

Drewno księżycowe jako materiał konstrukcyjny

Mgr inż. Dominik Kownacki, dr hab. inż. Tomasz Błaszczński, prof. PP, Politechnika Poznańska

1. Wprowadzenie

Drewno już od tysięcy lat odgrywa ważną rolę w życiu człowieka. Materiał ten pomógł pierwszym ludziom wyjść z jaskiń i zbudować schronienie w dowolnym miejscu, a w późniejszych okresach był wykorzystywany na każdym etapie rozwoju cywilizacji. Łatwość nadawania założonych kształtów czy wytrzymałość, sprawiły, że drewna używano m.in. do wyrobu narzędzi, do uzyskania ciepła. Drewno służyło także do konstrukcji większych struktur – na przykład statków, które pozwoliły ludziom rozprzestrzenić się po całym świecie. Warto zaznaczyć, że drewno zapewnia prawie wszystko, co jest potrzebne, aby przetrwać na Ziemi, jednocześnie bez niego ludzkość nie byłaby na takim etapie rozwoju cywilizacyjnego, na jakim jest w chwili obecnej.

Wzrost zapotrzebowania na materiał drzewny nastąpił w czasach nowożytnych. Do XIX wieku naszej ery 90% kontynentu europejskiego było pokryte lasami, natomiast po XIX wieku pozostało jedynie 9%. Fakt ten może martwić, jednak drewno to obecnie jedyny materiał konstrukcyjny, którego odtworzenie jest możliwe przez naturę w tak szybkim czasie. Trzeba tylko o to zadbać z należytą starannością. Ludzie zaczynają ponownie rozumieć potencjał drewna, w sposób zrównoważony uczą się korzystać z jego zasobów, a jego właściwości są coraz dokładniej zbadane i zrozumiane. Efektem tych działań są aktualne dane, udowadniające, że na świecie rośnie więcej drzew niż jest na nie zapotrzebowania w branży budowlanej. Drewno jest jednym z najbardziej ekologicznych materiałów dostępnych na rynku, do jego przygotowania do wykorzystania w budownictwie potrzeba najmniejszego wydatku energii spośród tradycyjnych materiałów budowlanych. Dodatkowo, pozostały materiał, który nie zostanie użyty, można wykorzystać jako źródło energii. Wówczas generuje on minimalną ilość związków siarki, w kontraście do spalania węgla kamiennego, a powstały dwutlenek węgla jest wykorzystywany przez nowe pokolenie drzew w procesie fotosyntezy do wzrostu. Finalnie, korzystając z drewna, można osiągnąć stan, kiedy produkcja przestanie wiązać się z odpadami.

Niniejszy artykuł, na bazie dostępnych materiałów, wskazuje możliwość jeszcze bardziej zrównoważonego wykorzystania drewna. Fenomen relacji fazy Księżyca z parametrami drewna pozwala otrzymać, korzystając z tego samego źródła, materiał o lepszych właściwościach, takich jak odporność czy wytrzymałość.

2. Koncepcja drewna księżycowego

Szerokie zastosowanie drewna przy produkcji narzędzi, konstrukcji czy instrumentów muzycznych na przestrzeni lat owocowało powstaniem wielu tradycji związanych z pozyskiwaniem drewna. Zauważono, że drewno otrzymane w konkretnej porze roku oraz fazie Księżyca różni się właściwościami w porównaniu do innych okresów (rys. 1). Nawiązując do tych spostrzeżeń, można ustalić najlepszy okres na pozyskiwanie materiału odpowiednio do jego przeznaczenia.

