
ROZPRAWY.

S. SOKOŁOWSKI.

Z życia drzew i lasu.

3^o Wiatr a drzewa.

(Dokończenie).

W zdobywaniu nowych siedlisk dla roślinności leśnej jest wiatr potężnym współdziałaczem. Znosi on ziarna brzoź, osik i wierzb na najnieodostępniejsze urwiska skalne i składa je w szczelinach, w których już przedtem osadziły się niesione wodą produkta zwietrzenia skały. Tam, z nasion tych gatunków rozwijać się zaczyna skromny początek flory lasu, słabo i nędznie na pozór wegetujące brzozy i iwy kruszą korzeniami swymi skałę, przyczyniając się poważnie do jej wietrzenia.

Jest rzeczą uwagi godną, że właśnie te gatunki drzew, którym w ewolucyi zbiorowisk roślinnych przypadła rola pierwszych pionierów, posiadają obok bardzo skromnych wymagań pod względem siedliska, także najłżejsze nasiona. W wędrówkach swoich nie są więc zależne od świata zwierzęcego, którego pośrednictwo jest zawsze mniej lub więcej niepewne i przypadkowe, lecz korzystają z prądów powietrza, które jako czynnik transportowy są o wiele stałsze i pewniejsze, a nadto roznoszą nasiona na większe odległości, niżby to uczynić zdołały zwierzęta.

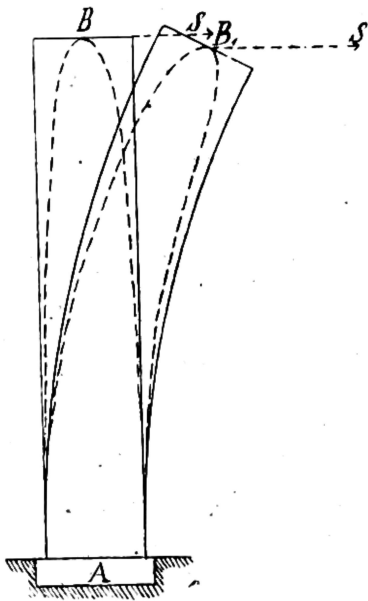
Jakkolwiek wiatr czynny jest przy zapłodnieniu kwiatów i roznoszeniu nasion, a więc przy objawach pierwszorzędnej doniosłości dla utrzymania gatunku, to przecież nie uważamy go za warunek życia drzewa. Można śmiało przypuścić, że w atmosferze zupełnie spokojnej, bezwietrznej, wszystkie objawy życia odbywałyby się u drzewa

w sposób zupełnie normalny, a sama dyfuzja gazów wystarczyłaby najzupełniej do odprowadzenia pary wodnej, gromadzącej się wskutek parowania i do uzupełnienia zużytego bezwodnika węglowego.

Wpływ jednak wiatru musi wywierać pewne skutki w samem życiu drzewa, przede wszystkim zaś, jako czynnik mechaniczny i zmiennie działający, musi wywoływać pewne modyfikacje w postaci pnia i korony, zależnie od swej siły, kierunku, ciepłoty i stopnia wilgotności.

Chcąc zrozumieć i słusznie ocenić znaczenie, jakie ma wiatr dla budowy drzewa i związek, zachodzący między wiatrem, a postacią drzewa, musimy wyjść z następującego założenia: ¹⁾

Wyobraźmy sobie słup pionowy, kształtu walca, osadzony trwale w jakikolwiek sposób na podstawie poziomej (ryc. 15), na szczycie słupa działa siła S , usiłująca go



Ryc. 15.

nagiąć ku podstawie; jeżeli siła ta działać będzie nieustannie i nie przekroczy wytrzymałości słupa, t. j. nie zdoła go złamać, to słup przejdzie z położenia pionowego AB w położenie AB_1 i w tem położeniu trwać będzie ciągle. Gdyby jednak siła działająca w szczycie stopniowo się zwiększała, to w końcu przekroczy ona może granicę wytrzymałości materiału i słup ulegnie złamaniu. Jak uczy mechanika, najmniejszy opór na złamanie przedstawia taki słup przy samej podstawie, stąd ku górze opór na złamanie wzrasta; inaczej mówiąc, niebezpieczeństwo złamania

i moment obrotu są na dole największe, a w każdym innym przekroju są tem mniejsze, im dalej od podstawy przekrój ten leży.

Jest to zasada mechaniczna ta sama, na podstawie której działanie dźwigni jest tem skuteczniejsze, im ramię jej jest dłuższe.

