

EDYTA ROSŁON-SZERYŃSKA, DOROTA NITECKA-FRĄCZYK,  
AGNIESZKA GAWŁOWSKA\*

## MANAGEMENT OF HAZARDOUS TREES IN HERITAGE AREAS

### SPOSOBY POSTĘPOWANIA Z DRZEWAMI ZAGRAŻAJĄCYMI BEZPIECZEŃSTWU W OBIEKTACH ZABYTKOWYCH

#### Abstract

Trees growing on heritage terrains or in the vicinity of natural landmarks can be subject to hazard and also they themselves can become a hazard to people and their property. Nevertheless, considering the trees' high environmental and heritage values the decision of their removal should be a measure of finality. A major role in preserving hazardous trees with simultaneous improvement of the safety of users is conducted by risk management preservation planning. This paper aims to outline the steps for minimizing the safety risks and the steps for preserving hazardous trees. It further explains how these measures can be used in management of large clusters of trees on heritage terrains, and presents advantages and disadvantages of the WID method by PhD. Rosłon-Szeryńska (2006) in routine tree management.

*Keywords: tree management, visual tree assesment, hazardous trees, WID method*

#### Streszczenie

Drzewa rosnące w obiektach zabytkowych i pomniki przyrody mogą być narażone na niebezpieczeństwo, jak też same mogą stać się zagrożeniem dla ludzi i ich mienia. W tym przypadku, z uwagi na ich cenne wartości przyrodnicze czy kulturowe, decyzja o ich usunięciu powinna być ostatecznością. Istotne znaczenie ma opracowanie programu zarządzania ryzykiem, którego celem jest poprawa bezpieczeństwa użytkowników przy jednoczesnym zachowaniu drzewa. W ramach niniejszego opracowania przedstawiono wiele działań minimalizujących istniejące zagrożenie i idących w kierunku zachowania drzewa oraz możliwości ich wykorzystania w praktyce w zarządzaniu drzewostanem w obiektach zabytkowych. Zaprezentowano wady i zalety wykorzystania metody WID Rosłon-Szeryńskiej (2006) w prowadzeniu stałego monitoringu drzew.

*Słowa kluczowe: monitoring drzew, wizualna ocena drzew, drzewa zagrażające bezpieczeństwu, metoda WID*

\* PhD. Eng. Edyta Rosłon-Szeryńska, PhD. Eng. Agnieszka Gawłowska, MSc. Eng. Dorota Nitecka-Frączyk, Faculty of Horticulture, Biotechnology and Landscape Architecture, The Warsaw University of Life Sciences.

## 1. Introduction

The trees growing on heritage terrains may be subject to hazard or, due to their age, damage or impaired constitution, may become one to people and their property. Safety risks is one of the crucial reasons for the removal of the trees from heritage terrains connected with the financial responsibilities of the owner of the grounds for the damage caused by the trees if the neglect of their care and maintenance is proved. In this case due to the high environmental and heritage value of the trees the decision of their removal resulting from the risk of their breaking or falling down should be a measure of finality. The main step towards solving this problem is to improve the system of tree management based on the ones functioning in other European countries and the United States<sup>1</sup>.

Hazard tree management systems are evolving dynamically especially in the United States where certain standards are defined by state and international institutions like ISA (International Society of Arboriculture) or ANSI (American National Standard Institute). Every American state however, has its own methods of tree assessment and plans of dealing with the safety risk associated with breakages and windthrows. Their basis is two assumptions: a) the improvement of the safety of people, b) the improvement of trees condition and measures for their preservation. On big scale are developed steps for prevention, which concentrate on two basic aims: preventing factors leading to damaging of the trees and coordination of already existing problems and also preventing incidents resulting from falling trees by using systematic procedures, which enable to accurately assess trees, detect safety risk and estimate the possibility of such incidents occurrence<sup>2</sup>.

## 2. Aim

The aim of the research is to point out the steps for minimizing the safety risks and for keeping the trees possibly intact and also using these steps for the practical administering of larger clusters of trees growing on heritage terrains. Special attention is paid to the monitoring of trees. Both advantages and disadvantages of the usage of Rosłon Szeryńska's (2006)<sup>3</sup> WID method (Visual method of hazard tree assessment) in routine tree control are presented, based on the evaluation of lime-trees and ashes growing around the area of Skaryszewski Park in Warsaw. Although this method has its application in expert evaluations, there is still an ongoing research verifying the method's assumed criteria and improving the ways of its usage (the invention of a computer program called Trees Analyzer for android). A number of practical aspects were verified: the clarity of formulated assessment parameters, their completeness, validity of their application, time required for a single tree assessment, and the possibility of using the method for prognosticating the changes of the safety risk level by applying various measures minimizing the risk of incidents. The possibilities of using the

<sup>1</sup> E. Rosłon-Szeryńska, *Ochrona drzew w mieście a postrzegane zagrożenie bezpieczeństwa*, „Przyroda w mieście – Rozwiązania. Zrównoważony Rozwój – Zastosowania”, nr 4, Fundacja Sendzimira, Kraków 2013, pp. 50-66.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

<sup>3</sup> E. Rosłon-Szeryńska, *Opracowanie metody oceny zagrożenia powodowanego przez drzewa o osłabionej statyce*, PhD. Thesis, WOIAK, SGGW, Warszawa 2006.

WID method in prognosticating potential problems with trees that may occur, for example, after the removal of the surrounding trees are also presented.

### 3. The state of the research

The problem of the shaping of tree growth and its organization around the park furniture program so that the esthetic, safety and biodiversity preferences are reconciled regarding parks with different types of upkeep (parks maintained extensively and intensively) has been dealt with by Rosłon-Szeryńska and Sikorski<sup>4</sup>. Rosłon-Szeryńska<sup>5</sup> compiled and extensively talked about the ways of tree maintenance and organizing the surrounding environment in order to minimize the possibility of breakages and failure to an extent that will reduce to minimal the risk of incidents resulting from impaired trees.

Comparatively speaking it has been only recently that the scientific entities began dealing with the problem of hazard trees. The evaluation of statics of the trees growing in clusters and in exposed places show that wind-shielding is of great importance to safety. Trees growing inside the cluster are more stable even if they have a higher slenderness ratio in comparison to the trees growing at the edge of the cluster. Consequently, some say it is better not to organize park furniture (i.e. benches, tables etc.) under the trees growing at the edges of tree clusters<sup>6</sup>.

Slender type trees are more stable than log type trees. Slender trees are resistant to the damage caused by wind or snow, whether they stand at the edge or alone. The places of leisure like benches, tables, game, play devices, and other, are best organized in the vicinity of the trees with regular shape crown, preferably pointy crown<sup>7</sup>.

In the prevention of the safety risks resulting from breakages and failure, the crucial role is played by the on-going assessment of tree condition and the evaluation of safety risk caused by trees play. In practice the tree assessment is performed in a few steps. Firstly, the visual methods are employed for a basic evaluation, during which some trees are selected for further detailed evaluation or removal in case of visible flaws, damage or signs of dieback. The first visual methods of assessment of trees growing in urban areas were developed in the 70s in Germany and USA. The assessment takes into consideration tree zones where potential risk may be found, thus identified with tree areas charged with the largest mechanical weight. The duration of such assessment takes from 5 to 60 minutes and depends on the type of the method. The visual assessment methods can be classified as follows:

- 1) **the methods of assessment of the tree statics, based on the laws of biomechanics**, popular in Europe (C. Mattheck, H. Breloer, L. Wessolly) less common in the USA<sup>8</sup>.

