

„Powstawanie szczelin w posadzkach drewnianych przy cyklicznych zamianach warunków otoczenia “

Tadeusz Woźniak

W prawidłowo wykonanych i użytkowanych posadzkach parkietowych, zespolonych z podkładem, „praca drewna” wynikająca ze zmian jego wilgotności jest praktycznie niezauważalna.

Drewno ujarzmione w swej konstrukcji, zmieniając swą wilgotność, chciałoby zapracować, ale nie bardzo może. Tu nad odkształceniami dominację przejmują naprężenia.

Popatrzmy, jak z problemami zmian wymiarowych pod wpływem zmian temperatury poradzili sobie kolejarze. Istnieje tu pewna analogia zachowań, z tą różnicą, że w pierwszym przypadku mamy do czynienia z efektami zmian temperatury, natomiast w drugim, z efektami zmian wilgotności.



Wiele osób pamięta fizyczną zasadę, gdzie ze względu na rozszerzalność termiczną stali, między szynami musi być pozostawiona szczelina dylatacyjna, aby mogły się one swobodnie kurczyć i rozszerzać



Kiedyś szczeliny w posadzce parkietowej były standardem, co tłumaczono kurczliwością wilgotnościową drewna, natomiast szczeliny dylatacyjne umożliwiały pęcznienie posadzki.



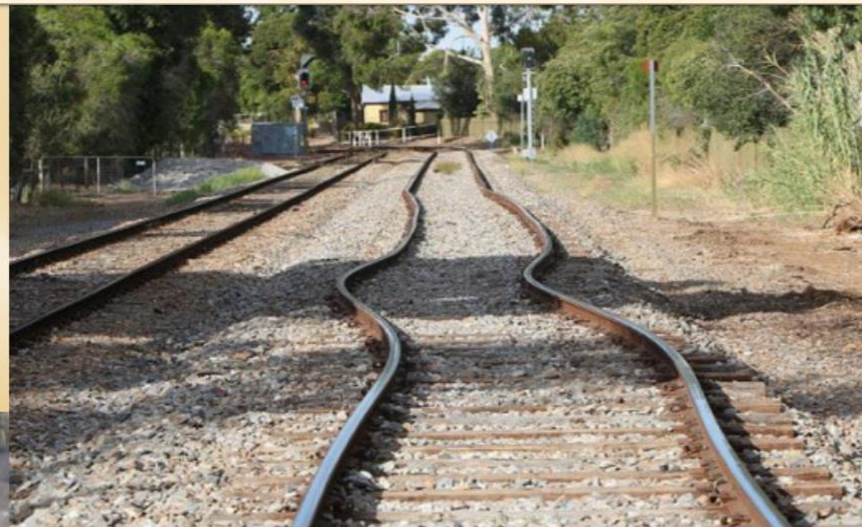
Obecnie mamy tory z szyn bezстыkowych, praktycznie bez ograniczeń w długości. Szyny są z lepszej stali ale o bardzo podobnym współczynniku termicznej rozszerzalności liniowej jak kiedyś. Istota konstrukcji polega na usztywnieniu całego toru aby rozszerzalność termiczna przekształciła się w naprężenia ściskające lub rozciągające.



Parkiety Okoń

Obecnie możemy wykonać posadzkę parkietową z litego drewna bez szczelin o gładkiej powierzchni. Wynika to z lepszego przygotowania materiału, stabilnego podkładu, doboru odpowiedniej spoiny klejowej, fachowości parkieciarza jak i świadomości użytkownika.

Pęknięcie szyny na skutek działania niskich temperatur oraz obciążenia taborem.



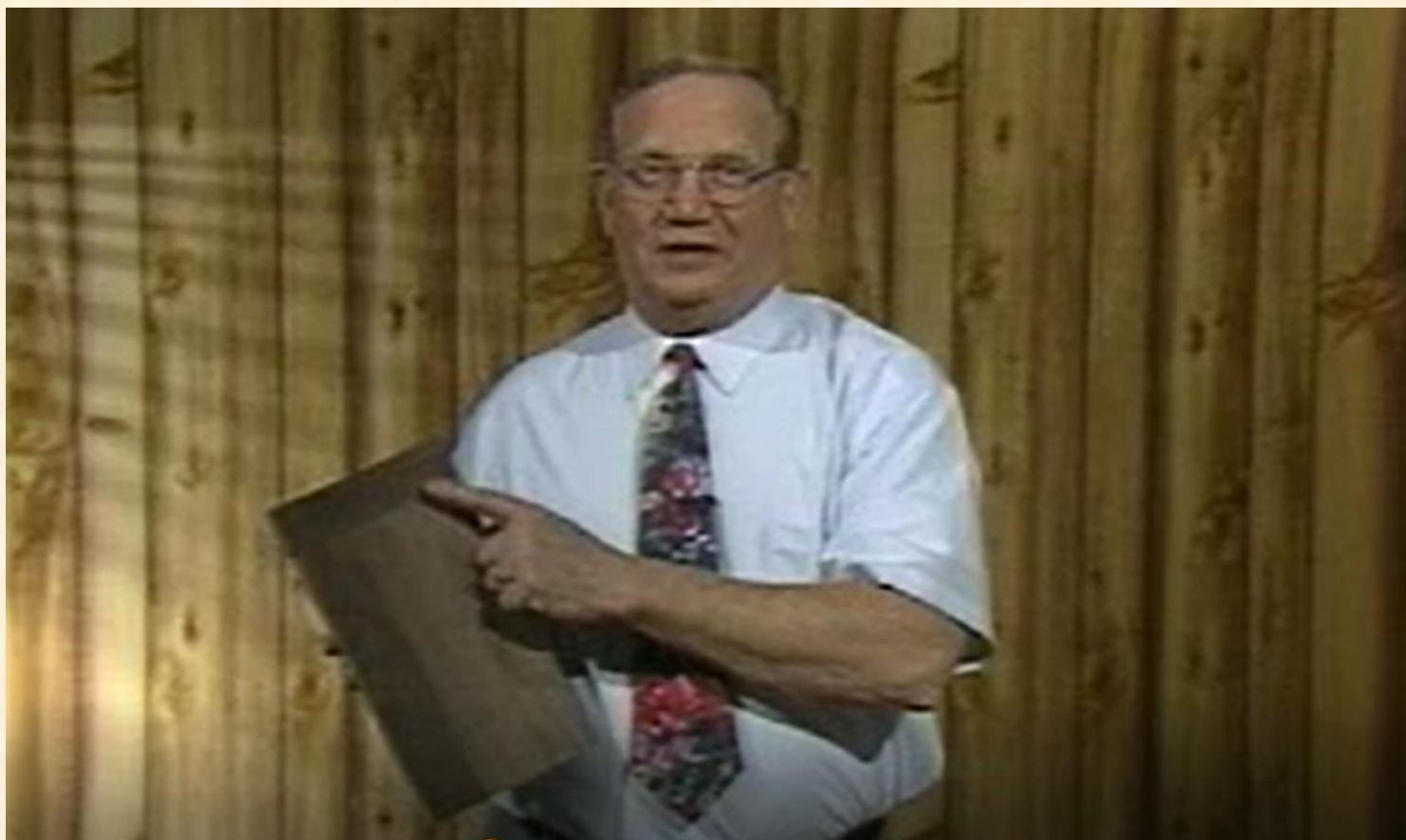
Wyboczenie toru w płaszczyźnie poziomej na skutek działania wysokich temperatur oraz małego oporu bocznego podsypki.

