wyd. CILP [in Polish].
- Instrukcja zarządzania lasu. Część 2. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych [Forest management manual. Part 2. Instructions for distinguishing and mapping forest site types and plant communities in the State Forests] (2012). Warszawa: Wyd. CILP [in Polish].
- Jarnuszewski, G. (2017). Some physical properties of marsh developed on limnic limestones in NW Poland. Soil Sci. Ann., 68(3), 132–139. <http://dx.doi.org/10.1515/ssa-2017-0016>
- Kliczkowska, A., Zielony, R., Człepińska-Kamińska, D., Kowalkowski, A., Sikorska, E., Krzyżanowski, A., Cieśla, A., Czerepko, J. (red., 2004). Siedliskowe podstawy hodowli lasu. Załącznik nr 1 do zasad hodowli lasu [Habitat foundations for silviculture. Annex to the principles of silviculture]. Warszawa: Wyd. ORW LP [in Polish].
- Kujawa-Pawlaczyk, J., Pawlaczyk, P. (1998). Otulina Drawieńskiego Parku Narodowego. Inwentaryzacja przyrodnicza z programem ochrony przyrody [The buffer zone of the Drawieński National Park. Nature inventory with the nature conservation program]. Maszyn. [in Polish].
- Lityński, T., Jurkowska, H., Gorlach, E. (1976). Analiza chemiczno-rolnicza. Przewodnik metodyczny do analizy gleby i nawozów [Chemical and agricultural analysis. Methodological guide for soil and fertilizer analysis]. Warszawa: Wyd. PWN [in Polish].
- Matuszkiewicz, J. M. (2016). Problemy diagnozy i monitoringu siedlisk przyrodniczych w eutroficznych lasach [Problems of diagnosis and monitoring of natural habitats in eutrophic forests]. W: R. Zielony, Siedliska leśne zmienione i zniekształcone (s. 221–227) [Altered and disturbed forest habitats changed (pp. 221–227)]. Warszawa: Wyd. CILP [in Polish].
- Pazdro, Z., Kozerski, B. (1990). Hydrogeologia ogólna [General hydrogeology]. Warszawa: Wyd. Geologiczne [in Polish].
- Plan urządzenia lasu (2019). Projekt PUL dla Nadleśnictwa Babki na okres od 1 stycznia 2019 r. do 31 grudnia 2028 r. [Forest management plan (2019). PUL project for the Babki Forest District for the period from January 1, 2019 to December 31, 2028]. Poznań: Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych [in Polish].
- Pušpure, I., Matisons, R., Laiviņš, M., Gaitnieks, T., Jansons, J. (2017). Natural regeneration of common ash in young stands in Latvia. Baltic For., 23, 209–217.
- Rutkowski, P. (2012). Stan i perspektywy rozwoju typologii leśnej w Polsce [The state and prospects for the development of forest typology in Poland]. Rozprawy Naukowe 436. Poznań: Wyd. UP [in Polish].
- Sammel, A., Niedźwiedzki, E., Meller, E. (2008). Physical properties of muckous soils within the Odra River Flooded Plain. Soil Sci. Ann., 59(1), 192–197.
- Świtoniak, M., Kabała, C., Charzyński, P. (2016). Propozycja anglojęzycznych nazw jednostek Systematyki gleb Polski [Proposal of English equivalents for soil taxa names in the Polish Soils Classification]. Soil Sci. Ann., 67(3), 103–116 [in Polish]. <http://dx.doi.org/10.1515/ssa-2016-0013>
- Turczański, K. (2018). Wpływ warunków siedliskowych na kondycję jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) [The influence of habitat conditions on the health status of European ash (*Fraxinus excelsior* L.)]. Rozprawa doktorska. Poznań: Wydział Leśny, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu [in Polish].
- Turczański, K., Kaźmierczak, K., Zawieja, B. (2020a). Characteristic of chosen biometric features of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) due to the age of trees and the forest site type. Baltic For., 26(1), #400. <http://dx.doi.org/10.46490/BF400>
- Turczański, K., Rutkowski, P., Dyderski, M. K., Wrońska-Pilarek, D., Nowiński, M. (2020b). Soil pH and organic matter content affects European ash (*Fraxinus excelsior* L.) crown defoliation and its impact on understory vegetation. Forests, 11(1), #22. <http://dx.doi.org/10.3390/f11010022>

- Turczański, K., Dyderski, M. K., Andrzejewska, A. (2022). Drivers of ash (*Fraxinus excelsior* L.) natural regeneration spread into suboptimal sites – refugee or dead end? For. Ecol. Manag., 505, #119870. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119870>
- Vacek, Z., Vacek, S., Bulušek, D., Podrázský, V., Remeš, J., Král, J., Putalová, T. (2017). Effect of fungal pathogens and climatic factors on production, biodiversity and health status of ash mountain forests. Dendrobiology, 77, 161–175. <http://dx.doi.org/10.12657/denbio.077.013>
- Zaręba, R. (1986). Znaczenie jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) w gospodarce leśnej kraju [The importance of the common ash (*Fraxinus excelsior* L.) in the country's forest management]. Sylwan, 130(7), 9–16 [in Polish].
- Zielony, R., Kliczkowska, A. (2012). Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski [The natural-forestry regionalization of Poland 2010]. Warszawa: Wyd. CILP [in Polish].

VARIABILITY OF SOIL CONDITIONS IN HABITATS WITH EUROPEAN ASH (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.) BASED ON MOIST BROADLEAVED FOREST. A CASE STUDY

ABSTRACT

Admission. The high biodiversity of moist broadleaved forests is correlated, among others, to the wide fertility gradient and variability of soil conditions. Microhabitat conditions play a crucial role in this case, as they are shaped by the access of light to the forest floor, undergrowth and stand vegetation, habitat moisture, and physical and chemical properties of soil.

Aim of the study. The study aimed to determine the variability of soil conditions of selected patches of moist broadleaved forests with a dominance of European ash (*Fraxinus excelsior* L.).

Material and methods. The analysis of soil conditions was carried out in three forest sub-compartments described as moist broadleaved forests dominated by European ash (share > 60%). Within each stand, three soil pits were dug (the distance of individual soil pits was max. 60 m). The variability of topography determined the location of soil pits. The analysis included a description of soil profiles and selected physicochemical properties of soil samples (including soil texture, organic matter content, soil and litter pH, and calcium carbonate content).

Results and conclusions. As a result of the analyses significant variability of soils was described. Within a given sub-compartment, two or three soil types were distinguished (brown, colluvic, black earth, postmursic, and limnic soil) or different soil subtypes. Moreover, other soils were shown as those given in the forest taxation descriptions, which is valuable information when planning a higher density of typological areas within moist habitats. The results constitute a useful hint for soil and ecological research. One should strive to plan a greater density of research plots to understand the edaphic conditions better. It is essential when looking for relationships between the habitat and the health status of European ash, which suffers as a result of lowering groundwater table levels and the disease caused by the fungus *Hymenoscyphus fraxineus*.

Keywords: differentiation of edaphic conditions, landform, type and subtype of soil, moist broadleaved forest, *Fraxinus excelsior* L.