

Prądnik. Prace Muz. Szafera	33	055–062	2023
-----------------------------	----	---------	------

JAN BODZIARCZYK^{1*}, TOMASZ ZWIJACZ-KOZICA²,
ANTONI ZIĘBA², JERZY SZWAGRZYK¹

¹Katedra Bioróżnorodności Leśnej, Wydział Leśny
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, *email: rlbodzia@cyf-kr.edu.pl
²Tatrzański Park Narodowy, Kuźnice 1, 34-500 Zakopane

ROZPAD DRZEWOSTANÓW ŚWIERKOWYCH WE WSCHODNIEJ CZĘŚCI TATRZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO – PORÓWNANIE OBSZARÓW OBJĘTYCH RÓŻNYM REŻIMEM OCHRONNYM

Decay of spruce stands in the eastern part of Tatra National Park – comparison of areas under different protection regimes

Abstract. The forests of the Tatra Mountains were heavily exploited in the 19th and early 20th century. This led to significant changes in the species composition of stands due to the promotion of Norway spruce (*Picea abies*), which is still visible in the Tatra forests. The establishment in 2016–2017 of a network of permanent sampling plots (5 ares each) in a grid of 500 m × 500 m enabled the species composition and structure of stands to be determined and the amount and volume of dead wood to be measured. The aim of this study was to capture the rapid changes in the stands of the eastern part of Tatra National Park. The mortality of trees was calculated based on the formula by Sheil et al. (1995), accounting for both the number and volume of trees. The annual mortality rate of Norway spruce reached 5.7%. The share of this species declined from 84.5% in 2017 to 82.5% in 2022. Other tree species that recorded declines were *Larix decidua* and *Alnus incana*. The shares of *Sorbus aucuparia*, *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Pinus cembra* and *Betula pubescens* ssp. *carpatica* increased. The mean volume of dead trees in a period of the last five years reached 41 m³/ha. The mortality rate in the forests of the eastern part of Tatra National Park is higher than in the published data from temperate forests of Europe and North America. Therefore, in conditions of bark beetle outbreaks and the mosaic of conservation regimes, the effectiveness of sanitary cutting is low and questionable.

Key words: dead wood, natural disturbances, *Picea abies*, protection zones, Tatra Mountains, Western Carpathians

WSTĘP

Tatrzański Park Narodowy (TPN) od początku swego istnienia zmagał się z problemami stwarzanymi przez dziedzictwo dawnych form gospodarowania w Tatrach. Jednym z najważniejszych skutków gospodarki leśnej prowadzonej w XIX wieku i w pierwszej połowie XX wieku było występowanie monokultur świerkowych na dużych obszarach dolnego regla, w znacznej mierze na potencjalnych siedliskach lasów mieszanych buko-

wo-jodłowych (Sokołowski, 1936; Fabijanowski, 1962). Drzewostany te były wynikiem zalesiania rozległych zrębów, powstałych najpierw w wyniku prowadzenia w Tatrach działalności górniczej i hutniczej, kiedy drewna używano głównie jako opału, później z pozyskiwania drewna w celu jego dalszego przerobu i wykorzystania. W okresie funkcjonowania w Tatrach górnictwa i hutnictwa gatunkiem szczególnie silnie eksploatowanym był buk, co doprowadziło do gwałtownego spadku jego udziału w składzie drzewostanów (Sokołowski, 1936). W okresie gospodarki zrębowej nastawionej na pozyskanie surowca tartaczno-mocno ucierpiała jodła (Fabijanowski, 1962). Gatunkiem, który najwięcej zyskał był świerk. Wprawdzie jego też wycinano, ale na dużych, otwartych zrębach znajdował znacznie lepsze warunki do odnowienia. Był też podsiewany i sadzony. Brakuje jednak publikowanych informacji na temat tego, jak duży w drzewostanach tatrzańskich był udział świerka wprowadzanego sztucznie.

