

JERZY FABIJANOWSKI, ANDRZEJ JAWORSKI

Kierunki postępowania hodowlanego w lasach karpackich wobec zmieniających się warunków środowiska*

Guidelines of Silvicultural Treatments in Carpathian Forests Facing Changing Environmental Conditions

Wstęp

Jak wiadomo nasze lasy, a m.in. karpackie, są narażone w znacznym stopniu na działanie szkodliwych imisji, co oprócz problemów o charakterze ekologicznym stwarza poważne trudności gospodarcze i ogólnospołeczne. Pojawia się też nowe niebezpieczeństwo w postaci zmian klimatu, a zwłaszcza ocieplenia. Oba te zagrożenia wymagają krótkiej, perspektywicznie ujętej charakterystyki. Będzie ona podstawą do przeanalizowania skutków oddziaływania tych czynników na środowisko przyrodnicze i drzewostany oraz przedstawienia koncepcji możliwie kompleksowego postępowania hodowlanego w naszych zagrożonych lasach karpackich. Muszą one bowiem nie tylko produkować drewno, ale spełniać wiele bardzo ważnych zadań jak: regulacja obiegu wodnego, rola przeciwerozynajna, wypoczynkowo-zdrowotna, turystyczna. Zagospodarowanie musi też zapewniać należyte warunki życia dla roślin oraz zwierząt.

* Artykuł publikujemy po raz drugi, ponieważ w numerze 4/96 "Sylwana" ukazał się on bez korekty autorskiej, która niestety — z przyczyn od redakcji niezależnych — dotarła do Wydawnictwa znacznie po terminie. Zdaniem autorów w tekście znalazło się wiele nieścisłości, a część dotycząca zagadnień genetycznych wymagała gruntownego przerezegowania. Było to spowodowane pośpiechem, z jakim autorzy przygotowywali to opracowanie na sesję naukową PTL pt. "Gospodarka leśna w Karpatach w zmieniających się warunkach ekologicznych" w Szczawnicy w 1995 r. Publikując ten artykuł po raz drugi, zadośćuczyniamy prośbie Autorów, a ponadto przepraszamy Ich i Czytelników za powstałe niejasności.

Redakcja

Zanieczyszczenie powietrza

Z informacji podanej w opracowaniu IBL [7] wynika m.in., iż w ciągu ostatnich ośmiu lat na większej części naszych obszarów leśnych stwierdzono wyraźny spadek zanieczyszczeń gazowych i pyłowych powietrza.

Powierzchnia lasów Polski, biorąc pod uwagę trzy strefy uszkodzeń (gazy i pyły) stale się jednak zwiększa. W roku 1980 wynosiła ona 382 tys. ha, w roku 1985 — 588 tys. ha, w roku 1990 — 1089 tys. ha, a w roku 1993 — 1786 tys. ha. Udział powierzchni o uszkodzeniach średnich i silnych uległ wprawdzie zmniejszeniu z około 35% w roku 1980 do około 24% w roku 1990 i latach następnych, utrzymuje się jednak nadal na podobnym poziomie [35].

Również stan zdrowotny lasów południowej Polski — w tym karpackich — budzi nadal poważne obawy. W roku 1993 w trzech strefach zagrożenia znalazło się w RDLP: Katowice aż 70,4% powierzchni lasów, w Krakowie 23,2%, a w Krośnie tylko 8%. We wszystkich przypadkach przeważały zagrożenia słabe, powierzchniowo odpowiednio: 54%, 71% i 80% [35].

Opady pyłu (w $\text{g}/\text{m}^2/\text{miesiąc}$) wyniósł w latach 1988-1993 w RDLP: Katowice od 4,3 (91 r.) do 3,0 (90 r.) oraz 3,4 (92 i 93 r.), Kraków od 2,9 (88 i 92 r.) do 2,2 i 2,3 (91 i 93 r.), Krosno od 6,8 i 6,6 (92 i 88 r.) do 4,6 i 3,9 (90 i 93 r.). Na tej podstawie nie można więc sądzić, iż wielkość opadu pyłu wykazuje wyraźną tendencję spadkową. Zaskakująca jest duża ilość tego rodzaju zanieczyszczeń w RDLP Krosno [35].

Z badań [7] wynika, iż największy opad pyłów — ale o wielkości średniej ($30\text{--}40 \text{ g}/\text{m}^2/\text{rok}$) — występował w Krainie Karpackiej (rok 1993) w południowej części Nadl. Ustroń i w Nadl. Bielsko, a od Krościenka i Starego Sącza na wschód był niewielki (poniżej $20 \text{ g}/\text{m}^2/\text{rok}$).

Współczynniki obciążenia uwzględniające łączne ilości SO_2 i NO_x wynosiły w latach 1991/1992 do 1993/1994 (okres zimy) w RDLP: Katowice 3,1–3,2, Kraków 2,2–1,5, Krosno 3,8–2,0. Wartości te wskazują na wyraźne zmniejszenie tych współczynników w Krośnie i Krakowie oraz stabilność wielkości tego rodzaju zanieczyszczeń w RDLP Katowice.

Wskaźnik SO_2 (zima 1993/94) był na ca 80% powierzchni leśnej Krainy Karpackiej stosunkowo niewielki ($3,000\text{--}10,000 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{dobę}$). Największe ale średnie jego wartości - wykazano głównie w zachodniej części Krainy ($10,000\text{--}18,000 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{dobę}$) w Nadl. Wisła, Węgierska Górka (część zachodnia) i Bielsko (część południowa), ponadto rozproszone miejsca w Nadl. Myślenice i Stary Sącz. Najniższe wartości tego wskaźnika (poniżej 3,000 mg) zanotowano w części wschodniej w Nadl.: Komańcza i Baligród.

Wskaźnik NO_x osiągnął na ca 75% powierzchni Krainy wielkość niewielką ($0,051\text{--}0,200 \text{ g}/\text{m}^2/\text{dobę}$), a największe wartości — podobnie jak w przypadku SO_2 — występowały w zachodniej części, w Nadl. Bielsko i Andrychów (części południowe) oraz na stanowiskach w Nadl. Nowy Targ (część północna) i Myślenice (część południowa), jak też na pogórzu. Najniższe wartości tego wskaźnika (poniżej 0,050 mg) stwierdzono w Nadl. Lutowiska i

Wetlina (części południowe) w Bieszczadzkiem Parku Narodowym, jak też częściowo w Nadl.: Nawojowa, Piwniczna oraz Łosie (część południowa).

Wskaźniki imisji SO₂ zimą 1992/1993 [35] były w RDLP: Katowice niskie na 29% powierzchni lasów i średnie na 71%, Kraków odpowiednio: 43% i 57%, Krosno: 11%, 78% i 11% (wysokie).

Wskaźniki NO_x kształtowały się w tym samym okresie następująco: Katowice 50%, 37% i 13%, Kraków 100% (niskie), Krosno 33% (niskie) i 67% (średnie). Z badań Jaworskiego i współautorów [20] wynika, że najmniej żywotne drzewostany jodłowe, wskazujące jednocześnie na największy stopień zagrożenia imisjami w Krainie Karpackiej, występują głównie w Beskidzie Śląskim i Żywieckim.

Procent uszkodzenia drzew [31] w roku 1993 w klasach uszkodzeń średnich i dużych wyniósł w poszczególnych RDLP:

| | So | Św | Jd | Db | Bk | Brz |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Katowice | 87,09 | 77,23 | 80,00 | 99,00 | 37,50 | 91,07 |
| Kraków | 85,00 | 73,75 | 80,00 | 87,00 | 47,78 | 85,00 |
| Krosno | 67,89 | 60,00 | 70,59 | 40,00 | 42,96 | 40,00 |

Z zestawienia wynika, że do najmniej zagrożonego gatunku należy buk, a najniższy poziom uszkodzeń wszystkich gatunków drzew stwierdza się w RDLP Krosno, co byłoby zgodne z najmniejszym stopniem zanieczyszczenia powietrza substancjami gazowymi (SO_x i NO_x).

Ogólny obraz zanieczyszczeń powietrza nie jest więc zadowalający i wymaga dalszego radykalnego ich zmniejszenia, zwłaszcza emisji SO₂ i NO_x. Można jednak stwierdzić pewne objawy poprawy, np. lokalne zmniejszanie się zagrożeń imisjami. Można przypuszczać, że drzewa jeszcze nie zareagowały na tę poprawę warunków, lub że granice ich wytrzymałości w niektórych przypadkach zostały przekroczone, powstały nieodwracalne uszkodzenia o charakterze fizjologicznym i regeneracja nie jest już możliwa.

Pewne nadzieje mogą też budzić badania Jaworskiego i współpracowników [20], którzy porównywali żywotność drzewostanów jodłowych i stwierdzili poprawę ich stanu w okresie 1984 i 1944 na 70% badanych powierzchni.

Do najgroźniejszych gazów, które przyczyniają się do uszkodzenia naszych lasów należą: SO₂, NO_x i O₃ - zwłaszcza w górach, jak też metale ciężkie (miedź, kadm, ołów i in.) znajdujące się w pyłach.

Na podstawie naszych dotychczasowych doświadczeń oraz krajów alpejskich [32] możemy już podać pewne zalecenia dla praktyki. Podjęcie działań gospodarczych — o czym była już mowa — wymaga w przypadku imisji dalekosiężnych, planowania hodowlanego i oszacowania przyszłych szkód. Powszechnie przyjmuje się, że jedyną nadzieję stanowi naturalny kierunek hodowli lasu [5], o ile oczywiście nie zostaną przekroczone granice wielkości imisji, przy których istnienie lasu jest niemożliwe. Można jednak tylko w sposób pośredni złagodzić oddziaływanie imisji przez poprawę żywotności i stabilności drzewostanów (skład gatunkowy, luźniejsza więźba, forma zmieszania, budowa zbliżona do

drzewostanów naturalnych i wykorzystanie dynamiki naturalnego rozwoju, zabiegi pielęgnacyjne, ewentualne nawożenie).

Lasy o budowie zbliżonej do naturalnej ze stabilnymi strukturami drzewostanów i dłuższymi okresami produkcji, dzięki zabiegom wykonywanym na małych powierzchniach i w sposób indywidualny osiągają najlepsze rezultaty, zmniejszają wyraźnie ryzyko gospodarcze, zapewniają ciągły efekt ochronny i ułatwiają naprawę szkód powodowanych przez imisje.