¹⁾ Dr. Metzger. Der Wind als massgebender Faktor für das Wachstum der Bäume. Mündener forstl. Hefte 1893, zes. 3.

Gdybyśmy więc chcieli sporządzić słup taki, któryby w każdym punkcie swej wysokości przedstawiał jednaki opór na złamanie, to należałoby nadać mu kształt, zbliżony do stożka lub paraboloidy, im wyżej bowiem się wznosimy, tem cieńszy przekrój wystarczy, aby stawić opór działającej sile. Zyskalibyśmy wówczas dużo na materiale, nie tracąc nic zgoła na wytrzymałości, owszem, przez stopniowe zmniejszenie średnicy ku górze zmniejszy się także i ciężar własny słupa, a więc zmniejszy się także jeszcze więcej niebezpieczeństwo złamania.

Nietrudno nam teraz będzie wszystko cośmy wyżej powiedzieli, zastosować do drzewa. Siłą działająca w szczycie jest wiatr, który stara się nagiąć drzewo ku ziemi. Dokładne pomiary wykazały, że pnie świerkowe zbudowane są dokładnie wedle wyżej wyłuszczonych praw mechaniki, a zwięźenie średnicy ku górze odpowiada również całkiem dokładnie zasadzie równego oporu. Im większą jest siła, usiłująca nagiąć słup o jednakim oporze ku ziemi, tem większą musi być średnica jego u dołu, tem więcej zbliżony on będzie do drzewa o strzale zbieżystej. Wiadomo jednak powszechnie, że strzały zbieżyste wyrastają u drzew wolno rosnących, u których korona jest rozległa, a więc i ciśnienie, wywarne przez wiatr znaczne.

W wysokich górach, gdzie panują wiatry o wiele silniejsze niż na równinach, jest też i kształt strzały więcej zbieżysty, bo wymaga tego koniecznie zabezpieczenie drzewa przeciwko złamaniu.

Zapytajmy jednak jakim celom odpowiada to ściśle stosowanie się do praw mechaniki i czy stoi ono w jakimkolwiek związku z innymi objawami życia drzewa?

Jak każdy żyjący organizm, tak samo i drzewo dąży do jak najobfitszego rozmnożenia gatunku, przystosowując się dokładnie do otaczającej go przyrody i wyzyskując dane warunki z możliwą intensywnością. Cel ten osiąga pojedyncze drzewo przez to, że usiłuje rozwinąć jak najsilniej całość swoją, rozszerzając przytem ile możliwości obfitą koronę i bujny system korzeniowy i wydając nasienie jak najczęściej i w jak największej obfitości. Stąd pochodzi szeroka, aż do ziemi sięgająca korona drzew pojedynczo stojących, stąd walka o przestrzeń między koronami zwanego drzewostanu.

W miarę jednak przyrostu strzały na wysokość i w miarę rozwoju korony wszcz, zwiększa się niebezpieczeństwo złamania przez wiatr, albowiem powierzchnia, na którą działa wiatr, rozszerza się, a tem samem wzrasta ciśnienie wywarte na koronę. Równocześnie przez wydłużanie strzały przedłuża się ramię dźwigni i zwiększa się skutek siły działającej na koronę. Chcąc więc zapewnić sobie jednaką zawsze wytrzymałość na złamanie i nie chcąc zwiększać niebezpieczeństwa, musi drzewo całą swoją produkcję roślinną w okresie wegetacyjnym rozłożyć tak umiejętnie, aby uczynić zadość wymaganiom w obu kierunkach, t. j. rozszerzyć koronę, a równocześnie wzmocnić strzałę przeciwko złamaniu. Zadanie to spełnić może drzewo najlepiej w ten sposób, jeżeli budować będzie swą strzałę z możliwą oszczędnością materiału, nie zmniejszając jednak jej odporności na złamanie, t. j. budując ją wedle zasady równego oporu w każdym przekroju. Oszczędność taka jest konieczna, aby nie brakło materiału na rozszerzenie korony, wykształcenie liści, kwiatów i owoców.

Prawidłowość powyższą i ściśle zachowanie praw mechaniki w budowie drzewa wykazał Dr. Metzger w przytoczonej poprzednio rozprawie, wykazał on, że kształt strzały, jej pełność lub zbieżystość, zależne są zarówno w luźnym stanie, jak i w zwarciu od ciśnienia, wywartego przez wiatr na koronę. W każdym wypadku rozdziela drzewo produkcję swoją w ten sposób, aby wytworzyć ile możności jak najwytrzymalszą strzałę z możliwą oszczędnością materiału, potrzebnego z drugiej strony na wykształcenie liści, kwiatów i owoców.