Z okresu powstania TPN nie ma dokładnych danych na temat składu gatunkowego drzewostanów; według ówczesnych opinii świerk stanowił ponad 90% składu drzewostanów w TPN, a jego udział w lasach dolnoeregłowych przekraczał 80% (Dziewolski & Skawiński, 1988a). Prace prowadzone w Tatrzańskim Parku Narodowym w kierunku przebudowy sztucznych drzewostanów świerkowych w reglu dolnym na drzewostany mieszane zostały opisane w kilku publikacjach, odnoszących się do wybranych powierzchni (Dziewolski & Skawiński, 1988b; Dziewolski i in., 1992). Dawały one jedynie wrywkowy obraz zachodzących przemian, ale wobec braku w Tatrach regularnej sieci stałych powierzchni badawczych były to jedyne dane ilościowe, jakie udało się uzyskać. Z badań tych wynika, że po zabiegach hodowlanych udział świerka w tej strefie zmniejszył się tylko nieznacznie (Dziewolski & Skawiński, 1988b), a w niektórych przypadkach nawet wzrósł (Dziewolski i in., 1992). Wynikało to z ukierunkowania cięć na usuwanie drzew obumierających i przygłuszonych, podczas gdy największe, dominujące i bardzo żywotne świerki były pozostawiane. Efektem ubocznym tych działań było dalsze ujednoczenie struktury i budowy drzewostanów (Dziewolski & Skawiński, 1988b; Holeksa i in., 2003).

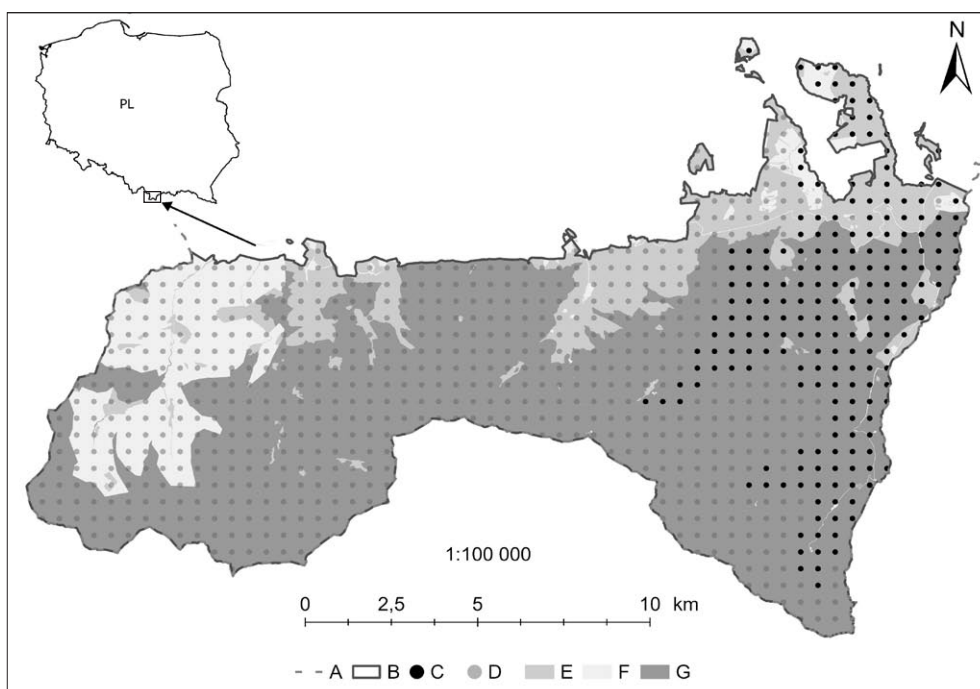
Dopiero założenie w latach 2016–2017 na terenie całego obszaru Tatrzańskiego Parku Narodowego sieci stałych powierzchni monitoringowych dało w miarę pełny i wiarygodny obraz składu gatunkowego i struktury tatrzańskich lasów, zasobów martwego drewna, oraz młodego pokolenia drzew, nalotów i podrostów (Bodziarczyk i in., 2019; Szewczyk i in., 2021). Jest to dokumentacja stanu w latach 2016–2017, nie dająca jednak, do czasu powtórzenia pomiarów, informacji na temat zachodzących przemian. Przemiany te zachodzą obecnie w Tatrach w sposób bardzo intensywny, wskutek szybkiego zamierania świerka; przyczyniają się do tego przede wszystkim kolejne gradacje korników (Potterf i in., 2021).

