

Jerzy Jonczak
Agnieszka Parzych
Zbigniew Sobisz
Akademia Pomorska
Ślupsk

**GLEBY I FLORA WYKROCISK W ZESPOLE
EMPETRO NIGRI-PINETUM ERICETOSUM
SŁOWIŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO**

**SOILS AND FLORA OF THE WINDTHROWS IN ASSOCIATION
EMPETRO NIGRI-PINETUM ERICETOSUM
IN SŁOWIŃSKI NATIONAL PARK**

Zarys treści: Celem badań była ocena roli wykrocisk występujących w zespole *Empetro nigri-Pinetum ericetosum* Słowińskiego Parku Narodowego jako czynnika różnicującego przestrzennie morfologię i właściwości gleb oraz skład gatunkowy roślinności. Badany fragment drzewostanu położony jest w lokalnym obniżeniu terenu w kompleksie gleb słabo ukształtowanych, wytworzonych z piasków luźnych o genezie eolicznej. Do badań wytypowano trzy wykrociska w różnym wieku. Wykrociska w badanym drzewostanie charakteryzują się niewielkimi rozmiarami. Głębokość zagłębień powykrotowych nie przekracza 30 cm, a wysokość pagórków 50 cm. Niewielkie rozmiary wykrocisk należy wiązać z płytkim ukorzeniem drzew w warunkach wysoko zalegającego zwierciadła wód gruntowych oraz właściwościami materiału macierzystego gleb. Luźne piaski wydmowe tylko w małym stopniu uległy przemieszczeniu na tarczy korzeniowej. Przekształcenia morfologii gleb spowodowane przez wykroty obejmują ich poziom organiczny i część górną poziomu próchnicznego. Cechą charakterystyczną gleb wykrocisk jest obecność pogrzebanych fragmentów poziomu organicznego, które w warunkach stałego nadmiernego uwilgotnienia nabierają cech materiału torfiastego. Wykrociska w badanym drzewostanie są elementem zwiększającym jego bioróżnorodność. Odnotowano tu trzy gatunki roślin, których nie stwierdzono poza wykrociskami. Są to *Polytrichum strictum* i *Sphagnum fimbriatum*, rosnące w zagłębieniach powykrotowych, oraz *Carex arenaria* występująca na pagórkach powykrotowych.

Słowa kluczowe: wykroty, arenosole, Słowiński Park Narodowy
Key words: windthrows, Arenosols, Słowiński National Park

Wstęp

W kształtowaniu właściwości gleb leśnych bardzo ważną i wieloaspektową rolę odgrywa roślinność. Stanowi ona dla gleby źródło biomasy w postaci nadziemnego i podziemnego opadu roślinnego, którego skład chemiczny, masa i dynamika są uzależnione od składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych i fazy ich rozwoju, a także zmiennych w czasie i przestrzeni warunków siedliskowych. Znaczne ładunki różnorodnych związków chemicznych i jonów mogą dopływać do gleby również z wodami podkoronowymi i spływającymi po pniach. Systematyczny, długotrwały dopływ opadu roślinnego, wód podkoronowych i spływających po pniach o określonych właściwościach, specyficznych dla poszczególnych gatunków drzew, może w istotny sposób wpływać na skład chemiczny gleb, ich aktywność biologiczną, a nawet kierunek rozwoju procesu glebotwórczego (Nilsson i in. 1999, Augusto i in. 2002, Kowalkowski i in. 2002, Jonczak 2012, Jonczak i Parzych 2012). Roślinność poprzez systemy korzeniowe wpływa również na niektóre właściwości fizyczne gleb, takie jak struktura, gęstość objętościowa czy porowatość.