<sup>4</sup> E. Rosłon-Szeryńska, P. Sikorski, *Wybrane problemy zarządzania drzewostanem w parkach miejskich*, cz. 2: *Bezpieczeństwo a różnorodność biologiczna zadrzewień*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych”, Nr 562, 2011, pp. 207-220.

<sup>5</sup> E. Rosłon-Szeryńska, *Ochrona drzew w mieście...*, *op. cit.*, pp. 50-66.

<sup>6</sup> E. Rosłon-Szeryńska, P. Sikorski, *op. cit.*

<sup>7</sup> *Ibidem*.

<sup>8</sup> C. Coder, *Tree Biomechanics series*, University of Georgia School of Forest Resources. Extension Publications FOR 00-13 to 32, 2000.

- 2) **the methods based on qualitative assessment of the exterior symptoms and structural defects** which lead to tree breakages or failure<sup>9</sup>.
- 3) **the methods of risk assessment, including safety** of people and their property. Such methods are gaining popularity and are being developed mainly in the USA<sup>10</sup>, but also in Europe (i.e. Ellison's QRTA method<sup>11</sup>).

Though many methods have been developed, and some, like the VTA- method (Visual Tree Assessment) invented in the Karlsruhe Nuclear Institute, have gained international renown, it is still believed that there is no one single method encompassing all the possible occurrences of tree damage.

The visual method of hazard tree assessment 'WID' by Rosłon-Szeryńska (2006), was developed in Poland on the basis of the critical analysis of the European and American research between the years 1951-2005 and the models of incidents caused by windthrows and windsnaps in Mazowsze, Poland<sup>12</sup>.

Likewise the American methods, the WID method focuses on risk assessment. In the development of the method elements of the fault tree analysis (FTA) and event tree analysis (ETA) were used, which aim at identifying specific relations between the causes and a combination of events which may result in creating a hazard situation and contribute to the damaging process itself. Due to the complex nature of the source of hazard, an additional logical modeling technique was established based on the compiled cases of tree damage and the concurrent symptoms/structural defects, tree shapes, as well as the characteristics of the habitat which contribute to windthrows and windsnaps.

The VID method has four assessment parameters: a) the likelihood of an incident (P), b) the likelihood of the consequences of an incident (S), c) the exposure to threat (E), and the distinguishing and extremely crucial factor of this method: d) the possibility of avoiding the consequences of an incident (U)<sup>13</sup>.

Up to the year 2014, the WID method has been used to evaluate over 1500 trees growing in the urban areas. The disadvantage of the method is that its application is rather time-consuming; therefore an android application "Trees Analyzer" is currently being developed to support the summary of the data and shorten the assessment time.

#### 4. Description of the research

The initial assessment included 398 trees, among which 102 were ashes (*Fraxinus excelsior*) and 296 were lime-trees (*Tilia cordata*) with a few species of *Tilia platyphyllos* and *Tilia*

<sup>9</sup> M. Siewniak, D. Kusche, *Baumpflege heute*, Platzer Verlag, Berlin – Hannover 1996, p. 320; M. Siewniak, W. Bobek, *Zagrożenie ludzi i mienia, metody oceny stanu statycznego drzew*, "Kurier Konserwatorski", nr 8, 2010, pp. 13-17.

<sup>10</sup> J. Albers, J. Pokorny, G.R. Johnson, *How to Detect and Assess Hazardous Defects in Trees*, [in:] *Urban Tree Risk Management*, USDA Forest Service Northeastern Area, 2003, pp. 41-107; N.P. Matheny, J.R. Clark, *A photographic guide to the evaluation of hazard trees in urban areas*, International Society of Arboriculture, Savoy, II, 1994, p. 85.

<sup>11</sup> M.J. Ellison, *Quantified Tree Risk Assessment in Management of Amenity Trees*, "Journal of Arboriculture", 31(2), 2005, pp. 57-65.

<sup>12</sup> E. Rosłon-Szeryńska, *Opracowanie metody oceny zagrożenia...*, *op. cit.*

<sup>13</sup> *Ibidem*.

*euchlora*. On the basis of the evaluation steps for tree management as to minimize the risk of incidents were pointed out.

According to the analysis the removal of hazard trees in the ash and lime-tree alley would influence other alley trees and few nearby trees growing in close vicinity of the alley. The prognostic evaluation of the influence of the cut-down factor on other trees, on the basis of the changes of the evaluation of the level of incident risk after the removal of the trees posing a safety risk, encompassed 89 lime-trees in the surrounding alley neighboring with the lime-trees destined to be cut down and 3 ashes from the central ally. Additionally, 12 trees growing in the vicinity, but outside the alley system, were evaluated.

The evaluation consisted of assessing the degree of the damage of various trees and the conditions of the environment in correspondence to the risk of the breaking of in the base, trunk, fork and crown and the tree failure. The trees were classified into 5 categories of risk:

- 0-2 low risk of breakage or failure,
- 3-4 medium risk of breakage or failure,
- 5-6 considerable risk of breakage or failure,
- 7-9 high risk of breakage or failure,
- 10 critical risk of breakage or failure.

While evaluating the exposure to risk (E) one common range of 0.8 out of 1 point was assumed for the park. In the evaluation of the likelihood of the consequences of an incident (C) the highest level of risk was usually taken into consideration due to the big sizes of the evaluated trees. The evaluation of the possibility of minimizing the risk was made conditional to the tree zones where the most dangerous defects occurred, adopting the rule that the more the possibilities for improvement of the tree statics the more points are subtracted from the maximum evaluation. The highest change of correction occurs in case of damages to the tree crown, thus depending on particular situation up to 3 points can be subtracted from the final amounts of points for the risk of breaking in the tree crown. From the points for the risk of the breaking in the tree fork up to 2 points may be subtracted, because in this case the correction of the risk is often connected with reducing the whole bough, which means that more of tree mass is reduced than in the case of the crown. The correction of the flaws in the stem and root system is extremely curbed; therefore, no points for breaking/defects can be subtracted from the assessment of these tree zones. For example, if a tree got 5 points in evaluation of the risk of breaking in the stem and base, 5 points in evaluation of the risk of failure and 5 points in the evaluation of the risk of breaking inside the crown and the fork, then after including the minimizing threats factor, the final evaluation of the risk for every zone will be as follows: the possibility of falling down – 5 points, the risk of breaking in the base 5 points, the risk of breaking in the fork – 3 points (out of 5), the risk of breaking inside the crown – 2 points (out of 5).

**General classification of a tree** – the evaluation of the level of the risk is as follows:

**ZM** – low risk category tree (0-25 points), which is to be left without any specific nourishing steps. Routine sanitary measures like removing dry parts and observation every 3 years (listing the characteristics and defects of a tree) are recommended.

**ZIZ** – medium and near considerable category tree (25.1-45 points). Observation every 2 years (listing the characteristics and defects of a tree) and insignificant correction of the silhouette of the tree and/or routine maintenance measures are recommended.