Celem badań prowadzonych w roku 2022 było określenie tempa zamierania drzew w lasach wschodniej części TPN w oparciu o inwentaryzację prowadzoną na stałych powierzchniach badawczych oraz stwierdzenie, jak duże jest nasilenie tego procesu w obszarach objętych ochroną ścisłą w porównaniu z obszarami podlegającymi ochronie czynnej lub krajobrazowej.

MATERIAŁ I METODY

W roku 2017 założono we wschodniej części TPN w regularnej więźbie 500×500 m stałe kołowe powierzchnie badawcze o powierzchni 5 arów (ryc. 1). Na każdej powierzchni dokonano pomiarów pierśnic wszystkich drzew żywych i martwych. Wszystkie drzewa zostały w obrębie powierzchni szczegółowo zlokalizowane – określono ich odległość od środka, azymut oraz kąt pionowy (Szwagrzyk i in., 2016).

Badania przeprowadzone latem 2022 roku polegały na weryfikacji stanu drzew w zasięgu 5 arowych stałych powierzchni badawczych. W oparciu o przygotowane wcześniej mapki rozmieszczenia drzew z 2017 roku, na każdej z powierzchni weryfikowano stan każdego drzewa i odnotowywano drzewa, które zamarły po 2017 roku. Cechy biometryczne tych drzew (pierśnica, wysokość, miąższość) przyjęto według bazy z roku 2017, co pozwoliło na szczegółową charakterystykę struktury wielkości.



Ryc. 1. Obszar badań

Objaśnienia:

A – granica państwa, B – granica Tatrzańskiego Parku Narodowego, C – powierzchnie badawcze na których przeprowadzono badania w 2022 roku, D – pozostałe stałe powierzchnie badawcze, E – obszar ochrony czynnej, F – obszar ochrony krajobrazowej, G – obszar ochrony ścisłej

Fig. 1. Study area

Explanations:

A – state border, B – boundary of Tatra National Park, C – permanent sampling plots measured in 2022, D – remaining permanent sampling plots, E – the area of active conservation zone, F – the area of landscape conservation zone, G – the area of strict conservation zone

Roczną śmiertelność drzew (m) określono przy pomocy wzoru podanego przez Sheila i in. (1995),

$$m = 1 - (N_t - N_0)^{1/t},$$

gdzie

N_t – liczba drzew żywych w roku 2022

N_0 – liczba drzew żywych w roku 2017

t – czas (5 lat).

W kolejnym kroku obliczono roczną śmiertelność drzew zastępując liczbę drzew ich miąższością:

$$m = 1 - (V_t - V_0)^{1/t},$$

gdzie

V_t – miąższość drzew żywych w roku 2022

V_0 – miąższość drzew żywych w roku 2017

t – czas (5 lat).

WYNIKI

We wschodniej części TPN w roku 2017 pomierzono i zlokalizowano na 208 powierzchniach kołowych 9211 drzew, w tym 7779 świerków. Udział świerka mierzony liczbą drzew wyniósł zatem 84,5%. Drugim pod względem liczby drzew był jarząb pospolity, a trzecim jodła pospolita (tab. 1). W roku 2022 udział świerka wśród żywych drzew spadł do 82,5%. Było to spowodowane zamieraniem świerków wskutek oddziaływania czynników biotycznych; udział świerka wśród drzew martwych stojących wynosił ponad 96%, podczas gdy wśród wykrotów świerków było tylko 82,1%, czyli mniej niż wśród drzew żywych. Udział świerka był również stosunkowo wysoki wśród złomów (tab. 1). Roczne tempo zamierania świerka wynosiło około 5,7%.