Wykroty odgrywają ważną rolę w kształtowaniu przestrzennej zmienności gleb niektórych ekosystemów leśnych (Peterson i in. 1990). Powstanie wykrotu powoduje wykształcenie charakterystycznej mikrorzeźby powykrotowej oraz lokalnego zaburzenia pierwotnego układu poziomów genetycznych gleby. W dłuższej perspektywie czasu wpływ wykrotów znajduje również odzwierciedlenie we właściwościach gleb (Ulanova 2000, Šamonil i in. 2008, Šamonil i in. 2010). Szczególnie głębokie zmiany w glebach powodują wykroty na stokach, gdzie przewracające się drzewa inicjują transport materiału glebowego w kierunku obniżenia (Norman i in. 1995). Wykrociska stanowią mikronisze środowiskowe o nieco odmiennych od otoczenia warunkach, będące atrakcyjnymi siedliskami dla wielu gatunków roślin i zwierząt (Faliński 1978, Thompson 1980, Putz 1983). Niekiedy w obrębie zagłębień powykrotowych powstają małe zbiorniki wodne zwiększające bioróżnorodność ekosystemów (Ożgo 2010). Liczne badania wykazały, że wykroty spełniają również ważną funkcję w naturalnym odnawianiu wielu gatunków drzew (np. Gray, Spies 1997, Zielonka 2006, Szewczyk 2010).

Celem badań była ocena roli wykrocisk występujących w zespole *Empetro nigri-Pinetum ericetosum* Słowińskiego Parku Narodowego jako czynnika różnicującego przestrzennie morfologię i właściwości gleb oraz skład gatunkowy roślinności.

Materialy i metody

Badania prowadzono na obszarze Słowińskiego Parku Narodowego, w oddziale 21. obrębu ochronnego Smołdziński Las. Oddział porasta zwarty 120-letni drzewostan sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) o niskich, zdeformowanych koronach i pochylonych pniach. Uzupełnienie warstwy A stanowi sosna czarna (*Pinus nigra*) – gatunek obcy dla flory Słowińskiego Parku Narodowego i sadzony wyłącznie na jego terenie (Schechtel 1984). Warstwa B jest typowa dla nadmorskiego boru bażynowego *Empetro nigri-Pinetum*, której trzon stanowią krzewinki bażyny czarnej (*Empetrum*

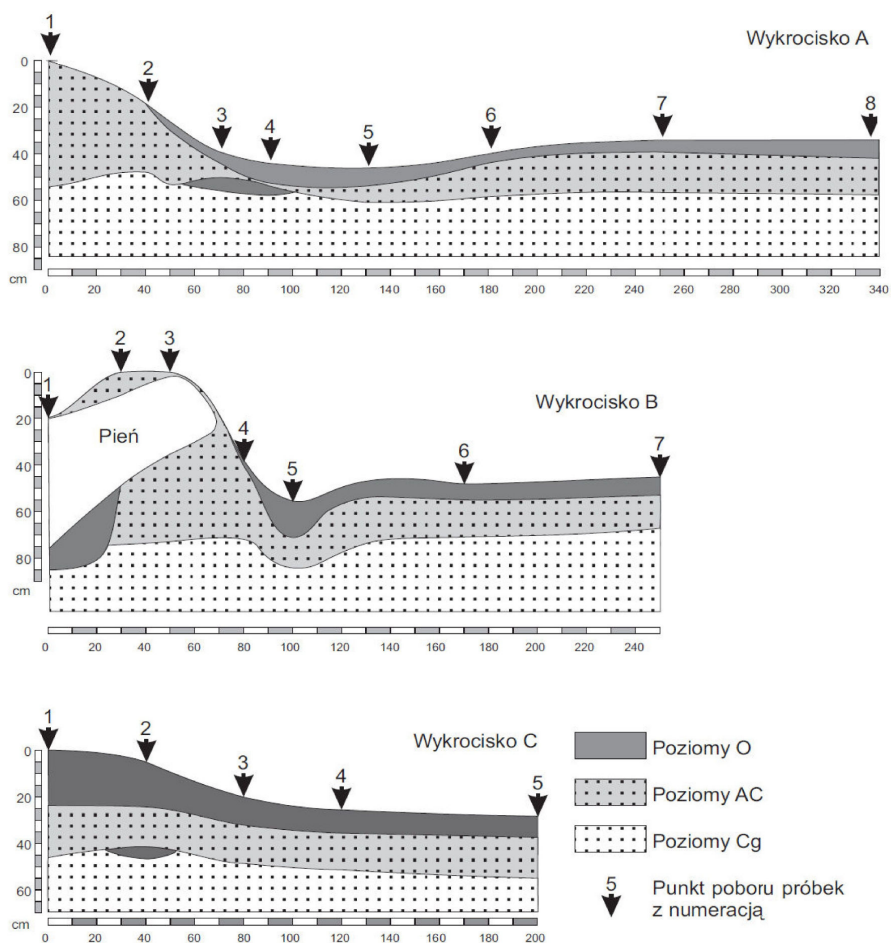
nigrum) oraz borówek: brusznicy (*Vaccinium vitis-idaea*) i czarnej (*Vaccinium myrtillus*). W warstwie mszystej notowano gatunki charakterystyczne dla tego zbiorowiska borowego (Parzych, Sobisz 2010).

