

ALEŠ SOLAŘ, KAREL JANÁK, JIŘÍ KADLEC, PAWEŁ STANISZEWSKI, TIMO A. LEINONEN

Zastosowanie folii do konserwacji drewna*

Application of the foil method of timber storage

ABSTRACT

Solař A., Janák K., Kadlec J., Staniszewski P., Leinonen T. A. 2015. Zastosowanie folii do konserwacji drewna. Sylwan 159 (10): 857-862.

Timber obtained after snow or wind calamity cannot be usually processed at once, so it is necessary to store and protect the raw material often in provisional conditions. The classic wet protection is difficult to apply for the lack of water or insufficient equipment of the landfills. Protection with reduced oxygen content is a relatively new method, based on the biological activity of extracted wood, which consumes oxygen and produces carbon dioxide. The aim of the work was to verify and document the success rate of long-term storage of wood raw materials by the method of limited access of oxygen in the Czech Republic. Two piles protected by the described method were established in 2008. The first pile contained 1203 logs with a total volume of 304 m³. 179 samples were selected and documented and their quality was determined at the beginning of the storage. The other pile included 1241 logs with length of 5 m with a total volume of 302 m³, 168 samples were evaluated and documented. The piles were gradually opened year by year. The quality of the protection was evaluated according to the changes in the quality of the log samples before and after the storage. The defects and quality were assessed. Log quality of the first pile declined in grade A by 1.91%, quality B increased by 5.1%, quality C increased by 10.83% and quality D decreased by 14.02%. Log quality in the second pile increased in grade A by 4.93%, grade B decreased by 4.93%, grade C increased by 3.52% and grade D decreased by 3.52%. Identified defects included mainly cracks and stain. Stain has increased in first pile by 4%, while by 15.6% in the other one and led usually to the deterioration of the quality. The compensation of moisture inside the individual logs during the storage period resulted in the reduction in checks size and number (12.1% and 8.2% in the first and second pile, respectively). Obtained results show that the storage without free oxygen access is very effective. During the storage the logs are protected sufficiently against fungi and insects.

KEY WORDS

wood protection, wood quality, wood defects, foil cover, mould

ADDRESSES

Aleš Solař⁽¹⁾ – e-mail: ales.solar@mendelu.cz

Karel Janák⁽¹⁾, Jiří Kadlec⁽²⁾, Paweł Staniszewski⁽³⁾, Timo A. Leinonen⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Zakład Przeróbki Drewna, Uniwersytet im. Mendla w Brnie; Zemědělská 3, 613 00 Brno

⁽²⁾ Zakład Technologii Leśnej, Uniwersytet im. Mendla w Brnie; Zemědělská 3, 613 00 Brno

⁽³⁾ Katedra Użytkowania Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

⁽⁴⁾ Mikkeli University of Applied Sciences, PL 181, 50101 Mikkeli, Patteristonkatu 3, C-rak, huone C119

*Artykuł powstał w ramach programu badawczego IGA nr 71/2013 Wydziału Leśnictwa i Technologii Drewna Uniwersytetu im. Mendla w Brnie.

Wstęp

Silne wiatry, szczególnie w zimie, często powodują rozległe uszkodzenia drzewostanów. Po takich katastrofach pojawia się konieczność szybkiego pozyskania dużej ilości drewna, która bywa niemożliwa do przetworzenia w krótkim czasie. Występuje wówczas ryzyko zagrożeń ze strony szkodników biotycznych oraz strat związanych z pojawianiem się pęknięć desorpcyjnych podczas przechowywania [Simanov, Tomášková 2001]. Skutecznym i jednocześnie prostym sposobem zapobiegania tym zjawiskom jest tzw. mokra ochrona, która polega na utrzymaniu najwyższej wilgotności drewna. Zwykle odbywa się to przez zraszanie [Vautherin 2006]. Ogranicza ono rozwój szkodników biotycznych z powodu braku dostępu tlenu, a także eliminuje powstawanie pęknięć z przesuszenia [Weber, Gibbs 1996]. W przypadku stosowania tej metody istnieje konieczność zapewnienia źródeł wody, a ponadto pojawia się problem zanieczyszczenia środowiska związany z wyciekami wody użytej do zraszania i koniecznością zapewnienia jej recyklingu. Jest to opłacalne tylko w dużych zakładach przerobu drewna, ale tam z kolei zwykle nie ma potrzeby długotrwałego przechowywania surowca drzewnego (powyżej miesiąca), kiedy to uzasadnione byłoby stosowanie zraszania [Janák, Ondráček 2006].