Świerk nie był jedynym gatunkiem, którego udział procentowy wśród drzew żywych w roku 2022 uległ zmniejszeniu. Zmniejszył się także udział procentowy olszy szarej i modrzewia europejskiego. Wzrosły natomiast udziały procentowe drzew, które charakteryzowały się wysoką przeżywalnością: najbardziej jarzębiny, ale także jodły, buka, jawora, limby i brzozy karpackiej (tab. 1).

We wschodniej części TPN miąższość żywych drzew wynosiła w roku 2017 około 253 m³/ha. W obszarze ochrony czynnej była ona niższa (246 m³/ha), w obszarze ochrony krajobrazowej wyższa (265 m³/ha), zaś w obszarze ochrony ścisłej minimalnie wyższa (255 m³/ha) od średniej. Znacznie bardziej zróżnicowana była masa drzew martwych stojących. Na stosunkowo wysoką średnią (32 m³/ha) wpływały wysokie wartości uzyskane w granicach ochrony ścisłej (41 m³/ha). W obszarach ochrony czynnej i krajobrazowej masa drzew martwych stojących wynosiła w granicach 6–7 m³/ha.

W roku 2022 sytuacja zmieniła się radykalnie. Na wysoką średnią masę drzew obumarłych w ciągu zaledwie 5 lat (41 m³/ha) wpłynęło zarówno intensywne zamieranie w obszarze ochrony ścisłej, wynoszące tyle, co średnia dla całości, jak i jeszcze wyższa (49 m³/ha) śmiertelność drzew w strefie ochrony czynnej. W obszarze ochrony krajobrazowej zamieranie drzew było nadal na stosunkowo niskim poziomie (6 m³/ha). Warto

Tabela 1. Udział gatunków drzew wśród drzew żywych pomierzonych w roku 2017 oraz ich stan w roku 2022
 Table 1. Species composition of living trees measured in 2017 and their status in 2022

Gatunek Species	żywe live 2017	%	żywe live 2022	%	martwe stojące standing dead 2022	%	wykroty windthrows 2022	%	złomy snags 2022	%
<i>Picea abies</i>	7779	84,5	5565	82,5	760	96,1	206	82,1	1248	87,8
<i>Sorbus aucuparia</i>	441	4,8	410	6,1	8	1,0	10	4,0	13	0,9
<i>Abies alba</i>	305	3,3	288	4,3	5	0,6	2	0,8	10	0,7
<i>Fagus sylvatica</i>	208	2,3	208	3,1	0	0	0	0,0	0	0,0
<i>Alnus incana</i>	146	1,6	82	1,2	12	1,5	2	0,8	50	3,5
<i>Pinus cembra</i>	69	0,7	60	0,9	5	0,6	1	0,4	3	0,2
<i>Betula carpatica</i>	49	0,5	47	0,7	0	0	0	0,0	2	0,1
<i>Salix caprea</i>	42	0,5	37	0,5	0	0,0	4	1,6	1	0,1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	35	0,4	34	0,5	0	0,0	0	0,0	1	0,1
<i>Larix decidua</i>	15	0,2	7	0,1	1	0,1	3	1,2	4	0,3
<i>Betula pendula</i>	3	0,0	2	0,0	0	0	1	0,4	0	0
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	0,0	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Pinus sylvestris</i>	1	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Populus tremula</i>	1	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0
<i>Ulmus glabra</i>	1	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

zauważyć, że tempo zamierania drzew określone według ich miąższości wyniosło w latach 2017–2022 około 16% stanu wyjściowego. Roczna śmiertelność wyniosła 3,47% dla całego terenu badań, 4,3% dla obszaru ochrony czynnej, 3,4% dla obszaru ochrony ścisłej i tylko 0,4% dla ochrony krajobrazowej.