Jednak błędy w sztuce lub parametry przekraczające dopuszczalną granicę , powodują poważne uszkodzenia takiej konstrukcji. Nie oznacza to jednak, że należy ją wyeliminować z użytkowania. Należy ustalić przyczynę i znaleźć sposób zabezpieczenia.

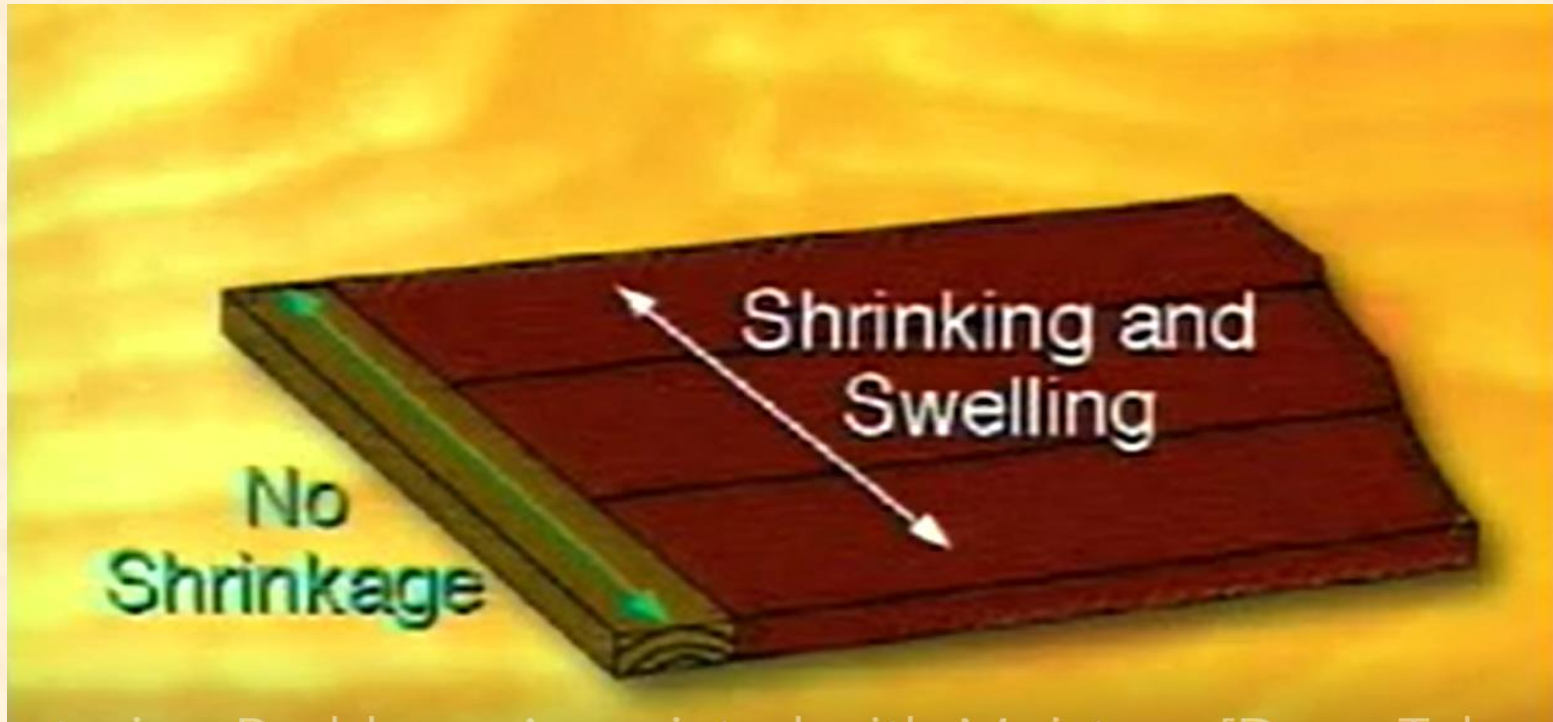


Underfloor heating test rig

W przypadku podłóg też bywa różnie. Tu, na szczęście są to tylko stanowiska testowe, rzeczywistość jest bardzo przykra. Sądzę, że wszelkie badania pozwalają zrozumieć zachowania drewna i przyjąć właściwe techniki produkcyjno - wykonawcze.



Gene Wengert jest największym autorytetem w dziedzinie posadzek drewnianych w USA. Jest prezesem - The Wood Doctor's Charleston Drive Madison i profesorem University of Wisconsin-Madison. Obecnie



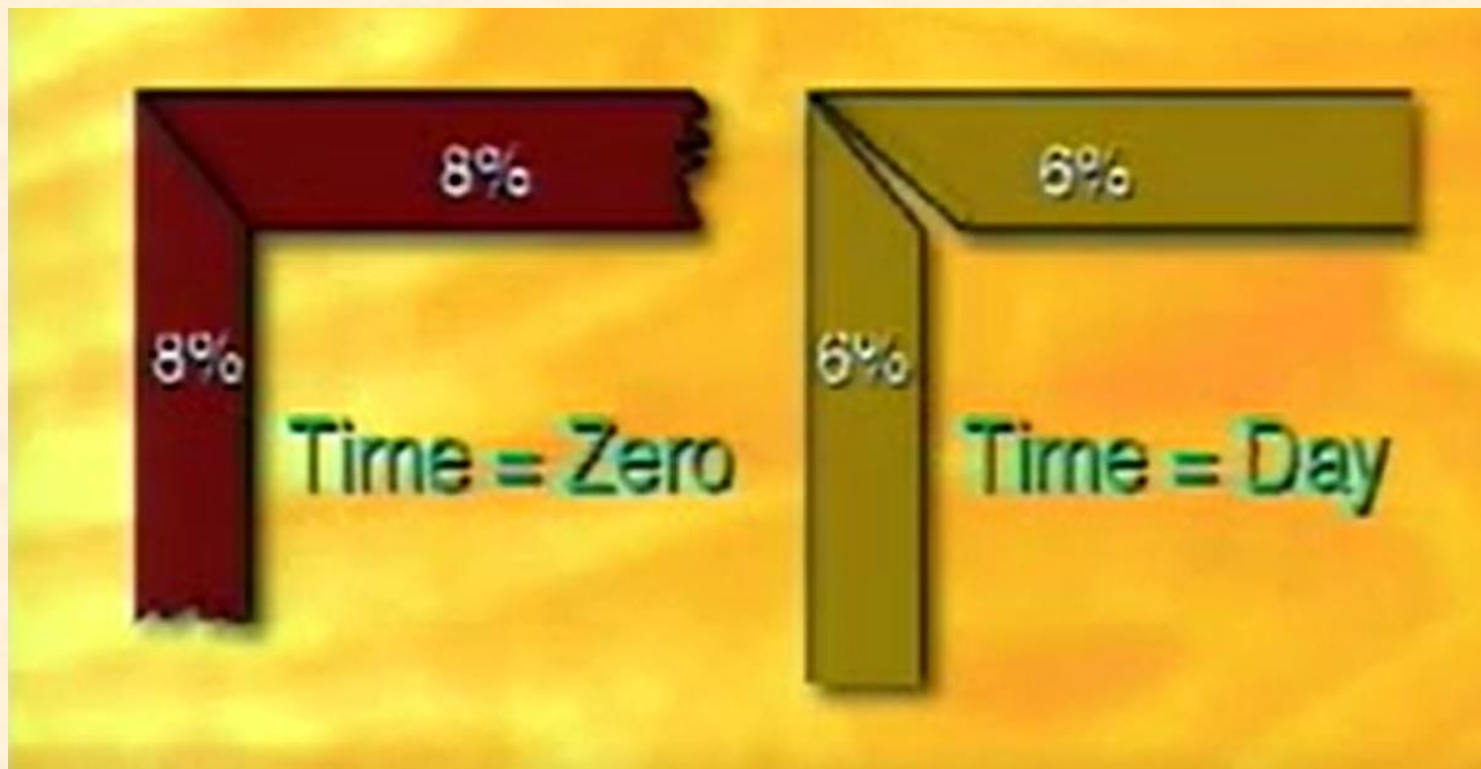
Prof. Gene Wengert zaczyna od podstawowej zależności, gdzie w pewnym układzie elementów praca drewna zostaje zahamowana.