Celem naturalnego kierunku hodowli lasu w warunkach zanieczyszczenia powietrza powinno być:

- utrzymanie lasu z jednoczesnym zapewnieniem trwałości siedlisk i wydajności, a przede wszystkim skutecznej ochrony,
- zmiana sposobu odnawiania z metod zrębowych na małopowierzchniowe, długo-okresowe uwzględniające naturalne odnawianie o zmieszaniu zbliżonym do naturalnego (duża liczba gatunków stabilizujących pod względem ekologicznym i struktury drzewostanów),
- włączenie odnowienia podokapowego już do zabiegów pielęgnacyjnych, aby w przypadku rozpadu górnej warstwy nie powstawały powierzchnie wolne,
- intensywna pielęgnacja od młodości w celu zwiększenia żywotności, aby młode drzewka osiągnęły długie korony
- przewidywanie (w miarę możliwości) stosowania gospodarowania przerębowego.

Postępowanie hodowlane powinno uwzględniać podane niżej zasady związane z odnawianiem i pielęgnacją. W przypadku klasycznych szkód dymowych (typ imisji SO₂) należałoby na pogórzach stosować: dąb, buk, lipę, jawor, olszę, topolę, brzozę, przy dalekosiężnych imisjach jedyną możliwością, ale niepewną, jest wprowadzanie krótko żyjących gaunków pionierskich (brzoza, jarząb, osika). W ten sposób powstaje szansa odnowienia drzewostanów mieszanych, o składzie uzgodnionym z siedliskiem, które odpowiednio pielęgnowane i zachowujące swą żywotność dotrważą — w odporniejszej fazie młodości — do czasu zredukowania imisji.

Dobór gatunków musi uwzględniać różnorodność zagrożeń abiotycznych i biotycznych. Szczególne znaczenie mają gatunki pionierskie jako przedplon w strefach górnoreglowych (jarząb, brzoza, osika, wierzby, modrzew). Są one niezbędne do ochrony gleby i mają szczególne znaczenie jako przedplon na powierzchniach pozbawionych roślin.

Konieczne jest zapewnienie odpowiedniej ilości nasion i sadzonek (drzewostany nasienne, plantacje nasienne i bank nasion). Dla jodły i ewentualnie limby wskazane są plantacje zachowawcze, dla świerka i modrzewia długie przechowywanie nasion w chłodniach, dla pochodzeń wysokogórskich świerka i innych gatunków trzeba przewidzieć m.in. rozmnażanie wegetatywne.

Podniesienie udatności odnowień należy osiągnąć m.in. przez: dobór odpowiednich pochodzeń i specjalnie wyselekcjonowany żywotny materiał sadzeniowy, szczepienie mikoryzami i stosunkowo duże sadzonki. Należy stosować w jak najszerszym zakresie odnowienie

pod osłoną i rozpoczynać je pod przerzedzonymi drzewostanami w formie grup i kęp. Przy braku odnowienia naturalnego powinno się natychmiast odnawiać sztucznie. Odnowienie będzie przyjmować w tym przypadku postać nieuporządkowanych upraw podokapowych. Okres produkcji wymagać będzie skrócenia, często odnawianie trzeba będzie zapoczątkować w młodszych okresach rozwoju, w sytuacjach grożących rozpadem drzewostanu.

Skróceniu ulegnie okres odnowienia. Pozostawianie nasienników jest problematyczne przy działaniu ponadprzeciętnej imisji. Jest to jednak w przypadku sosny i modrzewia pewna możliwość utrzymania rezerwy wartościowego materiału siewnego. Biorąc pod uwagę redukcję obciążeń imisjami, nasienniki trzeba zostawić w grupach i kępach.

Przy realizacji cięć pielęgnacyjnych należy uwzględniać w kolejności następujące kryteria: zdrowotność, żywotność, stabilność, jakość i odporność na imisje. Pielęgnacja młodników powinna zapewnić wychowanie okazów o dobrze rozwiniętych koronach i utrzymanie różnorodności gatunków. Trzebieże powinny także przyczyniać się do utrzymania żywotności i stabilności drzewostanów. Konieczne będą zatem trzebieże górne (w tym trzebieże grupowe), które jednak w fazie trzebieży późnych (od 70 roku) przyjmą postać słabych trzebieży dolnych.

Powinno się jednak dążyć do radykalnego zmniejszania zanieczyszczeń powietrza zwłaszcza gazowych, które stanowią obecnie większe zagrożenie niż pyłowe. Przez eliminację wielu drzewostanów powodują bowiem one stałe uszczuplanie różnorodności genetycznej gatunków i ich populacji, co wobec wspomnianych we wstępie spodziewanych zmian klimatycznych, zmniejsza znacznie możliwość przystosowania się naszych lasów karpacczych do nowych warunków środowiskowych.

Ocieplanie się klimatu

Ocieplanie się klimatu na półkuli północnej jest faktem spowodowanym najprawdopodobniej - zwłaszcza w ostatnich dziesięcioleciach — wyraźnym zwiększaniem się zawartości CO₂ w powietrzu. Panuje też przekonanie, iż z tego powodu powiększają się m.in. obszary pustynne i półpustynne zarówno w kierunku równika jak też biegunów [37]. U nas o zmianach składu gatunkowego drzewostanów i siedlisk pod wpływem ocieplania — głównie w Białowieskim Parku Narodowym — informuje m.in. Kowalski [26]. Niedawno ukazała się publikacja dotycząca analizy warunków klimatycznych w Karpatach Zachodnich [34]. Ocenia się, iż "Ogólny wzrost temperatury na przedpolu Karpat i u podnóża Tatr w okresie współczesnego ocieplenia jest typowy dla Europy Środkowej i mieści się w okresie 1881–1990 między 0,9–1,3°C". Według Kozuchowskiego [34] po roku 1950 nastąpiło, np. w Krakowie, przyspieszenie wzrostu średniej temperatury powietrza do 0,24°C na 10 lat.

Zmiany temperatury powietrza w Karpatach są zgodne ze zmianami stwierdzonymi przez Jonesa i in. [34] na półkuli północnej od roku 1851. W latach 1950–1990 w Karpatach i na ich przedpolu nastąpiło też zmniejszenie różnic między średnimi temperaturami lata i zimy. W Zakopanem np. stwierdzono w tym okresie spadek temperatury z około 14°C na 13,3°C oraz wzrost z -4,3°C na -3,2°C.

Sprawa wielkości opadów nie jest wyraźna. W latach 1881–1990 trend zmian rocznych sum opadów w Krakowie był statystycznie nieistotny. W okresie 1961–1990 w zimie zanotowano niewielki wzrost opadów (6 mm), latem i jesienią natomiast ich zmniejszenie o około 36 mm w każdej z tych pór roku. Od lat siedemdziesiątych obecnego wieku zanotowano jednak w Karpatach zauważalny spadek sum rocznych opadów.

Na podstawie obserwacji prowadzonych m.in. od roku 1863 na 5 stacjach meteorologicznych w Szwajcarii stwierdził Primault [37] wyraźną tendencję zwyżkową tempertury (do ca 1,3°C) i nieistotne zmiany rocznych sum opadów.

W XX wieku zanotowano — na podstawie obserwacji w Krakowie i Zakopanem - spadkową tendencję usłonecznienia, największą od wiosny do jesieni włącznie (od 56 do 166 godzin), najmniejszą zimą (od 50 do 64 godzin) [34]. Najwyższy spadek sum usłonecznienia nastąpił od roku 1950 do 1975 z 1750 na 1325 godzin, następnie zaznaczył się wzrost tego elementu klimatu. Tendencje zmian opadów i usłonecznienia w polskich Karpatach Zachodnich uwarunkowane są zdaniem Obrębskiej i in. [34] cyrkulacją atmosferyczną.

Można przypuszczać, że przede wszystkim na skutek stwierdzonego i dalszego, przewidywanego, intensywniejszego niż dotychczas wzrostu temperatury nastąpi przesunięcie się ku górze granicy pięter klimatyczno-roślinnych w Karpatach. W przypadku zmiany średniej rocznej temperatury o 1°C, podwyższenie to wyniosłoby prawdopodobnie około 200 m, wydłużenie okresu wegetacyjnego o 9 dni [34] a zmniejszenie liczby dni z pokrywą śnieżną o 10 dni. Felbermeier [9] przypuszcza, że średnia temperatura zwiększy się o 1 do 2°C, a według pesymistycznych prognoz o 3–5°C [3].

W różnych modelach przewiduje się rozmaite tendencje (+ lub –) zmian sum opadów (SFDL), jak też wzrostu temperatur średnich powietrza (GiSS i GFDL) w okresie letnim i zimowym, nawet do 3,5°C w ciągu 100 lat [11]. Tak znaczne podwyższenie temperatury może spowodować katastrofalne skutki na świecie w wyniku topnienia lodowców na biegunach, podwyższenia się poziomów oceanów i mórz oraz zalania znacznych terenów przybrzeżnych.

Proces podwyższania się temperatury, który może się nasilać i ulegać przyspieszeniu, spowodować może zmiany w: granicach naturalnego zasięgu drzew, składzie gatunkowym zbiorowisk leśnych, nasileniu gradacji niektórych szkodliwych owadów oraz pojawach grzybów patogenicznych. Mogą też ulec nasileniu wiatry i możliwość powstawania pożarów, zwłaszcza przy jednoczesnym zmniejszaniu się sum opadów.

Istnieją też koncepcje dotyczące ochłodzenia klimatu. Są one jednak mało prawdopodobne [11, 27]. O ewentualnych zmianach składu gatunkowego drzewostanów pod wpływem ocieplenia mogą świadczyć wyniki badań prowadzonych w lasach karpackich o charakterze pierwotnym. Na Babiej Górze zaznaczył się np. spadek udziału jodły o 4–9%, a w Pieninach o 8–14%. W mniejszym stopniu zmiany te nastąpiły w Gorcach (rezerwat Łopuszna od 0 do 3,2%) i w Beskidzie Sądeckim (rezerwat Łabowiec od 2 do 15%). Buk natomiast zwiększył swój udział o 2–21% na Babiej Górze i o 7–15% w Pieninach, około 2 do 15% w Łabowcu i około 3 do 8% w Łopusznej [15, 16, 18, 19]. Dużą dynamikę lipy drobnolistnej

zanotowano w rezerwacie Obrożyska, jej udział miąższościowy wzrósł w latach 1945–1990 o ponad 27% (z 63,3% do 90,6%) a pod względem liczby drzew z 44% do 79% [17].

Czy przytoczone dane dotyczące bardzo krótkiego okresu można wiązać ze zmianą klimatu, wymagać to będzie dalszych badań.

