

Kasztanowiec Benedykt – niebezpieczne zginanie górnego odcinka przewodnika

Spis treści

1.	Wstęp	1
2.	Materiały:	1
3.	Analiza – szczegółu A	2
4.	Obliczenia naprężeń	3
4.1.	Obliczenia naprężeń dopuszczalnych dla zginania	3
4.2.	Naprężenia zginające w przekroju A	4
5.	Wnioski	4

1. Wstęp

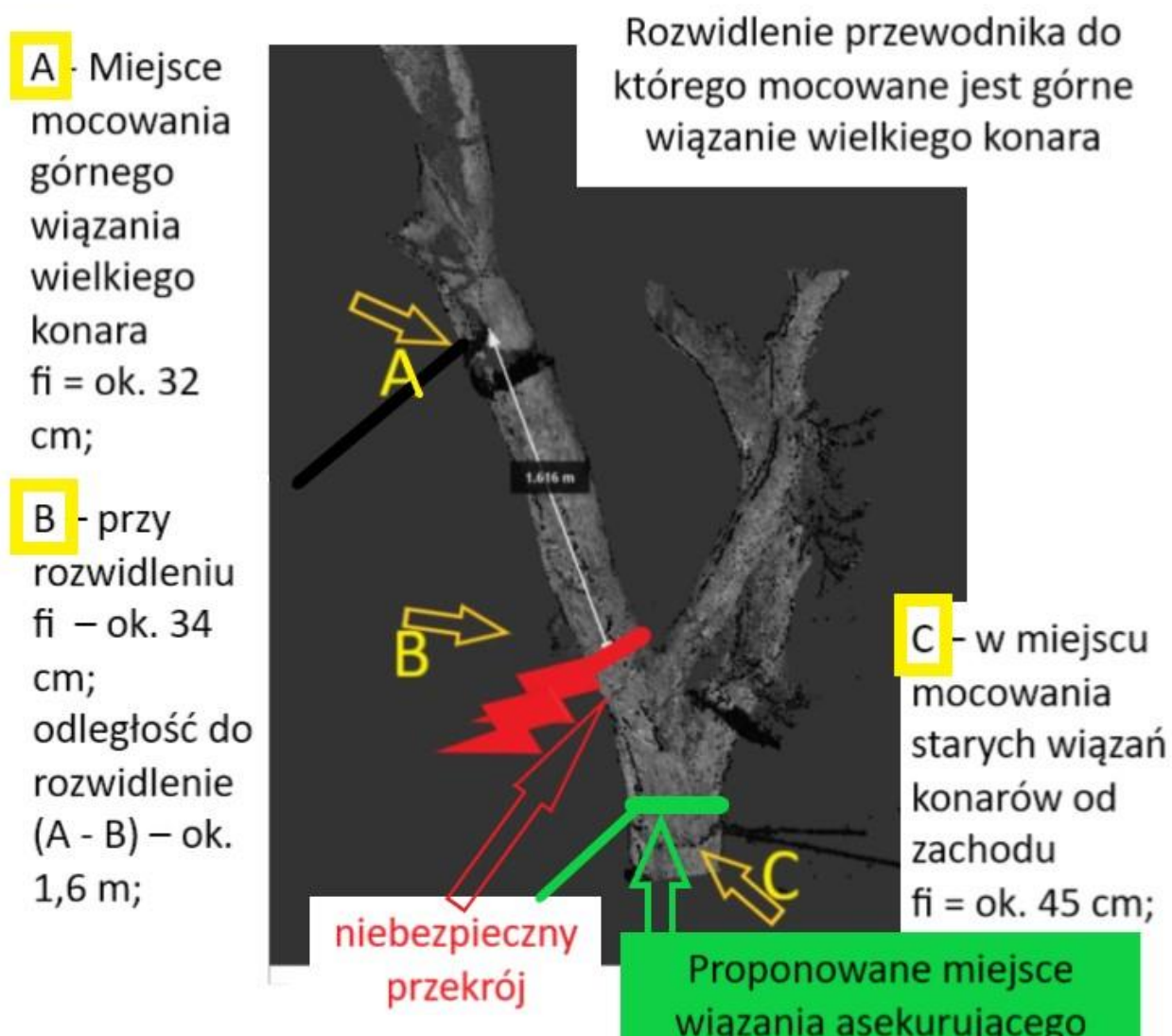
Górny odcinek przewodnika drzewa, do którego mocowana jest najwyższa lina stalowa od wielkiego konara jest obciążony dużym momentem zginającym. W celu szacunkowego zobiektywizowania zagrożenia przeprowadzono poniższą analizę i obliczenia.

2. Materiały:

— [Szczegółowe informacje na temat kasztanowca na stronie Opactwa](#)

3. Analiza - szczegółu A

Na drzewie są zamocowane od wielu lat liny stalowe, jedna z nich podtrzymuje największy konar i jest mocowana do przewodnika, który ma stosunkowo małą średnicę, a co najgroźniejsze, lina jest mocowana w odległości 1,6 m od miejsca rozwidlenia, więc jest bardzo duży moment zginający. Poniżej wykonano obliczenia naprężeń w tym zagrożonym przekroju.



