

## Rezerwat jodłowy „Tisovik” w parku narodowym „Belavežskaja Pušča” na Białorusi

The „Tisovik” reserve of Silver fir in the Belarusian national park „Belavezhskaya Pushcha”

Adolf F. Korczyk

Politechnika Białostocka, Zamiejscowy Wydział Leśny, ul. Piłsudskiego 8, 17–200 Hajnówka

Tel. +48 694 056 850, e-mail: adolfkorczyk@gmail.com

**Abstract.** Silver firs (*Abies alba* Mill.) of natural origin occurring in the Belorussian part of the Białowieża Primeval Forest constitute an enclave situated 120 km to the north-east of a dense fir stand in the Polish part of the forest. In order to protect this population a reserve called „Tisovik” was established. In this study, plant communities occurring in the „Tisovik” reserve were described and its fir population (20 trees) was characterized in terms of its genetic structure.

**Keywords:** *Abies alba* Mill., forest communities, nature protection, „Belavezhskaya Pushcha”, Belarus

### 1. Wstęp

Występowanie jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w Puszczy Białowieskiej zostało odnotowane po raz pierwszy przez Górskiego w 1829 roku. Od tej chwili ukazało się sporo informacji na ten temat. Zostały one zestawione chronologicznie poniżej:

- 1823 Jodłę w Puszczy Białowieskiej odkrył Górski (1829) w niewielkiej enklawie leśnej na glebie mineralnej położonej wśród rozległych bagien „Dzikiego Nikora”, w oddz. 562 w uroczysku „Cisówka” (jodła była zwana przez miejscową ludność białym cisem). Najgrubszy pień miał w odziomku średnicę do 3 stóp (ok. 90 cm). Górski uznał to stanowisko jodły za naturalne.
- 1830 Jundziłł wymienił stanowisko jodły w Puszczy Białowieskiej w opisie roślin Litwy. Podobnie Eichwald pisał o stanowisku rodzimej jodły w Puszczy Białowieskiej. Obaj autorzy nie podali źródeł tych informacji.
- 1863 Semenov zamieścił informacje o występowaniu jodły w Puszczy Białowieskiej w słowniku imperium rosyjskiego (Slovar’ Rossijskoj Imperii).
- 1884 Bretschneider stwierdził obecność niewielkiej liczby jodeł w uroczysku „Cisówka” (za Szaferem 1920a).
- 1887–88 Błoński, Drymmer i Ejsmond znaleźli w uroczysku Cisówka kilkaset jodeł, które „na wysokości człowieka miały 5 do 6 cali grubości”. Powierzchnia uroczyska „Cisówka” wynosiła wówczas ok. 22 ha, w tym jodła zajmowała 7–9 ha (Błoński, Drymmer 1889).
- 1889 Kóppen przypisał Eichwaldowi odkrycie jodły w Puszczy Białowieskiej (za Szaferem 1920a).
- 1891 Hasło „Białowieska Puszcza” w „Słowniku Encyklopedycznym” (Brokhaus, Efron 1891) zawiera informację, że jodła rośnie wśród błot „Dzikiego Nikora”.
- 1897 Archipov (1897) wymienił jodłę wśród gatunków drzewiastych występujących w Puszczy Białowieskiej.
- 1902 Genko (1902, 1903) podał, że w uroczysku „Cisówka” o powierzchni 15,08 ha rosą liczne naloty jodłowe i drzewa o pierśnicy od 17 cm do 27 cm, a pierśnica najgrubszej jodły wynosi 57,8 cm. Stanowisko to uważał za naturalne.
- 1918 Graebner i Steinecke (1918) podali, że na „Cisówce” rosło ok. 200 jodeł o wysokości nieco powyżej 2 m oraz kilka drzew o pierśnicy od 12 do 15 cm i średnim wieku ok. 40 lat. Voit (1918) uznał ten drzewostan za sztucznie posadzony.
- 1920 Szafer znalazł w uroczysku „Cisówka” ok. 100 jodeł o pierśnicy od 12 do 34 cm oraz jedno stare drzewo o pierśnicy 120 cm i wysokości 33,5 m, którego wiek na podstawie niepełnego wywiertu określił na 190–200 lat. Odnotował również obecność 2–5-letnich nalotów jodłowych. Brak podrostu jodłowego tłumaczył nadmierną liczebnością jeleni. Ponadto opisał dwa świeżo ścięte drzewa o pierśnicach 18 i 30 cm, których wiek określił (na wysokości 1 m od szyi

Wpłynęło: 5.03.2014 r., zrecenzowano: 19.08.2014 r., zaakceptowano: 29.09.2014 r.

korzeniowej) na 57 i 47 lat. Według Szafera skupienie jodły na „Cisówce” ma wszelkie cechy skupienia pierwotnego, a odosobnienie stanowiska jodły wśród bagien było okolicznością sprzyjającą przechowaniu się tego gatunku drzewa. Szafer uważał, że zasięg jodły cofa się w kierunku południowo-zachodnim. Dlatego wyspowe stanowisko białowieskiej jodły, oddalone o ok. 120 km na północny wschód od zwartej jodły, uznał za pozostałość tej fali roślinności typu południowo-zachodniego, która w fazie tzw. optimum klimatycznego, po cofnięciu się lądolodu dyluwialnego, sięgnęła przejściowo w Europie daleko ku północnemu wschodowi (Szafer 1920a).

- 1921 Na wniosek Państwowej Komisji Ochrony Przyrody populacja jodły pospolitej rosnąca w oddz. 562 została objęta prawną ochroną jako rezerwat „Cisówka” (Karpiński 1929).
- 1922 Kłoska (1922) zinwentaryzował w uroczysku „Hubar” w oddz. 738 jedną jodłę o pierśnicy 37,5 cm, wysokości 22 m, w wieku ok. 70 lat, oraz 3 drzewka w wieku 5, 7 i 10 lat i kilkadziesiąt nalołów 1-letnich i 2-letnich. Stanowisko to, oddalone o 18 km od rezerwatu jodłowego w „Cisówce”, uznał za naturalne.
- 1922 W lipcu burza powaliła najstarszą jodłę w rezerwacie „Cisówka”. Miała ona wysokość 36 m oraz obwód na wysokości 1,3 m 320 cm. W sąsiedztwie zwalonego drzewa rosły 74 młodsze jodły (Romanów 1922).
- 1924 Wiśniewski (1924) potwierdził występowanie jodły w uroczysku „Hubar”. Znalazł jedną jodłę 70-letnią, dwie w wieku 8 i 10 lat oraz bardzo liczne naloty 1–3-letnie. Podał również (niesprawdzoną) wiadomość o znalezieniu jodły w Puszczy Lackiej (północno-zachodnia część Puszczy Białowieskiej).
- 1925/26 Mattfeld (1925, 1926), opierając się na publikacjach polskich, rosyjskich i niemieckich przyrodników, uznał jodłę w uroczysku „Cisówka” za naturalne stanowisko wyspowe.
- 1928 Paczowski (1928, 1930) napisał, że w uroczysku „Hubar” największa jodła została ścięta i pozostało tam zaledwie kilka bardzo małych drzewek. Natomiast w rezerwacie „Cisówka” rosło w tym czasie 255 jodeł o pierśnicy od 7 do 38 cm. Paczowski podkreślał przy tym, że grąd z udziałem jodły jest wzorem pralasu i należy do reliktowych drzewostanów, które kiedyś były bardziej rozpowszechnione w Puszczy Białowieskiej.
- 1928 Paszewski, który pobrał materiały do analiz pyłkowych w 8 torfowiskach, znalazł pyłek jodły (1%) jedynie w dwóch odwiertach na torfowisku sfagnowym w oddz. 588, położonym na zachód od „Cisówki” w odległości ok. 4 km, na głębokości 50 cm, odpowiadającej mniej więcej okresowi atlantyckiemu (Paszewski, Poznański 1935).
- 1933 Karpiński (1933) uznał, że brak takich korników jak: *Pityokteines curvidens* Germ., *P. spinidens* Reit, *P. vorontzovi* Jacobs. oraz *Pissodes piceae* Ill. świadczy o sztucznym pochodzeniu jodły w „Cisówce”, w tym 200-letniej jodły znalezionej przez Szafera w 1920 r. Pozostałe jodły uznał za potomstwo tego drzewa.
- 1935 Paszewski (1937) znalazł pyłek jodły w torfowisku niskim „Dzikiego Nikora”, w najbliższym sąsiedztwie rezerwatu „Cisówka”, na głębokości 75 i 125 cm (po 0,5%). Oceniał, że jodła w żadnym okresie nie występowała w Puszczy Białowieskiej obficie. W rezerwacie „Cisówka” znalazł on ok. 100 żywych dojrzałych (drzewiastych) jodeł oraz „jodły młodsze, różnowiekowe”.
- 1939 W dniu 31 grudnia uroczysko „Cisówka” otrzymało nazwę „Tisovik” i zostało uznane za rezerwat przyrody przez władze Białoruskiej Republiki SSR.
- 1951 Dąbrowski (1959), na podstawie badań palinologicznych w dwóch torfowiskach w Białowieskim Parku Narodowym (oddz. 317 i 373), stwierdził obecność pyłku jodły w ilości od 0,5% do 2,0%: w profilu I na głębokości 0–115 cm i 245 cm, a w profilu II na głębokości 45–155 cm, 210–225 cm i 510 cm. Na tej podstawie uznał, że w okresie wczesnego holocenu „przypuszczalnie przez obszary Lubelszczyzny i Płaskowyżu Łukowskiego wędruje jodła na obszar Puszczy Białowieskiej”. Natomiast w innym miejscu tego opracowania zanegował reliktowy charakter stanowiska jodły w Puszczy Białowieskiej, sugerując, że pyłki jodły zostały tu nawiane z Płaskowyżu Łukowskiego.
- 1956 Zakończono prace melioracyjne torfowiska „Dziki Nikor” (Šutko, Martynovič 1967). Na terenach tych prowadzono intensywny wypas bydła i owiec, co spowodowało dotkliwie straty w drzewostanie jodłowym (Budničenko et al. 1987).
- 1957/58 W uroczysku „Tisovik”, na powierzchni około 2 ha, Zefirov znalazł 36 jodeł o pierśnicy od 22 do 75 cm, nieliczne podrosty o wysokości do 2,4 m oraz naloty jodłowe w liczbie od 14 do 82 na 100 m<sup>2</sup>. Odnótował również, że w 1957 r. jodły obradzały dobrze. Poziom wody gruntowej w drzewostanie jodłowym w 1958 r. wynosił nieco poniżej 1 m od powierzchni gruntu. W uroczysku „Hubar” (oddz. 738) Zefirov (1958) znalazł sześć jodełek o wysokości 53–180 cm.
- 1966 Gunia i Kowalski (1968) odnaleźli w oddz. 453 Aa Nadleśnictwa Białowieża sztuczny drzewostan jodłowy nieznanego pochodzenia (ok. 200 drzew na powierzchni 0,20 ha) o średnim wieku 38 lat. Natomiast stanowisko jodły na „Tisoviku” uznali na podstawie literatury za naturalne.
- 1967 Šutko i Martynovič (1967) zinwentaryzowali w rezerwacie „Tisovik” 35 jodeł o pierśnicy 25–77 cm i wysokości 33 m oraz jedno drzewko o pierśnicy 12 cm i wysokości 8 m. Występowały tu również liczne naloty i podrosty w wieku od 2 do 20 lat. Niektóre z nich dorastały do 2,5 m wysokości. Pędy wierzchołkowe podrostów jodłowych były silnie zgryzione przez jelenie. Jedna jodła o pierśnicy 25 cm i wysokości 19 m została ścięta do celów badawczych. Analiza przyrostów rocznych wykazała, że wiek tej jodły wynosi 110 lat, a przyrosty na grubość ulegały znacznym wahaniom. Na tej podstawie autorzy ci oszacowali wiek najgrubszej jodły na 250 lat. Stanowisko jodły na „Tisoviku” uznali za naturalne. Podali również, że w leśnictwie Oszczeńskim (białoruska część P. Białowieskiej) na pow. 1 ha znajduje się 30-letni sztuczny drzewostan jodłowo-świerkowy.

- 1972 Gunia i in. (1972) w opracowaniu rewidującym północną granicę naturalnego występowania jodły pominieli stanowisko w Puszczy Białowieskiej. Skutkiem tego nie znalazło się ono również w monografii lasów środkowej Europy (Dengler 1992).
- 1981 Jodła pospolita z rezerwatu „Tisovik” została wpisana do białoruskiej „czerwonej księgi” gatunków zagrożonych wyginięciem.
- 1983-85 W 1983 r. w „Tisoviku” wiosenny huragan wyrwał z korzeniami 12 jodeł. Na powierzchni około 1,3 ha pozostały 23 żywe jodły o pierśnicy 39-83 cm, wysokości 27,0–33,3 m w wieku 120–150 lat, z licznymi szyszkami, oraz 1–3-letnie naloty jodłowe w ilości 15–80 sztuk na 100 m<sup>2</sup>. Podrost jodłowy nie występował. Jodły obradzały do brzo, a średnia masa 1000 nasion wynosiła 65,2 g. Na skutek osuszenia „Dzikiego Nikora” poziom wody gruntowej spadł poniżej 2 m od powierzchni gruntu. Badania dendrometryczne wykonane na 5 jodłach i 3 świerkach wyrwanych przez huragan wykazały, że od lat 50. do 70. wyraźnie zaznaczył się u tych drzew intensywniejszy wzrost na wysokość. Natomiast od lat 70. skokowo zwiększył się przyrost na grubość i wyraźnie zahamował ich wzrost na wysokość. Za główną przyczynę tych zmian uznano stałe obniżanie się wód gruntowych na skutek melioracji błot „Dzikiego Nikora” (Budničenko et al. 1987).
- 1992-97 Pełna inwentaryzacja i pomiary jodeł rosnących w tym rezerwacie oraz badania fitosocjologiczne (Korczyk et al. 1997).
- 2000 Podsumowanie wieloletnich badań (lata 1992–2000) nad naturalnym odnawianiem się jodły w rezerwacie „Tisovik” (Korczyk 2000).
- 2002 Wiatr powalił jodłę oznaczoną nr 3. Wiek określony na podstawie wyrzynka pozyskanego z części odziomkowej wynosił 136 lat. Wyrzynek znajduje się w Zamiejscowym Wydziale Leśnym Politechniki Białostockiej w Hajnówce.
- 2003 Zakończono badania w rezerwacie „Tisovik”.

Celem niniejszego opracowania było przedstawienie wyników dotychczasowych badań oraz nakreślenie szans zachowania tego gatunku w Puszczy Białowieskiej.

## 2. Metodyka

### Badania fitosocjologiczne

Roślinność w rezerwacie „Tisovik” badano w latach 1992–95 dwiema metodami. W płacie, w którym rosną stare jodły i w bliskim sąsiedztwie wykonano trzy zdjęcia fitosocjologiczne, a w odległości od 90 do 250 m od zgrupowania jodeł trzy następne (ryc. 1, 2). Ponadto przeanalizowano skład gatunkowy drzewostanu i roślinności runa na trzech działkach w północnej części rezerwatu w celu ustalenia stopnia naturalności tego fragmentu lasu, prawdopodobnie powstałego spontanicznie po okresowym użytkowaniu rolniczym.

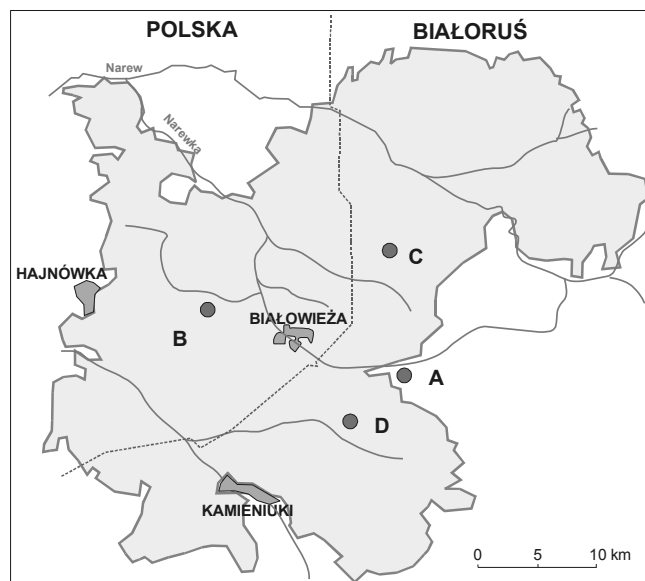
Nazewnictwo gatunków roślin przyjęto według „Flora Europaea” 1964–1980. Zdjęcia fitosocjologiczne wykonano i opracowano metodą Brauna-Blanqueta (1964) i Ellenberga (1956).

Na powierzchni 50×50 m, w płacie ze starymi jodłami, zbadano strukturę grubości drzew drzewostanu. Zmierzono pierśnicę wszystkich drzew o wysokości powyżej 1,3 m i policzono krzewy i podrosty w wieku powyżej 3 lat i o wysokości powyżej 30 cm.

### Pomiary jodeł

Jodły rosnące w rezerwacie zostały trwale ponumerowane w 1957 r. (ryc. 2, Zefirov 1958). Każde drzewo zostało pomierzone w 1992 r. Oprócz cech wzrostowych mierzono odległość od nasady pnia do pierwszej żywej gałęzi (dla

obliczenia długości korony) oraz do pierwszej suchej gałęzi (dla obliczenia wysokości oczyszczenia strzały). Grubość kory mierzono koromierzem na wysokości 1,30 m od strony N i S, a gęstość drewna na tej samej wysokości od strony N za pomocą pilodynu typu 6J Forest. Gęstość, według skali zamieszczonej na pilodynie, odpowiada głębokości wnikania iglicy do drewna (Giefing 1985).



Rycina 1. Rozmieszczenie obiektów badań w Puszczy Białowieskiej. A – rezerwat jodłowy – „Tisovik” w oddz. 563; uprawy zachowawcze: B – oddz. 416Ag / 416Cf; C – oddz. 235A; D – oddz. 717C.

Figure 1. Locality of investigated objects in Białowieża Primeval Forest. A – silver fir reserve „Tisovik” (comp. 563); conservative cultures of silver fir: B – compartment 416Ag /416Cf; C – compartment 235A; D – compartment 717C.

Wiek pierśnicowy ustalono na podstawie wywierćów pozyskanych świdrem przyrostowym na wysokości 1,30 m od strony północnej strzały. Otwór po wywiercie zamykano kołeczkiem dębowym wysyconym preparatem grzybobójczym. Rzeczywisty wiek jodeł określano dodając do wieku pierśnicowego 18 lat. Poprawkę tę ustalono eksperymentalnie w Nadleśnictwie Łuków, gdzie badano wiek młodych jodeł o wysokości 1,30 m, pochodzących z naturalnego odnowienia.

Stan zdrowotny jodeł określano metodą UNEP w czterostopniowej skali uszkodzeń: 0 – populacja nieuszkodzona; I – słabo uszkodzona; II – średnio uszkodzona i III – populacja silnie uszkodzona (Draft 1985; Korczyk 1995a).

### Odnowienie naturalne

Odnowienia naturalne jodły w „Tisoviku” badano w latach: 1992–2003 na trzech stałych poletkach kołowych, każde o promieniu 10 m (314 m<sup>2</sup>) (ryc. 3, tab. 1). Poletko nr I założono pod zwartym okapem trzech jodeł – drzewa nr 6, 7 i 8 (ryc. 4) na glebie pokrytej jedynie mchami, poletko nr II pod okapem jednej jodły (nr 22) i jednego świerka, na podłożu słabo zadarnionym, a poletko III z jednym grabem (nr 3) pośrodku założono na otwartej powierzchni porośniętej grubym kobiercem roślinności zielnej. Każde poletko dzieleno na cztery części. W każdej ćwiartce określano liczbę siewek jednorocznych, nalotu 2–5-letniego oraz starszego o wysokości powyżej 20 cm (ryc. 3 i tab. 1). W latach 2000–2003 policzono wszystkie naloty i pomierzono podro-

sty na całej ogrodzonej powierzchni z jodłą, z wyłączeniem poletek kołowych oraz policzono naloty jodły między ogrodzeniem otaczającym rezerwat a ogrodzeniem wewnętrznym otaczającym drzewostan z jodłą.

### Obradzanie i jakość nasion

Obserwacje te prowadzono w latach 1992–2003. Przyjęto trzystopniową skalę: 0 – brak szyszek, 1 – słabe obradzanie (do 10 szyszek), 2 – dobre obradzanie (11–30 szyszek), 3 – bardzo dobre obradzanie (więcej niż 30 szyszek).

Szyszki ze stojących drzew zebrano dwukrotnie: w październiku 1992 r. z 11 jodeł oraz w październiku 1995 r. z 20 drzew.

Prowadzono również badania nad jakością nasion zebranych w latach 1992 i 1995. Stosowano metodę radiologiczną, określając stan rozwoju endospermy i zarodka na podstawie zdjęć rentgenowskich nasion. Wyróżniono dwie klasy rozwoju endospermy: A – endosperma w pełni rozwinięta, B – endosperma niedorozwinięta. W przypadku zarodków wyróżniono cztery typy (Ehrenberg et al. 1955):

I – nasiono ma endospermę i kanał zarodkowy, ale brak mu zarodka,

II – zarodek jest wyraźnie niedorozwinięty o długości mniejszej niż 1/2 długości kanału zarodkowego,

III – zarodek jest rozwinięty, a jego długość waha się między 1/2 a 3/4 długości kanału zarodkowego,

IV – zarodek jest w pełni rozwinięty i wypełnia całkowicie lub prawie całkowicie kanał zarodkowy.

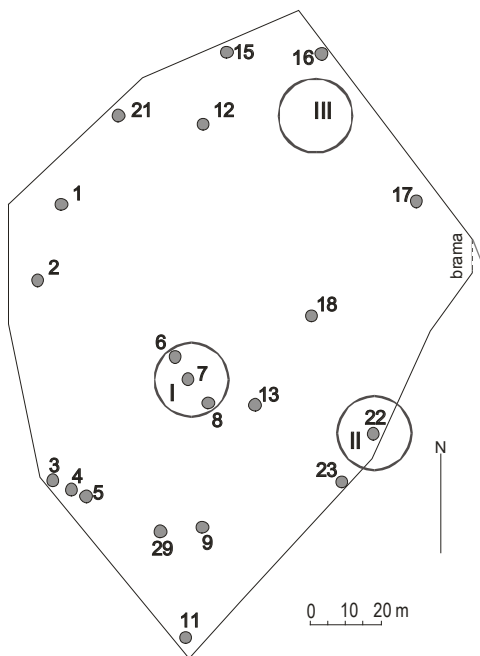
Badano po 100 nasion z każdego drzewa, które prześwietlano w aparacie rentgenowskim typu Elektron 25, produkcji rosyjskiej z 1993 r.

W 1995 r. dla celów porównawczych zebrano szyszki jodły z drzewostanów naturalnych w trzech rezerwach: „Jata” w Nadleśnictwie Łuków, „Kamienna Góra” w Roztoczańskim Parku Narodowym i „Łabowiec” w Nadleśnictwie Nawojowa (w każdym rezerwacie z 50 drzew wybranych losowo wzdłuż transektu liniowego) oraz z drzewostanów założonych na początku XX wieku w Nadleśnictwie Białowieża – 28 jodeł rosnących w dwóch drzewostanach (Korczyk 1995b).

## 3. Wyniki

### Charakterystyka rezerwatu „Tisovik”

Badania fitosocjologiczne wykazały, że zbiorowiska roślinne na całej powierzchni rezerwatu są mało zróżnicowane i reprezentują podzespół gądu typowego *Tilio-Carpinetum typicum* Tracz. (Matuszkiewicz 1984). Świadczy o tym wysoki udział gatunków związku *Carpinion betuli*, rzędu *Fagetalia sylvaticae* i klasy *Quercio-Fagetea*, oraz brak gatunków charakterystycznych dla innych grup syngeneicznych (tab. 2). Jedynie w wąskim kilkunastometrowym paśmie lasu na obrzeżach rezerwatu występują fragmenty siedlisk mokrych, na których wykształcają się zbiorowiska zbliżone do olsu lub łęgu.



