

**BOLESŁAW GONET, KRZYSZTOF MOSKAL**

## **Zmiany naprężeń w drewnie sezonowanym**

Изменения напряжения в выдержанной древесине

Changes of tensions in air-dried wood

### **WPROWADZENIE I CEL PRACY**

Sezonowanie, czyli suszenie na wolnym powietrzu, jest najstarszą metodą suszenia drewna. Cechą tego sposobu suszenia jest wykorzystanie powietrza atmosferycznego jako nośnika ciepła bez możliwości zmiany jego parametrów. Powietrze atmosferyczne zmienia ustawicznie swoje parametry: zmiany te występują zarówno w ciągu doby, jak i w dłuższych okresach. Szczególnie duże wahania parametrów powietrza atmosferycznego występują między okresem zimowym i letnim. W lecie w powietrzu o wysokiej temperaturze i niskiej wilgotności względnej proces wysychania tarcicy przebiega szybko, osiągając w korzystnych warunkach stan równowagi higroskopijnej, który w naszych warunkach wynosi od 13 do 22% wilgotności i zależy głównie od pory roku i wymiarów sortymentu. W czasie sezonowania tarcicy obok zmian wilgotności występują zmiany naprężeń i ich układu. Znajomość zmian naprężeń w drewnie w czasie sezonowania jest niezmiernie ważna dla oceny jakości tarcicy przeznaczonej do produkcji wyrobów finalnych (1). Tarcica wykazująca duże naprężenia paczy się, a wyroby wykonane z takiego drewna są niskiej jakości. W literaturze fachowej brak jest prac zajmujących się zmianami naprężeń w czasie sezonowania drewna. Istniejące badania nad sezonowaniem tarcicy ograniczają się zazwyczaj do badań zmian wilgotności, np. Goršin (4).

Celem pracy jest zbadanie charakteru i dynamiki zmian naprężeń w tarcicy bukowej i świerkowej w czasie sezonowania w ciągu roku i ustalenie wielkości liczbowych tych naprężeń. Drewno bukowe należy do gatunków liściastych trudnych w suszeniu, zaś drewno świerkowe jest gatunkiem iglastym łatwo poddającym się suszeniu. Dlatego podjęcie badań na dwóch gatunkach o krańcowo różnej skali trudności w suszeniu może dać wgląd w zmiany naprężeń nie badanych w ramach tej pracy gatunków drewna.

Do badań użyto tarcicy świerkowej (*Picea excelsa* L.) o gęstości 455 kg/m<sup>3</sup> i bukowej (*Fagus silvatica* L.) o gęstości 680 kg/m<sup>3</sup>. Tarcica była bezszęczna, a jej wymiary wynosiły 50×150×1700 mm. Tarcicę ułożono na przekładkach na wolnym powietrzu. Pomiaru naprężeń przeprowadzono od 1 kwietnia do 2 marca następnego roku. W tym czasie wykonano 8 pomiarów; ich częstotliwość była zróżnicowana w zależności od intensywności wysychania. Pierwszy pomiar wykonano na początku badań, następne pomiary wykonano po 2 tygodniach, 1 i 1,5 miesiącach, a potem w odstępach 2-miesięcznych. W tych okresach z każdej sztuki tarcicy pobrano po 2 próbki do badań, traktując drugą próbkę jako powtórzenie kontrolne. Próbki do badań o grubości 5 mm pobierano w odległości 60 cm od czoła. Następnie na przekroju poprzecznym w ten sposób pobranej próbki wyznaczono 7 warstw, na które dzielono próbkę. Przed podzieleniem mierzono długość każdej warstwy z dokładnością do 0,01 mm. Po pomiarze długości tych warstw oddzielano poszczególne warstwy najpierw pierwszą i ostatnią, następnie drugą i przedostatnią itd. Po oddzieleniu każdej warstwy ponownie je pomierzono stosując ścisk celem wyprostowania warstwy. Mając wartości pomiarów długości przed i po podzieleniu próbki na warstewki, obliczono wielkości odkształceń.