Badany fragment drzewostanu położony jest w kompleksie gleb słabo ukształtowanych, wytworzonych z piasków luźnych o genezie eolicznej. Bardzo płytko zalegająca woda gruntowa sprzyja rozwojowi u drzew płaskich systemów korzeniowych, co czyni je podatnymi na wiatr. W terenie obserwowano liczne wykroty współczesne oraz pagórki stanowiące pozostałość po drzewach przewróconych w przeszłości.

Do badań wytypowano trzy obiekty – wykrot powstały w roku poprzedzającym badania (2011) (wykrot A), wykrot sprzed kilkunastu lat z zachowanym jeszcze, ale silnie spróchniałym drzewem (wykrot B) oraz pagórek będący pozostałością po wykrocie. Nomenklaturę roślin naczyniowych podano według opracowania Mirka i in. (2002), natomiast nazwy mchów według Ochyry i in. (2003). Zdjęcia fitosocjologiczne wykrocisk wykonano powszechnie stosowaną w Polsce metodą Braun-Blanqueta. Przez wykrociska wykonano przekopy, dokonano pomiarów niwelacyjnych wzdłuż przekopów i pobrano próbki gleby do analiz laboratoryjnych. Próbkę poziomów organicznych pozbawiono żywych części roślin, wysuszono do stałej masy w temperaturze 65°C i zhomogenizowano. Próbkę mineralną wysuszono i przesiano przez sito o średnicy oczek 2 mm celem usunięcia frakcji szkieletowej. Następnie w próbkach oznaczono odczyn metodą potencjometryczną w zawiesinie z wodą i roztworze KCl o stężeniu 1M·dm⁻³, zawartość materii organicznej metodą stratprażenia w temperaturze 550°C, zawartość węgla organicznego (Corg.) metodą Tiurina w próbkach mineralnych i metodą Alтена w próbkach organicznych oraz zawartość azotu ogółem (Nt) metodą Kjeldahla.

Wyniki i dyskusja

Rozmiary wykrocisk są uzależnione od rozmiarów i sposobu wykształcenia systemu korzeniowego przewracających się drzew oraz właściwości fizycznych gleby w obrębie systemów korzeniowych (Peterson i in. 1990, Ulanova 2000). Piaszczyste podłoże oraz płytkie systemy korzeniowe sosen w badanym drzewostanie nie sprzyjają powstawaniu dużych zagłębień powykrotowych, których głębokość nie przekracza 30 cm (ryc. 1). Na talerzu korzeniowym przemieszczany jest jedynie poziom organiczny oraz część poziomu próchnicznego. Wraz z upływem czasu zagłębienia wypełniały się materiałem osypującym się z talerza korzeniowego, a także opadem roślinnym. Pagórki powykrotowe mają wysokość do około 50 cm i są zbudowane z przemieszanego materiału mineralnego, soczewek pogrzebanego poziomu organicznego oraz stopniowo ulegających rozkładowi korzeni przewróconych drzew. Duże uwilgotnienie gleb związane z zaleganiem wód gruntowych na głębokości 0-30 cm sprzyjało utrwalananiu pogrzebanego materiału organicznego, który przez to nabrał cech materiału torfiastego. Przekształcenia gleb podczas powstawania wykrotów mogą być trwałe i zachowywać się przez tysiące lat, na co wskazują dane ze stanowisk archeologicznych z obszaru Polski (Dzięgielewski 1997).