Drewno przeznaczone na konstrukcje powinno być pozyskane w okresie zimowym oraz w fazie ubywającego Księżyca. Stara francuska maksyma brzmi: „Miękkie drewno, gdy przybywający/twarde drewno, gdy ubywający”. Materiał pozyskany we wspomnianym okresie charakteryzuje się wyższą wytrzymałością, mniejszymi skłonnościami do pęknięcia podczas suszenia oraz wyższą odpornością na insekty i grzyby. Również leśnicy zdają się potwierdzać tę zależność, wskazując, że ich poprzednicy sugerowali ścinanie drzew z przeznaczeniem na konstrukcje w okresie zimowym oraz fazie ubywającego Księżyca. Wpływ fazy Księżyca na właściwości drewna wykorzystuje również branża muzyczna. Według specjalistów dokładna pora pozyskania surowca na produkcję instrumentów ma wpływ na jakość końcowego produktu oraz barwę jego dźwięku. Dodatkowo wiele innych obszarów życia zwraca uwagę na zmianę parametrów drewna w zależności od momentu jego pozyskania. Preferowane okresy pozyskiwania materiału dotyczą drewna kominkowego, drewna na beczki czy drewna na opakowania [1]. Mówi się, że Juliusz Cezar nakazywał budowę statków swojej floty z drewna księżycowego dla wyższej ich trwałości (rys. 2). Co więcej, także stare japońskie świątynie, pagody, powstały z drewna pozyskanego w fazie

Rys. 1. Fazy Księżyca [7]





Rys. 2. Statek z okresu Cesarstwa Rzymskiego wykonany z drewna księżycowego [8]



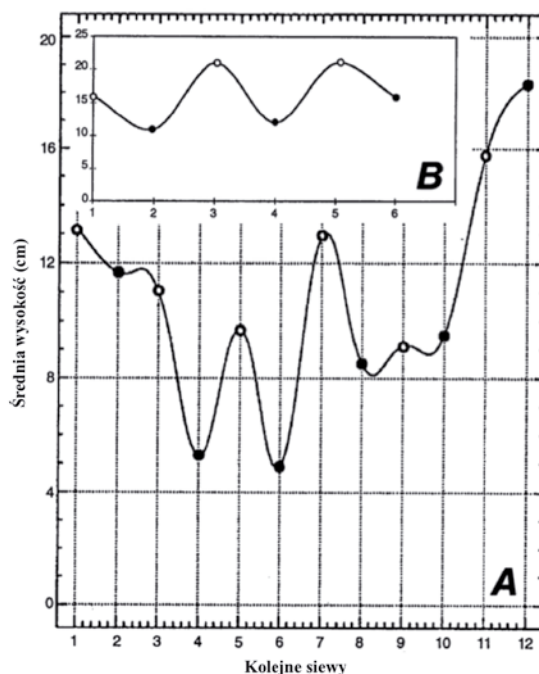
Rys. 3. Japońska pagoda z drewna księżycowego [9]

ubywającego księżyca (rys. 3). Przetrwaly one wiele trzęsień ziemi i niesprzyjających warunków, a stojąc do dzisiaj dają dowód, że drewno jako materiał konstrukcyjny, jeśli jest prawidłowo przygotowany, może przetrwać tysiące lat. Obecnie fenomen wpływu Księżyca na właściwości drewna został poddany badaniom naukowym.

3. Badania drewna księżycowego

3.1. Badanie nad kiełkowaniem drewna księżycowego

Badania nad wpływem Księżyca na kiełkowanie nasion są udokumentowane w ponad osiemdziesięciu publikacjach, które pozwalają twierdzić, że korelacja między pozycją naturalnego satelity Ziemi a zmianami w kiełkowaniu roślin jest faktem. Ernst Zürcher w 1992 roku przeanalizował eksperyment przeprowadzony w Rwandzie, gdzie siewy *Maesopsis eminii* zostały przebadane pod kątem prędkości kiełkowania, efektywności, średniej wysokości oraz wysokości maksymalnej. Lokalizacja przedsięwzięcia w środkowo-wschodniej Afryce pozwoliła na osiągnięcie stabilnych warunków wzrostu roślin, ze względu na stałe wartości temperatury i liczbę godzin słonecznych w ciągu dnia. Test w Rwandzie składał się z 12 następujących po sobie siewów z czterema powtórkami każdy. Siewy były przeprowadzane 2 dni przed pełnią oraz 2 dni przed nowiem. Rezultaty zostały przedstawione na rysunku 4, gdzie można zauważyć znaczącą zależność między średnią wysokością skiełkowanych roślin, na korzyść siewów wykonanych przed pełnią. Potwierdzenie tego zjawiska zostało