Prowadzone z początkiem lat osiemdziesiątych badania żywotności drzewostanów jodłowych wykazały zmniejszenie ich przyrostu grubości w latach 1960–1980. Kontrolne badania przeprowadzone w latach 1982 i 1992 wykazały, że zarówno jodły w młodszych drzewostanach (do 80 lat) jak i starszych (V i starsze klasy wieku) zareagowały w latach 1981–1989 zwiększonym przyrostem grubości. Tę pozytywną tendencję obserwowano w całym zasięgu jodły, chociaż nie wszędzie przyrost ten powrócił do wartości sprzed okresu jego załamania. Korzystne zmiany stwierdzono także w cechach korony (tendencja wzrostowa i żywotność korony) [20].

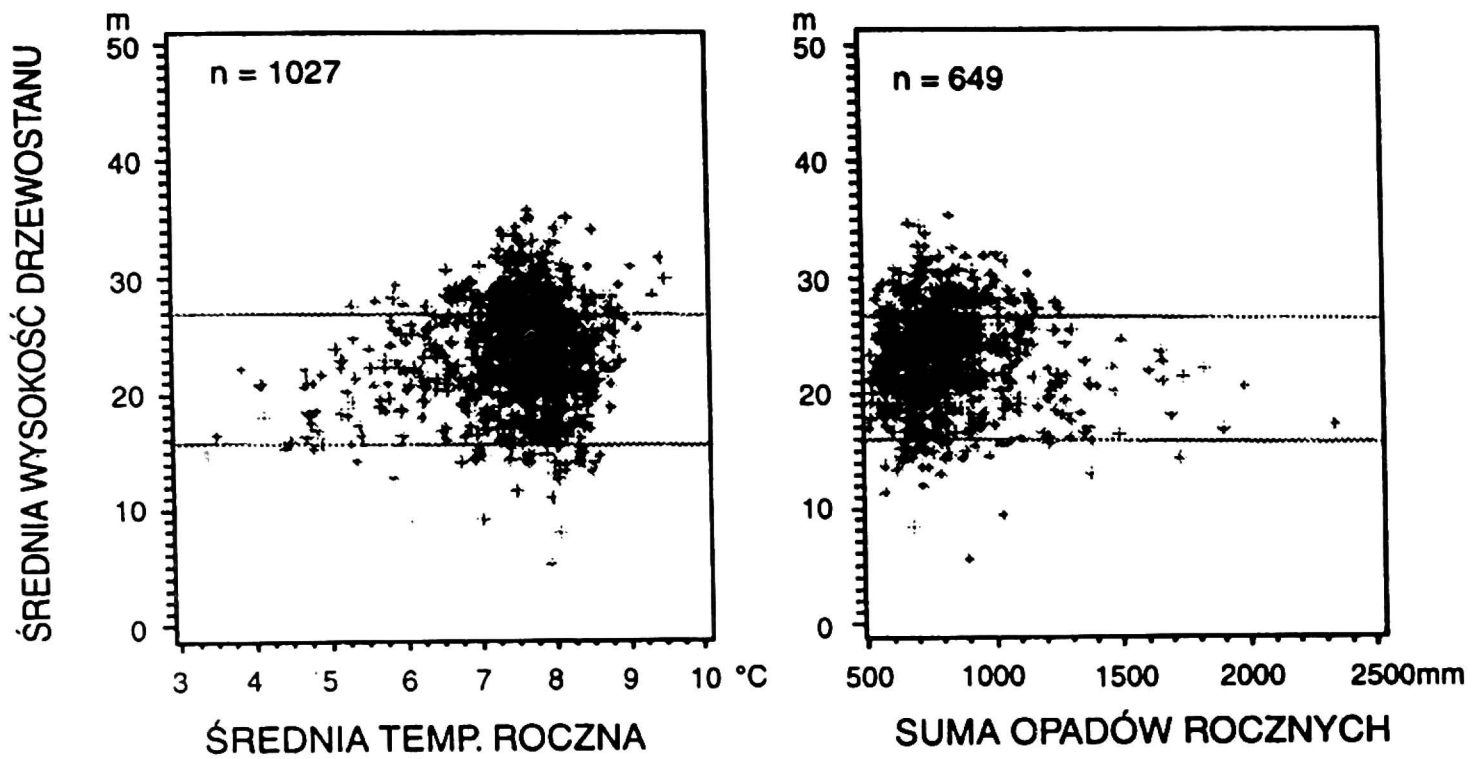
Podobne badania przeprowadzone w Jurze (Francja) [2] wykazały, że przyrost grubości jodły wrócił w 1982 roku do jego średniej wartości dla XX wieku po okresie wyraźnego załamania. Zmiany te są szczególnie dostrzegalne w terenach, gdzie notowano wcześniej niższe temperatury i mniejsze opady. Zdaniem autora cytowanego przez Berta, poprawa przyrostu jest wynikiem ocieplenia i nieznacznego wzrostu opadów w powiązaniu z efektem szklarniowym spowodowanym wzrostem ilości CO₂.

Nie mamy niestety żadnych danych dotyczących porównywalnych procesów (efekt cieplarniany), dzięki którym można by sprawdzić prawdopodobieństwo różnych, modelowych koncepcji oddziaływania klimatu na lasy. Tego rodzaju informacje można uzyskać drogą pośrednią na podstawie zachowania się drzew w różnych warunkach klimatycznych, w granicach ich zasięgu. Odpowiednim gatunkiem dla takich obserwacji okazał się np. buk w Bawarii [9]. Gatunek ten występuje tam prawie wszędzie za wyjątkiem wysokich położzeń i specjalnych siedlisk. Rośnie przy średnich temperaturach rocznych 5,8 do 9,6°C i opadach 475 do 2700 mm (ryc. 1).

Jako wskaźnik reakcji na ocieplenie przyjęto wzrost na wysokość drzewostanów bukowych, ponieważ jest on funkcją wieku i warunków siedliskowych oddziałujących na gatunek. Z badań tych wynika, że zakres pomierzonych średnich wysokości nie jest wyraźnie związany z rozpatrywanymi czynnikami klimatycznymi. Ze wzrostem temperatury zwiększa się wysokość buka. Opady nie powodują zmian. Buk osiąga w obszarach suchych i ciepłych Bawarii największą produktywność, która często przekracza wartości tablicowe.

W przypadku zwiększenia się średniej temperatury o 1°C do 2°C w porównywalnych warunkach klimatycznych w Bawarii buk zachowałby swoje możliwości produkcyjne, a w chłodniejszych rejonach mógłby je nawet zwiększyć. Sądzić należy, że podobne prawidłowości można odnieść i do warunków w Beskidach.

Spośród innych gatunków lasotwórczych znacznie większą rolę w przypadku wzrostu temperatury powinna odgrywać lipa drobnolistna, która obecnie w warunkach podgórskich osiąga zasobność większą niż drzewostany bukowe w podobnym wieku. Dlatego obecnie szczególnie aktualne jest zalecenie Fabijanowskiego [8] wprowadzania tego gatunku do



RYC. 1. Średnie wysokości drzewostanów [m] bukowych w Bawarii (wiek 70 do 80 lat, udział buka co najmniej 70%) i długoletnie średnie przeciętne temperatury rocznych oraz sumy opadów rocznych; linie poziome — wartości porównawcze z tabel zasobności dla trzebieży o średnim nasileniu, górna linia — I klasa bonitacji, dolna — IV klasa [10]

drzewostanów Pogórza i dolnej części regła dolnego i to nie tylko jako domieszki pielęgnacyjnej i biocenotycznej ale i wysokoprodukcyjnej, np. w drzewostanach jodłowych.

Ocieplenie dobrze znosić powinny również dąb bezszypułkowy i grab. Oba te gatunki należy więc w szerszym zakresie wprowadzać na siedliskach lasu wyżynnego i lasu mieszanego wyżynnego, a z czasem najprawdopodobniej i w dolnych partiach regła dolnego. Ważnym gatunkiem w warunkach karpaccich, szczególnie zaś w Bieszczadach, Tatrach, Pieninach, Beskidzie Niskim i Sądeckim powinien być jawor. W drzewostanach Bieszczadów jest on cennym gatunkiem uszlachetniającym i współpanującym. Konieczne jest przywrócenie w Bieszczadach gospodarczego typu drzewostanu jaworowo-bukowego. Również klon zwyczajny towarzyszący jaworowi wymaga powszechniejszego wprowadzania.

Niedocenianym drzewem w niektórych dzielnicach Karpat jest sosna, która w przypadku ocieplenia utrzyma najprawdopodobniej, a nawet rozszerzy areał występowania głównie na uboższych, borowych siedliskach i jako gatunek pionierski. Jest ona ważnym gatunkiem w strefie pogórza zarówno domieszkowym jak i współpanującym. Drzewostany złożone m.in. z sosny i jodły znane są z Pogórza: Przemyskiego, Dynowskiego, Ciężkowickiego, a także Beskidów: Wyspowego i Sądeckiego. Na Spiszu spotyka się jednogatunkowe drzewostany sosnowe. W omówionych warunkach brać należy pod uwagę zarówno ekotyp sosny podhalańskiej jak i tzw. sosnę wdziarową. Należałoby wymienić również inne gatunki, które mogą egzystować w niekorzystnych warunkach, a ich obecność przyczynia

się do kształtowania wysokoprodukcyjnych i stabilnych drzewostanów wielogatunkowych i realizacji postulatu bioróżnorodności.

Zalecenia o charakterze genetycznym

W okresie zwiększonego zagrożenia ekosystemów leśnych na skutek zmian środowiska, w parze ze zróżnicowanym składem gatunkowym drzewostanów, hodowla lasu powinna przywiązywać większą wagę do ich zmienności genetycznej. Z naturalnej genetycznej różnorodności mogą wytworzyć się bowiem odpowiednio przystosowane populacje drzew. Dlatego też pilnym zadaniem hodowli lasu jest należyta ocena stosowanych metod postępowania hodowlanego pod względem ich genetycznych skutków [12]. Nie można oczekiwać, aby las spełniał wszystkie nasze życzenia, a więc odgrywał rolę lasu wielofunkcyjnego, jeżeli nie będziemy dbać o zachowanie możliwości jego przeżycia w trudnych, zmieniających się warunkach.

