

PIOTR GOŁOJUCH, CEZARY BEKER

Urządzanie i monitoring lasu a ustalenie stref uszkodzenia lasu i stopni uszkodzenia drzewostanów

Forest management and monitoring versus establishment of forest damage zones and degrees of stand damage

ABSTRACT

Gołojuch P., Beker C. 2015. Urządzanie i monitoring lasu a ustalenie stref uszkodzenia lasu i stopni uszkodzenia drzewostanów. Sylwan 159 (1): 13-21.

In years 1970-2002, in Poland forest damage zones were distinguished within the framework of forest management works. Since 2003 degrees of stand damage have been determined. This study presents basic characteristics of the methods employed for these purposes concerning the necessity to elaborate a new method of determination of degrees of stand damage.

The establishment of forest damage zones and degrees of stand damage cannot be treated as one of the forms of monitoring because in order to determine their range, no observations on the permanent plots and – within their confines – on the same sample trees were and are carried out. Over the time, evaluation criteria or/and ways of establishment of the extent of damages have been undergoing considerable and significant methodological changes and modifications. In terms of dynamically altering quantitative and qualitative impact of different factors affecting forest environment, 10 years period of observation repeatability is far too long to use this information as an indicator of occurring changes. In practice, it was and it still is impossible to determine objectively trends and directions of changes taking place in a given object, which is one of the objectives of forest monitoring.

The concept of damage zone should be understood not only as an area of grouping the stands of the same or similar damage, but, equally importantly, as those which happen to be under the influence of the same factor exerting its influence at the same level. Therefore, when determining the range of zones, the following three actions should be taken into consideration simultaneously: complex crown evaluation, dendrometric measurements and monitoring of the effect of the causative agent. In order to trace the trends of the changes on the study plots, the same sample trees must be subjected to evaluations and measurements. From the point of view of the time perspective, examinations should be carried out every 5 years (assessment of the crown condition and dendrometric measurements) or on a continuous basis (monitoring of the effect of the causative agent) irrespective of the forest taxation. It is also advisable to consider possible use of contemporary remote sensing techniques to determine the range of zones and degrees of damage, which preliminary can be used to establish the range, intensity and kind of the damages.

KEY WORDS

forest damage, management, monitoring

ADDRESSES

Piotr Gołojuch – e-mail: piotrgol@wp.pl

Cezary Beker – e-mail: beker@up.poznan.pl

Katedra Urządzania Lasu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 71c, 60-625 Poznań

Wstęp

Monitoring lasu jest systemem oceny środowiska leśnego i kondycji zdrowotnej drzewostanów dokonywanym na podstawie ciągłych lub okresowych obserwacji i pomiarów wybranych wskaźników (wskaźników) na stałych powierzchniach obserwacyjnych. Do stosowanych w Polsce form monitoringu zaliczyć można wielkopowierzchniową inwentaryzację stanu lasu, monitoring techniczny i monitoring biologiczny [Jaszczak i in. 2011]. Są to działania niezależne od zarządzania lasu w poszczególnych nadleśnictwach. Natomiast wśród informacji zbieranych w ramach inwentaryzacji lasu i opisywanych w planach urządzenia lasu o charakterze monitoringu środowiska leśnego znajdują się zagadnienia związane z ustaleniem stref zagrożenia bądź uszkodzenia drzewostanów znajdujących się pod wpływem negatywnego oddziaływania pyłów i gazów (lata 1970-2002) lub stopnia uszkodzenia drzewostanów z uwzględnieniem różnych przyczyn (od 2003 roku).

W 1967 roku przeprowadzona została pierwsza wstępna, testowa inwentaryzacja drzewostanów, która umożliwiła wyróżnienie tzw. stref uszkodzeń. W 1970 roku pojawiła się pierwsza instrukcja oceny stopnia uszkodzenia drzewostanów, wyróżniająca tzw. strefy zagrożeń według jednakowych kryteriów w skali całego kraju, które obowiązywały przez ponad 20 lat. W 1994 roku wprowadzono nową metodę związaną z ustaleniem tzw. stref uszkodzenia lasu [Instrukcja... 1970, 1980, 1994; Jaszczak 1998b, 1999b, 2001, 2007a, 2008d; Jaszczak i in. 2011]. W kolejnych instrukcjach urządzenia lasu [2003, 2012] uwzględniono potrzebę wprowadzenia stref uszkodzenia lasu, jednak ze względu na fakt, że nie została przyjęta jednolita metodyka ich określania, nie umieszcza się obecnie informacji o strefach uszkodzenia aż do czasu jej przyjęcia. Skutkiem tego jest niewypełnianie odpowiednich wzorów formularzy – powierzchniowo-miąższościowej tabeli klas wieku według stref uszkodzenia lasu i gatunków panujących oraz tabeli klas wieku spodziewanego bieżącego rocznego przyrostu miąższości według gatunków panujących i stref uszkodzenia – przyrost zredukowany. Natomiast w tabeli klas wieku według spodziewanego bieżącego rocznego przyrostu miąższości według gatunków panujących i stref uszkodzenia – przyrost tablicowy, nie wyszczególnia się stref uszkodzenia. Rezygnacja z ich ustalania spowodowała także konieczność oceny od 2003 roku stopnia uszkodzenia każdego z drzewostanów z osobna, wraz ze wskazaniem głównej przyczyny szkody.