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_2}{l_1}$$

gdzie:  $l_1$  — długość warstwy przed podzieleniem w mm

$l_2$  — długość warstwy po podzieleniu w mm

Na tych samych warstwach na których oznaczono odkształcenia oznaczono moduł sprężystości każdej warstewki. Znając odkształcenia bezpośrednio po podzieleniu próbki na warstewki i moduły sprężystości tych warstw obliczono wielkości naprężeń według wzoru:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \text{ (MPa)}$$

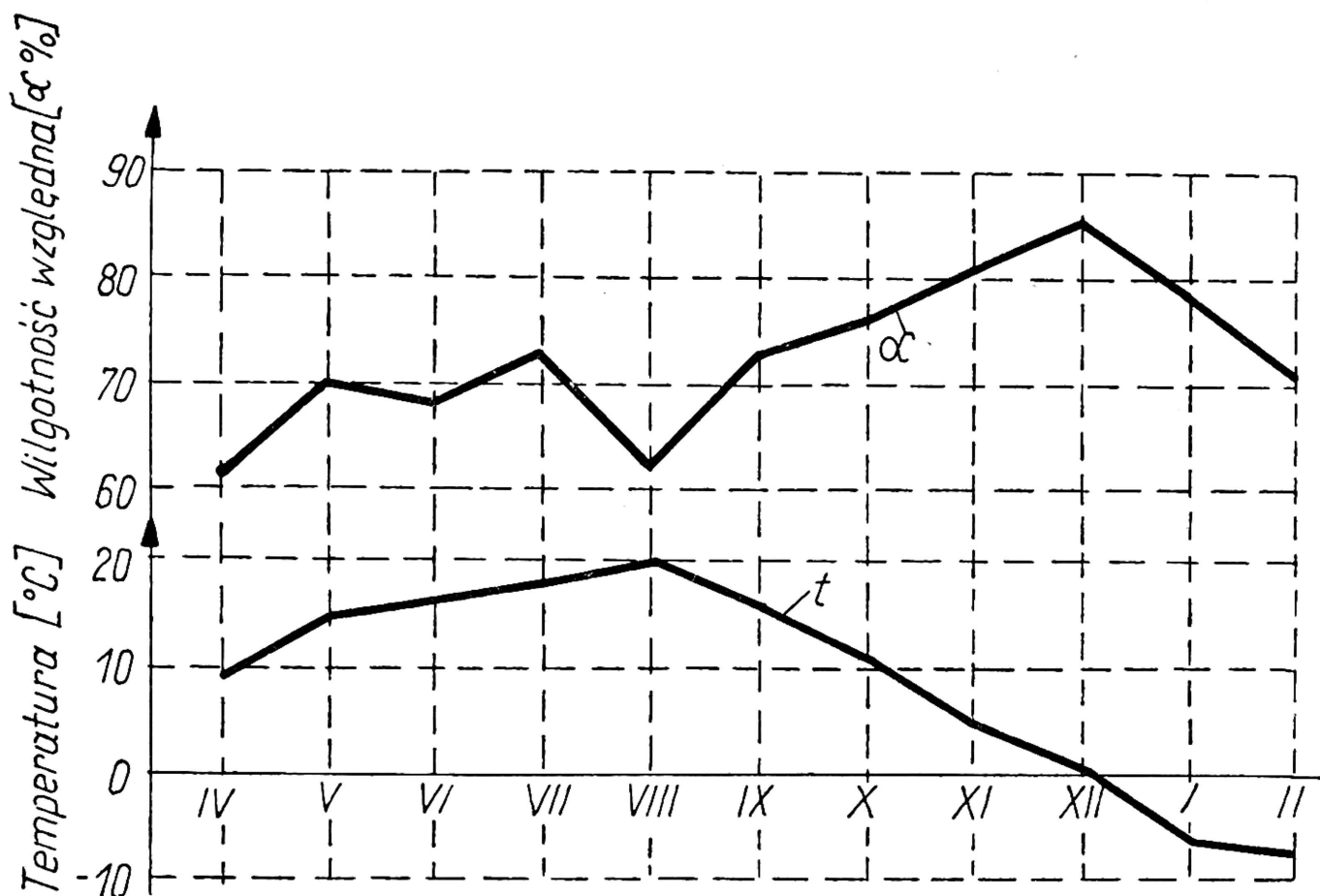
gdzie:  $\sigma$  = wielkość naprężenia MPa