**ZDZ** – considerable risk category tree (45.1-55). Destined to remain only under the condition of conducting serious maintenance measures or additional assessment, the tree and place should be marked, every year observation (listing of the characteristics and flaws), and

a considerable correction of the silhouette of the tree or even mechanical reinforcements are recommended. In justified cases detailed measurement of the tree is essential.

**ZDU** – high risk category tree (55.1-100) – the removal of the tree may be considered when other methods of protecting the tree and the people fail, or it indicates the need for additional detailed assessment of the tree (technical measurement). Further detailed measurements of the tree are highly recommended.

## 5. Results

The most common defects in the evaluated trees are the damage to the stem (cracks, swelling, necrosis, hollows, discoloration, and other symptoms of wood decay) and to the crown (dry parts, traces of cuts on bigger branches with symptoms of decay (knags and knurs) and hollows).

### 5.1. The results of the assessment of the likelihood of tree breakage and failure in correlation to the aspect of safety risk

Out of the two analyzed tree species (*Tilia* and *Fraxinus*) the one in worse condition and posing a bigger threat to safety is the lime-tree. It results from the difference of age (approximately 25 years) and different species characteristics of both trees.

A large amount of evaluated lime-trees were qualified into the medium and considerable degree of safety risk category (**ZIZ**) with the recommendation that they are to remain in place with applying low-interference measures of minimizing the risk threats, such as monitoring of the trees, the removal of dry and permanently breaking branches, or lightening the mass of mal-forked conductors without a significant infraction into the crowns of the trees. In the complete population there are 179 such trees, what constitutes 45% of the whole. Equally numerous group are the trees classified into the low risk category (**ZM**) – 122 pieces, 31% of the whole, in a big part they are ashes (42 pieces) and lime-trees (79 pieces). The number of the trees classified into the high and considerable risk category constitutes 97 trees (25% population of lime-trees and ashes). Out of this group, the smaller part (42 trees – 11% of the whole) was classified for removal (**ZDU**). The percentile comparison and the quantity classification of the trees is shown in the comparison tables 1 and 2 below.

Table 1

#### Identification of hazard trees (lime-trees and ashes) in the alleys of Skaryszewski Park

assessment criteria	risk category	lime-trees	ashes	total average
ZDU	high – to be removed	14	3	<b>11</b>
ZDZ	considerable – requires treatment	19	2	<b>14</b>
ZIZ	medium, near considerable – requires treatment	45	42	<b>45</b>
ZM	low	22	53	<b>31</b>
	total %	100	100	<b>100</b>



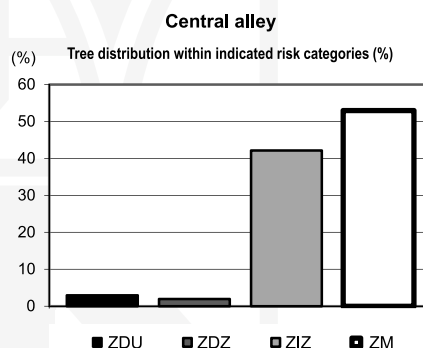
The alley with lime-trees shows the highest number of trees posing considerable and high safety risk and destined for removal (14%) – on the contrary the alley with ashes constitutes only 3%. Stable trees from the group of low risk (ZM) prevail in the ash alley (53% of the whole). Diagrams below demonstrate the percentage share of the trees in particular groups of risk (Ill. 1-3).

These diagrams show a large similarity between the structure of the trees of the right outer alley and the left inner alley. Similar percentage share of the trees classified into the groups of high (ZDZ, ZDU), considerable (ZIZ) and little (ZM) risk is visible. An expected distribution is also present between the right inner alley and the left outer alley where the trees destined to be removed due to a considerable threat to safety are a minority (11% and 5%). The trees that prevail are in the category of medium (38% and 58%) and little risk (26%).

Comparing the results from both diagrams, a considerable difference in the condition of lime-trees and ashes can be noted. Ashes are characterized by high vitality and signs of successful protection against infections (increase in mass, scars etc.). However, symptoms of decay are also not commonly occurring within the lime-trees, with the exception of driveway alley, where there is a clear trend for decreasing health potential.

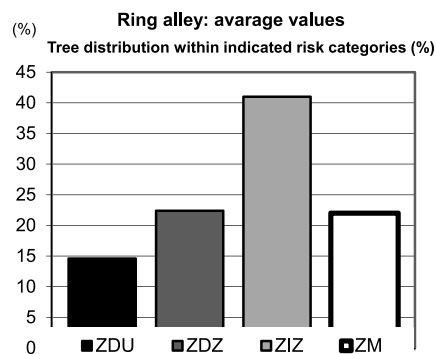
### III. 1. Risk factor for ashes

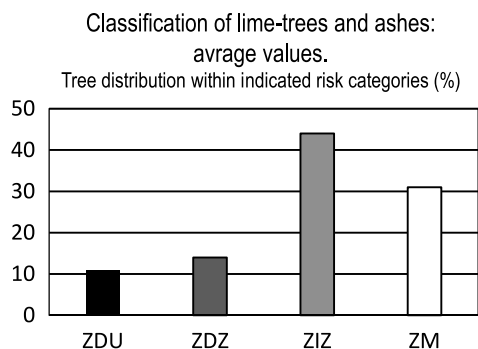
#### II. 1. Wykres oceny poziomu ryzyka dla jesionów



### III. 2. Risk factor for lime-trees

#### II. 2. Wykres oceny poziomu ryzyka dla lip





III. 3. Risk of incidents level for the complete population of evaluated lime-trees and ashes (398 trees)

II. 3. Wykres oceny poziomu zagrożenia wypadkowego dla całej badanej populacji lip i jesionów (398 szt.)

## 5.2. The results of the evaluation of how removing hazard trees influences the remaining trees

The prognostic evaluation has shown that the removal of hazard in the lime-tree and ash alley would influence other trees within the alley as well as nearby trees growing in clusters near the alley. Out of twelve trees neighboring with the alley such exposure may have a bad influence on eight of them. Out of the 89 investigated lime-tree, stability of 23 trees would be impaired considerably in case of removal of neighboring trees. In these cases we deal with trees, which, when exposed, are prone to breaking and thus pose a high safety threat, they are currently classified in the high safety risk category (ZDU). In a few cases (for example, the removal of a few side-to-side-growing trees or every other tree) the hazard and threat of impairment is of a massive and serious character. In these cases the removal of trees should be executed in stages. The statics of the 28 evaluated lime-trees would be affected by exposure to a very low degree.

Table 2 shows adjusted evaluation of the safety risk level for the lime-trees and ashes after the removal of hazard trees.

Table 2

### Estimated safety risk for the remaining trees after the removal of hazard trees

influence on the remaining trees	risk category	% distribution of the evaluated trees		
		lime-trees	ashes	surrounding trees
extreme	ZDU high – to be removed	26	33,3	33,5
considerable	ZDZ considerable – requires treatment	33	33,3	33,5
near considerable	ZIZ medium – requires treatment	9	0	8
low	ZM – low	32	33,3	25
total %		100	100	100



## 6. Recommendations for tree management and minimizing the risk

### 6.1. Recommendations for basic evaluation

The high level of safety risk diagnosed in lime-trees results mainly from defects occurring in the crown of the trees. These are fit to minimize by various means without impairing the stability of the crown. Damages to the stem and root system are defects difficult to eliminate without impairing the urban communication in the vicinity of the trees. In these cases reinforcements of roots may be applied only to the trees growing far away from paths. Considerable damage in these zones was usually a foundation for decision to remove such trees.