Niniejsza praca analizuje dotychczas stosowane metody i badania związane z ustaleniem stref uszkodzenia lasu i stopni uszkodzenia drzewostanów. W konsekwencji umożliwia to odniesienie się do zapisu o braku nowej jednolitej metodyki ustalania stref uszkodzenia lasu i konieczności jej opracowania, co ma znaczenie dla obecnej i przyszłej praktyki urządzeniowej [Instrukcja... 2003, 2012]. Stanowi także odpowiedź, czy ustalanie stref uszkodzenia lasu i stopni uszkodzenia drzewostanów można traktować jako jedną z form monitoringu czy też inwentaryzacji lasu.

Ogólna charakterystyka dotychczasowych metod

Ustalanie zasięgu stref uszkodzenia i zagrożenia oraz stopnia uszkodzenia wiąże się z pracami urządzeniowymi w danym obiekcie, czyli odbywa się raz na dziesięć lat.

Strefy zagrożenia i uszkodzenia lasu [Instrukcja... 1970, 1980, 1994] wyróżniano jedynie ze względu na jeden czynnik sprawczy – emisje przemysłowe. W latach 1970-2002 o przynależności drzewostanów do określonej strefy decydował stan drzew z jednej czasowej rozpoznawczej powierzchni próbnej, która reprezentowała od 50 do nawet 200 ha lasu [Instrukcja... 1970, 1980, 1994]. Początkowo dla oceny stanu koron dokonywano wycinki drzew. Dotyczyło to 5 drzew na powierzchni, jednak nie podano szczegółowych zasad ich wyboru, za wyjątkiem

tego, że ich wiek powinien mieścić się w granicach 30-70 lat [Instrukcja... 1970, 1980]. Od 1994 roku ocena dotyczyła drzew stojących, w wieku 40-80 (a nawet nieraz do 100) lat, wybranych subiektywnie przez taksatora z drzewostanu głównego (1, 2 i 3 klasa Krafca), w liczbie 15 drzew na jedną powierzchnię. Drzewa i granice powierzchni nie były trwale oznakowane w terenie [Instrukcja... 1994]. W latach 1970-2002 podstawowymi gatunkami wskaźnikowymi były gatunki iglaste – sosna, świerk i jodła, dla których w kolejnych instrukcjach urządzania lasu [1970, 1980, 1994] były opracowane szczegółowe kryteria punktowej oceny ich koron. Początkowo było to pięć cech – długość i kształt igliwia, barwa igliwia, liczba roczników igieł na pędzie, przyrost wysokości i żywotność drzewa [Instrukcja... 1970, 1980], a później trzy cechy – stan aparatu asymilacyjnego (defoliacja, liczba roczników igieł, nienaturalne przebarwienia), przyrost wysokości i żywotność pędów bocznych [Instrukcja... 1994]. Możliwość oceny stanu gatunków liściastych pojawiła się w 1994 roku, ale opracowane kryteria były bardzo ogólnikowe, bez szczegółowego wyróżniania trzech cech. Na podstawie uzyskanych punktów obliczano wskaźnik uszkodzenia będący podstawą przypisania powierzchni do jednej ze stref na gruntach leśnych. W latach 1970-1993 odbywało się to zgodnie z następującym schematem [Instrukcja... 1970, 1980]: strefa 0 – wolna od zagrożeń ($W_U < 0,5$), strefa I – słabego zagrożenia ($0,5 \leq W_U \leq 1,4$), strefa II – średniego zagrożenia ($1,5 \leq W_U \leq 2,4$) i strefa III – silnego zagrożenia ($2,5 \leq W_U \leq 3,0$). Natomiast w latach 1994-2002 obowiązywał następujący podział na strefy [Instrukcja... 1994]: strefa 0 – brak uszkodzeń ($W_U \leq 0,50$), strefa I – uszkodzeń słabych ($0,50 < W_U \leq 1,50$), strefa II – uszkodzeń średnich ($1,50 < W_U \leq 2,50$) i strefa III – uszkodzeń silnych ($2,50 < W_U \leq 3,00$). We wszystkich latach zasięg stref zagrożenia lub uszkodzenia na gruntach leśnych odnoszono do całego oddziału.