W związku z tym nasuwają się następujące zalecenia o podstawowym znaczeniu dla praktyki hodowlanej, których celem jest utrzymanie możliwie dużej różnorodności populacji drzew tworzących nasze lasy [38]. Podstawowe znaczenie dla zachowania zmienności ma sposób zakładania drzewostanów. Z genetycznego punktu widzenia odnowienie naturalne jest właściwsze niż sztuczne. Tam, gdzie jest to możliwe i celowe — ze względu na drzewostan macierzysty — należy więc je stosować. Szczególnie godne polecenia są tego rodzaju sposoby odnowienia, które wykorzystują dużą liczbę drzew matecznych w drzewostanie wyjściowym. Należy też wziąć pod uwagę długie okresy (wiele lat nasiennych) i (lub) czasowo odstopniowane małe powierzchnie odnowieniowe. Rębnia gniazdowa stopniowa udoskonalona i ciągła są pod tym względem najodpowiedniejsze, ponieważ nasiona pochodzące z kolejnych lat, przez zmienność struktur genetycznych odpowiednio kształtują następne generacje. Przykładem tego mogą być badania prowadzone w drzewostanach jodłowych przez Longauera [30], które wykazały, że odnowienie sztuczne zmienia niekorzystnie skład genetyczny drzewostanów, a naturalna selekcja utrzymuje różnorodność na najwyższym poziomie. Żywotność jodły jest wyraźnie związana z heterozygotycznością danej populacji. Z badań cytowanego wyżej autora wynika, że największą heterozygotyczność ma ona w obszarach, w których osłabienie jej żywotności nie występuje prawie wcale (Bułgaria) lub w ograniczonym zakresie (Rumunia).

Podany przykład dowodzi, że zmienność genetyczna decyduje o zdolności przystosowawczej danej populacji do określonych warunków, a duża plastyczność fizjologiczna jest wynikiem jej heterozygotyczności [12].

Z genetycznego punktu widzenia wskazana jest duża liczba okazów w naturalnych odnowieniach, z gospodarczego jednak nie jest ona tak pożądana. O ile racjonalizacja prac hodowlanych przewiduje redukcję drzewek w fazie odnowienia i tyczkowni, zaleca się zabiegi schematyczne [38].

W uprawach pula genów zarówno dla selekcji naturalnej jak też hodowlanej jest zredukowana, ponieważ od początku mamy do dyspozycji dużo mniejszą liczbę okazów. Sztuczne odnowienie może przerwać zatem naturalne procesy przystosowawcze. Z tego też względu w uprawach należy unikać zbyt małej liczby sadzonek.

Dobór kwalifikowanego materiału siewnego ma decydujący wpływ na zmienność i wartość genetyczną nowych upraw. Różnorodność genetyczną danej populacji można zapewnić przede wszystkim poprzez zbiór nasion z dużej liczby drzew matecznych w danym drzewostanie lub różnych drzewostanów. Dla praktyki Rotach [38] zaleca m.in. mieszanie nasion z różnych lat nasiennych w danym drzewostanie. Mieszanie nasion z różnych drzewostanów można stosować o ile warunki ekologiczne są porównywalne. Konieczne jest jednak ustalenie regionów pochodzeniowych wewnątrz których postępowanie takie jest dozwolone oraz określenie ich ilościowych proporcji w mieszaniu.

Warunki produkcji sadzonek w rozsadnikach nie powinny odbiegać od naturalnych (ograniczenie m.in. nawożenia i fungicydów). Należy unikać sortowania według wielkości nasion i sadzonek w obrębie tego samego pochodzenia.

Stosowanie obcych pochodzeń może być w szczególnych przypadkach z hodowlanego punktu widzenia celowe lub nawet konieczne. Wybór odpowiednich pochodzeń jest jednak ważną decyzją hodowlaną wymagającą wiedzy i dobrego rozeznania. Przy podejmowaniu takiej decyzji należy rozważyć aspekty ekologiczne, cele hodowlane i możliwe ryzyko.

Rodzime drzewostany są tym bardziej godne zachowania im bardziej specyficzne lub ekstremalne są warunki ich wzrostu, istnieje wówczas duże ryzyko wprowadzenia w takich sytuacjach nieodpowiedniego pochodzenia. Dla ochrony cennego materiału genetycznego konieczne jest wydzielanie drzewostanów nasiennych "rezerwatów genów", dla których należy przewidywać specjalne sposoby zagospodarowania.

Dla rzadkich gatunków drzew występujących w rozproszeniu i izolacji zaleca się - z genetycznych i praktycznych względów - zakładanie plantacji nasiennych. Wielkość i ilość tego rodzaju plantacji powinna być ustalona na podstawie kryteriów genetycznych. Aspekty zachowawcze w tym przypadku powinny być uwzględniane przed ekonomicznymi, np. zapotrzebowaniem na nasiona.

Z tych krótkich informacji wynika, iż najpewniejszym sposobem przygotowania naszych lasów karpackich na stresy, związane głównie ze zmianami środowiska, jest kształtowanie składu gatunkowego oraz zachowanie i — w miarę możliwości — zwiększanie ich zmienności genetycznej tworzących je populacji drzew, która zapewnia większą plastyczność drzewostanów na różnego rodzaju zagrożenia.

Proponowane metody postępowania hodowlanego w lasach karpackich

Odnawianie i przebudowa

W dominujących w Karpatach siedliskach lasu górskiego (54,9%), lasu mieszanego górskiego (11,4%) i lasu wyżynnego (25,8%) należy w pełni wykorzystać warunki siedliskowe odpowiadające bukowi. Wiązać się to będzie z koniecznością nie tylko odnawiania **drzewostanów bukowych**, ale poszerzeniem areалу tego gatunku w ramach przebudowy monokultur świerkowych. Gatunek ten w przypadku ocieplenia klimatu zachowa swoje możliwości produkcyjne, a w chłodniejszych terenach może je nawet zwiększyć [9]. Gatunkami współpanującymi lub domieszką uszlachetniającą powinny być na wilgotnych

glebach jodła i jawor, na glebach szkieletowych, w wyższych partiach regła dolnego - modrzew, a także sosna, głównie na pogórzu jak i dolnej części regła dolnego (około 700 m n.p.m.). Istniejące obecnie drzewostany bukowe, powstałe z samosiewu często w wyniku ponad 20-letniego okresu odnowienia, posiadają podstawy do genetycznego dostosowania się do zmieniających warunków klimatycznych. Może więc z naturalnej różnorodności założeń dziedzicznych utrzymać lub wytworzyć odpowiednio przystosowane populacje.

Wprowadzanie buka w ramach zarówno całkowitej jak i częściowej przebudowy wymagać będzie stosowania materiału sadzeniowego wyhodowanego z nasion pochodzących co najmniej z kilku drzewostanów nasiennych i gospodarczych, reprezentujących różne populacje, ale z tego samego mikroregionu lub mezoregionu, o czym już wspomniano.

Celowe jest w tym zakresie wykorzystanie drzewostanów nasiennych i produkcyjnych, np. z terenu Nadl. Bielsko i Andrychów (Porąbka). W Beskidzie Sądeckim należy wykorzystać materiał nasenny pochodzący z wielu drzewostanów Nadl.: Piwniczna, Nawojowa, Stary Sącz (Rożnów), a w Beskidzie Żywieckim z Nadl. Bielsko.

Przy wykonywaniu uzupełnień celowe jest również wykorzystanie materiału pochodzącego z różnych drzewostanów. Ponad 100-letnie doświadczenia wykazały, że sprawdzoną metodą odnowienia drzewostanów bukowych jest rębnia częściowa wielkopowierzchniowa lub pasowa. W Karpatach jest ona realizowana z różnymi rezultatami przy wykorzystaniu 15–25-letniego okresu odnowienia. Zasadnicze błędy, jakie popełnia dotychczasowa praktyka, to często mały stopień pokrycia potomstwem odnawianych stref, pasów lub wydzieleń i znaczne szkody powstałe w trakcie zrywki. Należałoby również przewidywać stosowanie rębni stopniowej gniazdowej udoskonalonej, która sprzyja przestrzennemu zróżnicowaniu budowy i struktury drzewostanu.

W zakresie tego pierwszego niedociągnięcia trzeba większą wagę przywiązywać do wykorzystania lat obfitych urodzajów nasion. Umiejętny podział stref lub wydzieleń na działki robocze szerokości 50–60 m z trwałymi szlakami zrywkowymi i uwzględnianie przy wynagradzaniu za pracę powodowania jak najmniejszych szkód są metodami realnymi dla ich zminimalizowania.

Udział buka i/lub jodły do 40% w przebudowanych drzewostanach świerkowych uzyskać można stosując rębnię stopniową gniazdowo-smugową lub gniazdowo-pasową (rębnia bawarska kombinowana), bądź stopniową gniazdową udoskonaloną. Odnowienie i prowadzenie **drzewostanów jodłowych** uzależnić należy od budowy i żywotności tego gatunku. W praktyce hodowlanej lasów karpaccich w drzewostanach jodłowych lub z jodłą jako gatunkiem panującym, brane być mogą pod uwagę rębnie: stopniowa gniazdowa udoskonalona i stopniowa gniazdowa (bawarska K. Gayera) oraz ciągła.

W analizowanych drzewostanach kształtowanie bioróżnorodności jest ułatwione dzięki elastyczności cięć. W drzewostanach prowadzonych tymi rębniami należy troszczyć się o odpowiedni udział, obok drzew liściastych, także sosny. Długi okres odnowienia, wykorzystanie wielu lat nasiennych, duża selekcja naturalnie powstałego odnowienia spełniają postulaty zarówno zmienności genetycznej takiej populacji jak i lasu wielofunkcyjnego.

Długookresowe obserwacje potwierdzają, że najwłaściwszą formą postępowania w jedlinach jest rębnia przerębowa. Zapewnia ona bowiem ciągłość biologiczną, bardzo dużą

heterozygotyczność powstających ciągle generacji i dzięki temu ich różnorodność założeń dziedzicznych, o czym już wspomniano. Ukształtowany w tej rębni ekosystem leśny spełnia najlepiej postulaty: ochronne, krajobrazowe, socjalne i produkcyjne, a więc jest zgodny z modelem lasu wielofunkcyjnego.

Przywrócenie jodły na utracone przez nią stanowiska w Beskidach wymagać będzie dysponowania materiałem sadzeniowym tego gatunku. Bardzo pomocne w tym zakresie będą wyniki badań proveniencyjnych jodły polskich pochodzeń prowadzonych przez Zakład Nasiennictwa, Szkółkarstwa i Selekcji Drzew Leśnych AR w Krakowie [39].

Spośród pochodzeń karpaccich najlepsze walory genetyczne (określono je na podstawie indeksów selekcyjnych opartych na wskaźniku odziedziczalności, cech przeżywalności i przyrostu rocznego wysokości w wieku 8 lat) wykazały pochodzenia z Beskidu Sądeckiego (drzewostan z Powroźnika — LZD w Krynicy), Beskidu Niskiego (Berest — Nadl. Nawojowa) i Gorców [39]. Powinny one stanowić — obok innych drzewostanów z terenu Nadl. Nawojowa, Piwniczna (Kosarzyska), Stary Sącz (Przysietnica) — bazę do zbioru nasion.