Długotrwałe składowanie surowca drzewnego nie jest wskazane, jednak w pewnych przypadkach drewno musi być przechowane przez dłuższy czas. Mokra ochrona takich zapasów jest często nieuzasadniona, a nawet niemożliwa w przypadku ograniczenia dostępu do wody [Maier, Schüller 2000; Janák, Ondráček 2006].

W ostatnich latach zastosowano w Republice Czeskiej przechowywanie drewna pod folią. Metoda ta ogranicza dostęp tlenu oraz zapobiega rozwojowi grzybów i szkodników owadzi. Pojawiający się pod folią CO₂ działa jak konserwant [Příhoda 2007]. Sposób ten ogranicza powstawanie w drewnie wad pochodzenia biotycznego (powodowanych przez grzyby i owady), a ponadto eliminuje ryzyko powstawania pęknięć [Schleier i in. 2003]. Osłonięcie stosu folią zapewnia utrzymanie wysokiej wilgotności. Podczas przechowywania świeżego drewna o średniej wilgotności około 60% utrzymuje się wewnątrz stosu wilgotność powietrza około 100%, co powoduje zachowanie wilgotności drewna powyżej punktu nasycenia włókien. Zapobiega to powstawaniu pęknięć desorpcyjnych [Pischedda 2004].

Sposób przechowywania drewna pod folią był po raz pierwszy zastosowany w Niemczech. Technologia ta jest chroniona europejskim patentem EP 0946340 A1 [Maier 2005]. W przypadku stosowania tej metody największym zagrożeniem są gryzonie (które niszczą folię), grad i silne wiatry [Pischedda 2004; Schleier i in. 2004; Maier 2005]. Najlepszym sposobem identyfikacji uszkodzeń folii jest wzrost zawartości tlenu w stosie. Gdy zwiększa się zawartość tlenu w stosunku do poprzedniego pomiaru lub gdy po zasłonięciu stosu nie spadnie ona poniżej 1%, opakowanie jest uszkodzone lub nieszczelne [Maier 2005]. Zalecana częstotliwość kontroli stosu według różnych autorów nie różni się znacznie. Zwykle zaleca się monitorowanie w regularnych odstępach czasu (1-14 dni) [Gross i in. 1992; Maier 2005; Odenthal-Kahabka 2005].

Materiał i metody

Do przeprowadzenia badań wybrano powierzchnię w opuszczonym obiekcie przemysłowym w Josefovie (50°20'48,0"N, 15°55'56,1"E). Dwa stosy kłód zostały ułożone w maju 2008 roku (w sumie 2444 kłody tartaczne świerkowe, 606 m³). Stos I zawierał 1203 kłód o łącznej objętości 304 m³. Spośród nich wyselekcjonowano 179 kłód, a ich jakość określono na początku okresu przechowywania (14.05.). Stos II zawierał 1241 sztuk kłód o długości 5 m, o łącznej objętości 302 m³, spośród których na początku okresu przechowywania, tj. 12.05., do oceny wybrano 168 kłód.

Wyselekcjonowane do badań kłody zawierały wady powszechnie występujące w składowanym drewnie. Zostały one równomiernie rozmieszczone w każdym stosie i ponumerowane, numery zapisano czerwonym i zielonym kolorem, odpowiednio na górnym i dolnym końcu kłody. Ocenę jakości wykonano oddzielnie na czołach każdej kłody, niższa spośród wartości określających jakość górnego i dolnego końca kłody była ostatecznie przyjmowana jako jakość całej kłody.

Wielkość uwzględnionej w badaniach próby ma bezpośredni wpływ na dokładność i wiarygodność wyników. Zwykle w tego typu badaniach zakłada się błąd standardowy 2% przy poziomie ufności 0,95. Biorąc pod uwagę zmienność badanej cechy (współczynnik zmienności 10%), a ponadto zakładając, że po okresie przechowywania identyfikacja niektórych kłód może być utrudniona lub niemożliwa, aby zapewnić przedstawiony wyżej poziom dokładności, należałoby uwzględnić w każdym stosie próbę liczącą 96 kłód (w zaokrągleniu 100 sztuk). W niniejszych badaniach przyjęto niższy błąd standardowy, wynoszący 1,5%. Wynikająca stąd liczebność próby to 170 kłód z każdego stosu.