Stopnie uszkodzenia drzewostanu łączone są z jedną z kilku przyczyn (owady, grzyby, zwierzęta, pożary, imisje przemysłowe, czynniki klimatyczne, zakłócenia stosunków wodnych, erozja, inne antropogeniczne, inne bez określenia) [Instrukcja... 2003, 2012]. Stopień uszkodzenia określano początkowo dla drzewostanów w wieku powyżej 20 lat [Instrukcja... 2003], a obecnie dla każdego drzewostanu z osobna [Instrukcja... 2012]. Natomiast brak jest dokładnych wskaźników co do liczby drzew, bowiem zaliczenie drzewostanu do odpowiedniego przedziału uszkodzeń następowało według szacunku taksatora, z odniesieniem do drzewostanów uznanych za nieuszkodzone [Instrukcja... 2003] lub też podczas taksacji ocenia się procent uszkodzenia całego drzewostanu [Instrukcja... 2012]. Od 2003 roku kryteriami oceny stopnia uszkodzenia drzewostanów są cztery cechy: stan aparatu asymilacyjnego (defoliacja, deformacja, chorobliwe przebarwienia), stan pędów wierzchołkowych i bocznych (ich deformacje lub zanik), stan strzały i stan korzeni (obecność grzybów, owadów i istotnych uszkodzeń mechanicznych) [Instrukcja... 2003, 2012]. W przypadku wystąpienia uszkodzenia wyróżnia się trzy stopnie ich nasilenia, jednak początkowo stosowano podział uwzględniający kolejne wielkości uszkodzeń [Instrukcja... 2003]: stopień 0 – do 10% uszkodzeń, stopień 1 – 11-25% uszkodzeń, stopień 2 – 26-60% uszkodzeń i stopień 3 – powyżej 60% uszkodzeń. Obecnie podział wygląda następująco [Instrukcja... 2012]: stopień 1 – 10 i 20% uszkodzeń, stopień 2 – 30, 40 i 50% uszkodzeń i stopień 3 – powyżej 50% uszkodzeń. Udział odpowiednich stopni uszkodzenia wynika ze zsumowania powierzchni przypisanych do nich drzewostanów.

Dyskusja

Jaszczak [2000c, d, 2001] oraz Wójcik i Buczkowski [2002] wskazywali na konieczność ustalania zasięgu stref częściej niż co 10 lat, a więc nie tylko w ramach prac urzędzeniowych w danym nadleśnictwie.

Przez wiele lat wpływ imisji oceniano jedynie na podstawie stanu koron drzew, bez łączenia tej informacji z wynikami prowadzonego równoległe monitoringu technicznego [Jaszczak i in. 2011]. Postulat ten uwzględniono w badaniach Jaszczaka [1995, 1996, 1998a], Bekera [2009] oraz Bekera i Sienkiewicza [2009]. Później zwracano uwagę, że przy zmniejszającej się wielkości imisji szkodliwych związków należałoby uwzględniać kilka czynników wpływających kompleksowo na stan i kondycję drzewostanów [Jaszczak, Magnuski 2002], co jest obecnie możliwe [Instrukcja... 2003, 2012]. Jednak w przypadku stopni uszkodzenia Instrukcja... [2012] podaje, że główne przyczyny uszkodzeń nie są pod względem szacowanych wielkości jednoznacznie zgodne z konkretnymi rodzajami uszkodzeń określanymi przez nadleśnictwo na podstawie instrukcji ochrony lasu, co oznacza, że te dwie kategorie pojęć nie są wprost porównywalne. Stąd przy ustalaniu stref należy albo określić, jaki czynnik wpływający na środowisko leśne ma być poddany ocenie (np. emisje przemysłowe, poziom wód gruntowych), albo po ustaleniu różnych przyczyn uszkodzeń podział lasu na strefy powinien być przeprowadzony oddzielnie ze względu na każdą z nich. Dodatkowo określenie czynnika sprawczego powinno być powiązane z badaniem skali jego wpływu, np. w przypadku zanieczyszczeń przemysłowych powinien być prowadzony monitoring techniczny, zaś w przypadku poziomu wód gruntowych powinna funkcjonować sieć piezometrów.

Wiek ma wpływ na wielkość wskaźnika uszkodzenia [Jaszczak 1999a], stąd sugeruje się zakładanie dwóch powierzchni położonych blisko siebie oraz reprezentujących dwie różne klasy wieku (np. III i IV) i ustalanie wspólnego dla nich wskaźnika uszkodzenia [Jaszczak 2005a, b]. Wpływ warunków siedliskowych na stan koron drzew jest sprawą dyskusyjną, gdyż wyniki badań Boreckiego i Wójcika [1996], Wójcika [2000] oraz Jaszczaka [2005c, 2008b] wskazują na ich niejednoznaczny wpływ na wielkość defoliacji koron drzew – jednego z podstawowych kryteriów oceny stanu koron drzew. Wójcik i Czarniecka [2001] oraz Wójcik [2002] wiązali natomiast wielkość ubytku aparatu asymilacyjnego z parametrami koron – ich długością, formą i rodzajem ugałęzienia.

Z badań Bekera [1993, 1994a], Jaszczaka [2000a, b, c, 2008c], Wójcika [2000], Jaszczaka i Magnuskiego [2002] oraz Jaszczaka i in. [2003] wynika, że przy ocenie uszkodzeń można pomijać drzewa 3 klasy Krafta, nie powodując różnic interpretacyjnych. Natomiast inne wyniki [Jaszczak 1999a] wskazują, że w strefie uszkodzeń słabych średnia defoliacja koron drzew 1-3 klasy Krafta nie różni się istotnie od średniej defoliacji drzew 1-2 klasy Krafta. Wiek miał statystycznie istotne znaczenie dla średniej defoliacji koron drzew tych samych klas Krafta, ale rosnących w drzewostanach różnych klas i podklas wieku [Jaszczak 2007b]. Pozycja biosocjalna drzew rosnących w drzewostanach należących do tych samych stref uszkodzenia lasu nie wpływała istotnie na wielkość średniej defoliacji ich koron [Jaszczak 2005c; Jaszczak, Miotke 2009].