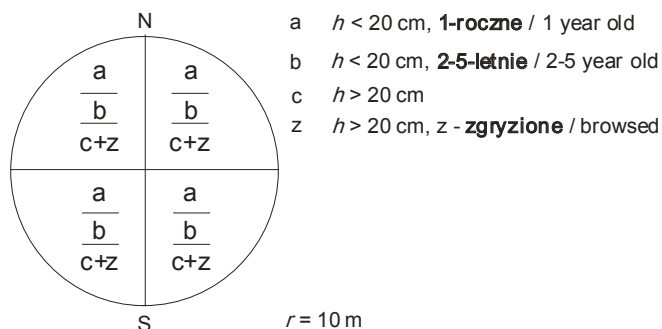
Rycina 2. Szkic powierzchni z jodłą w rezerwacie „Tisovik”. 1–29 – numery rosnących jodeł; I–III – poletka kołowe do badań odnowień jodlowych

Figure 2. The scheme of plot with silver fir in the reserve „Tisovik”. 1–29 – growing firs with their number; I–III – circular plots to count the young generation of fir

**Tabela 1. Odnowienie naturalne jodły na powierzchniach kołowych w rezerwacie „Tisovik” w latach 1992–2003**  
 Table 1. The natural regeneration of the silver fir inside the circular plots in the reserve „Tisovik” on the years 1992–2003

| Data kontroli  |            |            |            |            |            |               |               |            |            |            |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|
| Control date   | 1992.08.18 | 1994.06.24 | 1995.05.19 | 1997.05.25 | 1998.05.27 | 1999.05.18-20 | 2000.05.23-24 | 2001.10.03 | 2002.09.18 | 2003.08.06 |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| Typ obradzenia   | 2          | 0          | 2          | 1          | 1          | 0             | 1             | 0          | 0          | 2          |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| Seed yield   |            |            |            |            |            |               |               |            |            |            |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| <b>Powierzchnia I (pod jodłami nr 6, 7 i 8) / Plot I (under fir trees no 6, 7 and 8)</b> |            |            |            |            |            |               |               |            |            |            |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| a  | 75         | 49         | 18         | 69         | 35         | 4             | 36            | 31         | 14         | 6          | 15 | 1  | 0  | 0  | 0   | 8  | 48  | 9  | 28  | 42  |
| b  | 57         | 34         | 8          | 64         | 23         | 46            | 122           | 31         | 98         | 36         | 91 | 40 | 66 | 40 | 53  | 66 | 64  | 84 | 42  | 96  |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 1z         | 2z         | 0  | 0  | 0  | 3  | 127 | 2  | 7   | 8  | 24  | 10  |
| a  | 87         | 8          | 30         | 22         | 2          | 4             | 19            | 27         | 6          | 5          | 9  | 8  | 0  | 0  | 0   | 0  | 45  | 24 | 77  | 34  |
| b  | 18         | 21         | 9          | 16         | 75         | 48            | 87            | 36         | 82         | 34         | 50 | 20 | 68 | 34 | 64  | 31 | 81  | 38 | 109 | 347 |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 0          | 2+1z       | 0  | 0  | 0  | 3  | 149 | 52 | 12  | 9  | 48  | 59  |
| <b>Powierzchnia II (pod jodłą nr 22) / Plot II (under fir tree no 22)</b>                |            |            |            |            |            |               |               |            |            |            |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| a  | 9          | 1          | 0          | 21         | 0          | 4             | 2             | 4          | 1          | 1          | 2  | 5  | 0  | 0  | 1   | 3  | 0   | 0  | 1   | 4   |
| b  | 12         | 14         | 0          | 7          | 2          | 4             | 2             | 3          | 0          | 4          | 1  | 7  | 1  | 3  | 6   | 7  | 0   | 1  | 9   | 24  |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 0          | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 1   | 0  | 3   | 0   |
| a  | 0          | 2          | 3          | 17         | 1          | 3             | 2             | 5          | 1          | 1          | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   | 0  | 0   | 1  | 0   | 20  |
| b  | 21         | 21         | 6          | 8          | 2          | 9             | 3+15z         | 8          | 2          | 7          | 1  | 4  | 1  | 0  | 3   | 8  | 6   | 14 | 0   | 10  |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 0          | 0          | 0  | 0  | 0  | 1  | 0   | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   |
| <b>Powierzchnia III (pod grabem nr 3) / Plot III (under common hornbeam tree no 3)</b>   |            |            |            |            |            |               |               |            |            |            |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| a  | 0          | 3          | 3          | 8          | 1          | 0             | 5             | 10         | 2          | 0          | 0  | 3  | 0  | 0  | 14  | 6  | 0   | 3  | 21  | 32  |
| b  | 38         | 44         | 5          | 8          | 4          | 16            | 8             | 14         | 16         | 9          | 10 | 31 | 5  | 23 | 18  | 42 | 107 | 46 | 15  | 0   |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 1+2z       | 2z         | 3  | 1  | 3  | 9  | 4   | 2  | 5   | 13 | 43  | 50  |
| a  | 0          | 1          | 4          | 5          | 0          | 0             | 8             | 17         | 1          | 1          | 5  | 0  | 0  | 1  | 8   | 5  | 2   | 42 | 22  | 10  |
| b  | 9          | 30         | 5          | 6          | 11         | 10            | 16            | 8          | 9          | 16         | 27 | 15 | 32 | 16 | 38  | 25 | 35  | 36 | 23  | 6   |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 1z         | 0          | 2  | 0  | 7  | 4  | 7   | 11 | 14  | 10 | 17  | 5   |

**Obradzenie / Seed yield:** 2 – **dobre** / good ; 1 – **słabe** / weak; 0 – **brak** / lack of cones; a, b, c, z – jak na ryc. 3 / as in Figure 3



**Rycina 3. Schemat opisu odnowienia naturalnego jodły na poletku kołowym o r=10 m**

Figure 3. Scheme of description of the young generation of fir on the circular plot (r=10 m)



**Rycina 4. Jodła nr 6 w rezerwacie „Tisovik” (czerwiec 2013 r.)**  
 Figure 4. The silver fir no 6 in the reserve „Tisovik” (June 2013)

**Tabela 2. Fitosocjologiczna charakterystyka zbiorowisk leśnych podzespołu *Tilio–Carpinetum typicum* w rezerwacie „Tisovik”**  
 Table 2. Phytosociological characteristic of the forest communities in the *Tilio–Carpinetum typicum* subassociation in the reserve „Tisovik”

| Numer zdjęcia<br>Number of relevé   |    | 10902 | 10927 | 10926 | 10903 | 10928 | 10925 |
|---|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Pokrycie warstwy drzew</b><br>Tree layer cover                                     | a  | 90    | 90    | 80    | 40    | 80    | 85    |
|   | a1 | 40    | 70    | 70    | 10    | 40    | 30    |
|   | a2 | 70    | 40    | 20    | 30    | 40    | 40    |
|   | a3 |       |       |       |       | 10    | 20    |
| <b>Pokrycie warstwy krzewów</b><br>Shrub layer cover                                  | b  | 2     | +     | 10    | 5     | 8     | 20    |
| <b>Pokrycie warstwy ziół</b><br>Herb layer cover                                      | c  | 65    | 40    | 70    | 80    | 70    | 70    |
| <b>Pokrycie warstwy mchów</b><br>Moss layer cover                                     | d  |       |       |       | +     | +     | +     |
| <b>Powierzchnia zdjęcia [ m<sup>2</sup> ]</b><br>Surface of relevé [ m <sup>2</sup> ] |    | 390   | 250   | 200   | 300   | 250   | 250   |
| <b>Liczba gatunków</b><br>Number of species   |    | 29    | 25    | 24    | 24    | 30    | 28    |
| <b>Drzewa / Trees</b>   |    |       |       |       |       |       |       |
| <i>Abies alba</i>   | a1 | 3.3   |       |       |       |       |       |
|   | b  |       |       |       | +     |       |       |
|   | c  | 2.1   | +     |       | +     | +     |       |
| <i>Carpinus betulus</i> *   | a1 |       | 3.3   | 4.4   |       |       |       |
|   | a2 | 4.4   | 3.3   | 2.2   | 3.3   | 2.2   |       |
|   | a3 |       |       |       |       | 1.1   |       |
|   | b  | +2    | +     |       | 1.1   | +2    | +     |
|   | c  | +     | 1.2   | 1.2   | +     | +     | +     |
| <i>Picea abies</i>  | a1 | (,+)  | 3.2   | 1.1   | (2.1) | 1.2   | 1.1   |
|   | a2 |       |       | +     |       | +     |       |
|   | b  |       |       |       | +     |       | +     |
|   | c  |       |       |       | +     |       | +     |
| <i>Quercus robur</i>  | a1 | 1.1   | 1.1   | 2.1   |       |       |       |
|   | a2 | 1.1   |       |       |       | 1.1   | 2.2   |
|   | a3 |       |       |       |       | 1.1   | 2.2   |
|   | b  | +     |       |       | 1.1   |       | 1.2   |
|   | c  | 1.1   |       |       |       |       |       |
| <i>Acer platanoides</i> ***   | a1 |       | 1.1   |       |       |       |       |
|   | a2 | 1.1   | +     |       |       | 1.1   |       |
|   | a3 |       |       |       |       |       | +     |
|   | b  | +     | 1.2   | 1.1   | 1.1   | +     | 2.2   |
|   | c  | +     | +     | 1.2   | +     |       | 1.1   |
| <i>Sorbus aucuparia</i>   | a3 |       |       |       |       |       | +     |
|   | b  | +     | +     | +     | +     | +     | +     |
|   | c  | +     |       |       |       |       | +     |
| <i>Populus tremula</i>  | a1 |       |       |       |       | 3.3   | 2.2   |
|   | a3 |       |       |       |       |       | 1.1   |
|   | b  |       | +     | +     |       | +     | +     |
|   | c  |       | +     | +     |       | +     | 1.1   |
| <i>Fraxinus excelsior</i> ***   | a2 | +     |       |       |       |       |       |
|   | b  |       |       | +     |       | +     |       |
| <i>Tilia cordata</i> *  | a2 | 1.2   |       | +     |       |       |       |
|   | b  |       | +2    | +     |       |       |       |

|                                     |    |      |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Ulmus glabra</i> **              | a2 | +    |     |     |     |     |     |
|                                     | b  | +    | +   |     |     |     |     |
| <i>Betula pubescens</i>             | a2 |      |     |     |     |     | 2.2 |
|                                     | c  |      | +   |     |     |     |     |
| <i>Betula pendula</i>               | a1 |      |     |     |     | +   | 1.2 |
|                                     | a2 |      |     |     |     | +   |     |
| <i>Carpinion betuli:</i>            |    |      |     |     |     |     |     |
| <i>Stellaria holostea</i> *         |    | 1.2  | 2.2 | 2.2 | +   | 2.2 | 2.3 |
| <i>Galium schultesii</i> *          |    |      |     |     |     |     | +2  |
| <i>Milium effusum</i> **            |    | 3.3  | 2.3 | 2.3 | 3.3 | 2.3 | 2.3 |
| <i>Lamiastrum galeobdolon</i> **    |    | 1.2  | 1.2 | +2  | +2  | +2  |     |
| <i>Polygonatum multiflorum</i> **   |    | +2   | +2  |     | +   | +2  | +   |
| <i>Galium odoratum</i> **           |    | +    |     | +2  |     | 1.2 | +2  |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> **      |    | +2   |     | +2  | +2  |     |     |
| <i>Carex remota</i> **              |    |      |     |     | +2  |     |     |
| <i>Eurynchium angustirete</i> **    |    |      |     |     | +3  |     |     |
| <i>Paris quadrifolia</i> **         |    |      |     |     |     | +2  |     |
| <i>Atrichum undulatum</i> **        |    |      |     |     |     |     | +3  |
| <i>Quercu – Fagetea:</i>            |    |      |     |     |     |     |     |
| <i>Corylus avellana</i> ***         | b  | +2   | +2  |     | +2  | +2  | +2  |
|                                     | c  | +    | +   |     | +   | +   |     |
| <i>Anemone nemorosa</i> ***         |    | +2   | 3.4 | 2.3 |     | 2.3 | 2.3 |
| <i>Carex digitata</i> ***           |    | +2   |     |     |     |     |     |
| <i>Euonymus europaeus</i> ***       | c  | +    |     |     |     |     |     |
| <i>Lathraea squamaria</i> ***       |    |      |     | +3  |     |     |     |
| <b>Towarzyszące / Accompanying:</b> |    |      |     |     |     |     |     |
| <i>Frangula alnus</i>               | b  | +    | +2  | +2  | +   |     | 1.2 |
|                                     | c  |      |     | +   | +   | +   | +   |
| <i>Majanthemum bifolium</i>         |    | 1.1  | 2.2 | 2.2 | +2  | 2.2 | 2.2 |
| <i>Dryopteris carthusiana</i>       |    | +2   | 1.2 | 1.2 | +2  | +2  | 1.2 |
| <i>Equisetum sylvaticum</i>         |    | (,+) | +   | +   | +   | +   | +   |
| <i>Oxalis acetosella</i>            |    | 2.2  | +2  | +2  | 2.2 | +2  |     |
| <i>Athyrium filix-femina</i>        |    | +2   | +2  | +2  | 1.2 | +2  |     |
| <i>Gymnocarpium dryopteris</i>      |    | +    | 1.2 | 1.2 | +   | +3  |     |
| <i>Rubus idaeus</i>                 |    | 1.2  | +   | +   |     | 1.2 | +   |
| <i>Rubus saxatilis</i>              |    |      |     | +2  |     | +   |     |
| <i>Rubus nessensis</i>              |    |      |     |     | +3  |     | +   |
| <i>Urtica dioica</i>                |    |      |     |     |     | +   | +   |
| <i>Brachythecium salebrosum</i>     |    |      |     |     |     | +3  | +3  |
| <i>Stellaria nemorum</i>            |    | +    |     |     |     |     |     |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i>    |    | +2   |     |     |     |     |     |
| <i>Dryopteris assimilis</i>         |    |      | +2  |     |     |     |     |
| <i>Deschampsia caespitosa</i>       |    |      |     |     | +2  |     |     |
| <i>Epilobium angustifolium</i>      |    |      |     |     | +   |     |     |
| <i>Moehringia trinervia</i>         |    |      |     |     |     | +2  |     |
| <i>Plagiomnium elatum</i>           |    |      |     |     |     | +3  |     |
| <i>Lysimachia vulgaris</i>          |    |      |     |     |     |     | +   |
| <i>Polytrichum formosum</i>         |    |      |     |     |     |     | +3  |
| <i>Plagiomnium cuspidatum</i>       |    |      |     |     |     |     | +3  |
| <i>Brachythecium rutabulum</i>      |    |      |     |     |     |     | +3  |

\* gatunki charakterystyczne dla *Carpinion betuli* / species specific for *Carpinion betuli*:

\* gatunki charakterystyczne dla *Fagetalia sylvaticae* / species specific for *Fagetalia sylvaticae*

\* gatunki charakterystyczne dla *Quercu–Fagetea* / species specific for *Quercu–Fagetea*

Drzewostan grądu typowego, obejmujący praktycznie cały rezerwat, charakteryzował się dużym udziałem grabu zwyczajnego, dębu szypułkowego i świerka pospolitego. Domieszkę stanowiła jodła pospolita, lipa drobnolistna, klon zwyczajny, wiąz górski i jesion wyniosły. Umiarkowanie rozwiniętą warstwę krzewów budował głównie grab zwyczajny, klon zwyczajny, jarząb pospolity i leszczyna, a miejscami również dąb szypułkowy, lipa drobnolistna i jodła pospolita (tab. 3). W fizjonomii warstwy ziół główną rolę odgrywały: *Milium effusum*, *Stellaria holostea*, *Lamium galeobdolon*, *Anemone nemoro-*

*sa*, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Gymnocarpium dryopteris* i *Dryopteris cartusiana*. Warstwa mchów była słabo rozwinięta i składała się z nielicznych gatunków. Zróżnicowanie składu gatunkowego roślin w badanych płatach było niewielkie. Jedynie płaty na obrzeżach rezerwatu znajdujące się niegdyś pod większą antropopresją wyróżniały się znacznym udziałem osiki i brzozy brodawkowatej w drzewostanie (Korczyk et al. 1997).

Na podstawie zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w latach 1992–95, notatek florystycznych i badań struktury drzewostanu sporządzono listę florystyczną gatunków wystę-

**Tabela 3. Struktura pierścicowa drzewostanu na powierzchni próbnej (50×50 m) w rezerwacie „Tisovik”. Dane z dnia 19.05.1995 r.**  
Table 3. Diameter structure of the stand (50×50 m) in the reserve „Tisovik”. Date of 19.05.1995

| Klasa grubości<br>Diameter class<br>[cm] | Liczba drzew poszczególnych gatunków / The number of tree species: |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
|--|--|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--|
|  | <i>Abies alba</i>  | <i>Picea abies</i> | <i>Ulmus glabra</i> | <i>Quercus robur</i> | <i>Carpinus betulus</i> | <i>Acer platanoides</i> | <i>Tilia cordata</i> | <i>Betula pubescens</i> | <i>Populus tremula</i> | <i>Sorbus aucuparia</i> | <i>Corylus avellana</i> | <i>Frangula alnus</i> | <i>Evonymus verrucosa</i> | <i>Evonymus europaea</i> |  |
| 0–1                                      |  |                    |                     | 1                    |                         |                         | 1                    |                         |                        | 2                       |                         |                       |                           |                          |  |
| 1,1–3                                    |  |                    |                     |                      | 9                       |                         | 15                   |                         |                        | 10                      |                         |                       |                           |                          |  |
| 3,1–5                                    |  |                    | 1                   |                      | 7                       |                         | 2                    |                         |                        | 1                       |                         |                       |                           |                          |  |
| 5,1–7                                    |  |                    |                     |                      | 5                       |                         | 2                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 7,1–9                                    |  |                    |                     |                      | 1                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 9,1–11                                   |  |                    | 2                   |                      | 8                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 11,1–13                                  |  |                    |                     |                      | 5                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 13,1–15                                  |  |                    |                     |                      | 5                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 15,1–17                                  |  |                    |                     | 3                    | 9                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 17,1–19                                  |  |                    |                     |                      | 2                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 19,1–21                                  |  |                    |                     | 1                    | 3                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 21,1–23                                  |  |                    |                     | 1                    |                         | 1                       | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 23,1–25                                  |  |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 25,1–27                                  |  |                    |                     | 1                    | 1                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 27,1–29                                  |  |                    |                     |                      | 1                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 29,1–31                                  |  | 1                  |                     |                      | 1                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 31,1–33                                  |  |                    |                     | 1                    | 2                       |                         | 2                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 33,1–35                                  |  |                    |                     |                      | 1                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 35,1–37                                  |  |                    |                     |                      | 1                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 37,1–39                                  |  |                    |                     |                      | 1                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 39,1–41                                  |  |                    |                     | 1                    | 3                       |                         | 2                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 41,1–43                                  |  |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 43,1–45                                  |  |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 45,1–47                                  |  |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 47,1–49                                  |  |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 49,1–51                                  |  |                    |                     | 1                    |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 53,1–55                                  | 1  |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 75,1–77                                  | 2  |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 79,1–81                                  |  |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| 89,1–91                                  | 1  |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |  |
| <b>Krzewy<br/>Shrubs</b>                 | 79   | 1                  | 17                  | 49                   | 88                      | 42                      | 101                  | 1                       | 3                      | 31                      | 58                      | 11                    | 8                         | 3                        |  |

pujących w rezerwacie. Obejmuje ona 56 gatunków, w tym 13 gatunków drzew, 4 gatunki krzewów, 31 gatunków zielnych roślin naczyniowych i 8 gatunków mchów (tab. 4). W tabeli 4 znalazły się również gatunki zielne i zarodnikowe, stwierdzone na badanym terenie w latach 1920–1978 (Szafer 1920; Paczowski 1928, 1930; Zefirov 1958; Budničenko et al. 1987). Łączna liczba gatunków w tabeli 3 wynosi 83. Gatunki zostały uporządkowane według ich behawioru ekologicznego (Ellenberg et al. 1992). Uzupełnieniem tej listy są dwa śluzowce – *Stereum sanguinoletum* (Alb. et Scw.) Fr. i *Corticium* sp. oraz 17 gatunków grzybów: *Clavicornia pyxidata* (Pers.: Fr.) Doty., *Tyro-*

*myces kravtzevianus* Bond. et Parm., *Fomitopsis annosus* (Fr.) Karst., *Fomitopsis pinicola* (Sw. ex Fr.) Karst., *Anisomyces odoratus* (Wulf. ex Fr.) Karst., *Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) Kummer, *Crepidotus* sp., *Armillariella mellea* (Vahl.: Fr.) Karst., *Mycena* sp. 1, *Mycena* sp. 2, *Xeromphalina campanella* (Batsch.: Fr.) Maire, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer, *Auricularia auricularia-judae* (Buli.) Wettst., *Porothelium fimbriatum* (Pres.) Fr., *Reticularia lycoperdon* Buli., *Stemonitis fиска* Rott. i *Phellinus nigrolimitatus* (Rom.) Bourd. et Galz. znajdujące na martwych jodłach (stare dziuplaste pnie, leżanina, korzenie i gałązki) (Budničenko et al. 1987).

**Tabela 4. Wykaz roślin zielnych i zarodnikowych występujących w rezerwacie „Tisovik” opisany przez różnych autorów**

Table 4. The list of herbaceous and cryptogamous plants which occur in the reserve „Tisovik” according to various authors (1920 – Szafer 1920; 1926 – Paczowski 1928 i 1930; 1957 – Zefirov 1958; 1969 i 1978 – Budnichenko & al. 1985; 1992–95 – our data)

| Gatunki / Species                                    | Rok obserwacji / Observation year |          |          |          |          |          |
|--|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | 1920                              | 1926     | 1957     | 1969     | 1978     | 1992–95  |
| <b>Mezokserofity / Mezoxerophytes</b>                |                                   |          |          |          |          |          |
| <i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) B., S.        | -                                 | -        | -        | -        | -        | +        |
| <i>Brachythecium salebrosum</i> (Web. & Mohr) B., S. | -                                 | -        | -        | -        | -        | +        |
| <i>Convallaria majalis</i> L.                        | +                                 | -        | +        | -        | +        | -        |
| <i>Eurhynchium angustirete</i> (Broth.) Kop.         | -                                 | -        | -        | -        | -        | +        |
| <i>Galium schultesii</i> Vest.                       | +                                 | +        | +        | -        | -        | +        |
| <i>Hepatica nobilis</i> Mill.                        | +                                 | +        | +        | +        | +        | -        |
| <i>Melampyrum nemorosum</i> L.                       | +                                 | -        | -        | -        | -        | -        |
| <i>Melica nutans</i> L.                              | -                                 | -        | -        | +        | -        | -        |
| <i>Viola canina</i> L.                               | -                                 | -        | +        | +        | -        | -        |
| <i>Viola riviniana</i> Reichenb.                     | -                                 | -        | +        | -        | -        | -        |
| <b>Razem / Total</b>                                 | <b>4</b>                          | <b>2</b> | <b>5</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>4</b> |
| <b>Mezofity / Mezophytes</b>                         |                                   |          |          |          |          |          |
| <i>Actaea spicata</i> L.                             | +                                 | +        | +        | +        | -        | -        |
| <i>Adoxa moschatellina</i> L.                        | -                                 | -        | +        | -        | -        | -        |
| <i>Aegopodium podagraria</i> L.                      | +                                 | +        | +        | +        | +        | -        |
| <i>Agrostis tenuis</i> Sibth.                        | -                                 | -        | -        | -        | -        | +        |
| <i>Ajuga reptans</i> L.                              | -                                 | +        | +        | +        | -        | -        |
| <i>Anemome nemorosa</i> L.                           | -                                 | +        | +        | +        | +        | +        |
| <i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.             | +                                 | -        | -        | -        | -        | -        |
| <i>Asarum europeum</i> L.                            | +                                 | +        | +        | +        | +        | -        |
| <i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.          | -                                 | -        | -        | -        | -        | +        |
| <i>Brachypodium sylvaticum</i> Hudson Beauv.         | +                                 | -        | -        | -        | -        | -        |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth.          | -                                 | -        | +        | -        | -        | +        |
| <i>Campanula trachelium</i> L.                       | +                                 | +        | -        | -        | -        | -        |
| <i>Carex digitata</i> L.                             | -                                 | -        | +        | -        | -        | +        |
| <i>Carex pilosa</i> Scop.                            | -                                 | +        | +        | +        | -        | -        |
| <i>Cimicifuga europaea</i> N. Schipcz.               | +                                 | -        | -        | -        | -        | -        |
| <i>Circaea lutetiana</i> L.                          | +                                 | +        | -        | -        | -        | -        |
| <i>Dentaria bulbifera</i> L.                         | +                                 | -        | +        | -        | +        | -        |
| <i>Dryopteris assimilis</i> S. Walker                | -                                 | -        | -        | -        | -        | +        |
| <i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs     | -                                 | -        | +        | -        | +        | +        |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.             | -                                 | +        | +        | +        | -        | +        |
| <i>Epilobium montanum</i> L.                         | -                                 | +        | -        | -        | -        | -        |

| Gatunki / Species                                  | Rok obserwacji / Observation year |           |           |           |           |           |
|--|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|  | 1920                              | 1926      | 1957      | 1969      | 1978      | 1992–95   |
| <i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.                  | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Geranium robertianum</i> L.                     | +                                 | +         | +         | +         | -         | -         |
| <i>Geum aleppicum</i> Jacq.                        | +                                 | -         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Geum urbanum</i> L.                             | +                                 | +         | -         | -         | +         | -         |
| <i>Glechoma hederacea</i> L.                       | -                                 | +         | -         | -         | -         | -         |
| <i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newm.          | +                                 | +         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Ehrend.et Polatsche | -                                 | +         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Lathraea squamaria</i> L.                       | -                                 | -         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.                 | +                                 | +         | +         | +         | -         | -         |
| <i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.                   | -                                 | -         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Lysimachia nummularia</i> L.                    | -                                 | -         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Maianthemum bifolium</i> (L.F.W.) Schmidt.      | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Milium effusum</i> L.                           | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.           | -                                 | -         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort                 | -                                 | +         | -         | +         | -         | -         |
| <i>Neottia nidus-avis</i> (L.) L.C.M. Richard      | -                                 | -         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Oxalis acetosella</i> L.                        | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Paris quadrifolia</i> L.                        | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.          | -                                 | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Poa nemoralis</i> L.                            | +                                 | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.           | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Polytrichum formosum</i> Hedw.                  | -                                 | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Pulmonaria obscura</i> Dumort                   | +                                 | +         | +         | +         | +         | -         |
| <i>Ranunculus lanuginosus</i> L.                   | +                                 | +         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Rubus ideus</i> L.                              | -                                 | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Rubus nessensis</i> W. Hall                     | -                                 | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Rubus saxatilis</i> L.                          | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Scrophularia nodosa</i> L.                      | -                                 | +         | -         | -         | -         | -         |
| <i>Stellaria holostea</i> L.                       | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Trientalis europaea</i> L.                      | -                                 | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Urtica dioica</i> L.                            | +                                 | +         | +         | +         | -         | +         |
| <i>Viola mirabilis</i> L.                          | +                                 | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>Viola reichenbachiana</i> Jordan ex Boreau      | -                                 | -         | -         | -         | +         | -         |
| <b>Razem / Total</b>                               | <b>28</b>                         | <b>29</b> | <b>30</b> | <b>23</b> | <b>17</b> | <b>26</b> |
| <b>Mezohigrofity / Mezohigrophytes</b>             |                                   |           |           |           |           |           |
| <i>Arctium nemorosum</i> Lej. et Court.            | -                                 | +         | -         | -         | -         | -         |
| <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.            | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Chaerophyllum aromaticum</i> L.                 | -                                 | +         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.            | -                                 | -         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.          | -                                 | -         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Epilobium angustifolium</i> L.                  | -                                 | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Equisetum sylvaticum</i> L.                     | +                                 | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Impatiens noli-tangere</i> L.                   | +                                 | -         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Naumburgia thyrsiflora</i> (L.) Reichenb.       | -                                 | -         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Plagiomnium elatum</i> (B.& S.) T. Kop.         | -                                 | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.Kop.       | -                                 | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Stachys sylvatica</i> L.                        | +                                 | +         | +         | +         | +         | -         |
| <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.                  | -                                 | -         | +         | -         | -         | -         |
| <i>Stellaria nemorum</i> L.                        | -                                 | -         | +         | -         | -         | +         |
| <b>Razem / Total</b>                               | <b>4</b>                          | <b>5</b>  | <b>10</b> | <b>3</b>  | <b>3</b>  | <b>7</b>  |

| Gatunki / Species             | Rok obserwacji / Observation year |      |      |      |      |         |
|-------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|---------|
|                               | 1920                              | 1926 | 1957 | 1969 | 1978 | 1992–95 |
| <i>Angelica sylvestris</i> L. | +                                 | -    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Carex remota</i> L.        | -                                 | +    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> L. | -                                 | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Poa palustris</i> L.       | -                                 | -    | +    | -    | -    | -       |
| <b>Razem / Total</b>          | 1                                 | 1    | 1    | -    | -    | 2       |
| <b>RAZEM / TOTAL</b>          | 37                                | 37   | 46   | 29   | 22   | 39      |

### Charakterystyka populacji jodły pospolitej w rezerwacie „Tisovik”

Populacja ta nigdy nie była liczna. Ograniczały ją nie tylko niewielka powierzchnia leśnej wysepki, ale także zgryzanie przez jelenie, żubry, sarny, zajęce i krowy oraz wycinanie drzew przez ludność z okolicznych wsi: Babiniec i Roubik. Od 1823 r. do wybuchu drugiej wojny światowej liczba drzew wahała się w przedziale 100–300. Duży spadek liczebności drzew odnotowano po zakończeniu drugiej wojny światowej (Šutko, Martynovič 1967; Budničenko et al. 1987).