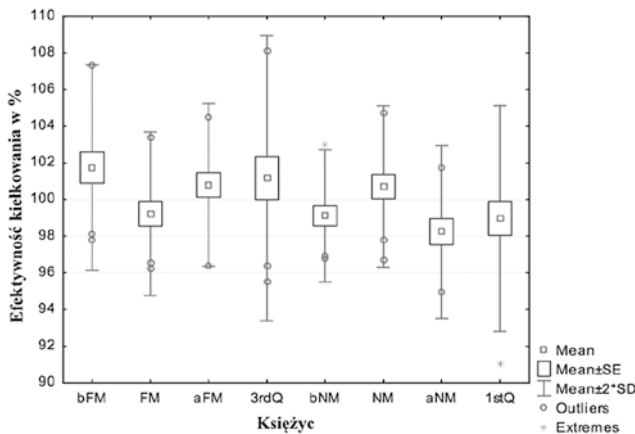
Rys. 4. Badania pod kątem prędkości kiełkowania, efektywności, średniej wysokości oraz wysokości maksymalnej drewna księżycowego: A – średnia wysokość drewna gatunku *Maeopsis eminii* po 4 miesiącach (1992), B – średnia wysokość drewna gatunku *Sclerocarya birrea* po 2 miesiącach (1995). ○ – siewy 2 dni przed pełnią, ● – siewy 2 dni przed nowiem [1]

opublikowane także niezależnie przez N. Bagnouda w 1995 roku na przykładzie *Sclerocarya birrea* (Marula) [1].

Inny eksperyment przeprowadzał między 1936 a 1937 rokiem w Monachium E. Rochmeder, a następnie przeanalizowali ponownie w 2014 roku E. Zürcher i R. Schlaepfer. 104 400 nasion *Picea Abies* (świerk pospolity) zostało zmierzonych 4 różnymi aparatami laboratoryjnymi mierzącymi ich wzrost. Wykonano następujące badania: 1. kontrola oświetlenia, charakterystyczne dla świerku pospolitego zmiany temperatury, kontrolowana wilgotność na papierze filtracyjnym zawierającym nasiona; 2. jak 1. jednak zamiast papieru filtracyjnego użyto mokrego piasku, 3. zaciemnione pomieszczenie ze stałą temperaturą 20°C, 4. inkubator ze stałą temperaturą 25°C, który ostatecznie został pominięty w badaniach z uwagi na zbyt nieregularne wyniki. Siewy przeprowadzono w każdej fazie Księżyca w 1936 roku od lipca do października oraz w 1937 roku od stycznia do sierpnia. W 2014 roku otrzymane wyniki zostały zebrane i przeanalizowane statystycznie. Rezultatem tej analizy jest wykres pudełkowy prezentujący efektywność kiełkowania w % w odniesieniu do globalnej średniej efektywności kiełkowania w danym miesiącu oraz do fazy Księżyca [2]. Wpływ Księżyca na kiełkowanie jest zauważalny (rys. 5).