Among many ways of minimizing the risk there are 2 distinguished methods of high efficacy, which do not cause further damage to a tree. These are:

- Marking of the trees posing safety risk and installing a board informing about such trees in the park.
- Adequate organization of the vicinity of high risk category trees (not installing benches or places allotted for a longer stay i.e. park information boards or service facilities, etc.).
- On-going monitoring of all trees growing near pavements/roads executed with adequate frequency depending on the safety risk level.

Additionally, the reduction of stems is admissible as well as lightening of the mass of the crown if such steps do not impair the tree stability and do not significantly disfigure its silhouette. In exceptional cases elastic bonding of the conductors is recommended.

In many cases it is suggested to monitor the defects of trees and measure the depth of cavities situated in higher parts of the crown. In exceptional situations it is indicated to administer additional technical assessment using low-invasive measuring utensils, like an arbotom, an impulse hammer, or a resistograph.

### 6.2. Indications for the prognostic evaluation

Because of the considerable influence that removing hazard trees has on the condition of remaining trees the following measures are recommended:

- 1) Stage by stage removal (especially in case of a mass clearance) in the following leafless season. The silhouettes of the trees destined to be removed in the upcoming season may be temporarily reduced.
- 2) Clearance has to be performed with great caution, so as not to infringe the neighboring, already impaired, trees.
- 3) Removing trunks and roots, especially when the root and/or the base is infected, so as not to spread fungus type diseases.
- 4) Perform correctional treatments on the exposed tree silhouettes (eliminating disfigurements, the correction of excessive slimness, eliminating/lightening the mass of defected branches in the crown.
- 5) Following the recommendations, perform individual detailed assessments of trees (altitude measure of the depth of cavities or technical evaluations of the health structure of wood) and/or monitor the trees in the problematic zones like forks, bases of stem, stem and branches.
- 6) In some cases, after crossing the critical safety limits (attenuation, internal decay, etc.) it is admissible to remove a tree due to a high risk of incident.

The suggested optimal slenderness value for trees growing in the casual alley system is 35. The maximum slenderness value for trees growing in causal clusters is 40 (for example,  $H/D = 35$  where H is the tree height and D is diameter at breast height in unified units (m)).

The norm for internal decay is  $t/R - 0.32$  (the relation of the thickness of the walls of the stem (t) to the radius of the stem (R)). The safe depth of the cavities is as follows: a) for stems with closed cavities where:  $t/D \leq 1/6$ ; b) for stems with open cavities (with opening not bigger than 30% of the stem) where:  $t/D \leq 2/6$ .

## 7. Summary and conclusions of research

On the basis of the carried out research it can be stated that the WID method may be used for the basic evaluation of trees, their routine management, and prognostic evaluation of changes in the level of safety risk resulting from implementation of nourishing measures (removal of trees, sanitary cuts, etc.) and reorganization of the surrounding terrain (changes in the placement of the leisure squares accumulating people, other leisure facilities, etc.).

The WID method by Rosłon-Szeryńska is extremely precise; it points out exact events, which may pose the highest threat to people and their property. In comparison to modern methods of routine tree management, using the WID method allows for a sooner recognition of a threat and a higher number of saved trees.

The above advantages are mainly achieved thanks to the process of minimizing the incident risk parameter which accounts for the changing factor of safety risk which allows the estimation of the improvement after intervention and treatment of the tree to be made. This factor pushes the evaluator to consider all possible factors for improvement of safety while the decision for the removal of a tree becomes finality.

The main drawback of this method is its time-consumption, which may be solved with the help of a computer program *TreesAnalyzer*, which is currently in testing phase.

## References

- [1] Albers J., Pokorny J., Johnson G.R., *How to Detect and Assess Hazardous Defects in Trees*, [in:] *Urban Tree Risk Management*, USDA Forest Service Northeastern Area, 2003, pp. 41-107.
- [2] Coder K.D., *Tree Biomechanics series*, University of Georgia School of Forest Resources, Extension Publications FOR 00-13 to 32, 2000.
- [3] Ellison M.J., *Quantified Tree Risk Assessment in Management of Amenity Trees*, "Journal of Arboriculture", 31(2), 2005, pp. 57-65.
- [4] Matheny N.P., Clark J.R., *A photographic guide to the evaluation of hazard trees in urban areas*, International Society of Arboriculture, Savoy, II, 1994, p. 85.
- [5] Mattheck C., Breloer H., *The body language of trees, a handbook for failure analysis*, Her Majesty's Stationary Office, London 1994, p. 240.
- [6] Rosłon-Szeryńska E., *Opracowanie metody oceny zagrożenia powodowanego przez drzewa o osłabionej statyce*, PhD. Thesis, WOIAK, SGGW, Warszawa 2006.
- [7] Rosłon-Szeryńska E., Sikorski P., *Wybrane problemy zarządzania drzewostanem w parkach miejskich, cz. 2: Bezpieczeństwo a różnorodność biologiczna zadrzewień*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych”, Nr 562, 2011, pp. 207-220.

- [8] Rosłon-Szeryńska E., *Ocena zagrożenia bezpieczeństwa ludzi i mienia powodowanego przez drzewa o osłabionej statyce*, „Uprawa i Ochrona Drzew”, nr 27, 2012, p. 90.
- [9] Rosłon-Szeryńska E., *Ochrona drzew w mieście a postrzegane zagrożenie bezpieczeństwa*, „Przyroda w mieście – Rozwiązania. Zrównoważony Rozwój – Zastosowania”, nr 4, 2013, pp. 50-66.
- [10] Siewniak M., Kusche D., *Baumpflege heute*, Platzer Verlag, Berlin – Hannover, 1996, p. 320.
- [11] Siewniak M., Bobek W., *Zagrożenie ludzi i mienia w parkach, metody określania stanu statycznego drzew*, „Kurier Konserwatorski”, nr 8, 2010, pp. 13-17.

---

## 1. Wprowadzenie

Drzewa rosnące w obiektach zabytkowych (w parkach i alejach) zarówno mogą być narażone na niebezpieczeństwo, jak też same z uwagi na wiek, uszkodzenia czy osłabioną kondycję mogą stać się zagrożeniem dla ludzi i ich mienia. Zagrożenie bezpieczeństwa to jedna z istotnych przyczyn usuwania drzew w obiektach zabytkowych, związana z odpowiedzialnością finansową właściciela terenu za wyrządzone szkody spowodowane przez drzewa w przypadku udowodnienia zaniedbania w ich pielęgnacji i utrzymaniu. W tym przypadku, z uwagi na cenne wartości przyrodnicze czy kulturowe drzew, decyzja o ich usunięciu z uwagi na zagrożenie złamaniem czy wywróceniem powinna być ostatecznością. Podstawowe znaczenie w rozwiązaniu przedstawionego problemu ma usprawnienie systemu zarządzania drzewami na wzór podobnie działających struktur w krajach europejskich i amerykańskich<sup>1</sup>.

