

# CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE

TOM 57

LWÓW, 25 MAJA 1939 R.

Nr 10

Inż. KAZIMIERZ KLUCZYCKI  
(LWÓW — POLITECHNIKA)

## Czynniki niszczące drewno w budownictwie.

Do najważniejszych zdobyczy technicznych XX wieku należy bezsprzecznie rozwiązanie skutecznej ochrony od szybkiego zniszczenia surowców, stanowiących podstawę rozwoju przemysłu i techniki. W pierwszym rzędzie należą tu metale, głównie żelazo, dalekie drewno itp. O ile zapobieganie korozji metali i ich szybkemu zużyciu w praktyce jest ogólnie uznane i stosowane, a postępy w tym kierunku rzucają się wyraźnie w oczy, o tyle konserwacja drewna i zapobieganie jego przedwczesnemu zużyciu nie znalazło sobie jeszcze ogólnego uznania i popularyzacji. Podobnie, jak w pierwszym wypadku, tak i tu decydującym jest i będzie głód surowców, mianowicie rok rocznie zmniejszające się zapasy drewna i kurczenie się powierzchni lasów. Nie mniejszą rolę odgrywa czynnik gospodarki narodowej, zdążającej do oszczędnego zużycia własnych surowców przez zwiększenie ich trwałości, a przez to powiększenie bogactwa narodu i państwa. Jest to czynnik więcej o podłożu moralnym i ideologicznym, niemniej jednak, szczególnie w naszym państwie, jeszcze pozornie dość bogatym w surowiec drzewny, bardzo ważny i decydujący.

Przeświadczenie, na szczęście dziś już nie tak mocne, że mamy lasów i drewna poddostatkiem, bodaj że jeszcze na eksport, jest obecnie bardzo złudne. Obszar zalesienia w Polsce gwałtownie maleje i możemy wkrótce znaleźć się w sytuacji, zmuszającej nas importować surowiec drzewny. Gdy jeszcze przed 150 laty na obszarze dzisiejszej Polski było ok. 14,000.000 ha lasów, co stanowi 37% powierzchni kraju, to dziś obszar ten zmalał do ok. 8,000.000 ha, tj. ok. 20% pow. kraju. Stoimy pod tym względem w tyle za innymi państwami, nawet bardzo uprzemysłowionymi, jak Niemcy. Jedynie brak dużego zapotrzebowania wewnętrznego na drewno u nas nie wysuwa tego problemu na czoło zagadnień gospodarczych. Ten ogromny spadek zalesienia u nas przypada w dużej mierze na lata wojny światowej i 1920—31, kiedy to w zupełnym zaślepieniu prowadzono rabunkową gospodarkę eksportową.

Z drugiej strony brak zrozumienia dla należytej profilaktyki i konserwacji drewna, szczególnie w budownictwie i robotach inżynierskich nie tylko sprawia wiele kłopotu i troski nad potrzebą ciągłych remontów wskutek zniszczenia drewna, lecz pociąga za sobą bardzo znaczne koszty, przekraczające kilkakrotnie samą wartość uzupełnianego materiału drzewnego. Wie-

my przecież doskonale z praktyki, że każda robota remontowa wymaga wiele dodatkowych i kosztownych prac (burzenie pewnych partii, rozbiórki, wzmocnienia, wyprawy, wykończenia itp.).

Zainteresowanie się i większe zrozumienie problemu zabezpieczenia drewna od zniszczenia leży więc w każdym wypadku w naszym interesie i jest szczególnie ważne dla tych, którzy wpływając na tok prac budowlanych i inżynierskich mogą mu nadać nowy gospodarczy kierunek.

Niechaj te straty, wynoszące obecnie dziesiątki milionów złotych rocznie, idą na nowe inwestycje, dając nie tylko robotę wielu pracownikom, lecz zarazem wzbogacając twórczo nasz majątek narodowy.

Istnieje wiele czynników niszczących drewno w budownictwie. Podzielić je możemy na *fizyczne* oraz *organiczne*. Do czynników fizycznych zaliczamy przede wszystkim zużycie mechaniczne, czy to wprost, wskutek użytkowania, czy też wskutek zmiennych napięć i nacisków (obciążień), jak np. podkładów kolejowych, obciążenia zmienne podłóg, odkształcanie formy budynków itp. Dalej idzie działanie czynników klimatycznych i atmosferycznych, a więc niszczący wpływ zmian temperaturowych, wilgoci, mrozu, mrozu i wilgoci (rozsadzanie struktury drzewa), działanie światła itd. — Zapobiec można tym działaniom przez różne nowoczesne metody uszlachetniania surowca drzewnego, czy też inne metody ochronne, jak lakierowanie, powierzchniowa impregnacja olejowa itp. Działanie tych czynników jest nieraz bardzo ważne i decyduje o długotrwałości użycia materiału. Tak np. dobrze zaimpregnowane olejem kreozotowym podkłady kolejowe muszą być usuwane z toru po ok. 25 latach użycia tylko wskutek zużycia mechanicznego, gdyż struktura ich jest jeszcze zupełnie nienaruszona. Wreszcie jednym z głównych czynników fizycznych, niszczących często drewno w budownictwie, jest ogień.

Ogień jest plagą, której nawet w najbardziej cywilizowanych państwach uniknąć się nie potrafi, gdzie jak np. w Niemczech roczne straty od ognia obliczają na ok. pół miliarda RM., mimo, iż technika budowlana stoi tam wysoko, a stosowanie środków przeciwogniowych jest dość powszechne. Musimy się niestety z tym pogodzić, że zupełne wyeliminowanie praktyczne plagi ognia nie da się przeprowadzić i znaczenie dobrze zorganizowanych straży pożarnych bę-

dzie zawsze pierwszorzędного znaczenia, w szczególności w okresie wojennym. Niemniej jednak, jak w lecznictwie przechodzi się obecnie powszechnie z leczenia już rozwiniętych chorób do zapobiegania ich pojawianiu się, czyli do higieny, tak i w tej dziedzinie coraz większe uznanie znajduje tzw. profilaktyka przeciwożniowa, czyli zabezpieczenie drewna przed łatwą zapłonnością. Drewno przedstawiać zawsze będzie tak korzystny element budowlany, że nie zostanie prawdopodobnie nigdy całkiem wyparte przez inne materiały. To też powinniśmy iść nie w kierunku wycofywania drewna z budownictwa i zastępowania go innymi materiałami, lecz w kierunku jego uszlachetniania i uodpornienia na czynniki niszczące.

Czynniki fizyczne są na ogół już dość dobrze poznane, to też nie będą się nimi tu szerzej zajmować. Sprawy te zresztą mogą być wdzięcznym tematem dla konstruktorów budowlanych.

Niedocenianymi, choć po ogniu może najważniejszymi czynnikami niszczącymi drewno w budownictwie są organizmy żywe, tak ze świata roślin, jako też ze świata zwierzęcego. Dla nich drewno przedstawia materiał pokarmowy to też w korzystnych dla siebie warunkach rozwijają się bardzo bujnie i niszczą masowo surowiec drzewny. Należą tu przede wszystkim tzw. *grzyby drzewne*, oraz pewne bakterie żyjące na drewnie, jako też *owady drzewne*, czyli toczące drzewo świeże, czy już wyschnięte. Ponieważ czynniki te są u nas dość mało znane, zajmijmy się nimi nieco szerzej.

Chcąc poznać bliżej sposób działania tych czynników organicznych musimy się zapoznać z budową ich substratu, czyli samego drewna.

W budownictwie używamy drewna tzw. miękkiego, zwykle szpilkowego (świerk, jodła, sosna itp.), oraz tzw. twardego, liściastego (dąb, wiąz, buk, jesion). Trwałość drewna nie jest związana z powyższym podziałem i zależy od bardzo wielu czynników, jak struktura wewnętrzna i charakter tkanek drzewnych, wilgotność, przewietrzanie, temperatura itp. Wg Mothes'a<sup>1)</sup> wynosi ona w warunkach najbardziej niekorzystnych dla:

topoli . . . . .	1 rok
buka . . . . .	5 lat
sosny . . . . .	25 "
świerka . . . . .	120 "
modrzewia . . . . .	150 "
dębu . . . . .	200 "

Ogólnie podzielić można drewno na bardzo trwałe, jak: dąb, wiąz, modrzew, świerk; na dość trwałe, jak: sosna, jesion, jodła; i na nietrwałe, jak: buk, klon, brzoza, grab, lipa, olsza.

W przestrzeni zupełnie suchej, lub też w wodzie itp. warunkach odcięcia od dostępu powietrza (w lodach podbiegunowych), drewno jest praktycznie nieograniczenie trwałe. Drewno twarde, moczone długo w wodzie, staje się jeszcze bardziej odpornym na działanie czynników destruktywnych i nabiera pewnych cech uszla-

chetnienia. Stąd też drewno starych wraków<sup>2)</sup> drewnianych jest specjalnie cenione.

Wilgotność średnia drewna, szczególnie w granicach 20—40% jest dla niego bardzo niebezpieczna, gdyż sprzyja rozwojowi destruktywnych czynników organicznych.

W różnych stadiach przedstawia się wilgotność drewna następująco:

1. drewno wyjęte z wody (moczone) 100—150% wilgotności,
2. drewno świeżo ścięte 70—100% wilgotności,
3. drewno powietrzno-suche (zewnątrz) 15—20% wilgotności,
4. drewno w przestrzeni zamkniętej (np. w mieszkaniu) 8—12% wilgotności.

Im wyższa wilgotność drewna, tym jego wytrzymałość mechaniczna jest mniejsza. Zmiana wilgotności drewna nie tylko sprzyja rozwojowi organicznych czynników destruktywnych, lecz też głównie przyczynia się do jego paczenia się, skręcania, oraz pękania, co obniża wartość użytkową drewna i ułatwia wnikanie zarodków grzybów drzewnych i owadów do jego wnętrza.

Drewno spławiane jest na ogół bardziej odporne na działanie organizmów destruktywnych, gdyż woda wyługowuje z niego dużą część rozpuszczalnych soków itp. substancyj odżywczych, które są najlepszym początkowym pożywieniem tych organizmów.

Zupełny brak dostępu powietrza, z drugiej strony znów intensywne przewietrzanie są również walnym czynnikiem zapobiegawczym, ogólnie znanym w praktyce. Pierwszy bowiem uniemożliwia życie, drugie zaś usuwa nasycenie parą wodną otaczającego powietrza, konieczne do rozwoju mikroorganizmów rozkładowych.

Drewno w pniu składa się z tzw. *bielu* i *twardzielu*. Biel jest żywą częścią zewnętrzną, pod korą i łykiem, przewodzącą wodę i soki odżywcze. Jest on z reguły jaśniejszy, a często biały, stąd nazwa. Zawiera często ok. 3 razy więcej wilgoci, niż twardziel. Zostaje on najpierw atakowany przez organizmy destruktywne, zarówno grzyby, jak owady drzewne. Te ostatnie prawie wyłącznie żyją w bielu. Twardziel jest martwą częścią środkową pnia, zwykle silniej zabarwioną. Tkanki twardzielu są pozatykane różnymi wydzielinami roślinnymi (gumami, garbnikami, żywicami itp., tworzącymi tzw. zatyczki). Twardziel, jako pozbawiony odżywczych soków roślinnych, bardziej suchy i przesycony substancjami konserwującymi trudniej ulega atakowaniu przez organizmy szkodliwe. W środku pnia znajduje się tzw. *rdzeń*. Istnieją drzewa nie posiadające twardzielu, czyli drzewa bielaste, jak np. brzoza, osika, klon, jawor. Drzewa te przewodzą soki całym przekrojem pnia i są na ogół mało odporne. Niektóre drzewa mają twardziel niezabarwioną, lub bardzo słabo zabarwioną, jak: buk (często tzw. „fałszywy twardziel“), jodła, świerk. Drewno anatomicznie zbudowane jest z tzw. tkanek me-

<sup>1)</sup> Mothes: Illustriertes Baulexikon.

<sup>2)</sup> Zatopiony okręt.

chanicznych, nadających drewnu spoiwość i wytrzymałość, oraz tkanek przewodzących, służących do rozprowadzania soków po całym drzewie. W niektórych wypadkach tkanki przewodzące służą też do umocnienia drewna, jak np. cewki u szpilkowych. Tkanki przewodzące idą wzdłuż pnia, równolegle do jego osi, jako też i w poprzek, poprzecznie do osi, jako tzw. promienie rdzeniowe. Tyimi właśnie tkankami przewodzącymi, jako cieniutkimi rurkami przenika przede wszystkim grzybnia w głąb drewna. Ponieważ tam znajdują się też odżywcze substancje, jak cukry, skrobia itp., oraz dostateczna ilość wody, rozprzestrzenianie grzybów następuje dość szybko. W twarzdzielu oczywiście przewodzący te są pozatykane, pozbawione bezpośrednich substancji odżywczych i słabo wilgotne, dlatego też są na ogół niedogodnym ośrodkiem do rozwoju grzybni. Niemniej jednak są pewne gatunki grzybów, jak zobaczymy później, które specjalnie atakują i niszczą twarzdziel. Drewno silnie przesycone żywicą, czy też takimi ciałami, jak garbniki jest bardziej odporne na ataki szkodników, natomiast z reguły trudniej napaja się środkami konserwującymi. Łatwo impregnuje się drewno sosny, buka, biel dębu itp.; bardzo trudno impregnują się świerk i jodła.

