

DEFECTS IN STRUCTURAL TIMBER

WADY DREWNA KONSTRUKCYJNEGO

Abstract

The paper presents the defects that are typically found in structural timber. The model of the so-called flawless timber has been made more precise. Additionally, the impact of defects on timber quality was characterised. Defect classification with respect to the time of formation, type and causes was presented. The following defects were discussed in a detailed manner: knots, twisted fibres, cracks, resin pockets, stains, rots, insect channels, waness, shape defects and sclerenchyma fibres. The main objective of the paper is to show actual imperfections in the conifer wood revealed in the examined elements. The cross-sections of round timber and construction and structural sawn timber were analysed.

Keywords: timber, wood defects, knots, cracks, resin pockets, stains, rots, insect channels, waness, twisted fibres, curves, sclerenchyma fibres

Streszczenie

W artykule przedstawiono typowe wady drewna konstrukcyjnego. Przybliżone zostały wzorce tzw. drewna bezbłędnego. Scharakteryzowano również wpływ wad na jakość drewna oraz ich podział w odniesieniu do czasu powstania, rodzaju uszkodzeń i ich przyczyn. Szczegółowo zilustrowano sęki, skręt włókien, pęknięcia, pęcherze żywiczne, zabarwienia, zgnilizny, chodniki owadzie, obliny, wady kształtu oraz twardzicę. Głównym celem pracy jest ukazanie rzeczywistych niedoskonałości przebadanych elementów z drewna iglastego. Przeanalizowano przekroje drewna okrągłego oraz tarcicy budowlano-konstrukcyjnej.

Słowa kluczowe: drewno, wady drewna, sęki, pęknięcia, pęcherze żywiczne, zabarwienia, zgnilizna, chodniki owadzie, obliny, skręt włókien, krzywizny, twardzica

1. Introduction

Wood is an organic material formed during the growth of trees. Wood features and properties reflect the functional processes taking place in a living plant. Wood is anisotropic and highly non-homogenous material [1-6] that can be converted into multiple products provided that it has standard physical and chemical properties, and uniform structure. External factors can cause changes in wood parameters. Deformations and disadvantageous properties are termed wood defects. Flawless wood is thought to have a cylindrical shape, and be clear, i.e. free from knots, or piths. It should have annual rings of the same width, and also perfectly parallel, with respect to the longitudinal axis, arrangement of fibres. Any deviations from this pattern, however theoretical and approximate it might be, are considered wood defects.

The latter involve various abnormalities which result from tree diseases, mechanical injuries, and natural

1. Wprowadzenie

Drewno to surowiec organiczny wykształcony podczas wzrostu roślin drzewiastych. Cechy i właściwości drewna są odwzorowaniem funkcji, jakie pełni w żywym organizmie roślinnym. Drewno to materiał anizotropowy, wysoce niejednorodny [1-6], który pełni rolę korzystnego wyrobu, jeśli ma standardowe właściwości fizyczne, chemiczne i równomierną budowę. Czynniki zewnętrzne mogą powodować zmiany parametrów drewna. Deformacje budowy i niekorzystne właściwości drewna klasyfikuje się jako wady drewna. Materiał bez wad określany jest jako drewno o profilu walca, bezsęczne, bezrdzeniowe, o równej szerokości słoików rocznych oraz modelowo równoległym układzie włókien w stosunku do osi podłużnej. Jakikolwiek inne wyjątki od przybliżonego i teoretycznego wzorca traktowane są jako wady.

Wady drewna to różnorodne zakłócenia kształtu będące rezultatem chorób drzew, uszkodzeń mecha-

features. Wood defects limit the range of applications, or make the material useless. As regards timber quality, the significance of wood defects is related to their type, size and location. Due to enormous diversity in wood defects, and also in causes of those, it is difficult to unambiguously define the defect classification criteria. Numerous different classifications can be found in literature. Generally, based on the time they were formed, wood defects can be categorised as primary (those that occur during the lifetime of the tree), and secondary (those that occur after a tree is felled). Appropriate timber preservation prevents defects from being brought about, resulting in timber degrading, when the wood is stored in open air (forest) or in engineered storage facilities.