Zdaniem Dmyterko i Bruchwalda [2006] przeciętny wskaźnik uszkodzenia i zakres jego wartości daje podstawę do wyróżniania kolejnych stref. Jednak Jaszczak [2000c, 2001] zwracał uwagę, że przedziały wyznaczające poszczególne strefy były nierówne – dla stref 0 i III rozstęp wynosił 0,5 (przedziały odpowiednio 0,00-0,50 i 2,51-3,00), a dla stref I i II rozstęp wynosił 1,0 (przedziały kolejno 0,51-1,50 i 1,51-2,50), co w konsekwencji powodowało, że przechodzenie drzewostanów z jednej strefy uszkodzenia do drugiej było mało dynamiczne i rzadkie, nawet w przypadku znaczącego spadku wartości wskaźnika uszkodzenia, np. z 1,49 do 0,51 (drzewostan pozostawał w strefie I). Tymczasem już na początku lat 90. XX wieku Dmyterko [1993a, b] w swoich badaniach wyróżniła równe przedziały wskaźników uszkodzenia, dzieląc strefę I na strefę uszkodzeń bardzo słabych (Ia) i słabych (Ib), a strefę II na strefę uszkodzeń średnich (IIa) i silnych (IIb) – przedziały odpowiednio 0,51-1,00, 1,01-1,50, 1,51-2,00 i 2,01-2,51. Podane propozycje

nie znalazły się jednak w Instrukcji... [1994], mimo że większa liczba stref mogła dać bardziej obiektywny obraz kondycji drzewostanów i zmian zachodzących w środowisku leśnym [Jaszczak 2000c, 2001, 2005a]. Beker [1993, 1994a, b, 2002, 2003] zwracał także uwagę na konieczność podziału stopnia 2 oceny defoliacji koron drzew (obejmującego ubytek aparatu asymilacyjnego 26-60%) na dwa dodatkowe – 2a (26-40%) i 2b (41-60%). Postulat ten nie został uwzględniony przy określaniu przedziałów stopnia uszkodzenia [Instrukcja... 2003, 2012].

Do ustalania lub weryfikacji zasięgu stref uszkodzenia lasu, ustalonych w ramach inwentaryzacji naziemnych, były także podejmowane próby wykorzystania zdjęć spektrostrefowych [Tracka 1984, 1987, 1993; Ciołkosz i in. 1999; Zawila-Niedźwiecki i in. 2002]. Przykładowo w rejonie Konina uzyskiwane wyniki stworzyły m.in. lepsze możliwości wyznaczania stref słabych zagrożeń drzewostanów i rozgraniczenia poszczególnych źródeł szkodliwych emisji [Zawila-Niedźwiecki i in. 2002]. Współczesne metody, wykorzystujące nowoczesne technologie teledetekcyjne, pozwalają szybko określić stan zdrowotny i sanitarny lasów, a zwłaszcza obszary zagrożone występowaniem szkodliwych owadów i grzybów pasożytniczych – na podstawie aktualnej ortofotomapy wykonanej na bazie zdjęcia spektrostrefowego, opierając się na stopniu defoliacji koron drzew. Jednak na poziomie nadleśnictwa koszt aktualnych zdjęć jest znacznie wyższy od korzyści [Okła 2010]. Inną możliwością może być wykorzystanie zdjęć niemetrycznych do szacowania strat spowodowanych takimi czynnikami jak wiatry, pożary, okiście czy gradacje owadów [Wiśniewska 2010].

Wójcik i Buczkowski [2002] proponowali przy ustalaniu stref uszkodzenia zastosowanie techniki tzw. semiwariogramu i krigingu. W pierwszym przypadku możliwe było wykrycie obszarów, na których niezbędne jest wykonanie dodatkowych pomiarów, a w drugim dokładniejsze określenie przestrzennego rozkładu badanej cechy oraz zastosowanie nieregularnego układu siatki powierzchni próbnych.

Strefa uszkodzenia to obszar lasu grupujący drzewostany o tym samym lub podobnym uszkodzeniu [Instrukcja... 1994]. Jednak jedna powierzchnia próbna przypadała na 50-200 ha lasu. Nieważny był więc fakt, że na tym obszarze mogły rosnąć inne gatunki, które przy wpływie tych samych czynników zewnętrznych mogły reagować na nie inaczej niż wybrany gatunek wskaźnikowy. Nawet ten sam gatunek, ale rosnący w innym miejscu, w odmiennych warunkach siedliskowych i drzewostanowych oraz będący w innym wieku mógł wykazać zupełnie inny poziom uszkodzenia niż wykazany na danej powierzchni próbnej. W układzie przestrzennym wpływ pojedynczej powierzchni na ocenę stanu lasu był więc duży, ale mało precyzyjny i dokładny, otrzymywany jednak przy stosunkowo niewielkim nakładzie czasu i pracy, wykonywanej w tym przypadku nie w ramach taksacji, tylko niezależnie od niej.

Stopień uszkodzenia dotyczy natomiast pojedynczych drzewostanów, a więc w skali całego obiektu uwzględnione jest zróżnicowanie gatunkowe, wiekowe i siedliskowe. W układzie przestrzennym jest to sposób dokładny i precyzyjny, gdyż na ocenę stanu lasu składa się suma ocen cząstkowych poszczególnych drzewostanów, z których każdy podlega indywidualnej ocenie. W porównaniu do stref uszkodzenia lasu wymaga to jednak więcej czasu i nakładu pracy, ale mieści się w zakresie taksacji drzewostanów.