Pod względem chemicznym drewno składa się głównie z *celulozy* i *ligniny*. Pierwsza jest czystym węglowodanem o wzorze sumarycznym  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Skład chemiczny celulozy jest następujący:

C — 44,2%  
O — 49,5%  
H — 6,3%.

Lignina jest złożona z ciał o budowie aromatycznej i odgrywa rolę lepiszcza dla celulozy. Jest ona jeszcze mało zbadana. Chemicznie składa się następująco:

C — ok. 64%  
O — „ 30%  
H — „ 6%.

Inne składniki drewna odgrywają mniejszą rolę i ich zawartość jest bardzo zmienna w różnych gatunkach drzew.

Przeciętny skład chemiczny drewna jest następujący:

C : 50%    O : 43%    H : 6%    N : 1%.

Wg Müllera stosunek poszczególnych składników w różnych gatunkach drewna powietrzno - suchego jest taki:

% %	wilgoci	celulozy	ligniny	innych ciał
Dąb :	13	40	34	13
Buk :	13	45	39	3
Sosna :	14	57	27	2
Świerk	13	53	28	6

Oprócz więc małych ilości łatwo przyswajalnych składników odżywczych, jak cukry, skrobia itp. części soków odżywczych drzewa, głównymi substratami dla rozwoju i życia szkodników drzewnych są celuloza i lignina.

Spośród organicznych czynników destrukcyjnych na pierwsze miejsce wysuwają się *grzyby drzewne*. Są to rośliny bezchlorofilowe, nale-

żące do Plechowców, gromady Podstawczaków, tej samej, co grzyby leśne.

Pod względem objawów życiowych podzielić je można na dwa działy:

1. *Pasożyty*, czyli gatunki żyjące na żywych jeszcze drzewach i

2. *Roztocze*, czyli saprofity, rozkładające drewno martwe.

Istnieje też wiele gatunków pośrednich, mogących żyć zarówno na drzewach żywych, jak i na drewnie ściętym, a nawet obrobionym.

Tak zwane *grzyby domowe*, czyli żyjące i niszczące budynki mieszkalne, są przeważnie właściwymi roztozczami.

Właściwym grzybem domowym i najczęściej spotykanym w naszych domostwach jest tzw. *Strączek łzawy*, czyli „*Merulius lacrimans*“, lub „*Merulius domesticus*“. Oprócz niego częściej spotykanymi gatunkami są „*Polyporus vaporarius*“ czyli grzyb porowaty, oraz „*Coniophora cerebella*“, zwany grzybem piwnicznym, lub brodawkowym. Powyższe trzy gatunki są najczęściej spotykanymi gatunkami mieszkaniowymi. Poza tymi występują sporadycznie też inne gatunki, jak: „*Paxillus acheruntius*“, „*Lentinus squamosus*“, „*Poria Vaillantii*“, „*Coriolus versicolor*“, „*Daedalea quercina*“ i inne, które raczej są zawlekane z lasów i składów tartacznych z drewnem budulcowym.

Najgroźniejszym z powyższych gatunków jest bezsprzecznie prawdziwy grzyb domowy, czyli „*Merulius lacrimans*“, który przez swój specjalny sposób życia może niszczyć drewno nawet w niekorzystnych dla niego warunkach.

Grzyby drzewne, jako rośliny nieposiadające chlorofilu, mogą żyć tylko na gotowym podłożu organicznym, głównie węglowodanowym, przeważnie na drewnie. Oprócz podłoża organicznego muszą mieć dostęp powietrza, oraz dostateczną ilość wilgoci i to zarówno w podłożu, jako też w otaczającej atmosferze. Dokładna więc znajomość ich potrzeb życiowych daje nam możliwość dowolnego przeciwdziałania ich rozwojowi, względnie uniemożliwienia im pojawiania się. Jest to tzw. *profilaktyka przeciwgrzybowa*, jedyny sposób radykalnego zwalczania zagrybienia budynków mieszkalnych.

Różne gatunki grzybów drzewnych rozmaicie atakują drewno. Jedne rozkładają i zużywają tylko ligninę, pozostawiając celulozę prawie nieatutową, a drewno staje się jaśniejsze, lub białe. Jest to tzw. *korozja drewna*, objawiająca się w postaci znanej zgnilizny białej drewna. Inne znow atakują głównie celulozę, powodując tzw. *destrukcję drewna*. Drewno staje się ciemniejsze, traci silnie na wadze, ssycha się wreszcie i pęka kostkowo, a nawet rozpada się w proszek. Do ostatnich, atakujących również częściowo ligninę, należą grzyby występujące w budynkach mieszkalnych.

Grzyby domowe nie mogą żyć bez podłoża celulozowego, a tak zw. pospolicie grzyb m u r o w y (ryc. 1) nie jest niczym innym, jak zwykłym grzybem drzewnym, przechodzącym czasem dość duże partie muru lub tp. w poszuki-

waniu świeżego drewna. Na swej drodze tworzy on często bujniejsze wykwit, lub tzw. owocniki czyli „kapelusze“, lecz są one zawsze połączone specjalnymi przewodami z podłożem drewnianym i źródłem wilgoci. Objawy te przeważnie wykazuje prawdziwy grzyb domowy (*Merulius lacrimans*), stąd słuszne obawy przed tym grzybem.



Ryc. 1.

Prawdziwy grzyb domowy przechodzący przez gruby mur fundamentowy do pozostawionej w ziemi deski (oryg.).

Grzyby drzewne są bardzo bogate w wszelkiego rodzaju *enzymy*, którymi rozkładają podłoże na składniki prostsze, łatwe do przyswajania. Głównym tu enzymem jest enzym *celulaza*, rozkładająca celulozę na cukry rozpuszczalne w wodzie a te następnie aż do  $CO_2$  i wody. Specjalnie bogatym w celulazę jest Strączek łzawy, a objawem jego intensywnego życia są powstałe z rozkładu drewna krople wody, jakby łzy, od czego też pochodzi jego nazwa. Według niektórych uczonych te energiczne procesy życiowe dostarczają mu tyle wody, że może się on rozwijać nawet w zupełnie suchych miejscach. Zatrucie powietrza dwutlenkiem węgla, oraz silne nawilgacanie jego, jest oprócz innych ujemnych cech, czynnikiem wysoce szkodliwym dla zdrowia.

W mało korzystnych dla siebie warunkach, szczególnie wilgotności, rozwijają się grzyby słabo, tworząc tzw. *suchą zgniliznę*. Sucha zgnilizna rozwija się zwykle wewnątrz drewna i prowadzi do powolnego jego zmurszenia. Są też gatunki grzybów, jak wspomniałem na wstępie, żyjące głównie we wnętrzu drewna, szczególnie w twardzieli, jak „*Lenzites*“, „*Lentinus squamosus*“ i inne. Rozkładają one wewnątrz np. pnia, lub belki całkowicie, przy zupełnie zdrowym wyglądzie zewnętrznym, a tylko ich owocniki „wykwitają“ ze szczelin. Często jesteśmy świadkami załamania się pod lekkim naciskiem poręczy przydrożnych, nie budzących na zewnątrz żadnych podejrzeń, a wewnątrz zniszczonych gatunkiem „*Lenzites*“.

W przeciwieństwie do suchej zgnilizny, nie mającej wyraźnych zewnętrznych objawów, tzw. *zgnilizna mokra*, drewna objawia się wykwitaniem na jego powierzchni *grzybni*, czyli *plechy* po-

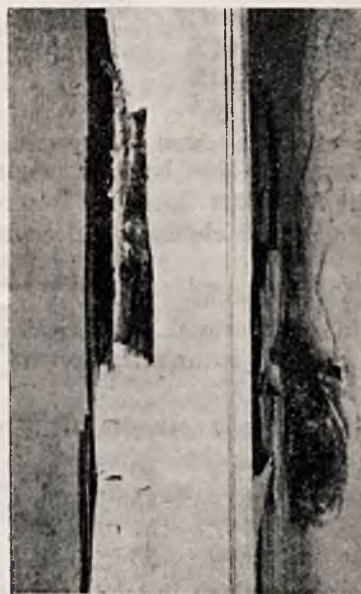
wietrznej (ryc. 2). Plechy te powstałe z bardzo cieniutkich, poplątanych nitczek, tworzą formy podobne do waty, o charakterystycznym dla danego gatunku wyglądzie i kolorze. Im bardziej wilgotną jest otaczająca atmosfera i mniej przewiewu, tym bujniejsze i bardziej puszyste są wykwit plechowe. Widać to szczególnie wyraźnie na drewnianych szalowaniach chodników kopalnianych. Optymalna temperatura rozwoju grzybów drzewnych leży przeważnie w granicach między 18—22° C. Niektóre tylko gatunki lubią temperaturę wyższą. Optymalna wilgotność względna powietrza leży między 60—70%.



Ryc. 2.

Młoda plecha powietrzna prawdziwego grzyba domowego (wg Xyl. N.).

Przystępując do opisu szczegółowego grzybów występujących w budownictwie uwzględnię tylko trzy najważniejsze gatunki, a więc głównie „*Merulius lacrimans*“ oraz „*Polyporus vaporiarius*“ i „*Coniophora cerebella*“.



Ryc. 3.

Wykwitły grzybni i owocnik na futrynie drzwiowej (wg Xyl. N.).

„*Merulius lacrimans*“, czyli *prawdziwy grzyb domowy* jest najbardziej w Polsce rozpowszechnionym gatunkiem w mieszkaniach,

Nie spotyka się go natomiast zupełnie w lasach, gdzie trafia się jego dziki krewniak „*Merulius silvester*“. Najczęściej niszczy podłogi i ściany drewniane w budynkach, przy czym objawia się wykwitami plechy i owocników wzdłuż futryn drzwiowych, listew podłogowych itp. (ryc. 3). Drewno, zarówno miękkie, jak twarde atakuje bardzo szybko i może w ciągu roku spowodować 60—70% utraty jego masy<sup>3)</sup>. Przenika głęboko w drewno i tworzy na jego powierzchni bujne wykwit plechy. Plecha ta zrazu jest śnieżno biała, później miejscami staje się kanarkowo żółta, czasem znów fioletowawa itp. Stara plecha jest zwykle brudno-szara. Wygląd tej plechy jest różny, zależnie od warunków lokalnych rozwoju. Czasami jest jednolicie puszysta, jak wata, kiedy indziej kępki „waty“ powiązane są jakby nitkami, to znów rośnie promienistymi włóknami, lub też tworzy charakterystyczne formy kwiatów mrozowych na szczybach. Z wiekiem plecha zbija się i tworzy dość mocną i suchą powłokę, podobną do papieru. Charakterystyczną cechą tego gatunku jest własność tworzenia dość wysoko uorganizowanych *przewodów* czyli *rizomorph'ów*, zwanych często *sznurami* (ryc. 4). Dochodzą one grubości do jednego *cm* i długości kilku metrów. Zbudowane są ze zbitych nitki plechowych, wśród których porzucane są specjalne, grubościennie włókna wzmacniające, oraz *specjalne naczynia*, przewodzące wodę. Ta właściwość doprowadzania sobie wilgoci z daleko nieraz położonego źródła, jest wyłączną prawie własnością gatunku „*Merulius lacrimans*“ i czyni go dlatego gatunkiem bardzo groźnym i trudnym do wytępienia. Doprowadzanie sobie wody obok wytwarzania jej w procesach życiowych umożliwia mu rozwój w dość suchych nawet miejscach.



Ryc. 4.

Grube przewody prawdziwego grzyba domowego (u dołu otówek) (wg Xyl. N.).

Optimum wilgotności drewna dla prawdziwego grzyba domowego leży najniżej i wynosi ok. 20%. Optimum temperatury dla jego wzrostu leży między 18—20°C, gdy dla gatunku „*Merulius silvester*“ przy 27°C.