Postać zatem drzewa jest wynikiem ścisłego przystosowania się do warunków siedliska i do działania wiatru.

Jeżeli drzewa od najpierwszej młodości wzrastają pod wpływem silnego wiatru, mającego stały kierunek, wówczas wykształcają koronę przechyloną w stronę prądu. Formy takie są bardzo pospolite na wybrzeżach morskich, gdzie wieją stałe wiatry morskie. U nas również z drzewami tego typu spotkać się można, zwłaszcza na wydmach piaszczystych, gdzie wiatry zachodnie nie napotykają na rozległych równinach na żadne przeszkody, tamujące ich chyżość.

Na ryc. 16 mamy przykład działania stałych zachodnich wiatrów. Jest to część wydmy z okolic Jaworowa, na której rosną pojedyncze sosny, o koronach silnie stosunkowo rozwiniętych, ale pochylonych ku wschodowi pod wpływem wiatrów zachodnich.

Harmonia i zgodność między postacią drzewa, a działaniem wiatru trwają jednak tylko tak długo, dopóki nie zmieniają się warunki, wśród których drzewo żyje, a głównie dopóki nie zmieni się stopień zwarcia. Ponieważ zmiany w tym kierunku są najpospolitsze i najgłębiej w życie drzewa sięgają, przeto dla lepszego poznania stosun-



Ryc. 16.

Fot. S. Sokółowski.

ków, zachodzących między postacią drzewa a działaniem wiatru, zbadać należy, jak zachowuje się drzewo wobec nagle zmienionych warunków, w jaki sposób przywraca równowagę między siłą wiatru, a odpornością strzały?

Wiadomo nam, że w drzewostanie zwartym drzewa wzajemnie chronią się przed działaniem wiatru, wskutek tego ciśnienie wywarte na koronę i niebezpieczeństwo złamania są małe. Do tych warunków przystosowują też drzewa swoją budowę, zużywając stosunkowo znaczne ilości materiałów przyswojonych na przyrost wysokości i na

rozszerzenie korony. Stąd pochodzi znaczniejsza długość pędu i energiczne wydzielanie przy wypukłej pełnej strzale, ale równocześnie też i słaba odporność, przystosowana do niezbyt wielkiego nacisku, wywartego przez wiatr na koronę.

Jeżeli jednak zwarcie nagle zostanie silnie przerwane, wówczas drzewa mało na wiatr odporne stoją nagle wobec zmienionych warunków, ciśnienie na koronę zwiększa się znacznie, a równocześnie wzrasta raptownie niebezpieczeństwo złamania.



Ryc. 17.

Fot. S. Sokołowski.

W takich wypadkach drzewa ulegają łatwo wygięciu pod działaniem słabych nawet wiatrów i wygięcie to trwale zachowują. Tworzą się wtedy pnie szablaste, o wierzchołku pochylonym w tę stronę, ku której płynie wiatr panujący, jak to widać dokładnie na ryc. 17. Przedstawia ona ok. 80-letnią sośninę, wyrosłą na wschodnim niżu piaszczystym, silnie przerzedzoną dla odsłonięcia podszytu, złożonego z sosny, dębu i innych drzew liściastych. Przeważną część drzew jest wierzchołkami swymi pochylona ku wschodowi, pod działaniem wiatrów zachodnich.

Aby w takich wypadkach zapobiedz grożącemu złamaniu, usiłuje drzewo wzmocnić swoją strzałę przez osa-

dzanie grubszych słoju. Powstaje więc obfity przyrost grubości, spowodowany też i innymi przyczynami, mianowicie obfitym przystępem światła i przyspieszonym rozkładem próchnicy i ściółki. Aby jednak wzmocnienie to było jak najskuteczniejsze i odpowiadało zasadzie równego oporu, osadza się ów zwiększony przyrost głównie w dolnych częściach strzały, przez co nabiera ona kształtu więcej zbieżystego i lepiej się opiera działaniu wiatrów.

Zabezpieczenie drzewa odsłoniętego sięga jednakowoż jeszcze dalej, bo przy bliższym zbadaniu widzieć możemy i pewne zmiany w budowie anatomicznej drewna. Nim jednak do nich przejdziemy, to musimy się przedewszystkiem zastanowić, czym jest właściwie złamanie i na co są tkanki przy złamaniu narażone?