Zwiększenie udziału jodły w Beskidach: Małym, Makowskim, Żywieckim i Śląskim powinno objąć większy zakres drzewostanów. Jednakże baza nasienna w tej części Karpat jest bardzo uboga, a wartość genetyczna jodeł określona została jako negatywna [39]. Celowe będzie zatem poszerzenie tej bazy o drzewostany naturalne z rezerwatów przyrody.

Mimo ogólnie negatywnej oceny drzewostanów z Pogórza Karpackiego oraz Bieszczadów, niektóre pochodzenia wykazują dodatni indeks selekcyjny. Na powierzchni w Starym Sączu indeks taki uzyskały drzewostany z Nadleśnictw Pogórza: Kańczuga (Szklary), Strzyżów (Niebylec), Dynów (Wyręby). Pozytywne indeksy selekcyjne na powierzchni doświadczalnej w Baligródzie wykazują także niektóre pochodzenia z Nadleśnictw bieszczadzkich: Lutowiska (Sękowiec) i Lesko (Malinki) [39]. Materiału siewnego należy także szukać w drzewostanach z terenu Nadl. Baligród i rezerwatu im. St. Myczkowskiego na Otrycie.

Przy odnawianiu **drzewostanów świerkowych** na siedlisku boru mieszanego górskiego należy wykorzystywać rębnię częściową smugową. Ze względu na konieczność zwiększenia w tych warunkach siedliskowych udziału gatunków domieszkowych (jodła, buk, jawor, modrzew, sosna), z których jodła i buk wymagają odnawiania pod osłoną, rębnia częściowa smugowa stosowana będzie w zmodyfikowanej formie. Polegać to będzie na wprowadzaniu domieszek w grupach lub/i kępach 1–6-arowych.

W drzewostanach jodłowo-(bukowo)-świerkowych stosować należy rębnię stopniową gniazdowo-smugową lub stopniową gniazdowo-pasową (bawarską kombinowaną). We wszystkich strefach wysokości kształtować należy biogrupową (ew. grupowo-przerębową) [25] budowę charakterystyczną dla określonego pasa boru świerkowego (las zwarty, luźny i górna granica lasu) [14, 33] (ryc. 2).

Przy zalesianiu i odnawianiu w warunkach wysokogórskich trzeba jednak pamiętać, że specyfika tych prac jest inna od wykonywanych w terenach niżowych lub niższych położeniach górskich. W strefie lasu zwartego można stosować wielkopowierzchniowe odnawianie, które z czasem w wyniku procesu agregacji ukształtuje drzewostan złożony z biogrup (2–3



RYC. 2. Stabilny drzewostan świerkowy o strukturze przerębowej; lasy wsi Ochlipów

świerki). W strefie górnej granicy lasu obowiązywać powinna zasad grupowego wysadzenia [42, 43]. Tę formę nazywa się grupową, ponieważ zalesienia lub odnowienia nie prowadzi się na dużych powierzchniach, ale wśród rzadkiego drzewostanu na terenach otwartych lub w lukach w formie skupień — grup i kęp, często pod osłoną innych gatunków. Sposób ten naśladuje wyraźnie biogrupy (roty świerkowe) w naturalnych, ale skrajnych warunkach przy górnej granicy lasu. Zasady zakładania rot zawiera opracowanie szwajcarskie [40], omawia je także Jaworski [14].

Metody pielęgnacji

Zasady pielęgnacji **buka** powinny zmierzać do wyhodowania dobrej jakości drzewostanów z uwzględnieniem dużej zmienności fenotypowej. Należy pamiętać, że w odnowieniu bukowym środowisko wywiera większy wpływ na jakość drzew niż podłoże dziedziczne. Umiarkowana intensywność cięć doprowadzająca do równomiernego zwarcia 90–100%, selekcja negatywna w warstwie górnej to podstawowe zasady pielęgnacji młodników bukowych.

Popieranie grupowego rozmieszczenia drzew zróżnicowanych fenotypowo wpłynie zarówno na możliwość kształtowania ich dobrej jakości jak i różnorodności (zmienności) genetycznej. Z chwilą osiągnięcia fazy żerdziowiny rozpoczyna się okres trzebieży oparty o zasadę schädelinowskiej trzebieży selekcyjnej, bądź przy nierównomiernym rozmieszczeniu drzew jakościowej trzebieży grupowej, mającej również charakter trzebieży selekcyjnej. Drzewostany bukowe o nieregularnej, grupowej budowie powstają w wyniku rębni częściowych z długim okresem odnowienia, m.in. jako rezultat szkód przy zrywce drewna. Nieregularne, grupowe rozmieszczenie kształtuje się także jako rezultat procesów naturalnych, gwałtownej zmiany warunków glebowych na małej powierzchni, nierównomiernego

odnowienia naturalnego, wykorzystania kilku lat nasiennych i genetycznych właściwości drzew macierzystych, zaniedbań w pielęgnacji odnowień, grupowego wystąpienia choroby (śluzotok) [24]. Takie naturalne dla drzewostanu zjawiska trzeba w procesie biologicznej racjonalizacji cięć pielęgnacyjnych wykorzystać dla zwiększenia produktywności, utrzymania zróżnicowania biologicznego i zbliżonej do naturalnej budowy drzewostanów.

Okazuje się ponadto, że asymetria koron buków rosnących w biogrupach nie wywiera wpływu na ekscentryczność pnia [21, 22, 45].

Praktyka trzebieży w drzewostanach górskich i to nie tylko bukowych wykazuje, że zasada równomiernego rozmieszczenia drzew dorodnych była trudna do realizacji, często też blisko rosnące drzewa dobrej jakości pozostawiano. Zatem idea równomierności i uwalniania koron nie była w pełni realizowana i postępowanie takie stanowiło często podświadome popieranie biogrup. Wprowadzanie trzebieży grupowej godne jest rozpatrzenia i wdrożenia, bowiem realizuje ona m.in. postulat budowy drzewostanu zbliżonego do naturalnego i zwiększa jego stabilność.

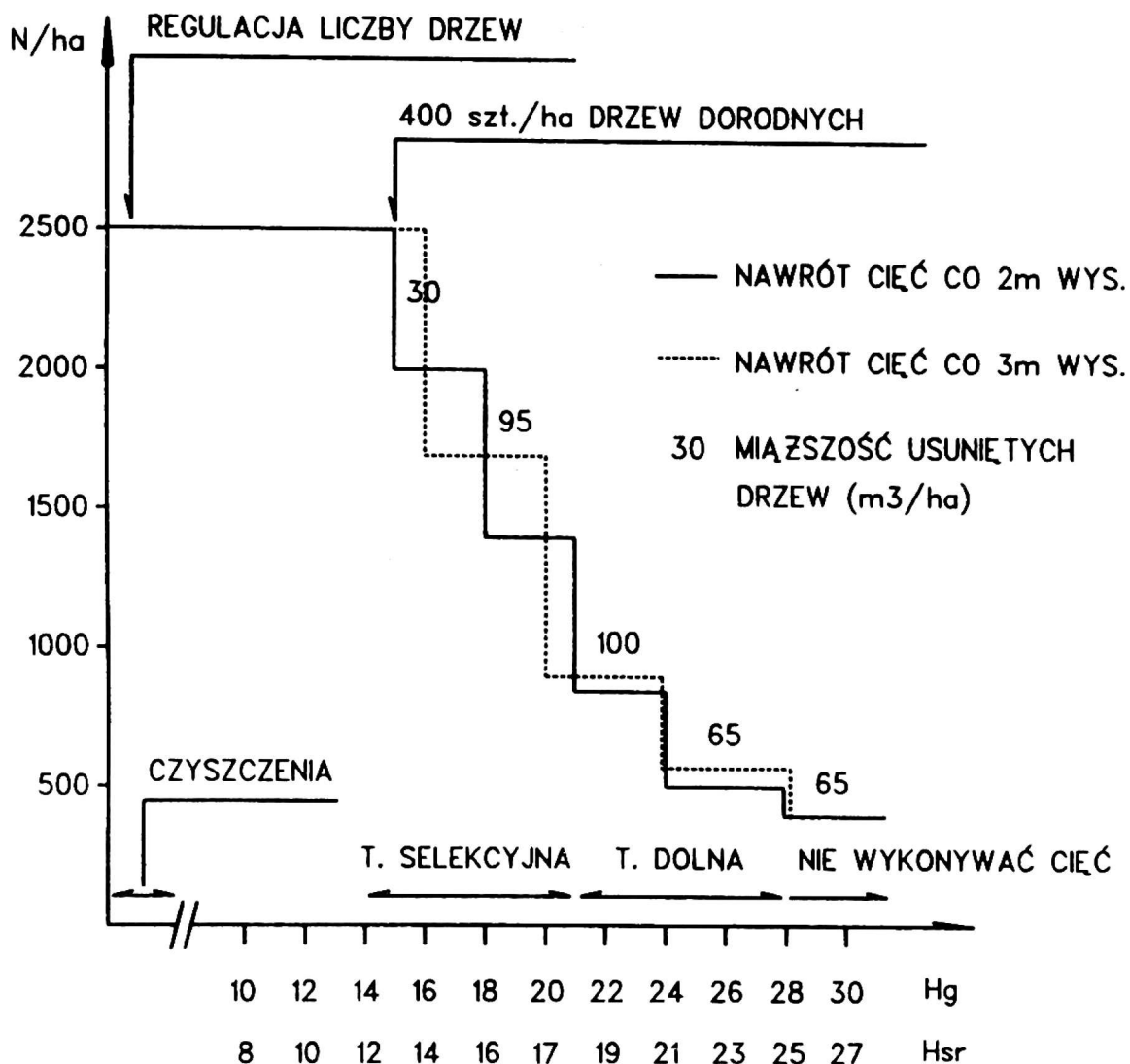
Zasady pielęgnacji **drzewostanów świerkowych** obejmują dwa zasadnicze programy realizowane przy pomocy różnych metod trzebieży. Pierwszy kierunek obejmuje trzebieże dolne różnej intensywności, drugi opiera się na trzebieżach selekcyjnych. Współcześnie opracowano wiele modeli opartych na zasadach postępowania selekcyjnego w pierwszym etapie i trzebież dolną w drugim. Na podkreślenie zasługuje model austriacki 'Johanna - Pollanschütza, Abetza [4], Chrousta oraz Vyskota [6] i Jurcy [44].

Model Vyskota przyjmuje wysadzanie 2500 sadzonek na hektar. Wszystkie pozostałe zakładają, bez względu na zagęszczenie początkowe, osiągnięcie w wyniku czyszczeń przed wiekiem 20 lat 2500 świerków na hektar.