W 1992 r. populacja jodły pospolitej zajmowała najwyżej położoną, centralną część enklawy leśnej o powierzchni ok. 1,2 ha. W miejscu tym występowała gleba darniowo-bielicowa, wykształcona z piasków słabo gliniastych, zalegających na drobnoziarnistych piaskach pylastych przechodzących w piaski luźne i podścielonych piaskami słabo gliniastymi.

Analiza struktury grubości drzewostanu na powierzchni 50×50 m, zlokalizowanej w obrębie płatu, na którym rosną stare jodły, wykazała brak ciągłości w odnawianiu się jodły, świerka, klonu i dębu (tab. 3). W warstwie krzewów występowała pojedynczo jodła, klon i dąb, a bardzo licznie grab i lipa (tab. 3).

W 1992 r. na powierzchni 1,2 ha rosło 20 dojrzałych jodeł (ryc. 2, tab. 5). Poza tą grupą rosły jeszcze dwie jodły: w 2003 roku jedną z nich zlokalizowano w odległości około 30 m na wschód od grupy, natomiast drugiej nie znaleziono. W 2003 r. drzewostan z jodłami miał zwarcie przerywane i był silnie lukowaty. Z tego względu, mimo znacznych różnic w wysokości jodeł (od 28,0 m do 42,0 m), tylko jedno drzewo znalazło się w grupie drzew opanowanych, a pozostałe zaliczono do współpanujących i panujących (tab. 5). Drzewa te wykazywały wyraźne zahamowanie wzrostu na wysokość.

W 1992 r. pierśnica jodeł wahała się od 43,5 cm do 87,0 cm. Poszczególne drzewa różniły się wyraźnie dynamiką wzrostu na grubość, o czym świadczą wartości wskaźnika gęstości drewna (tab. 5). Z porównania pomiarów pierśnicy wykonanych w 1985 i 1992 r. wynika, że w ciągu siedmiu lat przyrost drzew na grubość wahał się od 1,5 cm do 6,5 cm (tab. 5).

Jodły charakteryzowały się stosunkowo długą koroną, która często stanowiła 2/3 długości strzały (tab. 5), z licznymi pędami przewodnimi, tworzącymi „bocianie gniazda”. Korony, zbliżone kształtem do ściętego stożka, były gęste i zbudowane z licznych cienkich gałęzi. Strzały jodeł były

pełne i stosunkowo proste, bez śladów uszkodzeń, jednak słabo oczyszczone. Strefa bezszczątkowa zaczynała się średnio na wysokości 4 m od nasady pnia (min. 2 m, maks. 9 m).

Ocena stanu zdrowotnego koron wykonana w latach 1992 i 1995 wykazała, że były one uszkodzone w stopniu słabym (I stopień). U części drzew zauważono pogorszenie stanu zdrowotnego koron (tab. 5).

W 1992 r. wiek rzeczywisty jodeł wahał się od 106 do 154 lat (ze względów ochronnych pomiar wykonano jedynie na 11 drzewach). Dane te odbiegają dość znacznie od oceny z 1985 r. (tab. 5). Wynika to stąd, że w 1985 r. rzeczywisty wiek określono jedynie dla 6 drzew, które wyrócił wiatr w 1983 r., i na tej podstawie drogą interpolacji określono wiek drzew stojących. Drzewa te rozpoczęły zatem swój wzrost w XIX wieku, a większość z nich przed 1850 r., kiedy zwierzyna płowa została w Puszczy prawie zupełnie wybita (Samojlik 2005).

W 2002 r. wiatr wyrócił jodłę nr 3, o wysokości 37,5 m, której korona miała długość 29,5 m i szerokość 11,6 m. Wyrzynek pozyskany z nasady pnia miał w obwodzie 252 cm (średnicę 80,3 cm) i liczył 137 rocznych słoików.

### Naturalne odnowienia jodły w rezerwacie „Tisovik”

Do 1939 r. w rezerwacie „Tisovik” występowały podrosty i liczne 2–5-letnie naloty jodłowe (Genko 1902, 1903; Szafer 1920; Paszewski 1937). W 1957 r. Zefirov (1958) stwierdził obecność nielicznych podrostów jodłowych dorastających do wysokości 2,4 m oraz siewki w liczbie od 14 do 82 sztuk na 100 m<sup>2</sup> (Zefirov 1958). Obecność podrostów jodłowych, dorastających do wysokości 2,5 m, oraz liczne naloty zostały odnotowane również w 1967 r. (Šutko, Martynovič 1967). Jednak w 1985 r. stwierdzono jedynie obecność 1–3-letnich nalotów w liczbie 80 sztuk na 100 m<sup>2</sup>.

Szczegółowe badania nad obradaniem i naturalnym odnawianiem się jodły w rezerwacie „Tisovik” prowadzone w latach 1992–2003. Stwierdzono, że jodła obradza z różną intensywnością co dwa-trzy lata (tab. 1).

W 1992 r. policzono wszystkie naloty na stałych poletkach kołowych. Badania wykazały, że najwięcej nalotów znajdowało się zawsze pod zwartym okapem jodłowym – poletko I, a około 10 razy mniej na poletkach pod lukowatym okapem jodłowo-swierkowym – poletko II i na zupełnie odsłoniętej powierzchni – poletko III (tab. 1, 6 i 7).

**Tabela 5. Charakterystyka drzew *Abies alba* Mill. rosnących w rezerwacie „Tisovik”. Dane pomiarowe z 1985 r. wg Budničenko et al. (1987)**  
**Table 5. Characteristics of *Abies alba* Mill. trees growing in the reserve „Tisovik”. Data of 1985 according to Budničenko et al. (1987)**

| Lp No. | Nr drzewa Tree No.   | Klasa Krafta Kraft's class | Wiek [lata] Age [years] |      | Wysokość Tree height [m] |      | Pierśnica dbh [cm] |      | Długość korony Crown length [m] | Gęstość drewna* Timber density* [mm] | Grubość kory* Bark thickness* [mm] |    | Defoliacja Defoliation [%] |      |
|--------|----------------------|----------------------------|-------------------------|------|--------------------------|------|--------------------|------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----|----------------------------|------|
|        |                      |                            | 1985                    | 1992 | 1985                     | 1992 | 1985               | 1992 |                                 | N                                    | N                                  | S  | 1992                       | 1995 |
| 1      | 1                    | I                          | 140                     | -    | 30,7                     | 35,5 | 66,0               | 70,5 | 27                              | 21                                   | 26                                 | 23 | 30                         | 35   |
| 2      | 2                    | II                         | 140                     | -    | 30,7                     | 36,0 | 65,0               | 68,5 | 26                              | 20                                   | 18                                 | 19 | 20                         | 35   |
| 3      | 3                    | II                         | 140                     | -    | 30,7                     | 38,0 | 68,0               | 74,0 | 26                              | 24                                   | 21                                 | 19 | 25                         | 25   |
| 4      | 4                    | III                        | 120                     | -    | 27,0                     | 33,0 | 48,0               | 51,0 | 20                              | 19                                   | 15                                 | 13 | 20                         | 25   |
| 5      | 5                    | II                         | 150                     | 138  | 33,3                     | 42,0 | 81,0               | 87,0 | 28                              | 26                                   | 25                                 | 23 | 30                         | 30   |
| 6      | 6                    | I                          | 150                     | 154  | 33,3                     | 36,0 | 80,0               | 82,0 | 28                              | 13                                   | 19                                 | 22 | 35                         | 35   |
| 7      | 7                    | I                          | 140                     | 144  | 30,7                     | 32,5 | 71,0               | 72,5 | 23                              | 20                                   | 19                                 | 17 | 25                         | 25   |
| 8      | 8                    | II                         | 140                     | 112  | 30,7                     | 33,5 | 63,0               | 69,5 | 26                              | 17                                   | 19                                 | 19 | 20                         | 35   |
| 9      | 9                    | II                         | 120                     | 138  | 27,0                     | 32,0 | 49,0               | 49,5 | 21                              | 17                                   | 15                                 | 14 | 15                         | 25   |
| 10     | 11                   | I                          | 150                     | 109  | 33,3                     | 38,0 | 82,0               | 84,0 | 23                              | 23                                   | 21                                 | 24 | 35                         | 35   |
| 11     | 12                   | II                         | 140                     | 136  | 30,7                     | 34,0 | 61,0               | 64,5 | 26                              | 16                                   | 19                                 | 15 | 25                         | 30   |
| 12     | 13                   | I                          | 150                     | -    | 33,3                     | 33,5 | 82,0               | 85,0 | 21                              | 13                                   | 20                                 | 19 | 20                         | 25   |
| 13     | 15                   | II                         | 120                     | 123  | 28,6                     | 29,5 | 51,0               | 54,5 | 17                              | 16                                   | 17                                 | 15 | 20                         | 20   |
| 14     | 16                   | II                         | 130                     | 136  | 28,6                     | 34,0 | 58,0               | 60,0 | 19                              | 16                                   | 21                                 | 19 | 15                         | 25   |
| 15     | 17                   | I                          | 150                     | 123  | 33,3                     | 36,5 | 83,0               | 86,5 | 25                              | 16                                   | 22                                 | 18 | 30                         | 30   |
| 16     | 18                   | I                          | 140                     | -    | 30,7                     | 34,5 | 65,0               | 68,5 | 20                              | 20                                   | 17                                 | 14 | 30                         | 35   |
| 17     | 21                   | II                         | 120                     | 106  | 27,0                     | 28,0 | 39,0               | 43,5 | 17                              | 18                                   | 18                                 | 16 | 20                         | 20   |
| 18     | 22                   | II                         | 140                     | -    | 30,7                     | 36,0 | 69,0               | 71,0 | 27                              | 19                                   | 21                                 | 26 | 30                         | 30   |
| 19     | 23                   | II                         | 140                     | -    | 30,7                     | 33,0 | 71,0               | 61,5 | 21                              | 16                                   | 19                                 | 17 | 25                         | 30   |
| 20     | 29                   | II                         | 120                     | -    | 28,6                     | 33,5 | 53,0               | 58,0 | 24                              | 17                                   | 18                                 | 18 | 30                         | 35   |
| 21     | sucha jodła dead fir | I                          | murszowata rot          | -    | -                        | 37,0 | -                  | 95,3 | -                               | -                                    | -                                  | -  | -                          | -    |

Liczba nalotów ulegała fluktuacji w kolejnych latach. Do 1997 r. nie odnotowano na poletkach kołowych żadnych nalotów o wysokości powyżej 20 cm. Natomiast poza poletkami kołowymi spotykano nieliczne naloty o wysokości powyżej 20 cm, które jednak miały zgryzione pęd wierzchołkowy i pędy boczne. W celu zapobieżenia szkodom od jeleni powierzchnia z jodłą została w 1995 r. ogrodzona siatką 1,5 m wysokości, jednak dopiero zwiększenie wysokości ogrodzenia do 2 m, wykonane w 2000 r., w radykalny sposób zapobiegło przenikaniu jeleni na powierzchnię. Na poletkach kołowych zaczęły się pojawiać naloty o wysokości powyżej 20 cm bez śladów zgryzania.

W latach 2000–2003 corocznie liczone wszystkie naloty rosnące poza poletkami kołowymi oraz pomierzono wysokość starszych jodeł (tab. 7). Dynamika wzrostu nalotów była bardzo duża. Średni roczny przyrost wysokości wynosił około 10 cm, ale zdarzały się okazy o przyroście 50 cm. Najwięcej jodeł miało wysokość w przedziale 30–70 cm (tab. 7). W 2003 r. w rezer-

wacie „Tisovik” znaleziono łącznie 11 064 naloty, w tym 3487 siewek 1-letnich, 4389 nalotów 2–5-letnich oraz 3188 jodełek o wysokości powyżej 20 cm (tab. 7).

W okresie od 1992 r. do 2003 r. nie odnotowano ani jednego przypadku uszkodzenia nalotu jodły przez przymrozki wiosenne.

W listopadzie 2012 r. stwierdzono, że duża część nalotu jodły została zgryziona przez jelenie na wysokości powyżej 30–40 cm. Uszkodzone zostały również prawie wszystkie jodły o wysokości od 30 cm do 180 cm (kilka tysięcy).

#### Obradzanie oraz jakość nasion jodły pospolitej z rezerwatu „Tisovik”

W badanym okresie stwierdzono dobre obradzanie jodły w latach 1992, 1995 i 2003, słabe obradzanie w latach 1997, 1998 i 2000, a zupełny brak obradzania w latach 1994, 1999, 2001 i 2002 (tab. 1).

**Tabela 6. Odnowienie naturalne jodły pospolitej na poletkach kołowych w rezerwacie „Tisovik”**

Table 6. The silver fir natural regeneration on the circular plots in the reserve „Tisovik”

| Lata<br>Years | Kod<br>Code | Poletko / Plot |    |      |
|---------------|-------------|----------------|----|------|
|               |             | I              | II | III  |
| 1992          | 2           | 219            | 12 | 4    |
|               |             | 130            | 68 | 121  |
|               |             | 0              | 0  | 0    |
| 1994          | 0           | 139            | 41 | 20   |
|               |             | 97             | 21 | 24   |
|               |             | 0              | 0  | 0    |
| 1995          | 2           | 45             | 8  | 1    |
|               |             | 192            | 17 | 41   |
|               |             | 0              | 0  | 0    |
| 1997          | 1           | 113            | 13 | 40   |
|               |             | 276            | 31 | 46   |
|               |             | 0              | 0  | 0    |
| 1998          | 1           | 31             | 4  | 4    |
|               |             | 250            | 13 | 50   |
|               |             | 2+4z           | 0  | 1+5z |
| 1999          | 0           | 33             | 7  | 8    |
|               |             | 201            | 13 | 83   |
|               |             | 0              | 0  | 6    |
| 2000          | 1           | 0              | 0  | 1    |
|               |             | 208            | 5  | 76   |
|               |             | 6              | 1  | 23   |
| 2001          | 0           | 8              | 5  | 33   |
|               |             | 214            | 24 | 123  |
|               |             | 330            | 0  | 24   |
| 2002          | 0           | 126            | 1  | 47   |
|               |             | 267            | 21 | 224  |
|               |             | 36             | 1  | 42   |
| 2003          | 2           | 181            | 25 | 85   |
|               |             | 594            | 43 | 44   |
|               |             | 141            | 3  | 115  |

W 1995 r. liczba szyszek na poszczególnych jodłach wahała się od 57 do 356 sztuk (tab. 8). Średnia masa 1000 nasion wynosiła w 1992 r. 53,35 g (40,46–74,15 g w zależności od drzewa), a w 1995 r. 51,59 g (39,69–72,69 g) (tab. 8). Masa 1000 nasion z tego samego drzewa była różna w kolejnych latach zbioru szyszek i to niezależnie od udziału nasion pustych, np. masa 1000 nasion jodły nr 17 w 1992 r., przy udziale nasion pustych 40%, wynosiła 74,15 g, a w 1995 r., przy braku nasion pustych – 51,00 g (ryc. 2, tab. 8).

Nasiona pozyskane w roku 1992 i 1995 wykorzystano do założenia rodowej uprawy zachowawczej w polskiej części Puszczy Białowieskiej.

**Tabela 7. Wysokość siewek jodły pospolitej w rezerwacie „Tisovik” i ich grubość w szyi korzeniowej w 2003 r.**

Table 7. Height and root collar diameter of the silver fir seedlings in reserve „Tisovik” in 2003

| Obiekty<br>objęte<br>pomiar-<br>em<br>Me-<br>asured<br>objects | Naloty o wysokości > 20 cm<br>Seedlings of h>20 cm |                                 |                                    | Liczba nalołów:<br>Number of<br>seedlings:            |                                  |
|--|--|---------------------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|
|  | Cechy<br>Features                                  | Wyso-<br>kość<br>Height<br>[cm] | Gru-<br>bość<br>Diame-<br>ter [mm] | 2-5-let-<br>nich<br>2-5 year<br>old                   | 1-rocz-<br>nych<br>1 year<br>old |
|  |  |                                 |                                    | “Tisovik”, poletka kołowe / “Tisovik”, circular plots |                                  |
| I+II+III   | N  | 259                             | 17                                 | 681   | 291                              |
|  | min  | 5                               | 9                                  | -   | -                                |
|  | max  | 119                             | 61                                 | -   | -                                |
|  |  | 27,5                            | 15,1                               | -   | -                                |
| I  | N  | 141                             | -                                  | 552   | 153                              |
|  | min  | 19                              | -                                  | -   | -                                |
|  | max  | 47                              | -                                  | -   | -                                |
|  |  | 24,5                            | -                                  | -   | -                                |
| II   | N  | 3                               | -                                  | 43  | 25                               |
|  | min  | 23                              | -                                  | -   | -                                |
|  | max  | 30                              | -                                  | -   | -                                |
|  |  | 25,7                            | -                                  | -   | -                                |
| III  | N  | 115                             | 17                                 | 44  | 85                               |
|  | min  | 5                               | 9                                  | -   | -                                |
|  | max  | 119                             | 61                                 | -   | -                                |
|  |  | 31,1                            | 15,1                               | -   | -                                |
| “Tisovik”, transektory / “Tisovik”, transekts                  |  |                                 |                                    |   |                                  |
|  | N  | 2784                            | 441                                | 3291  | 3167                             |
|  | min  | 16                              | 6                                  | -   | -                                |
|  | max  | 191                             | 27                                 | -   | -                                |
|  |  | 38,1                            | 12,9                               | -   | -                                |
| Poza ogrodzeniem / Outside the fence                           |  |                                 |                                    |   |                                  |
|  | N  | 145                             | 6                                  | 417   | 29                               |
|  | min  | 20                              | 9                                  | -   | -                                |
|  | max  | 127                             | 20                                 | -   | -                                |
|  |  | 29,1                            | 14,0                               | -   | -                                |
| Razem / Total  |  |                                 |                                    |   |                                  |
|  | N  | 3188                            | 464                                | 4389  | 3487                             |
|  | min  | 5                               | 6                                  | -   | -                                |
|  | max  | 191                             | 61                                 | -   | -                                |
|  |  | 36,8                            | 13,0                               | -   | -                                |

Średnia masa nasion z rezerwatu „Tisovik” była zbliżona do masy nasion z naturalnego wschodniego zasięgu jodły (rezerwat „Jata” w Nadleśnictwie Łuków, rezerwat „Kamienna Góra” na Roztoczu i rezerwat „Łabowiec” w Beskidzie Sądeckim) bardziej niż do masy nasion z drzewostanów jodłowych rosnących w Nadleśnictwie Białowieża (tab. 8).

Badania rentgenologiczne nasion zebranych w 1992 r. wykazały, że udział nasion pełnych wynosił średnio 92,86%. Wśród nasion pełnych aż 76,92% było spasożytowanych przez larwy owadów, a tylko 23,08% była zdrowa. Spośród nasion zdrowych 64,96% miało zarodki w pełni rozwinięte (typ IV), a 34,73 % było bez zarodków (typ I). Nasiona z zarodkami typu III i IV znaleziono u jodły nr 4 (tab. 8). Średnia potencjalna zdolność kiełkowania nasion pozyskanych w 1992 r. wynosiła 17,51%, a w przypadku nasion z poszczególnych drzew wahała się od 2,67% (jodła nr 3) do 67,90% (jodła nr 4) (tab. 7).

W nasionach spotykano larwy dwóch gatunków owadów: *Megastigmus suspectus* Borr. z rzędu Hymenoptera, i *Resseliella piceae* Seitn. z rzędu Diptera. Larwy tych owadów uszkadzały zarodki oraz częściowo również prabiellmo. Część nasion, a przede wszystkim szyszki, były uszkodzone także przez *Barbara herrichiana* Obr. z rzędu Lepidoptera. Tak wysoki stopień spasożytowania nasion był prawdopodobnie skutkiem bardzo małej liczebności populacji jodły w „Tisoviku”.

Badania rentgenologiczne nasion zebranych w 1995 r. wykazały, że odsetek pełnych nasion jodły z „Tisovika”, wynoszący średnio 97,99%, był podobny jak w przypadku trzech naturalnych populacji porównawczych. Wyraźne różnice zaznaczyły się natomiast w odsetku nasion zdrowych oraz spasożytowanych. W 1995 r. udział nasion zdrowych z „Tisovika” wynosił średnio 37,67% i był znacząco mniejszy niż z 3 naturalnych populacji jodły (tab. 8). W nasionach z rezerwatu „Tisovik” oraz z rezerwatów „Jata”, „Kamienna Góra” i „Łabowiec” stwierdzono obecność larw tych samych gatunków owadów co w 1992 r. Rozwój zarodków przebiegał różnie w kolejnych latach obradzania jodły. Odsetek nasion z normalnymi zarodkami (typ IV) w 1992 r. wynosił 64,96%, a w 1995 r. tylko 29,09%, za to liczba nasion bez zarodków (typ I) wzrosła dwukrotnie w porównaniu do 1992 r. W 1995 r. odnotowano wzrost liczby nasion z zarodkiem niedorozwiniętym (typu II i III) do 13,54% (tab. 8). W poszczególnych latach zaobserwowano również zaburzenia w rozwoju prabiellma w nasionach z poszczególnych drzew. W 1992 r. w nasionach nieuszkodzonych przez owady odsetek z niedorozwiniętym prabiellmem (B) wynosił średnio 5,44%, a w 1995 r. – 21,61% (tab. 8). Niezależnie od pochodzenia nasion i roku obradzania odsetek pełnych nasion był zawsze bardzo wysoki – powyżej 90%.

#### 4. Podsumowanie i dyskusja

W obszernym piśmiennictwie dotyczącym jodły pospolitej w uroczysku „Cisówka” znaleziono prace tylko dwóch autorów, którzy negują jej naturalne pochodzenie. Pierwszym z nich był Trauwetter, który w 1850 r. wyraził taki pogląd bez żadnego uzasadnienia (za Szaferem 1920). Drugim autorem był Karpiński (1933), który uznał tę populację za sztuczną na podstawie nieobecności na jodłach czterech monofagicznych gatunków korników: *Pityokteines curvidens*, *P. spinidens* i *P. vorontzovi* oraz smolika jodłowca *Pissodes piceae*. Karpiński (1933) postawił tezę, że wszystkie gene-

racje jodły w rezerwacie „Tisovik” wywodzą się z jednego drzewa, posadzonego tam w XVIII wieku, tj. z 200-letniej jodły opisanej w 1920 r. przez Szafera (Karpiński 1933).