Jeżeli usiłujemy złamać, n. p. słup drewniany A B (ryc. 25) osadzony jednym końcem trwale w jakiejś podstawie, wtedy wyprowadzamy go z położenia A B w położenie A B₁, przyczem lewa połowa słupa wydłuża się, prawa zaś musi się skurczyć, a w środku słupa znajduje się warstwa, która długości swej nie zmienia. Tymczasem tkanki w lewej połowie narażone są na rozerwanie, w prawej na zgniecenie. Gdybyśmy więc chcieli sporządzić słup, możliwie odporny przeciwko złamaniu, wtedy należałoby lewą część zrobić z materiału odpornego na rozerwanie, a prawą z materiału odpornego na zgniecenie, nie naruszając w niczem jednolitości przekroju.

Zupełnie analogiczne stosunki zachodzą i w drzewie, wystawionem nagle na silne działanie wiatru. Połowa strzały położona od strony wiatru panującego, a więc u nas od zachodu, narażona jest na rozerwanie, druga połowa zaś t. j. wschodnia na zgniecenie. Do tego rozdziału sił stosuje też drzewo i budowę swych komórek. Na tabl. I. przedstawi ono wycinki ze świerka, który ze zwarcia przeszedł w stan luźny, mianowicie: wycinek A od strony zachodniej, B od strony wschodniej. Drewno od strony wschodniej posiada słoje grubsze, jest czerwone, o wiele ciemniejsze i twardsze niż drewno od zachodu i na pierwszy rzut oka wygląda tak, jakoby warstwa letnia słoju nadmiernie się rozszerzyła kosztem warstwy wiosennej. W istocie jednak rzecz ma się inaczej. Na tabl. I. przedstawiono też poprzeczne przekroje z obu wycinków

w 120-krotnym powiększeniu, mianowicie przekrój A od strony zachodniej, B od wschodniej. Oba przekroje przedstawiono w mikrofotografiach, wykonanych w pracowni wyższej szkoły lasowej.

Widzimy, że komórki w pierwszym wypadku mają przekrój czworoboczny lub sześcioboczny i w niczem się nie różnią od zwykłych komórek drewna świerkowego, gdy przeciwnie komórki od strony wschodniej mają przekrój dokładnie okrągły.

Zupełnie te same stosunki obserwować można u jodeł, pozostawionych pojedynczo na zrębach, wykształcają one, podobnie jak świerki, po stronie wschodniej szerszy słoje, drewno twarde, ciemniejsze, niemal czerwone, o komórkach okrągłych, gdy drewno od strony zachodniej niczem się nie różni pod względem budowy od drewna zwykłego.

Podczas wycieczek moich po niżu wschodnim, zauważyłem tę samą prawidłowość u sosen, pozostawionych do drugiej kolei. Wszędzie obserwować można zwiększony silnie przyrost od strony wschodniej i drewno twarde czerwone, o komórkach grubościennych, okrągłych.

Taka właśnie a nie inna budowa komórek jest dla drzewa wystawionego nagle na działanie wiatru najodpowiedniejsza, i do własności technicznych drewna ściśle przystosowana. Drewno bowiem jest materiałem wysoce odpornym na rozerwanie, a mało odpornym na zgniecenie. Dlatego od strony zachodniej, gdzie tkanka narażona jest na rozerwanie, nie zachodzi potrzeba żadnych szczególnych urządzeń zabezpieczających, tu bowiem tkanka z natury już posiada dostateczną wytrzymałość. Inaczej rzecz się ma od strony wschodniej. Tu zachodzi konieczna potrzeba wzmocnienia i usztywnienia i w tym celu drzewo nie tylko osadza szersze słoje, ale wykształca komórki odporniejsze na zgniecenie. Wiadomo bowiem dobrze, że rury okrągłe są na zgniecenie i zgięcie o wiele odporniejsze niż czworograniaste lub sześcioboczne, z tego też powodu i komórki od strony wschodniej mają przekrój okrągły.

W dotychczasowych uwagach mieliśmy na oku tylko jeden rodzaj grożącego niebezpieczeństwa od wiatru, mianowicie złamanie strzały. Istnieje jednak jeszcze i druga możliwość, a mianowicie wyrwanie z korzeniem, zwłaszcza

u drzew płytko zakorzenionych, n. p. u świerka. Szkody przez wywalenie z korzeniem znane są nam leśnikom równie dobrze, jak i szkody przez złamanie strzały i podobnie jak te ostatnie trafiają się najczęściej w drzewostanach zbyt silnie przerzedzonych. Jak długo bowiem drzewa rosły w zwarcu pełnym, tak długo istniała wzajemna ochrona, a system korzeniowy i kształt strzały przystosowane były dokładnie do warunków, w jakich drzewa wzrastały. Z chwilą przerzedzenia warunki nagle się zmieniły, ciśnienie wywarte przez wiatr na koronę wzrosło, a ponieważ odporność drzew nie jest do zwiększonego ciśnienia przystosowana, przeto drzewa ulegają złamaniu lub wywaleniu.