As regards the defect type and cause, the following wood defects can be identified: trunk shape defects (excessive taper, crookedness, forks, star shakes, flattening, root swellings, lumps and outgrowths); defects in anatomical structure (knots, non-uniformities in annual rings and the arrangement of fibres, reaction wood, bark pockets, burs, eccentricity, multiple piths, exudation accumulation); defects resulting from external and climatic factors (injuries, necrosis, cankers, cracks, chemical stains); defects due to fungi (blue stain and other stains, rots, brown-reddish colouring); defects caused by pests, primarily by insects (insect channels and holes, tree hollows, resin collection cuts). Different wood properties are needed for various applications of this material. Owing to that, it is possible to use timber that shows some, or small defects. Occasionally, wood defects can turn out to be an advantage, producing a valuable raw material.

Therefore, the term 'wood defects' is ambiguous, and can take on an unexpected meaning. Waviness of fibres is a defect in structural timber and glulam wood, but it becomes an advantage in veneer. In joinery, a change in the natural colour of wood is considered a major drawback, whereas it is of minor importance in those components that are not visible [7-8].

2. Typical defects in structural timber

For the sake of timber classification, including structural sawn timber, the following wood defects: knots, twisted fibres, cracks, shape defects, rots and insect channels are taken into account [5, 7-14].

2.1. Knots

Wood knots appear in the trunk where branches were dropped off or cut off, and where wood grain waved its way around it. They are commonly found in all tree species and are accounted for in wood quality

nicznych i cech naturalnych. Redukują jego zakres stosowania albo czynią go bezużytecznym. Rola wad w jakości drewna jest uwarunkowana typem, rozpiętością oraz lokalizacją. W stosunku do ogromnego zróżnicowania wad i przyczyn ich pojawiania się trudno jest zdefiniować podstawy klasyfikacji, które nie wywołałyby wątpliwości. W literaturze można spotkać różnorodne podziały. Ogólnie wady drewna można ugrupować w zależności od czasu ich wytworzenia jako pierwotne (za życia drzewa) oraz wtórne (po ścięciu drzewa). Odpowiednia konserwacja nie powoduje pojawienia się wad i spadku jakości drewna podczas składowania leśnego i przemysłowego.

Biorąc pod uwagę typ uszkodzeń oraz powód ich ukształtowania, wyodrębnia się następujące rodzaje wad drewna: wady kształtu pnia (zbieżystość, krzywizna, rozwidlenie, listwy mrozowe, spłaszczenie, napływy korzeniowe, zgrubienia oraz narośla); wady budowy anatomicznej (sęki, nierównomierność budowy słoju i przebiegu włókien, drewno reakcyjne, zakorki, zawoje, mimośrodowość, wielordzenność, zgromadzenie wydzielin); wady spowodowane czynnikami zewnętrznymi i klimatycznymi (zranienia, martwice, zabitki, pęknięcia, zabarwienia chemiczne); wady spowodowane grzybami (sinizna i inne zabarwienia, zgnilizny, zaparzenia); wady wywołane przez szkodniki zwierzęce, przede wszystkim owady (chodniki i otwory owadzie, dziuple, spały). Potrzebne właściwości drewna dla wyznaczonych form zastosowań są rozmaite. Pozwala to zagospodarować drewno do celów, gdzie pojawiające się w nim wady są mało znaczące, co więcej mogą być zaletą.

Termin „wady drewna” jest względny, zmienia się w zależności od jego zastosowania. Falistość włókien jest wadą w drewnie konstrukcyjnym i klejonym, a zaletą w drewnie okleinowym. Zmiany naturalnej barwy jest wiodącą wadą w stolarce, natomiast mało ważną w elementach niewidocznych [7-8].

2. Typowe wady drewna konstrukcyjnego

Dokonując podziału drewna, również tarcicy konstrukcyjnej, wyróżnia się takie wady drewna, jak sęki, skręt włókien, pęknięcia, wady kształtu, zgnilizny oraz chodniki owadzie [5, 7-14].

2.1. Sęki

Fragmenty po odpadłych lub obciętych gałęziach, które są wrosnięte w drewno nazywamy sękami. Sęki są powszechne i pojawiają się u wszystkich ich gatunków drzew. W drzewnictwie sęki są objawem

grading. Knots have the shape of stakes, starting at the pith, with diameters increasing towards the tree girth. The size of knots grows towards the top of the tree (Fig. 1).