$$MC = EMC + \text{or} - 2\%$$

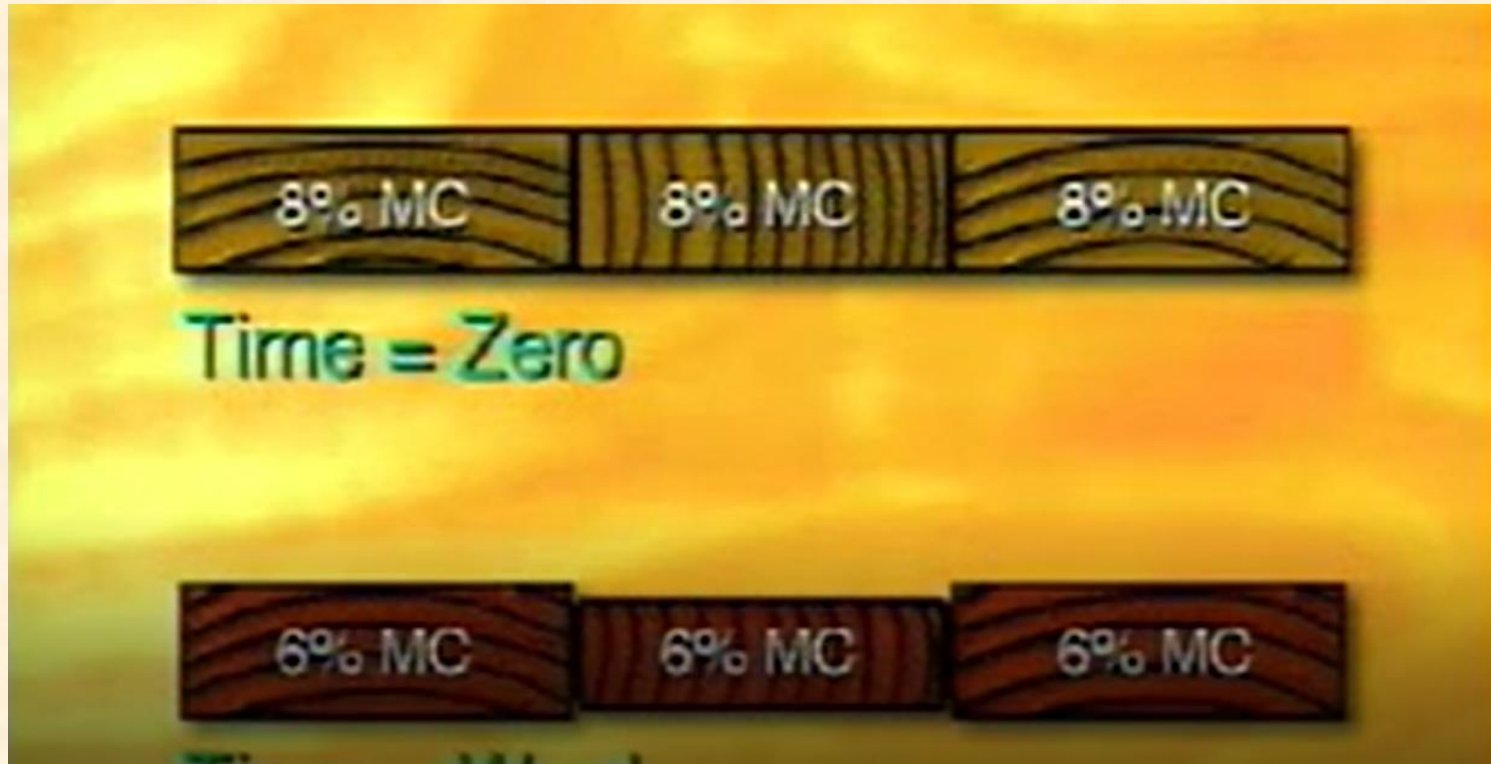
Praktyczny przykład zamkniętych ramą elementów meblowych, gdzie zmiana wilgotności równoważnej $\pm 2\%$ nie wpływa na ich odkształcenie. Istotą jest aby wilgotność wyprodukowanego elementu była wartością średnią dla danego mikroklimatu.

A close-up photograph of a wood surface with a prominent grain pattern, including a large knot. The wood is a warm, medium-brown color.
$$MC = EMC + \text{or} - 2\%$$

Przy posadzkach drewnianych jest podobnie, przy czym tu odkształcenia drewna w pewnym stopniu hamuje spoina klejowa zespalająca posadzkę drewnianą ze sztywnym podkładem.