Przy sposobności tej nie zaszkodzi zastanowić się nad pytaniem, kiedy drzewo pod działaniem wiatru ulega złamaniu, a kiedy wywraca się z korzeniem.

W powiecie sokalskim widziałem skutki cyklonu, który w lipcu b. r. wyrządził dotkliwe szkody w drzewostanach sosnowych. Zauważyłem przy tej sposobności, że drzewa cieńsze były złamane w wysokości 2—2½ m nad ziemią, zaś drzewa grubsze wywalone z korzeniem. Nadmienić wypada, że na piaskach tamtejszych, w głębokości około 30 cm, występuje ostro odgraniczona warstwa czerwonego piasku z nieprzepuszczalnym podglebiem, wskutek czego sosna pozbawiona jest niemal zupełnie korzenia palowego i na wywalenie łatwo jest narażona. Wytłumaczyć jednak należy, dlaczego wiatr drzewa cieńsze łamie, a grubsze wywraca z korzeniem. Prawdopodobnie rzecz ma się tak, że system korzeniowy we wczesnym stosunkowo wieku kończy swój rozwój i gdy zajmie pewien potrzebny mu do wyżywienia obszar, wtedy już dalej ani wszerz ani wgłąb się nie posuwa. Część nadziemna jednak trwa dalej w przyroście, a zwłaszcza drzewa górujące, których korony wznoszą się nad otoczeniem, zwiększają z każdym rokiem swoją grubość, a ponieważ są stale wystawione na działanie wiatru, przeto strzały ich zyskują też tem samem i na odporności przeciw złamaniu. Korzeń jednak z przyczyny wyżej podanej nie zmienia swego obszaru, u drzew więc grubszych o silnie rozwiniętych koronach jest odporność przeciwko złamaniu większa niż wytrzymałość korzenia, u drzew cieńszych rzecz się ma

odwrotnie. Stąd też pochodzi wywalanie pni grubych, a łamanie słabszych.

Momenta, odgrywające rolę przy wywaleniu są innej natury niż czynniki, od których zależy złamanie strzały.

Przedewszystkiem większe lub mniejsze niebezpieczeństwo wywalenia zależne jest od dwóch rzeczy, mianowicie od głębokości zakorzenienia i od miejsca, w którym umieszczony jest środek ciężkości całej nadziemnej części drzewa. Odporność na wywalenie będzie tem większa, im głębiej lub szerzej sięga korzeń i im niżej położony jest środek ciężkości.

Wiadomo wprawdzie powszechnie, że głębokość zakorzenienia jest własnością gatunku, że dąb i sosna mają korzeń pionowy, głęboko sięgający, świerk i brzoza płytki, leżący tuż pod powierzchnią ziemi. Niepospolity wpływ jednak ma tutaj i gleba, a zwłaszcza jej wilgotność. Na nieprzepuszczalnych, zabagniających się glebach jest cały system korzeniowy słabiej rozwinięty, a nawet dąb i sosna nie wykształcają wcale właściwego sobie korzenia palowego. Stąd też pochodzi, że w takich warunkach oba te gatunki ulegać mogą wywaleniu. Z drugiej strony, gatunki nawet o płytkim z natury korzeniu, jeżeli od młodości wystawione są na działanie wiatru, mogą wykształcić tak szeroko rozwinięty korzeń, że potrafią się oprzeć nawet silnym burzom. Przykłady tego widzimy na świerkach, które rosną w zachodnich ścianach, świerki te nigdy wywaleniu nie ulegają. System korzeniowy u drzew takich rozwinięty jest silnie w kierunku pod wiatr panujący, a więc u nas ku zachodowi, bo od tej strony drzewo najbardziej wymaga zabezpieczenia. Oprócz tego i sam korzeń zabezpieczony jest przeciwko złamaniu przez to, że odnogi, leżące blisko pod powierzchnią ziemi i rozpościerające się poziomo, mają u wszystkich, bez wyjątku gatunków przekrój podłużny, silnie z boków spłaszczony. Zrozumieć łatwo, że korzeń o takim przekroju opiera się złamaniu równie dobrze jak belka prostokątna, ułożona węższą krawędzią na podstawie.