„*Merulius lacrimans*“ rozmnaża się przeważnie w dwojaki sposób: przez tworzenie owocni-

ków i wysiewanie z nich drobnitkich zarodników, oraz przez rozwój wegetatywny śladów żywej grzybni, czyli przez rozwekowanie. Drugi sposób jest najczęstszym wypadkiem zakażeń grzybowych. Mała orientacja personelu budowlanego co do istoty grzyba domowego i nie zwracanie uwagi na ślady grzybni znajdującej się często w starym materiale z rozbiórek itp., który używa się następnie jako podsypkę do nowych budowli, jest najczęstszym powodem masowego rozpowszechniania zagrzybienia w nowych budynkach. Ponieważ wegetacje grzybne na drzazgach, wiórach itp. odpadkach drewnianych są dość długo żywe, mogą one nawet po kilku latach zakazić zdrowy budynek. Najprędzej bowiem zagrzybienie następuje przez przejście bezpośrednie z drewna zagrzybionego, na drewno zdrowe. O wiele trudniej następuje zagrzybienie prawdziwym grzybem domowym drogą zarodników. Mimo, iż grzyb ten wytwarza miliardy zarodników, które prawie zawsze znajdują się w powietrzu, zakażenie nimi zdarza się rzadko. Wymagają one bowiem dla wykiełkowania specjalnych warunków, szczególnie reakcji słabo kwaśnej (PH: ok. 4) podłoża, oraz nieco łatwych do przyswojenia substancji, jak cukry, aminokwasy itp. Dlatego też „*Merulius lacrimans*“ najchętniej rozwija się w partiach już słabo zaatakowanych innymi grzybami, jak np. suchą zgnilizną, grzybem piwnicznym itp., które z reguły poprzedzają pojawienie się prawdziwego grzyba domowego. Stąd też tak ważnym jest unikanie w budownictwie drewna niezupełnie zdrowego i suchego, dziś z reguły używanego w praktyce.

Dokładne rozpoznanie gatunku „*Merulius lacrimans*“, szczególnie gdy brak owocników i niema się należytego doświadczenia w tym kierunku, jest dość trudne. Jak z jednej strony bagatelizowanie sobie wszelkich objawów zagrzybienia i uważanie ich za nieszkodliwą „pleśń“, którą wystarczy zetrzeć lub zeszkrobać z drewna, tak z drugiej strony branie wszystkich wykwitów plechowych za prawdziwy grzyb domowy i usuwanie takiego drewna, wzgl. pospieszne sprzedawanie budynku po jakiej bądź cenie, jest wysoce szkodliwe. Orientacja ogólna co do istoty zagrzybienia i jej rodzaju jest obowiązkiem każdego zainteresowanego człowieka, szczególnie pracującego w budownictwie, lecz ściśle określenie rodzaju zagrzybienia i jego przyczyny, szczególnie u prawdziwego grzyba domowego, należy zostawić doświadczonemu specjalistcie.

Najłatwiej rozpoznać można gat. „*Merulius lacrimans*“ po owocnikach, które wytwarza on zwykle w końcowym stadium zniszczenia drewna. Powstają one na krawędziach podłóg, futryn drzwiowych i okiennych, na ścianach, oraz bardzo często na stropach i sklepieniach wilgotnych piwnic, po przebicciu ich przewodami grzybnymi. Owocniki te, zależnie od miejsca powstania mają formy konsolek, a najczęściej placków (ryc. 5), grubości ok. 1 *cm*, a średnicy często do kilkudziesięciu *cm*, a nawet 1 *m*. Po-

<sup>3)</sup> Wg Hartiga.

wstają one ze zbitej plechy grzybnej, która przekształca się i tworzy tzw. *hymenium*, czyli warstwę zarodnikonośną. Warstwa ta wydziela specjalnie słupki, czyli p o d s t a w k i (stąd nazwa gromady), na których, na cieniotkich wyrostkach, powstają zarodniki eliptyczne, lub fasolkowate. Średnica ich wynosi średnio  $5,4 \times 9,6$  mikrona. W jednym milimetrze sześciennym może się więc pomieścić 4 miliony takich zarodników, a na powierzchni owocnika o polu  $1 \text{ cm}^2$  dwa miliony. Te astronomiczne cyfry wykazują nam, ile zarodników może się znajdować w ubikacji zagrzybionej z owocnikami. Powierzchnia warstwy zarodnikonośnej jest charakterystycznie pofałdowana i, od koloru zarodników, ma kolor rdzawy, zaś dookoła niej plecha jest jałowa i ma barwę białą, często z odcieniem różowawym lub fioletowawym. Zarodniki rozsiewane są wiatrem, a nawet b. lekkimi prądami powietrza i unoszą się w nim b. długo. Roznoszą je również owady, myszy i ludzie, przyłączone do nóg itp. W ten sposób dostają się one do zdrowych budynków, gdzie w sprzyjających warunkach mogą wywołać zagrzybienie.



Ryc. 5.

Owocnik prawdziwego grzyba domowego (*Merulius lacrimans*) o charakterystycznej powierzchni pofałdowanej i jasnych, jałowych brzegach. (Wg Xyl. N.).

Dalszą cechą rozpoznawczą prawdziwego grzyba domowego są wspomniane wyżej przewody, czyli *rizomorph'y*. Powstają one z cieniotkich nitek plechy, tworzącej zrazu niegrube sznureczki. Z biegiem rozwoju i rozprzestrzeniania się grzyba, przewody te grubieją i rozgałęziają się. Tymi przewodami „*Merulius lacrimans*” przechodzi nieraz kilkumetrowe odległości w ziemi, murze itp., łącząc często pozornie niezwiązane ze sobą ogniska grzyba. Przenikając nimi, rozpuszczając zaprawę i nadwerężając je, nieraz metrowej grubości mury fundamentowe i powoduje zagrzybienie coraz to dalszych budynków sąsiednich. Potrafią one czasem przebić wilgotne cegły, lub twarde nawet warstwy zaprawy z cementem. Głównym jednak zadaniem tych przewodów jest doprowadzanie specjalnymi rurkami, jakby naczyniami, wody z odległych nawet miejsc wilgotnych. Sznu-

ry te zrazu białe i giętkie, starzejąc się, stają się szare i kruche. Obrosnięte są one często płatkowatą plechą grzybną.

Jak widzimy więc jest wiele cech charakteryzujących prawdziwy grzyb domowy. Reasumując je, poznajemy go po następujących cechach:

1. Tworzenie bujnej białej plechy, miejscami zabarwionej na kolor kanarkowy. Plecha ta posiada często wiele delikatnych sznurków, a starzejąc się, zbija się w szare płaty.
2. Tworzenie nieraz grubych i długich przewodów, którymi przenika grube mury i bezdrzewne partie.
3. Wytwarzanie charakterystycznych plackowatych owocników o kolorze rdzawym i sfaldowanej powierzchni. One wydzielają rdzawy pył zarodników.
4. Możliwość atakowania drewna dość suchego i rozwijania się w warunkach słabej wilgotności.

Z dwu dalszych grzybów domowych częściej spotykany jest gatunek „*Polyporus vaporarius*”, czyli biały grzyb porowaty. Tworzy on bardzo delikatną, puszystą i śnieżno-białą plechę, powiązana czasem również odosobnionymi sznurkami. Sznurowy gat. „*Polyporus vaporarius*” nie mają już tego zadania, co u prawdziwego grzyba domowego, są miękkie i delikatne, oraz prawie nigdy nie są obrosnięte płatkowatą plechą. Plecha grzyba porowatego jest zawsze biała i nawet w starości, zbijając się nieco, nie zmienia koloru. Tworzy ona bardzo często formy przypominające kwiaty mrozowe na szybach. Owocniki tego gatunku są bardzo charakterystyczne (ryc. 6), koloru białego, do jasno kremowego i tworzą też nieduże placki, przylegające do drewna. Warstwa zarodnikonośna przedstawia się w postaci



Ryc. 6.

Owocnik gat. „*Polyporus vaporarius*”. Widac liczne, drobne porki. (Wg. Xyl. N.).

skupienia gęstych por (stąd nazwa), głębokości ok. 5 mm, o przekroju sześciobocznym i średnicy 0,25—0,50 mm. Zarodniki o kształcie fasolkowatym nieco mniejsze jak u prawdziwego grzyba domowego, są koloru białego. Wymaga on większej wilgotności drewna i ginie w razie wyschnięcia podłoża.

Rozkłada drewno dość wolno, nadając mu, szczególnie szpilkowemu, kolor wybitnie czerwo-

nawy (czerwona zgnilizna drewna). Jest gatunkiem o wiele mniej niebezpiecznym od prawdziwego grzyba domowego i przeważnie pojawia się w ubikacjach o słabym przewiewie. Często atakuje ścięte drewno na składach, skąd dostaje się następnie do domostw.

Grzyb piwniczny, czyli „*Coniophora cerebella*“, zwany też grzybem brodawkowym, od charakterystycznej postaci owocników (ryc. 7) występuje w Polsce rzadziej, natomiast w Niemczech jest bardzo rozpowszechniony. Tworzy plechę zrazu białą, wyraźnie promienisto się rozrastającą, która z czasem żółknieje, a następnie staje się brunatną aż do czarnej. Często spotyka się stare ślady czarnych sznurków „*Coniophory c.*“ na deskach, lub belkach. Nieraz poprzedza występowanie prawdziwego grzyba domowego. Jest gatunkiem lubiącym dużo wilgoci (do 60% w drewnie), oraz brak przewiewu<sup>5)</sup>. Jest on również najbardziej odporny na działanie czynników trujących, spośród grzybów domowych, stąd używany jako wzór do badań laboratoryjnych. Ginie on również przy braku wilgoci. Owocniki są zrazu żółtawe, potem brązowe do odcienia oliwkowego. Tworzą nieraz bardzo duże płyty o brodawkowej powierzchni. Zarodniki brunatne, jajowate, nieco większe od zarodników prawdziwego grzyba domowego. Odgrywa mniejszą rolę w praktyce budowlanej.



Ryc. 7.

Owocnik gatunku *Coniophora cerebella*, czyli grzyba piwnicznego (wg Xyl. N.).

Inne grzyby, wspomniane poprzednio, występują rzadziej w budynkach mieszkalnych i zwykle towarzyszą powyższym trzem gatunkom. Odgrywają one bardzo dużą rolę w innych robotach inżynierskich, jak podkłady kolejowe, umocnienia dróg, obicia chodników kopalnianych itp.

Dalszymi organicznymi czynnikami destrukcyjnymi są *owady drzewne*, czyli gatunki, toczące drewno ścięte i nawet obrobione.

Jak wiadomo, owady, należące do stawonogów, przechodzą życiową metamorfozę, przeobrażając się kolejno z jajeczka w larwę, czyli gąsieniczkę; ta następnie, po pewnym okresie życia i wzrostu, przekształca się w poczwarkę, z której wreszcie wylatuje owad doskonały. Przeważająca część owadów drzewnych należy do rzędu chrząszczy. Najgroźniejszą postacią jest larwa, która po wykluciu się ze złożonego

przez samiczkę owadu jajeczka, rośnie, pożerając pokaźne często ilości substratu. Larwa ma ciało miękkie, lecz uzbrojona jest w bardzo mocne szczęki, czyli żuwaczki, którymi toczy drewno, żłobiąc w nim bardzo długie nieraz chodniki. Po dorośnięciu, larwa zbliża się ku powierzchni drewna i robi tzw. kolebkę, w której przepoczwarza się. Wykształcony owad, po wyjściu z poczwarki, przegryza cienką ściankę drewna i wylatuje na wolność. Owady drzewne są dlatego tak groźne, że jest bardzo trudno poznać wcześniej zaatakowanie drewna. Miejsca złożenia jajek są prawie niewidoczne, natomiast larwy toczą drewno wewnątrz i dopiero nieraz po kilku latach, gdy wewnątrz drewna jest już bardzo silnie stoczone, pojawiają się otwory wylotowe owadów, świadczące naocznie o zniszczeniu drewna.

Owady drzewne najchętniej toczą drewno miękkie, iglaste i to przeważnie w bielu. Są jednak dość częste wypadki atakowania drewna twardego, np. buka, dębu, a także czasem twardego.

Podobnie jak u grzybów drzewnych, istnieją owady niszczące drzewa żywe, oraz inne, które toczą drewno ścięte i obrobione. Niektóre gatunki atakują i żywe i martwe drewno. Owady atakujące drzewa żywe, zmniejszają przede wszystkim wartość użytkową takiego drewna, a czasem też dostawczy się z nim do budynków, mogą tam w dalszym ciągu prowadzić swe niszczące działanie, jak np. drwalniki (*Xyloterus*).



Ryc. 8.

Okazy drewna zniszczone przez różne owady drzewne, oraz niektóre okazy tych owadów (oryg.).