Ryc. 1. Przekroje przez wykrociska
Fig. 1. Long sections through windthrows

Ryc. 1. Przekroje przez wykrociska
Fig. 1. Long sections through windthrows

Słabo ukształtowane gleby badanych wykrocisk są silnie kwaśne. Odczyn ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) w poziomie O1 mieści się w granicach pH 3,50-3,71 w wykrocisku A, pH 3,97-4,30 w wykrocisku B i pH 3,68-4,00 w wykrocisku C, a w poziomie O_{fh} odpowiednio pH 3,25-3,80, pH 3,43-3,72 oraz pH 3,20-3,37 (tab. 1-3). Pogrzebane fragmenty poziomów organicznych nie odbiegają pod względem odczynu od poziomów O1 i O_{fh}, ich pH mieści się w przedziale od 3,33 do 3,79. Spróchniałe fragmenty drewna występujące w obrębie pagórków powykrotowych mają pH 3,40-3,44. Poziomy AC mają pH w zakresie 3,98-4,51 w wykrocisku A, pH 4,23-4,81 w wykrocisku B i pH 4,15-4,38 w wykrocisku C. Nieco wyższe pH mają poziomy Cg

(4,50-4,88 dla wszystkich wykrocisk), co należy wiązać z wpływem wód gruntowych (Parzych 2011).

Zawartość materii organicznej w poziomach O1 gleb wykrocisk wynosi 77,23-97,95%, a węgla organicznego 41,59-53,52%, zaś w poziomach Ofh odpowiednio 23,06-82,70% i 12,99-46,57% (tab. 1-3). W pogrzebanych poziomach organicznych materia organiczna występuje w ilości 55,08-76,17%. Bardzo ubogie w badane składniki są poziomy AC, gdzie zawartość materii organicznej rzadko przekracza 0,6%, a węgla organicznego 0,3%.

Tabela 1

Właściwości gleb w wykrocisku A

Table 1

Soil properties in windthrow A

| nr punktu poboru | poziom | głębokość (cm) | pH _{H2O} | pH _{KCl} | straty prażenia (%) | Corg. (%) | Nt (%) | C:N |
|------------------|--------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------|-----|
| 1 | AC1 | 0-35 | 4,23 | 3,55 | 0,55 | 0,24 | 0,006 | 42 |
| | AC2 | 35-56 | 4,51 | 3,93 | 0,21 | 0,10 | 0,008 | 12 |
| | Cg | >56 | 4,67 | 4,14 | - | - | - | - |
| 2 | AC | 0-30 | 4,06 | 3,38 | 0,81 | 0,37 | 0,006 | 58 |
| | Cg | >30 | 4,79 | 4,26 | - | - | - | - |
| 3 | O1 | 0-4 | 3,66 | - | 78,43 | 45,12 | 0,643 | 70 |
| | AC | 4-11 | 3,98 | 3,18 | 2,17 | 0,89 | 0,033 | 27 |
| | Ob | 11-17 | 3,54 | - | 56,51 | 33,36 | 1,000 | 33 |
| | Cg | >17 | 4,63 | 4,20 | - | - | - | - |
| 4 | O1 | 0-2 | 3,58 | - | 92,30 | 47,50 | 0,320 | 148 |
| | Ofh | 2-9 | 3,52 | - | 33,64 | 39,62 | 0,472 | 84 |
| | Ob | 9-14 | 3,45 | - | 66,71 | 41,39 | 1,360 | 30 |
| | Cg | >14 | 4,78 | 4,26 | - | - | - | - |
| 5 | O1 | 0-2 | 3,56 | - | 97,01 | 52,45 | 0,528 | 99 |
| | Ofh | 2-8 | 3,47 | - | 68,25 | 37,88 | 0,942 | 40 |
| | AC | 8-15 | 4,40 | 3,97 | 0,63 | 0,23 | 0,011 | 21 |
| | Cg | >15 | 4,74 | 4,27 | - | - | - | - |
| 6 | O1 | 0-1 | 3,50 | - | 96,34 | 51,37 | 0,596 | 86 |
| | Ofh | 1-3 | 3,80 | - | 23,06 | 12,99 | 0,417 | 31 |
| | AC | 3-19 | 4,41 | 3,97 | 0,60 | 0,23 | 0,011 | 22 |
| | Cg | >19 | 4,82 | 4,24 | - | - | - | - |
| 7 | O1 | 0-2 | 3,54 | - | 95,06 | 52,20 | 0,819 | 64 |
| | Ofh | 2-5 | 3,25 | - | 61,98 | 34,43 | 0,936 | 37 |
| | AC | 5-23 | 4,23 | 3,56 | 0,61 | 0,25 | 0,009 | 26 |
| | Cg | >23 | 4,76 | 4,25 | - | - | - | - |
| 8 | O1 | 0-2 | 3,71 | - | 96,33 | 52,44 | 0,839 | 62 |
| | Ofh | 2-8 | 3,33 | - | 58,41 | 35,58 | 0,961 | 37 |
| | AC | 8-24 | 4,29 | 3,62 | 0,59 | 0,22 | 0,005 | 45 |
| | Cg | >24 | 4,86 | 4,11 | - | - | - | - |