Godny polecenia model Abetza polega na wyborze przy wysokości górnej 15 m maksymalnie 400 dorodnych drzew (drzew przyszłościowych) i usunięcie okazów najbardziej szkodliwych (ryc. 3). Te zabiegi selekcyjne realizowane są do osiągnięcia wysokości górnej równej 21 m. W następnej fazie życia stosuje się trzebieże dolne (usuwa wszystkie pozostałe drzewa oprócz 400 przyszłościowych). Nawrót cięć określa się na podstawie rozwoju wysokości górnej drzewostanu. W przypadku zwiększenia wysokości górnej o 2 m wykonuje się łącznie pięć zabiegów a w przypadku zmiany wysokości o 3 m — cztery zabiegi.

W naśladowaniu naturalnej budowy przestrzennej drzewostanów, wielu autorów [36, 45] nawiązuje do biogrupowego rozmieszczenia świerków rosnących w warunkach naturalnych obszarów górskich. Klein (por. Zajączkowski [45]) widzi celowość popierania biogrup i stosowania grupowej trzebieży w drzewostanach rosnących na żyznych siedliskach w terenach górskich i wyżynach. Proponowana trzebież zwiększa, zdaniem tego autora, stabilność i nie pogarsza jakości technicznej drewna. Klein poddaje krytyce stosowaną w Niemczech metodę trzebieży selekcyjnej podkreślając, że uwalnianie koron drzew przyszłościowych od oddziaływania mechanicznego drzew szkodliwych (konkurentów) nie tylko obniża stabilność świerczyn, ale i pogarsza jakość techniczną drewna.

Otto [36] przedstawia interesującą klasyfikację drzew i biogrup tworzących drzewostan główny i podrzędny. W drzewostanie głównym wyróżnia się:



Hgór. – WYSOKOŚĆ ODPOWIADAJĄCA ŚREDNIEJ POWIERZCHNI PRZEKROJU 100 NAJGRUBSZYCH DRZEW

Hsr – WYSOKOŚĆ OBLICZONA NA PODSTAWIE ŚREDNIEJ POWIERZCHNI PRZEKROJU

RYC. 3. Model zabiegów pielęgnacyjnych w drzewostanach świerkowych — wg Abetza z Instytutu Badawczego Leśnictwa Badenii-Wirtembergii [4]

- stabilne drzewa pojedyncze,
- grupy statyczne złożone z dwóch lub więcej jednakowej grubości drzew (1–2 klasy Krafta) (grupy niezmiennie stabilne),
- dynamiczne grupy złożone z dwóch lub więcej niejednakowej grubości drzew (1–3 i niższe klasy Krafta) (zmiennie-stabilne grupy).

Zaś w drzewostanie podrzędnym wyróżnia się:

- labilne drzewa pojedyncze,
- labilne grupy złożone z 2 lub więcej drzew.

Przyjęte przez tego autora zalecenia przewidują:

- w drugiej klasie wieku po udostępnieniu drzewostanu zwracać uwagę na grupy drzew grubszych, dobrze uformowanych; takich grup nie należy celowo rozluźniać, a w pozostałych przewiduje się trzebież selekcyjną,
- od trzeciej klasy wieku powinno się celowo uwzględniać grupy grubszych, dobrze uformowanych, dobrej jakości drzew (z koronami co najmniej 1/3 wysokości drzewa i korzystnym H:d), które utworzyły się pomimo wcześniejszego uregulowania odległości.

Otto przewiduje silniejsze wkraczanie z zabiegami w skupienia słabszych i labilnych drzew, o ile nie spełniają one zadań związanych ze stabilnością drzewostanu, jak też źle ukształtowanych i wszystkich uszkodzonych strzał i to tym silniej, im gorzej ukształtowane okazy przeszkadzają dobrym przyszłościowym lub ich grupom. Typowi "konkurenci" nie muszą być w każdym przypadku usuwani; należy bowiem ustalić, czy nie są one okazami przyczyniającymi się do stabilności i współprodukującymi w grupie dynamicznej lub statycznej.

Pielęgnacja **drzewostanów jodłowych** powinna zmierzać do wzmożenia żywotności i zwiększenia udziału jodły, stosownie do warunków siedliskowych. Obecnie jodłę określa się jako "dziecko wymagające specjalnej troski". Żaden gatunek nie wykazuje bowiem tak zróżnicowanych cech i takich ekstremalnych kontrastów jak jodła. Z jednej strony jest ona uważana za ekologiczny stabilizator naszych lasów (dobre, naturalne odnawianie, znoszenie ocienienia, reagowanie na zabiegi hodowlane, osiąganie dużej produktywności), z drugiej strony zasłużyła na miano "mimozy". Przydomek ten wyraża bowiem jej ogólną wrażliwość na wpływy i zmiany środowiska. Z uwagi na tę wielką wrażliwość stała się ona bioindykatorem znaczących i przykrych skutków oddziaływania m.in. emisji na nasze lasy. Jeszcze obecnie — mimo wyraźnej poprawy jej stanu zdrowotnego w ostatnich latach, o czym już wspomniano — należy jodła niewątpliwie do gatunków drzew, które najbardziej ucierpiały na skutek szkód nowego rodzaju w lasach (obumieranie) [41].

Pielęgnacja jodły stanowi istotny element, obok właściwych metod jej odnawiania, wyhodowania żywotnych drzewostanów złożonych z tego gatunku. Osiągnięcie wysokiej żywotności, stabilności i produktywności jest możliwe przez jodły o długich koronach. Postulat ten realizuje model pielęgnacji opracowany przez Jaworskiego [13]. Polega on na pielęgnacji podrostów i młodników ze ścisłym uwzględnieniem wychowawczej roli prawidłowo prowadzonego drzewostanu macierzystego. Kształtowanie grup i kęp (im mniejsze są grupy odnowienia, a większe zróżnicowanie wysokości, tym bardziej udane jest odnowienie jodłowe i jego "pielęgnacyjna" budowa) w postaci stożków odnowieniowych powstałych w wyniku cięć gniazdowych i brzegowych w rębniach stopniowej udoskonalonej i bawarskiej. Umiarkowany dobór pozytywny, realizowany przez wybór najżywoźniejszych jodełek charakteryzujących się m.in. długimi koronami, ich uwalnianie i zabezpieczanie pozwolą kształtować zwarcie schodkowe i skośne, a także pionowe. Na takie uwalniające zabiegi jodła reaguje dobrym przyrostem wysokości, kształtowaniem długiej i gęsto ugałęzionej korony. Utrzymanie zróżnicowanej budowy piętrowej (grupowo-kępowej o zwarcu schodkowym i skośnym) powstałej w wyniku wspomnianych rębni stopniowych jest celem trzebieży. W praktyce realizowana jest trzebież selekcyjna. Należy stwierdzić, że postulowana w tej trzebieży równomierność rozmieszczenia drzew dorosłych w drzewostanach pochodzących głównie z odnowienia naturalnego jest trudna do osiągnięcia.

nięcia. Warto podkreślić bardzo ściśle oddziaływanie fizjologiczne jodeł tworzących biogrupy w wyniku zrastania korzeni. Często po wycięciu jednej z dwu blisko rosnących jodeł, pozostały pniak zarasta na obwodzie tworząc pierścień tkanki przyrannej.

Określenie zależności między asymetrią korony a przyrostem grubości oraz jakością jodeł rosnących blisko siebie wskazuje na celowość stosowania jakościowej trzebieży grupowej w jedlinach. W przypadku jodły warto podkreślić dodatkowy element ułatwiający kształtowanie grupowego rozmieszczenia, a mianowicie zróżnicowania wysokościowego drzew tworzących biogrupę. Ułatwia ono utrzymanie i kształtowanie takich grup. W praktyce problem ten powinno rozwiązać stosowanie trzebieży przerębowej wszędzie, gdzie pozwala na to budowa drzewostanów. Kilkugeneracyjne, dojrzewające drzewostany, o różnym stopniu wykształcenia, złożonej budowy piętrowej i z odnowieniem są stałymi komponentami jedlin górskich. Zaniedbania pielęgnacyjne, ograniczające się niekiedy tylko do cięć sanitarnych, powodują wydzielanie drzew z dolnych pięter, kształtowania się poziomego zwarcia górnego piętra i zanik wspomnianej, optymalnej dla jodły struktury [25, 29]. Dlatego upowszechnianie i stosowanie trzebieży przerębowej powinno być jednym (obok odnowienia jodły i działalności zapobiegającej szkodom powodowanym przez zwierzynę płową) z najważniejszych elementów działalności hodowlanej w drzewostanach jodłowych i z jej udziałem.

Realizacja wszelkich zadań hodowlanych będzie jednak niemożliwa bez uregulowania nadmiaru stanu zwierzyny płowej i związanych z nim szkód w jedlinach. Nie pomogą najlepsze metody odnawiania, pielęgnacji i realizacja postulatów naturalnego kierunku hodowli lasu, jeżeli praca pokoleń leśników będzie niszczone przez zwierzynę.

W trosce o "ekologiczną hodowlę lasu czy też gospodarke leśną" przy szukaniu wzorów w mało zniekształconych lasach naturalnych (pierwotnych) konieczne jest przypomnienie, że cechą tych pierwotnych ekosystemów leśnych był zawsze mały stan zwierzyny płowej i zachowana równowaga między drapieżcą a pozostałą grupą zwierząt. Należy sądzić, że wzięcie pod ochronę wilka i rysia przyczyni się do przywrócenia równowagi ekologicznej w lasach karpackich.

Spośród opracowanych i wdrożonych nowych koncepcji pielęgnacyjnych można rozważyć inną metodę, która weszła do literatury pod nazwą "trzebieży grupowej" [28]. Znalazła ona zastosowanie w drzewostanach: świerkowych, liściastych i wielogatunkowych. Podstawą tej trzebieży jest tworzenie grup o wymiarach 16×16 do 22×22 m (zapoczątkowane w czyszczeniach a zakończone przy pierwszych trzebieżach) jako jednostek "przeładowych". W grupie nie wyróżnia się początkowo żadnego drzewa przyszłościowego, tylko okazy o pełnej wartości, pożyteczne, obojętne i nie nadające się do hodowli. W tej metodzie nie mówi się o jednym drzewie dorodnym ale o grupie 15–25 drzew pełnej wartości hodowlanej i o takiej samej liczbie pożytecznych "służebnych", które są również potrzebne. Tym drzewom należy poświęcić najwięcej uwagi przy pierwszych trzebieżach. Stosuje się w tej metodzie selekcję negatywną wśród panujących drzew i w drzewostanie podrzędnym.