$E$  = moduł sprężystości przy zginaniu MPa

$\varepsilon$  = odkształcenie jednostkowe

Korzystając z dodatkowych pomiarów odkształcenia jednostkowego obliczono wielkość poprawki umożliwiającej przesunięcie osi obojętnej, aby wielkości naprężeń ściskających i rozciągających były w równowadze. Mając z pomiarów wartości liczbowe naprężeń ustalono rozkład naprężeń w tarcicy na przekroju poprzecznym. Odkształcenia dodatnie (+) świadczyły o istnieniu naprężeń ściskających, natomiast odkształcenia ujemne (—) o naprężeniach rozciągających. Przykład rozkładu naprężeń na przekroju poprzecznym tarcicy przedstawiono na ryc. 1. Na tych samych próbkach (warstewkach) oznaczono również ich wilgotność. Mając te dane wykonano wykresy rozkładu naprężeń i ich zmian na przekroju poprzecznym sezonowej tarcicy. Znając wartości maksymalnych naprężeń





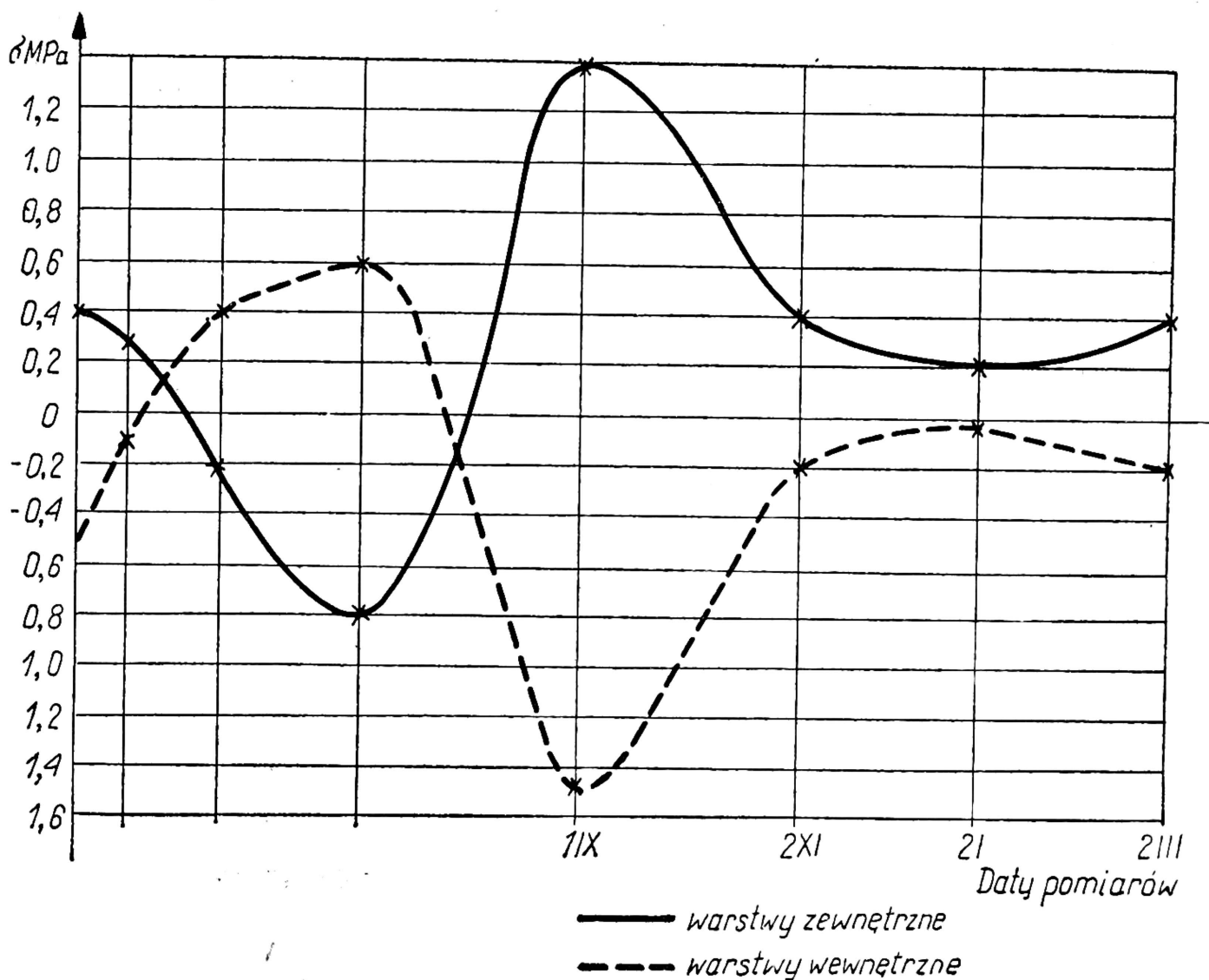
Ryc. 2. Średnie miesięczne parametrów powietrza atmosferycznego w czasie sezonowania tarcicy (wg notowań Stacji Meteorologicznej Warszawa-Ursynów)