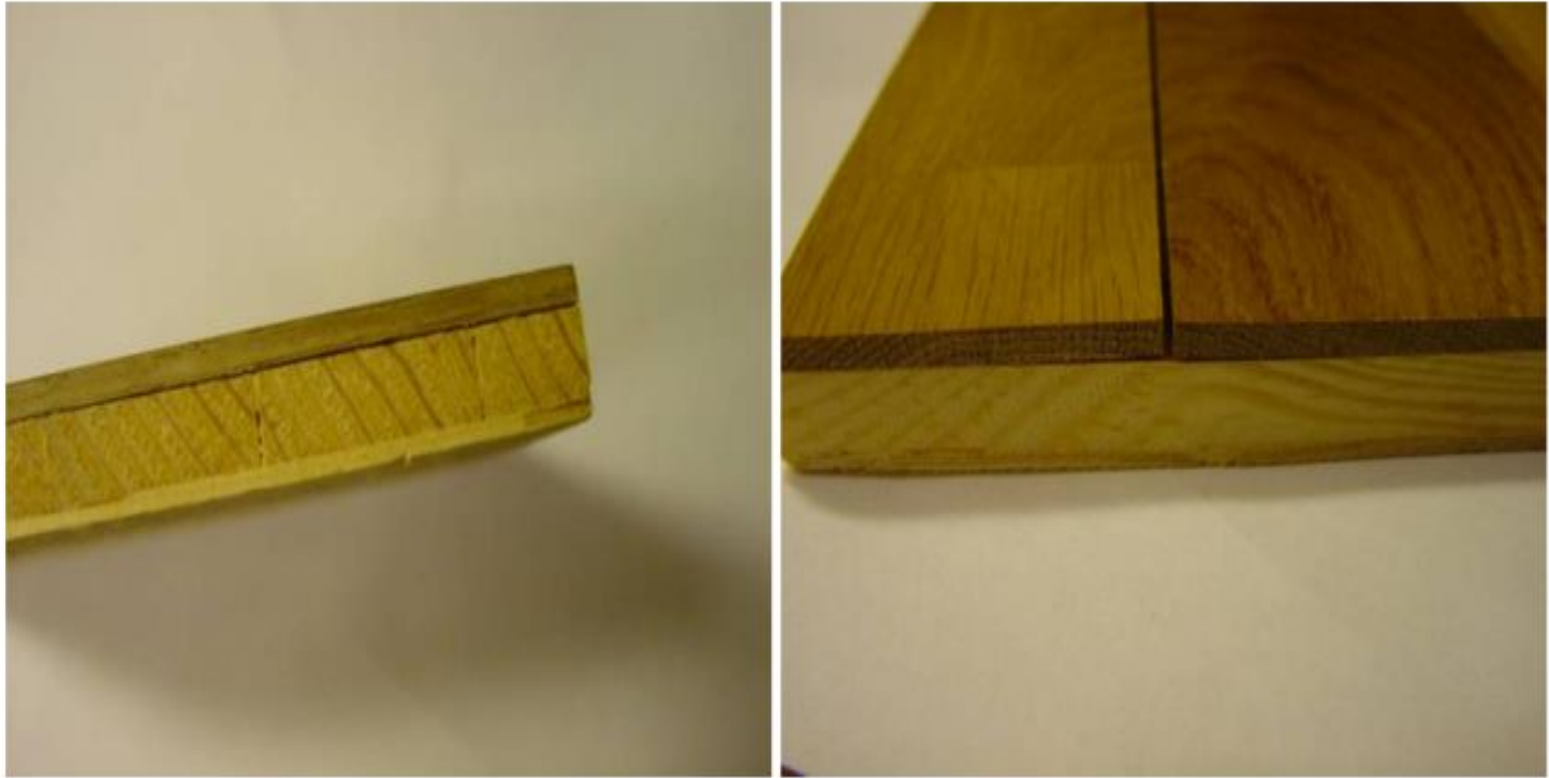
Przy okazji potwierdzenie odkształceń drewna, które prezentował nasz kolega Karol Kopeć.



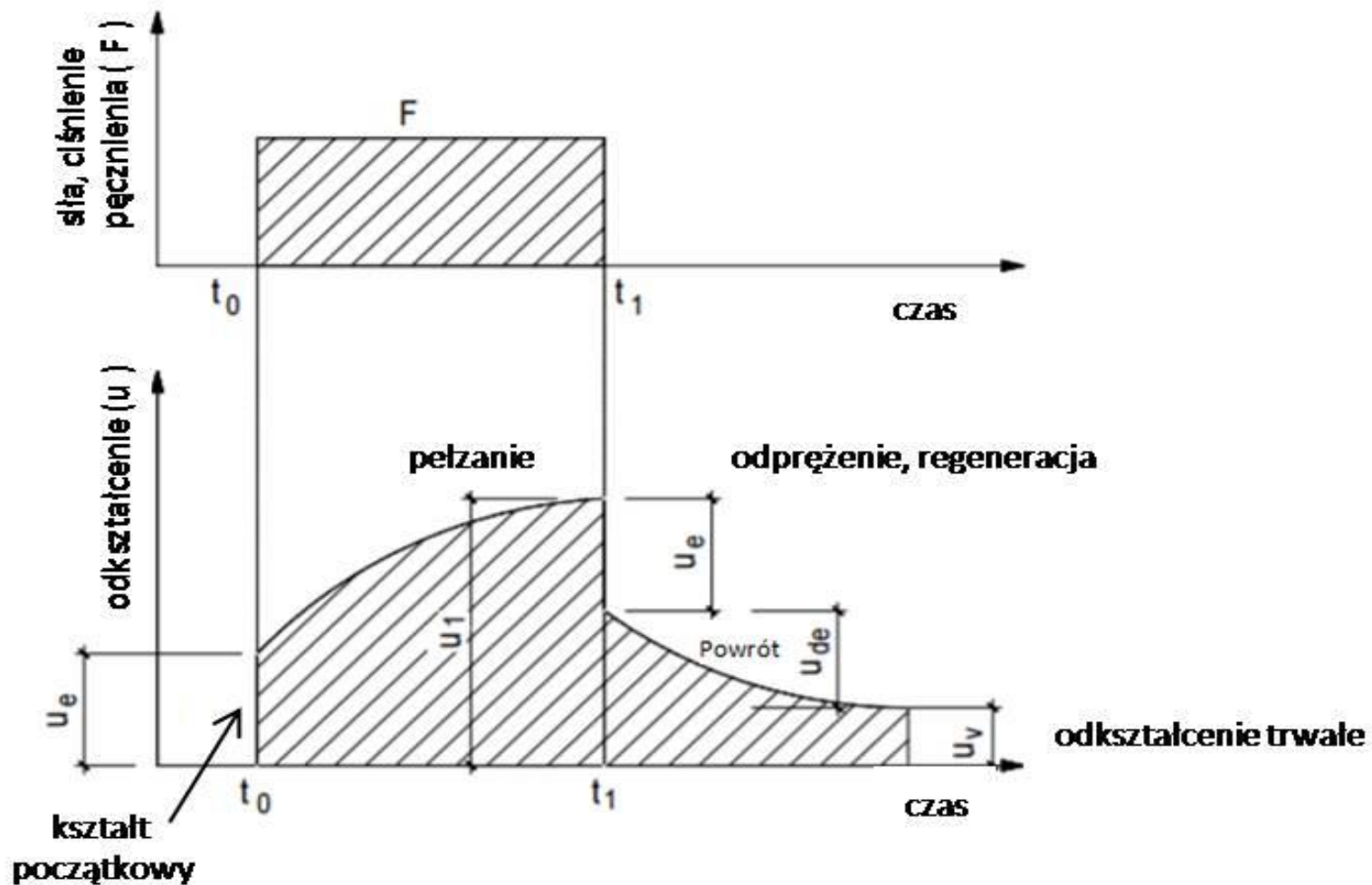
Powyższe można traktować jako ciekawostkę albo cenną informację. Super wykończona powierzchnia posadzki drewnianej może ulec pewnym odkształceniom pod wpływem zmiany wilgotności. W tym przypadku elementy posadzki nie mają wyhamowania swojej pracy. Powyższe zjawisko może być również przyczyną „łódkowania”.