Fig. 1. Knot distribution over the length of construction and structural sawn timber

Rys. 1. Rozmieszczenie sęków na długości tarcicy budowlano-konstrukcyjnej

In young trees, branches have small diameters. As the tree grows, lower branches die and are dropped off. Their remains form knots in the butt, the lowest part of the stem. They are located at the pith and covered by fresh tissue. Such knots have a small length and diameter. Older trees show knot-free, girth adjacent layer of wood of considerable width. The medium part of the tree trunk has thicker branches and larger knots. They are usually rotten or partly rotten knots, a majority of which are not firmly held by the surrounding tissue. As a result, they fall out when timber is sawn. Most often, knots are formed under bark and manifest themselves as growths on the stem surface, and if the bark is wrinkled and scarred as rosettes and symmetrical transverse bark wrinkles (Fig. 2).

negatywnym. Są podstawą klasyfikacji jakościowej drewna. Mają kształt kołków, zapoczątkowane są w rdzeniu pnia. Ich średnica powiększa się ku obwodowi pnia, podczas gdy wielkość zwiększa się ku wierzchołkowi drzewa (rys. 1).



Fig. 2. Rosette in pine (*Pinus sylvestris* L)

Rys. 2. Róża sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)

U młodych drzew gałęzie mają niewielką średnicę. Podczas wzrostu drzewa, niższe gałęzie obumierają i odpadają. Tworzą one strzępki w odziomkowej części pnia w postaci sęków. Są umiejscowione przy rdzeniu i okalane świeżo narosłymi słojami drewna. Sęki te mają niedużą długość i średnicę. Starsze drzewa posiadają znaczną szerokość wolną od sęków, przyobwodową warstwę drewna. Środkowy fragment pnia charakteryzuje się gałęziami grubszy i większymi sękami. Zazwyczaj są to sęki popsute albo nadpsute oraz w przeważającej części niepołączone z tkanką. W wyniku przetarcia wylatują z pozyskanej tarcicy. Przeważnie odkładają się pod korą. Ich występowanie uwidocznia się w nierównościach na powierzchni pnia (guzy) czy też w zakrzywieniu kory (róże, brewki) – rysunek 2.

The tree crown features branches that grow out from the main trunk. On the trunk lateral side, large diameter, open knots can be seen. They were formed by felling down the tree and cutting off the branches. The majority of knots are sound and attached to the adjacent tree tissue. In accordance with knot arrangement, in felled trees, especially those coniferous ones, the following wood zones are assigned: pith adjacent wood, knotty wood with sound knots that are grown into the surrounding tissue, knotty wood with decayed knots that fall out and clear (knot-free) wood. In conifers, knots form whorls (Fig. 3). That phenomenon is found in trees in which branches grow outward from the pith at the same trunk heights. Such a geometric arrangement is found in pines. In some tree species, e.g. in larches, branches grow unevenly and are not whorled. In addition to knots, burs are also observed. A bur denotes an area of deformed annual rings and grain pattern. In order to encompass a knot, grains deviate from straight direction, producing an arch or elliptical lines. Burs are the bigger, the larger are the diameters of knots. Compared with the adjacent wood, knots are harder, and in coniferous wood, saturated with resin. Consequently, they make it impossible to split and machine wood, especially whittling or cutting is difficult. With respect to wood durability, knot significance depends on its condition and tree species. In species that do not form heartwood, decayed (rotten) knots cause the rotting of the surrounding wood. Knot shape is related to the kind of wood section. In the tangential section, the knot outline is approximately circular in shape, whereas in the radial section, its plan view is band-shaped and tapers towards the pith [5, 7-11, 13].



Fig. 3. Example of whorl knot arrangement in round wood of pine (*Pinus sylvestris* L)

Rys. 3. Przykład układu sęków okółkowych w drewnie okrągłym sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)

