

BARBARA UBYSZ

Ocena stanu żywotności jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) w drzewostanach po powodzi w 1997 roku na terenie Nadleśnictwa Przytok

Assessing the vitality of common ask (*Fraxinus excelsior* L.)
in stands after the flood of 1997 on the Przytok Forest District area

Cel i zakres pracy

Celem pracy była ocena stanu żywotności drzew jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) w drzewostanach na siedlisku olsu jesionowego, lasu wilgotnego i lasu mieszanego świeżego na terenie RDLP w Zielonej Górze w Nadleśnictwie Przytok, w Leśnictwie Bobrowniki oraz prognoza dotycząca ich dalszego losu.

Wiek badanych drzewostanów kształtował się od 96 lat (pododdział 177f), przez 108 (pododdziały 198a i 200h) do 138 lat (pododdział 178c). Zadrzewienie wynosiło od 0,3 do 0,5-0,6, a zwarcie było luźne. Przeważały drzewostany II bonitacji, rosnące w dolinie rzeki Śląskiej Ochli.

Badania wykonano w końcu listopada. Na skutek zrzucenia liści i przejścia drzew w stan spoczynku zimowego niemożliwe było określenie ich żywotności na podstawie oceny wizualnej i postawienie diagnozy stwierdzającej, czy drzewa jesionu po powodzi będą jeszcze rokowały nadzieję na przeżycie i wypuszczenie pędów wiosną, czy też i w jakim stopniu zostały uszkodzone bądź były martwe już w momencie badań. Zupełnie zielone liście drzew jesionów po powodzi reagowały powszechnym przedwczesnym usychaniem. Na części drzew pozostały one jeszcze do momentu wykonywania pomiarów. Woda, stagnująca przez sześć tygodni, sięgała w badanych drzewostanach do wysokości 2,5 m nad powierzchnią ziemi.

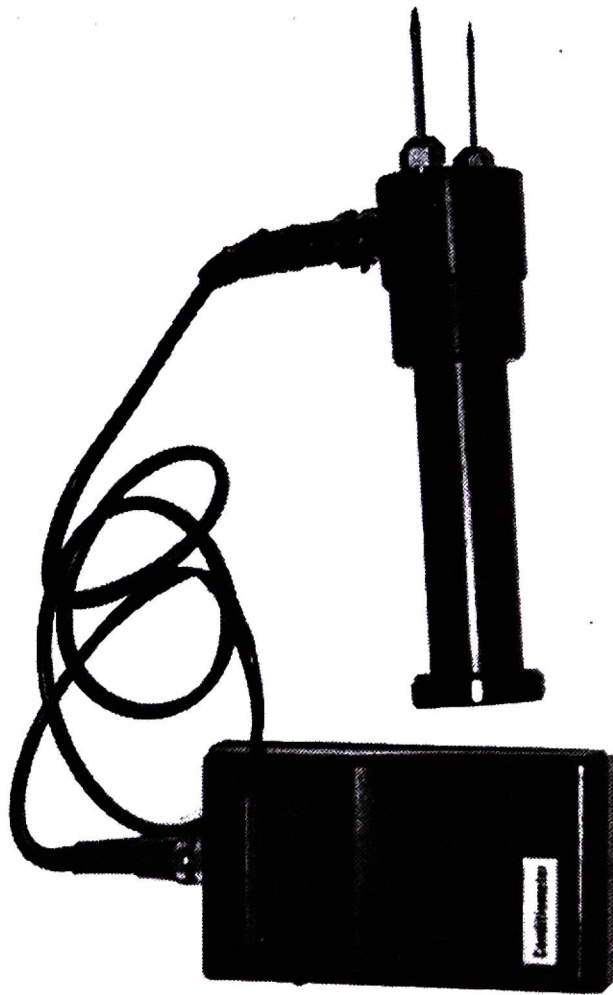
Metodyka prac

Cel pracy uzyskano przez pomierzenie oporu elektrycznego warstwy tkanek przykambialnych jesionów. Na tej podstawie określono ich aktualną kondycję (żywołność) oraz postawiono prognozę na temat prawdopodobieństwa ich przeżycia po powodzi.