4. Obliczenia naprężeń

4.1. Obliczenia naprężeń dopuszczalnych dla zginania

a) Dane na temat drewna kasztanowca¹ i obliczenia

Ciężar objętościowy drewna kasztanowca w drzewie rosnącym wynosi $G_w = 910 \text{ kg/m}^3$

Ciężar objętościowy drewna o wilgotności 15% wynosi $G_{15} = 550 \text{ kg/m}^3$

Ciężar objętościowy drewna o wilgotności 0% wynosi $G_0 = 510 \text{ kg/m}^3$

Wilgotność drewna w drzewie rosnącym wynosi

$$W = \frac{G_w - G_0}{G_w} = \frac{910 - 510}{910} \cdot 100\% = 44\% .$$

Wytrzymałość doraźna na zginanie drewna kasztanowca o wilgotności 15 % wynosi

$$R_{15} = 640 \text{ kG/cm}^2 = 64 \text{ MPa} .$$

Jeśli naprężenia w elemencie osiągają wielkość wytrzymałości doraźnej, to element ulega zniszczeniu.

Wytrzymałość drewna o wilgotności $n\%$ można oszacować na podstawie wzoru

$$R_n = \frac{R_{15}}{1 + 0,03(n - 15)} .$$

Stąd wytrzymałość doraźną na zginanie drewna o wilgotności $n = 44\%$ w drzewie rosnącym szacuje się jako

$$R_{44} = \frac{640}{1 + 0,03(44 - 15)} = 342 \text{ kG/cm}^2 = 34,2 \text{ MPa} .$$

Obecnie obliczenia konstrukcji drewnianych wykonuje się metodą stanów granicznych. Obliczenie nośności konara drzewa, który nie jest konstrukcją budowlaną można wykonać metodą naprężeń dopuszczalnych. W tej metodzie naprężenia w elemencie od ciężaru własnego i sił zewnętrznych nie powinny przekroczyć *naprężenia dopuszczalnego*, które jest równe wytrzymałości doraźnej podzielonej przez współczynnik bezpieczeństwa $s = 6$. W rozważanym przypadku naprężenie dopuszczalne jest równe

$$\sigma_{dop} = \frac{R_{44}}{s} = \frac{342}{6} = 57 \text{ kG/cm}^2 = 5,7 \text{ MPa} .$$

b) W obliczeniach nie uwzględniono czynników dodatkowo obniżających naprężenia dopuszczalne tj.:

- Sił dynamicznych i pracy zmęczeniowej
- Obciążenia z ciężaru konara (przewodnika) i naporu wiatru rozpatrywanego fragmentu przewodnika

¹ Franciszek Krzysik, Nauka o drewnie, Warszawa PWN 1954.

- c) Istnieje też czynnik (pozytywny) zwiększający naprężenia dopuszczalne, czyli drewno reakcyjne, ale – należy przyjąć, że jego ocena ilościowa nie jest możliwa.

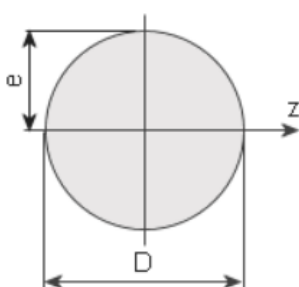
4.2. Naprężenia zginające w przekroju A

a) Dane

- Średnica = 32 cm (od średnicy 34 odjęto 2 cm na grubość kory)
- Ramię siły = 1,6 m;
- Siła w linie = 3 t (w przybliżeniu prostopadła do zginanego przewodnika);²

b) Obliczenia

- Wskaźnik wytrzymałości dla przekroju kołowego $Wz = 3.216 \times 10^{-3} \text{ m}^3$



Położenie środka ciężkości:

$$e = D / 2$$

Moment bezwładności:

$$J = \pi D^4 / 64$$

Wskaźnik wytrzymałości na zginanie:

$$W = \pi D^3 / 32$$

Pole powierzchni:

$$F = \pi D^2 / 4$$

Zginanie względem osi poziomej "z" zaznaczonej na rysunku. Oś przechodzi przez środek koła. Wskaźniki W oblicza się ze wzoru: $W = J / e$ gdzie e - odległość punktów skrajnych od osi obojętnej "z"

- Naprężenia zginające $\sigma_z = \frac{Mg}{W_z}$

- a po podstawieniu wartości: $30000 \text{ N} \times 1,6 \text{ m} / 3.216 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 14,9 \text{ MPa}$

5. Wnioski

- Mimo, że obliczenia są szacunkowe nasuwa się oczywisty wniosek, że istnieje poważne zagrożenie złamania w rozpatrywanym przekroju. Naprężenia zginające = 15 MPa, a dopuszczalne ok. 6 MPa
- W obliczeniach nie uwzględniono:
 - wpływu ciężaru konara (przewodnika), i związanego z nim naporu wiatru, które dodatkowo obniżają wytrzymałość

² Przyjęte na podstawie analizy w dokumencie: [Kasztanowiec Benedykt – wzmocnienia mechaniczne – asekuracja starych lin stalowych największego konara.](#)

- Sił dynamicznych w czasie wiatrów, które mogą znacznie przekraczać przyjętą wartość 3 t.
- Nieznany jest ilościowo, pozytywny wpływ, wynikający z istnienia drewna reakcyjnego

Z uszanowaniem
mgr inż. brat Paweł Mruk

zakrystian@benedyktyni.net