Drugim czynnikiem, zwiększającym odporność przeciwko wywaleniu, jest przesunięcie środka ciężkości możliwie jak najbliżej podstawy. Drzewa osiagają to przez nizkie osadzenie korony, co wybitnie występuje u drzew

samotnie rosnących. I tu jako przykład najlepszy posłużyć znów mogą świerki rosnące samotnie, lub w zachodnich ścianach drzewostanów, odziane koroną od stóp aż do szczytu i nie ulegające wywrotom. Ściany te tworzą mury ochronne dla całych kompleksów i racjonalne następstwo zrębowe polega właśnie na tem, aby jak najwięcej ścian takich w lesie wytworzyć.

Każde drzewo samotnie stojące reaguje na powiew wiatru nader łatwo i wyraźnie tak, że z ruchu pędów, gałęzi, konarów lub strzały wnioskować można o sile wiatru. Na ruchach drzew, kołysanych wiatrami oparto też skalę ich chyżości, używaną powszechnie w meteorologii. Skala ta, jakkolwiek nie wyklucza pewnej powolności w zastosowaniu, ma przecież tę zaletę, że przy jej pomocy można szybko i w sposób niejako obrazowy dać pojęcie o chyżości wiatru, a więc o jego sile mechanicznej.

Chyżość wiatru wedle tej skali oznaczamy cyframi od 0 do 10 w sposób następujący:

0. zupełna cisza.

1. bardzo słaby powiew, poruszający zaledwie dym z kominów, chyżość (v) = 2 m na sekundę.

2. lekki wiatr, poruszający tylko liście drzew, v = 3.5 m na 1 sek.

3. wiatr poruszający cienkimi gałązkami, v = 5.5 m.

4. wiatr unosi pył z drogi i chwieje grubszymi gałęziami, v = 8 m.

5. silny wiatr, uginający całe drzewa, v = 10.5 m.

6. wiatr burzliwy, poruszający silnie duże drzewa, v = 13.5 m.

7. burza, która łamie gałęzie i zrywa dachy, v = 16.5 m.

8. silna burza łamiąca mniejsze drzewa, v = 22 m.

9. orkan, wywalający lub łamiący duże silne drzewa, v = 28 m.

10. gwałtowny orkan, któremu nawet silne budynki oprzeć się nie mogą, v = 40 m.

Łamanie drzew i wywalanie z korzeniem wydarza się zatem przy wietrze o sile przynajmniej 8, co odpowiada mniej więcej chyżości 22 m na sekundę. Trafia się jednak bardzo często, że nawet znacznie słabsze wiatry łamią lub

wywalają pojedyncze drzewa z korzeniami i po każdej niemal wietrznej nocy napotkać można w lesie drzewa leżące, których wierzchołek wskazuje dokładnie stronę świata, ku której płynął wiatr łamiący.

Oczywiście, że złamaniu lub wywaleniu nawet przy słabym wietrze ulegną przedewszystkiem drzewa chore, o korzeniu bardzo słabo rozwiniętym, wogóle takie, których odporność z jakiegokolwiek powodu spadła. Oprócz tego jednak odgrywa tu ważną rolę i t. z. struktura wiatru.

Powietrze płynące zachowuje się podobnie jak płynąca woda, która tworzy fale wskutek niejednostajnej chyżości. Podobne falowanie powstaje również w płynącym powietrzu, przyczem chyżość wiatru, szybko i silnie się zmienia.

Na zmiany te w chyżości wiatru nie zwracamy zwykle uwagi, zaznaczają je tylko czułe, samopiszące anemometry.

Wiatr zatem wieje pojedynczemi, krótkimi i silnemi uderzeniami, po których przychodzą słabsze, albo nawet chwile ciszy. Pod działaniem więc jednego uderzenia wychyla się drzewo z pionowego położenia, wtedy chyżość wiatru nagle maleje i drzewo zaczyna wykonywać wahania równoległe do kierunku wiatru. Jeżeli ponowne uderzenie przyjdzie w chwili, gdy strzała przechyla się w stronę, ku której wiatr wieje, wtedy drzewo pochyli się silniej niż za pierwszym uderzeniem, działania bowiem pojedynczych fal wiatru potęgują się i sumują. Wtedy więc, jeżeli rytm wiatru zgadza się z wahaniami drzewa, może nawet słaby stosunkowo wiatr wywalić drzewo z korzeniami, lub złamać strzałę.