Spośród setek gatunków owadów, uszkadzających drewno, znaczenie techniczne, a szczególnie budowlane, mają tylko jednak niektóre gatunki. Poza rzadziej występującymi, jak Kózkowate (Kozioróg dębosz itp.), Drwalniki, Mrówkowate (Gmachówki), Trziennik olbrzym (osowate), najważniejszymi w praktyce są *Kołatki*, oraz *Spuszczel*. Sposób niszczenia drewna, oraz niektóre postaci tych owadów obrazuje ryc. 8. Owady drzewne pojawiają się co pewien okres masowo, podczas tzw. rójki, i wtedy atakują nowe obiekty.

Najbardziej znanym owadem drzewnym jest *Kołatek meblowy* (*Anobium domesticum* G.).

<sup>5)</sup> C. Wehmer: Zur Biologie von *Coniophora cerebella* - Mycol. Zeit. 1. 1912.

Jest to owad chrząszczowaty, wielkości od 3—4 mm, barwy ciemno brunatnej. Podobnie, jak jego larwy, toczy on wąskie chodniki, szerokości do 2 mm. W tych chodnikach przez uderzanie głową o ścianki, powoduje on znane stukanie, owiane różnymi legendami („Zegar śmierci, Totenuhr“). Larwy są koloru białego i toczą chodniki równoległe i poprzeczne, tak, że drewno zamienia się w rodzaj gąbki o cienkiej zewnętrznej ściance pełnej. Atakuje i niszczy przede wszystkim stare meble i to zarówno z drewna miękkiego, jak twardego (buk, dąb, klon, lipa, sosna, świerk itp.). Spotyka się go również i w elementach budowlanych, jak krokwie dachowe, okiennice i podłogi. Poznaje się go po następujących objawach na drewnie: Chodniki szerokości do 2 mm, często równoległe, przedzielone cienkimi ściankami. Ze szpar wysypuje się drobna mąka, którą też wypełnione są chodniki. Otworki wylotowe okrągłe, średnicy 1,5—2 mm. Atakuje meble stare i przeważnie od strony nielakierowanej.



Ryc. 9.

Belki wiązania dachowego silnie zaatakowane Spuszczelem. (Wg. Xyl. N.).

Kołatek mieszkaniowy (*Anobium pertinax* L.), podobny do poprzedniego, lecz nieco większy. Długość owadu dochodzi do 5 mm. Barwa nieco jaśniejsza, brunatna, z jasnymi plamkami. Głowa duża, prawie tej szerokości co tułów. Larwy drążą chodniki równoległe, wypełnione drobnymi trocinami. Spotyka się go bardzo często w elementach budynków, jak legary i ślepa podłoga, wiązania dachowe itp. Atakuje przede wszystkim drewno szpilkowe. Objawy rozpoznawcze, jak u poprzedniego gatunku, lecz ka-

naliki szerokości do 3 mm, otwory wylotowe 2,5—3 mm.

Najgroźniejszym szkodnikiem budowlanym jest owad zwany Spuszczelem (*Hylotrupes bajulus* L., Hausbock). Wyrządza on w budownictwie nieraz olbrzymie szkody. Od pewnego czasu pojawił się on w niektórych krajach masowo, grożąc klęską zniszczenia budynków i dachów drewnianych. Opisuje się go szeroko w bardzo licznych wydawnictwach, jak np. w olbrzymim wydawnictwie Niem. Tow. Asekuracyjnych, którego opracowanie kosztowało kilka milionów RM. W Polsce również jest bardzo dużo, szczególnie wielkich i cennych budynków, których wiązania dachowe, a często stropy drewniane zaatakowane są Spuszczelem.

Spuszczel atakuje głównie wiązania i belki dachowe (ryc. 9); przechodzi jednak często na schody drewniane, drzwi i okna, a nawet meble. Niszczy prawie wyłącznie drewno szpilkowe, szczególnie sosnę. W żywym drewnie nie jest spotykany.



Ryc. 10.

Owad Spuszczela (ok. 4 × powiększ.). (Wg. Xyl. N.).



Ryc. 11.

Larwa Spuszczela (ok. 4 × pow. Wg. Xyl. N.).

Owad doskonały (ryc. 10) jest wielkości od 8—20 mm, barwy czarno-szarej, lub czarno-brunatnej, z bardzo delikatnym owłosieniem całego ciała, nieco przypłaszczonego. Larwa Spuszczela (ryc. 11) jest żółtawo-biała, długości 20—30 mm. Rozwija się ona z jajeczka, o wymiarach 0,5×1,5 mm i rośnie w drewnie od 3—12 lat, zależnie od sprzyjających warunków. Robi chodniki dość nieregularne, idące w różnych kierunkach, począwszy od powierzchni drewna coraz to głębiej. Średnica tych chodników wynosi 6—8 mm. Podobnie jak u Kołatka, może pozostać zaledwie cienka zewnętrzna warstwa zdrowego drewna. Owady wykształcone opuszczają drewno owalnymi otworami, szerokości około 6 mm. Owady widoczne są na zewnątrz zaledwie 2—3 tygodnie, w ciągu którego to czasu samice składają jajeczka, które dają początek nowej generacji. Zaatakowanie drewna Spuszczelem



poznać można przez opukiwanie drewna, które wydaje głuchy, bezzwycięzny odgłos. Również często można wbić w takie drewno bez żadnego wysiłku nóż dosyć głęboko. Odłupanie zewnętrznej warstwy drewna okazuje chodniki, wypełnione zbitą, drobną mąką drzewną. Otwory wylotowe owadów, jako też chodniki są eliptyczne i z nich wysypuje się delikatna mąka drzewna.

Inż. I. ROSENZWEIG

Zakład Elektrotechniki Ogólnej Politechniki Lwowskiej.

## Symboliczny wielowymiarowy rachunek wektorowy jako metoda analizy układów wielofazowych.

(Ciąg dalszy).

### 6. Porównanie nowej definicji mocy układów wielofazowych z definicjami dotychczasowymi.

Dotychczasowe nasze rozważania wykazały, że moc pozorna ustalona według nowej relacji definicyjnej (112) stanowi wielkość, która w każdym wypadku miarodajną jest dla wielkości generatora wielofazowego, potrzebnego do zasilania urządzenia, dla którego została obliczona.

W szczególności niemożliwym jest otrzymanie na podstawie wzoru (112) wartości  $P_a = 0$  dla żadnego układu wielofazowego, dla którego zasilania potrzebny jest generator wielofazowy o skończonej wielkości. Dla układów wielofazowych, wykazujących  $n$  napięć zasadniczych o tych samych wartościach skutecznych  $U_f$  i  $n$  prądów zasadniczych o tych samych wartościach skutecznych  $I_f$  otrzymuje się w myśl wzoru (112) dla mocy pozornej wartość  $P_a = n \cdot U_f \cdot I_f$  bez względu na kąty fazowe pomiędzy sinusoidami poszczególnych napięć i prądów.

Własności powyższej, którą uważać można za kryterium fizycznej prawdziwości definicji mocy pozornej, nie posiada w pełni żadna z forsowanych dotychczas w literaturze elektrotechnicznej definicji mocy pozornej, ustalonych bądź to wyłącznie dla sinusoidalnych, bądź też dla dowolnych (sinusoidalnych lub niesinusoidalnych) układów wielofazowych.

Stwierdzimy to łatwo, badając dwie najważniejsze z pośród dotychczas proponowanych definicji mocy pozornej, a mianowicie definicję mocy pozornej jako bezwzględnej wartości mocy symbolicznej oraz definicję mocy pozornej, podaną przez F. Buchholza<sup>30)</sup>.

a) *Moc pozorna jako bezwzględna wartość mocy symbolicznej.*

Moc ta zdefiniowana jest przy pomocy relacji:

$$P_a' = \left| \sum_{i=1}^n \hat{U}_i \check{I}_i \right|, \quad (171)$$

przy czym  $\hat{U}_i$  oznacza symboliczną wartość napięcia zasadniczego  $i$ -tej fazy, zaś  $\check{I}_i$  jest symboliczną wartością prądu zasadniczego tej fazy.

Owady drzewne są u nas jeszcze bardzo mało docenianym i mało znanym czynnikiem destruktywnym drewna.

Jak widzimy, czynniki destruktywne drewna są bardzo różnorodne i należyte poznanie ich, oraz skuteczna walka z nimi jest wdzięcznym polem dla twórczej gospodarki narodowej Polski.

Definicja (171) ustalona była wyłącznie dla układów o przebiegach *sinusoidalnych* i była dla tego rodzaju układów praktycznie najpowszechniej używaną definicją mocy pozornej. Stanowiła ona również punkt wyjścia dla wielu usiłowań rozszerzenia pojęcia mocy pozornej na układy wielofazowe o przebiegach odkształconych<sup>31)</sup>.

Wielkość określona relacją (171) jest identyczna z bezwzględną wartością określonej wzorem (114) wzgl. (118) mocy skalarowej, która stanowi, w myśl wzoru (116), jeden z dwu zasadniczych składników określonej relacją definicyjną nowej teorii (112) mocy pozornej  $P_a$  układów wielofazowych.

Wielkość  $P_a'$  będzie zatem równa ustalonej relacją (112) mocy pozornej  $P_a$  jedynie dla układów, których moc wektorowa jest równa zeru, a więc dla określonych wzorem (147) *układów skalarowych*, które, w myśl równania (148), są zawsze elektrycznie równoważne gwieździe, zbudowanej z  $n$  identycznych impedancji  $Z$ .

*Jedynie zatem dla tego rodzaju układów wielofazowych skalarowych moc pozorna  $P_a'$  obliczona według wzoru (171) może być uważana za ściśle miarodajną dla wielkości generatora zasilającego.*

Traktowanie mocy  $P_a'$  jako miarodajnej dla wielkości generatora potrzebnego do zasilania również dla układów wielofazowych nieskalarowych może natomiast prowadzić poważnych błędów, jak to można wykazać na przykładzie układu, przedstawionego na ryc. 22. Dla układu tego, załączonego na symetryczny układ trójfazowy (o skutecznych wartościach napięć zasadniczych równych  $U_f$ ), otrzymuje się mianowicie z wzoru (171) wartość  $P_a' = 0$ , mimo, iż dany układ wywołuje w każdej fazie prąd o tej samej wartości skutecznej  $I_f$ , tak, iż do zasilania tego układu potrzebny jest generator o mocy pozornej  $P_a = 3 U_f I_f$ <sup>32)</sup>.

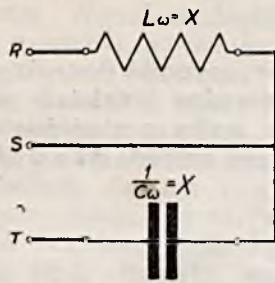
Przykład powyższy wskazuje w sposób jaskrawy, iż definicji mocy pozornej (171) nie

<sup>31)</sup> C. I. Budeanu, F. Emde, W. Quade, odnośnik 24.

<sup>32)</sup> Przykład podany przez prof. Dr S. Fryzego.

<sup>30)</sup> Patrz odnośnik 24.

można w ogólnym wypadku uważać za prawidłową.



Ryc. 22.

Podobnie jak definicji (171) nie można również uważać za prawidłowe w ogólnym wypadku tych definicji mocy pozornej dla układów wielofazowych niesinusoidalnych, które powstały przez uogólnienie definicji (171), a więc np. definicji podanych przez Budeanu, Quade'go i Emde'go.

b) *Moc pozorna według definicji F. Buchholza.*

Moc ta określona została jako maksymalna moc czynna, jaką można uzyskać w układzie  $m$ -przewodowym przy danych przebiegach czasowych napięć między przewodami oraz przy danej sumie kwadratów skutecznych wartości prądów *wszystkich*  $m$  przewodów.

Moc pozorna Buchholza określona powyższą definicją wyraża się dla układu  $m$ -przewodowego wzorem:

$$P_a'' = \sqrt{\frac{1}{m} \left( \sum_{k>i=1}^{i,k=n} U_{ik}^2 \right) \cdot \left( \sum_{i=1}^{i=m} I_i^2 \right)}. \quad (172)$$

We wzorze tym oznacza  $U_{ik}$  skuteczną wartość napięcia między przewodami (złączami)  $i$  i  $k$ , zaś  $I_i$  skuteczną wartość prądu w przewodzie  $i$ .

Definicja (172) ma obowiązywać zarówno dla układów sinusoidalnych, jak i dla układów o przebiegach odkształconych.