Poczynając od trzonu korony, pień drzewa jest ugałęziony. Na powierzchni bocznej pnia zauważalne są sęki otwarte, znacznej średnicy, powstałe w wyniku wycięcia drzewa i po ociosaniu gałęzi. W większości sęki te są zdrowe i zespolone z przylegającą tkanką drzewną. Według rozmieszczenia sęków oznacza się w przeciętych drzewach, zwłaszcza iglastych, następujące strefy drewna: drewno przyrdzeniowe, sękate ze zdrowymi sękami zrosniętymi, sękate z zepsutymi sękami wylatującymi oraz drewno bezsęcne. Sęki u gatunków iglastych formują okółki (rys. 3). Dotyczą drzew, gdzie gałęzie rosną promieniście od rdzenia i na jednakowych wysokościach pnia. Taką budowę możemy spotkać u sosny. Istnieją również gatunki, przykładowo modrzew, w których gałęzie narastają nierównomiernie oraz okółki są niewidoczne. Oprócz sęków zaobserwować można także zawoje. Zawój to obszarowe zdeformowanie słoju rocznych i przebiegu włókien. Aby obejść sęki, włókna drzewne odginają się od kierunku prostoliniowego, generując linie łukowate bądź eliptyczne. Zawoje są większe, im większe są przekroje sęków. Sęki są twardsze od przyległego drewna i w drewnie iglastym są przesycone żywicą. Uniemożliwiają łupanie i obróbkę drewna, szczególnie struganie oraz skrawanie. Znaczenie sęka w trwałości drewna jest uzależnione od stanu zdrowotnego i gatunku drzewa. Sęki zepsute (zgniłe) u gatunków beztwardzielowych powodują zgniliznę okolicznego drewna. Kształt sęka jest uzależniony od rodzaju przekroju drewna. Jego zarys na przekroju stycznym ma budowę zbliżoną do koła. Sęk na przekroju promieniowym ma plan pasma zmniejszającego się klinowato w kierunku rdzenia [5, 7-11, 13].

2.2. Cracks

They are caused by the breaking of tree tissue in sawn timber when timber tensile strength across the fibres, or shear strength along the fibres are exceeded. Primary and desorption cracks can be differentiated, the former ones are found in round wood (Fig. 4).



2.2. Pęknięcia

Pęknięcia pojawiają się przez przerwanie tkanki drzewnej w tarcicy na skutek przekroczenia wytrzymałości drewna na rozciąganie w poprzek włókien lub wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien. Wyróżnić można pęknięcia pierwotne i desorpcyjne. Pęknięcia pierwotne występują w drewnie okrągłym (rys. 4).



Fig. 4. Pith cracks in pine wood

Rys. 4. Pęknięcia rdzeniowe drewna sosnowego

However, desorption cracks occur when wood is dried. Cracks are categorised as those located in the plane, on the side and on the face [14]. Additionally, cracks are classified as those transferring and non-transferring to the face [11] (Fig. 5). When trees are felled in autumn, the wood is deprived of only a small amount of water, and hence the reason it does not crack. Initial cracks are formed when the more dried layers located near the girth have moisture content that is lower than fibre saturation. Due to pressure from slowly drying central layers, high tensile stress is

Pęknięcia desorpcyjne natomiast powstają podczas suszenia. Określa się pęknięcia na płaszczyźnie, boku i na czole [14]. Ponadto wyróżnia się pęknięcia nieprzechodzące i przechodzące na czole [11] (rys. 5). W okresie jesieni drewno ścięte jest pozbawione nieznacznej ilości wody i nie pęka. Początkowe pęknięcia powstają, gdy bardziej wyschnięte warstwy przyobwodowe będą w przedziale wilgotności niższym od nasycenia włókien. Pod naciskiem wolno schnących warstw środkowych pojawiają się w strefie przyobwodowej duże naprężenia rozciągają-

produced in the outermost zone. The stress value will be higher than wood tensile strength in the direction perpendicular to fibre alignment. Cracks are major defects because they increase the amount of wastage in woodworking. Cracks also cause rots, because they allow the penetration of water and fungal spores. Cracks significantly lower timber strength [7-8].



ce. Wielkość ta przewyższy wytrzymałość drewna na rozciąganie w kierunku prostopadłym do przebiegu włókien. Pęknięcia są istotną wadą, gdyż zwiększają ilość odpadów podczas obróbki. Powodują również powstanie zgnilizny, ponieważ umożliwiają wnikanie wody i zarodników grzybów. Pęknięcia powodują znaczny spadek wytrzymałości drewna [7-8].

Fig. 5. Separate crack measurements in construction and structural sawn timber

Rys. 5. Pomiar pęknięcia mierzonego oddzielnie w tarcicy budowlano-konstrukcyjnej

2.3. Resin pockets

Resin soaked grooves stretch along fibres and are distributed on the verge of growth rings (Fig. 6). They are formed when the tree sways, causing a small tear in the ring, into which resin penetrates. When grading construction and structural sawn timber, resin pockets are categorised as standard cracks [7-8, 11].