3.2. Badania nad wahaniami średnicy pnia

Wpływ Księżyca na drzewa został zauważony, także w postaci wahań średnicy pnia. Zmiany w średnicach zostały



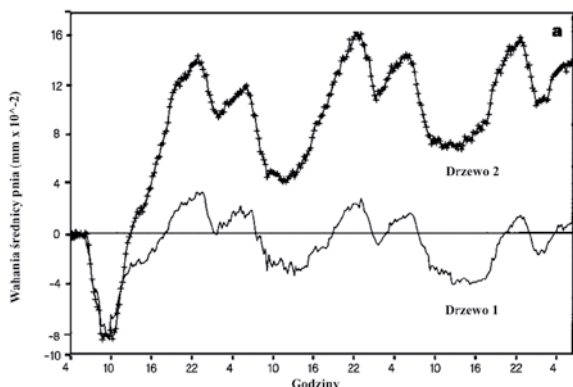
Rys. 5. Wykres pudełkowy prezentujący efektywność kiełkowania w procentach w odniesieniu do globalnej średniej efektywności kiełkowania w danym miesiącu oraz do fazy Księżyca dla drewna gatunku *Picea Abies*: Mean – średnia, Outliers – obserwacja odstająca, Extremes – ekstrema [2]

zaobserwowane zarówno w rosnących drzewach, jak i w odseparowanych fragmentach, w których miazga twórcza była żywa. Wahania występowały również w warunkach kontrolowanej wilgotności i fotoperiodu. Dodatkowo zmiany średnicy wykazywały korelację z odczytami poziomu wody z odwiertów.

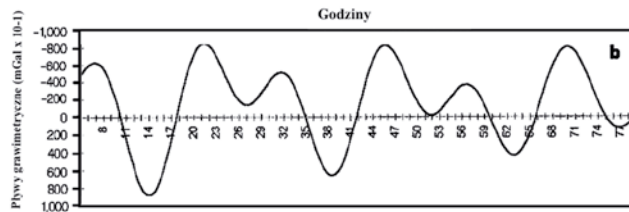
E. Zürcher i M. Cantiani w 1988 roku przeprowadzili eksperyment we Florencji we Włoszech, gdzie dwa świerki pospolite o wysokości 150 cm zostały umieszczone w zaciemnionych pokojach z klimatyzacją i kontrolą temperatury na 3 dni, w tym samym czasie zostały także zmierzone pływy grawimetryczne we Florencji [3].

Po porównaniu wykresów z rysunków 6 oraz 7 widoczne jest wyraźne powiązanie. Średnica pnia badanych drzew dokładnie podążała, w swoich wahaniami, za linią pływów grawimetrycznych, które zostały zmierzone we Florencji.

Dwanaście lat później w 2010 roku inne badanie zostało przeprowadzone przez P. Barlowa, M. Mikuleckýego i J. Strěštíka, tak aby potwierdzić zjawisko odkryte przez ich poprzedników. Bazą do analizy w badaniach, które wykonali F. Sorbetti Guerri i M. Cantiani w Vallombrosie od 1976 do 1977 roku, były rośliny: *Tilia cordata* (lipa drobnolistna),



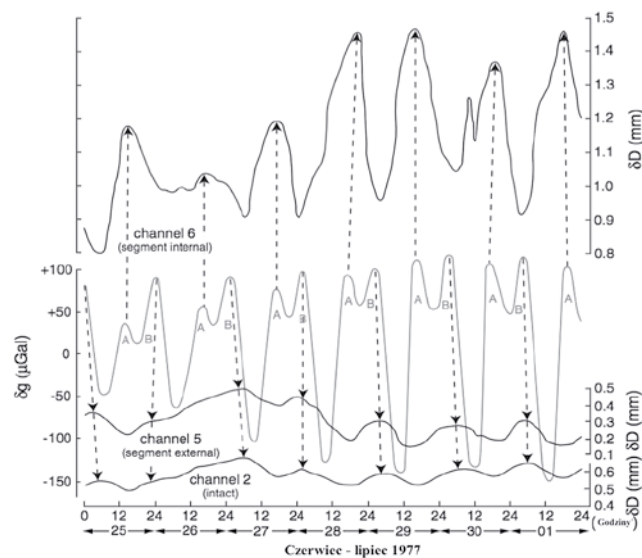
Rys. 6. Badania nad wahaniami średnicy pnia [3]