Systemy zarządzania ryzykiem związanym z drzewami rozwijają się dynamicznie zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych. Tu pewne standardy są określone przez instytucje krajowe i międzynarodowe, jak np. ISA (*International Society of Arboriculture*) czy ANSI (*American National Standard Institute*), jednak każdy stan posiada własne metody oceny drzew i plany zarządzania ryzykiem związanym z wiatrolomami i wykrotami. Ich podstawą są dwa założenia: a) poprawa bezpieczeństwa użytkowników, b) poprawa kondycji drzew i działania w kierunku ich zachowania. Na szeroką skalę rozwija się działalność profilaktyczną, koncentrującą się na dwóch celach podstawowych: zapobieganiu czynnikom prowadzącym do uszkodzenia drzew i korygowaniu już zaistniałych problemów oraz przeciwdziałaniu wypadkom powodowanym przez upadające drzewa przez wykorzystywanie systematycznych procedur, które pozwalają trafnie wykryć zagrożenie i oszacować ryzyko wypadku oraz zastosować czynności naprawcze<sup>2</sup>.

## 2. Cel badań

Celem niniejszego opracowania jest wskazanie wielu działań minimalizujących istniejące zagrożenie i idących w kierunku zachowania drzewa oraz możliwości ich wykorzystania

<sup>1</sup> E. Rosłon-Szeryńska, *Ochrona drzew w mieście a postrzegane zagrożenie bezpieczeństwa*, „Przyroda w mieście – Rozwiązania. Zrównoważony Rozwój – Zastosowania”, nr 4, 2013, s. 50-66.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

nia w praktyce w zarządzaniu drzewostanem w obiektach zabytkowych. Szczególną uwagę poświęcono problemowi monitoringu drzew. Zaprezentowano wady i zalety wykorzystania metody WID (wizualnej identyfikacji drzew zagrażających bezpieczeństwu) Rosłon-Szeryńskiej (2006)<sup>3</sup> w prowadzeniu stałej kontroli drzew, na przykładzie badań lip i jesionów w alei obwodnicowej w Parku Skaryszewskim w Warszawie. Choć metoda ma już swoje zastosowanie w ocenach eksperckich, to jednak wciąż trwają badania weryfikujące przyjęte w metodzie kryteria i usprawniające sposób jej użycia (opracowanie programu komputerowego *TreesAnalyzer* na androida w 2010 r.). Weryfikacji poddano aspekty użytkowe metody, takie jak: jasność sformułowanych parametrów oceny, ich kompletność i zasadność zastosowania, czas oceny drzew i możliwości wykorzystania do prognozowania zmian poziomu bezpieczeństwa przy zastosowaniu różnych zabiegów minimalizujących ryzyko wypadku. Zaprezentowano także możliwości wykorzystania metody WID w prognozowaniu potencjalnych problemów z drzewami, mogących zaistnieć np. po usunięciu drzew sąsiednich.

### 3. Stan badań

Problemem kształtowania zadrzewień i organizacji w ich obrębie programu wypoczynkowego, tak by godzić względy preferencji estetycznych, bezpieczeństwa i różnorodności biologicznej w odniesieniu do parków o różnym typie pielęgnacji (parki ekstensywnie i intensywnie pielęgnowane), zajmowali się m.in. Rosłon-Szeryńska i Sikorski<sup>4</sup>. Rosłon-Szeryńska<sup>5</sup> zebrała i szeroko omówiła sposoby postępowania z drzewami i organizację otoczenia w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa złomów i wywrotów oraz minimalizacji ryzyka wypadku spowodowanego przez osłabione mechanicznie drzewa.

Problemem bezpieczeństwa związanego z drzewami zajmują się jednostki naukowe stosunkowo od niedawna. Badania statyki drzew rosnących w grupie i w miejscu eksponowanym wykazały, że osłonięcie od wiatru ma znaczenie dla bezpieczeństwa. Drzewa wewnątrz grupy są stabilne nawet przy wyższym współczynniku smukłości w porównaniu do drzew rosnących w skrajni. Istnieją zatem przesłanki, aby ze względów bezpieczeństwa nie organizować miejsc biernego wypoczynku (np. ławek, stolików itp.) pod drzewami rosnącymi na skraju zadrzewień<sup>6</sup>.

Bardziej od pokroju drzew o strukturze kłody jest stabilna sylwetka strzały. Strzeliste drzewa są odporne na uszkodzenia wywołane wiatrem i śniegiem, rosnąc zarówno w skrajni, jak i samotnie. Miejsca biernego wypoczynku (ławki, stoliki, urządzenia do gier i zabaw itp.) należy organizować w pobliżu drzew o regularnej, najlepiej strzelistej koronie<sup>7</sup>.

W zapobieganiu zagrożeniom powodowanym przez wywracające i łamiące się drzewa ważne znaczenie ma bieżąca ocena kondycji drzew i ocena zagrożenia powodowanego przez drzewa. W praktyce kontrolę drzew przeprowadza się w kilku etapach. W pierwszym kroku

<sup>3</sup> E. Rosłon-Szeryńska, *Opracowanie metody oceny zagrożenia powodowanego przez drzewa o osłabionej statyce*, praca doktorska, WOiAK, SGGW, Warszawa 2006.

<sup>4</sup> E. Rosłon-Szeryńska, P. Sikorski, *Wybrane problemy zarządzania drzewostanem w parkach miejskich*, cz. 2: *Bezpieczeństwo a różnorodność biologiczna zadrzewień*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych”, Nr 562, 2011, s. 207-220.

<sup>5</sup> E. Rosłon-Szeryńska E., *Ochrona drzew w mieście...*, *op. cit.*

<sup>6</sup> E. Rosłon-Szeryńska, P. Sikorski, *op. cit.*

<sup>7</sup> *Ibidem.*

do podstawowej oceny stosuje się metody wizualne, w czasie których typuje się drzewa do dalszych badań szczegółowych, do pozostawienia i obserwacji oraz do usunięcia z uwagi na ewidentne wady i uszkodzenia lub obumarcie. Pierwsze wizualne metody oceny drzew rosnących na terenach zurbanizowanych powstały w latach 70. XX w. w Niemczech i w USA. W ocenie brane są pod uwagę strefy potencjalnego zagrożenia, identyfikowane z miejscami, które w drzewie przejmują największe obciążenia mechaniczne. Czas badania jednego drzewa metodą wizualną jest różny (trwa od 5 do 60 minut) i zależy od wykorzystywanej metody. Powstałe metody wizualne można zaklasyfikować do trzech grup. Są to:

- 1) **metody oceny statyki drzew, bazujące na zasadach biomechaniki**, popularne w Europie (autorstwa m.in. C. Matthecka i H. Breloer oraz L. Wessollego), rzadziej w USA<sup>8</sup>;
- 2) **metody oparte na ocenie jakościowej zewnętrznych objawów i wad strukturalnych**, przyczyniających się do złamania bądź wywrócenia drzewa<sup>9</sup>;
- 3) **metody oceny ryzyka złamania, uwzględniające bezpieczeństwo** ludzi i ochrony mienia. Takie metody zyskują coraz większą popularność i rozwijane są przede wszystkim w USA<sup>10</sup>, ale także i w Europie (np. metoda QRTA Ellissona<sup>11</sup>).