Badania dotyczyły drzewostanów dotkniętych powodzią w lipcu 1997 roku w pododdziałach: 177f, 178c, 198a i 200h na ogólnej powierzchni 44,46 ha. W związku z tym, że pomiary oporu elektrycznego strefy przykambialnej (OEK) drzew mają jedynie charakter względny (zależny od wielu czynników, np. warunków meteorologicznych, dobowej i rocznej rytmiki procesów fizjologicznych drzew, gatunku drzewa, jego grubości, wieku i wysokości, siedliska, warunków wzrostu itp.) nieodzowne było ustalenie poziomu odniesienia drzew kontrolnych (czyli zdrowych) dla drzew, które ucierpiały wskutek powodzi. Według informacji leśników, gospodarujących na tym terenie, jedynymi możliwymi do takich porównań, a znajdującymi się w pobliżu drzewami były jesiony rosnące w pododdziale 170a. W tym miejscu, tj. między wałami przeciwpowodziowymi, powódź miała bowiem charakter jedynie okresowego wzmożonego przepływu wody. Nie notowano tam jednak jej dłuższego stagnowania, co działo się na pozostałym obszarze, gdzie występował jesion. Nie obserwowano też tam zmian w wyglądzie jesionów po powodzi w przeciwieństwie do tych miejsc, gdzie woda występowała w sposób długotrwały.

Stan żywołności jesionów oceniono, wykorzystując metodę elektrofizjologiczną (elektrometryczną), polegającą na ustaleniu wartości przewodnictwa elektrycznego tkanek strefy przykambialnej. Traktuje ona wielkości bioelektryczne jako integralne wskaźniki, które informują o biochemicznych i biofizycznych procesach przebiegających w żywym organizmie i wszelkich przejawach żywołności. Obok uniwersalności i dokładności metody istotnymi jej zaletami są: prostota i szybkość pomiaru, umożliwiającą masowe badania; łatwość przekazywania i przetwarzania informacji w jednoznacznej postaci (sygnałów elektrycznych), a wreszcie minimalne uszkodzenie obiektu badań. Posłużono się przyrządem pod nazwą **CONDITIONMETER AS-1** (kondycjometr) niemieckiej firmy **Bollman Elektronik Systeme GmbH** (Riealsingen). Mierzonym parametrem jest opór elektryczny kambium (OEK) drzew, a ściślej warstwy tkanek przykambialnych. Urządzenie składa się z miernika elektronicznego, specjalnej dwuigielnej sondy pomiarowej (z wymiennymi igłami stalowymi pokrytymi teflonem, których końce nie są zaizolowane) do badania witalności żywych drzew (ryc.). Zakres pomiarowy wynosi 1-2000 k Ω . Przyrząd wysyła prąd elektryczny w postaci impulsów wysokiej częstotliwości (dla uniknięcia reakcji elektrochemicznych) między końcami sond do tkanki drzewa i mierzy jej opór wobec tego prądu w kiloomach. Porównanie oporów, które drzewa przeciwstawiają temu prądowi umożliwia wnioskowanie o ich względnej żywołności.

Sondę, przy ustawieniu igieł w płaszczyźnie pionowej (do powierzchni ziemi) wkuwa się prostopadle do pnia przez korę w warstwę tkanki kambium i odczytuje wartości wskazań na mierniku. Wskazanie kondycjometru bazuje na szybko zmieniającym się dokładnym pomiarze testowanego obiektu wobec impulsu. Jeżeli opór pozostaje stały, wskazanie nie zmienia się lub zmienia tylko o kilka punktów. Powinno się ono uspokoić względnie dojść do stanu bliskiego spokojowi. Wartość wskazania przy pomiarze żywołności ma znaczenie tylko przy żywej lub obumierającej tkance strefy kambialnej, nie zaś w przypadku martwej



RYC. Przyrząd do pomiaru oporu elektrycznego warstwy tkanek przykambialnych drzew
- CONDITIOMETER AS-1

tkanki (do tego służą specjalne, elastyczne sondy pomiarowe, ale wówczas mniejszy opór elektryczny oznacza uszkodzenie – zgniliznę, mursz, zbutwienie, pustą przestrzeń, a więc odwrotnie niż przy tkance żywej). Aby otrzymać wartość średnią wskazania, producent zaleca wykonywanie przynajmniej trzech pomiarów na każdym z co najmniej 10 drzew tego samego gatunku.