Na Wydziale Budownictwa Uniwersytetu w Lund w Szwecji przeprowadzono szereg badań w zastosowaniu drewna min. na ogrzewaniu podłogowym, po czym opublikowano wyniki badań warstwowych elementów podłogowych, umieszczanych przemiennie w krańcowych warunkach wilgotnościowych w przedziale 30 – 90% RH.

Ponizej niektóre efekty badań.



Po lewej przykład oddzielenia warstwy powierzchniowej, po prawej przykład powstania szczeliny między elementami licowymi.



Krzywa pełzania, obciążenie - odkształcenie w funkcji czasu

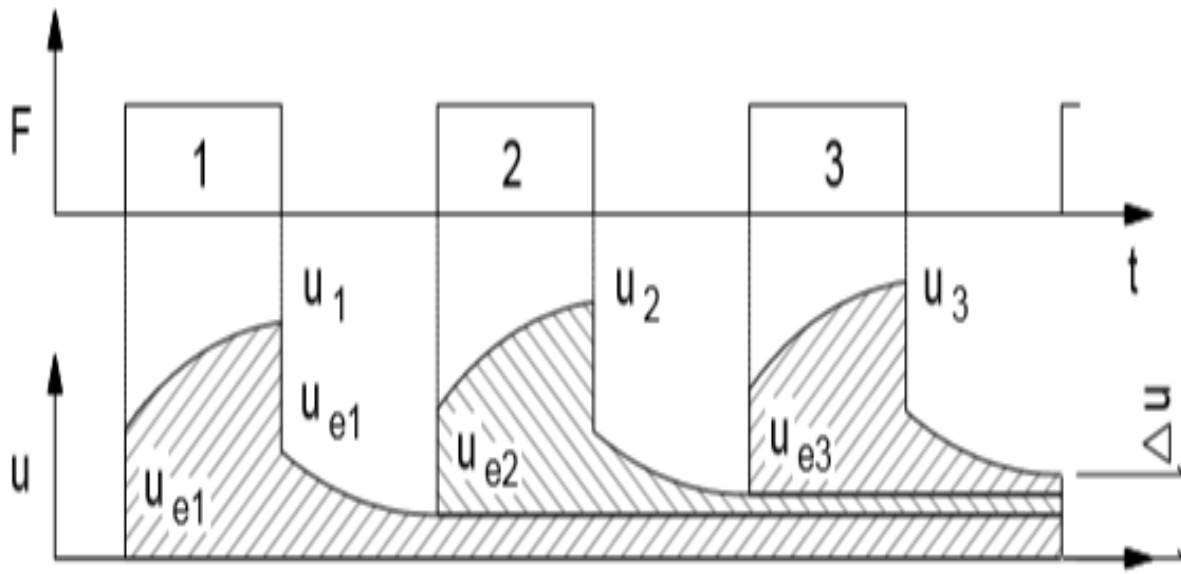


Figure 2.4: Increasing of viscoplastic deformation under cyclic loading.

**Odształcenia trwałe elementu podłogowego
w funkcji hamowanego pęcznienia drewna.**

Table 3. — Average shear test value by adhesive following aging cycles.

No. of conditioning cycles	Average glue-line shear value			
	PVA	PUR	MUF	UF
	----- (MPa) -----			
0	4.3	5.0	6.0	5.9
2	4.1	5.3	4.2	4.9
3	2.7	5.6	4.6	4.2
4	3.1	5.4	4.2	4.3
5	2.2	5.2	4.1	4.2
6	2.2	5.2	4.2	4.2
7	2.0	5.1	3.6	3.6
8	1.9	5.0	3.3	3.1
9	1.8	5.7	3.0	3.0

Wyniki badań desek warstwowych w zmiennym mikroklimacie 30/90%RH

The authors are, respectively, Ph.D. Candidate, Wood and Forest Sciences Dept., Laval Univ., Québec, Canada G1K 7P4; Research Scientist, Forintek Canada Corp., 319, rue Franquet, Sainte-Foy, Québec, Canada G1P 4R4; Assistant Professor, Wood and Forest Sciences Dept. Network Organization Research Center, Laval Univ.; Student, Swiss School of Wood Engineering, Ei-Bois, CH 2504 Bienne, Switzerland; and Industry Advisor, Forintek Canada Corp. The authors wish to thank the Canadian Forest Serv. for the financial support to this project. This paper was received for publication in July 2001. Reprint No. 9349.

Podsumowanie

Profesorowie Nilsson, Bertil, Person, Sjoberg, Sjelin i prof. Rapp sporządzili raport, w którym min. stwierdzają;

1 – drewno po wysuszeniu a przed obróbką powinno być kondycjonowane przez min. 30dni.

2 – folie i bariery przeciw wilgoci powodują szybsze wysychanie drewna.

3 - odporność na wilgoć jest większa, gdy podłoga jest ciepła i sucha przez długi czas.

4 – odkształcenia – wielkość szczelin wynikłych z nadmiernego spęcznienia zależy od wartości RH jak i czasu w jakim drewno w tej podwyższonej RH przebywa.

5 - ekstremalna wilgotność latem może być większym problemem niż niska wilgotność zimą podczas funkcjonowania ogrzewania podłogowego.

6 – problemem nie jest zmienna temperatura, problemem jest zmieniająca się wilgotność.

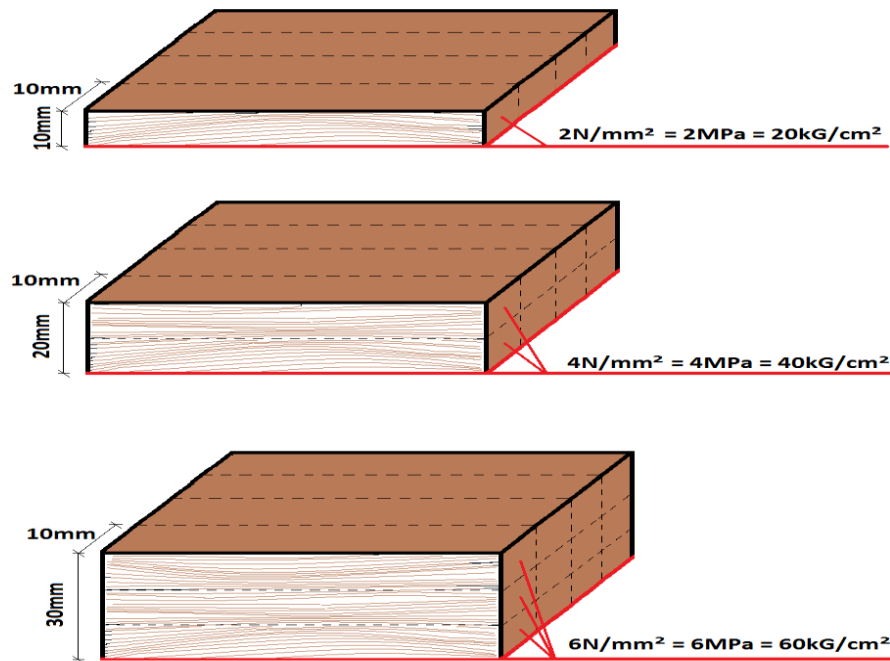
7 – problemem jest również gwałtowność zmian T i RH.