2.3. Pęcherze żywiczne

Bruzdy przesyczone żywicą rozciągają się wzdłuż włókien i są rozmieszczone na obrzeżu przyrostów rocznych (rys. 6). Powstają podczas chwiania drzewa, które wywołuje małe rozdarcie słoja. Tam wdziera się żywica. Klasyfikując tarcicę budowlano-konstrukcyjną, pęcherze żywiczne analizuje się jako zwyczajne pęknięcia [7-8, 11].

Fig. 6. Resin pockets in pine sawn timber

Rys. 6. Pęcherze żywiczne tarcicy sosnowej

2.4. Stains

They involve the modification of the typical colouring of wood due to the action of abiotic (atmospheric conditions, chemical compounds) or biotic (fungi – blue stain) factors. Stains can result from the darker hues of fungal hyphae found in the wood. Trees that normally do not produce heartwood, under specified conditions, generate false heartwood (Fig. 7). Normal heartwood is related to tree aging and is formed in a certain age interval. False heartwood, however, is associated with pathological factors (fungal penetration and decomposition) and external circumstances (frost impact and air penetration into the tissues) [8].

2.4. Zabarwienia

Zabarwieniami określamy modyfikację zwyczajnej barwy drewna na skutek działań czynników abiotycznych (czynniki atmosferyczne, związki chemiczne) czy też biotycznych (grzyby – sinizna). Powodem tych zmian może być ciemniejsza barwa występujących w drewnie strzępek grzybni. Drzewa beztwardzielowe produkują w wyznaczonych warunkach fałszywą twardziel (rys. 7). Twardziel normalna jest wyrazem starzenia i powstaje w określonym przedziale wiekowym. Natomiast fałszywa twardziel pojawia się pod wpływem czynników patologicznych (penetracja i rozkład grzybów) albo czynników zewnętrznych (wpływ mrozu i przenikanie powietrza do wewnętrznej części tkanek) [8].



Fig. 7. *False heartwood*

Rys. 7. *Falszywa twardziel*

Stains are permitted in construction and structural sawn timber. Blue stain is allowable, and it does not lower the strength class. Fungi causing blue stains have dark brown hyphae. Fungal cells that can be seen through the wood produce grey-blue tint. Other fungal species, e.g. those producing red-rusty colour, release dyes that can be found in the melullary ray cells. Blue stain colour can range from blue to green and black (Fig. 8). Despite being a serious defect in woodworking, it does not significantly affect wood structural functions. Blue stain has a negative effect on wood aesthetics and it is a proof of poor preservation conditions. Stains in sawn timber are detrimental to appearance, consequently the demand for such product is reduced [7-8, 11].

Zabarwienia są dopuszczalne w tarcicy budowlano-konstrukcyjnej. Obecność sinizny jest dopuszczalna i nie zmniejsza klasy wytrzymałościowej. Grzyby wywołujące siniznę mają brunatne zabarwione strzępki. Komórki przeświecają przez drewno, dając szaroniebieskie zabarwienie. Inne gatunki grzybów wydzielają barwniki występujące w komórkach promieni rdzeniowych. Można tutaj wymienić grzyby wywołujące czerwień drewna. Sinizna ma kolor od niebieskiego do zielonocznego (rys. 8). Jest zasadniczą wadą w stolarstwie, lecz nie odgrywa znaczącej roli w drewnie konstrukcyjnym. Sinizna wpływa ujemnie na estetykę drewna i świadczy o złych warunkach konserwacji. Zabarwienia występujące w tarcicy mają wpływ na negatywną ocenę estetyczną drewna, zmniejszając popyt na sprzedaż [7-8, 11].



Fig. 8. *Blue stain in construction and structural sawn timber and round timber*

Rys. 8. *Sinizna tarcicy budowlano-konstrukcyjnej i drewna okrągłego*

2.5. Rots

They result from the action of fungi that break down cell walls. The first stage of fungal attack leads to a discolouration and a minimal deterioration of mechanical properties. Such a phenomenon is called hard rot and is permitted in lower grade construction and structural sawn timber. Hard rots can be manifested as is the reddish tinge of sapwood and heartwood. Sapwood reddish colour is a component rot, which is most often found in spruce wood. The rot has the form of needle-like threads running from the girth towards the pith. Heartwood reddish colour features the first stage of internal rot. It occurs in living coniferous trees. The latter stage of fungal growth leads to hard rot change into soft rot. The wood degraded by soft rot has lost its structure and has been rendered useless. The soft rot stage involves the destruction of cell walls, reduction in wood density and deterioration of mechanical properties. In the final stage, wood turns into fibrous or powdery mass. Rots can be located at different sites. The basidiomycete fungus *Fomes annosus* Karst. or fir-trunk *Trametes Trametes Pini* Fr. are found in the heartwood near the pith, whereas honey fungus *Armillaria mellea* Vahl. – in the outermost layer of sapwood. Sawn timber with rots is considered to be a discard [7-8, 11].