Znacząca liczba autorów jest zdania, że stanowisko jodły pospolitej w „Tisoviku” ma charakter naturalny (Górski 1829; Jundziłł 1830; Eichwald 1830; Błoński, Drymmer, Ejsmond 1888; Błoński, Drymmer 1889; Genko 1902,1903; Szafer 1920a,b, 1926; Kloska 1922; Wiśniewski 1923, 1924; Mattfeld 1925, 1926; Paczowski 1928, 1930; Paszewski, Poznański 1935; Paszewski 1937; Zefirov 1958; Dąbrowski 1959; Środoń 1959, 1983; Tutin 1964; Hegi 1965; Gunia, Kowalski 1966; Šutko, Martynovič 1957; Faliński 1968,1986; Nikolaeva, Zefirov 1971; Budničenko in. 1987; Korczyk, Chilimoniuk 1993; Korczyk 1995b; Sokołowski 1995).

Za naturalnym pochodzeniem jodły w Puszczy Białowieskiej przemawiają fakty omówione w kolejnych podrozdziałach.

#### Materiały paleobotaniczne

Najstarsze szczątki jodły, datowane na interglacjały środkowego plejstocenu, pochodzą z okolic Grodna (ok. 120 km na północ od Białowieży) (Szafer 1926; Jaroń 1933; Środoń 1983). Natomiast w Puszczy Białowieskiej najstarsze ślady jodły pospolitej w postaci pyłków pochodzących z wczesnego holocenu odnalazł Dąbrowski (1959), a z okresu atlantyckiego – 5400–3000 lat p.n.e. odnaleźli Paszewski i Poznański (1935) i Paszewski (1937). Cytowani autorzy znaleźli pyłki jodły jedynie w 6 profilach (na 18 badanych) reprezentujących 3 torfowiska śródleśne (dwa w polskiej części Puszczy – oddz. 317 i 373, oraz jeden w części białoruskiej – oddz. 588) i torfowisko „Dziki Nikor”. Udział pyłków jodły wynosił od 0,5 do 2% pyłków gatunków drzewiastych. Uznali te fakty za potwierdzenie hipotezy Szafera (1920a) o naturalnym pochodzeniu jodły w „Tisoviku”, niemniej jednak sugerowali, że pyłki jodły mogły być nawiane do Puszczy z południa Polski razem z pyłkami buka. Jeżeli przyjąć tezę o pochodzeniu pyłków jodły z dalekiego transportu, to winny one znaleźć się nie tylko w sześciu z 18 analizowanych profili, gdyż badane torfowiska znajdują się w niedalekiej od siebie odległości (ryc. 1), a chmura pyłkowa przyniesiona przez wiatr nie mogła selektywnie opadać tylko na niektóre z nich. Pyłki jodły powinny znaleźć się również w profilach wykonanych na kurhanie położonym na terenie Białowieskiego Parku Narodowego w oddz. 256, a także w warstwie powierzchniowej tego kurhanu (Borowik-Dąbrowska 1976). Zgodnie z tą koncepcją pyłki z jodeł rosnących obecnie w granicach zwartego zasięgu winny również docierać do Puszczy Białowieskiej, a faktu takiego nie stwierdzono (Bremówna, Sobolewska 1939). Dlatego bardziej prawdopodobna jest hipoteza Szafera o naturalnym pochodzeniu jodły w Puszczy i jej reliktowym charakterze. Przemawia za nią również fakt, że stosunkowo duży ciężar ziaren pyłku jodły (ok. 10 razy większy niż ziaren pyłku sosny) oraz duża prędkość ich opadania (ok. trzykrotnie większa niż pyłku sosny) ogranicza ich transport przez wiatr na większe odległości (Hibino 1969). Występowanie jodły w uroczysku „Hubar” (oddz. 738) – kilka okazów znalezionych przez Kloskę (1922) – wskazuje, że wprowadzić nielicznie, ale występowała ona w Puszczy nie tylko w „Tisoviku”. Jodła w Puszczy Białowieskiej, podobnie

**Tabela 8. Obrządanie i jakość nasion jodły pospolitej w rezerwacie „Tisovik” oraz w populacjach porównawczych**  
**Table 8. Silver fir seed yield and its quality in the reserve „Tisovik” in comparison with others populations**

| Lp.<br>No.   | Numer drzewa<br>Tree No. |                        | Liczba szyszek<br>Number of cones |       | Ciężar zebranych nasion<br>Weight of harvested seeds |             | Masa 1000 nasion<br>Weight of 1000 seeds |               | Nasiona<br>Seeds             |                 | Nasiona pełne<br>Full seeds |             | Udział nasion z zarodkiem typu:<br>Percentage of seeds with embryo type: |              |              |              | Udział nasion z prąbielmem<br>Endosperm |   | Potencjalna zdolność kiełkowania<br>Potential seed germination percentage |  |
|--|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------|--|-------------|--|---------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------|--|--------------|--------------|--------------|---|---|---|--|
|  | na drzewie<br>on tree    | zebranych<br>harvested | g                                 | %     | g  | %           | puste<br>empty                           | pełne<br>full | spasożyto-<br>wane<br>sponge | zdrowe<br>sound | I                           | II          | III  | IV           | A            | B            | %                                       | % |   |  |
| 1  | 2                        | 3                      | 4                                 | 5     | 6  | 7           | 8  | 9             | 10                           | 11              | 12                          | 13          | 14   | 15           | 16           | 17           |   |   |   |  |
| <b>Obrządanie / 1992 / Cones bearing 1992</b>  |                          |                        |                                   |       |  |             |  |               |                              |                 |                             |             |  |              |              |              |   |   |   |  |
| <b>Rezerwat „Tisovik” / Reserve „Tisovik”</b>  |                          |                        |                                   |       |  |             |  |               |                              |                 |                             |             |  |              |              |              |   |   |   |  |
| 1  | 1                        | b.d                    | 101                               | 655   | 49,68  | 4,55        | 95,45                                    | 84,13         | 15,87                        | 40,00           | 0,00                        | 0,00        | 60,00  | 93,65        | 6,35         | 9,52         |   |   |   |  |
| 2  | 2                        | b.d                    | 103                               | 1 625 | 65,94  | 2,94        | 97,06                                    | 83,33         | 16,67                        | 18,18           | 0,00                        | 0,00        | 81,82  | 96,97        | 3,03         | 13,64        |   |   |   |  |
| 3  | 3                        | b.d                    | 55                                | 245   | 50,02  | 6,25        | 93,75                                    | 92,00         | 8,00                         | 66,67           | 0,00                        | 0,00        | 33,33  | 94,67        | 5,33         | 2,67         |   |   |   |  |
| 4  | 4                        | b.d                    | 8                                 | 125   | 43,30  | 10,00       | 90,00                                    | 28,40         | 71,60                        | 3,45            | 1,72                        | 1,72        | 93,10  | 97,53        | 2,47         | 67,90        |   |   |   |  |
| 5  | 5                        | b.d                    | 55                                | 580   | 52,38  | 2,56        | 97,44                                    | 75,00         | 25,00                        | 21,05           | 0,00                        | 0,00        | 78,95  | 94,74        | 5,26         | 19,74        |   |   |   |  |
| 6  | 11                       | b.d                    | 45                                | 625   | 56,40  | 4,41        | 95,59                                    | 76,92         | 23,08                        | 53,33           | 0,00                        | 0,00        | 46,67  | 87,69        | 12,31        | 10,77        |   |   |   |  |
| 7  | 12                       | b.d                    | 147                               | 1 500 | 54,75  | 5,97        | 94,03                                    | 84,13         | 15,87                        | 10,00           | 0,00                        | 0,00        | 90,00  | 98,41        | 1,59         | 14,29        |   |   |   |  |
| 8  | 15                       | b.d                    | 159                               | 1 465 | 51,45  | 4,35        | 95,65                                    | 72,73         | 27,27                        | 38,89           | 0,00                        | 0,00        | 61,11  | 89,39        | 10,61        | 16,67        |   |   |   |  |
| 9  | 16                       | b.d                    | 32                                | 210   | 48,35  | 0,00        | 100,00                                   | 92,42         | 7,58                         | 60,00           | 0,00                        | 0,00        | 40,00  | 95,45        | 4,55         | 3,03         |   |   |   |  |
| 10   | 17                       | b.d                    | 117                               | 2 070 | 74,15  | 40,00       | 60,00                                    | 74,07         | 25,93                        | 57,14           | 0,00                        | 0,00        | 42,86  | 85,19        | 14,81        | 11,11        |   |   |   |  |
| 11   | 21                       | b.d                    | 71                                | 335   | 40,46  | 7,83        | 92,17                                    | 85,85         | 14,15                        | 13,33           | 0,00                        | 0,00        | 86,67  | 98,11        | 1,89         | 12,26        |   |   |   |  |
| Średnia / Average  |                          |                        |                                   |       | <b>53,35</b>   | <b>7,14</b> | <b>92,86</b>                             | <b>76,92</b>  | <b>23,08</b>                 | <b>34,73</b>    | <b>0,155</b>                | <b>0,55</b> | <b>64,96</b>   | <b>94,56</b> | <b>5,44</b>  | <b>17,51</b> |   |   |   |  |
| <b>N-ctwo Białowieża - 62-letni drzewostan sztucznego pochodzenia / Forst District Białowieża - 62 year old artificial stand</b> |                          |                        |                                   |       |  |             |  |               |                              |                 |                             |             |  |              |              |              |   |   |   |  |
| Średnia / Average  |                          |                        |                                   |       | <b>57,39</b>   | <b>4,00</b> | <b>96,00</b>                             | <b>0,00</b>   | <b>100,00</b>                | <b>74,74</b>    | <b>0,52</b>                 | <b>0,00</b> | <b>24,74</b>   | <b>25,26</b> | <b>74,74</b> | <b>24,74</b> |   |   |   |  |
| <b>Obrządanie 1995 / Cones bearing 1995</b>  |                          |                        |                                   |       |  |             |  |               |                              |                 |                             |             |  |              |              |              |   |   |   |  |
| <b>Rezerwat „Tisovik” / Reserve „Tisovik”</b>  |                          |                        |                                   |       |  |             |  |               |                              |                 |                             |             |  |              |              |              |   |   |   |  |
| 1  | 1                        | 258                    | 60                                | 665   | 50,77  | 1,47        | 98,53                                    | 67,16         | 32,84                        | 50,00           | 0,00                        | 4,55        | 45,45  | 83,58        | 16,42        | 16,42        |   |   |   |  |
| 2  | 2                        | 142                    | 20                                | 170   | 55,80  | 7,35        | 92,65                                    | 52,38         | 47,62                        | 60,00           | 3,33                        | 6,67        | 30,00  | 71,43        | 28,57        | 17,46        |   |   |   |  |
| 3  | 3                        | 170                    | 35                                | 299   | 43,58  | 0,00        | 100,00                                   | 52,94         | 47,06                        | 50,00           | 12,50                       | 0,00        | 37,50  | 76,47        | 23,53        | 17,65        |   |   |   |  |
| 4  | 4                        | 253                    | 40                                | 380   | 44,13  | 4,55        | 95,45                                    | 52,38         | 47,62                        | 43,33           | 3,33                        | 20,00       | 33,33  | 79,37        | 20,63        | 25,40        |   |   |   |  |

|                          |     |     |      |       |      |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|-----|-----|------|-------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5                        | 149 | 15  | 134  | 59,21 | 1,49 | 98,51  | 37,88 | 62,12 | 60,98 | 7,32  | 4,88  | 26,83 | 62,12 | 37,88 | 19,70 |
| 6                        | 57  | 10  | 47   | 57,27 | 2,94 | 97,06  | 46,97 | 53,03 | 54,29 | 14,29 | 11,43 | 20,00 | 71,21 | 28,79 | 16,67 |
| 7                        | 255 | 50  | 792  | 61,98 | 7,35 | 92,65  | 55,56 | 44,44 | 25,00 | 0,00  | 17,86 | 57,14 | 88,89 | 11,11 | 33,33 |
| 8                        | 195 | 20  | 253  | 72,69 | 1,47 | 98,53  | 38,81 | 61,19 | 46,34 | 0,00  | 4,88  | 48,78 | 71,64 | 28,36 | 32,84 |
| 9                        | 220 | 60  | 374  | 41,85 | 1,47 | 98,53  | 91,04 | 8,96  | 33,33 | 0,00  | 16,67 | 50,00 | 97,01 | 2,99  | 5,97  |
| 10                       | 230 | 60  | 621  | 64,40 | 2,94 | 97,06  | 42,42 | 57,58 | 81,58 | 7,89  | 5,26  | 5,26  | 53,03 | 46,97 | 6,06  |
| 11                       | 175 | 50  | 733  | 61,62 | 0,00 | 100,00 | 89,71 | 10,29 | 71,43 | 0,00  | 0,00  | 28,57 | 92,65 | 7,35  | 2,94  |
| 12                       | 115 | 15  | 86   | 52,62 | 2,94 | 97,06  | 62,12 | 37,88 | 64,00 | 0,00  | 0,00  | 36,00 | 75,76 | 24,24 | 13,64 |
| 13                       | 197 | 70  | 693  | 44,60 | 3,23 | 96,77  | 53,33 | 46,67 | 46,43 | 7,14  | 7,14  | 39,29 | 78,33 | 21,67 | 21,67 |
| 14                       | 185 | 50  | 507  | 48,90 | 0,00 | 100,00 | 74,14 | 25,86 | 86,67 | 0,00  | 0,00  | 13,33 | 77,59 | 22,41 | 3,45  |
| 15                       | 356 | 100 | 1454 | 51,00 | 0,00 | 100,00 | 86,76 | 13,24 | 44,44 | 0,00  | 55,56 | 0,00  | 94,12 | 5,88  | 7,35  |
| 16                       | 210 | 30  | 323  | 52,82 | 1,47 | 98,53  | 77,61 | 22,39 | 40,00 | 0,00  | 13,33 | 46,67 | 91,04 | 8,96  | 13,43 |
| 17                       | 94  | 15  | 65   | 40,27 | 1,47 | 98,53  | 64,18 | 35,82 | 45,83 | 0,00  | 25,00 | 29,17 | 83,58 | 16,42 | 19,40 |
| 18                       | 90  | 30  | 211  | 39,95 | 0,00 | 100,00 | 80,88 | 19,12 | 76,92 | 0,00  | 7,69  | 15,38 | 85,29 | 14,71 | 4,41  |
| 19                       | 116 | 35  | 156  | 39,69 | 0,00 | 100,00 | 73,53 | 26,47 | 83,33 | 5,56  | 5,56  | 5,56  | 77,94 | 22,06 | 2,94  |
| 20                       | 230 | 50  | 302  | 48,62 | 0,00 | 100,00 | 44,12 | 55,88 | 78,95 | 10,53 | 2,63  | 7,89  | 55,88 | 44,12 | 5,88  |
| <b>Średnia / Average</b> |     |     |      | 51,59 | 2,01 | 97,99  | 62,33 | 37,67 | 57,37 | 4,85  | 8,69  | 29,09 | 78,39 | 21,61 | 14,23 |

**N-ctwo Białowieża - ok. 80-letni drzewostan sztucznego pochodzenia / Forst District Białowieża - ca 80 years old artificial stand**

|   |              |              |              |       |       |       |      |      |       |       |       |       |  |  |  |
|---|--------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| <b>Średnia / Average</b>                  | <b>61,78</b> | <b>20,67</b> | <b>79,33</b> | 0,10  | 99,90 | 48,33 | 3,33 | 0,87 | 47,46 | 51,71 | 48,29 | 48,29 |  |  |  |
| <b>Rezerwat / Reserve „Jata”</b>          |              |              |              |       |       |       |      |      |       |       |       |       |  |  |  |
| <b>Średnia / Average</b>                  | 49,72        | 9,67         | 90,33        | 27,40 | 72,60 | 25,79 | 1,63 | 1,41 | 71,17 | 81,28 | 18,72 | 52,70 |  |  |  |
| <b>Rezerwat / Reserve „Kamienna Góra”</b> |              |              |              |       |       |       |      |      |       |       |       |       |  |  |  |
| <b>Średnia / Average</b>                  | 45,08        | 1,75         | 98,25        | 51,97 | 48,03 | 9,10  | 0,91 | 6,12 | 83,87 | 95,63 | 4,37  | 43,23 |  |  |  |
| <b>Rezerwat / Reserve „Łabowiec”</b>      |              |              |              |       |       |       |      |      |       |       |       |       |  |  |  |
| <b>Średnia / Average</b>                  | 54,28        | 3,43         | 96,57        | 17,90 | 82,10 | 10,25 | 1,19 | 2,02 | 86,54 | 91,59 | 8,41  | 72,71 |  |  |  |

b.d. – brak danych / lack of data

jak w rezerwacie „Jata” na Wysoczyźnie Siedleckiej, występuje na lekkich glebach mineralnych, ale zawsze na wododziale w sąsiedztwie torfowisk i cieków wodnych. Takie sąsiedztwo zapewnia dużą wilgotność powietrza oraz częste opady poziome. Są to główne czynniki, które zadecydowały o przetrwaniu jodły na tak bardzo oddalonych od zwartego zasięgu stanowiskach wypowych, jakimi są rezerwaty „Tisovik” i „Jata”.

### Entomofauna monofagiczna jodły

*Megastigmus suspectus* Borr., *Resseliella piceae* Seitn. i *Barbara herrichiana* Obr. są gatunkami monofagicznymi, które w Polsce występują tylko na jodle pospolitej. Ich nasiloną obecność stwierdzono w materiałach zebranych w 1995 r. w rezerwach „Łabowiec”, „Kamienna Góra”, „Jata” i „Tisovik”, a nie znaleziono w szyszkach zebranych w dwóch drzewostanach jodłowych założonych na początku XX wieku w Nadleśnictwie Białowieża (tab. 8). Te dwa drzewostany są położone w odległości ok. 7 km na południowy zachód od „Tisovika”, a rosnące tam jodły obradzają co najmniej od 1984 roku. Czyżby więc ta odległość stanowiła wystarczającą barierę, której wymienione owady nie były w stanie pokonać? A jeżeli tak, to w jaki sposób dostały się one do Tisovika, który jest oddalony od najbliższego naturalnego stanowiska jodły w „Jacie” o ok. 120 km? Jedynym logicznym wytłumaczeniem tego faktu jest przyjęcie hipotezy, że owady monofagiczne rozprzestrzeniały się równoległe z przemieszczaniem się zasięgu jodły – ich bazy pokarmowej. Czyli, że dotarły do Puszczy Białowieskiej razem z jodłą w okresie holocenijskiego optimum klimatycznego, a po ochłodzeniu się klimatu pozostały razem z jodłą, jako relikty tamtych czasów. Zachowały się również i dlatego, że jodła tu występująca dość regularnie obradzała.

### Struktura genetyczna populacji

Mejnartowicz (1996) wykazał, że jodła z „Tisovika” charakteryzuje się bardzo małą średnią liczbą alleli na locus oraz bardzo małym udziałem polimorficznych loci. Heterozygotyczność obserwowana Ho badanych populacji, z wyjątkiem „Tisovika”, nie różniła się w sposób istotny od heterozygotyczności oczekiwanej He. Uważał, że nadwyżka heterozygotyczności w tak małej populacji jak „Tisovik” jest rezultatem selekcji trwającej od ostatniego zlodowacenia, ukierunkowanej na dostosowanie jodły do szybko zmieniających się czynników środowiskowych Puszczy Białowieskiej. Badania te wykluczyły pokrewieństwo między populacją „Tisovik” a sztucznymi drzewostanami jodłowymi w Nadleśnictwie Białowieża i wykazały wyraźną odrębność jodły nieznanego pochodzenia z Nadleśnictwa Białowieża.

Badania Gončarenki i Savickij (2000) struktury genetycznej 20 jodeł rosnących w rezerwacie „Tisovik” wykazały dużą zmienność genetyczną tylko w 8. loci (Idh, Lap-1, Lap-2, Mdh-2, 6-Pgd-1, Pgm-1, Pgm-2, i Me), a pozostałe loci okazały się monomorficzne. Stwierdzili niski poziom chowu wsobnego (inbreeding). Wykazali, że 17 jodeł z 20 badanych charakteryzowało się swoistymi indywidualnymi genotypami,

a 3 jodły miały taki sam genotyp, różny jednak wyraźnie od genotypu pozostałych drzew. Na podstawie uzyskanych wyników uznali jodłę z „Tisovika” za naturalną i rodzimą populację Puszczy Białowieskiej.

Dla scharakteryzowania struktury genetycznej populacji jodły ze wschodniego jej zasięgu Gončarenko i Savickij (2000) analizowali te same izoenzymy co w przypadku jodeł z „Tisovika” u 7 populacji z terenu Polski i Ukrainy. Dendrogram wykazał ściśle pokrewieństwo jodły z rezerwatu „Tisovik” z naturalnymi populacjami jodły ze wschodniej granicy zasięgu (z rezerwatów: „Jata”, „Kamienna Góra” i „Łabowiec” oraz z nadleśnictw: Drohobycz, Dielatin i Worohtha) oraz wyraźną odrębność jodły nieznanego pochodzenia z Nadleśnictwa Białowieża.

Jodła w rezerwacie „Tisovik” rośnie nieprzerwanie co najmniej od 300 lat. Hipoteza, że została ona tam sztucznie wprowadzona w XVIII wieku, jak to sugerują Trauweather (za Szaferem 1920) i Karpiński (1933) jest mało prawdopodobna. Szczególnie, gdy uwzględnia się utrudniony dostęp do tego uroczyska poprzez okalające bagna. Poza tym jej zdolność do intensywnego obradzania co 3–5 lat oraz jej dobry wzrost i rozwój, nie odbiegający od jodły ze zwartego zasięgu, świadczą o jej dobrej kondycji hodowlanej.

### 5. Wnioski

Z analizy materiałów publikowanych i z własnych badań terenowych wynika, że:

- jodła pospolita w Puszczy Białowieskiej jest gatunkiem rodzimym i reliktem z okresu holocenijskiego optimum klimatycznego;
  - w przeszłości jodła, jako rzadki gatunek domieszkowy, występowała również w innych miejscach Puszczy Białowieskiej;
  - jodła nadal znajduje korzystne warunki rozwojowe w Puszczy. Wskazuje na to jej kondycja zdrowotna i hodowlana oraz zdolność do samosiewnego odnawiania się;
  - rezerwat „Tisovik” stanowi ostatnią naturalną ostoję jodły w Puszczy, która ocalała tu dzięki sprzyjającym warunkom i utrudnionemu dostępowi. Winien on być uznany za locus classicus jodły i otoczony szczególną ochroną i opieką.
- Z tych względów został przygotowany specjalny program badawczy, w którym nakreślono następujące cele:
- zachowanie zasobów genowych białowieskiej populacji jodły przez założenie w polskiej części Puszczy Białowieskiej upraw zachowawczych;
  - oszacowanie różnorodności biogenetycznej jodły i jej jakości hodowlanej na podstawie badań DNA i testowania rodów.

### Konflikt interesów

Autor deklaruje brak potencjalnych konfliktów.

### Podziękowania

Autor składa serdeczne podziękowania Dyrekcji Białoruskiego Państwowego Parku Narodowego „Białowieża”

Puszcza” za umożliwienie prowadzenia badań w rezerwacie „Tisovik”. Równie serdeczne podziękowania składamy pani Ludmile Jevgenevnej Dvorak za udostępnienie notatek florystycznych z rezerwatu „Tisovik”. Szczególnie serdeczne podziękowania składa również pracownikom Zakładu Lasów Naturalnych IBL w Białowieży, panom Mirosławowi Bugwinowi i Kazimierzowi Borowskiemu za pomoc techniczną.