„SIŁA DREWNA”

Zmiany wilgotności drewna będącego w stanie swobodnym idą w parze ze zmianą jego wymiarów, co jest określone w tabelach kurczliwości.

Drewno zmieniając swoją wilgotność bez możliwości zmian wymiarowych, napręża się stosownie do gradientu wilgotności, rodzaju i gęstości drewna oraz zależnie od usłojenia. W latach 50 ub. wieku prof. Perkitny opublikował wyniki ciśnienia pęcznienia drewna przy nasycaniu wodą. W latach późniejszych podano wyniki badań pęcznienia pod wpływem zmian wilgotności. Wyniki woda-wilgoć różnią się o ok. 30%, co się potwierdza w praktyce parkieciarskiej. Zalanie posadzki drewnianej wodą nie powoduje jej bezpośredniego uszkodzenia. Problem powstaje nieco później, kiedy woda zamienia się w parę wodną i zaczyna penetrować drewno.

W typowych warunkach wartość ciśnienia pęcznienia drewna zawiera się w przedziale $2 \div 3 \text{ N/mm}^2$, w krańcowych sięga 5 N/mm^2 .



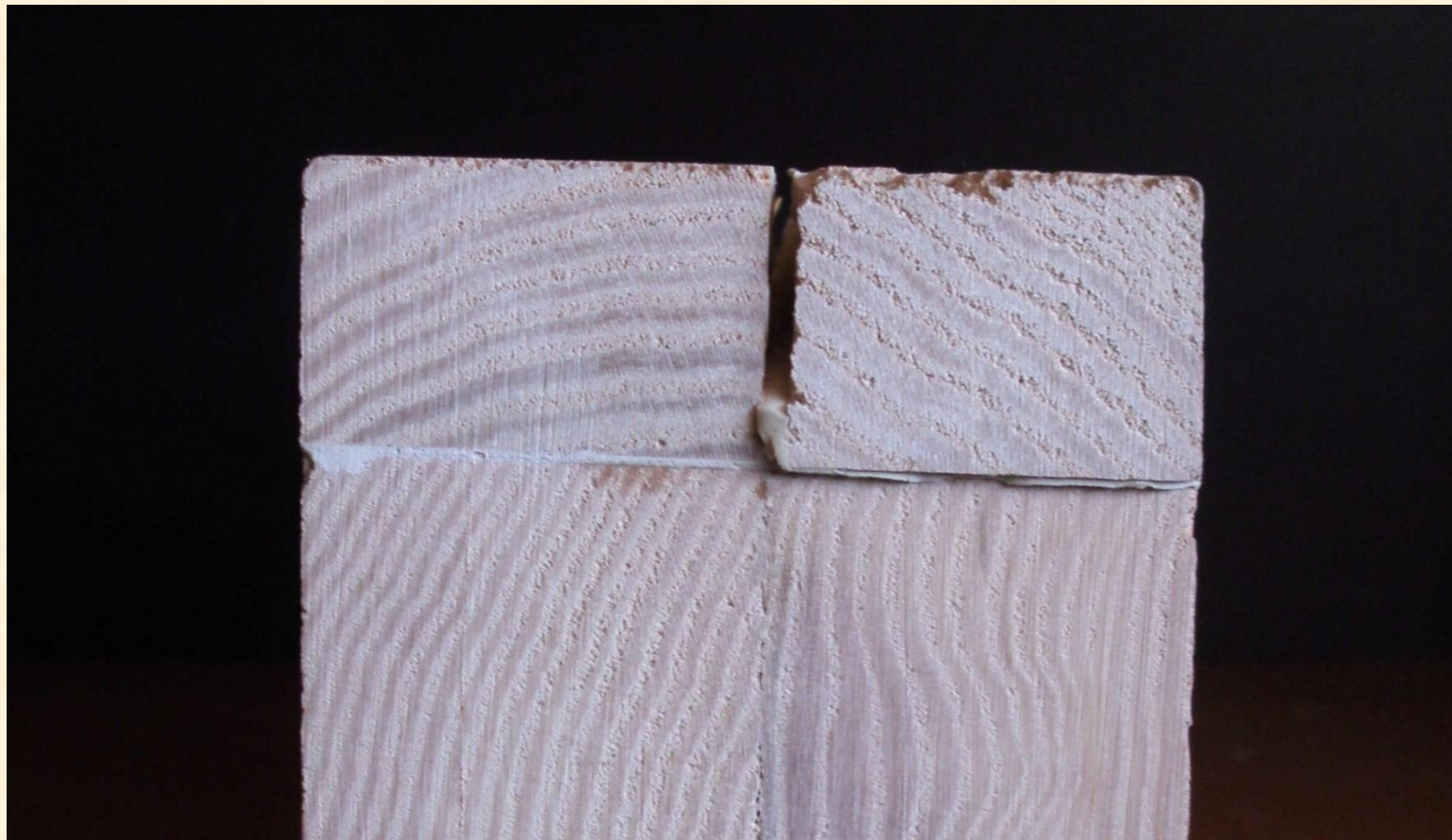
Ten sam rodzaj litego drewna obciąża spoinę w zależności od grubości elementu i gradientu wilgotności. W uproszczonym rozumowaniu większość wylewek i klejów nie powinno sprostać prężności jaką generuje kurczące lub pęczniejące drewno. A jednak podłogi w większości przypadków podłogi leżą bez uwag.



Dla potwierdzenia powyższej tezy przeprowadzono doświadczenie, gdzie przyklejono elementy wykonane z jednego kawałka drewna, po czym odpowiednio je sprofilowano nadając trzy różne grubości. Po typowym wzroście wilgotności sprawdzono spęcznienie elementów w poszczególnych grubościach. Efekty poniżej.