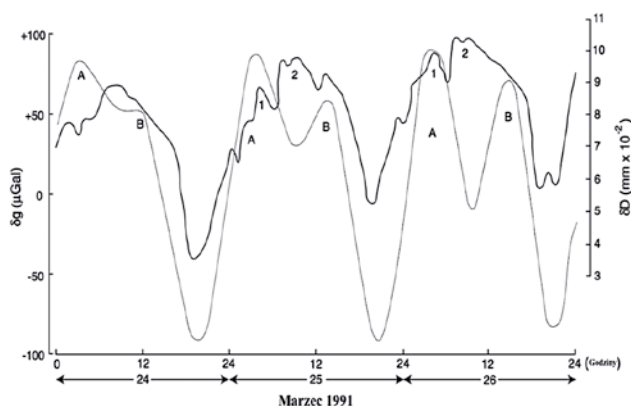
Rys. 7. Badania nad pływami grawimetrycznymi [3]

Liriodendron tulipifera (tulipanowiec amerykański), *Pseudotsuga menziesii* (daglezja zielona) i we Florencji od 1988 do 1991 roku na roślinach *Picea abies* (świerk pospolity), *Abies alba* (jodła pospolita), *Juglans regia* (orzech włoski), *Mespilus germanica* (nieszpułka zwyczajna). Badania z Vallombrosy bazowały na drzewach rosnących w lesie, gdzie pomiary zostały wykonane za pomocą ekstensometrów przymocowanych do pni lipy drobnolistnej (*Tilia mordata*) oraz tulipanowca amerykańskiego (*Liriodendron tulipifera*). W przypadku dęglizji zielonej (*Pseudotsuga menziesii*) urządzenia przymocowano do głównego pnia oraz na dwóch fragmentach pobranych z żywych gałęzi na trzy miesiące przed rozpoczęciem badań. Wykres (rys. 8) przedstawia dane zebrane z fragmentów dęglizji zielonej.

Drzewa we Florencji uprawiano w specjalnych pomieszczeniach zaprojektowanych do testowania wpływu warunków oświetleniowych oraz transpiracji na średnicę pnia. Badania przeprowadzono na dwóch świerkach pospolitych i analizowane one były przez E. Zürchera. Na każdym z drzew zamontowane zostały ekstensometry, dodatkowo drzewa były umieszczone w dwóch różnych pomieszczeniach, pierwsze z cyklem 12 godzin światła i 12 godzin ciemności, drugie z kompletną ciemnością. Wykres na rysunku 9 przedstawia zależność średnicy pnia od pływów na przykładzie danych zebranych z orzecha włoskiego.



Rys. 8. Dane otrzymane z dęglizji zielonej: δg (szara linia) – przyspieszenie pływów księżycowo-słonecznych, δD (czarna linia) – wahania wymiarów fragmentów [4]



Rys. 9. Zależność średnicy pnia orzecha włoskiego od wpływu warunków oświetleniowych oraz transpiracji na średnicę pnia: δg (szara linia) – przyśpieszenie pływów księżycowo-słonecznych, δD (czarna linia) – wahania średnicy pnia [4]

Podsumowując, z rysunku 9 wyraźnie widać, że średnice pni δD podążają za pływami księżycowo-słonecznymi δg . Przedstawione dane potwierdzają fakt wpływu Księżyca na zachowanie drewna i otwierają drogę na dalsze badania tej zależności. Mniejsza średnica może oznaczać większą gęstość, a to dalej wyższą wytrzymałość i odporność drewna [4].