Choć powstało wiele metod, a niektóre z nich, jak VTA-metoda (*Visual Tree Assessment*), opracowana w Instytucie Nuklearnym w Karlsruhe, zyskały międzynarodową popularność, to nadal uważa się, że nie istnieje idealna metoda, która obejmuje wszystkie możliwe przypadki uszkodzeń drzew.

Na gruncie polskim, w oparciu o krytyczną analizę badań europejskich i amerykańskich z lat 1951-2005 i na podstawie opracowanych modeli zdarzeń z zebranych wypadków wiatrolomów i wykrotów z terenu Mazowsza, powstała wizualna metoda identyfikacji drzew zagrażających bezpieczeństwu – metoda WID Rosłon-Szeryńskiej<sup>12</sup>.

Metoda bazuje na ocenie ryzyka wypadkowego podobnie jak metody amerykańskie. Do jej opracowania wykorzystano model drzewa logicznego, tzw. drzewo błędów (FTA) i zdarzeń (ETA), którego celem jest identyfikacja specyficznych związków pomiędzy przyczynami a kombinacją zdarzeń, mogących mieć wpływ na stworzenie sytuacji grożącej wypadkiem i na sam proces uszkodzenia. Ze względu na złożoność źródła zagrożenia opracowano dodatkowo szczegółowy model logiczny tego czynnika, bazując na opracowanych wariantach uszkodzeń drzewa z towarzyszącymi im różnymi typami objawów/wad budowy i kształtu drzewa oraz cech siedliska sprzyjających wykrotom i wiatrolomom. Metoda WID posiada cztery parametry oceny: a) prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia (P), b) prawdopodo-

<sup>8</sup> C. Coder, *Tree Biomechanics series*, University of Georgia School of Forest Resources, Extension Publications FOR 00-13 to 32, 2000.

<sup>9</sup> M. Siewniak, D. Kusche, *Baumpflege heute*, Platzer Verlag, Berlin – Hannover 1996, s. 320; M. Siewniak, W. Bobek, *Zagrożenie ludzi i mienia, metody oceny stanu statycznego drzew*, „Kurier Konserwatorski”, nr 8, 2010, s. 13-17.

<sup>10</sup> J. Albers, J. Pokorny, G.R. Johnson, *How to Detect and Assess Hazardous Defects in Trees*, [w:] *Urban Tree Risk Management*, USDA Forest Service Northeastern Area, 2003, s. 41-107; N.P. Matheny, J.R. Clark, *A photographic guide to the evaluation of hazard trees in urban areas*, International Society of Arboriculture, Savoy, II, 1994, s. 85.

<sup>11</sup> M.J. Ellison, *Quantified Tree Risk Assessment in Management of Amenity Trees*, „Journal of Arboriculture”, 31(2), 2005, s. 57-65.

<sup>12</sup> E. Rosłon-Szeryńska, *Opracowanie metody oceny zagrożenia...*, *op. cit.*



bieństwo skutków zdarzenia (S), c) ekspozycję na zagrożenie (E), oraz charakterystyczny dla tej metody, a niezwykle istotny czynnik: d) możliwość uniknięcia skutków zdarzenia (U)<sup>13</sup>.

Do 2014 r. za pomocą metody WID oceniono 1500 drzew rosnących na terenach zurbanizowanych. Wadą metody jest czasochłonność oceny drzewa, dlatego też trwają prace nad opracowaniem aplikacji „TreesAnalyzer” na telefon komórkowy, wspomagającej diagnozę i przyspieszającej czas oceny jednego drzewa.

#### 4. Opis badań

Badaniem podstawowym objęto 398 drzew, w tym 102 jesiony wyniosłe (*Fraxinus excelsior*) i 296 lip (głównie lipa drobnolistna – *Tilia cordata* Mill. oraz pojedyncze egzemplarze lipy szerokolistnej – *Tilia platyphyllos* L. oraz lipy krymskiej – *Tilia x euchlora* K. Koch.). Na podstawie przeprowadzonej oceny wskazano sposoby postępowania z drzewami w celu minimalizacji ryzyka wypadku.

Zgodnie z przeprowadzoną analizą usunięcie drzew zagrażających bezpieczeństwu w alei lipowej i jesionowej będzie miało wpływ na pozostałe drzewa alejowe i niektóre drzewa sąsiednie, rosnące w pasie zadrzewień nieopodal alei. Badaniom prognostycznym wpływu wycinki na drzewa pozostające, na podstawie zmian oceny poziomu ryzyka wypadku po usunięciu drzew zagrażających bezpieczeństwu, poddano ogółem 89 lip w alei obwodnicowej, sąsiadujących z lipami przeznaczonymi do wycinki, oraz 3 jesiony z alei centralnej. Ponadto oceniono 12 drzew rosnących w sąsiedztwie (poza układem alejowym).

Oceniano stopień uszkodzenia poszczególnych drzew i warunki otoczenia pod kątem ryzyka złamania się w obrębie nasady, pnia, rozwidlenia i korony oraz wywrócenia się drzewa. Drzewa klasyfikowano do pięciu kategorii ryzyka:

- 0-2 – niskie ryzyko złamania się lub wywrócenia,
- 3-4 – średnie ryzyko złamania się lub wywrócenia,
- 5-6 – istotne ryzyko złamania się lub wywrócenia,
- 7-9 – wysokie ryzyko złamania się lub wywrócenia,
- 10 – krytyczne ryzyko złamania się lub wywrócenia.

Oceniając ekspozycję na zagrożenie (E), przyjęto dla parku jednolitą rangę – 0,8 na 1 pkt możliwy do uzyskania. W ocenie skutku zderzenia z drzewem (S) zazwyczaj uwzględniano najwyższy poziom ryzyka – 10, ze względu na duże rozmiary badanych drzew. Ocenę możliwości minimalizacji ryzyka uzależniono od umiejscowienia najgroźniejszych wad drzewa, przyjmując zasadę: im więcej możliwości poprawy statyki drzewa, tym więcej punktów odejmuje się od uzyskanej oceny. Największe możliwości korekty występują w przypadku uszkodzeń w koronie, stąd w zależności od indywidualnej sytuacji można maksymalnie odjąć 3 pkt od uzyskanej oceny poziomu zagrożenia złamaniem w koronie. Od oceny zagrożenia złamaniem w rozwidleniu można odjąć maksymalnie 2 pkt, gdyż w tym przypadku korekta zagrożenia często wiąże się z koniecznością redukcji całego konaru, a więc z utratą większej masy drzewa niż w przypadku wad w koronie. Korekta wad w obrębie pnia i systemu korzeniowego jest bardzo ograniczona, stąd nie odejmowano punktów od uzyskanej oceny poziomu zagrożenia złamań/uszkodzeń w tych strefach. Na przykład: jeśli drzewo uzyskało 5 pkt w ocenie zagrożenia złamaniem w obrębie pnia i nasady, 5 pkt w ocenie zagrożenia

<sup>13</sup> *Ibidem*.

wywróceniem się i 5 pkt w ocenie ryzyka złamaniem w koronie i rozwidleniu, to ostatecznie, po uwzględnieniu czynnika minimalizacji, ocena poziomu ryzyka dla poszczególnych stref będzie wynosiła: prawdopodobieństwo wywrócenia się – 5 pkt; ryzyko złamania w obrębie pnia – 5 pkt; ryzyko złamania w rozwidleniu – 3 pkt z 5 pkt; ryzyko złamania w koronie – 2 pkt z 5 pkt.