Lżejsze podmuchy wiatru wywołują także pewne zmiany i w zwarciu drzewostanu. Jeżeli obserwować będziemy z dołu ruchy, jakie wykonują korony drzew, kołysane niezbyt silnym wiatrem, to dostrzeżemy, że linia jaką opisuje wierzchołek drzewa jest zawsze kołem, albo elipsą. Ponieważ ruchy te, wskutek różnitości w rozmiarach i w ciężarze koron nie mogą być równomierne, więc między brzegami koron powstaje ciągłe tarcie i trącanie wzajemne gałęzi bocznych. Odpadnie przytem niejeden pączek, odtrącony gałęzią sąsiadującego drzewa, a po silniej-

szych wiatrach w ciągu lata, widzimy nieraz na ziemi mnóstwo liści zielonych, poszarpanych, oderwanych od świeżego pędu gałązkami sąsiedniej korony. Rzecz oczywista, że straty te wpływać muszą szkodliwie na rozwój boczny korony, są też one jedną z przyczyn rozluźnienia zwarcia w drzewostanach, które doszły do wieku drągowiny.

Pojedyncze drzewa, oczyściwszy strzałę do pewnej wysokości, przedstawiają tem samem dźwignię o ramieniu dostatecznej długości i chwieją się tem łatwiej, im zwarcie drzewostanu silniejsze, im strzały pełniejsze i im wyżej osadzona jest korona. Stąd też pochodzi, że w starszych, równowiekowych drzewostanach, gdzie niema wybitniejszych różnic wysokości, korona każdego drzewa otoczona jest pasem wolnym, rozmaitej szerokości.

Złamanie lub zgięcie strzały, wywalenie z korzeniem, rozluźnienie zwarcia, wreszcie wpływ na postać strzały i korony, są to wszystkie zjawiska, wywołane samem tylko mechanicznem działaniem wiatru, mianowicie ciśnieniem wywartem na koronę drzewa.

Poza tem istnieją jednak i inne objawy działania wiatru, wywołane niską ciepłotą lub niską wilgotnością, którą wiatr ze sobą przynosi. Szczególniej ten ostatni czynnik wpływa bardzo często w sposób wybitny na postać drzewa.

Ktokolwiek zna lasy świerkowe w wysokich górach, temu nie obce są owe krótkie, mocno zbieżyste strzały, o usychających gałęziach, pokryte często porostami, o koronach poszarpanych, a co najważniejsza jednostronnie rozwiniętych. Ryc. 18 daje wyobrażenie o drzewach tego typu, przedstawia ona ostatnie świerki, rosnące wśród kosodrzewiny w górnej granicy wegetacji drzew, na wysokości około 1550 m przy ścieżce, wiodącej u stóp Kopy Królowej w Tatrach. W postaci drzew tych uderza na pierwszy rzut oka, jednostronny rozwój koron, umieszczonych na wschodniej stronie strzały, podczas gdy zachodnia jest najzupełniej korony pozbawiona.

Drzewa tej postaci obserwować można na każdym wyższem wzniesieniu, wystawionem na silniejsze działanie

wiatrów, korona jednak nie zawsze od wschodniej strony jest umieszczona, napotykamy równie często drzewa o gałęziach zwróconych ku północy. Nie ulega wątpliwości, że zanikanie jednostronne korony spowodowane jest działaniem wiatru, a pędy i gałęzie rozwijają się po stronie zachodniej, od wiatru odwróconej. Chodziłoby tylko o stwierdzenie, co jest właściwym czynnikiem działającym szkodliwie?

Zapatrywania pod tym względem były przez długi czas podzielone. Jedni upatrywali szkodliwy wpływ w sa-



Ryc. 18.

Fot. S. Sokołowski.

mych mechanicznym nacisku, wywartym na korony, inni przypuszczali, że działają tu głównie wiatry zimne, mrozące młode pędy, inni wreszcie przypisywali jednostronny rozwój korony nadmiernej ilości pary wodnej, przynoszonej wiatrem.

Ostatecznie Kihlman w znakomitych swych studyach nad roślinnością półwyspu Kola¹⁾ stwierdził i udowodnił, że właściwą przyczyną, wywołującą obumieranie pędów

¹⁾ Kihlman. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland.

od strony wiatru i jednostronny rozwój koron jest wysuszające działanie prądu, który tak znacznie potęguje parowanie, że liście i rozwijające się pędy usychać muszą.

W okolicach przez siebie badanych, gdzie rośnie jeszcze świerk, brzoza, jałowiec i karłowate sosny, zauważył Kihlman, że szczyty początkowo prosto rosnących jałowców obumierają, gdy tylko przekroczą pewną oznaczoną wysokość, która wynosi od 1—2 m. Gałęzie boczne rosną jednak dalej w kierunku ukośnym, ale również tylko tak długo, dopóki nie dojdą do krytycznej wysokości, poczem obumierają, podobnie jak pędy szczytowe. W ten sposób powstają niskie drzewka o silnie spłaszczonych i mocno rozszerzonych koronach.