3.3. Badania nad zawartością wody i gęstością drewna księżycowego

Naukowcy zauważyli, że wahania średnicy pnia skorelowane z poziomem wody w odwiertach oraz siłą oddziaływań Księżyca mogą mieć związek z przepływem wody wewnątrz drzewa. Ten pomysł stał się początkiem dalszych badań. W Szwajcarii podczas 48 dni pomiędzy 06.10.2003 a 18.03.2004 r. 576 drzew zostało ściętych z 4 różnych miejsc, reprezentujących warunki środkowej Europy w dwóch gatunkach: *Picea abies* (świerk pospolity) i *Castanea sativa* (kasztań jadalny). Próbkę do badań pobrano z bieli i twardzieli w przypadku świerku pospolitego oraz z twardzieli w przypadku kasztana jadalnego. Fragmenty poddano badaniom mającym na celu sprawdzenie względnej gęstości, utraty wody oraz sorpcji wody w zależności od fazy księżyca. Po zebraniu danych wykonano podział na grupy 3,5 dnia przed pełnią Księżyca (bFM) oraz 3,5 dnia po pełni Księżyca (aFM).

Przykłady uzyskanych wyników przedstawiono na rysunkach 10 i 11, gdzie każdy punkt odpowiada 12 wartościom z każdej ścinki.

Badania (rys. 10 i 11) jednoznacznie pokazują, że występuje w drewnie zgodna i systematyczna rytmiczność związana z Księżcem, która ma wpływ na względną gęstość i utratę wody w materiale [5].

Podobne badanie zostało przeprowadzone przez A. Villasantę, S. Vignote i D. Ferre na 60 drzewach *Quercus humilis* (dąb omszały) ściętych w 4 fazach Księżyca po 15 drzew w każdej. Próbkę zostały pozyskane z pola „El Serrat” w gminie Arén w Hiszpanii w dniach 4, 11, 20 i 27 listopada 2002

Tabela 1. Daty pozyskania drzew; opracowanie własne, na podstawie [5]

Daty pozyskania (przed pełnią/po pełni)	Daty pełni Księżyca
2/3	październik 10, 2003
10/11	listopad 9, 2003
19/20	grudzień 8, 2003
27/28	styczeń 7, 2004
36/37	luty 6, 2004
44/45	marzec 7, 2004

roku. Ten eksperyment jednak nie wykazał zależności między fazami Księżyca a parametrami drewna [6].

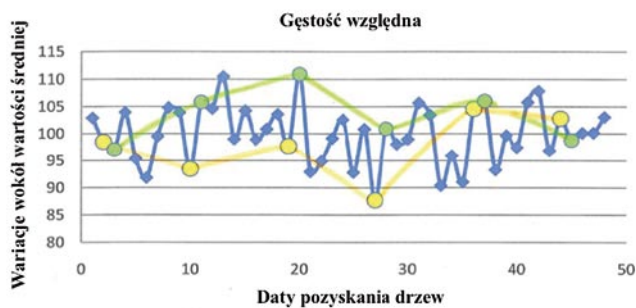
3.4. Badania nad wytrzymałością drewna księżycowego

W 1930 roku Gäumann i Knuchel oraz Burmester w 1978 roku udostępnili dane swoich analiz, z których wynikało, że dla otrzymania równo wysychającego i o optymalnej wytrzymałości drewna, z uwagi na najniższy poziom absorpcji wody przez ściany komórkowe komórek drewna, materiał należy pozyskiwać zimą. W nawiązaniu do powyższego ważne badanie dla branży budowlanej wykonał E. Zürcher w 2001 roku. 30 świerków pospolitych zostało ściętych podczas 6 dni, 3 w czasie ubywającego Księżyca oraz 3 podczas przybywającego Księżyca. Następnie zostały przebadane pod względem gęstości względnej, gęstości w stanie suchym oraz wytrzymałości na ściskanie. Próbkę zostały pobrane z bieli i twardzieli świerku. Uzyskane wyniki przedstawiają wykresy na rysunkach 12–14.