Wysokie wartości wskazują na nieznaczne nasycenie tkanek żywych roztworami fizjologicznymi i małą witalność, małe – na dużą żywotność. Im więcej wody i jonów znajduje się we floemie i kambium, tym lepsze jest również przewodnictwo elektryczne tych tkanek i tym mniejszy mierzony opór elektryczny. Uszkodzone drzewa (fizjologicznie osłabione) jednakowej grubości transportują w porównaniu ze zdrowymi osobnikami przeciętnie mniej wody i soli mineralnych (Tomiczek 1987). W zdrowym drzewostanie natomiast im wyższa wartość populacyjna drzewa, tym mniejsze jest wskazanie kondycjometru. Pomiar porównawcze zaleca się wykonywać w jednakowym czasie, przy stabilnych warunkach meteorologicznych.

W celu oceny kondycji jesionów pomierzono wszystkie drzewa tego gatunku w wymienionych pododdziałach. Pomiarów dokonywano na wysokości pierśnicy, co najmniej z czte-

rech stron pnia, prostopadłych do siebie nawzajem. Zasadniczo przyjęto czterokrotny pomiar OEK wokół pnia. Jednakże przy drzewach grubszych bądź pomiarach nasuwających wątpliwości zwiększano ich liczbę do 5, a nawet 6. Równolegle notowano wartości pierśnic mierzonych drzew (konieczne do porównań OEK drzew po powodzi i kontrolnych) oraz numerowano trwale ich pnie. Odnotowywano też dodatkowe informacje typu – pozostawanie na gałęziach zielonych, martwych liści, rozwidlenia pnia, opanowanie drzew przez owady, ślady dzięcioła. Pomiarami objęto wszystkie jesiony znajdujące się na zalanych terenach (łącznie 784 szt.) oraz 20 jesionów uznanych za kontrolne (zdrowe – o dobrej żywotności) do ustalenia poziomu odniesienia dla drzew po powodzi.

Analizie poddano każde drzewo osobno. Opracowanie wyników pomiarów polegało na obliczeniu dla każdego drzewa:

- średniej wartości OEK, oznaczonej symbolem R_{dk} (kontrolne), R_{dp} (popowodziowe),
- odchylenia standardowego pomiaru OEK (s_{dv}),
- asymetrii* rozkładu (czterech pierwszych) wartości OEK na obwodzie pnia,
- wartości OEK drzew po powodzi (R_{dp}) wyrażone w procentach maksymalnego OEK ustalonego na podstawie pomiarów drzew kontrolnych w przedziałach klas grubości.

Ponadto wymienione charakterystyki policzono też dla populacji drzew w poszczególnych oddziałach oraz grupach drzew uzyskanych w wyniku ich sortowania według różnych parametrów i wydzielenia uszkodzonych. Dla tych grup drzew obliczono również średnie wartości pierśnicy.

Wyniki i dyskusja

Pomiary wykonano od 20 do 22.11.1997 roku w godzinach odpowiednio: 10.00-16.00, 9.30-16.00 i 8.55-14.45. Temperatura powietrza w tych dniach wynosiła od ok. 1,6 do 4°C, a wilgotność względna powietrza około 60%. Pierwszy dzień był słoneczny, a w pozostałe występowało znaczne zachmurzenie.

Na podstawie wyników pomiarów jesionów zdrowych ustalono średnie wartości OEK dla zmierzonych klas grubości. Przyjmując zmienność $2s_{dv}$ (odchylenia standardowe) określono zakresy normalnych (a więc drzew zdrowych – nie uszkodzonych) wartości OEK jesionów w różnych klasach grubości. To pozwoliło przyjąć maksymalne wartości OEK drzew w zmierzonych klasach grubości. W tych klasach grubości, dla których niemożliwe okazało się uzyskanie danych pomiarowych (ze względu na ograniczoną populację drzew kontrolnych i niewystępowanie tych drzew we wszystkich klasach grubości – por. rozdz. 2.), maksymalne wartości OEK drzew oszacowano metodą interpolacji. Do analiz dotyczących drzew po powodzi jako poziom odniesienia przyjęto, zamieszczone w tabeli 1, maksymalne wartości OEK zdrowych jesionów w zależności od ich pierśnicy.

* Asymetrią rozkładu wartości OEK na obwodzie pnia nazwano procent, jaki stanowi różnica między sumą dwóch największych wartości OEK a sumą dwóch pozostałych wartości w stosunku do średniej wartości OEK czterech kierunkowych wartości pomiarów.