2.6. Insect channels

Some larvae and nymphs feed on tree tissue thus destroying wood. The damages to wood have a form of bored channels that show different diameters, shapes and arrangement. With respect to the depth, insect channels can be classified as shallow (up to 5 mm) and deep (above 5 mm). Taking the size into account, deep insect channels can be small (diameter smaller than 3 mm, circular cross-section) and large (diameter greater than 3 mm, circular or oval cross-section). The wood of coniferous trees is attacked by the following insects: large timberworm beetles, striped ambrosia beetle, pine sawyer beetles, longhorn beetles and giant woodwasps. Small insect channels are the most detrimental because of their massive occurrence. In sawn timber, the presence of xylophagous insects is not allowed [7-8, 11, 14].

2.7. Wanes

Those defects are commonly associated with the machining of sawn timber (Fig. 9). Sawn timber with a single wane, or wanes, does not have perpendicular edges. A part of the sawn timber edge is missing. Wane can be found along one length, or two lengths of a piece

2.5. Zgnilizna

Zgnilizna jest wywołana przez niszczące ściany komórkowe grzybów. Pierwszym etapem działalności grzybów jest zmiana barwy drzewa z minimalnym obniżeniem właściwości mechanicznych. Taką zgniliznę określa się jako twardą. Jest ona dopuszczalna w gorszej klasie tarcicy budowlano-konstrukcyjnej. Istotną formą zgnilizny twardej jest czerwień bielu i twardzielu. Czerwień bielu to zgnilizna składowa, która powstaje przeważnie w drewnie świerkowym. Ma kształt iglastych smug, poprowadzonych od obwodu do rdzenia. Czerwień twardzieli obejmuje pierwszą fazę zgnilizny wewnętrznej. Tworzy się u żywych drzew iglastych. Późniejszy etap wzrostu grzybów sprawia zmianę zgnilizny twardej w zgniliznę miękką. Drewno obciążone zgnilizną miękką jest pozbawione zwyczajnej budowy i przydatności. W fazie zgnilizny miękkiej dokonuje się zniszczenie ścian komórkowych, spada gęstość drewna oraz osłabiają się właściwości mechaniczne. W ostatnim etapie rozwoju zgnilizny miękkiej drewno rozpada się na włóknistą lub proszkową masę. Rozmieszczenie zgnilizny jest różnorodne. Huba korzeniowa *Fomes annosus* Karst. lub wrośniak sosnowy *Trametes Pini* Fr. występują na przyrdzeniowej strefie twardzieli a opieńka miodowa *Armillaria mellea* Vahl. – przyobwodowej warstwie bielu. Tarcicę budowlano-konstrukcyjną mieszczącą zgniliznę uznaje się jako odrzut [7-8, 11].

2.6. Chodniki owadzie

Chodniki owadzie niszczą tkankę drzewną poprzez żerowanie larw oraz postaci doskonałych. Zniszczenia posiadają kształt żłobionych chodników o rozmaitej średnicy, kształcie i planie. W odniesieniu do głębokości można wyróżnić chodniki płytkie (do 5 mm) i głębokie (powyżej 5 mm). Biorąc pod uwagę wielkość, głębokie chodniki owadzie rozkładają się na małe (średnica mniejsza niż 3 mm, kolisty plan przekroju) oraz duże (średnica większa niż 3 mm, okrągły lub owalny plan przekroju). Drewno iglaste charakteryzuje się występowaniem rytli, drwalników, żerdzianków, ściągów, trzpienników. Najbardziej niebezpieczne są chodniki małe, ponieważ pojawiają się masowo. Obecność ksylofagów w tarcicy jest niedopuszczalna [7-8, 11, 14].

2.7. Obliny

Obliny są uwarunkowane wadami przetarcia tarcicy obrzynanej (rys. 9). Tarcica z pojedynczą obliną albo oblinami nie jest ostrokrawężna. Fragment tarcicy jest zaokrąglony. Oblina pojawia się wzdłuż jednej krawędzi lub wzdłuż dwóch. Powierzchnie

of timber. The absence of wood is summed if two waners are placed together in the plane, or on the side [7, 11].