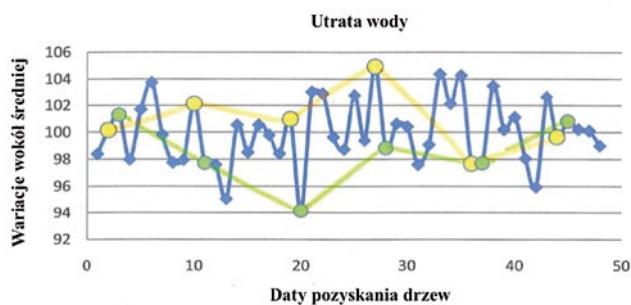
Wykresy przedstawione na rysunkach 12 i 13 potwierdzają wpływ Księżyca na gęstość pobranych próbek drewna. Wnioskiem jest fakt, że drewno otrzymane podczas ubywającego Księżyca jest bardziej gęste po suszeniu niż drewno pozyskane podczas przybywającego Księżyca. Co więcej, widoczne jest powiązanie wielkości gęstości z rysunku 11, gdzie drewno sprzed nowiu ma większy ubytek wody niż drewno pozyskane przed pełnią. Wyższa gęstość bezpośrednio wpływa na lepsze wyniki badania na ściskanie. Testy wykonane na próbkach świerku pospolitego wykazały średnio 11,2% większą wytrzymałość drewna pozyskanego przed nowiem (40,7 MPa) niż drewna pozyskanego przed pełnią (36,6 MPa). Warto przytoczyć także rezultat badań wykonanych w 1982 roku w Instytucie Ochrony Lasów Państwowej Organizacji Badawczej Leśnictwa Wiedeń-Schönbrunn, który wskazuje na to, że drewno pozyskane przed nowiem jest mniej atakowane przez korniki w porównaniu do drewna sprzed pełni.

4. Podsumowanie

Podsumowując powyższe, można stwierdzić, że zebrane dane wskazują na fakt istnienia korelacji między fazami Księżyca a parametrami fizykomechanicznymi drewna. Chcąc



Rys. 10. Gęstość względna próbek bieli z świerka pospolitego pozyskanego w Château d'Oex; niebieska linia odpowiada wszystkim uzyskanym wynikom, żółte punkty oznaczają ścinki przed pełnią, zielone punkty oznaczają ścinki po pełni [5]

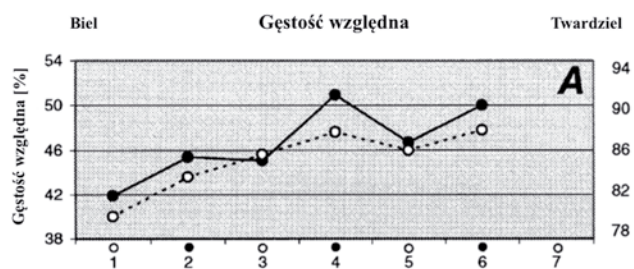


Rys. 11. Utrata wody próbek bieli z świerka pospolitego pozyskanego w Château d'Oex; niebieska linia odpowiada wszystkim uzyskanym wynikom, żółte punkty oznaczają ścinki przed pełnią, zielone punkty oznaczają ścinki po pełni [5]

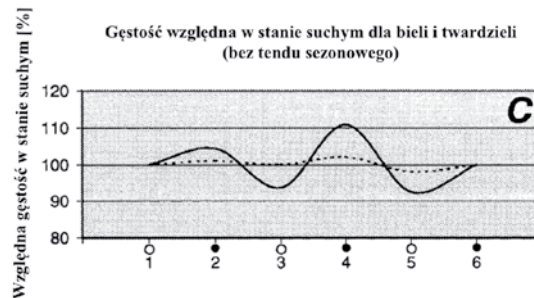
otrzymać drewno księżycowe o parametrach lepszych niż drewno tradycyjne, należy wsłuchać się w rady leśników oraz w potwierdzone badaniami tezy naukowców. Zgodnie z Gäumann, Knuchel i Burmester najlepszym momentem na pozyskanie drewna jest zima oraz ubywająca faza Księżyca. Powiązanie między tymi dwoma warunkami potwierdza niepowodzenie testu, które wykonali A. Villasante, S. Vignote i D. Ferre – wzięli pod uwagę tylko wpływ Księżyca, bez powiązania z porą roku. Stosowanie tych dwóch zaleceń wraz z pozyskiwaniem drewna księżycowego pozwoli na otrzymanie materiału wytrzymalszego i odporniejszego na czynniki biologiczne, co przełoży się na trwalsze i bardziej zrównoważone budownictwo [1].