Wady drewna na początku i na końcu okresu przechowywania oceniano zgodnie z normami EN 1310 [1999] oraz EN 1311 [1999]. Jakość kłód oceniano według zasad pomiaru i klasyfikacji drewna stosowanych w Republice Czeskiej.

Ocenę jakości kłód prowadzono bezpośrednio na stosie – na pobocznicach i czołach kłody. Jakość każdej kłody określona była indywidualnie dla obu czoł i na całej kłodzie. Całkowita jakość jest zawsze gorsza niż jakość na obu końcach. Oceny jakości we wszystkich przypadkach dokonywał ten sam pracownik. Kłody oceniano po 18 miesiącach przechowywania. Stos I został odsonięty 3.11.2009 roku. Posiadał on pełną pisemną i fotograficzną dokumentację. Jakość 142 próbek oceniano pod koniec okresu przechowywania po 29 miesiącach (stos II został odsonięty 21.10.2010 roku). Powodem wykluczenia kłód z oceny była głównie gorsza czytelność zdjęć lub numerów na czołach kłód (ograniczone lub niemożliwe porównanie jakości przed i po przechowywaniu). Ocena odbywała się w identyczny sposób jak w poprzednim przypadku.

Wyniki

W obydwu stosach stwierdzono poprawę jakości przechowywanych kłód po przechowywaniu (tab. 1). W stosie I zaobserwowano spadek jakości A o 1,91%, wzrost jakości B o 5,1%, a C o 10,83% oraz przesunięcie 14% kłód jakości D do wyższej klasy jakości. W stosie II zaobserwowano wzrost liczby kłód w jakości A o 4,93%, zmniejszenie liczby kłód jakości B o 4,93%, wzrost liczby kłód jakości C o 3,52% i zmniejszenie liczby kłód jakości D/PL o 3,52%. Zmiana jakości kłód z klasy A do B nastąpiła niemal wyłącznie ze względu na wyższą liczbę kłód z zabarwieniem na końcu okresu przechowywania. Zmiana jakości z klasy B do A była spowodowana wyłącznie redukcją liczby pęknięć. W pierwszym stosie po okresie przechowania pojawiła się sinizna, zatem

Tabela 1.

Udział [%] kłód w poszczególnych klasach jakości drewna na początku (P) i na końcu (K) przechowywania
Share [%] of logs in timber quality classes at the beginning (P) and at the end (K) of storage

		A	B	C	D	PL	Całkowicie Total
Stos I Pile I	P	5,73	26,11	31,85	36,31	0	100
	K	3,82	31,21	42,68	22,29	0	100
	P-K	-1,91	5,1	10,83	-14,02	0	0
Stos II Pile II	P	9,86	47,89	26,76	11,97	3,52	100
	K	14,79	42,96	30,28	11,97	0	100
	P-K	4,93	-4,93	3,52	0	-3,52	0

zaobserwowano zmniejszenie liczby kłód w klasie jakości A, natomiast wzrost w klasie jakości B. W stosie II sytuacja była odwrotna.

Zmiany pomiędzy klasami jakości C, D i PL są spowodowane przez większą liczbę czynników. Szczegółowe dane zawarte są w tabelach 2 i 3. Nastąpiła zmiana jakości 5 kłód z jakości D i PL do jakości C. Jakość 22 kłód wzrosła z jakości D do C. Po przeprowadzeniu analizy stwierdzono ograniczenie występowania następujących zagrożeń: pęknięcie rdzeniowe proste i gwiaździste, pęknięcie czołowe okrężne, uszkodzenia mechaniczne, zabarwienie i zgnilizna twarda ciemna.

Porównanie fotografii czół kłód potwierdziło, że po okresie przechowywania nastąpiło zmniejszenie rozmiarów większości pęknięć zaobserwowanych na początku okresu przechowywania. W niektórych przypadkach mniejsze pęknięcia zniknęły całkowicie. Nastąpiło nie tylko wyraźne zmniejszenie liczby kłód w klasie jakości D i PL o 5 sztuk, ale także obniżenie całkowitej liczby wad, które powodują zmianę jakości, z 22 do 17 sztuk – zmniejszenie pęknięć powstałych przy ścinie z 20 do 14 sztuk (tab. 3). Odnotowano również zmniejszenie liczby pęknięć czołowych

Tabela 2.