Dla układów wielofazowych skojarzonych bez złącza zerowego prowadzi wzór (172) do wyników, zupełnie identycznych z uzyskanymi przez zastosowanie nowej definicji mocy pozornej (112) wzgl. wynikającego z tej definicji wzoru (117). Ze względu na to, iż dla układów takich ilość faz  $n$  jest równa ilości przewodów zasilających  $m$ , a napięcia zasadnicze  $U_i$  tych układów mierzone są od sztucznego złącza zerowego w sposób przedstawiony na ryc. 4, zachodzą bowiem dla takich układów następujące łatwe do sprawdzenia zależności:

$$\sum_{i=1}^{i=m} I_i^2 = \sum_{i=1}^{i=n} I_i^2$$

oraz

$$\frac{1}{m} \sum_{k>i=1}^{i,k=m} U_{ik}^2 = \sum_{i=1}^{i=n} U_i^2.$$

Dla układów ze złączem zerowym są natomiast wyniki, uzyskane z wzoru Buchholza na ogół *różne* od wyników, do których prowadzi nowy wzór (112). Dla układów ze zerem wyrażenie  $\sum_{i=1}^{i=m} I_i^2$  składa się bowiem nie z  $n$ , ale

z  $m = n + 1$  członów i zawiera obok kwadratów  $n$  prądów zasadniczych  $I_1, I_2 \dots I_n$  również kwadrat prądu w złączu zerowym, zaś wyrażenie  $\frac{1}{m} \sum_{k>i=1}^{i,k=m} U_{ik}^2$  jest na ogół *różne* od sumy kwadratów  $n$  napięć zasadniczych  $U_1, U_2 \dots U_n$ , mierzonych od (rzeczywistego, a nie sztucznego) złącza zerowego 0.

*Moc  $P_a''$  określona wzorem Buchholza (172) można zatem uważać za ściśle miarodajną dla wielkości zasilającego generatora wielofazowego potrzebnych do zasilania jedynie dla układów wielofazowych bez złącza (przewodu) zerowego.*

Dla układów z przewodem zerowym natomiast jest traktowanie mocy Buchholza  $P_a''$  jako miarodajnej dla wielkości zasilającego generatora wielofazowego na ogół niemożliwe.

Dla równomiernie obciążonego układu 2-fazowego skojarzonego (3-przewodowego) o napięciach skutecznych faz równych  $U_f$  i o skutecznych prądach fazowych  $I_f$  wypada bowiem n. p. w myśl (172):

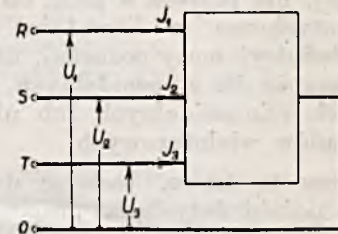
$$P_a'' = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{U_f^2 + U_f^2 + (\sqrt{2} \cdot U_f)^2} \cdot \sqrt{I_f^2 + I_f^2 + (\sqrt{2} \cdot I_f)^2} = \frac{4}{\sqrt{3}} \cdot U_f \cdot I_f = 2 \cdot 32 \cdot U_f \cdot I_f.$$

Moc pozorna, charakteryzująca wielkość generatora zasilającego powinna natomiast wynosić dla tego wypadku, jak łatwo można zauważyć,  $P_a = 2 \cdot U_f \cdot I_f$  <sup>33)</sup>.

## 7. Przykłady liczbowe zastosowania nowej teorii mocy układów wielofazowych.

a) *Nierównomiernie obciążony układ 3-fazowy.*

Dany jest 3-fazowy układ z przewodem zerowym, przedstawiony na ryc. 23.



Ryc. 23.

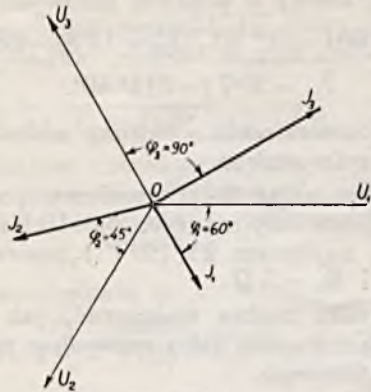
Symboliczne wartości napięć i prądów zasadniczych tego układu są:

<sup>33)</sup> W zestawieniu definicji mocy, podanym przez Niemiecki Komitet dla Jednostek i Definicji (AEF) E. T. Z. 1937, str. 257 podana jest błędnie jako definicja Buchholza dla układów trójfazowych relacja  $P_a''' = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2} \cdot \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + I_3^2}$ , która ustalona została właściwie przez W. Quade'go [Arch. f. El. 28 (1934) str. 798]. Definicja ta również nie może być uważana za prawidłową. Prowadzi ona bowiem w cytowanym tu przykładzie, t. zn. dla równomiernie obciążonego układu 2-fazowego do wartości  $P_a''' = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot 2 U_f I_f = 1 \cdot 63 U_f I_f$ .

$$\hat{U}_1 = 100 V, \hat{U}_2 = 100 / -120^\circ V, \hat{U}_3 = 100 / -240^\circ V$$

$$\hat{I}_1 = 10 / -60^\circ A, \hat{I}_2 = 15 / -165^\circ A, \hat{I}_3 = 20 / -330^\circ A.$$

Promienie tych napięć i prądów uwidocznione są na ryc. 24.



Ryc. 24.

Wektory zespolone napięć i prądów danego układu są [w myśl relacji (50) i (51)] określone wzorami:

$$\hat{U} = 100 e_1 + 100 / -120^\circ e_2 + 100 / -240^\circ e_3$$

$$\hat{I} = 10 / -60^\circ e_1 + 15 / -165^\circ e_2 + 20 / -330^\circ e_3.$$

Wartości zespolone napięć i prądów są zatem [według wzorów (52) i (53)]:

$$U = \sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = 173.2 V$$

$$I = \sqrt{10^2 + 15^2 + 20^2} = 26.9 A.$$

Wzory (112), (114), (115), (120), (121) oraz (125) prowadzą dla danego układu do następujących wartości poszczególnych rodzajów nowo zdefiniowanych mocy:

**Moc pozorną** [według wzoru (112)]:

$$P_a = U \cdot I = 173.2 \cdot 26.9 = 4660 VA.$$

**Moc skalarowa** [według wzoru (114)]:

$$P_s = \hat{U} \cdot \hat{I} = (100 e_1 + 100 / -120^\circ e_2 + 100 / -240^\circ e_3) \cdot (10 / -60^\circ e_1 + 15 / -165^\circ e_2 + 20 / -330^\circ e_3) =$$

$$100 \cdot (10 / 60^\circ) + (100 / -120^\circ) \cdot (15 / 165^\circ) + (100 / -240^\circ) \cdot (20 / 330^\circ) =$$

$$1000 / 60^\circ + 1500 / 45^\circ + 2000 / 90^\circ = 1560 + j 3926 = 4230 / 68^\circ 20'.$$

Bezwzględna wartość tej mocy wynosi więc:

$$P_s = 4230 VA s^{34}.$$

**Moc wektorowa** [według wzoru (115)]:

$$\hat{P}_v = \hat{U} \times \hat{I} = (100 e_1 + 100 / -120^\circ e_2 + 100 / -240^\circ e_3) \times (10 / -60^\circ e_1 + 15 / -165^\circ e_2 + 20 / -330^\circ e_3) =$$

$$[100 \cdot (15 / -165^\circ) - (100 / -120^\circ) \cdot (10 / -60^\circ)] e_1 \times e_2 + [100 \cdot (20 / -330^\circ) - (100 / -240^\circ) \cdot (10 / -60^\circ)] e_1 \times e_3 +$$

$$[(100 / -120^\circ) \cdot (20 / -330^\circ) - (100 / -240^\circ) \cdot (15 / -165^\circ)] e_2 \times e_3 =$$

$$= (-448 - j 388) e_1 \times e_2 + (1230 + j 134) e_1 \times e_3 + (-1060 - j 940) e_2 \times e_3.$$

Bezwzględna wartość tej mocy wynosi:

$$P_v = \sqrt{(448^2 + 388^2) + (1230^2 + 134^2) + (1060^2 + 940^2)} = 1970 VA v^{34}.$$

**Moc czynna** [równa według (120) części rzeczywistej wartości  $\hat{P}_s$ ]:

$$P_w = 1560 W.$$

**Moc reaktywna** [równa według (121) części urojonej wartości  $\hat{P}_s$ ]:

$$P_r = 3926 VAR^{34}.$$

**Moc bierna** [według wzoru (125)]:

$$P_b = \sqrt{3926^2 + 1970^2} = 4395 VA b^{34}.$$

W myśl wzorów (141), (143) i (145) otrzymujemy dla badanego układu trójfazowego następujące kąty charakterystyczne:

**Kąt rozchylenia**  $\psi$ :

$$\cos \psi = \frac{P_s}{P_a} = \frac{4230}{4660} = 0.907 \quad \psi = 25^\circ;$$

**Kąt fazowy**  $\varphi$ :

$$\cos \varphi = \frac{P_w}{P_s} = \frac{1560}{4230} = 0.369 \quad \varphi = 68^\circ 20';$$

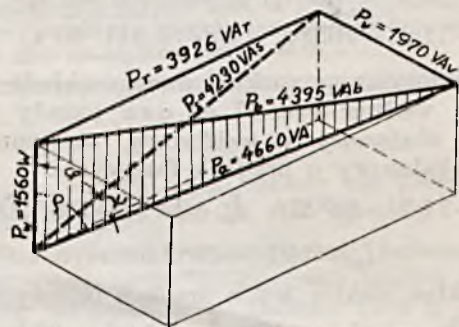
**Kąt roztawu**  $\rho$ :

$$\cos \rho = \frac{P_w}{P_a} = \frac{1560}{4660} = 0.335 \quad \rho = 70^\circ 30'.$$

Spółczynnik mocy danego układu, jest w myśl wzoru (146):

$$\lambda = \cos \rho = 0.335.$$

Dla układu 3-fazowego omawianego w niniejszym przykładzie, otrzymujemy ezworoscian mocy, przedstawiony aksonometrycznie na ryc. 25.



Ryc. 25.

Rozkład danego układu na połączone równolegle<sup>35)</sup>, układy częściowe prowadzi do wyników następujących:

**Wektor zespolony prądów układu częściowego skalarowego „S”** [według wzoru (159)]:

<sup>34)</sup> Jednostki dla nowo wprowadzonych pojęć mocy oznaczam symbolem VA uzupełnionym tą samą literą, która użyta jest jako indeks przy literze P dla danego rodzaju mocy. Jednostkami mocy  $P_s$ ,  $P_w$ ,  $P_r$  i  $P_b$  są więc VAs, VAv, VAR i VAb. Jedynie jednostki mocy czynnej  $P_w$  i mocy pozornej  $P_a$  zachowują dotychczasowe oznaczenia (W i VA).

<sup>35)</sup> Ograniczam się tu do podania jedynie rozkładu na układy częściowe równoległe, pomijając mniej ważny praktycznie rozkład na układy częściowe szeregowo.

$$\begin{aligned} \hat{S}_s &= \hat{U} \frac{\hat{P}_s}{U^2} = (100 \epsilon_1 + 100 / -120^\circ \epsilon_2 + \\ &+ 100 / -240^\circ \epsilon_3) \cdot \frac{1560 - j 3926}{30000} = \\ &= 14.1 / -68^\circ 20' \epsilon_1 + 14.1 / -188^\circ 20' \epsilon_2 + \\ &+ 14.1 / -308^\circ 20' \epsilon_3. \end{aligned}$$

Wektor zespolony prądów układu częściowego wektorowego  ${}_n V^u$  [według wzoru (160)]:

$$\begin{aligned} \hat{S}_v &= \hat{S} - \hat{S}_s = (10 / -60^\circ \epsilon_1 + 15 / -165^\circ \epsilon_2 + \\ &+ 20 / -330^\circ \epsilon_3) - (14.1 / -68^\circ 20' \epsilon_1 + \\ &+ 14.1 / -188^\circ 20' \epsilon_2 + 14.1 / -308^\circ 20' \epsilon_3) = \\ &= 4.45 / -92^\circ 40' \epsilon_1 + 5.96 / -95^\circ \epsilon_2 + 8.62 / -7^\circ \epsilon_3. \end{aligned}$$

Wektor zespolony prądów układu częściowego czynnego  ${}_n W^u$  [według wzoru (164)]:

$$\begin{aligned} \hat{S} &= \hat{U} \frac{P_w}{U^2} (100 \epsilon_1 + 100 / -120^\circ \epsilon_2 + \\ &+ 100 / -240^\circ \epsilon_3) \cdot \frac{1560}{30000} = 5.2 \epsilon_1 + \\ &+ 5.2 / -120^\circ \epsilon_2 + 5.2 / -240^\circ \epsilon_3. \end{aligned}$$