DYSKUSJA

W latach 2017–2022 zamieranie świerków w Tatrach postępowało w sposób bardzo intensywny. Sprzyjały temu okresy wysokich temperatur w sezonie wegetacyjnym oraz bardzo liczna populacja korników w drzewostanach tatrzańskich (Mezei i in., 2016). Klasyczny schemat przebiegu gradacji korników wyglądał tak, że po maksymalnym nasileniu gradacji następowało radykalne załamanie populacji korników, a ilość drzew zamierających wskutek ich ataku zmniejszała się do poziomu sprzed gradacji (Wermelinger 2004; Grodzki i in., 2006). Jak wskazują wyniki badań prowadzonych w słowackiej części Tatr (Mezei i in., 2016), gradacje korników po roku 2000 nie przebiegają już wedle tego klasycznego schematu. Po każdym kolejnym maksimum zamierania drzew następuje spadek aktywności korników, ale tylko do pewnego poziomu, z reguły wyższego niż poziom zamierania świerków przed gradacją. Jest to zatem jakby system kolejnych fal gradacji, z których każda kolejna jest wyższa od poprzedniej (Mezei i in., 2016; Potterf i in., 2019).

Tempo zamierania drzew stwierdzone w badaniach przeprowadzonych we wschodniej części TPN było znacząco wyższe niż tempo zamierania drzew w lasach naturalnych strefy umiarkowanej w Europie i w Ameryce Północnej, ocenione na 1,5% (Woods i in., 2021). Co ciekawe, było ono wyższe w wyliczeniach opartych na liczbie drzew niż na miażdżości. Ponieważ obiektem ataku korników są drzewa duże i średniej wielkości, podczas gdy drzewa małe nie są atakowane (Grodzki, 2013), wynik ten sugeruje, że przyczyny zamierania świerków były zróżnicowane. Mniejsze świerki mogły zamierać, ponieważ zostały opanowane przez opieńkę lub inne patogeny grzybowe, a w jakiejś mierze ich zamieranie mogło też być efektem konkurencji w młodszych i silnie zagęszczonych drzewostanach. Takich w dalszym ciągu nie brakuje we wschodniej części TPN.

Dane o zamieraniu drzew w Tatrach Wysokich wskazują po raz kolejny, jak iluzoryczne bywają założenia, że wycinanie i usuwanie drzew uśmierconych przez korniki w okresie nasilenia ich gradacji może znacząco spowolnić tempo zamierania drzewostanów świerkowych. Podobne do prezentowanych tu obecnie wyników dotyczących zamierania świerków w obszarach o różnym reżimie ochronnym dla obszaru Tatr podawane były już kilkakrotnie przez różnych autorów (Grodzki i in., 2006; Mezei i in., 2016; Sproull i in., 2017.). Nie oznacza to, że działania ukierunkowane na spowolnienie lub zatrzymanie tempa rozpadu drzewostanów świerkowych nie mają sensu. Pokazuje to jednak, że w warunkach mozaikowatości rodzajów ochrony (Mezei i in., 2016) oraz pod wpływem silnie oddziałujących czynników środowiskowych skuteczność tych zabiegów jest niewielka.

Podziękowania

W roku 2022 badania sfinansowano ze środków Funduszu Leśnego Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe przekazanych Tatrzańskiemu Parkowi Narodowemu.