(- brak danych; no data)

Tabela 2

Właściwości gleb w wykroczisku B

Table 2

Soil properties in widthrow B

| nr punktu poboru | poziom | głębokość (cm) | pH _{H2O} | pH _{KCl} | straty prażenia (%) | Corg. (%) | Nt (%) | C:N |
|------------------|--------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------|-----|
| 1 | drewno | 0-57 | 3,40 | - | 97,46 | 53,31 | 0,385 | 138 |
| | Ob | 57-67 | 3,33 | - | 55,08 | 34,77 | 0,677 | 51 |
| | Cg | >67 | 4,67 | 4,00 | - | - | - | - |
| 2 | AC1 | 0-10 | 4,28 | 3,53 | 0,45 | 0,17 | 0,010 | 16 |
| | drewno | 10-50 | 3,40 | - | - | 53,24 | 0,373 | 143 |
| | AC2 | 50-75 | 4,27 | 3,53 | 0,40 | 0,21 | 0,013 | 17 |
| | Cg | >75 | 4,77 | 4,14 | - | - | - | - |
| 3 | Ol | 0-3 | 4,30 | - | 84,46 | 50,48 | 0,674 | 75 |
| | drewno | 3-36 | 3,44 | - | 98,19 | 52,82 | 0,415 | 127 |
| | AC | 36-74 | 4,23 | 3,52 | 0,59 | 0,27 | 0,012 | 22 |
| | Cg | >74 | 4,50 | 3,90 | - | - | - | - |
| 4 | Ol | 0-3 | 4,29 | - | 77,23 | 41,59 | 0,565 | 74 |
| | AC | 3-34 | 4,52 | 3,87 | 0,41 | 0,17 | 0,002 | 95 |
| | Cg | >34 | 4,55 | 4,25 | - | - | - | - |
| 5 | Ofh | 0-16 | 3,72 | - | 27,82 | 14,31 | 0,282 | 51 |
| | AC | 16-29 | 4,65 | 4,15 | 0,39 | 0,17 | 0,005 | 36 |
| | Cg | >29 | 4,57 | 4,03 | - | - | - | - |
| 6 | Ol | 0-2 | 3,99 | - | 96,01 | 50,53 | 0,728 | 69 |
| | Ofh | 2-7 | 3,50 | - | 47,62 | 28,61 | 0,686 | 42 |
| | AC | 7-23 | 4,81 | 4,15 | 0,28 | 0,14 | 0,003 | 50 |
| | Cg | >23 | 4,52 | 3,87 | - | - | - | - |
| 7 | Ol | 0-2 | 3,97 | - | 97,95 | 52,57 | 0,504 | 104 |
| | Ofh | 2-7 | 3,43 | - | 65,31 | 36,86 | 0,936 | 39 |
| | AC | 7-22 | 4,78 | 4,09 | 0,28 | 0,11 | 0,004 | 29 |
| | Cg | >22 | 4,63 | 4,13 | - | - | - | - |