#### ANALIZA WYNIKÓW I WNIOSKI

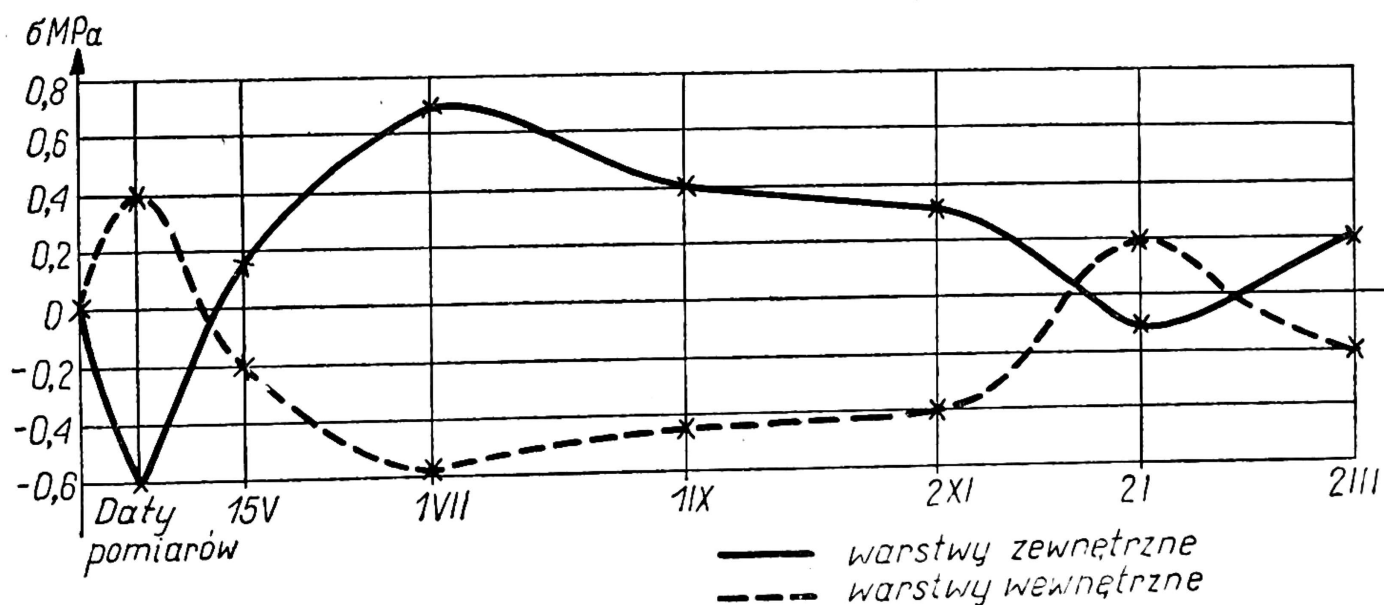
Zebrany w toku badań materiał liczbowy został opracowany w postaci tabel i wykresów. Z tych danych w pracy przedstawiono tylko syntetyczne wykresy na rycinach 3 i 4. Obrazują one zmiany naprężeń maksymalnych występujących na przekroju poprzecznym tarcicy. Z podanych wartości liczbowych wynika, że maksymalne naprężenia rozciągające w tarcicy bukowej w czasie sezonowania osiągnęły wartość  $-1,45$  MPa a naprężenia ściskające  $+1,5$  MPa. Tarcica bukowa na początku badań wykazywała wilgotność w granicach 56 do 67%, przy czym wilgotność warstw zewnętrznych i wewnętrznych niewiele różniła się, a mimo tego w tarcicy występowały naprężenia. W ciągu sezonowania tarcicy bukowej znak naprężeń zmieniał się w poszczególnych warstwach przekroju poprzecznego 2-krotnie, a mianowicie po 6 tygodniach i po 5 miesiącach sezonowania. Należy zaznaczyć, że w początkowym okresie sezonowania wartości naprężeń rosły, a dopiero po pewnym okresie, najczęściej po 5 miesiącach, naprężenia malały.