Defoliacja korony drzew wpływa na przyrost drzew, co na przykładzie związku ubytku aparatu asymilacyjnego z przyrostem pierśnicy sosen udowodnił Beker [2001]. W latach 1970-2002 przynależność drzewostanów do stref uszkodzeń wiązano z redukcją bieżącego przyrostu miąższości (w strefie I o 25%, w II o 50% i w III o 75%), jednak obecnie ocenia się, że dotychczas przyjmowane wskaźniki redukcyjne dla poszczególnych stref często, zwłaszcza w dużej odległości od źródeł zanieczyszczeń przemysłowych, były za duże i powinny być poddane empirycznej

weryfikacji [Szempliński, Zajączkowski 2000; Jaszczak 2001] – stąd od 2003 roku ten aspekt jest pomijany [Instrukcja... 2003, 2012].

W Polsce na przełomie XX i XXI wieku pojawiły się wyniki badań nad wprowadzeniem nowych metod oceny uszkodzeń kolejnych gatunków drzew – dębu [Dmyterko 1998; Dmyterko, Bruchwald 1998], buka [Dmyterko 1999; Dmyterko, Bruchwald 2000b, d], brzozy [Dmyterko, Bruchwald 2000c, e, 2001], olszy [Dmyterko 2003, 2006; Dmyterko i in. 2005b], jesionu [Dmyterko i in. 2003, 2005b], sosny [Dmyterko i in. 2005a; Bruchwald i in. 2005], świerka [Dmyterko, Bruchwald 2007a, b, c; Dmyterko i in. 2014] i jodły [Dmyterko, Bruchwald 2008; Dmyterko 2014]. Oparte one są na dwóch parametrach zaproponowanych przez Roloffa [1989, 2001]: ubytku aparatu asymilacyjnego, charakteryzującego stan koron drzew w miesiącu obserwacji, oraz vitalności koron drzew, wskazującej na wieloletnie zaawansowane zmiany koron drzew [Dmyterko 1998, 1999; Wójcik 2000; Jaszczak 2003]. Wyliczony na podstawie omawianych cech syntetyczny wskaźnik uszkodzenia łączy więc aktualne cechy z historią stanu korony drzewa [Dmyterko 1999], a nowe metody dają bardziej obiektywny obraz zagrożeń i szkód [Jaszczak 2001]. Proponowane kryteria zostały częściowo uwzględnione (cecha: stan pędów wierzchołkowych i bocznych) przy ustalaniu stopnia uszkodzenia drzewostanu [Instrukcja... 2003, 2012].

W badaniach zwraca się także uwagę na koronę wtórną u dębu [Dmyterko 1998; Dmyterko, Bruchwald 1998; Bruchwald, Dmyterko 1999], olszy [Dmyterko 2006] i jodły [Dmyterko 2014] i jej znaczenie dla oceny uszkodzeń koron i żywotności drzew.

Podsumowanie

Dotychczasowe rozważania pozwalają stwierdzić, że ustalanie stref uszkodzenia lasu i stopni uszkodzenia drzewostanów nie może być traktowane jako jedna z form monitoringu, gdyż:

- ✚ w celu ustalenia ich zasięgu nie prowadzono dotąd obserwacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych, a w ich granicach na tych samych drzewach próbnych,
- ✚ kryteria oceny lub/i sposoby ustalania wielkości uszkodzenia ulegały znaczącym metodycznym zmianom oraz modyfikacjom,
- ✚ przy dynamicznie zmieniającym się ilościowym i jakościowym wpływie różnych czynników na środowisko leśne powtarzalność obserwacji co dziesięć lat jest zbyt długim okresem, aby mogły być one wskaźnikiem zachodzących zmian.

Praktycznie niemożliwe jest obiektywne określenie kierunków zmian zachodzących w danym obiekcie, co jest jednym z celów monitoringu lasu. Tak więc ustalanie stref uszkodzenia lasu było tylko jedną z form inwentaryzacji lasu.

Pod pojęciem strefy uszkodzenia powinno się rozumieć nie tylko obszar lasu grupujący drzewostany o tym samym lub podobnym stopniu uszkodzenia, ale także będący pod ujemnym wpływem tego samego czynnika, oddziałującego na tym samym poziomie. Stąd przy ustalaniu zasięgu stref powinno się uwzględniać jednocześnie trzy kierunki działania – kompleksową ocenę koron, badania dendrometryczne i monitoring wpływu czynnika sprawczego. Pomiar i obserwacje powinny być prowadzone na określonej liczbie stałych powierzchni obserwacyjnych, stanowiących podstawową sieć monitoringu. W celu śledzenia kierunków i tendencji zmian na powierzchniach muszą być poddawane ocenie i pomiarom te same drzewa próbne. W ujęciu czasowym badania powinny być prowadzone co 5 lat (ocena stanu koron i badania dendrometryczne) lub w sposób ciągły (monitoring wpływu czynnika sprawczego), niezależnie od taksacji lasu i po jej wykonaniu.