## Literatura

- Arhipov C. 1897. Istoričeskoe prošloe Belovežskoj Pušči. *Lesnoj Žurnal* 3: 391–399.
- Błoński F., Drymmer K., Ejsmond A. 1888. Sprawozdanie z wycieczki botanicznej, odbytej do Puszczy Białowieskiej w lecie 1887 roku. *Pamiętnik Fizjograficzny* 8: 59–74.
- Błoński F., Drymmer K. 1889. Sprawozdanie z wycieczki botanicznej, odbytej do Puszczy Białowieskiej, Ładzkiej i Świsłockiej w 1888 roku. *Pamiętnik Fizjograficzny* 9: 55–62.
- Borowik-Dąbrowska M. 1976. Opracowanie palinologiczne kurhanu w Białowieskim Parku Narodowym. *Archeologia Polski* 21(1): 135–210.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie, Wien-New York, Springer-Verlag: 1–865.
- Bremowna M., Sobolewska M. 1939. Studia nad opadem pyłku drzew leśnych w Puszczy Białowieskiej. *Sylwan*, A, 56, 3–4: 1–19.
- Brokhaus F. A., Efron I. A. 1891. Belovežskaja Puščsca. w: *Encyklopedičeskij Slovar’*, S. Petersburg: 208–211.
- Budničenko N. I., Strelkov A. Z., Saevič F. F., Michalevič P. K. 1987. Pichta belaja v Belovežskoj Pušče. *Zapovedniki Belorusi* 11: 13–24.
- Dąbrowski M. J. 1959. Późnoglacialna i holocenska historia lasów Puszczy Białowieskiej. Cz. I. Białowieski Park Narodowy. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 28, 2: 197–248.
- Dengler A. 1992. Waldbau. Band I. Berlin, Paul Parey Verlag: 222–226.
- Draft manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 1985. Programme Coordinating Centres with the assistance of the UNEP and Secretariat of UN–ECE: 1–96.
- Ehrenberg C., Gustafsson A., Plym Forshell C., Simak M. 1955. Seed quality and the principles of Forest Genetics. *Heredity* 41: 291–366.
- Eichwald E. 1830. Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien und Podolien. Wilno, J. Zawadzki: 241–253.
- Ellenberg H., Webere W., Dullr R., Wirht V., Werner W., Pauliben D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica. Lehrstuhl für Geobotanik der Universität Göttingen*, Göttingen: 1–258.
- Faliński J. B. 1968. Park Narodowy w Puszczy Białowieskiej. Warszawa, PWRiL: 1–504
- Faliński J. B. 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. *Ecological studies in Białowieża forest*. Dordrecht Boston Lancaster, W. Junk Publishers: 1–537.
- Flora Europea (eds Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Yalentine D. H., Walters S. M., Webb D. A.) 1964. Vol. 1. The University Press, Cambridge: 1–464.
- Genko N. 1902. Charakteristika Belovežskoj Pušči i istoričeskoe o nej svedenija. *Lesnoj Žurnal* 32, 5: 1009–1056, 6: 1269–1302.
- Genko N. 1903. Charakteristika Belovežskoj Pušči i istoričeskoe o nej svedenija. *Lesnoj Žurnal* 33, 1: 22–5.
- Giefing D. F. 1985. Budowa i zastosowanie urządzenia pilodyn. *Sylwan* 129, 7: 63–77.
- Gončarenko G. G., Savickij B. P. 2000. Populacjonno-genetičeskie resurcy pichy beloj v Belarusi. *Nacionalnaja Akademia Nauk Belarusi. Instytut Lesa*, s. 121.
- Górski S. 1829. O roślinach żubrom upodobanych, jako też innych w puszczy Białowieskiej. *Dziennik Wileński* 9: 207–217.
- Graebner P., Steinecke F. 1918. Die pflanzengeographischen Verhältnisse von Białowies. *Białowies in deutscher Verwaltung* 4: 219–250.
- Gunia S., Due J. E., Kramer W. 1972. Die Weißtanne (*Abies alba* Mill.) im Nordosten ihres natürlichen Verbreitungsgebietes. *Forstarchiv* 43: 84–91
- Gunia S., Kowalski M. 1968. Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) w Puszczy Białowieskiej. *Sylwan* 112: 59–66.
- Hegi G. 1965. *Abies alba* Mill., w: *Illustrierte Flora von Mittel-Europa mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht*. Ed. G. Hegi. München, C. Hanser Verlag: 120–122
- Hibino K. 1969. Relation between air-born pollen and the living vegetation in Mt. Hakkoda. *Ecological Revue* 17, 3: 189–195.
- Jaroń B. 1933. Analiza pyłkowa interglacjalna z Żydowszczyzny koło Grodna. *Roczniki Polskiego Towarzystwa Geologicznego* 9: 147–183.
- Jundził J. 1830. Opisanie roślin w Litwie, na Wołyniu, Podolu i Ukrainie dziko rosnących, jako i oswojonych, Wilno, Józef Zawadzki: 1–583,
- Karpiński J. 1933. Fauna korników Puszczy Białowieskiej na tle występujących w puszczy typów drzewostanów. Warszawa, Zakład Doświadczalny Lasów Państwowych: 1–68.
- Karpiński J. J. 1929. Rezerваты Puszczy Białowieskiej. *Echa Leśne* 6, 11: 2–4.
- Kloska J. 1922. Nowe stanowisko jodły w Puszczy Białowieskiej. *Las Polski* 10: 383–385.
- Korczyk A., Chilimoniuk M. 1993. Jodła w Puszczy Białowieskiej. *Las Polski* 10: 14–16.
- Korczyk A. F. 1995a. Restytucja jodły pospolitej w puszczy gospodarczej. Raport GEF 3. 4. Maszynopis w Zakł. Lasów Naturalnych IBL, 1–12.
- Korczyk A. F. 1995b. Risk assessment of pollution load on reproductive systems in forest tree. w: *Protecion of forest ecosystems biodiversity of Białowieża Primeval Forest* (eds P. Paschalis, K. Rykowski, S. Zajączkowski), Warsaw, Fundacja SGGW: 33–52.
- Korczyk A. F. 1999. Ocena wartości genetycznej i hodowlanej naturalnych populacji jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) ze wschodniego zasięgu w Polsce. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie* 339: 155–170.
- Korczyk A. F. 2000. Reliktowe stanowisko jodły pospolitej w białoruskiej części Puszczy Białowieskiej. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa* 2: 90–93.
- Korczyk A. F., Kawecka A., Martysevič V. V., Strelkov A. Z. 1997. Naturalne stanowisko jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w Puszczy Białowieskiej. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa* A 837: 29–61.
- Mattfeld J. 1925. Die in Europa und dem Mittelmeergebiet wildwachsenden Tannen. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft* 35: 1–37.
- Mattfeld J. 1926. Das Areal der Weißtanne. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft* 37: 16–35.
- Matuszkiewicz W. 1984. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski, Warszawa, PWN: 1–298.

- Mejnartowicz L. 1996. Origin of Silver-fir stands in Białowieża Primeval Forest. w: Biodiversity Protection of Białowieża Primeval Forest (eds P. Paschaslis, S. Zajączkowski), Warsaw: 35–50.
- Nikolaeva V. M., Zefitrov B. M. 1971. Flora Beloveżskoj Pušči, Minsk: 1–182.
- Paczoski J. 1928. Roślinność Puszczy Białowieżskiej (La végétation de la forêt de Białowieża). Ministère de l'Agriculture, Varsovie, 1–87.
- Paczoski J. 1930. Lasy Białowieży. Poznań, Państwowa Rada Ochrony Przyrody: 1–575.
- Paszewski A., Poznański F. 1935. Materiały do historii lasów Puszczy Białowieżskiej. *Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych* 36: 59–67.
- Paszewski A. 1937. Dalsze badania nad historią lasów Puszczy Białowieżskiej na podstawie analizy pyłkowej torfowisk. *Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych* 41: 1–5.
- Romanów M. 1922. Zgon najstarszej jodły w Puszczy Białowieżskiej. *Las Polski* 10: 381–383.
- Samojlik T. 2005. Ochrona i łowy. Puszcza Białowieża w czasach królewskich. Białowieża, ZBS PAN, s. 90. ISBN 83-907521-5-8.
- Semenov P. 1863. Belovežskaja Pušča, w: Slovar' Rossijskoj Imperii. Sankt Petersburg: 359–360.
- Šutko N. V., Martynovič B. S. 1967. Pichta belaja v Belarusi w. Dendrologia i lesovedene. Nauka i Technika, Min'sk: 77–81.
- Sokołowski A. W. 1995. Flora roślin naczyniowych Puszczy Białowieżskiej, Białowieża, Białowieżski Park Narodowy: 1–273.
- Szafer W. 1920a. Jodła w Puszczy Białowieżskiej. *Sylwan* 38, lipiec-wrzesień: 65–74.
- Szafer W. 1920b. Plan utworzenia rezerwatu leśnego w Puszczy Białowieżskiej. *Sylwan* 38, październik-grudzień: 97–117.
- Szafer W. 1926. O florze i klimacie okresu międzylodowcowego pod Grodnem. *Sprawozdania Komisji Fizjograficznej PAU*, 60: 1–40.
- Środoń A. 1959. Zarys historycznego rozwoju szaty roślinnej Polski w późnym glacie i postglacie, w: Szata roślinna Polski (red. W. Szafer). Warszawa, PWN: 511–543.
- Środoń A. 1983. Jodła pospolita w historii naszych lasów, w: Jodła pospolita *Abies alba* Mili. (red. S. Białobok). PWN, Warszawa-Poznań: 9–39.
- Utenkova A. P., Romanovskij V. P., Kočanovskij S. B., Smirnov H. S. 1972. Vlijanie osušenija lesnych bolot na gidrologičeskij režim okružajuščich suchodolov. *Belovežskaja Pušča. Issledovanija* 6: 11–36.
- Voit E. 1918. Die Eroberung des Urwaldes: Die Erschliessung des Urwaldes, Bialowies in deutscher Verwaltung, 1, Berlin, Parey 9–55.
- Wiśniewski T. 1923. Przyczynek do znajomości Puszczy Białowieżskiej. *Białowieża* 2: 33–61.
- Wiśniewski T. 1924. Kilka szczegółów o jodle w Puszczy Białowieżskiej. *Ochrona Przyrody* 4: 100–103.
- Zefirov B. M. 1958. Zamietki o flore gosudarstvennogo zapovednika Belovežskaja Pušča. *Trudy Zapovedno-Ochotnič'ego Chozajstva Belovežskaja Pušča* 1: 68–80.

## The ‘Tisovik’ reserve of Silver fir in the Belarusian national park ‘Belavezhskaya Pushcha’

Adolf F. Korczyk

Białystok University of Technology, Faculty of Forestry in Hajnówka, ul. Piłsudskiego 8, 17–200 Hajnówka, Poland.

Tel. +48 694 056 850, e-mail: [adolfkorczyk@gmail.com](mailto:adolfkorczyk@gmail.com)

**Abstract.** Silver firs (*Abies alba* Mill.) of natural origin occurring in the Belorussian part of the Białowieża Primeval Forest constitute an enclave situated 120 km to the north-east of a dense fir stand in the Polish part of the forest. In order to protect this population a reserve called ‘Tisovik’ was established. In this study, plant communities occurring in the ‘Tisovik’ reserve were described and its fir population (20 trees) was characterised in terms of its genetic structure.

**Keywords:** *Abies alba* Mill., forest communities, nature protection, ‘Belavezhskaya Pushcha’, Belarus

### 1. Introduction

The presence of Silver fir (*Abies alba* Mill.) in Białowieża Primeval Forest was noted for the first time by Górski in 1829. Up to this moment, many publications had appeared describing the presence of fir in an area of virgin forest. Information about presence of Silver fir in Białowieża Primeval Forest listed chronologically are as following:

- 1823 Fir in Białowieża Primeval Forest was discovered by Górski 1829. In compartment no. 562 in forest part ‘Cisówka’ in a small mineral forest enclave placed among extensive swamps of ‘Dziki Nikor’. The thickest trunk had a diameter up to 3 feet in butt end (ar. 90 cm). Górski, recognised this position of fir as natural.
- 1830 Jundziłł in description of Lithuania plants mentioned fir’s position in Białowieża Primeval Forest. Eichwald wrote about native fir’s position in Białowieża Primeval Forest. Neither author gave sources of these information.
- 1863 Semenov posted information of fir’s presence in Białowieża Primeval Forest in the dictionary of Russian empire (Slovar’ Rossijskoi Imperii).
- 1884 Bretschneider stated the presence of small number of firs in forest part ‘Cisówka’ (after Szafer 1920a).
- 1887-88 Błoński, Drymmer and Ejsmond found in forest part ‘Cisówka’ few hundred firs, ‘which on man height, had 5 to 6 inches thickness’. The area of ‘Cisówka’ forest part had then ar. 22 ha and the fir occupied an area of 7–9 ha (Błoński, Drymmer 1889).
- 1889 Kóppen accredited Eichwald for discovering fir in Białowieża Primeval Forest.
- 1891 Entry ‘Białowieża Primeval Forest’ in ‘Encyclopedic dictionary’ (Brokhaus, Efron 1891) consists information that fir grows among swamps of ‘Dziki Nikor’.
- 1897 Archipov (1897) mentioned fir among tree species occurring in Białowieża Primeval Forest.
- 1902 Genko (1902, 1903), announced that in ‘Cisówka’ forest part with area 15.08 ha grow numerous natural seeding and trees of diameter breast height (dbh) from 17 cm to 27 cm. The dbh of the thickest fir is 57.8 cm. He considered this position as natural.
- 1918 Graebner (1918) announced, that on ‘Cisówka’ grew around 200 firs with height slightly above 2 m and some trees with dbh from 12 cm to 15 cm and average age ar. 40 years. The forest stand was artificially planted.

Received: 5.03.2014, reviewed: 19.08.2014, accepted: 29.09.2014.

- 1920 Szafer found in 'Cisówka' forest part around 100 firs with dbh from 12 to 34 cm and one old tree with dbh 120 cm and height 33.5 cm, the age of which on the basis of incomplete drill was defined as 190–200 years. Noted was also the presence of 2–5 years old fir natural seeding. The lack of fir underwood, he attributed, on the other hand, to the excessive number of deer that bite higher seedlings. Moreover, Szafer described two freshly cut trees with dbh of 18 and 30 cm, the age of which was defined at 1m height from root collar as 57 and 47 years. According to Szafer, 'fir concentration in 'Cisówka' has every feature of primary concentration, settled there for hundreds of years and 'This isolation of fir position was definitely a favorable circumstance for preserving this tree species'. Szafer believed that in contemporary climate, the range of fir regresses in southwest direction. That is why the enclave of fir from Białowieża, 120 km away to northeast from dense range, he considered as relict of the southwest type, which in the phase of so-called climate optimum after regress of diluvial ice sheet reached temporarily far to the northwest direction in Europe. State Council for Nature Conservation called for creating in 'Cisówka' forest part a reserve for fir protection (Szafer 1920b).
- 1921 At the request of State Council for Nature Conservation, the population of Silver fir growing in comp. 562 was provided with legal protection – as 'Cisówka' reserve (Karpiński 1929).
- 1922 Kłoska (1922) inventoried in forest part 'Hubar' in comp. 738 one fir with dbh 37.5 cm of height 22 m of age ar. 70 years and 3 trees of age 5, 7 and 10 years and several dozens of 1 and 2 years old natural seeding. This position 18 km away from fir reserve in 'Cisówka' he considered as natural.
- 1922 In July, a storm knocked down the oldest fir in 'Cisówka' reserve. Measurements made on fallen tree showed that it had 36 m height and 320 cm circuit on 1.3 m height. Near fallen tree grew 72 younger firs (Romanów 1922).
- 1924 Wiśniewski (1924) confirmed the presence of fir in 'Hubar' forest part. He found one 70 years old fir, two aged 8 and 10 years and numerous 1 and 3 years old natural seeding. He announced (unproven) information about finding fir in Lacka virgin forest (northeast part of Białowieża Primeval Forest).
- 1925/26 Mattfeld (1925, 1926) based on Polish, Russian and German naturalists' publications, recognised fir in 'Cisówka' as natural enclave.
- 1928 Paczowski (1928, 1930) wrote that in 'Hubar' forest part, the biggest fir was cut and there remained only some very small trees. On the other hand, in 'Cisówka' reserve grew at that time 255 firs with dbh from 7 to 38 cm. Paczowski stressed at the same time that oak-hornbeam forest with fir share is the model of primeval forest and belongs to relict forest stands, which used to be more widespread in Białowieża Primeval Forests.
- 1928 Paszewski collected materials for pollen analysis. Only on sphagnum bog in comp. 88 located in the west from 'Cisówka' within 4 km, in two drills was found fir pollen (1%) at a depth of 50 cm corresponding more or less to Atlantic period (Paszewski, Poznański 1935).
- 1933 Karpiński (1933) expressed his view that the lack of firs in 'Cisówka' such bark beetles like: *Pityokteines curvidens* Germ., *P. spinidens* Reit, *P. vorontzovi* Jacobs. and *Pissodes piceae* Ill. proves its artificial origin. At the same time, 200-year-old fir found by Szafer in 1920 was considered by him as a planted tree and all other remaining firs as a progeny of this tree.
- 1935 Paszewski (1937) made some drills in 'Dziki Nikor' in the closest neighborhood of 'Cisówka' reserve. At a depth of 75 and 125 cm, he found fir pollen (0.5%). He stated that even if fir's position was a relict one, pollen analysis results indicated vividly that fir did not occur profusely in Białowieża Primeval Forest in any period'. In reserve 'Cisówka' he found around 100 living mature (arborescent) firs and 'younger firs, unevenly aged'.
- 1939 On December 31st, forest part 'Cisówka' received the name 'Tisovik' and was recognised as nature reserve by authorities of Belarusian Republic.
- 1951 Dąbrowski (1959), on the basis of palynological studies conducted on two bogs in Białowiecki National Park (comp. 317 and 373), stated inter alia the presence of fir pollen in amount from 0.5%–2.0%: in profile I at depth 0, 11 cm and 245 cm and in profile II at depth 4, 155 cm, 210–255 cm and 510 cm. Based on this, he stated that in the period of early Holocene 'presumably through areas of Lubelszczyzna and Łukowski Płaskowyż travels fir to the area of Białowieża Primeval Forest'. However, in different part of this elaboration, the author negates relict character of fir position in Białowieża Primeval Forest suggesting that fir pollens blew in from Łukowski Płaskowyż.
- 1956 Irrigation works of 'Dziki Nikor' bog were finished (Šutko, Martynovič 1967). On those areas, intensive pasturage of cattle and sheep was run that caused heavy loss in fir forest stand (Budničenko et al. 1987).
- 1957/58 In 'Tisovik' forest part, on area of around 2 ha, Zefirov found 36 firs of dbh from 22–75 cm, few underwood growing to height of 2.4 m and fir natural seeding in number from 14–82 per 100 m<sup>2</sup>. He noted also that in 1957, fir cropped well. The level of ground water in fir forest stand in 1958 amounted slightly below 1 m from the ground surface. In 'Hubar' (comp. 738), Zefirov (1958) found 6 firs of height 53–180 cm.

- 1966 Gunia and Kowalski (1968) found in comp. 453 Aa of Białowieża Forest District artificial fir forest stand of unknown origin (ar. 200 trees on area of 0.20 ha) with an average age of 38 years. Fir position in 'Tisovik', on the other hand, they recognised with the help of literature as natural.
- 1967 Šutko and Martynovič (1967) in 'Tisovik' reserve inventoried 35 firs with dbh 25–77 cm and height 33 m and one tree of dbh 12 cm and height 8 m. Also, numerous natural seeding and underwood aged 2–20 years occurred there. Some of them grew to a height of 2.5 m. Terminal shoots of fir underwood were strongly bitten by deer. One fir of dbh 25 cm and height 19 m was cut for research purposes. Analysis of annual increments showed that age of this fir was 110 years and increments to thickness underwent fluctuation. On this basis, authors estimated the age of thickest fir for 250 years. Fir's position in 'Tisovik' was recognised as natural. They stated, however, that due to deterioration in environmental conditions in the near future, the fir will become extinct. They stated also, that in Oszczepski forest district (Belarusian part of Białowieża Primeval Forest) on area of ha found can be 30 years old artificial fir-spruce forest stand.
- 1972 Gunia et al. (1972) while elaborately reviewing the northern boundary of natural fir occurrence omitted the position in Białowieża Primeval Forest. As a result of this, it was also not included in the monograph of forests of Central Europe (Dengler 1992).
- 1981 Silver fir from 'Tisovik' reserve was inscribed to Belarusian 'Red Book' of species threatened with extinction.
- 1983-85 In 1983, in 'Tisovik', 12 firs were uprooted by a spring hurricane. On an area of around 1.3 ha remained 23 living firs with dbh 39–83 cm, height 27.0–33.3 m and age 120–150 years with numerous cones, and 1–3 years old natural seeding in number of 15–80 per 100 m<sup>2</sup>. Fir underwood did not appear. Fir cropped well and average mass of 100 seeds amounted to 65.2 g. Due to drying of 'Dziki Nikor', the level of ground water decreased below 2 m from ground surface. Dendrometric research performed on 5 firs and 3 spruces knocked down by hurricane showed that from 50s–70s, vividly noticeable was more dominant height growth. On the other hand, from the 70s, rapidly increased increment to thickness and vividly inhibited fir increment to height. The main cause of those changes was continuous lowering of ground water due to melioration of 'Dziki Nikor' (Budničenko et al. 1987).
- 1992-97 Full inventory and measurements of firs growing in this reserve, phytosociological study (Korczyk et al. 1997).
- 2000 A summary of long-term research over natural fir renewal in 'Tisovik' reserve (Korczyk 2000).
- 2002 Wind knocked down a fir marked as no. 3. The age was defined on the base of block acquired from butt end and amounted to 136 years. The block is now situated in Nonresident Forest Faculty of Białystok Technical University in Hajnówka.
- 2003 The research in 'Tisovik' reserve was finished.

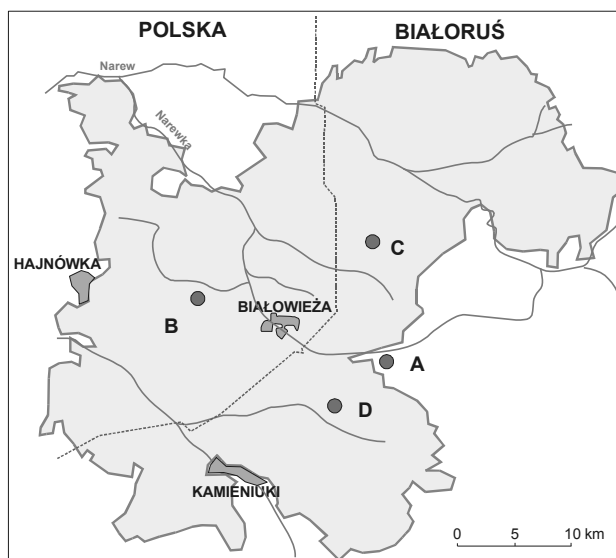
## 2. Methodology

### Phytosociological study

Flora in reserve 'Tisovik' was examined from 1992 to 1995 with two methods. In lobe, in which from close neighborhood were made three phytosociological pictures of old firs. Three following pictures were made from a distance of 90–250 m from fir grouping (Fig. 1, 2). Moreover, analysed was forest stand species composition and soil cover flora from three lots in northern parts of the reserve in order to establish the degree of naturalness of this forest's fragment, which was created probably spontaneously after periodic agricultural use.

Plant species naming was adopted according to Flora Europaea 1964–1980. Phytosociological pictures were made and elaborated with Braun–Blanquet (1964) and Ellenberg (1956) method.

On area of 50 × 50 m in the lobe with old firs, examined was structure of forest stands trees' thickness. Measured the dbh of all trees with height above 1.3 m and counting of shrubs and underwood aged above 3 years and height above 30 cm was done.



**Figure 1.** Locality of investigated objects in Białowieża Primeval Forest. A – silver fir reserve 'Tisovik' (comp. 563); conservative cultures of silver fir: B – compartment 416Ag /416Cf; C – compartment 235A; D – compartment 717C.

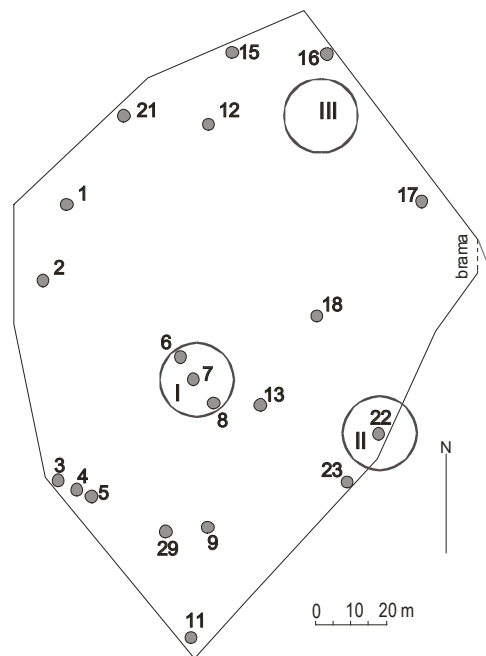
## Fir measurements

Firs in reserve were permanently numbered in 1956 (Fig. 2, Zefirov 1958). Each tree was measured in 1992. Beside growth characteristics, measured was the distance from trunk base to first living branch (for calculation of crown length) and to first dry branch (for calculating the height of shaft's clearance). Bark's thickness was measured with the use of bark gauge at 1.30 m height from sides N and S and wood density on the same height from N side with the use of pilodine type 6J Forest. Density, according to scale posted on pilodine corresponds to depth of spire penetration in wood (Giefing 1985).

Diameter breast height age was established on the basis of drills obtained with the use of increment borer on height of 1.30 m from the north side of the shaft. The hole after the drill was filled with oak peg saturated with fungicidal preparation. Actual age of firs was established by adding 18 years to age dbh.

This correction was defined experimentally in Łuków Forest District, where the age of young firs of height 1.30 m was examined. Firs originated from natural renewal.

Firs state of health was defined with UNEP method on a 4-stage scale of damage: 0-undamaged population; I-slightly damaged; II-average damaged and III-strongly damaged (Draft 1985; Korczyk 1995a).



**Figure 2.** The scheme of plot with silver fir in the reserve 'Tisovik'. 1–29 – growing firs with their number; I–III – circular plots to count the young generation of fir

## Natural renewal

Firs natural renewal in 'Tisovik' was examined in years: 1992–2003 on 3 permanent circular plots, each of radius 10 m (314 m<sup>2</sup>) (Fig. 3, Table 1). Plot no. I was established under dense canopy of three firs (trees no. 6, 7 and 8) (Fig. 4) on soil covered only by moss. Plot no. II under canopy of one fir (no. 22) and one spruce on soil with poor turfing and plot no. III with one hornbeam (no. 3) in the middle was established on open area overgrew with thick carpet of herbaceous plants. Each plot was divided into 4 parts. In each quarter, was defined: the number of 1- and 2-year-old seedlings and the number of older ones of height over 20 cm (Fig. 3 and Table 1).