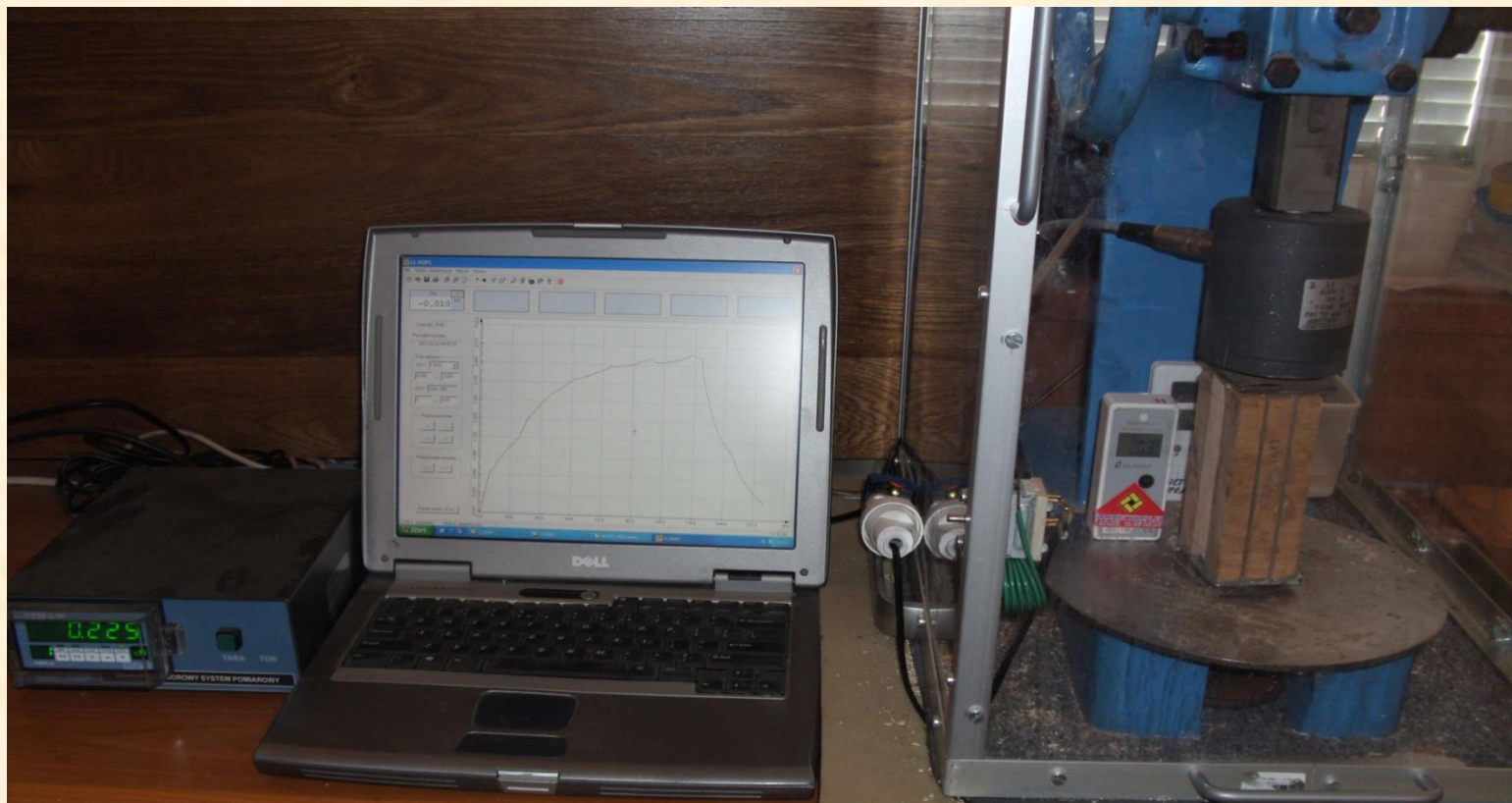
Praktyczny przykład obrazujący zależność obciążenia elastycznej spoiny klejowej względem grubości elementu.



Praktyczny przykład obrazujący elastyczność spoiny klejowej. Po lewej spoina twarda, po prawej spoina elastyczna.



Warto wiedzieć, że przy znacznej i szybkiej zmianie wilgotności, zbyt mocno ujarzmione drewno nie mogąc się skurczyć, będzie pękać. Inaczej zamiast szczelin będą pęknięcia. Powyżej przykład szerokiej deski warstwowej. Przy deskach litych elastyczna spoina minimalizuje pęknięcia kosztem szczelin.



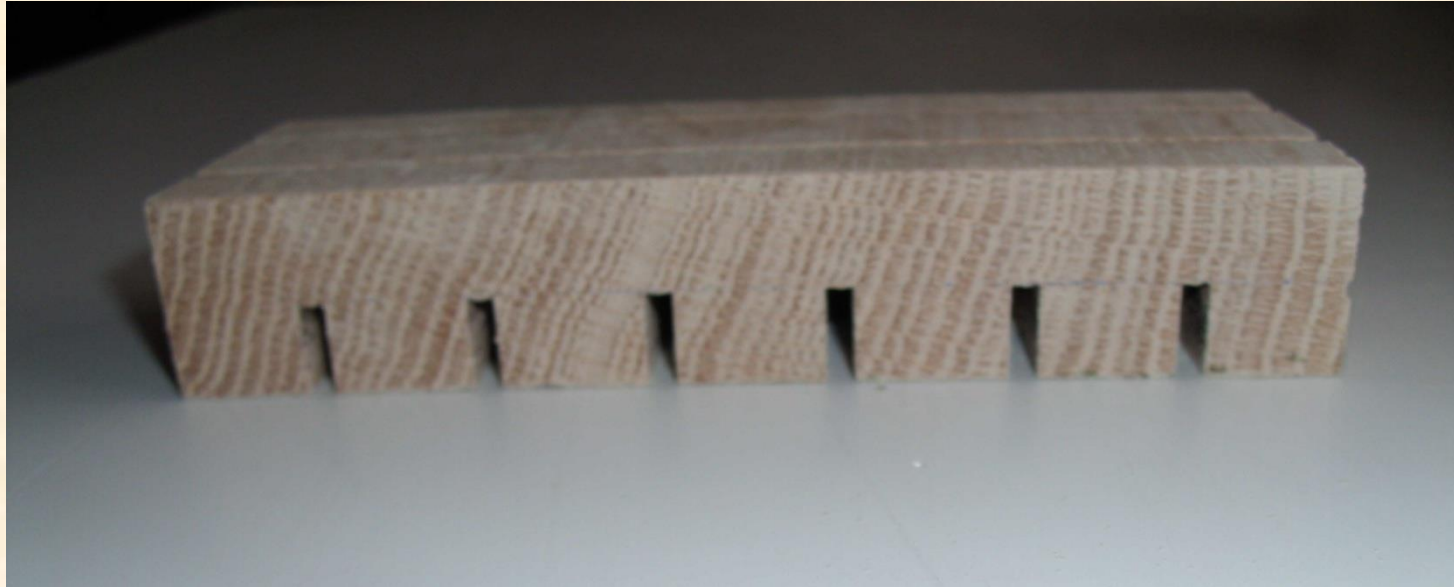
Testowanie ciśnienia pęcznienia drewna z wykorzystaniem urządzenia tensometrycznego z możliwością tworzenia RH i T.