Należy także rozważyć możliwość wykorzystania nowoczesnych technologii teledetekcyjnych do ustalania zasięgu stref lub stopni uszkodzenia, które mogą być wykorzystane do wstępnego

określenia zasięgu, nasilenia i rodzaju szkód. W ramach tak wyznaczonych stref ich opis wykonywano by na podstawie pomiarów i obserwacji przeprowadzonych na położonych w ich granicach stałych powierzchniach obserwacyjnych. W razie potrzeby uzyskania bardziej dokładnych danych byłyby także możliwość lokalnego zagęszczenia siatki punktów inwentaryzacji naziemnej o powierzchniach czasowe oraz zwiększenia częstotliwości ich przeprowadzania.

Literatura

- Beker C. 1993. Ocena defoliacji drzew jako podstawowe kryterium klasyfikacji stanu zdrowotnego lasu. Pr. Inst. Bad. Leśn. ser. B, 18: 89-94.
- Beker C. 1994a. Ocena korony sosny zwyczajnej dla potrzeb określania stanu zdrowotnego drzew. PTPN, Pr. Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. 78: 15-19.
- Beker C. 1994b. Lokalna inwentaryzacja stanu zdrowotnego drzewostanów sosnowych w LZD Murowana Goślina. Sylwan 138 (12) 79-88.
- Beker C. 2001. Związek pomiędzy defoliacją korony a przyrostem pierścicy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Roczn. AR Poznań. 131, Leśn. 39: 27-32.
- Beker C. 2002. Stan zdrowotny drzewostanów sosnowych na obszarze LZD Murowana Goślina w latach 1991-2000. W: Siwecki R. [red.]. IV Krajowe Sympozjum Reakcje Biologiczne Drzew na Zanieczyszczenia Przemysłowe. Poznań-Kórnik, 29.05-1.06.2001. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań. 199-205.
- Beker C. 2003. Kryteria oceny stanu drzewostanów sosnowych. W: Miler A. [red.]. Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego. Wyd. AR Poznań. 648-660.
- Beker C. 2009. Stan zdrowotny drzewostanów sosnowych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Murowana Goślina w latach 1992-2006. Sylwan 153 (8): 528-533.
- Beker C., Sienkiewicz A. 2009. Ocena stanu zagrożenia środowiska leśnego Puszczy Zielonka przez zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w latach 1992-2006. Sylwan 153 (7): 451-456.
- Borecki T., Wójcik R. 1996. Ocena stanu uszkodzeń drzewostanów w Nadleśnictwie Krotoszyn. Sylwan 140 (7): 9-15.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 1999. Reakcja przyrostowa dębu w powiązaniu ze stopniem uszkodzenia korony. Sylwan 143 (2): 47-58.
- Bruchwald A., Dmyterko E., Dudzińska M., Kluziński L. 2005. Charakterystyka pędu głównego i jego ugałęzienia u sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), rosnącej na terenie nadleśnictwa Olkusz. Sylwan 149 (3): 3-11.
- Ciołkosz A., Misztalski J., Olędzki J. R. 1999. Interpretacja zdjęć lotniczych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Dmyterko E. 1993a. Strefy uszkodzenia lasu a planowanie hodowlane. Pr. Inst. Bad. Leśn., ser. B, 15: 141-151.
- Dmyterko E. 1993b. Monitoring wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy metodą drzewostanową na podstawie stałych powierzchni obserwacyjnych. Pr. Inst. Bad. Leśn. ser. B, 18: 12-25.
- Dmyterko E. 1998. Metody określania uszkodzenia drzewostanów dębowych. Sylwan 142 (10): 29-38.
- Dmyterko E. 1999. Kryteria oceny uszkodzenia drzewostanów bukowych. Sylwan 143 (9): 31-45.
- Dmyterko E. 2003. Kształtowanie z wiekiem długości korony olchy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Garten.). Sylwan 147 (11): 47-53.
- Dmyterko E. 2006. Cechy korony jako podstawa metody określania uszkodzenia drzewostanów olchy czarnej [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.]. Pr. Inst. Bad. Leśn., Rozprawy i Monografie 5.
- Dmyterko E. 2014. Reakcja przyrostowa jodły (*Abies alba* Mill.) na zmiany środowiska w powiązaniu z koroną wtórną. Sylwan 158 (2): 90-98.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 1998. Weryfikacja metod określania uszkodzenia drzewostanów dębowych. Sylwan 142 (12): 11-21.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000a. Wielkopowierzchniowa metoda określania stopnia uszkodzenia drzewostanów dębowych i bukowych. Pr. Inst. Bad. Leśn. Ser. A, 3 (901): 17-33.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000b. Metody określania stopnia uszkodzenia drzewostanów bukowych i ich weryfikacja. Sylwan 144 (5): 49-60.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000c. Reakcja przyrostowa brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) rosnącej na terenie Nadleśnictwa Olkusz. Sylwan 144 (6): 15-25.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000d. Wielkopowierzchniowa metoda określania stopnia uszkodzenia drzewostanów dębowych i bukowych. Pr. Inst. Bad. Leśn. Ser. A, 3 (901): 17-33.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000e. Rozwój korony brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.). Sylwan 144 (1): 11-17.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2001. Rozwój ugałęzienia w koronie młodej brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.). Sylwan 145 (12): 19-26.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2006. Metodyczne podstawy ustalania stref uszkodzenia lasu i współczynników korygujących przyrost miąższości. W: Sierota Z. [red.]. Quo vadis, Forestry. 29-30 czerwca 2006. IBL, Sękocin Stary. 516-526.

- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007a. Kryteria określania uszkodzenia świerka. Sylwan 151 (6): 12-23.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007b. Drzewostanowa metoda określania uszkodzenia świerka. Sylwan 151 (6): 24-33.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007c. Reakcja przyrostowa świerka w powiązaniu ze stopniem uszkodzenia korony. Sylwan 151 (11): 22-34.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2008. Drzewostanowa metoda określania uszkodzenia jodły. Sylwan 152 (5): 26-33.
- Dmyterko E., Kluziński L., Bruchwald A. 2005a. Stan zdrowotny drzewostanów sosnowych (*Pinus sylvestris* L.) Nadleśnictwa Olkusz. Sylwan 149 (7): 3-13.
- Dmyterko E., Kluziński L., Bruchwald A. 2014. Stopień uszkodzenia drzewostanów świerkowych Gór Sowich. Sylwan 158 (3): 173-182.
- Dmyterko E., Tomusiak R., Wojtan R., Bruchwald A. 2005b. Analiza porównawcza stopnia uszkodzenia jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) i olszy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Garten.), rosnących w zmieszaniu lub bliskim sąsiedztwie. Sylwan 149 (2): 3-11.
- Dmyterko E., Wojtan R., Bruchwald A. 2003. Stan zdrowotny drzewostanów jesionowych (*Fraxinus excelsior* L.) Nadleśnictwa Mirce. Sylwan 147 (12): 9-18.
- Instrukcja zarządzania lasu. 1970. Ministerstwo Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego. PWRI, Warszawa.
- Instrukcja zarządzania lasu. 1980. Prace urzędniowe. Ministerstwo Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego. Naczelny Zarząd Lasów Państwowych. PWRI, Warszawa.
- Instrukcja zarządzania lasu. 1994. Część ogólna. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych. IBL, Warszawa.
- Instrukcja zarządzania lasu. 2003. Część 1. Instrukcja sporządzania planu urządzenia lasu dla nadleśnictwa. CILP, Warszawa.
- Instrukcja zarządzania lasu. 2012. Część I. Instrukcja sporządzania projektu planu urządzenia lasu dla nadleśnictwa. PGL LP, CILP, Warszawa.
- Iracka M. 1984. Spektrostrefowe zdjęcia lotnicze w ocenie stanu zdrowotnego i sanitarnego lasu. Las Pol. 8: 26-27.
- Iracka M. 1987. Ocena degradacji lasów w rejonie Bełchatowa w latach 1981 i 1985 na podstawie spektrostrefowych zdjęć lotniczych. Las Pol. 13-14: 10-12.
- Iracka M. 1993. Barwne zdjęcia lotnicze w podczerwieni jako źródło informacji o stanie lasu. Pr. Inst. Bad. Leśn. Ser. B, 18: 68-78.
- Jaszczak R. 1995. Zmiana stanu zdrowotnego drzewostanów sosnowych pod wpływem średnich skażeń z uprzemysłowionej aglomeracji miejskiej. Sylwan 139 (8): 43-49.
- Jaszczak R. 1996. Wyniki ustalenia stref uszkodzeń w lasach Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka metodą drzewostanową. Sylwan 140 (3): 113-121.
- Jaszczak R. 1998a. Ocena zmian cech biometrycznych drzewostanów sosnowych Puszczy Zielonka pod wpływem emisji miejsko-przemysłowych. Roczn. AR Pozn. 305, Leśn. 36: 47-70.
- Jaszczak R. 1998b. Ustalanie stref uszkodzenia lasów znajdujących się pod wpływem emisji przemysłowych. W: Wiatr I., Marczak H. [red.]. II Forum Inżynierii Ekologicznej. Monitoring środowiska. Wyd. Ekoinżynieria, Lublin. 105-114.
- Jaszczak R. 1999a. Crown defoliation of trees of common pine (*P. sylvestris* L.) of different Kraft classes in the evaluation of forest health condition. Sci. Pap. Agric. Univ. Pozn., Forestry 2: 52-72.
- Jaszczak R. 1999b. Monitoring lasów. Wyd. AR Poznań.
- Jaszczak R. 2000a. Pozycja biosocjalna drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) a zmiana wskaźników uszkodzenia ich koron określonych metodą drzewostanową. Sylwan 144 (8): 103-115.
- Jaszczak R. 2000b. Charakterystyka wskaźników uszkodzenia koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) różnych klas biosocjalnych. Sylwan 144 (9): 65-76.
- Jaszczak R. 2000c. Wskaźniki uszkodzenia koron drzew określone metodą drzewostanową w okresowej ocenie stanu lasu. Sylwan 144 (10): 69-81.
- Jaszczak R. 2000d. Ocena wybranych parametrów monitoringu lasów w Polsce. W: Smykała J. [red.]. Stan i perspektywy badań z zakresu zarządzania lasu i ekonomiki leśnictwa. Materiały IV Konferencji Leśnej Sękocin Las, 13-14 czerwca 2000 r. IBL, Warszawa. 226-234.
- Jaszczak R. 2001. Ustalanie stref uszkodzenia lasu w Polsce metodą drzewostanową w warunkach trwale zrównoważonej gospodarki leśnej. Roczn. AR Pozn. 131, Leśn. 39: 121-126.
- Jaszczak R. 2003. Wpływ zanieczyszczeń z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego na stan koron sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Nadleśnictwach Góra Śląska i Włoszakowice. Sylwan 147 (9): 10-26.
- Jaszczak R. 2005a. Wskaźnik uszkodzenia koron sosny (*Pinus sylvestris* L.) III i IV klasy wieku a ustalanie stref uszkodzenia lasu. Sylwan 149 (11): 25-36.
- Jaszczak R. 2005b. Defoliation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) crowns of the IIIrd and IVth age classes and its significance for the interpretation of results of forest monitoring in Poland. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 4 (2): 25-34.
- Jaszczak R. 2005c. Defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych w monitoringu lasu. Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk. 370.