Wady powodujące zmianę klasyfikacji drewna do jakości D na początku i na końcu okresu przechowywania (stos I)

Representation of different types of defects causing the classification of logs to quality D at the beginning and end of storage period (pile I)

Pęknięcie Crack		Mechaniczne Mechanic	Zabarwienie Colour	Zgnilizna twarda Stain	Całkowicie Total
Gwiaździste Star-like	Okrężne Round				
Początek – 57 sztuk Beginning – 57 logs					
11	5	55	–	4	75
14,7	6,7	73,3	–	5,3	100%
Zakończenie – 35 sztuk End – 35 logs					
1	–	33	1	3	38
2,6	–	86,9	2,6	7,9	100%

Tabela 3.

Różne typy wad powodujących włączenie drewna do klasy jakości D

Representation of different types of defects causing the inclusion of logs to quality D

Pęknięcie Crack		Mechaniczne Mechanic	Zabarwienie Colour	Zabitek	Kombinacja wad Defect combination	Całkowicie Total
Gwiaździste Star-like	Okrężne Round					
17	1	0	0	2	2	22
Początek – 22 sztuk Beginning – 22 logs						
20	1	1	0	2	0	24
83,30%	4,20%	4,20%	0	8,30%	0	100%
11	0	0	1	2	3	17
Zakończenie – 17 sztuk End – 17 logs						
14	0	1	1	2	0	18
78%	0	5%	5%	12%	0	100%

okrężnych (o 1) oraz zabarwienie na czole jednej kłody. Stwierdzono pojawienie się białej pleśni (*Glilocladium solani* (Harting) Petch), która pokryła powierzchnię czół obu stosów po ich odsłonięciu. Miała ona charakter powierzchniowy i zniknęła po kilku dniach, dlatego nie brano jej pod uwagę w ocenie jakości drewna.

Dyskusja

Pęknięcia stanowiły najważniejszą wadę, która wpływała na zmianę klasyfikacji jakości kłód na początku i na końcu składowania. Pod koniec okresu przechowywania zaobserwowano wyraźne zmniejszenie liczby pęknięć i wzrost jakości kłód. Ten stan można tłumaczyć wpływem różnych czynników: zastosowaną metodą ochrony, czasem, jaki upłynął od momentu pozyskania drewna do jego umieszczenia w stosach, oraz warunkami pogodowymi w okresie, kiedy zabezpieczano stosy folią. W okresie badań (koniec kwietnia i pierwsza połowa maja 2008 roku) było ciepło i sucho w porównaniu do średnich wieloletnich wartości dla tej pory roku.

W ciągu 7-10 dni przechowywania w lesie bez ochrony czoła kłód przesuszają – w dojrzałym drewnie następuje spadek wilgotności z 30 do 15%, czego efektem jest powstawanie pęknięć z powodu naprężeń wewnętrznych. Wilgotność wewnątrz kłód pozostaje prawie na takim samym poziomie jak w momencie pozyskania, zazwyczaj mieści się w zakresie od 150 [Jensen 1967] do 180% [Maier 2005]. Po pokryciu stosu folią, w zamkniętym środowisku stosu, względna wilgotność powietrza osiąga 100%, w związku z tym wilgotność drewna utrzymuje się na poziomie znacznie wyższym od wilgotności punktu nasycenia włókien. W rezultacie pojawiające się przed zabezpieczeniem pęknięcia na czolach kłód zmniejszają się lub nawet zamykają się całkowicie, a tylko duże pęknięcia pozostają widoczne. Odnotowano wzrost liczby pęknięć rdzeniowych gwiazdzistych. Może to być spowodowane zmianą naprężeń wewnętrznych w trakcie zmian wilgotności drewna w pobliżu czół kłód. W ten sposób można także tłumaczyć pojawianie się i zanikanie (po przechowywaniu w folii) warstwy pleśni na czolach kłód.

Zabarwienia, które powodują pogorszenie jakości kłód, są bardziej widoczne po zakończeniu drugiego etapu składowania (stos II) niż po pierwszej fazie składowania (stos I). Można oczekiwać, że w obu fazach przechowywania wyższa wilgotność drewna pod koniec okresu przechowywania powoduje wyraźniejszy kontrast, a więc wady, które istniały już na początku okresu przechowywania, są lepiej widoczne.