(- brak danych; no data)

Gleby wykroczisk są skrajnie ubogie w azot, którego stężenie w poziomach Ol wynosi 0,320-0,839%, w poziomach Ofh 0,282-1,101%, w pogrzebanych poziomach organicznych 0,585-1,360%, a w poziomach AC zaledwie 0,002-0,033%. Mało zasobne w azot jest również spróchniałe drewno występujące w pagórkach powykrotowych (0,373-0,415%). Zarówno w poziomach organicznych, jak i próchnicznych badanych gleb stwierdzono szerokie zakresy stosunków C:N, które w poziomach Ol mieszczą się w przedziale 60:1-148:1, w poziomach Ofh 31:1-84:1, w poziomach AC 12:1-57:1, a w spróchniałym drewnie aż 127:1-143:1. Obserwowane szerokie zakresy C:N świadczą o bardzo małej aktywności biologicznej siedliska, która wynika z niekorzystnych dla rozwoju mikroorganizmów właściwości gleb oraz charakteru zbiorowiska roślinnego, na co wskazują również wcześniejsze badania Parzych i Trojanowskiego (2011).

Tabela 3

Właściwości gleb w wykrocie C

Table 3

Soil properties in widthrow C

| nr punktu poboru | poziom | głębokość (cm) | pH _{H2O} | pH _{KCl} | straty prażenia (%) | Corg. (%) | Nt (%) | C:N |
|------------------|--------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------|-----|
| 1 | Ol | 0-4 | 3,83 | - | 97,15 | 51,17 | 0,808 | 63 |
| | Ofh | 4-24 | 3,20 | - | 54,82 | 31,59 | 0,617 | 51 |
| | AC | 24-47 | 4,24 | 3,50 | 0,55 | 0,21 | 0,004 | 57 |
| | Cg | >47 | 4,84 | 4,12 | - | - | - | - |
| 2 | Ol | 0-4 | 3,99 | - | 84,03 | 45,30 | 0,676 | 67 |
| | Ofh | 4-20 | 3,20 | - | 82,70 | 46,57 | 1,101 | 42 |
| | AC | 20-37 | 4,28 | 3,58 | 0,40 | 0,18 | 0,007 | 27 |
| | Ob | 37-42 | 3,79 | - | 76,17 | 37,38 | 0,585 | 64 |
| | Cg | >42 | 4,88 | 4,12 | - | - | - | - |
| 3 | Ol | 0-3 | 4,00 | - | 89,64 | 48,09 | 0,800 | 60 |
| | Ofh | 3-12 | 3,22 | - | 73,69 | 40,34 | 0,888 | 45 |
| | AC | 12-29 | 4,15 | 3,45 | 0,46 | 0,23 | 0,010 | 22 |
| | Cg | >29 | 4,70 | 4,06 | - | - | - | - |
| 4 | Ol | 0-2 | 3,68 | - | 96,86 | 53,52 | 0,575 | 93 |
| | Ofh | 2-10 | 3,37 | - | 64,27 | 37,38 | 0,923 | 41 |
| | AC | 10-26 | 4,33 | 3,62 | 0,35 | 0,12 | 0,006 | 19 |
| | Cg | >26 | 4,66 | 4,07 | - | - | - | - |
| 5 | Ol | 0-2 | 3,69 | - | 97,52 | 50,74 | 0,771 | 66 |
| | Ofh | 2-9 | 3,36 | - | 74,73 | 42,81 | 1,051 | 41 |
| | AC | 9-27 | 4,38 | 3,68 | 0,39 | 0,17 | 0,004 | 45 |
| | Cg | >27 | 4,61 | 3,98 | - | - | - | - |