Wiek takich drzewek jałowcowych dochodzi do 400 lat, średnica strzały zaledwie ok. 1 m wysokości, do 30 cm, a średnica korony od 3 do 4 m. Jałowce takie są bardzo poszukiwane przez mieszkańców północnej tundry, jako znakomity opał.

W miejscach wystawionych na silne działanie wiatru przybierają w tych szerokościach geograficznych i inne drzewa tam rosnące podobną postać. Świerk tworzy spłaszczone, do ziemi przylegające poduszki, skierowane szczytami swych gałązek ku wschodowi. Wysokość tych zarośli również nie przekracza wiele wysokości 1 m, średnica poduszek dochodzi do 8 m. Cała kępa bierze zwykle swój początek z jednego pieńka, który rozgałęzia się silnie i płóży się po ziemi, podobnie jak kosodrzewina. Gdzie siła wiatru jest mniejsza, tam ze splątanej sieci gałązek wydobywają się pojedyncze pędy ku górze, a przewyciężywszy fatalny wpływ wiatru, dorastają do wysokości 2 do 3 m; zawsze jednak mają one wygląd chorobliwy i jaśkrawo odbijają od ciemnej zieleni niskiego zarośla, z którego powstały.

W zastłoniętych miejscach wyrastają z takich ku górze rosnących pędów duże stosunkowo drzewa.

Całkiem podobnie zachowuje się i brzoza, która tworzy również szerokie od góry mocno spłaszczone zarośla.

Na podstawie kilkuletnich obserwacji i pomiarów przekonał się Kihlman, że wysokość, do jakiej dochodzą mogą pędy drzew bez uszkodzenia, zgadza się dokładnie

z przeciętną wysokością pokrywy śnieżnej, która ukrytą w niej część drzewa chroni przed działaniem wiatru. Każdy pęd, wydobywający się ponad powierzchnię śniegu, wystawiony jest na prąd powietrza, który przyspiesza silnie parowanie liści i pędów, a ponieważ korzenie znajdują się w glebie zamrożonej, więc nie mogą pobierać wody, aby uzupełnić braki, spowodowane działaniem wiatru. Rezultatem tego jest usychanie liści i pędów.

Licznymi doświadczeniami stwierdził też Kihlman, że każde oziębienie gleby wstrzymuje pobór wody korzeniami, choćby nawet ciepłota nie spadła niżej 0°. Rośliny więdną nawet w glebie wilgotnej, jeżeli tylko ciepłota jej jest niska, a parowanie silne, albowiem słaby dopływ wody do liści nie wystarcza na pokrycie silnego parowania.

Szczególniej niekorzystny pod tym względem może być okres wczesnej wiosny, gdy gleba nie ogrzała się jeszcze należycie, a słońce rozgrzewa pędy lub igły i pobudza je do parowania. Silniejszy nieco wiatr w tym czasie, może wywołać więdnienie i usychanie pędów.

Jeżeli do tych, w wysokim stopniu niekorzystnych stosunków zimowych i wiosennych przyłączy się i krótki okres wegetacyjny, wówczas roślinność drzew ustaje, a na jej miejsce występuje tundra.

Tym samym wpływom, mianowicie wysuszającemu działaniu wiatrów zimowych i wiosennych, przypisać należy i jednostronny rozwój koron u świerków, rosnących w górach na miejscach eksponowanych.

Klimat górski sprzyja bardzo powstawaniu takich form.

Chyżość wiatru bowiem wzrasta w kierunku pionowym bardzo znacznie, równocześnie zmniejsza się ilość pary wodnej zawartej w powietrzu i opada ciśnienie, pod wpływem zaś silniejszej insolacji rozgrzewają się silnie pędy i liście drzew. Wszystkie te objawy wywołują silniejsze parowanie, a jeżeli do tego przyłączy się niska ciepłota gleby, oziębionej tającym śniegiem, wówczas pobór wody jest nader słaby i nie może pokryć strat, wywołanych parowaniem. I tu również szkodliwy wpływ wiatru w połączeniu z krótkim okresem wegetacyjnym może wstrzymać rozszerzanie się zbiorowiska drzew i zakreślić górną granicę jego zaciągu.

W korzystniejszych jednak warunkach klimatycznych, a głównie przy dłuższym okresie wegetacyjnym zdoła drzewo szybszym przyrostem łatwiej pokonać szkodliwy wpływ klimatu, wyrasta więc stosunkowo wyżej, tworzy prostą strzałę i tylko korona nosi na sobie niezatarte ślady potężnego czynnika, kształtującego życie i postać drzewa.