**Ogólna klasyfikacja drzewa** – ocena poziomu zagrożenia przedstawia się następująco:

**ZM** – drzewo z kategorii ryzyka niskiego (0-25 pkt), które należy pozostawić bez specjalnych zabiegów pielęgnacyjnych, w stosunku do którego zaleca się rutynowe zabiegi sanitarne w postaci usuwania suszu i obserwacji co 3 lata (inventaryzacja cech i wad drzewa);

**ZIZ** – drzewo z kategorii ryzyka średniego i dość istotnego (25,1-45 pkt) – zaleca się obserwację co 2 lata (inventaryzacja wad i cech) oraz nieznaczną korektę sylwetki drzewa i/lub rutynowe zabiegi sanitarne;

**ZDZ** – drzewo z kategorii ryzyka istotnego (45,1-55 pkt), przeznaczone do pozostawienia pod warunkiem przeprowadzenia poważniejszych zabiegów pielęgnacyjnych lub dodatkowych badań, w stosunku do którego zaleca się znakowanie drzewa i miejsca, obserwację co roku (inventaryzacja wad i cech) oraz silniejszą korektę sylwetki drzewa czy wzmocnienia mechaniczne. W uzasadnionych przypadkach wskazane pomiary szczegółowe drzew;

**ZDU** – drzewo z kategorii ryzyka wysokiego (55,1-100) – dopuszcza się usunięcie drzewa, gdy zawiodą inne metody ochrony drzewa i ludzi, lub wskazuje potrzebę dodatkowych badań szczegółowych (pomiarów technicznych drewna itp.). Wskazane dalsze pomiary szczegółowe drzew.

## 5. Wyniki

Najczęściej występujące u badanych drzew wady dotyczą uszkodzeń pnia (pęknięcia, obrzęki, zabitki, martwice, dziuple, przebarwienia i inne objawy rozkładu drewna) oraz uszkodzenia korony (posusz, ślady cięć grubych gałęzi z objawami rozkładu – sęki, guzy, i dziuple).

### 5.1. Wyniki oceny prawdopodobieństwa złamania i wywrócenia się drzew z uwzględnieniem aspektu bezpieczeństwa

Z dwóch analizowanych rodzajów drzew (*Tilia sp.* i *Fraxinus sp.*) w gorszym stanie i w większym stopniu zagrażają bezpieczeństwu lipy. Wynika to przede wszystkim z różnicy wiekowej (ok. 25 lat) oraz różnych cech gatunkowych obu rodzajów drzew.

Badane lipy zakwalifikowano w dużym stopniu do średniego i istotnego poziomu zagrożenia (ZIZ), ze wskazaniem do ich pozostawienia przy zastosowaniu mało interwencyjnych zabiegów minimalizujących ryzyko, takich jak obserwacja drzewa, usunięcie suchych łamliwych konarów czy odciążenie masy wadliwie rozwidlonych przewodników bez znaczącego naruszenia korony drzewa. W całej populacji jest 179 takich drzew, co stanowi 45% całości. Równie liczną grupę obejmują drzewa zaklasyfikowane do małego ryzyka – ZM (122 sztuki – 31% ogółu), przy czym w dużej mierze są to jesiony (43 drzewa), dalej lipy (w sumie 79 drzew). Liczba drzew w dużym i istotnym stopniu zagrażających bezpieczeństwu wyniosła ogółem 97 (25% populacji lip i jesionów). Z tego mniejszą część (43 drzewa – 11% całości) zaklasyfikowano do usunięcia (ZDU). Porównanie procentowe i ilościowe klasyfikacji drzew przedstawiono w tabelach porównawczych 1 i 2.



**Identyfikacja lip i jesionów zagrażających bezpieczeństwu rosnących układów alejowych w Parku Skaryszewskim**

Kryteria oceny	Zagrożenie – klasyfikacja drzewa	lipy	jesiony	Średnia ogółem
ZDU	duże – do usunięcia	14	3	11
ZDZ	duże, istotne – do zabiegów	19	2	14
ZIZ	średnie/dość istotne – do zabiegów	45	42	45
ZM	małe – do pozostawienia	22	53	31
Razem %		100	100	100

Najwięcej drzew zaklasyfikowanych do usunięcia jako zagrażające bezpieczeństwu w dużym stopniu znalazło się w alei lipowej – 14%, najmniej (3%) – w alei jesionowej. Drzewa stabilne z grupy zagrożenia małego (ZM) dominują w alei jesionowej (53% ogółu). Poniżej przedstawiono wykresy przedstawiające udział procentowy drzew w poszczególnych poziomach ryzyka (il. 1-3).

Wykresy te ukazują duże podobieństwo struktury drzew w alei prawej zewnętrznej i lewej wewnętrznej. Tu widać zbliżony udział drzew zaklasyfikowanych do zagrożenia dużego (ZDZ, ZDU), istotnego (ZIZ) i małego (ZM). Typowy rozkład obejmuje też drzewa z alei prawej wewnętrznej i lewej zewnętrznej, gdzie drzewa zagrażające bezpieczeństwu przeznaczone do usunięcia stanowią mniejszość (11% i 5%), dominują zaś drzewa średnio (38% i 58%) i mało zagrażające (26%).

Porównując wykresy oceny poziomu zagrożenia wypadkowego dla lip i jesionów, da się zauważyć wyraźną różnicę w kondycji tych drzew. U jesionów przeważają egzemplarze o dużej witalności, skutecznie broniące się przed infekcją (przyrost masy, zabliźnianie ran itp.). Jednak również u lip nie dostrzega się objawów zamierania z wyjątkiem drzew z alei dojazdowej, gdzie tendencja spadku potencjału zdrowotnego jest bardzo wyraźna.

## 5.2. Wyniki oceny wpływu wycinki drzew zagrażających bezpieczeństwu na drzewa pozostałe

Ocena prognostyczna wykazała, iż usunięcie drzew zagrażających bezpieczeństwu w alei lipowej i jesionowej będzie miało wpływ na pozostałe drzewa alejowe i niektóre drzewa sąsiednie, rosnące w pasie zadrzewień nieopodal alei. Z 12 drzew sąsiadujących z aleją na 8 z nich odsłonięcie może wpłynąć negatywnie. Spośród 89 badanych lip alejowych 23 drzewom wycinka może pogorszyć stabilność znacząco. W tych przypadkach mamy do czynienia z drzewami, które wskutek odsłonięcia grożą poważnym złamaniami i w rezultacie w wyso-

kim stopniu zagrażają bezpieczeństwu, a ich klasyfikacja obecnie mieści się w przedziale zagrożenia dużego. Część z tych drzew w zaktualizowanej ocenie zaklasyfikowano do usunięcia (ZDU). W niektórych sytuacjach (np. przy wycince kilku drzew rosnących obok siebie lub wycince co drugiego drzewa) zagrożenie oraz osłabienie drzew ma charakter masowy i poważny. W tych przypadkach należałoby przeprowadzić wycinkę etapową. Na statykę 28 lip poddanych analizie odsłonięcie będzie miało wpływ mało znaczący.