Fig. 9. Measurement of a single wane in pine sawn timber
Rys. 9. Pomiar obliny pojedynczej tarcicy sosnowej

2.8. Twisted fibres

The phenomenon involves an asymmetrical arrangement of fibres with respect to the longitudinal axis of round timber or sawn timber. In particular, twisted fibres can be seen in the outermost part of the trunk. The occurrence of twisted fibres in sawn timber is demonstrated by the presence of transverse cracks. Round timber and tangential surfaces in sawn timber show appropriate twist of fibres, whereas the radial surfaces show apparent fibre twisting. The latter is caused by the splitting of excessively tapered wood. It is most commonly found in sawn timber obtained from the lowest and the uppermost part of the trunk [7, 11].

2.9. Curves and crookedness

Sawn timber which is not curved is in the shape of a rectangular prism. All irregularities from the ideal shape are termed curves. The defects originate from milling, improper storage and non-uniform shrinkage of wood when it is seasoned. Curves can also result from the occurrence of other defects such as large knots on the edges, and non-rectilinear alignment of fibres. Curves can include the following forms: bows, cups, twists and warps. Trunk crookedness can be found in all species of trees, especially in deciduous trees. In round timber, deductions must be made in woodworking when logs are excessively crooked, which produces excessive wastage (Fig. 10). High crookedness lowers timber quality, and degraded timber is used for fuel [7-8, 11].

dwóch sztuk oblin na płaszczyźnie bądź na boku sumuje się [7, 11].



2.8. Skręt włókien

Skręt włókien jest to asymetryczne ułożenie włókien do podłużnej osi drewna okrągłego czy tarcicy. Uwidacznia się ono w szczególności w przyobwodowej strefie pnia. Skręt włókien w tarcicy dowodzi ukośne pęknięcie. Drewno okrągłe i powierzchnie styczne tarcicy odznaczają się właściwym skrętem włókien, natomiast powierzchnie promieniowe wyróżniają się pozornym skrętem włókien. Pozorny skręt włókien jest wywołany rozcięciem zbieżystego drewna. Pojawia się głównie w tarcicy otrzymanej z kłód odziomkowych i wierchołkowych [7, 11].

2.9. Krzywizny

Tarcica bez wady krzywizny ma postać prostopadłościanu. Różnorakie odstępstwa od tej formy nazywa się krzywizną. Kształtuje się ona podczas przetarcia, nieodpowiedniego składowania i niejednorodnego kurczenia się drewna w czasie wysychania. Krzywizny są również spowodowane występowaniem innych wad, takich jak duże sęki na krawędziach i nieprostoliniowego układu włókien. Wyodrębnia się krzywiznę podłużną płaszczyzn, krzywiznę podłużną boków, krzywiznę poprzeczną płaszczyzn, wichrowatość. Krzywizna występuje u wszystkich gatunków drzew, w szczególności u drzew liściastych. W drewnie okrągłym krzywizna zmniejsza wydajność materiałową przy obróbce (rys. 10). Duża krzywizna obniża jakość drewna, przeznaczając go na opał [7-8, 11].



Fig. 10. Crookedness in round wood

Rys. 10. Krzywizna drewna okrągłego



2.10. Growth of sclerenchyma fibres

Reaction wood is a tissue characterised by modified structure and enhanced strength. It shows increased latewood in annual rings. Reaction wood is formed in trees that are inclined, bent due to unidirectional winds, a cap of snow, landslide, or one-sided light exposure. In coniferous trees, reaction wood is termed sclerenchyma fibres. In round timber cross-section, reaction wood can be seen as a brown-reddish zone of the annual ring. It occurs in trunks and branches of living coniferous trees, in the compression zone. The annual growth of the tree can rearrange the trunk cross-section geometry. Sclerenchyma fibres can be formed on only one occasion (narrow type), or for many years (wide type). The coil cross-section is circular in shape, twice thicker, with 20%-40% shorter length and has a higher content of lignin. That results in greater density and compression strength, accompanied by reduced tensile strength and impact resistance. Additionally, shrinkage and swelling are increased. The growth of sclerenchyma fibres usually occurs in spruce and fir [7-8, 11].