Wektor zespolony prądów układu częściowego reaktywnego  ${}_n R^u$  [według wzoru (165)]:

$$\begin{aligned} \hat{S}_r &= \hat{U} \frac{-j P_r}{U^2} = (100 \epsilon_1 + 100 / -120^\circ \epsilon_2 + \\ &+ 100 / -240^\circ \epsilon_3) \cdot \frac{-j 3926}{30000} = 13.1 / -90^\circ \epsilon_1 + \\ &+ 13.1 / -210^\circ \epsilon_2 + 13.1 / -330^\circ \epsilon_3. \end{aligned}$$

Wektor zespolony prądów układu częściowego biernego  ${}_n B^u$  [według wzoru (170)]:

$$\begin{aligned} \hat{S}_b &= \hat{S} - \hat{S}_w = (10 / -60^\circ \epsilon_1 + 15 / -165^\circ \epsilon_2 + \\ &+ 20 / -330^\circ \epsilon_3) - (5.2 \epsilon_1 + 5.2 / -120^\circ \epsilon_2 + \\ &+ 5.2 / -240^\circ \epsilon_3) = 8.66 / -91^\circ 20' \epsilon_1 + \\ &+ 11.9 / -183^\circ \epsilon_2 + 20.7 / -344^\circ 40' \epsilon_3. \end{aligned}$$

Uskuteczniając rozkład danego układu 3-fazowego według ryc. 17 na dwa układy częściowe: *skalarowy* i *wektorowy*, otrzymujemy układ skalarowy o prądach fazowych:

$$\begin{aligned} \hat{I}_{1s} &= 14.1 / -68^\circ 20', \quad \hat{I}_{2s} = 14.1 / -188^\circ 20', \\ \hat{I}_{3s} &= 14.1 / -308^\circ 20' \end{aligned}$$

oraz układ wektorowy o prądach fazowych:

$$\begin{aligned} \hat{I}_{1v} &= 4.45 / 92^\circ 40', \quad \hat{I}_{2v} = 5.96 / -95^\circ, \\ \hat{I}_{3v} &= 8.65 / -7^\circ. \end{aligned}$$

Uskuteczniając rozkład danego układu według ryc. 19 na trzy układy częściowe: *czynny*, *reaktywny* i *wektorowy*, otrzymujemy układ czynny o prądach fazowych:

$$\begin{aligned} \hat{I}_{1w} &= 5.2, \quad \hat{I}_{2w} = 5.2 / -120^\circ, \quad \hat{I}_{3w} = 5.2 / -240^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{I}_{1r} &= 13.1 / -90^\circ, \quad \hat{I}_{2r} = 13.1 / -210^\circ, \\ \hat{I}_{3r} &= 13.1 / -330^\circ \end{aligned}$$

oraz układ wektorowy o prądach fazowych:

$$\begin{aligned} \hat{I}_{1v} &= 4.45 / 92^\circ 40', \quad \hat{I}_{2v} = 5.96 / -95^\circ, \\ \hat{I}_{3v} &= 8.65 / -7^\circ. \end{aligned}$$

Uskuteczniając wreszcie rozkład danego układu według ryc. 21 na dwa układy częściowe: *czynny* i *bierny* otrzymujemy układ czynny o prądach fazowych:

$$\hat{I}_{1w} = 5.2, \quad \hat{I}_{2w} = 5.2 / -120^\circ, \quad \hat{I}_{3w} = 5.2 / -240^\circ$$

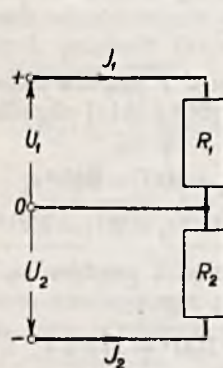
oraz układ bierny o prądach fazowych:

$$\begin{aligned} \hat{I}_{1b} &= 8.66 / -91^\circ 20', \quad \hat{I}_{2b} = 11.9 / -183^\circ, \\ \hat{I}_{3b} &= 20.7 / -344^\circ 40'. \end{aligned}$$

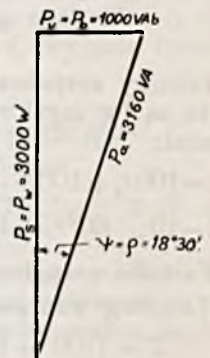
b) *Nierównomiernie obciążony układ 3-przewodowy prądu stałego.*

Dany jest układ 3-przewodowy prądu stałego, przedstawiony na ryc. 26. Układ ten zasilany jest napięciem  $2 \times 100 V$  i posiada opory  $R_1 = 10 \Omega$  i  $R_2 = 5 \Omega$ .

Układ taki można traktować, jak już poprzednio zaznaczono, jako *szczególny przypadek układu 2-fazowego.*



Ryc. 26.



Ryc. 27.

Przy założeniu kierunkowości jak na ryc. 26 posiadają napięcia i prądy zasadnicze tego układu wartości:

$$U_1 = 100 V, \quad U_2 = -100 V$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = 10 A, \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} = -20 A$$

Wektory zespolone napięć i prądów danego układu są zatem [w myśl relacji ogólnych (50) i (51)] określone wzorami:

$$\begin{aligned} \hat{U} &= 100 \epsilon_1 - 100 \epsilon_2 \\ \hat{S} &= 10 \epsilon_1 - 20 \epsilon_2. \end{aligned}$$

Wektory te są *dwuwymiarowymi wektorami rzeczywistymi* (nie symbolicznymi).

Wartości zespolone napięć i prądów badanego układu są, w myśl wzorów (52) i (53):

$$U = \sqrt{100^2 + 100^2} = 141.4 V$$

$$I = \sqrt{10^2 + 20^2} = 22.5 A.$$

Obliczając dla danego układu poszczególne rodzaje mocy otrzymujemy następujące wyniki:

*Moc pozorna* [według wzoru (112)]:

$$P_a = U I = 141.4 \cdot 22.5 = 3160 VA.$$

*Moc skalarowa* [według wzoru (114)]:

$$\begin{aligned} P_s &= \hat{U} \cdot \hat{S} = (100 \epsilon_1 - 100 \epsilon_2) \cdot (10 \epsilon_1 - 20 \epsilon_2) = \\ &= 100 \cdot 10 + (-100) \cdot (-20) = 3000. \end{aligned}$$

Bez względu na moc skalarowa jest w tym wypadku wprost równa *mocy czynnej* i wynosi:

$$P_s = P_w = 3000 W.$$

Moc reaktywna jest natomiast dla badanego układu równa zeru.

Moc wektorowa [według wzoru (115)]:

$$P_v = 11 \times \mathfrak{S} = (100 \epsilon_1 - 100 \epsilon_2) \times (10 \epsilon_1 - 20 \epsilon_2) = = [100 \cdot (-20) - (-100) \cdot 10] \epsilon_1 \times \epsilon_2 = -1000 \epsilon_1 \times \epsilon_2.$$

Bezwzględna wartość tej mocy jest w danym wypadku równa wprost mocy biernej i wynosi:

$$P_v = P_b = 1000 \text{ VA b.}$$

Dla kątów charakterystycznych i dla współczynnika mocy otrzymujemy na podstawie wzorów (141), (143), (145) i (146) wartości następujące:

Kąt rozchylenia  $\psi$ :

$$\cos \psi = \frac{P_s}{P_a} = \frac{3000}{3160} = 0.949 \quad \psi = 18^\circ 30'$$

Kąt fazowy  $\varphi$ :

$$\cos \varphi = \frac{P_w}{P_s} = \frac{3000}{3000} = 1 \quad \varphi = 0$$

Kąt rozstawu  $\rho$ :

$$\cos \rho = \frac{P_w}{P_a} = \frac{3000}{3160} = 0.949 \quad \rho = 18^\circ 30'$$

Spółczynnik mocy  $\lambda$ :

$$\lambda = \cos \rho = 0.949.$$

Czworościan mocy redukuje się w rozważanym obecnie wypadku do trójkąta, przedstawionego na ryc. 27.

Rozkład danego układu na połączone równoległe układy częściowe, przeprowadzony przy użyciu wzorów podanych w ustępie 5 niniejszego rozdziału, prowadzi do następujących wyników:

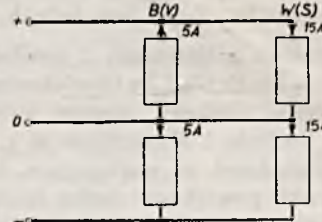
*Wektor zespolony prądów układu częściowego czynnego (identycznego z układem częściowym skalarowym):*

$$\mathfrak{S}_w = 11 \frac{P_w}{U^2} = (100 \epsilon_1 - 100 \epsilon_2) \frac{3000}{20000} = 15 \epsilon_1 - 15 \epsilon_2.$$

*Wektor zespolony prądów układu częściowego biernego (identycznego z układem częściowym wektorowym):*

$$\mathfrak{S}_b = \mathfrak{S} - \mathfrak{S}_w = (10 \epsilon_1 - 20 \epsilon_2) - (15 \epsilon_1 - 15 \epsilon_2) = = -5 \epsilon_1 - 5 \epsilon_2.$$

Przeprowadzając rozkład danego układu (podanego na ryc. 26) na połączone równoległe układy częściowe, otrzymujemy układ przedstawiony na ryc. 28.



Ryc. 28.

Układ czynny (skalarowy) pobiera zatem w obu połowach sieci po 15 A, zaś układ bierny (wektorowy) dostarcza w połowie pierwszej (przewody „+“ i „0<sup>a</sup>“) 5 A, pobierając ten sam prąd 5 A z połowy drugiej (przewody „0<sup>a</sup>“ i „-“).

Przykład powyższy ilustruje znamieny fakt, iż nowe definicje mocy prowadzą również dla wieloprzewodowych układów prądu stałego do mocy pozornej  $P_a$  większej od mocy czynnej  $P_w$ , oraz iż również w takich układach możliwy jest rozkład na układy częściowe czynne i bierne <sup>36)</sup>.

(Dok. nast.).

<sup>36)</sup> Rozkład na układy częściowe układów prądu stałego różni się od rozkładu układów wielofazowych sinusoidalnych jedynie tym, iż przy rozkładzie układów prądu stałego nie istnieją układy częściowe reaktywne (gdyż moc reaktywna jest  $P_r = 0$ ).

## Przegląd czasopism

### Żelbet

**Porównawcze doświadczenia z belkami uzbrojonymi stalą okrągłą i stalą Griffła** (Vergleichsversuche mit Rundeisen- u. Griffelstahl — bewehrten Eisenbetonbalken). Taki jest napis rozprawki Henryka Griffła w „Beton u. Eisen“ (1938, zes. 10). Jest to dalsza seria doświadczeń rozpoczętych w r. 1936. Badano w doświadczalni Politechniki Warszawskiej 12 belek żelbetowych, z tych 6 uzbrojonych zwykłą stalą a drugie 6 identycznie wykonanych uzbrojonych stalą Griffła o przekroju odpowiednio zmniejszonym. Granica ciastowatości stali Griffła wynosiła 4200 kg/cm<sup>2</sup>, zwykłej stali 2670 kg/cm<sup>2</sup>. Ciężary łamiące były większe przy stali Griffła i dla tak stali Griffła: 20·320 i 21·700 t, dla stali okrągłej 18·983 i 18·600 t, więc stosunek wytrzymałości belek 1·07, przy mniejszej wytrzymałości betonu 1·17. Ugięcie było jednak dla stali Griffła przy 1·5 razy większym naprężeniu, niż dopuszczalne przy belkach wzmocnionych stalą okrągłą 1·6 razy, stalą Griffła 2·2 razy większe od obliczonego. Mniejsze ugięcia wykazują belki wzmocnione

obustronnie. Te belki okazały też liczniejsze ale cienkie pęknięcia, niż dla stali okrągłej.

**Stal wyborową w konstrukcji żelbetu** omawia Dr A. Chmielowiec na kongresie mostów i budownictwa żelbetowego w Berlinie 1936 r. Przekrój wkładki stalowej ze stali wyborowej jest mniejszy niż ze stali zwykłej. Aby wskutek tego przyczepność się nie zmniejszyła, zastosowuje Griffel przekrój kołowy z obu stron wycięty. Autor proponuje zamiast tego przekrój trójkątny wkładki, który posiada większy moment bezwładności niż dla stali Griffła, więc wkładka jest sztywniejszą. Za to przekrój jest wyższy, więc potrzeba nieco więcej betonu.