In the years 2000–2003, counted was all natural seeding and measured were underwood on whole fenced area with fir with the exception of circular plots, and counted were fir seedlings between fence surrounding reserve and inner fence surrounding the forest stand with fir.

## Cropping and quality of seeds

Those observations were conducted in years 1992–2003. A 3-stage scale was adopted: 0-lack of cones, 1-small crop (up to 10 cones), 2-good crop (11–30 cones), 3-very good crop (more than 30 cones).

Cones from standing trees were collected twice: in October 1992 from 11 firs and in October 1995 from 20 trees.

Conducted were also research over quality of seeds collected in years 1992 and 1995. Radiological method was used defying the state of endosperm and embryo development on the basis of X-ray picture of seeds. Two classes of endosperm development were distinguished: A-endosperm fully developed, B-endosperm undeveloped. In the case of embryos, distinguished were 4 types (Ehrenberg et al. 1955):

I – seed has endosperm and embryonic canal, but it lacks embryo,

II – embryo is vividly underdeveloped with length smaller than one-half the length of embryonic canal,

III – embryo is developed, and its length ranges between one-half and three-fourth of embryonic canal length,

IV – embryo is fully developed and fills completely or almost completely embryonic canal.

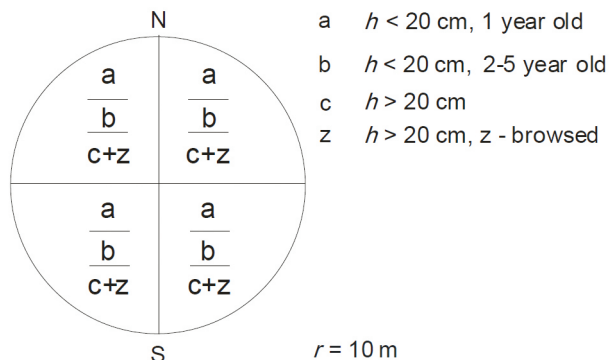
Examined were 100 seeds from each tree that were X-rayed in X-ray camera, type Elektron 25 of Russian production from 1993.

In 1995, for comparison, collected were fir cones from natural forest stands in three reserves: 'Jata' in Łuków Forest District, 'Kamienna Góra' in Roztoczański National Park and 'Łabowiec' in Nawojowa Forest District (in each reserve, cones were collected from 50 trees selected randomly along the line transect) and from forest stands established in the beginning of 20th century in Białowieża Forest District – 28 firs growing in two forest stands (Korczyk 1995b).

**Table 1.** The natural regeneration of the silver fir inside the circular plots in the reserve ‘Tisovik’ on the years 1992–2003

| Control date                               | 1992.08.18 | 1994.06.24 | 1995.05.19 | 1997.05.25 | 1998.05.27 | 1999.05.18-20 | 2000.05.23-24 | 2001.10.03 | 2002.09.18 | 2003.08.06 |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|
| Seed yield                                 | 2          | 0          | 2          | 1          | 1          | 0             | 1             | 0          | 0          | 2          |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| Plot I (under fir trees no 6, 7 and 8)     |            |            |            |            |            |               |               |            |            |            |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| a  | 75         | 49         | 18         | 69         | 35         | 4             | 36            | 31         | 14         | 6          | 15 | 1  | 0  | 0  | 0   | 8  | 48  | 9  | 28  | 42  |
| b  | 57         | 34         | 8          | 64         | 23         | 46            | 122           | 31         | 98         | 36         | 91 | 40 | 66 | 40 | 53  | 66 | 64  | 84 | 42  | 96  |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 1z         | 2z         | 0  | 0  | 0  | 3  | 127 | 2  | 7   | 8  | 24  | 10  |
| a  | 87         | 8          | 30         | 22         | 2          | 4             | 19            | 27         | 6          | 5          | 9  | 8  | 0  | 0  | 0   | 0  | 45  | 24 | 77  | 34  |
| b  | 18         | 21         | 9          | 16         | 75         | 48            | 87            | 36         | 82         | 34         | 50 | 20 | 68 | 34 | 64  | 31 | 81  | 38 | 109 | 347 |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 0          | 2+1z       | 0  | 0  | 0  | 3  | 149 | 52 | 12  | 9  | 48  | 59  |
| Plot II (under fir tree no 22)             |            |            |            |            |            |               |               |            |            |            |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| a  | 9          | 1          | 0          | 21         | 0          | 4             | 2             | 4          | 1          | 1          | 2  | 5  | 0  | 0  | 1   | 3  | 0   | 0  | 1   | 4   |
| b  | 12         | 14         | 0          | 7          | 2          | 4             | 2             | 3          | 0          | 4          | 1  | 7  | 1  | 3  | 6   | 7  | 0   | 1  | 9   | 24  |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 0          | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 1   | 0  | 3   | 0   |
| a  | 0          | 2          | 3          | 17         | 1          | 3             | 2             | 5          | 1          | 1          | 0  | 0  | 0  | 0  | 1   | 0  | 0   | 1  | 0   | 20  |
| b  | 21         | 21         | 6          | 8          | 2          | 9             | 3+15z         | 8          | 2          | 7          | 1  | 4  | 1  | 0  | 3   | 8  | 6   | 14 | 0   | 10  |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 0          | 0          | 0  | 0  | 0  | 1  | 0   | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   |
| Plot III (under common hornbeam tree no 3) |            |            |            |            |            |               |               |            |            |            |    |    |    |    |     |    |     |    |     |     |
| a  | 0          | 3          | 3          | 8          | 1          | 0             | 5             | 10         | 2          | 0          | 0  | 3  | 0  | 0  | 14  | 6  | 0   | 3  | 21  | 32  |
| b  | 38         | 44         | 5          | 8          | 4          | 16            | 8             | 14         | 16         | 9          | 10 | 31 | 5  | 23 | 18  | 42 | 107 | 46 | 15  | 0   |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 1+2z       | 2z         | 3  | 1  | 3  | 9  | 4   | 2  | 5   | 13 | 43  | 50  |
| a  | 0          | 1          | 4          | 5          | 0          | 0             | 8             | 17         | 1          | 1          | 5  | 0  | 0  | 1  | 8   | 5  | 2   | 42 | 22  | 10  |
| b  | 9          | 30         | 5          | 6          | 11         | 10            | 16            | 8          | 9          | 16         | 27 | 15 | 32 | 16 | 38  | 25 | 35  | 36 | 23  | 6   |
| c  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0             | 0             | 0          | 1z         | 0          | 2  | 0  | 7  | 4  | 7   | 11 | 14  | 10 | 17  | 5   |

Seed yield: 2 – good ; 1 – weak; 0 – lack of cones; a, b, c, z – as in Figure 3



**Figure 4.** The silver fir no 6 in the reserve ‘Tisovik’ (June 2013)

**Figure 3.** Scheme of description of the young generation of fir on the circular plot ( $r = 10$  m)

**Table 2.** Phytosociological characteristic of the forest communities in the *Tilio-Carpinetum typicum* subassociation in the reserve ‘Tisovik’

| Number of relevé                     |    | 10902 | 10927 | 10926 | 10903 | 10928 | 10925 |
|--------------------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tree layer cover                     | a  | 90    | 90    | 80    | 40    | 80    | 85    |
|                                      | a1 | 40    | 70    | 70    | 10    | 40    | 30    |
|                                      | a2 | 70    | 40    | 20    | 30    | 40    | 40    |
|                                      | a3 |       |       |       |       | 10    | 20    |
| Shrub layer cover                    | b  | 2     | +     | 10    | 5     | 8     | 20    |
| Herb layer cover                     | c  | 65    | 40    | 70    | 80    | 70    | 70    |
| Moss layer cover                     | d  |       |       |       | +     | +     | +     |
| Surface of relevé [ m <sup>2</sup> ] |    | 390   | 250   | 200   | 300   | 250   | 250   |
| Number of species                    |    | 29    | 25    | 24    | 24    | 30    | 28    |
| <b>Trees</b>                         |    |       |       |       |       |       |       |
| <i>Abies alba</i>                    | a1 | 3.3   |       |       |       |       |       |
|                                      | b  |       |       |       | +     |       |       |
|                                      | c  | 2.1   | +     |       | +     | +     |       |
| <i>Carpinus betulus</i> *            | a1 |       | 3.3   | 4.4   |       |       |       |
|                                      | a2 | 4.4   | 3.3   | 2.2   | 3.3   | 2.2   |       |
|                                      | a3 |       |       |       |       | 1.1   |       |
|                                      | b  | +2    | +     |       | 1.1   | +2    | +     |
|                                      | c  | +     | 1.2   | 1.2   | +     | +     | +     |
| <i>Picea abies</i>                   | a1 | (,+)  | 3.2   | 1.1   | (2.1) | 1.2   | 1.1   |
|                                      | a2 |       |       | +     |       | +     |       |
|                                      | b  |       |       |       | +     |       | +     |
|                                      | c  |       |       |       | +     |       | +     |
| <i>Quercus robur</i>                 | a1 | 1.1   | 1.1   | 2.1   |       |       |       |
|                                      | a2 | 1.1   |       |       |       | 1.1   | 2.2   |
|                                      | a3 |       |       |       |       | 1.1   | 2.2   |
|                                      | b  | +     |       |       | 1.1   |       | 1.2   |
|                                      | c  | 1.1   |       |       |       |       |       |
| <i>Acer platanoides</i> ***          | a1 |       | 1.1   |       |       |       |       |
|                                      | a2 | 1.1   | +     |       |       | 1.1   |       |
|                                      | a3 |       |       |       |       |       | +     |
|                                      | b  | +     | 1.2   | 1.1   | 1.1   | +     | 2.2   |
|                                      | c  | +     | +     | 1.2   | +     |       | 1.1   |
| <i>Sorbus aucuparia</i>              | a3 |       |       |       |       |       | +     |
|                                      | b  | +     | +     | +     | +     | +     | +     |
|                                      | c  | +     |       |       |       |       | +     |
| <i>Populus tremula</i>               | a1 |       |       |       |       | 3.3   | 2.2   |
|                                      | a3 |       |       |       |       |       | 1.1   |
|                                      | b  |       | +     | +     |       | +     | +     |
|                                      | c  |       | +     | +     |       | +     | 1.1   |
| <i>Fraxinus excelsior</i> ***        | a2 | +     |       |       |       |       |       |
|                                      | b  |       |       | +     |       | +     |       |
| <i>Tilia cordata</i> *               | a2 | 1.2   |       | +     |       |       |       |
|                                      | b  |       | +2    | +     |       |       |       |
| <i>Ulmus glabra</i> **               | a2 | +     |       |       |       |       |       |
|                                      | b  | +     | +     |       |       |       |       |
| <i>Betula pubescens</i>              | a2 |       |       |       |       |       | 2.2   |
|                                      | c  |       | +     |       |       |       |       |

|                                   |    |      |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Betula pendula</i>             | a1 |      |     |     |     | +   | 1.2 |
|                                   | a2 |      |     |     |     | +   |     |
| <i>Carpinion betuli:</i>          |    |      |     |     |     |     |     |
| <i>Stellaria holostea</i> *       |    | 1.2  | 2.2 | 2.2 | +   | 2.2 | 2.3 |
| <i>Galium schultesii</i> *        |    |      |     |     |     |     | +2  |
| <i>Milium effusum</i> **          |    | 3.3  | 2.3 | 2.3 | 3.3 | 2.3 | 2.3 |
| <i>Lamiaeum galeobdolon</i> **    |    | 1.2  | 1.2 | +2  | +2  | +2  |     |
| <i>Polygonatum multiflorum</i> ** |    | +2   | +2  |     | +   | +2  | +   |
| <i>Galium odoratum</i> **         |    | +    |     | +2  |     | 1.2 | +2  |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> **    |    | +2   |     | +2  | +2  |     |     |
| <i>Carex remota</i> **            |    |      |     |     | +2  |     |     |
| <i>Eurynchium angustirete</i> **  |    |      |     |     | +3  |     |     |
| <i>Paris quadrifolia</i> **       |    |      |     |     |     | +2  |     |
| <i>Atrichum undulatum</i> **      |    |      |     |     |     |     | +3  |
| <i>Quercu – Fagetea:</i>          |    |      |     |     |     |     |     |
| <i>Corylus avellana</i> ***       | b  | +2   | +2  |     | +2  | +2  | +2  |
|                                   | c  | +    | +   |     | +   | +   |     |
| <i>Anemone nemorosa</i> ***       |    | +2   | 3.4 | 2.3 |     | 2.3 | 2.3 |
| <i>Carex digitata</i> ***         |    | +2   |     |     |     |     |     |
| <i>Euonymus europaeus</i> ***     | c  | +    |     |     |     |     |     |
| <i>Lathraea squamaria</i> ***     |    |      |     | +3  |     |     |     |
| Accompanying:                     |    |      |     |     |     |     |     |
| <i>Frangula alnus</i>             | b  | +    | +2  | +2  | +   |     | 1.2 |
|                                   | c  |      |     | +   | +   | +   | +   |
| <i>Majanthemum bifolium</i>       |    | 1.1  | 2.2 | 2.2 | +2  | 2.2 | 2.2 |
| <i>Dryopteris carthusiana</i>     |    | +2   | 1.2 | 1.2 | +2  | +2  | 1.2 |
| <i>Equisetum sylvaticum</i>       |    | (,+) | +   | +   | +   | +   | +   |
| <i>Oxalis acetosella</i>          |    | 2.2  | +2  | +2  | 2.2 | +2  |     |
| <i>Athyrium filix-femina</i>      |    | +2   | +2  | +2  | 1.2 | +2  |     |
| <i>Gymnocarpium dryopteris</i>    |    | +    | 1.2 | 1.2 | +   | +3  |     |
| <i>Rubus idaeus</i>               |    | 1.2  | +   | +   |     | 1.2 | +   |
| <i>Rubus saxatilis</i>            |    |      |     | +2  |     | +   |     |
| <i>Rubus nessensis</i>            |    |      |     |     | +3  |     | +   |
| <i>Urtica dioica</i>              |    |      |     |     |     | +   | +   |
| <i>Brachythecium salebrosum</i>   |    |      |     |     |     | +3  | +3  |
| <i>Stellaria nemorum</i>          |    | +    |     |     |     |     |     |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i>  |    | +2   |     |     |     |     |     |
| <i>Dryopteris assimilis</i>       |    |      | +2  |     |     |     |     |
| <i>Deschampsia caespitosa</i>     |    |      |     |     | +2  |     |     |
| <i>Epilobium angustifolium</i>    |    |      |     |     | +   |     |     |
| <i>Moehringia trinervia</i>       |    |      |     |     |     | +2  |     |
| <i>Plagiomnium elatum</i>         |    |      |     |     |     | +3  |     |
| <i>Lysimachia vulgaris</i>        |    |      |     |     |     |     | +   |
| <i>Polytrichum formosum</i>       |    |      |     |     |     |     | +3  |
| <i>Plagiomnium cuspidatum</i>     |    |      |     |     |     |     | +3  |
| <i>Brachythecium rutabulum</i>    |    |      |     |     |     |     | +3  |

\* species specific for *Carpinion betuli*:\* species specific for *Fagetalia sylvaticae*\* species specific for *Quercu–Fagetea*

### 3. Results

#### Characteristic of ‘Tisovik’ reserve

Phytosociological research proved that plant communities in the whole area of the reserve are not much diverse and represent typical oak-hornbeam sub-community *Tilio-Carpinetum typicum* Tracz. (Matuszkiewicz 1984). It is proved by high share of species of alliance: *Carpinion betuli*, order *Fagetalia sylvaticae* and class *Quercio-Fagetea*, and lack of species cha-

racteristic for other contemporaneous groups (Table 2). Only in narrow forest zone of several meters on the edges of reserve appear fragments of wet site, on which developed communities similar to alder swamp forest or broods.

Forest stand of typical oak-hornbeam, covering practically the whole reserve is characterised by high share of European hornbeam, English oak and Norway spruce.

Admixture constitutes Silver fir, small-leaved lime, Norway maple, Wych elm and European ash. Moderately developed layer of bushes is created mainly by European hornbeam;

**Table 3.** Diameter structure of the stand (50 × 50 m) in the reserve ‘Tisovik’. Date of 19.05.1995

| Diameter class [cm] | The number of trees of species: |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
|---------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|
|                     | <i>Abies alba</i>               | <i>Picea abies</i> | <i>Ulmus glabra</i> | <i>Quercus robur</i> | <i>Carpinus betulus</i> | <i>Acer platanoides</i> | <i>Tilia cordata</i> | <i>Betula pubescens</i> | <i>Populus tremula</i> | <i>Sorbus aucuparia</i> | <i>Corylus avellana</i> | <i>Frangula alnus</i> | <i>Evonymus verrucosa</i> | <i>Evonymus europaea</i> |
| 0–1                 |                                 |                    |                     | 1                    |                         |                         | 1                    |                         |                        | 2                       |                         |                       |                           |                          |
| 1.1–3               |                                 |                    |                     |                      | 9                       |                         | 15                   |                         |                        | 10                      |                         |                       |                           |                          |
| 3.1–5               |                                 |                    | 1                   |                      | 7                       |                         | 2                    |                         |                        | 1                       |                         |                       |                           |                          |
| 5.1–7               |                                 |                    |                     |                      | 5                       |                         | 2                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 7.1–9               |                                 |                    |                     |                      | 1                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 9.1–11              |                                 |                    | 2                   |                      | 8                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 11.1–13             |                                 |                    |                     |                      | 5                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 13.1–15             |                                 |                    |                     |                      | 5                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 15.1–17             |                                 |                    |                     | 3                    | 9                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 17.1–19             |                                 |                    |                     |                      | 2                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 19.1–21             |                                 |                    |                     | 1                    | 3                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 21.1–23             |                                 |                    |                     | 1                    |                         | 1                       | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 23.1–25             |                                 |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 25.1–27             |                                 |                    |                     | 1                    | 1                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 27.1–29             |                                 |                    |                     |                      | 1                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 29.1–31             |                                 | 1                  |                     |                      | 1                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 31.1–33             |                                 |                    |                     | 1                    | 2                       |                         | 2                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 33.1–35             |                                 |                    |                     |                      | 1                       |                         | 1                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 35.1–37             |                                 |                    |                     |                      | 1                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 37.1–39             |                                 |                    |                     |                      | 1                       |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 39.1–41             |                                 |                    |                     | 1                    | 3                       |                         | 2                    |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 41.1–43             |                                 |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 43.1–45             |                                 |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 45.1–47             |                                 |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 47.1–49             |                                 |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 49.1–51             |                                 |                    |                     | 1                    |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 53.1–55             | 1                               |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 75.1–77             | 2                               |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 79.1–81             |                                 |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| 89.1–91             | 1                               |                    |                     |                      |                         |                         |                      |                         |                        |                         |                         |                       |                           |                          |
| Shrubs              | 79                              | 1                  | 17                  | 49                   | 88                      | 42                      | 101                  | 1                       | 3                      | 31                      | 58                      | 11                    | 8                         | 3                        |

Norway maple, Mountain ash and hazel and in some places; also by English oak, small-leaved lime and Silver fir (Table 3). In physiognomy of herbs, layer plays the main part: *Milium effusum*, *Stellaria holostea*, *Lamium galeobdolon*, *Anemone nemorosa*, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Gymnocarpium dryopteris* and *Dryopteris carthusiana*. The layer of mosses, poorly developed and consisted of a few species. Diversity of plant species composition in examined lobes was small. Only lobes on edges of the reserve being at certain point under bigger anthropopressure are characterised by a significant share of common aspen and Silver birch in forest stand (Korczyk et al. 1997).

On the basis of phytosociological pictures made in years 1992–95, floristic notes and studies over structure of forest stand, a florist list was made of species occurring in reserve. It includes 56 species–13 species of trees, 4 species of bushes, 31 species of herbaceous vascular plants and 8 species of mosses (Table 4).

In Table 3, also included are herbaceous and spore species, confirmed on examined area in years 1920–1978 (Szafer 1920; Paczoski 1928, 1930; Zefirov 1958; Budničenko et al. 1987). Total number of species in Table 3 is 83. Those species were listed according to their ecological behavior (Ellenberg et al. 1992). Additions to this list are two slimes – *Stereum*

**Table 4.** The list of herbaceous and cryptogamous plants which occur in the reserve ‘Tisovik’ according to various authors (1920 – Szafer 1920; 1926 – Paczoski 1928 i 1930; 1957 – Zefirov 1958; 1969 i 1978 – Budničenko et al. 1985; 1992–95 – our data)

| Species  | Observation year |      |      |      |      |         |
|--|------------------|------|------|------|------|---------|
|  | 1920             | 1926 | 1957 | 1969 | 1978 | 1992–95 |
| Mezoxerophytes                                       |                  |      |      |      |      |         |
| <i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) B., S.        | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Brachythecium salebrosum</i> (Web. & Mohr) B., S. | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Convallaria majalis</i> L.                        | +                | -    | +    | -    | +    | -       |
| <i>Eurhynchium angustirete</i> (Broth.) Kop.         | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Galium schultesii</i> Vest.                       | +                | +    | +    | -    | -    | +       |
| <i>Hepatica nobilis</i> Mill.                        | +                | +    | +    | +    | +    | -       |
| <i>Melampyrum nemorosum</i> L.                       | +                | -    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Melica nutans</i> L.                              | -                | -    | -    | +    | -    | -       |
| <i>Viola canina</i> L.                               | -                | -    | +    | +    | -    | -       |
| <i>Viola riviniana</i> Reichenb.                     | -                | -    | +    | -    | -    | -       |
| Total  | 4                | 2    | 5    | 3    | 2    | 4       |
| Mezophytes   |                  |      |      |      |      |         |
| <i>Actaea spicata</i> L.                             | +                | +    | +    | +    | -    | -       |
| <i>Adoxa moschatellina</i> L.                        | -                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Aegopodium podagraria</i> L.                      | +                | +    | +    | +    | +    | -       |
| <i>Agrostis tenuis</i> Sibth.                        | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Ajuga reptans</i> L.                              | -                | +    | +    | +    | -    | -       |
| <i>Anemone nemorosa</i> L.                           | -                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.             | +                | -    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Asarum europeum</i> L.                            | +                | +    | +    | +    | +    | -       |
| <i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.          | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Brachypodium sylvaticum</i> Hudson Beauv.         | +                | -    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth.          | -                | -    | +    | -    | -    | +       |
| <i>Campanula trachelium</i> L.                       | +                | +    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Carex digitata</i> L.                             | -                | -    | +    | -    | -    | +       |
| <i>Carex pilosa</i> Scop.                            | -                | +    | +    | +    | -    | -       |
| <i>Cimicifuga europaea</i> N. Schipcz.               | +                | -    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Circaea lutetiana</i> L.                          | +                | +    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Dentaria bulbifera</i> L.                         | +                | -    | +    | -    | +    | -       |
| <i>Dryopteris assimilis</i> S. Walker                | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs     | -                | -    | +    | -    | +    | +       |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.             | -                | +    | +    | +    | -    | +       |

| Species  | Observation year |      |      |      |      |         |
|--|------------------|------|------|------|------|---------|
|  | 1920             | 1926 | 1957 | 1969 | 1978 | 1992–95 |
| <i>Epilobium montanum</i> L.                       | -                | +    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Fragaria vesca</i> L.                           | +                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.                  | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Geranium robertianum</i> L.                     | +                | +    | +    | +    | -    | -       |
| <i>Geum aleppicum</i> Jacq.                        | +                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Geum urbanum</i> L.                             | +                | +    | -    | -    | +    | -       |
| <i>Glechoma hederacea</i> L.                       | -                | +    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newm.          | +                | +    | -    | +    | -    | +       |
| <i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Ehrend.et Polatsche | -                | +    | -    | +    | -    | +       |
| <i>Lathraea squamaria</i> L.                       | -                | -    | -    | -    | +    | +       |
| <i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.                 | +                | +    | +    | +    | -    | -       |
| <i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.                   | -                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Lysimachia nummularia</i> L.                    | -                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Maianthemum bifolium</i> (L.F.W.) Schmidt.      | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Milium effusum</i> L.                           | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.           | -                | -    | -    | +    | -    | +       |
| <i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort                 | -                | +    | -    | +    | -    | -       |
| <i>Neottia nidus-avis</i> (L.) L.C.M. Richard      | -                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Oxalis acetosella</i> L.                        | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Paris quadrifolia</i> L.                        | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.          | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Poa nemoralis</i> L.                            | +                | -    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.           | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Polytrichum formosum</i> Hedw.                  | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Pulmonaria obscura</i> Dumort                   | +                | +    | +    | +    | +    | -       |
| <i>Ranunculus lanuginosus</i> L.                   | +                | +    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Rubus ideus</i> L.                              | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Rubus nessensis</i> W. Hall                     | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Rubus saxatilis</i> L.                          | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Scrophularia nodosa</i> L.                      | -                | +    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Stellaria holostea</i> L.                       | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Trientalis europaea</i> L.                      | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Urtica dioica</i> L.                            | +                | +    | +    | +    | -    | +       |
| <i>Viola mirabilis</i> L.                          | +                | -    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Viola reichenbachiana</i> Jordan ex Boreau      | -                | -    | -    | -    | +    | -       |
| Total  | 28               | 29   | 30   | 23   | 17   | 26      |
| Mezohygrophytes                                    |                  |      |      |      |      |         |
| <i>Arctium nemorosum</i> Lej. et Court.            | -                | +    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.            | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Chaerophyllum aromaticum</i> L.                 | -                | +    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.            | -                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.          | -                | -    | +    | -    | -    | +       |
| <i>Epilobium angustifolium</i> L.                  | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Equisetum sylvaticum</i> L.                     | +                | +    | +    | +    | +    | +       |
| <i>Impatiens noli-tangere</i> L.                   | +                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Naumburgia thyrsiflora</i> (L.) Reichenb.       | -                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Plagiomnium elatum</i> (B.& S.) T. Kop.         | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.Kop.       | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Stachys sylvatica</i> L.                        | +                | +    | +    | +    | +    | -       |

| Species                           | Observation year |      |      |      |      |         |
|-----------------------------------|------------------|------|------|------|------|---------|
|                                   | 1920             | 1926 | 1957 | 1969 | 1978 | 1992–95 |
| <i>Stellaria media</i> (L.) Vill. | -                | -    | +    | -    | -    | -       |
| <i>Stellaria nemorum</i> L.       | -                | -    | +    | -    | -    | +       |
| Total                             | 4                | 5    | 10   | 3    | 3    | 7       |
| Hygrophytes                       |                  |      |      |      |      |         |
| <i>Angelica sylvestris</i> L.     | +                | -    | -    | -    | -    | -       |
| <i>Carex remota</i> L.            | -                | +    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> L.     | -                | -    | -    | -    | -    | +       |
| <i>Poa palustris</i> L.           | -                | -    | +    | -    | -    | -       |
| Total                             | 1                | 1    | 1    | -    | -    | 2       |
| TOTAL                             | 37               | 37   | 46   | 29   | 22   | 39      |

*sanguinolentum* (Alb. et Scw.) Fr. and *Corticium* sp. and 17 species of fungi: *Clavicornia pyxidata* (Pers. : Fr.) Doty., *Tyromyces kravtzevianus* Bond. et Parm., *Fomitopsis annosus* (Fr.) Karst., *Fomitopsis pinicola* (Sw. ex Fr.) Karst., *Anisomyces odoratus* (Wulf. ex Fr.) Karst., *Hypholoma fasciculare* (Huds. : Fr.) Kummer, *Crepidotus* sp., *Armillariella mellea* (Vahl. : Fr.) Karst., *Mycena* sp. 1, *Mycena* sp. 2, *Xeromphalina campanella* (Batsch. : Fr.) Maire, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. : Fr.) Kummer, *Auricularia auricularia-judae* (Buli.) Wettst., *Porothelium fimbriatum* (Pres.) Fr., *Reticularia lycoperdon* Buli., *Stemonitis fusca* Rott. i *Phellinus nigrolimitatus* (Rom.) Bourd. et Galz. found on dead firs (old hollow trunks, deadwood, roots and branches) (Budničenko et al. 1987).