3. Summary

The study presents a thorough analysis of basic and major defects in structural timber with respect to strength grading. Due to investigations, it was possible to exhaustively examine the impact of defects on mechanical properties of construction and structural sawn timber. In addition to research outcome, the observation have a practical application. The detailed discussion of wood defects can be used as guidance in wood grading.

2.10. Twardzica

Drewno reakcyjne obejmuje tkankę o zmodyfikowanej budowie i podwyższonej wytrzymałości. Charakteryzuje się powiększoną strefą drewna późnego w słojach rocznych. Drewno reakcyjne wykształca się w drzewach pochylonych i wygiętych pod wpływem jednokierunkowych wiatrów, okiści śnieżnej, osunięcia się gruntu albo jednostronnego naświetlenia. Drewno reakcyjne drzew iglastych określa się twardzicą. Drewno reakcyjne zauważalne na przekroju poprzecznym drewna okrągłego w postaci czerwono-brunatnej strefy słoja rocznego. Pojawia się w pniu i gałęziach rosnących drzew iglastych w części ścisanej. Co roku wzrastające drzewo może przebudować przekrój pnia. Twardzica jest formowana jednokrotnie (wąska) bądź wielość lat (szeroka). Przekrój poprzeczny cewki jest kołowy, dwa razy grubszy, o długości 20-40% krótszej oraz większej zawartości ligniny. Powoduje to zwiększenie gęstości oraz wytrzymałości na ściskanie przy zmniejszeniu wytrzymałości na rozciąganie i udarowości, a także zwiększenie kurczliwości i pęcznienia. Zazwyczaj twardzica występuje w świerku i jodle [7-8, 11].

3. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wad drewna wyczerpująco przedstawia podstawowe i najważniejsze, w rozumieniu sortowania wytrzymałościowego, wady drewna konstrukcyjnego. W efekcie badań uzyskano gruntowne rozpoznanie wpływu defektów na właściwości mechaniczne tarcicy konstrukcyjno-budowlanej. Dokonane obserwacje, oprócz wymiaru badawczego, mają aspekt praktyczny. Szczegółowe opisy i analogie mogą być użyteczne przy klasyfikacji drewna konstrukcyjnego.

References

- [1] Kossakowski P.G.: *Influence of anisotropy on the energy release rate G_I for highly orthotropic materials*. Journal of Theoretical and Applied Mechanics, 45(4), Warszawa 2007, s. 739-752.
- [2] Kozakiewicz P.: *Fizyka drewna w teorii i zadaniach*. Wybrane zagadnienia. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2003.
- [3] Rudziński L.: *Naprawy i wzmocnienia konstrukcji drewnianych*. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2000.
- [4] Wdowiak A.: *Assessment of technical condition of wooden structures*. Proceedings of TRANSCOM 2015, SECTION 7- CIVIL ENGINEERING, s. 326-332.
- [5] Wdowiak A.: *Strength and structural properties of structural timber*. Structure and Environment Vol. 8 (2), s. 103-108.
- [6] Wdowiak A., Kroner A.: *Wpływ niejednorodności struktury zginanych belek z drewna klejonego na efekt ich wzmocnienia*. Materiały Budowlane 1/2017, s. 87-89.
- [7] Kozakiewicz P., Krzosek S.: *Inżynieria materiałów drzewnych*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2013.
- [8] Krzysik F.: *Nauka o drewnie*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975.
- [9] Krzosek S.: *Wytrzymałościowe sortowanie polskiej sosnowej tarcicy konstrukcyjnej różnymi metodami*. Rozprawy Naukowe i Monografie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2009.
- [10] Wdowiak A.: *Using the visual method to sort polish pine structural sawn timber with respect to strength*. Czasopismo Techniczne 2-B/2016, s. 219-224.
- [11] PN-D-94021:2013-10 – Tarcica konstrukcyjna iglasta sortowana metodami wytrzymałościowymi – wersja polska.
- [12] PN-EN 336:2013-12 Drewno konstrukcyjne – Wymiary, odchyłki dopuszczalne – wersja angielska.
- [13] PN-EN 14081-1:2016-03 Konstrukcje drewniane – Drewno konstrukcyjne sortowane wytrzymałościowo o przekroju prostokątnym - Część 1: Wymagania ogólne – wersja angielska.
- [14] PN-EN 844-9:2002 Drewno okrągłe i tarcica – Terminologia – Część 9: Terminy dotyczące cech tarcicy – wersja polska.