W warunkach zagrożenia imisjami przemysłowymi stosowane zasady pielęgnacji drzewostanów wymagać będą modyfikacji [23]. Wskazują na to długoletnie szwajcarskie doświadczenia trzebieżowe. Wynika z nich m.in., że imisje przemysłowe dotknęły szczególnie drzewostany pielęgnowane trzebieżami górnymi (selekcyjnymi), powodującymi mniejszy

przyrost miąższości drzew najlepszych w odróżnieniu od drzewostanów prowadzonych trzebieżami dolnymi. Okazało się bowiem, że trzebież górna zwiększa "chropowatość" pułapu koron, co ułatwia wyłapywanie imisji przez nie osłonięte drzewa dorodne. W ten sposób drzewa te, zamiast reagować przyrostem prześwietlenia, wykazują jego osłabienie, podczas gdy po trzebieżach dolnych wyrównany pułap koron nie sprzyja wyłapywaniu imisji przez drzewa, które nie wykazują zmniejszenia przyrostu.

Uzyskane rezultaty skłoniły do przyjęcia następujących zasad pielęgnacji drzewostanów zagrożonych imisjami przemysłowymi: do wieku 60-70 lat prowadzi się trzebież selekcyjną troszcząc się o korony a następnie — stosownie do potrzeb — przechodzi się do zabiegów w drzewostanie podrzędnym. W ten sposób kształtuje się wyrównany "dach koron" nie wyłapujący zanieczyszczeń przemysłowych.

Na zakończenie przedstawionych metod odnawiania i pielęgnacji drzewostanów, w trosce o ukształtowanie wielofunkcyjnego ekosystemu leśnego wzorowanego na lasach naturalnych, zdolnego przeciwstawić się wielu zagrożeniom naturalnym (klimat) i będących efektem presji działalności gospodarczej, konieczne jest ustalenie wzorów docelowych dostosowanych do różnych warunków. Modele takie mogą stanowić wizję doświadczonych leśników znających różne obiekty — drzewostany, które w najszerszym zakresie pozwolą realizować zadania stojące przed lasami. Duże znaczenie też mogą mieć istniejące drzewostany zarówno zagospodarowane, jak i objęte ochroną w największym stopniu zbliżone do obrazu — wizji drzewostanów, które chcemy otrzymać w wyniku działalności gospodarczej.

We wszystkich proponowanych czynnościach hodowlanych, m.in. rębniach, konieczne będzie wprowadzanie — często na bieżąco — odpowiednich dalszych modyfikacji dostosowanych do zmieniających się lokalnie sytuacji, na podstawie ciągłych obserwacji. W związku z tym obecnie, a przynajmniej w najbliższej przyszłości, najlepiej byłoby stosować najelastyczniejszy ze wszystkich, swobodny sposób hodowli lasu, który polega na wykonywaniu potrzebnych w danym miejscu czynności, np. różnego rodzaju cięć, zabiegów pielęgnacyjnych, odnowień itp. dostosowanych do miejscowych warunków z uwzględnieniem jednak pewnego porządku przestrzennego.

Realizacja rozpatrywanych, skomplikowanych często zadań, które czekają na leśników w drzewostanach karpackich, wymaga jednak spełnienia podstawowych postulatów, jak np. należyta rozbudowa sieci odpowiednich dróg i szlaków zrywkowych, stosowanie na stromych stokach urządzeń linowych z uwzględnieniem warunków lokalnych, rozsądna mechanizacja prac leśnych, zwłaszcza zrywki drewna w terenach dostępnych (specjalne, małe, wielozadaniowe traktory), stałe doszkalanie personelu leśnego różnych stopni. Należy również rozważyć wprowadzanie przemysłanych zmian organizacyjnych (np. zmniejszenie powierzchni nadleśnictw i leśnictw) oraz kompetencyjnych (przodująca rola nadleśnictw) proponowanych przez Bernadzkiego [1] w celu intensyfikacji i racjonalizacji działań hodowlanych.

Wnioski

- Stan zanieczyszczeń powietrza w Krainie Karpackiej, zwłaszcza substancjami gazowymi SO_2 i NO_x uległ wprawdzie pewnej poprawie, za wyjątkiem RDLP w Katowicach, ale jest jeszcze daleki od zadawalającego. W związku z tym musimy dążyć wszelkimi sposobami (technicznymi, politycznymi i innymi) do dalszej, znacznej redukcji trujących imisji w skali Polski oraz u naszych sąsiadów i w Europie. Jest to obecnie najważniejszy postulat, od którego spełnienia zależy w znacznym stopniu istnienie naszych lasów, m.in. karpackich.
- Stwierdzony od ponad 100 lat wzrost temperatury powietrza, przy tendencji jego przyspieszenia w ostatnich dziesiątkach lat, może spowodować w Karpatach przesunięcia się ku górze (przy wzroście temperatury o 1°C o około 200 m w ciągu 100 lat) pięter roślinnych, ze wszystkimi tego konsekwencjami. Musimy więc podjąć wyprzedzająco, profilaktyczne działania oparte na długofalowym planowaniu hodowlanym, uwzględniające ciągłe obserwacje zachodzących zmian, które pozwolą na wprowadzanie odpowiednich modyfikacji.
- Wymienione dwa zasadnicze zagrożenia wymagają od naszych lasów karpackich daleko idącego przystosowywania się do stresów wywołanych zmianami środowiska i innymi. Jest to w znacznym stopniu możliwe w przypadku zachowania, a nawet wzmożenia różnorodności genetycznej naszych drzewostanów. Musimy efektywniej niż dotychczas chronić w różny sposób nasze zasoby genowe, m.in. w formie drzewostanów nasiennych i w miarę możliwości stosować odnowienia naturalne oraz rębnie wzmagające różnorodność genetyczną.
- Należy więc w szerokim zakresie wprowadzać w lasach karpackich naturalny kierunek hodowli lasu i w miarę możliwości rębnie udoskonalone, jak np. stopniową i ciągłą oraz inne w odpowiednio zmodyfikowanej formie, dostosowanej do zagrożeń, podanych wyżej postulatów i lokalnych warunków. Z tych też względów wskazane byłoby wdrażanie swobodnego sposobu gospodarowania.
- Przy stosowaniu w odnowieniach możliwie szerokiego wachlarza gatunków, należy w większym niż dotychczas zakresie uwzględniać, głównie w drzewostanach bieszczadzkich, jawor i przewidzieć w związku z tym gospodarcze typy drzewostanów: jaworowo-bukowe i bukowo-jaworowe (w wyższych położeniach).
- Wzrost zapotrzebowania na drewno, głównie celem pokrycia zwiększającego się stale zapotrzebowania na papier [3], będzie wymagać zakładania w odpowiednich miejscach nowych plantacyjnych upraw gatunków szybko rosnących, przede wszystkim na niżu [5].
- Realizacja tych odpowiedzialnych oraz trudnych i wielorakich zadań, które stoją przed leśnikami w Krainie Karpackiej w związku z obecnymi i przypuszczalnymi, dalszymi zmianami środowiska, wymaga koniecznego udostępnienia obszarów leśnych (sieć dróg, urządzenia linowe itp.) oraz odpowiedniej mechanizacji prac, zwłaszcza przy zrywce drewna, bowiem tylko przy odpowiedniej infrastrukturze

i zaopatrzeniu w sprzęt zmechanizowany, będzie można sprostać różnorodnym i zróżnicowanym zadaniom.

- Trzeba będzie również rozważyć możliwość wprowadzenia propozycji dotyczących reorganizacji, głównie na szczeblu nadleśnictw (np. zmniejszenie ich wielkości) i zwiększenia samodzielności ich działania, co przyczyniłoby się do ułatwienia oraz usprawnienia planowania i wykonywania rozmaitych prac.
- Można również wdrażać po ich wypróbowaniu, różne warianty trzebieży grupowej ewentualnie przerębowej (czyli przekształceniowej), które w pewnych przypadkach mogą się przyczynić do racjonalizacji zabiegów pielęgnacyjnych.
- W związku z masowym niszczeniem w lasach karpackich odnowień, głównie jodły i cennych gatunków domieszkowych przez zwierzynę płową, a głównie jelenie, konieczną i pilną do załatwienia sprawą jest uregulowanie ich stanu oraz jednocześnie ochrona drapieżników jak: wilków i rysi. Przyczyni się to do zmniejszenia liczebności zwierzyny do odpowiedniego poziomu.
- Załatwienia wymaga również uregulowanie przebiegu granicy rolno-leśnej, co będzie się wiązać m.in. z wyznaczeniem terenów przeznaczonych do zalesień i przyczyni się do zwiększenia lesistości Krainy Karpackiej.

Zakończenie

Na zakończenie można wyrazić pogląd, że tylko przez zaangażowanie dostępnych nam środków oraz możliwości, jak też skoordynowane kompleksowe działania, nie tylko leśników, będzie można przeciwstawić się różnorodnym zagrożeniom lasów karpackich, wzmocnić ich żywotność i doprowadzić do stanu, który pozwoli trwale spełniać przez nie wielofunkcyjne zadania wspomniane na wstępie.

Literatura

1. **Bernadzki E.:** Obecne problemy planowania hodowlanego. Prace IBL. 1993 s. B nr 15.
2. **Bert D.:** Silver fir (*Abies alba* Mill.) shows an increasing long term trend in the Jura mountains, Tree Rings and Environment. Proceedings in the Int. Dendrochronological Symposium, Ystad, South Sweden, 3-9 September 1990. Lundaua Raport V. 34, Lund Univ. 1992.
3. **Bode W., Hohnhorst M.:** Waldwende: vom Försterwald zum Naturwald. München: Verlag C. H. Beck 1994.
4. **Burschel P., Huss J.:** Grundriss des Waldbaus. Hamburg und Berlin. Verlag Paul Parey 1987.
5. **Chodzicki E.:** Zagadnienie współdziałania hodowli lasu z postulatami kształtowania środowiska przyrodniczego w Polsce. Fol. For. Pol. 1976 ser. A nr 22.
6. **Chroust L.:** Porostni ychovani k zvýšení odolnosti smrkových porostu. Les. Prace 1986 R. 65 nr 8.