Układ słoj promieniowy bez nacięć

Różnica RH 40%

**Naprężenie powodowane hamowanym skurczem i pęcznieniem =
4,59N/mm²**



Układ słoj promieniowy 6 nacięć 12mm

Różnica RH 40%

**Napężenie powodowane hamowanym skurczem i pęcznieniem =
2,36N/mm²**

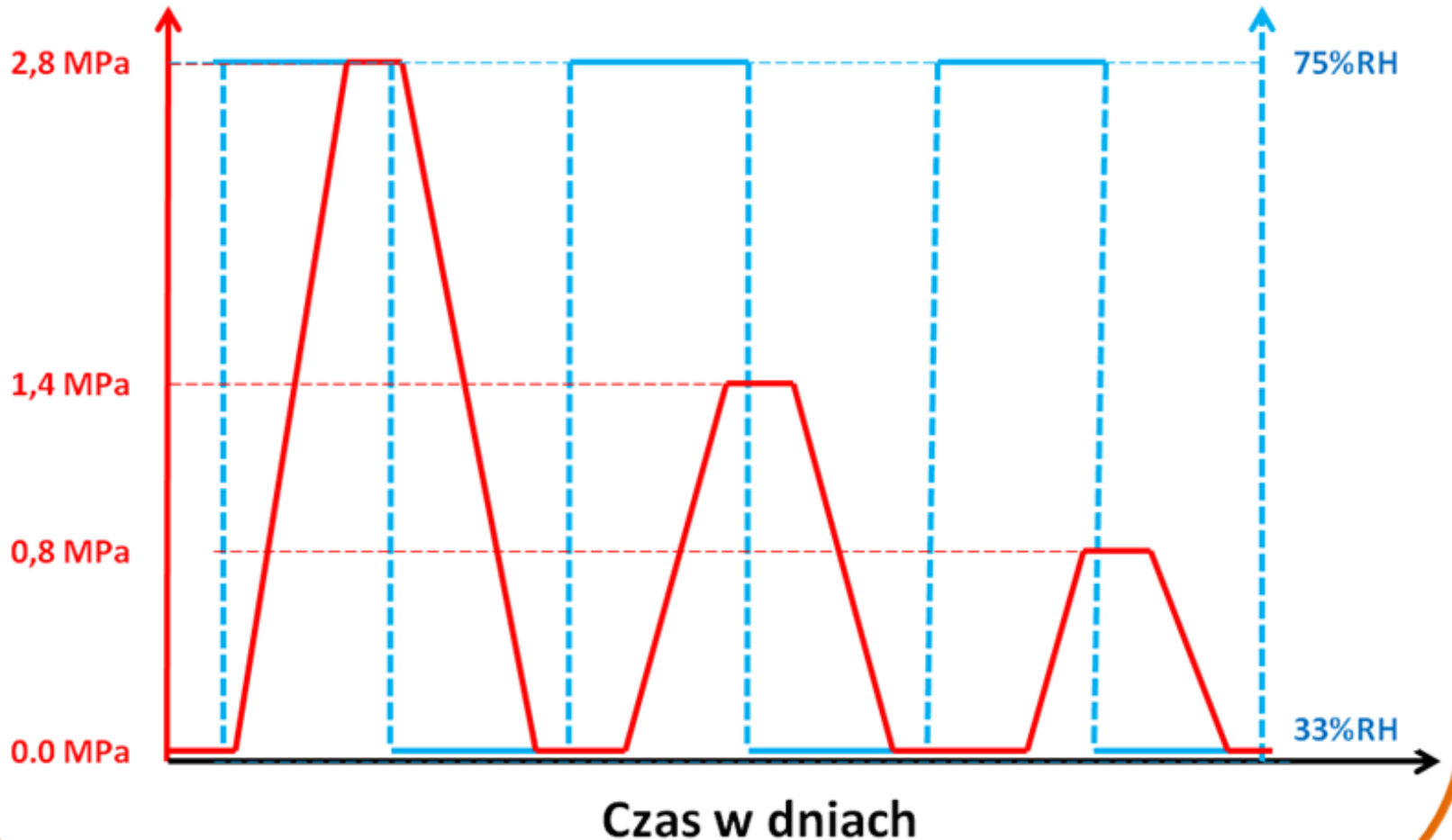
Jak widać, na wielkość siły pęcznienia wpływa aktywna powierzchnia boczna elementów posadzkowych. Wszelkie nacięcia w dolnej części elementu korzystnie wpływają na odciążenie spoiny klejowej. Równie korzystnie wpływa ilość elementów w jednostkowej szerokości posadzki – przykład mozaiki – tu naprężenia w znacznym stopniu kompensują się na styku elementów. Im mniejsze elementy, tym więcej styków, tym mniejsze naprężenia. Producenci większych elementów stosują tzw. kąt Alfa lub podobny profil aby dać możliwość złagodzenia naprężeń na styku elementów. Ten sposób zabezpiecza posadzkę przed nadmiernym spęcznieniem, jednak przyczynia się do powstawania trwałych szczelin będących efektem miejscowego zgniecenia drewna.

Cykliczne zmiany wilgotności drewna w przedziale $\pm 2\%$ powodują naturalne zmęczenie materiału co z biegiem czasu zmniejsza jego prężność. Warunek drewno musi być w stanie ujarzmienia tzn. solidnego zespolenia z podkładem. Przykładem są dobrze wykonane stare posadzki. Po kilkunastu latach prężenie drewna jest na tyle małe, że potrafi je poskromić stosunkowo wątła spoina. Poniżej graficzny obraz słabnięcia drewna po cyklicznych zmianach wilgotności. Tu nie należy mylić prężności z kurczliwością drewna.

Graficzny obraz zmian ciśnienia pęcznienia drewna po cyklicznych zmianach wilgotności otoczenia

Ciśnienie pęcznienia

Wilgotność otoczenia



STARZENIE SIĘ DREWNA

„Mało zbadany jest proces starzenia drewna polegający na jego rozkładzie pod wpływem otoczenia, lecz bez udziału rozkładających drewno czynników biologicznych. Zmiany wilgotności drewna w przedziale higroskopijnym (0....30%) stanowią jedną z przyczyn starzenia się drewna. Wielokrotnie powtarzające się okresy wzrostu i spadku wilgotności są równoznaczne z wtłaczaniem cząsteczek wody między micle lub na odwrót z odrywaniem ich od łańcuchów celulozy. Zjawiska te odbywają się przy współdziałaniu wielkich sił i naprężeń. Wynikiem końcowym jest osłabienie wiązań i stopniowy rozpad łańcuchów celulozy, która traci swoją włóknistą strukturę. Pod wpływem długich okresów czasu drewno i inne materiały zawierające celulozę rozpadają się w proch.” - F. Krzysik.

Podsumowanie:

1- posadzki drewniane, nawet z litego drewna potrafią zachować swoją kondycję przez długie lata, pod warunkiem kiedy są wykonane z odpowiednio wysuszonego materiału, stosunkowo małych elementów solidnie zespolonych z podkładem, ułożonych w budynku ustabilizowanym klimatycznie i eksploatowane w ustabilizowanych warunkach wilgotnościowych. Powyższe powoduje, że drewno zmieniając swoją wilgotność napręża się i odpręża bez widocznych odkształceń.

2 – Każda posadzka drewniana wykonana z wilgotnego drewna lub ułożona w wilgotnych warunkach, na wilgotnym podkładzie w dodatku słabo zespolona z podkładem będzie miała możliwość pracy. W efekcie czego, każda zmiana wilgotności będzie związana ze zmianami wymiarowymi. Tu szczeliny będą miały charakter cykliczny wpisany w cały życiorys podłogi.