### Characteristics of Silver fir population in ‘Tisovik’ reserve

This population was never numerous. It is limited not only by small area of forest enclave, but also by biting by deer, bison, roe deer, hares and cows and trees being cut by people from villages nearby: Babinić and Roubik. From 1823 until the outbreak of World War II, the number of trees ranged from 100–300. The biggest drop in the number of trees was noted after the end of World War II (Šutko, Martynovič 1967; Budničenko et al. 1987).

In 1992, the population of Silver fir occupied the highest central part of forest enclave of area ar. 1.2 ha. In this area, was found turf-podzolic soil, created out of clay-poor soil, laid on fine-grained silty sands transforming to the loose sands and underlaid with poor-clay sands.

The analysis of forest stand thickness on area of 50 × 50 m, located within forest part on which old firs grew, showed the lack of continuity in renewal of fir, spruce, maple and oak (Table 3). In bushes layer, occur individual fir, maple, oak and numerous hornbeam and lime (Table 3). That is why, in 1958, the reserve was fenced with a net 1.5 m high. This fence was not sufficient for protection against game because it was too short, and moreover, in many places, it was damaged (on purpose).

In 1992, in an area of 1.2 ha, grew 20 mature firs (Fig. 2, Table 5). Beside this group grew two more firs: one is currently localised within 30 m to east from group, while the second one was not found. Forest stand with firs has a broken crown closure and has large gaps. For this reason, despite significant difference in firs height (28.0 m–42.0 m), only one tree was included in the group of intermediate trees while the remaining trees were included in co-dominant and dominant trees (Table 5). Those trees showed vivid inhibition in growth to height.

In 1992, firs dbh ranged from 43.5 to 87.0 cm. Particular trees differed vividly in dynamic of growth to thickness, as evidenced by values of wood density (Table 5). The comparison of dbh measurements performed in 1985 and 1992 indicates that during 7 years, increment to tree thickness ranged from 1.5 cm to 6.5 cm (Table 5).

Firs were characterised with relatively long crown, which often constituted two-third of the shaft’s length (Table 5) and ‘stork nests’.

Crowns, similar in shape to a cut cone, were dense and built out of numerous thin branches. Fir shafts were full and relatively straight without any damage trail, poorly self-cleaned. No-knot zone began on average at a height of 4 m from trunk base (min. 2 m, max. 9 m).

Evaluation of health state of crown performed in 1992 and 1995 showed that they were damaged in weak degree (I degree). With some trees, noticed decrease in crowns health state (Table 5).

In 1992, firs actual age ranged from 106 to 154 years (due to safety considerations, the measurement was taken only on 11 trees). These data deviate significantly from evaluation from 1985 (Table 5). This is because in 1985, actual age was defined only for 6 trees, which were knocked down by wind in 1983, and on the basis of this, by interpolation, the age of the standing trees was defined. Those trees began their growth in the 19th century, and majority of them before 1850, when the game in Białowieża Primeval Forest was nearly exhausted (Samojlik 2005).

**Table 5.** Characteristics of *Abies alba* Mill. trees growing in the reserve ‘Tisovik’. Data of 1985 according to Budničenko et al. 1987.

| No. | Tree No. | Kraft's class | Age [years] |      | Tree height [m] |      | dbh [cm] |      | Crown length [m] | Timber density* | Bark thickness* |    | Defoliation [%] |      |
|-----|----------|---------------|-------------|------|-----------------|------|----------|------|------------------|-----------------|-----------------|----|-----------------|------|
|     |          |               | 1985        | 1992 | 1985            | 1992 | 1985     | 1992 |                  | [mm]            | N               | S  | 1992            | 1995 |
| 1   | 1        | I             | 140         | -    | 30.7            | 35.5 | 66.0     | 70.5 | 27               | 21              | 26              | 23 | 30              | 35   |
| 2   | 2        | II            | 140         | -    | 30.7            | 36.0 | 65.0     | 68.5 | 26               | 20              | 18              | 19 | 20              | 35   |
| 3   | 3        | II            | 140         | -    | 30.7            | 38.0 | 68.0     | 74.0 | 26               | 24              | 21              | 19 | 25              | 25   |
| 4   | 4        | III           | 120         | -    | 27.0            | 33.0 | 48.0     | 51.0 | 20               | 19              | 15              | 13 | 20              | 25   |
| 5   | 5        | II            | 150         | 138  | 33.3            | 42.0 | 81.0     | 87.0 | 28               | 26              | 25              | 23 | 30              | 30   |
| 6   | 6        | I             | 150         | 154  | 33.3            | 36.0 | 80.0     | 82.0 | 28               | 13              | 19              | 22 | 35              | 35   |
| 7   | 7        | I             | 140         | 144  | 30.7            | 32.5 | 71.0     | 72.5 | 23               | 20              | 19              | 17 | 25              | 25   |
| 8   | 8        | II            | 140         | 112  | 30.7            | 33.5 | 63.0     | 69.5 | 26               | 17              | 19              | 19 | 20              | 35   |
| 9   | 9        | II            | 120         | 138  | 27.0            | 32.0 | 49.0     | 49.5 | 21               | 17              | 15              | 14 | 15              | 25   |
| 10  | 11       | I             | 150         | 109  | 33.3            | 38.0 | 82.0     | 84.0 | 23               | 23              | 21              | 24 | 35              | 35   |
| 11  | 12       | II            | 140         | 136  | 30.7            | 34.0 | 61.0     | 64.5 | 26               | 16              | 19              | 15 | 25              | 30   |
| 12  | 13       | I             | 150         | -    | 33.3            | 33.5 | 82.0     | 85.0 | 21               | 13              | 20              | 19 | 20              | 25   |
| 13  | 15       | II            | 120         | 123  | 28.6            | 29.5 | 51.0     | 54.5 | 17               | 16              | 17              | 15 | 20              | 20   |
| 14  | 16       | II            | 130         | 136  | 28.6            | 34.0 | 58.0     | 60.0 | 19               | 16              | 21              | 19 | 15              | 25   |
| 15  | 17       | I             | 150         | 123  | 33.3            | 36.5 | 83.0     | 86.5 | 25               | 16              | 22              | 18 | 30              | 30   |
| 16  | 18       | I             | 140         | -    | 30.7            | 34.5 | 65.0     | 68.5 | 20               | 20              | 17              | 14 | 30              | 35   |
| 17  | 21       | II            | 120         | 106  | 27.0            | 28.0 | 39.0     | 43.5 | 17               | 18              | 18              | 16 | 20              | 20   |
| 18  | 22       | II            | 140         | -    | 30.7            | 36.0 | 69.0     | 71.0 | 27               | 19              | 21              | 26 | 30              | 30   |
| 19  | 23       | II            | 140         | -    | 30.7            | 33.0 | 71.0     | 61.5 | 21               | 16              | 19              | 17 | 25              | 30   |
| 20  | 29       | II            | 120         | -    | 28.6            | 33.5 | 53.0     | 58.0 | 24               | 17              | 18              | 18 | 30              | 35   |
| 21  | dead fir | I             | rot         |      | -               | 37.0 | -        | 95.3 | -                | -               | -               | -  | -               | -    |

In 2002, the wind knocked down fir no. 3 of height 37.5 m that had a crown length of 29.5 m and width 11.6 m. Block obtained from trunk base was 252 cm in circuit (diameter 80.3 cm) and had 137 annual rings.

#### Fir's natural regeneration in ‘Tisovik’ reserve

Until 1939, in reserve ‘Tisovik’ occurred underwood and numerous 2–5 years old fir natural seeding (Genko 1902, 1903; Szafer 1920; Paszewski 1937). Zefirov (1958) stated the presence of few fir underwood. The presence of fir underwood reaching the height of 2.5 m and numerous natural seeding was noted also in 1967 (Šutko, Martynovič 1967). But in 1985, stated was only the presence of 1–3 years old natural seeding 80 in number per 100 m<sup>2</sup>.

Detailed studies over cropping and natural renewal of fir in reserve ‘Tisovik’ were conducted in years 1992–2003. Stated was, that fir crops with various intensity every 2–3 years (Table 1).

In 1992, permanent circular plots were counted. The research showed that the highest number of seeds occurred always under dense fir canopy layers – plot I; around 10 times

less on plots under fir–spruce canopy with gaps – plot II; and on open area – plot III (Table 1, 6 and 7).

The number of seedlings underwent fluctuation in following years. Until 1997, on circular plots, no many-years seedlings were noted of height above 20 cm. However, beside circular plots, found were few seedling of height 20 cm, which had their terminal and epicormic shoots bitten. In order to prevent damages by deer, the area with fir was in 1995 fenced with 1.5 m height net. It did not, however, limit deer penetration on fir area. Only the increase in fence height to 2 m made in 2000 in radical way prevented the deer penetration to the surface. On circular plots, started to appear seedlings of height above 20 cm without any traces of biting.

In years 2000–2003, annually counted were all seedlings growing outside circular plots and measured were heights of older firs (Table 7). The dynamic of seedling growth was very high. The average annual height increment amounted to around 10 cm, but found were also specimen of 50 cm increment. Most of the young firs had height in the range of 30–70 cm (Table 7).

In 2003, in reserve ‘Tisovik’, found were jointly 11.062 seedlings, including 3487 of 1-year-old seedling, 4389 of 2–5 years old seedling and 31.887 firs of height above 20 cm (Table 7).

**Table 6.** The silver fir natural regeneration on the circular plots in the reserve ‘Tisovik’

| Years | Code | Plot |    |      |
|-------|------|------|----|------|
|       |      | I    | II | III  |
| 1992  | 2    | 219  | 12 | 4    |
|       |      | 130  | 68 | 121  |
|       |      | 0    | 0  | 0    |
| 1994  | 0    | 139  | 41 | 20   |
|       |      | 97   | 21 | 24   |
|       |      | 0    | 0  | 0    |
| 1995  | 2    | 45   | 8  | 1    |
|       |      | 192  | 17 | 41   |
|       |      | 0    | 0  | 0    |
| 1997  | 1    | 113  | 13 | 40   |
|       |      | 276  | 31 | 46   |
|       |      | 0    | 0  | 0    |
| 1998  | 1    | 31   | 4  | 4    |
|       |      | 250  | 13 | 50   |
|       |      | 2+4z | 0  | 1+5z |
| 1999  | 0    | 33   | 7  | 8    |
|       |      | 201  | 13 | 83   |
|       |      | 0    | 0  | 6    |
| 2000  | 1    | 0    | 0  | 1    |
|       |      | 208  | 5  | 76   |
|       |      | 6    | 1  | 23   |
| 2001  | 0    | 8    | 5  | 33   |
|       |      | 214  | 24 | 123  |
|       |      | 330  | 0  | 24   |
| 2002  | 0    | 126  | 1  | 47   |
|       |      | 267  | 21 | 224  |
|       |      | 36   | 1  | 42   |
| 2003  | 2    | 181  | 25 | 85   |
|       |      | 594  | 43 | 44   |
|       |      | 141  | 3  | 115  |

In period 1992–2003, noted was no case of fir seedling damaged by spring frost.

In November 2012, it was stated that large part of samplings was bitten by deer at height above 30–40 cm. During winter 2012–2013, almost all (several thousand) firs of height 30–180 cm were mutilated

#### Crop and quality of Silver fir seeds from ‘Tisovik’ reserve

In the examined period, stated was good fir crop in years 1992, 1995 and 2003, poor crop in years 1997, 1998 and 2000 and total lack of crop in years 1994, 1999, 2001 and 2002 (Table 1).

**Table 7.** Height and root collar diameter of the silver fir seedlings in reserve ‘Tisovik’ in 2003

| Me-<br>asured<br>objects  | Seedlings of h>20 cm<br>Features | Number of seedlings: |                  |                 |            |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|------------|
|                           |                                  | Height<br>[cm]       | Diameter<br>[mm] | 2-5 year<br>old | 1 year old |
| ‘Tisovik’, circular plots |                                  |                      |                  |                 |            |
| I+II+III                  | n                                | 259                  | 17               | 681             | 291        |
|                           | min                              | 5                    | 9                | -               | -          |
|                           | max                              | 119                  | 61               | -               | -          |
|                           | $\bar{x}$                        | 27.5                 | 15.1             | -               | -          |
| I                         | n                                | 141                  | -                | 552             | 153        |
|                           | min                              | 19                   | -                | -               | -          |
|                           | max                              | 47                   | -                | -               | -          |
|                           | $\bar{x}$                        | 24.5                 | -                | -               | -          |
| II                        | n                                | 3                    | -                | 43              | 25         |
|                           | min                              | 23                   | -                | -               | -          |
|                           | max                              | 30                   | -                | -               | -          |
|                           | $\bar{x}$                        | 25.7                 | -                | -               | -          |
| III                       | n                                | 115                  | 17               | 44              | 85         |
|                           | min                              | 5                    | 9                | -               | -          |
|                           | max                              | 119                  | 61               | -               | -          |
|                           | $\bar{x}$                        | 31.1                 | 15.1             | -               | -          |
| ‘Tisovik’, transeks       |                                  |                      |                  |                 |            |
|                           | n                                | 2784                 | 441              | 3291            | 3167       |
|                           | min                              | 16                   | 6                | -               | -          |
|                           | max                              | 191                  | 27               | -               | -          |
|                           | $\bar{x}$                        | 38.1                 | 12.9             | -               | -          |
| Outside the fence         |                                  |                      |                  |                 |            |
|                           | n                                | 145                  | 6                | 417             | 29         |
|                           | min                              | 20                   | 9                | -               | -          |
|                           | max                              | 127                  | 20               | -               | -          |
|                           | $\bar{x}$                        | 29.1                 | 14.0             | -               | -          |
| Total                     |                                  |                      |                  |                 |            |
|                           | n                                | 3188                 | 464              | 4389            | 3487       |
|                           | min                              | 5                    | 6                | -               | -          |
|                           | max                              | 191                  | 61               | -               | -          |
|                           | $\bar{x}$                        | 36.8                 | 13.0             | -               | -          |

In 1995 the number of cones on particular firs ranged from 57 to 356 (Table 8). In 1992, the average mass of 1000 seeds amounted to 53.35 g (40.46–74.15 g in dependence on tree) and in 1995 – 51.59 g (39.69–72.69 g) (Table 8). The mass of 1000 seeds of the same tree was different in following years of cones collection and irrespective of share of empty seeds. For example, the mass of 1000 seeds from fir no. 17 in 1992 with share of empty seeds – 40%, amounted to 74.15 g and in 1995, with no empty seeds 51.00 g (Fig. 2, Table 8).

The seeds obtained in 1992 and 1996 were used for establishing ancestral preservative cultivation in polish part of Białowieża Forest District.

The seeds obtained in 1992 and 1996 used were for establishing ancestral preservative cultivation in polish part of Białowieża Primeval Forest.

Average mass of seeds from ‘Tisovik’ reserve was more similar to mass of seeds from fir’s natural eastern range (‘Jata’ reserve in Łuków Forest Inspectorate, reserve ‘Kamienna Góra’ on Roztocze and reserve ‘Łabowiec’ in Beskid Sądecki) than to mass of seeds from fir forest stands growing in Białowieża Primeval Forest Inspectorate (Table 8).

X-ray studies of seeds collected in 1992 showed that the share of full seeds amounted on an average to 92.86. Among full seeds, up to 76.92% were parasitised by insect larvae, and only 23.08% was healthy. Among healthy seeds 64.96% had embryos fully developed (type IV), and 34.73% was without any embryos (type I). Seeds with embryos of type III and IV were collected from fir no. 4 (Table 8). Average potential germination capacity of seeds obtained in 1992 amounted to 17.51%, and in case of seeds from particular trees, ranged from 2.67% (fir no. 3) to 67.90% (fir no. 4) (Table 7).

In seeds, found were larvae of two insect species: *Megastigmus suspectus* Borr. from Hymenoptera order, and *Resseliella piceae* Seitn. from Diptera order. Larvae of those insects mutilated embryos and partially also primary endosperm. Some of seeds, and first of all cones, were damaged by *Barbara herrichiana* Obr. from Lepidoptera order. Such high degree of seeds parasitisation in ‘Tisovik’ was most likely a result of very small number of fir population in ‘Tisovik’.

X-ray studies of seeds collected in 1995 showed that the percentage of full fir seeds from ‘Tisovik’ amounting on an average to 97.99% was similar to the case of three natural comparative populations. Vivid differences were visible in percentage of healthy seeds and parasitized ones. In 1995, the share of healthy seeds from ‘Tisovik’ amounted on an average 37.67% and was significantly smaller than from 3 natural fir populations (Table 8). In seeds from ‘Tisovik’ reserve and reserves ‘Jata’, ‘Kamienna Góra’ and ‘Łabowiec’, stated was the presence of larvae of the same insect species as in 1992. Development of embryos was different in consecutive years of fir crop. The percentage of seeds with normal embryos (type IV) in 1992 was 64.96% and in 1995 only 29.09%, however, the number of seeds without embryos (type I) increased twice in comparison to 1992. In 1995, noted was the increase of seed number with underdeveloped embryo (type II and III) to 13.54% (Table 8). In different years, observed were also disorders in primary endosperm development in seeds of particular trees.

In 1992, in seeds undamaged by insects, the percentage of seeds with underdeveloped primary endosperm (B) amounted on an average to 5.44%, and in 1995, to 21.61% (Table 8). Ir-

respective of seeds origin and the year of crop, the percentage of full seeds was always very high – above 90%.

#### 4. Summary and discussion

In broad literature concerning Silver fir in forest part ‘Cisówka’, found were only thesis of two authors, who negated its natural origin. First of them was Trauwatter, who in 1850 expressed such view without any justification (after Szafer 1920). Second author was Karpiński (1933), who found this population artificial on the basis of absence on firs of four monophagous species of bark beetles (*Pityokteines curvidens*, *P. spinidens* i *P. vorontzovi*) and fir weevil (*Pissodes piceae*). Karpiński (1933) constructed a thesis, that all generations of fir in ‘Tisovik’ reserve come from one tree, which was planted there in the 18th century (Karpiński 1933).

Significant number of authors claims that the position of Silver firs in ‘Tisovik’ reserve has a natural character (Górski 1829; Jundziłł 1830; Eichwald 1830; Błoński, Drymmer, Ejsmond 1888; Błoński, Drymmer 1889; Genko 1902, 1903; Szafer 1920a, b, 1926; Kloska 1922; Wiśniewski 1923, J 924; Mattfeld 1925, 1926; Paczowski 1928, 1930; Paszewski, Poznański 1935; Paszewski 1937; Zefirov 1958; Dąbrowski 1959; Środoń 1959, 1983; Tutin 1964; Hegi 1965; Gunia, Kowalski 1966; Šutko, Martynovič 1957; Faliński 1968, 1986; Nikolaeva, Zefirov 1971; Budničenko in. 1987; Korczyk, Chilimoniuk 1993; Korczyk 1995b; Sokołowski 1995).

For the natural origin of fir in Białowieża Primeval Forest, speaks also facts discussed in following subsections.