PIŚMIENNICTWO

- Bodziarczyk, J., Szwagrzyk, J., Zwijacz-Kozica T., Zięba A., Szewczyk J. & Gazda, A. (2019). Struktura drzewostanów Tatrzańskiego Parku Narodowego – wyniki inwentaryzacji z lat 2016–2017. *Leśne Prace Badawcze*, 80(1), 13–21.
- Dziewolski, J., Holeksa, J. & Skawiński, P. (1992). Przemiany dolnoreglowych drzewostanów Tatrzańskiego Parku Narodowego w latach 1956–1986 oraz ocena metod ich przebudowy. *Ochrona Przyrody*, 50, cz. I, 95–108.
- Dziewolski, J. & Skawiński, P. (1988a). Zmiany w składzie gatunkowym i strukturze wiekowej wybranych drzewostanów Tatrzańskiego Parku Narodowego. *Ochrona Przyrody*, 46, 75–90.
- Dziewolski, J. & Skawiński, P. (1988b). Wpływ cięć pielęgnacyjnych na strukturę drzewostanów Tatrzańskiego Parku Narodowego. *Ochrona Przyrody*, 46, 91–112.
- Fabijanowski, J. (1962). Lasy Tatrzańskie. W: W., Szafer (red.), *Tatrzański Park Narodowy*, (s. 240–304). Kraków: Zakład Ochrony Przyrody PAN.
- Grodzki, W. (red.). (2013). *Kornik drukarz i jego rola w ekosystemach leśnych*. Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
- Grodzki, W., Jakuš, R., Lajzova, E., Sitkova, Z., Mączka, T. & Skvarenina, J. (2006). Effects of intensive versus no management strategies during an outbreak of the bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in the Tatra Mts. in Poland and Slovakia. *Annals of Forest Science*, 63, 55–61

- Holeksa, J., Greinert, J., Krzan, Z., Olszowska, B., Skawiński, P. & Wika, S. (2003). Przemiany dolnoregłowych drzewostanów świerkowych poddanych ochronie częściowej w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Sylwan*, 147(10), 37–46.
- Mezei, P., Jakuš, R., Pennerstorfer, J., Havašová, M., Škvarenina, J., Ferencík, J., Slivinský, J., Bičárová, S., Bilčík, D., Blaženec, M. & Netherer, S. (2016). Storms, temperature maxima and the Eurasian spruce bark beetle *Ips typographus*—An infernal trio in Norway spruce forests of the Central European High Tatra Mountains. *Agricultural and Forest Meteorology*, 242, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.04.004>.
- Potterf, M., Nikolov, C., Kočická, E., Ferencík, J., Mezei, P. & Jakuš, R. (2019). Landscape-level spread of beetle infestations from windthrow and beetle-killed trees in the non-intervention zone of the Tatra National Park, Slovakia (Central Europe). *Forest Ecology and Management*, 432, 489–500. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.050>.
- Sheil, D., Burslem, D.F.R.P. & Alder, D. (1995). The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology*, 83, 331–333.
- Sokołowski, S. (1936). *Las tatrzański. Z Tatr i Podhala*, 2, 1–136.
- Sproull, G.J., Bukowski, M., McNutt, N., Zwijacz-Kozica, T. & Szwagrzyk, J. (2017). Landscape-level spruce mortality patterns and topographic forecasters of bark beetle outbreaks in managed and unmanaged forests of the Tatra Mountains. *Polish Journal of Ecology*, 65, 24–37.
- Szwagrzyk, J., Bodziarczyk, J., Szwagrzyk, J., Zwijacz-Kozica, T., Zięba, A. & Gazda A. (2021). Struktura tatrzańskich lasów – podsumowanie badań wykonanych na sieci stałych kołowych powierzchni badawczych w latach 2016–19. W: A., Chrobak, Z., Rączkowska, J., Szwagrzyk & T., Zwijacz-Kozica (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek. Zmiany w Tatrach – zagrożenia istniejące i potencjalne*, (s. 229–242). Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Pedagogicznego im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie. Prace Monograficzne 1068.
- Szwagrzyk, J., Spindel, Z. & Szwagrzyk, J. (2022). Stan aktualny lasów Babiogórskiego Parku Narodowego oraz przemiany w ciągu ostatnich dekad. W: J., Szwagrzyk, (red.), *Lasy Babiogórskiego Parku Narodowego*, (s. 72–114). Zawoja-Kraków-Truskaw: Wydawnictwo Naukowe Sub Lupa.
- Szwagrzyk, J., Bodziarczyk, J., Gazda, A. & Szwagrzyk, J. (2016). *Budowa i struktura tatrzańskich drzewostanów na podstawie regularnej siatki powierzchni pomiarowych. Etap 1 – Tatry Zachodnie*. Raport z badań finansowanych przez Fundusz Leśny PGL Lasy Państwowe.
- Szwagrzyk, J., Gazda, A., Zwijacz-Kozica, T., Zięba, A., Ciesielska, B., Muter, E., Szwagrzyk, J., Foremnik, K. & Bodziarczyk, J. (2021). Role of environmental filtering and seed source availability in natural regeneration processes following large-scale disturbances in mountain forests. *European Journal of Forest Research*, 140, 835–845. doi.org/10.1007/s10342-021-01371-2.
- Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202, 67–82.
- Woods, K.D., Nagel, T.A., Brzeziecki, B., Cowell, M.C., Firm, D., Jaloviar, P., Kuchel, S., Lin, Y., Maciejewski, Z., Szwagrzyk, J. & Vencurik, J. (2021). Multi-decade tree mortality in temperate old-growth forests of Europe and North America: Non-equilibrium dynamics and species-individualistic response to disturbance. *Global Ecology and Biogeography*. DOI: 10.1111/geb.13291