Tarcica świerkowa w czasie sezonowania wykazywała znacznie mniejsze naprężenia niż tarcica bukowa. Maksymalne naprężenia rozciągające osiągnęły wartość  $-0,48$  MPa, naprężenia ściskające  $+0,66$  MPa. Znak naprężeń zmieniał się w tarcicy świerkowej 4-krotnie: po 2 i 6 tygodniach, a następnie po 9 i 11 miesiącach sezonowania. Podobnie jak przy





Ryc. 3. Zmiany maksymalnych naprężeń w tarcicy bukowej w czasie sezonowania



Ryc. 4. Zmiany maksymalnych naprężeń w tarcicy świerkowej w czasie sezonowania

tarcicy bukowej w początkowych okresach sezonowania tarcicy świerkowej następował wzrost naprężeń, później spadek, w końcowym stadium zanik naprężeń. Wilgotność początkowa tarcicy świerkowej wynosiła ok. 60%, a stan powietrznosuchy osiągnęła w lipcu. W tym też okresie wystąpiły największe naprężenia w tarcicy. W okresie zimowym nastąpił wzrost wilgotności tarcicy i zmiany znaków naprężeń w warstwach zewnętrznych i wewnętrznych.

Ogólnie można stwierdzić, że zmiany układu naprężeń w tarcicy świerkowej występują szybciej i częściej niż w tarcicy bukowej. Może wiązać się to ze stanem wilgotności tarcicy bukowej i świerkowej. Tarcica bukowa w ciągu całego okresu sezonowania nie osiągnęła stanu powietrznosuchego. Jej wilgotność w okresie letnim wynosiła 20—22%, natomiast tarcica świerkowa osiągnęła wilgotność 12—15%. Nieosiągnięcie w pierwszym roku sezonowania stanu powietrznosuchego przez tarcicę bukową o grubości 50 mm potwierdzają również wyniki badań B. Gonet a i F. Krzysika (3). Zarówno w tarcicy bukowej jak i świerkowej przy obniżaniu się wilgotności warstw zewnętrznych poniżej granicznej wilgotności nasycenia ścian komórkowych następowała zmiana układu naprężeń. Należy zaznaczyć, że wyniki pomiarów na próbkach traktowanych jako powtórzenie wykazały podobny charakter, można na tej podstawie twierdzić, że uzyskane wyniki obrazują pewną prawidłowość zmian naprężeń w tarcicy w czasie sezonowania.

W czasie sezonowania tarcicy występujące naprężenia są znacznie mniejsze niż w czasie suszenia w suszarniach. Ugolew (5) stwierdził w tarcicy suszonej w suszarniach wielkość naprężeń: 4,5 MPa w tarcicy bukowej, 3,2 MPa w tarcicy świerkowej.

W czasie rocznego sezonowania tarcicy bukowej i świerkowej występują zmiany układu naprężeń i ich zanik co w efekcie prowadzi do podniesienia jej jakości. Można sądzić, że im częstsze są zmiany układu naprężeń w tarcicy, tym jej jakość i przydatność do dalszej produkcji będzie większa. Dla pełnego obrazu tych zmian należałoby przeprowadzić badania na tarcicy o zróżnicowanych wymiarach grubości i sezonowanej dłużej niż rok.