Poniżej w tabeli 2 ujęto skorygowaną ocenę poziomu zagrożenia dla badanych lip i jesionów po przeprowadzeniu wycinki drzew zagrażających bezpieczeństwu.

Tabela 2

**Prognozowana ocena poziomu zagrożenia dla drzew pozostałych po usunięciu drzew zagrażających bezpieczeństwu**

Poziom wpływu na drzewo	Zagrożenie – klasyfikacja drzewa	Udział procentowy drzew poddanych ocenie w danej kategorii		
		lipy	jesiony	drzewa w otoczeniu
bardzo znaczący	ZDU duże – do usunięcia	26	33,3	33,5
znaczący	ZDZ duże, istotne – do zabiegów	33	33,3	33,5
dość znaczący	ZIZ średnie/dość istotne – do zabiegów	9	0	8
mało znaczący	ZM małe do pozostawienia	32	33,3	25
Razem %		100	100	100

## 6. Wskazania do postępowania z drzewami i minimalizacji ryzyka

### 6.1. Wskazania do oceny podstawowej

Wysoki poziom zagrożenia zdiagnozowany u lip wynika przede wszystkim z wad występujących w koronie tych drzew. Są one zazwyczaj możliwe do minimalizacji na wiele sposobów przy zachowaniu stabilności korony. Uszkodzenia pnia i rozkład systemu korzeniowego to wady trudne do zniwelowania bez utrudnienia komunikacyjnego w pobliżu drzew. Stosowane bowiem w tych przypadkach podpory lub wzmocnienia korzeni są możliwe jedynie w przypadku drzew oddalonych od ścieżek. Przy znaczących uszkodzeniach w tej strefie zazwyczaj wnioskowano o usunięcie drzew.

Wśród istniejących sposobów minimalizacji ryzyka wskazuje się dwie metody o dużej skuteczności i nie powodujące dalszych uszkodzeń drzewa. Są to odpowiednio:

- znakowanie drzew zagrażających bezpieczeństwu i usytuowanie tablicy informacyjnej o takich drzewach w parku;

- odpowiednia organizacja przestrzeni wokół drzew z grupy ryzyka wysokiego (nieumieszczanie ławek i miejsc dłuższego postoju, np. tablic informacyjnych o parku, punktów usługowych itp.);
- bieżący monitoring wszystkich drzew rosnących przy ciągach komunikacyjnych, przeprowadzany w odpowiedniej częstotliwości czasowej, zależnie od poziomu zagrożenia powodowanego przez drzewo.

Ponadto dopuszcza się redukcję konarów i odciążenie masy korony, w przypadku gdy nie naruszy to stabilności drzewa i nie zniekształci silnie jego pokroju. W wyjątkowych przypadkach zaleca się elastyczne wiązania przewodników.

W wielu przypadkach sugeruje się obserwację wad drzewa i pomiary głębokości ubytków znajdujących się w wyższych partiach korony. W szczególnych sytuacjach wskazuje się wykonanie dodatkowych badań technicznych stosunkowo mało inwazyjnymi instrumentami pomiarowymi.

## 6.2. Wskazania do oceny progностycznej

Ze względu na znaczący wpływ wycinki drzew zagrażających bezpieczeństwu na pozostające drzewa sąsiednie zaleca się następujące działania:

- 1) Przeprowadzenie wycinki drzew (zwłaszcza przy wycince masowej) etapami w kolejnym sezonie bezlistnym. Sylwetki drzew wycinanych w kolejnym etapie można czasowo zredukować.
- 2) Przeprowadzanie karczowania z dużą ostrożnością, aby nie naruszyć rosnących obok już osłabionych drzew.
- 3) Usuwać karpy i korzenie, zwłaszcza w przypadku drzew z zainfekowanymi korzeniami i/lub nasadą pnia, aby nie rozprzestrzeniać chorób grzybowych.
- 4) Wykonać zabiegi korekcyjne odsłoniętych sylwetek drzew (niwelacja deformacji, korekta nadmiernej smukłości, usuwanie/odciążanie masy wadliwych konarów i gałęzi w koronie).
- 5) Zgodnie ze wskazaniami przeprowadzić indywidualne badania szczegółowe drzew (pomiary wysokościowe głębokości ubytków lub techniczne badanie struktury zdrowotnej drewna) i/lub obserwację drzew w problematycznych miejscach (rozwidlenia, nasada pnia, pień, konary i gałęzie).
- 6) W przypadku niektórych drzew po przekroczeniu progów krytycznych bezpieczeństwa (smukłość, rozkład wewnętrzny itp.) dopuszczalne usunięcie drzew ze względu na wysokie ryzyko wypadku.

Sugerowana optymalna smukłość drzew rosnących w układzie alejowym luźnym to 35. Maksymalna smukłość dla drzew rosnących w luźnych grupach natomiast to 40 (np.  $h/d = 35$ ; gdzie  $h$  – wysokość drzewa, a  $d$  – jego pierśnica w ujednoczonych jednostkach [m]).

Bezpieczny próg krytyczny rozległości rozkładu wewnętrznego wynosi  $t/R - 0,32$  (stosunek grubości ścianek pnia ( $t$ ) do promienia pnia ( $R$ )). Za bezpieczną głębokość ubytków należy przyjmować zgodnie z regułami: a) dla pni z ubytkiem zamkniętym, gdzie:  $t/D \leq 1/6$ ; b) dla pni z ubytkiem otwartym (przy otwarciu nieprzekraczającym 30% obwodu pnia), gdzie:  $t/D \leq 2/6$ .

## 7. Podsumowanie i wnioski z badań

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono możliwość wykorzystania Metody WID w ocenie podstawowej drzew, jak i możliwość wykorzystania metody w zarządzaniu drzewostanem i ocenach prognostycznych zmian poziomu zagrożenia bezpieczeństwa na skutek wykonywanych zabiegów pielęgnacyjnych (usuwanie drzew, cięcia sanitarne itp.) i reorganizacji terenu (zmiany umiejscowienia placów wypoczynkowych skupiających użytkowników, elementów wyposażenia itp.).

Metoda WID Rosłon-Szeryńskiej jest bardzo precyzyjna, wskazuje na konkretne zdarzenie, które stwarza największe zagrożenie dla ludzi i mienia. W porównaniu do obecnie stosowanych metod bieżącej kontroli drzew, przy użyciu metody WID można szybciej dostrzec zagrożenie, przy jednoczesnym zachowaniu większej liczby drzew.

Umożliwia to obecność parametru minimalizacji ryzyka wypadku, pozwalającego na opracowywanie prognoz dotyczących zmian poziomu ryzyka przez ingerencję w poprawę statyki drzewa i podniesienie poziomu bezpieczeństwa użytkowników w otoczeniu drzewa. Czynnikiem ten skłania oceniającego do analizy wszystkich możliwości poprawy bezpieczeństwa, a podjęcie decyzji o usunięciu drzewa jest ostatecznością.

Mankamentem badanej metody jest jej czasochłonność, którą można zmniejszyć przy zastosowaniu programu komputerowego TreesAnalyzer, będącego obecnie w fazie testowania.