**Nowoczesne konstrukcje stalowe w hangarach lotniczych i ich koszt** omawia docent Dr T. Kluz w „Inżynierii i Budownictwie“ (1938, nr 5). Bardzo ciekawa rozprawka rozpoczyna się obliczeniem kosztów hangarów składających się z szeregu wieżarów kratowych, opierających się na słupach ściany tylnej i kratownicy nadbramowej. Ponieważ jednak pokrycie dachowe nie tylko nie pełni roli konstrukcji

nośnej, ale ją znacznie obciąża, więc dla zmniejszenia kosztów w najnowszych czasach budują pokrycie dachowe, które równocześnie jest zeskładem nośnym. W tym celu używa się blachy cienkiej o podwójnej odwrotnej krzywiznie. Główną jednak wadą tego ustroju jest niemal zupełny brak ochrony cieplnej dachu. Dlatego u nas dla hangarów stałych ustrój ten nie jest używany. Zamiast blachy cienkiej lepiej użyć elementów blaszanych, wykształconych we formie skrzynek z cienkich blach stalowych. Skrzynki te mogą być albo prostokątne albo też rurowe, które zamykają w sobie powietrze, zły przewodnik ciepła. Ustroje te wymagają znacznie mniej stali, cena jednostkowo jej jest jednak większa.

**Doświadczenia z ijówkami z nakładkami spawanymi** opisują Dr Bryła i Dr Chmielowiec w sprawozdaniu Kongresu budowy mostów i budownictwa żelaznego w Berlinie i Monachium w r. 1936. Wyniki tych doświadczeń są następujące. Dodanie nakładki do ijówki powiększa ciężar łamiący, usztywnienie ścianki powiększa nośność. Lepszy wynik daje grubsza nakładka, niż dwie cieńsze.

*Dr M. Thullie.*

## Koleje

**Przysycenie kolejami.** Inż. P. Kandurow w „Génie Civil“ (I CXIII, 11 do 13/1938) podnosi, że koleje Europy zachodniej już z końcem ostatniego stulecia osiągnęły prawie całkowity swój rozwój co do długości sieci. Ostatnio gęstość dróg żelaznych na zachodzie Europy wynosi 12 *km* na 100 *km*<sup>2</sup>, a 10,5 *km* na 10.000 mieszkańców. Koleje Francji, Belgii, Szwajcarii, Niemiec i Italii, obejmujące razem 120.730 *km* od czasów wojny światowej prawie nie wskazują rozwoju sieci, chociaż na nich wzmożł się ruch towarowy i osobowy, ale za tym idzie i wzrost wydatków. Anglia stanowi w sobie zamknięty, także pod tym względem wyczerpany kompleks, a o państwach, powstałych po wojnie światowej nie można mówić, gdyż one dopiero się rozbudowują. Wiele z istniejących na Zachodzie kolei jest deficytowych, albo wykazuje skłonności deficytowe. Przyczynia się niezaprzeczenie do tego wzrost ruchu samochodowego. Ostatnio Francja („Revue Générale d. chem. d. fer“ II 6/1938) zaprowadza na 9500 *km* swoich, słabo frekwentowanych liniach kolejowych, całkowite, a na 5000 *km* częściowe zniesienie ruchu osobowego, zastępując go autobusami i liczy, że na tym oszczędzi jedną trzecią miliarda franków rocznie.

Często czytamy o zamykaniu ruchu na pojedynczych liniach kolejowych Stanów Zjednoczonych A. Półn. W Kanadzie konkurują ze sobą koleje prywatne i rządowe. Wedle orzeczenia znawców, jak podaje „Bulletin de l'Union intern. d. chem. d. f.“ (9/1938) na ich sieć, liczącą razem 65.758 *km*, po zlanie się zarządów obu tych kolei w jeden, możnaby uśmiercić 8000 *km*.

Wskazuje to, że w niektórych państwach istnieje nadmiar, zatem przysycenie kolejami. Samochodu nie należy w tych krajach uważać jako ich przeciwnika, ale raczej pomocnika.

**Projekt magistrali kolejowej w Eurarii z Tokio do Berlina** lansowany jest z Japonii. Tokijski korespondent pisma „Observer“ donosi, że inspektor japońskich kolei Takakas-Yumoto przedłożył swemu rządowi projekt budowy, względnie uruchomienia najdłuższej kolei świata, któraby łączyła Tokio

z Berlinem. Kolej ta szłaby do Kaszgaru, w zachodnim Turkestanie, następnie przez północny Afganistan do Bagdadu, a stąd wreszcie istniejącymi liniami, lub wybudować się mającymi, przez Konstantynopol do Berlina. Długość tej magistrali wynosiłaby 12.800 *km*. *Inż. A. W. Krüger.*

## Lotnictwo

**Lotniska.** Wedle głosów piśmiennictwa lotniczego Niemiec, lotnictwo bez dostatecznie gęstej sieci lotnisk jest w czasie wojny powolniejsze od piechoty. Wedle danych z końca r. 1938 Anglia posiada 213 lotnisk, zatem wypada tam jedno lotnisko na 1100 *km*<sup>2</sup>, 220.000 mieszkańców i 9 samolotów. Anglia posiada 1800 samolotów pierwszej linii. Francja ma 333 lotnisk, zatem wypada tam jedno lotnisko na 1650 *km*<sup>2</sup>, 120.000 mieszkańców i na 7 samolotów, jest ich razem 2000. Niemcy mają 300 lotnisk, jedno wypada na 1800 *km*<sup>2</sup>, 255.000 mieszkańców i 9 samolotów. Niemcy posiadają 2800 samolotów pierwszej linii. Italia ma 90 lotnisk, jedno przypada na 3400 *km*<sup>2</sup>, 490.000 mieszkańców i 26 samolotów. Italia posiada 2200 samolotów pierwszej linii. Stany Zjednoczone posiadały w grudniu 1938 r. 10.000 samolotów cywilnych i 3000 wojskowych, a lotnisk 2374. Na 5 1/2 samolotów cywilnych, 1 1/2 wojskowych i 53.000 mieszkańców przypada tam jedno lotnisko.

Promień lotniska, waha się w granicach od kilkudziesięciu do kilkuset *m*, zależy to od typów samolotów. Ciężkie samoloty potrzebują betonowych „wybiegów“ i muszą być oddalone od środka miasta i wielkich budowli, dla samolotów myśliwskich, wywiadowczych i sportowych wystarczą mniej rozległe pola wlotów („Il. Kurjer Codz.“ 65/1939).

*Inż. A. W. Krüger.*

## Samochody

**Problem syntetycznej benzyny** nie jest jeszcze ekonomicznie rozwiązany. Całkowite światowe zapasy ropy naftowej mogą wystarczyć zaledwie na 70 do 80 lat. Wprawdzie ostatnie wiadomości podają, że w Chinach zachodnich odkryto pokłady ropy, które starczą dla całej Ziemi na 30 lat, ale to nie rozwiązuje problemu. Zapasy węgla kamiennego i brunatnego są znacznie bogatsze i wedle zgodnej oceny wystarczą jeszcze na wiele stuleci. Idea upłynnienia węgla powstała w Niemczech przed kilkunastu laty, nazwano to uszlachetnieniem węgla, czego najpowszechniejszym typem jest uzyskanie z węgla gazu świetlnego i smoły, co jednak w motoryzacji znalazło ograniczone zastosowanie. Tak węgiel kamienny i brunatny, jak i ropa naftowa są mieszaninami węglowodorów, a tylko w hierarchii klasyfikacyjnej są różne wskutek mniejszej, lub większej zawartości wodoru. Węglowodory płynne, jak benzyna lub nafta, posiadają wysoki procent związanego wodoru. Dla chemika przedstawiała się rzecz z teoretycznego punktu widzenia dość prosto. Z praktycznej jednak strony uzyskanie techniczną drogą z węgla benzyny nie może wytrzymać próby życia pod względem gospodarczym i dlatego zaniechano w Niemczech tej produkcji.

Obecnie po kilku latach powrócono do tej produkcji przy wielkiej pomocy państwowej i pokrywa ona 1/3 zapotrzebowania ogólnego; niezalezono jednak nowych dróg produkcji. Różne okoliczności

przemawiają raczej za tym, że takie rozwiązanie zaistniało tylko dzięki specyficznej strukturze gospodarczej Niemiec. Dla przeważnej reszty normalnego świata gospodarczego problem ekonomicznej produkcji benzyny syntetycznej jest jeszcze otwarty. Tak teoretycy chemicy, jak i technicy praktycy posiadają tu otwarte pole do działania („Kurjer turyst. i komunikacyjny“ 6/1939). *Inż. A. IV. Krüger.*

## Recenzje i krytyki

**Inż. Jerzy Nechay:** „Przegląd wyrobów betonowych“. Krótki opis wykonania około 1500 wyrobów betonowych ułożony wg klasyfikacji dziesiętnej. Nakładem Związku Polskich Fabryk Cementu. Warszawa 1939.

Książka ta obejmuje, jak to zapowiada jej tytuł, w zwięzłej formie podany, bogato ilustrowany, przegląd prawie że wszystkich wyrobów betonowych, mogących być przedmiotem produkcji każdej betoniarni. Ścisłe usystematyzowany wg grup, spis ten nie nasuwa żadnych trudności w odszukaniu każdego wyrobu. Grupy wyrobów są następujące:

1. Budynki mieszkaniowe. 2. Budownictwo przemysłowe. 3. Budownictwo podziemne i wodne. 4. Drogi. 5. Kolejnictwo. 6. Ogrodnictwo. 7. Gospodarstwo domowe. 8. Beton szlachetny. 9. Kult religijny i rzeźba.

Każdy wyrób jest krótko opisany i bogato ilustrowany. Książka ta uwzględnia najnowsze zdobycze w tej dziedzinie i jest niezbędnym podręcznikiem nie tylko dla wytwórcy, ale i dobrym doradcą dla zainteresowanego przedsiębiorcy w dziedzinie publicznych robót inżynierskich i ogrodniczych oraz dla każdego rolnika, czy też właściciela choćby najdrobniejszej posiadłości, pragnącego widzieć swą siedzibę praktycznie i estetycznie utrzymaną.

**Inż. Władysław Tryliński:** „Nawierzchnia z płyt betonowych sześciokątnych“ (patent polski Nr 18323). Wydanie II. Nakładem Związku Polskich Fabryk Cementu. Warszawa 1939.

Płyty sześciokątne wg patentu inż. Trylińskiego obchodzą swój pięcioletni jubileusz próby życia. Skłoniło to autora do przygotowania II wydania tej popularnej broszury, uzupełnionego wynikami doświadczeń. Broszura ta opisuje wszystkie czynności związane z produkcją płyt i budową z nich nawierzchni, sprawdzone doświadczeniem, stanowi więc gotowy materiał i będzie niewątpliwie wielkim ułatwieniem w pracy dla budującego.

**Inż. Ludomir Suwalski:** „Beton wibrowany“, str. 96, ryc. 36, tablic 17, format PN/A<sub>5</sub>, nakł. Związku Polskich Fabryk Cementu, Warszawa 1939, cena 1 zł.

Publikacja stanowi odbitkę obszernie uzupełnioną pracy drukowanej w kilku kolejnych zeszytach czasopisma „Cement“ (Nr 9, 10, 11, 12 — 1938).

Treść książki dzieli się na następujące działy:

I. Podstawy teoretyczne. W rozdziale tym autor ujmuje płynne dotąd poglądy teoretyczne na istotę przebiegu wibracji w betonach, na podstawie licznych, obszernie omówionych w następnych rozdziałach, prac doświadczalnych oraz własnej koncepcji działania oporów podczas wibracji.

II. Dotychczasowe wyniki badań obejmują analizę wyników wszelkich publikowanych dotąd prac laboratoryjnych i doświadczeń przeprowadzanych na budowach. Źródła, z których autor korzystał, obejmują przeszło 50 poważniejszych pozycji bibliograficznych wymienionych w osobnym spisie oraz wielką ilość drobniejszych wspomnianych w 43 dopiskach. Autor oparł się nie tylko na pracach zagranicznych, ale również i na skromnym jak dotychczas dorobku polskim w tej dziedzinie oraz na własnych doświadczeniach z praktyki konstrukcyjnej.

III. Wnioski ogólne streszczone lakonicznie w szeregu punktów przedstawiają się następująco:

1. W warunkach praktycznych osiąga się wytrzymałości 28-dniowe wyższe od wytrzymałości zwykłych betonów o 25—50%.

2. Zmniejsza się ilość energii włożonej w uformowanie betonu w porównaniu z betonem ubijanym.

3. Można ułożyć beton nawet w takich warunkach, w jakich inne sposoby zawodzą (bardzo gęste uzbrojenie, skomplikowane kształty formy itp.).

4. Można zmniejszyć zawartość cementu do 150 kg/m<sup>3</sup>, nie powodując jeszcze gwałtownego spadku wytrzymałości.

5. Betony wykonane w różnym czasie wiążą się bardzo silnie.

6. Przyczepność betonu do żelaza wzrasta o ile w/c jest zbyt duże.

7. Beton jest mało nasiąkliwy i przesiąkliwy, a przez to odporny na wpływy zewnętrzne.

8. Beton posiada mniejszą ścieralność.

IV. Niektóre wytyczne wibrowania i wyboruibratorów. Wnioski wymienione w rozdz. III i szereg innych mniejszego znaczenia pozwoliło autorowi na podanie niektórych wytycznych wibrowania i doboru wibratorów dla wszelkich sposobów wibrowania. Jednocześnie podano w zarysie uzupełnienie do projektowania składu betonu, uwzględniając specjalne potrzeby betonu wibrowanego.