TABELA 1
Maksymalne wartości oporu elektrycznego warstwy tkanek przykambialnych kontrolnych (zdrowych) drzew jesionów

Pierśnica [cm]	Maksymalna wartość OEK jesionów (R_{dk}) [k Ω]
<30	60
30-80	50
>80	40

Obliczone (dla populacji drzew w poszczególnych pododdziałach) średnie wartości OEK jesionów po powodzi, odchylenia standardowe, asymetrie rozkładu wartości OEK wokół pnia i wartości OEK drzew po powodzi (R_{dp}) wyrażone w procentach maksymalnego OEK przyjętego dla drzew kontrolnych przedstawiono w tabeli 2. Przedstawione parametry dla drzew po powodzi istotnie różniły się od wartości uzyskanych z drzew kontrolnych.

TABELA 2
Parametry dla populacji drzew poszczególnych pododdziałów wyliczone na podstawie zmierzonych wartości oporu elektrycznego warstwy tkanek przykambialnych jesionów popowodziowych

Pododdział	Średnia wartość OEK (R_{dp}) [k Ω]	Odchylenie standardowe [k Ω]	Asymetria rozkładu OEK wokół pnia [%]	Średni OEK wyrażony w % OEK drzew kontrolnych
177f	157,70	250,81	63,65	287
178c	147,26	187,82	78,04	291
198a	58,71	51,80	49,48	116
200h	126,69	210,58	64,81	240
170a				
Kontrola	30,60	6,48	21,93	–

Szczegółowa analiza wyników pomiarów i poczynionych obliczeń pozwoliła wyróżnić wśród jesionów, będących pod wpływem oddziaływania powodzi, trzy grupy drzew, a mianowicie:

- drzewa, których parametry nie odbiegały istotnie od drzew kontrolnych (zdrowych). Za graniczną – maksymalną – wartość OEK dla nich uznano 50k Ω ;
- drzewa, których wartość OEK kształtowała się od 51 do 100 k Ω ;
- drzewa, których wartość OEK przekroczyła wartość 100 k Ω .

Liczebności poszczególnych grup oraz ich procentowy udział i średnie wartości pierśnic przedstawiono w tabeli 3.

TABELA 3

Liczebność drzew w poszczególnych grupach żywotności wyróżniona na podstawie zmierzonych wartości OEK jesionów

Pododdział	Liczebność drzew w grupach żywotności						Liczebność drzew ogółem	
	nieuszkodzone		średnio uszkodzone		bardzo silnie uszkodzone		szt.	%
	szt.	%	szt.	%	szt.	%		
177f	39	37	31	29	36	34	106	100
178c	32	20	52	33	75	47	159	100
198a	31	62	13	26	6	12	50	100
200h	200	43	108	23	161	34	469	100
Ogółem	302	39	204	26	278	35	784	100

Wykonano również przykładową próbę określenia stopnia uszkodzenia grupy 10 jesionów z klasy grubości (51-60 cm) z pododdziału 178c za pomocą opracowanej ostatnio metody do diagnozowania drzewostanów sosnowych po pożarze (Ubysz B. i wsp. 1996, Ubysz B. 1997, 1998a, 1998b). Metoda ta polega m.in. na ustalaniu stopnia uszkodzenia popożarowego grupy 10 drzew danej klasy grubości (na podstawie pomiarów OEK na 10 drzewach na pożarzysku i 10 kontrolnych poza nim w sąsiadującym drzewostanie zbliżonym pod względem przyrodniczo-lesnym). Jako parametry różniące drzewa popożarowe od kontrolnych (zdrowych) w tej metodzie przyjęto ilorazy wartości OEK drzew popożarowych do kontrolnych (pierwszy element cząstkowego wskaźnika uszkodzenia) oraz ilorazy asymetrii rozkładu wartości OEK wokół pnia drzew popożarowych do kontrolnych (drugi element cząstkowego wskaźnika uszkodzenia w wariancie A metody, tj. bardziej szczegółowej – 4-stopniowej) lub też samą wartość tej asymetrii drzew popożarowych (jako drugi element cząstkowego wskaźnika uszkodzenia w wariancie B metody, bardziej ogólnej – trzystopniowej). Zastosowanie opisanego algorytmu w wypadku jesionów wykazało maksymalne wartości stopni uszkodzenia w obu wariantach metody. Odnosząc poszczególne drzewa do grupy drzew kontrolnych uzyskiwały one też w większości maksymalne wartości pierwszego elementu cząstkowego wskaźnika uszkodzenia (będącego ilorzem wartości OEK wyrażonych logarytmem naturalnym drzewa uszkodzonego do kontrolnych). Drugi element tego wskaźnika w tym wypadku nie zawsze się ujawniał. Dotyczył on bowiem asymetrii rozkładu wartości OEK wokół pnia, która okazała się istotnym czynnikiem w drzewostanach popożarowych w związku z różnym stopniem opalenia pnia od strony zawietrznej i nawietrznej.