- Jaszczyk R. 2007a.** Die Forsteinrichtung und die Methoden und die Ergebnisse der Beurteilung der Beständebeschädigung nach dem zweiten Weltkrieg in Polen. *Nauka Przyroda Technologie* 1, 3, #47.
- Jaszczyk R. 2007b.** Wiek a defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych. *Sylvan* 151 (10): 16-24.
- Jaszczyk R. 2008a.** Strefy uszkodzenia a defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych. *Sylvan* 152 (2): 20-25.
- Jaszczyk R. 2008b.** Typ siedliskowy lasu a defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych. *Sylvan* 152 (3): 22-26.
- Jaszczyk R. 2008c.** Defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych niezależnie od strefy uszkodzenia, klasy wieku i typu siedliskowego lasu. *Sylvan* 152 (4): 13-20.
- Jaszczyk R. 2008d.** Rola urządzania lasu w monitorowaniu uszkodzenia ekosystemów leśnych w Polsce. W: Mazur S., Tracz H. [red.]. VIII Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych. Zagrożenie ekosystemów leśnych przez człowieka – rozpoznanie – monitoring – przeciwdziałanie. Wyd. SGGW, Warszawa. 85-94.
- Jaszczyk R., Gołojuch P., Niziołek K. 2011.** Naziemne inwentaryzacje szkód w polskich lasach spowodowanych przez przemysłowe zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w latach 1970-2009. *Sylvan* 155 (10): 687-701.
- Jaszczyk R., Jankowski P., Maliszak Ł. 2003.** Wpływ pozycji biosocjalnej i wieku drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na defoliację ich koron w strefie uszkodzeń słabych. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.* 2 (1): 27-45.
- Jaszczyk R., Magnuski R. 2002.** Biometryczne cechy drzewostanów sosnowych rosnących w warunkach stresu jako kryterium ich kondycji życiowej. W: Siwecki R. [red.]. IV Krajowe Sympozjum „Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe”. Poznań-Kórnik, 29.05-1.06.2001. t. 2. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań. 449-456.
- Jaszczyk R., Miotke M. 2009.** Defoliacja oświetlonej (górnej) części i całej korony drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). *Sylvan* 153 (9): 607-616.
- Okła K. 2010.** Możliwość wykorzystania teledetekcji i fotogrametrii w Lasach Państwowych. W: Okła K. [red.]. *Geomatyka w Lasach Państwowych. Część I. Podstawy.* CILP, Warszawa. 419-435.
- Roloff A. 1989.** Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Frankfurt am Main.
- Roloff A. 2001.** Baumkronen. Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.
- Szempliński A., Zajęczkowski S. 2000.** Wybrane problemy nowelizacji „Instrukcji urządzania lasu”. W: Smykała J. [red.]. Stan i perspektywy badań z zakresu urządzania lasu i ekonomiki leśnictwa. Materiały IV Konferencji Leśnej Sękocin Las, 13-14 czerwca 2000. 16-24.
- Wiśniewska E. 2010.** Zdjęcia niometryczne. W: Okła K. [red.]. *Geomatyka w Lasach Państwowych. Część I. Podstawy.* CILP, Warszawa. 383-391.
- Wójcik R. 2000.** Analiza zmian ilościowych aparatu asymilacyjnego w drzewostanach sosnowych nadleśnictwa Wyszaków. *Sylvan* 144 (8): 39-46.
- Wójcik R. 2002.** Wybrane cechy morfologiczne sosny zwyczajnej jako wskaźnik uszkodzenia drzew. W: Siwecki R. [red.]. IV Krajowe Sympozjum „Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe”. Poznań-Kórnik, 29.05-1.06.2001. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań. 485-491.
- Wójcik R., Czarnecka R. 2001.** Cechy morfologiczne korony jako wskaźnik uszkodzenia drzewostanów sosnowych. *Sylvan* 145 (4): 79-87.
- Wójcik R., Buczkowski R. 2002.** Analiza przestrzenna rozmieszczenia uszkodzeń drzewostanów spowodowanych przez przemysł w Nadleśnictwie Świerklaniec. W: Siwecki R. [red.]. IV Krajowe Sympozjum „Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe”. Poznań-Kórnik, 29.05-1.06.2001. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań. 457-466.
- Zawiła-Niedźwiecki T., Iracka M., Wiśniewski E. 2002.** Teledetekcja jako narzędzie monitorowania lasów pozostających pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych. W: Siwecki R. [red.]. IV Krajowe Sympozjum „Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe”. Poznań-Kórnik, 29.05-1.06.2001. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań. 351-368.