BIBLIOGRAFIA

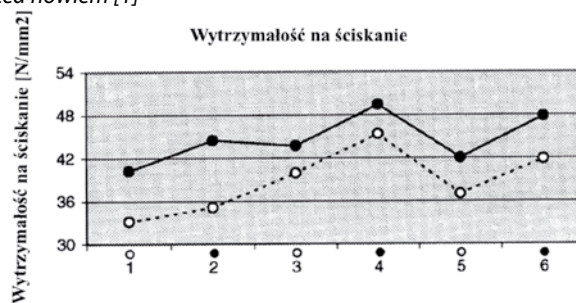
[1] Zürcher E., Lunar rhythms in forestry traditions – lunar-correlated phenomena in tree biology and wood properties, Earth, Moon and Planet 2001, str. 85–86
 [2] Zürcher E., Schlaepfer R., Lunar Rhythmicities in the Biology of Trees, Especially in the Germination of European Spruce (Picea abies Karst.): A New Statistical Analysis of Previously Published Data, Journal of Plant Studies; tom 3, 1/2014
 [3] Zürcher E., Cantiani M. G., Tree stem diameters fluctuate with tide, Nature; tom 392, 1998
 [4] Barlow P. W., Mikulecký M. Sr, Štréščík J., Tree-stem diameter fluctuates with the lunar tides and perhaps with geomagnetic activity, Protoplasm, tom 247, 2010
 [5] Zürcher E., Rogenmoser Ch., Considering reversible Variations in Wood



Rys. 12. Wyniki pomiaru gęstości suszonych próbek. Ciągła linia odpowiada wynikom bieli, linia przerywana wynikom twardzieli; na poziomej osi puste punkty wskazują pozyskanie próbek przed pełnią Księżyca, punkty pełne wskazują pozyskanie próbek przed nowiem [1]



Rys. 13. Wyniki pomiaru gęstości próbek w stanie suchym; cięta linia odpowiada wynikom bieli, linia przerywana wynikom twardzieli. Na poziomej osi puste punkty wskazują pozyskanie próbek przed pełnią Księżyca, punkty pełne wskazują pozyskanie próbek przed nowiem [1]



Rys. 14. Wyniki pomiaru wytrzymałości na ściskanie próbek. Ciągła linia odpowiada wynikom bieli, linia przerywana wynikom twardzieli; na poziomej osi puste punkty wskazują pozyskanie próbek przed pełnią Księżyca, punkty pełne wskazują pozyskanie próbek przed nowiem [1]

Properties: possible Applications in the Choice of the Tree-Felling Date? Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commission for Europe – Timber Committee, Geneva, Switzerland, 2010
 [6] Villasante A., Vignote S., Ferre D., Influence of the Lunar Phase of Tree Felling on Humidity, Weight Densities, and Shrinkage in Hardwoods (Quercus humilis), Forest Products Journal; tom 60, 5/2010
 [7] <https://static1.squarespace.com/static/58506c532e69cfa05e47f087/t/59fa6347c8302592d853db64/1509581643839/8MoonPhases.png?format=1000w>, data dostępu: 04.2019
 [8] https://weaponsandwarfare.files.wordpress.com/2011/02/134df-5035894_romantirreme2.jpg, data dostępu: 04.2019
 [9] <https://i.kinja-img.com/gawker-media/image/upload/18kyf2xw-ggqv6jpg.jpg>, data dostępu: 04.2019