Pomimo obserwowanego występowania zabarwienia po okresie przechowywania, poprawa jakości kłód jest ewidentna. Podobne zjawisko miało miejsce w przypadku pierwszej i drugiej fazy magazynowania – zaobserwowano tylko niewielkie różnice pomiędzy poszczególnymi klasami jakości. W stosie I 14% kłód klasy jakości D zostało przesunięte do klasy wyższej jakości, liczba kłód w klasie jakości C wzrosła o ponad 10%, a liczba kłód jakości A spadła o prawie 2%. W stosie II liczba kłód jakości A wzrosła o prawie 5%, a kłód jakości B spadła o 5%. Liczba kłód w klasie jakości C wzrosła o około 3,5%, a liczba kłód w klasie D/PL zmniejszyła się o 3,5%.

Podsumowanie

Na podstawie pomiaru jakości drewna na początku i na końcu okresu składowania można stwierdzić, że sposób przechowywania bez dostępu tlenu jest bardzo skuteczny. Podczas przechowywania drewna kłody są dostatecznie chronione przed grzybami i owadami. Również w kontekście ograniczenia powstawania pęknięć metoda ta jest skuteczna – jakość badanych kłód jest wyraźnie wyższa po okresie przechowywania. Surowiec drzewny może być przechowywany w ten sposób do 30 miesięcy, bez względu na warunki klimatyczne. Użyte materiały opakowaniowe są bezpieczne dla środowiska (łatwy recykling). Technika ta może być stosowana zarówno dla miękkiego,

jak i twardego drewna. Wadą tego sposobu są stosunkowo wysokie koszty. To ograniczenie ma mniejsze znaczenie w przypadku, gdy nie mogą być stosowane inne metody (np. z powodu braku wody lub ograniczonego dostępu do wody, na niedostatecznie wzmocnionych obszarach, a także w obszarach chronionych, gdzie istnieje zagrożenie skażenia źródeł wody). Mimo to można sądzić, że konserwacja drewna w warunkach ograniczonego dostępu tlenu jest przydatna, zwłaszcza w odniesieniu do cennych sortymentów.

Literatura

- Gross M., Mahler G., Metzler B. 1992. Ergebnisse der Holzlagerung unter Schutzgas. Versuchsberichte der FVA Baden-Württemberg, Abt. AWF, Freiburg.
- Janák K., Ondráček K. 2006. Elektronická přejímka dříví. MZLU, Brno.
- Jensen K. F. 1967. Oxygen and carbon dioxide affect the growth of wood-decaying fungi. *Forest Science*, Jg. 13 (4): 384-389.
- Maier T., Schüler G. 2000. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt „Rundholzkonservierung durch Schutzgas“ Teilprojekt 2. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.
- Maier T. 2005. Konservierung von Rundholz unter Sauerstoffabschluss – Folienkonservierung. Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg.
- EN 1310. 1999. Round and sawn timber – Method of measurement of features. Český normalizační institut, Praha.
- EN 1311. 1999. Round and sawn timber – Method of measurement of biological degrade. Český normalizační institut, Praha.
- Odenthal-Kahabka J. 2005. Handreichung Sturmschadensbewältigung. Hrsg. Landesforstverwaltung Baden-Württemberg und Landesforsten Rheinland-Pfalz.
- Pischedda D. 2004. Technischer Leitfaden zur Holzernte und Konservierung von Sturmholz. STODAFOR, Centre Technique du Bois et de Ameublement (Frankreich). CTBA: 107.
- Příhoda J. 2007. Jak skladovat dříví pod fólií. *Lesnická práce* 87 (9): 585.
- Recommended rules for measurement and classification of wood in the Czech Republic. 2008. Lesnická práce, s.r.o.
- Schleier D., Wurster M., Püschel A. 2003. Kann die Folienkonservierung zur biochemischen Borkenkäferbekämpfung eingesetzt werden? Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg. *Waldbericht* 1: 28.
- Schleier D., Textor B., Wurster W. 2004. Holzkonservierung unter Sauerstoffabschluss im Zuge der Sturmbewältigung nach Sturm „Lothar“ (2000-2004). Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg. *Waldbericht* 1: 64.
- Simanov V., Tomášková I. 2001. Dlouhodobé skladování kulatiny pod postřikem a fólií. *Lesnická práce* 80 (7): 300-301.
- Vautherin P. 2006. Interest in the conservation of roundwoods by sprinkling. CTBA Info.
- Weber J. Gibbs J. 1996. Water Storage of Timber London, Forestry Commission Bulletin 117: 48.