7. **Chwojka M., Liwińska A., Wawrzoniak J.:** Zanieczyszczenia powietrza w lasach. Warszawa: IBL 1994.
8. **Fabijanowski J.:** Roślinność rezerwatu lipowego "Obrożyska" koło Muszyny. Ochr. Przyr. 1961 R. 27.
9. **Felbermeier B.:** Arealveränderungen der Buche infolge von Klimaänderungen. Allg. Forstzeit. 1994 Jg. 49 nr 5.
10. **Felbermeier B., Burschel P.:** Klimaänderung und Wald. Rundgespräche der Kommission für Ökologie. Bd 8, Klimaforschung in Bayern, München: Verlag Dr F. Pfeil 1994.
11. **Galiński W.:** Wpływ globalnego ocieplenia klimatu Ziemi i efektu cieplarnianego na lasy strefy klimatu umiarkowanego. Las Pol. 1995, nr 9.
12. **Hattemer H. H.:** Die genetische Variation und ihre Bedeutung für Wald und Waldbäume. Schweiz. Zeit. f. Forstw. 1994 Jg. 145 nr 12.
13. **Jaworski A.:** Pielęgnowanie drzewostanów jodłowych i z udziałem jodły. Postępy Techniki w Leśnictwie 1986 Nr 38.
14. **Jaworski A.:** Charakterystyka hodowlana drzew leśnych. Kraków: Gutenberg 1994.
15. **Jaworski A., Karczmarski J.:** Struktura i dynamika dolnoregłowych drzewostanów o charakterze pierwotnym w Babiogórskim Parku Narodowym. Acta. Agr. et Silv. ser. Silv. 1990 Vol. 29.
16. **Jaworski A., Karczmarski J.:** Struktura i dynamika drzewostanów o charakterze pierwotnym w Pienińskim Parku Narodowym. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie 1991 Nr 254 Leśnictwo 20.
17. **Jaworski A., Karczmarski J., Skrzyszewski J.:** Budowa i struktura lasu lipowego w rezerwacie Obrożyska. Acta Agr. et Silv. ser. Silv. 1993, Vol. 31.
18. **Jaworski A., Karczmarski J., Skrzyszewski J.:** Dynamika, budowa i struktura drzewostanów w Rezerwacie "Łabowiec". Acta Agr. et Silv. ser. Silv. 1994, Vol. 32.
19. **Jaworski A., Skrzyszewski J.:** Budowa, struktura i dynamika drzewostanów o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna. Acta Agr. et Silv. ser. Silv. 1995 Vol. 33 (w druku)
20. **Jaworski A., Karczmarski J., Pach M., Skrzyszewski J., Szar J.:** Ocena żywotności drzewostanów jodłowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierśnicy. Acta Agr. et Silv. ser. Silv. 1995 Vol. 33 (w druku).
21. **Kato F.:** Die qualitative Gruppendurchforstung der Buche als Problem der entscheidungsorientierten forstlichen Betriebswirtschaftslehre. Der Forst- und Holzwirt. 1972 nr 4.
22. **Kato F., Muder D.:** Qualitative Gruppendurchforstung der Buche. Allg. Forst- und Jagdztg. 1983 Jg 154 H. 8.

23. **Keller W., Imhof P.:** Zum Einfluss der Durchforstung auf die Walschäden. Schweiz. Z. f. Forstw. 1987 Jg. 138 nr 1.
24. **Korpel S.:** Pestovanie lesa. Zvolen: VSLD 1986.
25. **Korpel S., Saniga M.:** Vyberny hospodarsky spsob. Lesnicka fakulta Praha a Matice lesnicka, Pisek: VŠZ 1993.
26. **Kowalski M.:** Rozwój drzewostanów naturalnych na powierzchni badawczej w Białowieskim Parku Narodowym. Rozpr. Nauk. i Monogr. SGGW-AR Warszawa, 1982.
27. **Kowalski M.:** Climate — a changing component of forest site. Fol. Forst. Pol. 1991 ser. A nr 33.
28. **Lang K.:** Gruppendurchforstung in Laubholz- und Mischbeständen. Allg. Forstzeit. 1981 Jg. 36 nr 38.
29. **Leibundgut H.:** Pielęgnowanie drzewostanów. Warszawa: PWRiL 1972.
30. **Longauer R.:** Genetická diversita a vplyv obhospodarotvania na geneticku štrukturu porastov jedle bielej. (w): Ślachteni lesnych drevin v meniacich sa podminkach pro-postredia. Zvolen Lesnický Vyskumny Ustav 1994.
31. **Małachowska J., Wawrzoniak J.:** Ocena uszkodzenia lasu na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych Monitoringu Biologicznego w 1993 r. Warszawa: IBL 1994.
32. **Mayer H., Ott E.:** Gebirgswaldbau Schutzwaldpflege. Stuttgart — New York: Gustav Fischer Verlag 1991.
33. **Myczkowski S.:** Struktura i ekologia zespołu świerka *Piceetum tatricum* u górnej granicy zasięgu w Tatrzańskim Parku Narodowym w dolinach Stawów Gąsienicowych i Pańszczycy. Ochr. Przyr. 1964 R. 30.
34. **Obrębska-Starkłowa B., Bednarz Z., Niedźwiedź T., Trepieńska J.:** Klimat Karpat w okresie globalnego ocieplenia i prognozowane zmiany gospodarcze. Probl. Zagosp. Ziem. Gór. 1994 Z. 37.
35. Ochrona Środowiska. Warszawa: GUS 1994.
36. **Otto H. J.:** Ökologischer Waldbau: Walddynamische Prozesse bei Fichte und Kiefer im Rahmen waldbaulicher Rationalisierung. Der Wald Berlin 1994 Jg. 44 H. 11.
37. **Primault B.:** Etude de différentes possibilités de dépouillement de données climatiques. Schweiz. Zeit. f. Forstw. 1995 Jg. 146 Nr 3.
38. **Rotach P.:** Genetische Vielfalt und praktische forstliche Tätigkeit : Probleme und Handlungsbedarf. Schweiz. Zeit. f. Forstw. 1994 Jg 145 nr 12.
39. **Sabor J.:** Ocena zmienności genetycznej świerka pospolitego i jodły pospolitej oraz typowanie najcenniejszych populacji do zachowania zasobów genetycznych in-situ. Dokumentacja naukowa. Zakład Nasiennictwa, Szkółkarstwa i Selekcji Drzew Leśnych AR Kraków 1994.

40. **Schönenberger W., Frey W., Lauenberger F.:** Ökologie und Technik der Aufforstung im Gebirge. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen. Berichte 1990, 325.
41. **Schütz J. P.:** Ökologische Bedeutung der Weisstanne für den Schweizer Wald. Schweiz. Z. f. Forstw. 1990 Jg. 141 H. 11.
42. **Somora J.:** Vysokohorske podochranne zalesnovanie na priklade Tatranskeho Narodneho Parku. (W:) Rekonštrukcia hornej hranice lesa. Sbornik referatov ze semenara 30-31 VIII 1977, Kralova Studna.
43. **Tamlan A.:** Projektovanie zalesovania na hornej hranici lesa. (W:) Rekonštrukcia hornej hranice lesa. Sbornik referatov zo semenara 30-31 VIII 1977, Kralova Studna.
44. **Vyskot M. z zesp.:** Pesteni lesu. Praha: SZN 1978.
45. **Zajączkowski J.:** Grupowa struktura rozmieszczenia drzew w drzewostanach a metody trzebieży. Las Polski 1994 nr 5.

Summary

Guidelines of silvicultural treatments in Carpathian forests facing changing environmental conditions

Our forests, Carpathian including, are exposed to a large extent to the impact of noxious imissions; a new threat also appears in the form of climatic change, especially Earth's warming.

The analysis of numerous materials concerning air population allows to suppose, that the level of threat, to Carpathian forests among others, has decreased, with the exception of RDSF Katowice. Imissions — mainly gaseous: SO₂ and NO_x — are still one of the most eminent dangers. Their impact can however be indirectly palliated through strengthening of vitality and stability of forest stands using selection of suitably diversified composition of species, looser density, adequate mixing forms, proper structure, dynamics of natural development, and possibly fertilization. Implementation of the natural orientation in silviculture is commonly recommended, as well as using of pioneering species (birch, rowan, aspen and others) in the case of intensive imissions. The choise of suitable reproduction material, mycorrhizal colonization, etc. are necessary. The production period and regeneration period will be shortend. The following criteria should be taken into account at execution of tending cuttings: health, vitality, stability, quality, and resistance against imissions. An effort must be done to rear specimens with well-developed crowns and to maintain diversity of species in thickets. Beginning from the stage of pole-stand, upperlayer selection thinning should be applied, the group method including, that should later acquire the character of less intensive lower-layer thinnings after the trees are 70-year-old.

It results from the recent publications that the overall increase of temperature in Carpathians in the years 1881–1990 was 0.9-1.3°C. This warming is typical for Central Europe. An acceleration of the increase of average temperature by 0.24°C per 10 year was found, for

instance in Cracow, in the last several decades. However, no distinct (statistically significant) annual changes of precipitation sums were recorded from Cracow during more than 100 years. It may be supposed, that an upward shift of zonal climate-vegetation boundary lines would occur in Carpathians, due to the further increase of temperature. In the case of a change of mean annual temperature by 1°C during hundred years this shift would possibly be of about 200 m. This process will undoubtedly cause change in, among others, boundaries of natural ranges of trees and species composition of forest associations. We do not have, unfortunately, data on response of trees to change of such a kind. Such information may however be taken indirectly from the behaviour of individual species living in different climatic conditions prevailing presently.

Silviculture should also pay a greater attention to the genetic variability of trees, because suitably adapted populations may arise from the natural diversity of hereditary foundations. For this reason natural regeneration of stands is more appropriate than artificial one; taking account such elements as possibility to use a considerable number of mother trees, long timespans, and small regeneration areas graduating in time, the Swiss irregular shelterwood system and selection cutting system are recommended in the framework of implementation of natural orientation of silviculture. Conserving and possibly increasing the genetic variability of our Carpathian forests constitute then the most reliable natural way of preparing those to withstand the stresses linked mainly with environmental changes.

Basing on deliberations presented above, investigational results, and practical experience, there were silvicultural recommendations given further on, concerning regeneration, restructuring and tending of Carpathian forest stands, mainly of beech, fir, and spruce ones. An attention has been paid to the necessity of due accessibility to forest areas (road network, cable devices), suitable mechanizations of works, and reduction of deer populations (mainly red deer), in respect to damage done by them, and, consequently, to the need of protection on predators (wolf, lynx), as well as an optimum settling of the field-forest boundary (afforestations, extension of the country's forest cover).

The performance of these multiple tasks will only be possible with coordination of many complex actions that would help, first of all, to lessen the emission to a necessary minimum and to counteract other various threats to Carpathian forests, for strengthen their vitality and to bring them to state that would allow to fulfil many important postulates concerning protection, culture, public values, production and biological diversity.