Jak z przytoczonego krótkiego streszczenia wynika, oddano do rąk techników polskich nową ceną pracę, która nie tylko wzbogaci naszą literaturę techniczną, ale odda niewątpliwie duże usługi w pchnięciu wykonawstwa i projektowania budowli żelbetowych i betonowych na nowe tory.

Praca „Beton wibrowany“ stanowi poza tym, czego przemilczeć nie można, jeden z chlubnych dowodów owocnej, pozytywnej, pełnej inicjatywy pracy naukowej młodego polskiego pokolenia naukowego, szkolonego już całkowicie w polskich uczelniach technicznych.

### „Podstawy rozwoju sieci komunikacyjnej w Polsce“.

Pod tym tytułem opracował inż. Mieczysław Łopuszyński obszerne dzieło, które ujrzało światło dzienne jako jedno z wydawnictw technicznych Ministerstwa Komunikacji. Autor omówił niewłaściwe stosowanie środków transportowych w niektórych państwach, ale w Polsce dalecy jesteśmy od przeinwestowania komunikacyjnego. Czekaj nas jeszcze w przyszłości budowa dróg wszystkich odmian. Autor analizuje nasze wszystkie środki komunikacyjne, omawia produkcję, przeprowadza szczegółowe badanie i porównanie kosztów własnych różnych środków komunikacyjnych, dając materiał do decyzji, gdy życie postawi przed nami zagadnienie wyboru tej, lub innej drogi komunikacyjnej. *Inż. A. Krüger.*

„Na wielkich szlakach kolejowych“. Jest to przystępnie napisana historia kolejnictwa przez E. Cressy'ego, w której ostatni rozdział o kolejach na ziemiach Polski opracował inż. Kozierski. Autor mówi w niej o początkach kolejnictwa, budowie pierwszych kolei w Anglii, następnie w Ameryce w Stanach Wschodnich, w Kalifornii. Następne rozdziały mówią o kolei Transsyberyjskiej, przez Kordyliery, w zatoce Meksykańskiej, w Alpach przez Montenis i św. Gotarda. Historia kolejnictwa jest dużym rozdziałem w historii cywilizacji i z tego punktu widzenia książka jest godna polecenia. Polski jej przekład S. Kozierskiej wydała księgarnia Gebethnera i Wolffa. *Inż. A. Krüger.*

## Kronika

**Rozpoczęcie lotów pasażerskich przez południowy Atlantyk.** Letni rozkład jazdy niemieckiej Hanzzy zamieszcza po raz pierwszy komunikację pasażerską na wielkich wodnopłatawcach D 26 do Brazylii. Dotychczas przewoziły aparaty Lufthanzы tylko pocztę trzy razy tygodniowo razem z wodnopłatawcami „Air France“.

**Odcinek międzynarodowej autostrady Londyn — Stambuł** na terenie Jugosławii został już wykończony. Oddano do użytku autostradę Subotica — Horgoš aż do granicy; reszta jest w budowie.

**Międzynarodowa wystawa komunikacyjna** odbędzie się od maja do października roku 1940 w Kolonii. Będzie ona rozmieszczona po obu stronach Renu na powierzchni 950.000 m<sup>2</sup>. Wiąże się z nią wzniesienie wielu różnych budowli, między nimi 2 mostów na Renie, pałacu kongresów i zjazdów itd. Wystawa obejmie następujące działy:

I. Ogólne znaczenie komunikacji w życiu narodów z działem historycznym.

II. Drogi lądowe i miejskie.

III. Drogi dojazdowe i podmiejskie.

IV. Drogi żelazne ruchu dalekobieżnego.

V. Drogi wodne wewnętrzne. Porty.

VI. Współpraca dróg lądowych, wodnych i powietrznych.

VII. Telekomunikacja. Radio.

VIII. Urządzenia socjalne, wykształcenie zawodowe, ubezpieczenia.

IX. Nauka a komunikacje, prawo komunikacyjne, komunikacja a prasa.

X. Turystyka, zjazdy, sztuka i sport.

Wymienione działy rozpadają się na 64 sekcji, sam dział IV liczy 27 sekcji. Wystawa przyczyni się w wysokim stopniu do przedstawienia we właściwym świetle znaczenia komunikacji dla kulturalnej, pokojowej współpracy narodów całego globu ziemskiego.

**XVII Zjazd polskich Inżynierów kolejowych**, połączone z obchodem 20-ej rocznicy powstania Związku P. I. K. odbędzie się w r. b. dnia 4, 5, 6 i 7 czerwca. Obrady w ciągu dwóch pierwszych dni będą się odbywały w Warszawie, następnie będą kontynuowane w Zakopanem w celu umożliwienia uczestnikom Zjazdu zapoznania się z przyłączonymi do Rzeczypospolitej terenami Jaworzyny i najnowszymi inwestycjami Zakopanego. Adres Komitetu Zjazdowego: Warszawa, Krucza 14.

**Wystawa międzynarodowa w Leodium** odbędzie się w czasie od maja do listopada 1939 r. Jest ona uwiecznieniem dziesięcioletnich prac nad budową kanału Alberta. Jest to wystawa, poświęcona drogom wodnym, ich znaczeniu w dorobku kultury świata, budowlom wodnym, technice wodnej, znaczeniu wody w przemyśle, higienie, sportach, turystyce i sztuce. Tereny wystawy zajmują przestrzeń 100 ha po obu brzegach Mozy u ujścia kanału, który łączy Leodium z Antwerpią. Budowa kanału Alberta kosztowała 2 miliardy franków.

**Rekordy szybkości.** W Buffalo podczas próbnego lotu samolotu pościgowego „Curtiss Harok” osiągnięto szybkość 920 km na godzinę. Stanowi to światowy rekord szybkości samolotów pościgowych. Dotychczasowy rekord dla samolotu wynosił 611 km, a dla hydroplanu 711 km/godz.

Samolot włoski 3-motorowy typu Saevia - Marcelli ustalił rekord światowy z ładunkiem 10 ton na trasie 2000 km. Lot trwał 6 godzin, przy czym aparat osiągnął przeciętną szybkość 331 km/godz.

Rekord szybkości samochodu przynosi 575 km na godz., motocyklu 279 km, lokomotywy 265 km, pociągu 175 km, motorówki 210 km, rowerzysty jadącego na torze za motorem 125 km/godz.

Najszybszy okręt (jeden francuski) robi 85 km/godz. Murzyn Owens przebiegł na Olimpiadzie w Berlinie 100 m w 10,2 sekundach, oznacza to przeszło 36 km/godz.

Rekord ptasi wynosi ponoś 330 km/godz. Ptaki przelotne osiągają 144 km, gołąb 70 km/godz. Koń i jeleń ustanowili rekord 130 km, zając 50 km/godz.

## Sprawy Towarzystwa

**Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. z dnia 3. IV. 1939 r.**

Obecni: Wiceprezes inż. Nosowicz, 9 członków Wydziału, przewodn. Sekcji Elektryków i przewodn. Sekcji Geodezyjnej.

Wiceprezes inż. Nosowicz oświadcza, że w związku z apelem w sprawie akcji na rzecz Obronności Kraju, zostało na dzień dzisiejszy zwołane nadzwyczajne posiedzenie Stowarzyszeń inżynierskich.

Uchwalono następującą rezolucję:

„Stowarzyszenia Inżynierskie Lwowa, reprezentujące na terenie województw południowo-wschodnich ogół inżynierów Polaków, deklaruje na nadzwyczajnym wspólnym zebraniu zarządów, odbytym w Polskim Towarzystwie Politechnicznym w dniu 3 kwietnia 1939 r., w imieniu wszystkich swych członków, całkowitą gotowość do wszelkich ofiar, krwi, wiedzy i mienia, na rzecz obronności Rzeczypospolitej, nietykalności Jej granic i niepodległości“.

Rezolucja powyższa — jako telegram — wysłana do Naczelnego Wodza Marszałka Polski Edwarda Śmigłego Rydza, została podpisana przez reprezentantów następujących Stowarzyszeń:

Polskiego Towarzystwa Politechnicznego, Izby Inżynierskiej, Związku Inżynierów Budownictwa Państwowego. Oddziałów lwowskich: Stowarzyszenia Architektów R. P., Związku Polskich Inżynierów Budowlanych, Związku Inżynierów Chemików R. P., Związku Polskich Inżynierów Kolejowych, Stow. Inżynierów Mechaników Polskich, Związku Inżynierów Miernictwa R. P.

Po uchwaleniu przez aklamację pow. rezolucji Wiceprezes inż. Nosowicz otwiera posiedzenie Wydziału Głównego komunikując, że pismem z dnia 30 marca b. r. N. O. I. nadesłało nam odpis podobnej treści telegramu wysłanego do Generalnego Inspektora Sił Zbrojnych Marszałka Polski Edwarda Śmigłego Rydza, podpisanych imieniem wszystkich Polskich Stowarzyszeń Inżynierskich.

1. Protokół z ostatniego posiedzenia z dnia 21 marca b. r. po odczytaniu przyjęto.

2. Ukonstytuowanie się Wydziału Głównego odłożono do następnego posiedzenia.

3. Sprawy bieżące:

a) Związek Polskich Inżynierów Lotniczych nadesłał swoje uwagi do projektu Statutu N. O. I.

b) Na skutek pisma Związku Polskich Inżynierów Budowlanych w sprawie odbyć się mającego w r. 1940 Kongresu Międzynarodowego Związku Mostów i Konstrukcji, uprosiliśmy p. dr Zaczka o wzięcie udziału w charakterze delegata P. T. P. w I posiedzeniu Komitetu Organizacyjnego dnia 30 marca b. r. P. dr Zaczek nadesłał nam treściwe sprawozdanie z posiedzenia tego Komitetu.

c) N. O. I. zawiadomia o posiedzeniu Rady Głównej w dniach 15—16 kwietnia w Zakopanem.

d) Delegatem P. T. P. na Walnym Zebraniu Muzeum Techniki i Przemysłu w Warszawie dnia 5 kwietnia b. r. będzie inż. Kazimierz Górski.

e) Fundusz Kultury Narodowej przekazał 2-gą ratę 500 zł z przyznanej „Czasopiśmiu Technicznemu“ subwencji w wysokości 1000 zł.

f) Ministerstwo W. R. i O. P. zwróciło się do nas z prośbą o zainteresowanie członków w sprawie pisania podręczników dla szkół zawodowych. Odpowiedni komunikat zostanie zamieszczony w „Czasopiśmie Technicznym“.

Przyjęto jednogłośnie na członka P. T. P. inż. Mariana Janusza.

Przyjęto do wiadomości sprawozdanie skarbnika za ubiegły okres czasu.

Prezes Oddziału Lwowskiego Z. P. I. B., dr Gawliński podaje do wiadomości, że Związek przekazał P. T. P. kwotę 100 zł, jako należność na r. 1939 z tytułu korzystania z lokalu Towarzystwa i opłat za tych swoich członków, którzy nie są członkami P. T. P.

Wiceprezes inż. Nosowicz wyraża imieniem Wydziału podziękowanie inż. Strożekiemu za jego pracę dla Towarzystwa w charakterze zastępcy administratora domu.

„CZASOPISMO TECHNICZNE“ WYCHODZI 10-go i 25-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

Ceny ogłoszeń jednorazowych:

1/1 str. zł. 240; 1/2 str. zł. 140

1/4 „ „ 80; 1/8 „ „ 50

1/16 „ „ 30; 1/32 „ „ 20

Ogłoszenia na miejscach specjalnie rezerwowanych o 25% drożej. Dla ogłoszeń o zafiarowaniu lub poszukiwaniu pracy opust 50%.

Adres Redakcji i Administracji:

Lwów ul. Zimorowicza l. 9.

Telefon Redakcji 226-60. Telefon

Redaktora 236-46 Konto P. K. O. 511.738.

Prenumerata w kraju: rocznie zł. 32; kwartalnie zł. 8.

Cena pojedynczego zeszytu zł. 1-60.

Przy ogłoszeniach powtarzanych udziela się następujących opustów:

2-krotnie 10% 3-krotnie 12%

4- „ 15% 6- „ 20%

10- „ 25% 12- „ 30%

18- „ 40% 24- „ 50%

Dla ogłaszających się stale, zmiana w tekstach ogłoszeń są bezpłatne.