Podczas wykonywania pomiarów zaobserwowano, że wskutek zaistniałej powodzi spośród trzech gatunków drzew (jesion, dąb i olcha) rosnących w tych drzewostanach tylko jesion wyniosły uległ uszkodzeniu. Jesion okazał się odporniejszy na sam okresowy zwiększony przepływ wody, nieodporny zaś na stagnującą wodę zalewową podczas powodzi. Według literatury jesion jest gatunkiem o podwyższonej tolerancji na nadmiar wody (Karolewski P. 1995 za Čermákem i wsp. 1987, Disterem 1983). Ostatni z wymienionych autorów,

szeregując gatunki pod kątem ich wytrzymałości na zalewanie podłoża o strukturze gliniasto-ilastej, podaje, że *F. excelsior* L. wytrzymuje 40 dni zalania gruntów w ciągu roku, a *Quercus robur* – 97. Również Vlad (1944) i Farsky (1957) wskazują na mniejszą w porównaniu z innymi gatunkami wytrzymałość *F. excelsior* L. na nadmiar wody. Karolewski (1995) podkreśla, że istotnym czynnikiem determinującym tolerancję drzew na zalanie gruntu jest jakość wody. Wytrzymałość roślin w takich warunkach jest znacznie większa, gdy woda jest świeża i płynąca, a nie stagnująca, co prowadzi do zmniejszenia zawartości w niej tlenu oraz uintensywnienia procesów gnilnych i chorobotwórczych. Właśnie ten ostatni przypadek wystąpił na terenie badanych drzewostanów.

Podsumowanie i wnioski

- Badania pozwoliły uznać, że jesiony należące do grupy:
 - nie wykazującej podniesionych istotnie wartości średnich OEK ($R_{dp} \leq 50 \text{ k}\Omega$) wobec kontrolnych można było potraktować jako drzewa nie uszkodzone wskutek powodzi;
 - wykazującej wyraźny wzrost średnich wartości OEK, tj. spełniających warunek $51 \leq R_{dp} \leq 100 \text{ k}$, potraktowano jako średnio uszkodzone. Prawdopodobnie – jeszcze w chwili wykonywania pomiarów – były one żywe, ale wyraźnie osłabione i wymagały dalszej obserwacji ich stanu zdrowotnego lub nawet usunięcia. Taką potrzebę potwierdziła później analiza kilku ściętych próbnie drzew;
 - wykazującej bardzo znaczny wzrost średniej wartości OEK ($R_{dp} > 100 \text{ k}\Omega$) bądź też niekiedy już martwe partie kambium na obwodzie pnia (dające na mierniku z jego lewej strony wartość "1", świadcząca o gotowości przyrzędu do pracy i pustej przestrzeni dookoła sondy) lub też właśnie ostatnie stadium rozkładu martwej warstwy kambialnej z towarzyszącym jej istotnym obniżeniem się tego parametru do wartości mniejszej niż w żywych tkankach (Rigolot [1990] a również Jura i wsp. [1990] uważają wartości pomiarowe $\text{OEK} < 10 \text{ k}\Omega$ za mało wiarygodne) potraktowano jako drzewa bardzo silnie uszkodzone przez powódź. Jesiony te wymagały usunięcia przed wiosną celem uniknięcia strat w wyniku żeru szkodliwych owadów bądź ich opanowania i rozkładu przez grzyby pasożytnicze.
- Spośród ogólnej liczby 784 zbadanych jesionów popowodziowych 35% zostało uznanych za bardzo silnie uszkodzone, 26% za średnio uszkodzone, a poszczególne liczebności grup przedstawiono w tabeli 3. Z informacji uzyskanych od pracowników nadleśnictwa wiadomo, że wyniki badań zostały potwierdzone podczas usuwania uszkodzonych drzew.
- Stwierdzono również, że prawie wszystkie jesiony z pozostającymi (podczas pomiarów w końcu listopada) zielonymi, zaschniętymi liśćmi wykazywały wyraźnie podwyższone wartości OEK, wskazujące na ich uszkodzenie.