SUMMARY

The forests of the Tatra Mountains were heavily exploited in the 19th and early 20th centuries. This resulted in significant changes in the species composition of the stands. The forests formerly dominated mainly in the lower parts of the mountains by European beech (*Fagus sylvatica*) and silver fir (*Abies alba*) were converted into monocultures of Norway spruce (*Picea abies*). The effects of previous management are still visible in the landscape of Tatra National Park (TNP).

There are no detailed data on the species composition of TNP forests from the time the park was established (1955). However, various authors estimated the share of *Picea abies* at that time to exceed 90%. It was only with the establishment in 2016–2017 of a network of permanent sampling plots (5 ares each) on a grid of 500 m × 500 m, that the species composition and structure of stands could be determined, and the amount and volume of dead wood could be measured. We measured the diameter of each tree at breast height and recorded their precise locations by measuring the distance and azimuth from the centre of the plot. This data provided potential for long-term studies on natural dynamics of forest ecosystems. Therefore, the aim of this study was to capture rapid changes in the stands of the eastern part of TNP and verify the scale of this process in areas under different conservation regimes (strict, active, and landscape conservation zones).

The research was conducted in 2022. The status of each tree was verified based on the maps of tree distribution in the sampling plots and the database from 2017. The annual mortality of trees was calculated using the formula by Sheil et al. (1995), which accounts for both the number and volume of trees.

The annual mortality rate of Norway spruce reached 5.7%. The share of this species declined from 84.5% in 2017 to 82.5% in 2022. This was mainly caused by biotic processes: the share of *Picea abies* among dead standing trees reached 96%, while in windfalls it was 82%. Other tree species that recorded declines were *Larix decidua* and *Alnus incana*. The shares of *Sorbus aucuparia*, *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Pinus cembra*, and *Betula pubescens* ssp. *carpatica* increased. The mean volume of dead trees in a period of the last five years reached 41 m³/ha. This was mainly due to the high mortality in the strict conservation zone, as well as in the active conservation zone, where the mortality was even higher and amounted to 49 m³/ha. In the landscape conservation zone, tree death maintained a relatively low level of 6 m³/ha. The annual mortality rate according to volume was 3.47%

The mortality rate in the forests of the eastern part of Tatra National Park is higher than in the temperate forests of Europe and North America. Although the activity of bark beetles in Europe has increased recently, these insects were not the only factors involved in tree death in the analysed area. The relatively high share of young dead trees suggests that the causes of this process were also related to fungal diseases and self-thinning of immature stands. In summary, in conditions of bark beetle outbreaks and other factors, along with the mosaic of conservation regimes, the effectiveness of sanitary cutting is low and questionable.