#### LITERATURA

1. Gonet B.: Zagadnienie badania naprężeń w drewnie w czasie jego suszenia. Przem. Drz. 1968 nr 7.
2. Gonet B.: Der Einfluss des Dämpfens auf die Eigenschaften von Rotbuchenholz. Holztechnologie 1973.
3. Gonet B., Krzysik F.: Sezonowanie tarcicy liściastej. Sylwan 1985 R. 129 nr 6.
4. Goršin S. N.: Atmosfernaja suška pilomaterijalov. Les. Prom. Moskva: 1971.
5. Ugolew B. N.: Vnutrennye napreženija v drevesine pri jej suške. Moskva 1959.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 26 stycznia 1986 r.

## Краткое содержание

Целью работы является исследование характера и динамики напряжений в буковых и еловых пиломатериалах во время воздушной сушки.

Исследованиями была охвачена свежая буковая и еловая древесина размером  $50 \times 150 \times 1700$  хранящаяся с апреля по март следующего года. Исследования величины напряжений проводились первоначально каждые 2 недели, потом каждый месяц и в конце через каждые 2 месяца. В эти отрезки времени из каждой штуки пиломатериалов брались по 2 образца для исследований, рассматривая другой образец как контрольное повторение. Методика исследования напряжений была принята такая же как описанная в других работах автора (Гонет 1973). Согласно с принятой методикой на образцах была обозначена: влажность, модуль упругости и деформации. На основании этих данных определялись напряжения. Климатические условия во время воздушной сушки были представлены на основании данных ближайшей метеорологической станции.

В результате проведенных исследований установлено, что во время воздушной сушки буковых и еловых пиломатериалов изменялся знак напряжений в отдельных слоях поперечного сечения пиломатериалов. В буковых пиломатериалах дважды, после 6 недель и после 5 месяцев кондиционирования, а в еловом пиломатериале четырехкратно, после 2 и 6 недель, а потом после 9 и 11 месяцев воздушной сушки. В начальных периодах сушки как у буковых, так и еловых пиломатериалов наблюдался рост напряжений, потом напряжения уменьшались. В общем можно констатировать, что величина напряжений наблюдаемых в ходе воздушной сушки пиломатериалов значительно меньше, чем во время сушения в сушильных установках, как это установлено в других исследованиях.

Во время годовой воздушной сушки буковых и еловых пиломатериалов происходят изменения схемы напряжений и их исчезновение что в эффекте вызывает повышение их качества. Эти исследования выясняют характер качественных изменений материала и подтверждают мнения практиков о положительном влиянии воздушной сушки на качество пиломатериалов.

Для полной картины этих изменений следовало бы провести исследования пиломатериалов разной толщины и хранимых в течение более года.

## Summary

The work was aimed at studying the character and dynamics of tensions in beech and spruce sawn-wood during air-drying.

Fresh beech and spruce sawn-wood (dimensions  $50 \times 150 \times 1700$  mm), air-dried from April to March of the next year, was used for studies. The tensions were examined at first every 2 weeks, then every month and finally every 2 months. In these periods, 2 samples were taken for studies from each piece of sawn-wood, every second was considered as control one. The authors applied the same methods of tension studies like previously described (Gonet 1973). Following parameters were examined in the samples: moisture, modulus of elasticity and of deformation. On the base of these data, one determined the tensions. Climatic conditions during the air-drying were given according to observations of the nearest meteorological station.

Conducted studies showed that during the air-drying of beech and spruce sawn-wood the sign of tensions was changing in individual layers of the cross-section of sawn-wood. In beech sawn-wood twice, after 6 weeks and after 5 months of drying, and in spruce sawn-wood four times, after 2 and 6 weeks and then after 9 and 11 months of drying. In the first periods of drying an increase of tensions took place, both in beech and in spruce sawn-wood, then the tensions decreased. Generally, one can state that the value of tensions taking place during air-drying of sawn-wood is much less than during drying of sawn-wood in drying room, like it was proved in other studies.

During one-year-long air-drying of beech and spruce sawn-wood changes of the scheme of tensions and their decline take place, what finally causes an increase of its value. These studies explain the character of qualitative changes of the material and confirm the opinion of practitioners concerning the positive influence of air-drying on the quality of sawn-wood.

For a complete picture of these changes, one should conduct investigations with sawn-wood of differentiated thickness and for periods longer than one year.