Literatura

1. Jura S., Sequens J., Glomb V. 1990, Některé výsledky a zkušenosti s měřenivitality stromů elektrickou odporovou metodou, Lesnictvi 36, č. 8, 663-673.
2. Karolewski P. 1995, Odporność na czynniki abiotyczne, s. 443-468. W: Jesion wyniosły. *Fraxinus excelsior* L. Nasze drzewa leśne. Monografie popularnonaukowe T. 17. PAN Instytut Dendrologii, Poznan – Kórnik 1995.
3. Rigolot E. 1990, *Pinus halepensis* and *Pinus pinea* survival after wildfire: First results, Proceedings of the International Conference on Forest Fire Research 19-22 November, Coimbra, Portugal.
4. Tomiczek Ch. 1987, Schadensbeurteilung einer Waldbrandfläche mittels Digitalimpulsstromgerät, Österreichische Forstzeitung, Nr 4, 78.
5. Ubysz B. i in. 1996, Próba zastosowania metody elektrofizjologicznej do diagnostyki stanu popożarowego drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), dokumentacja IBL, maszynopis, Warszawa.
6. Ubysz B. 1997, Przydatność metody elektrofizjologicznej do diagnostyki stanu zdrowotnego sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) po pożarach, rozprawa doktorska, maszynopis, Warszawa.
7. Ubysz B. 1998a, Wpływ pożaru na drzewostany sosnowe. W: Pierwsza Konferencja Bałtycka na temat pożarów lasu, Warszawa – Radom – Katowice – Polska, 5-8. maja 1998 roku (opracowanie pod kier. Tytusa Karlikowskiego, Warszawa 1998, MOŚ-ZNiL, FAO/ECE/ILO, IBL, NFOSiGW, DGLP, s. 256 – 268.
8. Ubysz B. 1998b, The Evaluation of an Electrophysiological Method for Assessing Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Individuals and Stands Viability after a Forest Cover Fire, Proceedings of the 3rd International Conference on Forest Fire Research and 14th Conference on Fire Forest Meteorology 16-20th November 1998, Luso – Coimbra, Portugal, pp. 1795-1808.

Zakład Ochrony Przeciwożarowej Lasu
Instytut Badawczy Leśnictwa
Sękocin Las, 05-550 Raszyn

Summary

Assessing the vitality of common ask (*Fraxinus excelsior* L.) in stands after the flood of 1997 on the Przytok Forest District area

The work aimed at estimation of vitality in trees of common ask (*Fraxinus excelsior* L.) in the stands flooded in July 1997 on the RDLP Zielona Góra area. The matter concerned a fast assessment (other than visual) of vitality of ask trees well before spring and removal of dying or irreversibly heavily damaged during the nearest season of winter harvesting for avoiding additional qualitative losses in raw wood. The assessment of actual condition (vitality) and forecast of the further fate of trees were made basing on measurements of

electrical conductivity in tissues of peri-cambial zone. A device called Condiometr Ag-1 was used to measure electric resistance of the peri-cambial tissue layer (OEK). It was measured on all trees of this species occurring on flooded areas (784 trees) and on 20 recognized as control ones (non-damaged, of good vitality) for establishing the reference level for trees after the flood. Each tree was given under analysis separately, calculating the following features: mean value of OEK, standard deviation (sdv) of the measurement, asymmetry of OEK value distribution around the stem, OEK value for tree after flooding, expressed as percentage of maximum OEK, established on the basis of measurements on control trees in diameter class intervals. Assuming variability ± 2 sdv, the ranges of normal (for control trees) OEK values for ask trees by diameter classes were determined. This allowed to adopt their maximum values. The results gained allowed to divide ask trees from after flood areas into three groups:

- not showing mean OEK values significantly increased ($\leq 50 \text{ k}\Omega$) as compared to control ones (they were treated as trees undamaged by the flood);
- showing a clear increase of mean OEK values (≥ 51 and $\leq 100 \text{ k}\Omega$), recognized as mean damaged and constituting 26%,
- showing a very high increase of mean OEK values ($>100 \text{ k}\Omega$), or sometimes already dead parts of bast around the stem (recognized as very heavily damaged, constituting 35%.

The study results were confirmed during removal of damaged trees. From among three tree species (ask, oak, and alder) growing in those stands, only ask underwent to damage, showing lack of resistance against stagnating water during the flood.