#### Palaeobotanical materials

The oldest fir remains, dated for interglacials of Middle Pleistocene, come from Grodno region (ar. 120 km to north from Białowieża) (Szafer 1926; Jaroń 1933; Środoń 1983). In Białowieża Primeval Forest, the oldest traces of Silver fir found in the form of pollen was from early Holocene (Dąbrowski 1959) and from Atlantic period – 5400–3000 years BC, Paszewski and Poznański (1935) and Paszewski (1937). Quoted authors found fir pollens only in 6 profiles representing 3 midforest moors (in Białowieża Primeval Forest comp. 317 and 373, and comp. 588 in Belarusian part of virgin forest). The share of fir pollens amounted from 0.5 to 2% pollens of arborescent species. They considered those facts as a confirmation of Szafer’s (1920a) hypothesis of natural origin of fir in ‘Tisovik’. Nevertheless, they suggested that firs pollen may have been blown to virgin forest from south of Poland with beech pollens. If the thesis about transport of fir pollens’ origin from far was accepted, pollen should be found not only in six out of 18 analysed profiles because examined moors are not far from each other (Fig. 1) and the pollen cloud brought

Table 8. Silver fir seed yield and its quality in the reserve „Tisovik” in comparison with others populations

| No.  | Tree No. | Number of cones |           | Weight of harvested seeds<br>g | Weight of 1000 seeds<br>g | Seeds       |              | Full seeds   |               | Percentage of seeds with embryo type: |              |             |              | Endosperm    |              | Potential seed germination-germinatione |
|--|----------|-----------------|-----------|--------------------------------|---------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---|
|  |          | on tree         | harvested |                                |                           | empty       | full         | sponged      | sound         | I                                     | II           | III         | IV           | A            | B            |   |
| 1  | 2        | 3               | 4         | 5                              | 6                         | 7           | 8            | 9            | 10            | 11                                    | 12           | 13          | 14           | 15           | 16           | 17                                      |
|  |          |                 |           | %                              | %                         | %           | %            | %            | %             | %                                     | %            | %           | %            | %            | %            | %                                       |
| Cones bearing 1992                                       |          |                 |           |                                |                           |             |              |              |               |                                       |              |             |              |              |              |   |
| Reserve „Tisovik”  |          |                 |           |                                |                           |             |              |              |               |                                       |              |             |              |              |              |   |
| 1  | 1        | b.d             | 101       | 655                            | 49.68                     | 4.55        | 95.45        | 84.13        | 15.87         | 40.00                                 | 0.00         | 0.00        | 60.00        | 93.65        | 6.35         | 9.52                                    |
| 2  | 2        | b.d             | 103       | 1 625                          | 65.94                     | 2.94        | 97.06        | 83.33        | 16.67         | 18.18                                 | 0.00         | 0.00        | 81.82        | 96.97        | 3.03         | 13.64                                   |
| 3  | 3        | b.d             | 55        | 245                            | 50.02                     | 6.25        | 93.75        | 92.00        | 8.00          | 66.67                                 | 0.00         | 0.00        | 33.33        | 94.67        | 5.33         | 2.67                                    |
| 4  | 4        | b.d             | 8         | 125                            | 43.30                     | 10.00       | 90.00        | 28.40        | 71.60         | 3.45                                  | 1.72         | 1.72        | 93.10        | 97.53        | 2.47         | 67.90                                   |
| 5  | 5        | b.d             | 55        | 580                            | 52.38                     | 2.56        | 97.44        | 75.00        | 25.00         | 21.05                                 | 0.00         | 0.00        | 78.95        | 94.74        | 5.26         | 19.74                                   |
| 6  | 11       | b.d             | 45        | 625                            | 56.40                     | 4.41        | 95.59        | 76.92        | 23.08         | 53.33                                 | 0.00         | 0.00        | 46.67        | 87.69        | 12.31        | 10.77                                   |
| 7  | 12       | b.d             | 147       | 1 500                          | 54.75                     | 5.97        | 94.03        | 84.13        | 15.87         | 10.00                                 | 0.00         | 0.00        | 90.00        | 98.41        | 1.59         | 14.29                                   |
| 8  | 15       | b.d             | 159       | 1 465                          | 51.45                     | 4.35        | 95.65        | 72.73        | 27.27         | 38.89                                 | 0.00         | 0.00        | 61.11        | 89.39        | 10.61        | 16.67                                   |
| 9  | 16       | b.d             | 32        | 210                            | 48.35                     | 0.00        | 100.00       | 92.42        | 7.58          | 60.00                                 | 0.00         | 0.00        | 40.00        | 95.45        | 4.55         | 3.03                                    |
| 10   | 17       | b.d             | 117       | 2 070                          | 74.15                     | 40.00       | 60.00        | 74.07        | 25.93         | 57.14                                 | 0.00         | 0.00        | 42.86        | 85.19        | 14.81        | 11.11                                   |
| 11   | 21       | b.d             | 71        | 335                            | 40.46                     | 7.83        | 92.17        | 85.85        | 14.15         | 13.33                                 | 0.00         | 0.00        | 86.67        | 98.11        | 1.89         | 12.26                                   |
| Average  |          |                 |           |                                | <b>53.35</b>              | <b>7.14</b> | <b>92.86</b> | <b>76.92</b> | <b>23.08</b>  | <b>34.73</b>                          | <b>0.155</b> | <b>0.55</b> | <b>64.96</b> | <b>94.56</b> | <b>5.44</b>  | <b>17.51</b>                            |
| Forst District Białowieża - 62 year old artificial stand |          |                 |           |                                |                           |             |              |              |               |                                       |              |             |              |              |              |   |
| Average  |          |                 |           |                                | <b>57.39</b>              | <b>4.00</b> | <b>96.00</b> | <b>0.00</b>  | <b>100.00</b> | <b>74.74</b>                          | <b>0.52</b>  | <b>0.00</b> | <b>24.74</b> | <b>25.26</b> | <b>74.74</b> | <b>24.74</b>                            |
| Cones bearing 1995                                       |          |                 |           |                                |                           |             |              |              |               |                                       |              |             |              |              |              |   |
| Reserve „Tisovik”  |          |                 |           |                                |                           |             |              |              |               |                                       |              |             |              |              |              |   |
| 1  | 1        | 258             | 60        | 665                            | 50.77                     | 1.47        | 98.53        | 67.16        | 32.84         | 50.00                                 | 0.00         | 4.55        | 45.45        | 83.58        | 16.42        | 16.42                                   |
| 2  | 2        | 142             | 20        | 170                            | 55.80                     | 7.35        | 92.65        | 52.38        | 47.62         | 60.00                                 | 3.33         | 6.67        | 30.00        | 71.43        | 28.57        | 17.46                                   |
| 3  | 3        | 170             | 35        | 299                            | 43.58                     | 0.00        | 100.00       | 52.94        | 47.06         | 50.00                                 | 12.50        | 0.00        | 37.50        | 76.47        | 23.53        | 17.65                                   |
| 4  | 4        | 253             | 40        | 380                            | 44.13                     | 4.55        | 95.45        | 52.38        | 47.62         | 43.33                                 | 3.33         | 20.00       | 33.33        | 79.37        | 20.63        | 25.40                                   |

|         |    |     |     |      |       |      |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|----|-----|-----|------|-------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5       | 5  | 149 | 15  | 134  | 59.21 | 1.49 | 98.51  | 37.88 | 62.12 | 60.98 | 7.32  | 4.88  | 26.83 | 62.12 | 37.88 | 19.70 |
| 6       | 6  | 57  | 10  | 47   | 57.27 | 2.94 | 97.06  | 46.97 | 53.03 | 54.29 | 14.29 | 11.43 | 20.00 | 71.21 | 28.79 | 16.67 |
| 7       | 7  | 255 | 50  | 792  | 61.98 | 7.35 | 92.65  | 55.56 | 44.44 | 25.00 | 0.00  | 17.86 | 57.14 | 88.89 | 11.11 | 33.33 |
| 8       | 8  | 195 | 20  | 253  | 72.69 | 1.47 | 98.53  | 38.81 | 61.19 | 46.34 | 0.00  | 4.88  | 48.78 | 71.64 | 28.36 | 32.84 |
| 9       | 9  | 220 | 60  | 374  | 41.85 | 1.47 | 98.53  | 91.04 | 8.96  | 33.33 | 0.00  | 16.67 | 50.00 | 97.01 | 2.99  | 5.97  |
| 10      | 11 | 230 | 60  | 621  | 64.40 | 2.94 | 97.06  | 42.42 | 57.58 | 81.58 | 7.89  | 5.26  | 5.26  | 53.03 | 46.97 | 6.06  |
| 11      | 12 | 175 | 50  | 733  | 61.62 | 0.00 | 100.00 | 89.71 | 10.29 | 71.43 | 0.00  | 0.00  | 28.57 | 92.65 | 7.35  | 2.94  |
| 12      | 13 | 115 | 15  | 86   | 52.62 | 2.94 | 97.06  | 62.12 | 37.88 | 64.00 | 0.00  | 0.00  | 36.00 | 75.76 | 24.24 | 13.64 |
| 13      | 15 | 197 | 70  | 693  | 44.60 | 3.23 | 96.77  | 53.33 | 46.67 | 46.43 | 7.14  | 7.14  | 39.29 | 78.33 | 21.67 | 21.67 |
| 14      | 16 | 185 | 50  | 507  | 48.90 | 0.00 | 100.00 | 74.14 | 25.86 | 86.67 | 0.00  | 0.00  | 13.33 | 77.59 | 22.41 | 3.45  |
| 15      | 17 | 356 | 100 | 1454 | 51.00 | 0.00 | 100.00 | 86.76 | 13.24 | 44.44 | 0.00  | 55.56 | 0.00  | 94.12 | 5.88  | 7.35  |
| 16      | 18 | 210 | 30  | 323  | 52.82 | 1.47 | 98.53  | 77.61 | 22.39 | 40.00 | 0.00  | 13.33 | 46.67 | 91.04 | 8.96  | 13.43 |
| 17      | 21 | 94  | 15  | 65   | 40.27 | 1.47 | 98.53  | 64.18 | 35.82 | 45.83 | 0.00  | 25.00 | 29.17 | 83.58 | 16.42 | 19.40 |
| 18      | 22 | 90  | 30  | 211  | 39.95 | 0.00 | 100.00 | 80.88 | 19.12 | 76.92 | 0.00  | 7.69  | 15.38 | 85.29 | 14.71 | 4.41  |
| 19      | 23 | 116 | 35  | 156  | 39.69 | 0.00 | 100.00 | 73.53 | 26.47 | 83.33 | 5.56  | 5.56  | 5.56  | 77.94 | 22.06 | 2.94  |
| 20      | 29 | 230 | 50  | 302  | 48.62 | 0.00 | 100.00 | 44.12 | 55.88 | 78.95 | 10.53 | 2.63  | 7.89  | 55.88 | 44.12 | 5.88  |
| Average |    |     |     |      | 51.59 | 2.01 | 97.99  | 62.33 | 37.67 | 57.37 | 4.85  | 8.69  | 29.09 | 78.39 | 21.61 | 14.23 |

Forst District Białowieża - ca 80 years old artificial stand

|                         |              |              |              |       |       |       |      |      |       |       |       |       |  |  |  |  |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|
| Average                 | <b>61.78</b> | <b>20.67</b> | <b>79.33</b> | 0.10  | 99.90 | 48.33 | 3.33 | 0.87 | 47.46 | 51.71 | 48.29 | 48.29 |  |  |  |  |
| Reserve „Jata”          |              |              |              |       |       |       |      |      |       |       |       |       |  |  |  |  |
| Average                 | 49.72        | 9.67         | 90.33        | 27.40 | 72.60 | 25.79 | 1.63 | 1.41 | 71.17 | 81.28 | 18.72 | 52.70 |  |  |  |  |
| Reserve „Kamienna Góra” |              |              |              |       |       |       |      |      |       |       |       |       |  |  |  |  |
| Average                 | 45.08        | 1.75         | 98.25        | 51.97 | 48.03 | 9.10  | 0.91 | 6.12 | 83.87 | 95.63 | 4.37  | 43.23 |  |  |  |  |
| Reserve „Łabowiec”      |              |              |              |       |       |       |      |      |       |       |       |       |  |  |  |  |
| Average                 | 54.28        | 3.43         | 96.57        | 17.90 | 82.10 | 10.25 | 1.19 | 2.02 | 86.54 | 91.59 | 8.41  | 72.71 |  |  |  |  |

lack of data

by wind could not have selectively fallen only on some of them. Fir pollens should not only be present in profiles made on barrow situated on area of Białowieża Primeval Forest in comp. 256, but also in surface layer of this barrow (Borowik-Dąbrowska 1976). In accordance with this conception, pollens from firs growing presently within limits of dense range should also now reach Białowieża Primeval Forest and this fact was not stated (Bremówna, Sobolewska 1939). That is why more probable is Szafer's hypothesis of natural origin of fir in virgin forest and its relict character. For this thesis, speaks also the fact that relatively large weight of firs pollen grain (ar. 10 times bigger than pine's pollen) and high speed of their drop (ar. three times faster than pine's pollen) limits their transport by wind to greater distance (Hibino 1969).

The occurrence of fir in forest part 'Hubar' (comp. 738) – some specimen found by Kłoska (1922) – indicates that, although in small numbers, but it also occurs in virgin forest not only in 'Tisovik'. Fir in Białowieża Primeval Forest, as in 'Jata' reserve on Wysoczyzna Siedlecka, is found on light mineral soils, but always on watersheds near moors and watercourse.

Such neighborhood provides high air humidity and frequent horizontal precipitation. These are the main factors that decide the survival of firs at such distances from dense range enclaves, which 'Tisovik' and 'Jata' reserves are.

### Fir's monophagous entomofauna

*Megastigmus suspectus* Borr., *Resseliella piceae* Seitn. and *Barbara herrichiana* Obr. are monophagous species, which in Poland occur only on Silver fir. Their intensified presence was stated in material collected in 1995 from reserves 'Łabowiec', 'Kamienna Góra', 'Jata', and 'Tisovik', and they were not found in cones collected from two fir forest stands established in the beginning of the 20th century in Białowieża Forest District (Table 8). These two forests stands are situated ar. 7 km to southern-west from 'Tisovik' and firs growing there crop at least from 1984. Is this distance, therefore, a sufficient barrier, which mentioned insects could not overcome? If it is true, then in what way they managed to reach 'Tisovik', which is 120 km away from the closest natural fir position in 'Jata'? The only logical explanation is adopting hypothesis that monophagous insects moved together with fir migration (change of fir range) – their food base. It means that they reached Białowieża Primeval Forest together with fir in Holocene climate optimum period, and after climate cooling, they remained with fir as the relict of those times. They survived also because the local fir had quite regular crop.

### Genetic structure of population

Mejnartowicz (1996) showed that fir population from 'Tisovik' is characterised by very small average number of alleles per locus and a very small share of polymorphic loci.

Heterozygosity observed ( $H_o$ ) of examined populations except 'Tisovik' did not differ significantly from heterozygosity expected ( $H_e$ ). He considered that the surplus of heterozygosity in such small population like 'Tisovik' is a result of selection ongoing from the last glaciations, focused on adjusting fir to fast-changing environmental factors of Białowieża Primeval Forest. Those researches excluded affinity between 'Tisovik' population and artificial fir forest stands in Białowieża Primeval Forest. On the other hand, showed vivid separateness of fir of unknown origin from Białowieża Primeval Forest from remaining populations.

Research of genetic structure of 20 firs growing in 'Tisovik' (Gončarenko, Savickij 2000) showed genetic variability only in 8 loci (Idh, Lap-1, Lap-2, Mdh-2, 6-Pgd-1, Pgm-1, Pgm-2, i Me), whereas the remaining loci turned out to be monomorphic. They stated a low level of inbreeding. 17 out of 20 examined firs were characterised with specific individual genotypes, and 3 firs had the same genotype, differing, however, vividly from the remaining trees. Based on the obtained results, Gončarenko and Savickij recognised fir from 'Tisovik' as natural and native population of Białowieża Primeval Forest.

For characterising the genetic structure of fir population from its eastern range Gončarenko and Savickij (2000) analysed the same isoenzymes, besides fir from 'Tisovik' reserve, 7 more populations from Poland and Ukraine. Dendrogram showed close affinity of fir from 'Tisovik' with natural fir population from eastern limit of range (from reserves: 'Jata', 'Kamienna Góra' and 'Łabowiec' and from Forest Districts: Drohobycz, Dielatin and Worohta) and vivid fir separateness of unknown origin from Białowieża Primeval Forest.

Fir in 'Tisovik' reserve has grown continuously, at least for 300 years. Hypothesis that it was introduced there artificially in the 18th century as Trauwetter (after Szafer 1920) and Karpiński (1933) suggest is unlikely. Especially, when considered is hindered access to this forest part because of surrounding swamps. Moreover, its capacity for intensive cropping every 3–5 years, its good growth and development not deviating from fir from dense range proves its good breeding conditions.

## 5. Conclusions

Analysis of published materials and the author's own fieldwork indicates that:

- Silver fir in Białowieża Primeval Forest is a native species and relict from Holocene climatic optimum period;
- in the past, fir, as a rare admixed tree species occurred also in different part of Białowieża Primeval Forest;
- fir still finds favorable growth conditions in virgin forest. It is visible in its health and breeding condition and ability for renewal by natural seeding;
- 'Tisovik' reserve is the last natural refuge of fir in Białowieża Primeval Forest.

wieża Primeval Forest, which survived here due to favorable conditions and hindered access. It should be considered as fir's *locus classicus* and treated with special protection and care.

For those reasons, a special research program was prepared, in which following goals were assumed:

- preserving gene resources of Białowieża Silver fir population by establishing in Polish part of Białowieża Primeval Forest preserve cultivations;
- estimating fir's biogenetic diversity and its breeding quality on the basis of DNA research and family testing.

## Conflict of interest

None declared.

## Acknowledgement and financial support

The author would like to thank the Directorate of State National Park 'Białowieża Primeval Forest' for enabling the conduct of research in 'Tisovik' reserve. Many thanks to Mrs. Jevge-nevnej Dvorak for sharing floristic notes from 'Tisovik' reserve. Special cordial gratitude for employees of Center of Natural Forest of Forest Research Institute in Białowieża, Mr. Mirosław Bugwin and Mr. Kazimierz Borowski for technical help.

## References

- Arhipov C. 1897. Istoričeskoe prošloe Belovežskoj Pušči. *Lesnoj Žurnal*, 3: 391–399.
- Błoński F., Drymmer K., Ejsmond A. 1888. Sprawozdanie z wycieczki botanicznej, odbytej do Puszczy Białowieskiej w lecie 1887 roku. *Pamiętnik Fizjograficzny*, 8: 59–74.
- Błoński F., Drymmer K. 1889. Sprawozdanie z wycieczki botanicznej, odbytej do Puszczy Białowieskiej, Ładzkiej i Świsłockiej w 1888 roku. *Pamiętnik Fizjograficzny*, 9: 55–62.
- Borowik-Dąbrowska M. 1976. Opracowanie palinologiczne kurhanu w Białowieskim Parku Narodowym. *Archeologia Polski*, 21(1): 135–210.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie, Wien-New York, Springer-Verlag: 1–865.
- Bremowna M., Sobolewska M. 1939. Studia nad opadem pyłku drzew leśnych w Puszczy Białowieskiej [The studdus of tree pollen rain in Białowieża Primeval]. *Sylwan*, A, 56, 3–4: 1–19.
- Brokhaus F. A., Efron I. A. 1891. Belovežskaja Puščsca. in: Encyklopedičeskij Slovar', S. Petersburg: 208–211.
- Budničenko N. I., Strelkov A. Z., Saevič F. F., Michalevič P. K. 1987. Pichta belaja v Belovežskoj Pušče. *Zapovedniki Belorusi*, 11: 13–24.
- Dąbrowski M. J. 1959. Późnoglacialna i holocena historia lasów Puszczy Białowieskiej. Cz. I. Białowieski Park Narodowy [Late Glacial and Holocene vegetation history of Białowieża Primeval Forest. Part I]. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 28, 2: 197–248.
- Dengler A. 1992. Waldbau. Band I. Berlin, Paul Parey Verlag: 222–226.
- Draft manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 1985. Programme Coordinating Centres with the assistance of the UNEP and Secretariat of UN–ECE: 1–96.
- Ehrenberg C., Gustafsson A., Plym Forshell C., Simak M. 1955. Seed quality and the principles of Forest Genetics. *Heredity*, 41: 291–366.
- Eichwald E. 1830. Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien und Podolien. Wilno, J. Zawadzki: 241–253.
- Ellenberg H, Webere W., Dullr R., Wirht V., Werner W., Pauliben D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica. Lehrstuhl für Geobotanik der Universität Göttingen, Göttingen*: 1–258.
- Faliński J. B. 1968. Park Narodowy w Puszczy Białowieskiej. Warszawa, PWRiL: 1–504
- Faliński J. B. 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. *Ecological studies in Białowieża Primeval Forest*. Dordrecht Boston Lancaster, W. Junk Publishers: 1–537.
- Flora Europea (eds. Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Yalentine D. H., Walters S. M., Webb D. A.) 1964. Vol. 1. The University Press, Cambridge: 1–464.
- Genko N. 1902. Charakteristika Belovežskoj Pušči i istoričeskoe o nej svedenija. *Lesnoj Žurnal*, 32, 5: 1009–1056, 6: 1269–1302.
- Genko N. 1903. Charakteristika Belovežskoj Pušči i istoričeskoe o nej svedenija. *Lesnoj Žurnal*, 33, I: 22–5.
- Giefing D. F. 1985. Budowa i zastosowanie urządzenia pilodyn. *Sylwan*, 129, 7: 63–77.
- Gončarenko G.G., Savickij B.P. 2000. Populacjonno-genetičeskije resurcy pichty belo v Belarusi. *Nacionalnaja Akademia Nauk Belarusi. Instytut Lesa*. p. 121.
- Górski S. 1829. O roślinach zubrom upodobanych, jako też innych w puszczy Białowieskiej. *Dziennik Wileński*, 9: 207–217.
- Graebner P. 1918. Diepflanzengeographischen Verhältnisse von Bialowies. *Bialowies in deutscher Verwaltung*, 4: 219–250.
- Gunia S., Due J. E., Kramer W. 1972. Die Weißtanne (*Abies alba* Mill.) im Nordosten ihres natürlichen Verbreitungsgebietes. *Forstarchiv*, 43: 84–91
- Gunia S., Kowalski M. 1968. Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) w Puszczy Białowieskiej [Silver fir (*Abies alba* Mill.) in Białowieża Primeval Forest]. *Sylwan*, 112: 59–66.
- Hegi G. 1965. *Abies alba* Mill. in: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht*. Ed. G. Hegi. München, C. Hanser Verlag: 120–122
- Hibino K. 1969. Relation between air-born pollen and the living vegetation in Mt. Hakkoda. *Ecological Revue*, 17,3: 189–195.
- Jaroń B. 1933. Analiza pyłkowa interglacjału z Żydowszczyzny koło Grodna. *Roczniki Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 9: 147–183.
- Jundziłł J. 1830. Opisanie roślin w Litwie, na Wołyniu, Podolu i Ukrainie dziko rosnących, jako i oswojonych, Wilno, Józef Zawadzki: 1–583.

- Karpiński J. 1933. Fauna korników Puszczy Białowieskiej na tle występujących w puszczy typów drzewostanów. Warszawa, Zakład Doświadczalny Lasów Państwowych: 1–68.
- Karpiński J. J. 1929. Rezerwaty Puszczy Białowieskiej. *Echa Leśne*, 6, 11: 2–4.
- Kłoska J. 1922. Nowe stanowisko jodły w Puszczy Białowieskiej. *Las Polski*, 10: 383–385.
- Korczyk A., Chilimoniuk M. 1993. Jodła w Puszczy Białowieskiej. *Las Polski*, 10: 14–16.
- Korczyk A. F. 1995a. Restytucja jodły pospolitej w puszczy gospodarczej. Raport GEF 3. 4. Maszynopis w Zakł. Lasów Naturalnych IBL, 1–12.
- Korczyk A. F. 1995b. Risk assessment of pollution load on reproductive systems in forest tree. in: Protection of forest ecosystems biodiversity of Białowieża Primeval Forest (eds. P. Paschalis, K. Rykowski, S. Zajączkowski), Warsaw, Fundacja SGGW: 33–52.
- Korczyk A. F. 1999. Ocena wartości genetycznej i hodowlanej naturalnych populacji jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) ze wschodniego zasięgu w Polsce. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, 339: 155–170.
- Korczyk A. F. 2000. Reliktowe stanowisko jodły pospolitej w białoruskiej części Puszczy Białowieskiej. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 2: 90–93.
- Korczyk A. F., Kawecka A., Martysiwič V. V., Strelkov A. Z. 1997. Naturalne stanowisko jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w Puszczy Białowieskiej. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 4, 837: 29–61.
- Mattfeld J. 1925. Die in Europa und dem Mittelmeergebiet wildwachsenden Tannen. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft*, 35: 1–37.
- Mattfeld J. 1926. Das Areal der Weißtanne. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft*, 37: 16–35.
- Matuszkiewicz W. 1984. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski, Warszawa, PWN: 1–298.
- Mejnartowicz L. 1996. Origin of Silver-fir stands in Białowieża Primeval Forest. in: Biodiversity Protection of Białowieża Primeval Forest (eds. P. Paschalis, S. Zajączkowski), Warsaw: 35–50.
- Nikolaeva V. M., Zefitrov B. M. 1971. Flora Beloveżskoj Pušči, Minsk: 1–182.
- Paczoski J. 1928. Roślinność Puszczy Białowieskiej (La végétation de la forêt de Białowieża). Ministère de l'Agriculture, Varsovie, 1–87.
- Paczoski J. 1930. Lasy Białowieży. Poznań, Państwowa Rada Ochrony Przyrody: 1–575.
- Paszewski A., Poznański F. 1935. Materiały do historii lasów Puszczy Białowieskiej [Contribution to the history of the Białowieża Primeval Forests I]. *Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych*, 36: 59–67.
- Paszewski A. 1937. Dalsze badania nad historią lasów Puszczy Białowieskiej na podstawie analizy pyłkowej torfowisk [Contribution to the history of the Białowieża Primeval Forests II]. *Roczniki Nauk Rolniczych. i Leśnych*, 41: 1–5.
- Romanów M. 1922. Zgon najstarszej jodły w Puszczy Białowieskiej. *Las Polski*, 10: 381–383.
- Samojlik T. 2005. Ochrona i łowy. Puszcza Białowieska w czasach królewskich. Białowieża, ZBS PAN, p. 90. ISBN 83-907521-5-8.
- Semenov P. 1863. Belovežskaja Pušča. in: Slovar' Rossijskoj Imperii. Sankt Petersburg: 359–360.
- Šutko N. V., Martynovič B. S. 1967. Pichta belaja v Belarusi. in: Dendrologia i lesovedene. Nauka i Technika, Min'sk: 77–81.
- Sokołowski A. W. 1995. Flora roślin naczyniowych Puszczy Białowieskiej, Białowieża, Białowieski Park Narodowy: 1–273.
- Szafer W. 1920a. Jodła w Puszczy Białowieskiej. *Sylwan*, 38, lipiec-wrzesień: 65–74.
- Szafer W. 1920b. Plan utworzenia rezerwatu leśnego w Puszczy Białowieskiej. *Sylwan*, 38, październik-grudzień: 97–117.
- Szafer W. 1926. O florze i klimacie okresu międzylodowcowego pod Grodnem. *Sprawozdania Komisji Fizjograficznej PAU*, 60: 1–40.
- Środoń A. 1959. Zarys historycznego rozwoju szaty roślinnej Polski w późnym glacie i postglacie. in: Szata roślinna Polski (ed. W. Szafer). Warszawa, PWN: 511–543.
- Środoń A. 1983. Jodła pospolita w historii naszych lasów. in: Jodła pospolita *Abies alba* Mili. (red. S. Białobok). PWN, Warszawa-Poznań: 9–39.
- Utenkova A. P., Romanovskij V. P., Kočanovskij S. B., Smirnov H. S. 1972. Vlijanie osušenija lesnych bolot na gidrologičeskij režim okružajuščich suchodolov. *Belovežskaja Pušča. Issledovanija*, 6: 11–36.
- Wiśniewski T. 1923. Przyczynek do znajomości Puszczy Białowieskiej. *Białowieża*, 2: 33–61.
- Wiśniewski T. 1924. Kilka szczegółów o jodle w Puszczy Białowieskiej. *Ochrona Przyrody*, 4: 100–103.
- Zefirov B. M. 1958. Zamietki o flore gosudarstvennogo zapovednika Belovežskaja Pušča. *Trudy Zapovedno-Ochotnič'ego Chozajstva Belovežskaja Pušča*, 1: 68–80.