(- brak danych; no data)

Badane wykroty występują w obrębie zespołu roślinnego *Empetro nigri-Pinetum ericetosum*, w lokalnym obniżeniu terenu (tab. 4). Gatunkiem wyróżniającym ten podzespół jest wrzosiec bagienny (*Erica tetralix*), spotykany na wilgotnym, wydumowym podłożu (Piotrowska i in. 1997). Notowano go u podstawy wykrotu B. Fitowskąnikami wilgotnego podłoża są również mietlica rozłogowa (*Agrostis stolonifera*), sit rozpięchły (*Juncus effusus*), torfowiec postrzępiony (*Sphagnum fimbriatum*), żurawina błotna (*Oxycoccus palustris*) oraz płonnik właściwy (*Polytrichum strictum*) występujące u podnóża wykrotów A i B. Wyniesione powierzchnie korzeni wykrotów pokrywa gruba warstwa mszysta. Wspólnymi taksonami mchów na wszystkich obiektach są: widłoząb miotłowy (*Dicranum scoparium*), rokiety cyprysowaty (*Hypnum cupressiforme*), rokietyk pospolity (*Pleurozium schreberi*). Między poduchami mchów notowano krzewinki *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium myrtillus* i *Vaccinium vitis-idaea*. Na pagórkach powykwrotowych rośnie turzycza piaszkowa (*Carex arenaria*). Wśród stwierdzonych gatunków na szcze-

Tabela 4

Gatunki roślin stwierdzone (+) w obrębie wykrocisk i w ich otoczeniu

Table 4

Plant species noticed (+) in the windthrows and their surroundings

| Gatunek | Wykrot A | Wykrot B | Wykrot C | otoczenie wykrotów |
|------------------------------|----------|----------|----------|--------------------|
| <i>Agrostis stolonifera</i> | | + | | + |
| <i>Calluna vulgaris</i> | + | + | + | + |
| <i>Carex arenaria</i> | + | + | + | |
| <i>Dicranum scoparium</i> | + | + | + | + |
| <i>Empetrum nigrum</i> | | + | + | + |
| <i>Erica tetralix</i> | | + | | + |
| <i>Hylocomium splendens</i> | | | + | + |
| <i>Hypnum cupressiforme</i> | + | + | + | + |
| <i>Juncus effusus</i> | + | | | + |
| <i>Oxycoccus palustris</i> | + | | | + |
| <i>Pleurozium schreberi</i> | + | + | + | + |
| <i>Polytrichum commune</i> | + | | | + |
| <i>Polytrichum strictum</i> | | + | | |
| <i>Sphagnum fimbriatum</i> | + | | | |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | + | + | + | + |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + | + | + | + |

gólną uwagę zasługują gatunki objęte całkowitą ochroną prawną – *Erica tetralix*, oraz częściową: *Carex arenaria*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum commune*, *Polytrichum strictum* (Rozporządzenie MŚ 2012). Znaleziona w obrębie wykrotów *Carex arenaria* nie występowała na płaskim terenie w otoczeniu wykrotów. W obrębie zagłębień powykrotowych powstają nisze o specyficznych, odbiegających od otoczenia, warunkach, które sprzyjają rozwojowi roślinności wilgociolubnej. Występują tam *Polytrichum strictum* i *Sphagnum fimbriatum*.

Podsumowanie

Powszechnie występujące w zespole *Empetro nigri-Pinetum ericetosum* Słowińskiego Parku Narodowego wykrociska są niewielkich rozmiarów. Średnica zagłębień powykrotowych nie przekracza 2 m, a ich głębokość dochodzi do 30 cm. Niewielkie rozmiary wykrocisk należy wiązać z płytkim ukorzeniem drzew w warunkach wysoko zalegającego zwierciadła wód gruntowych oraz charakterem materiału macierzystego gleb. Luźne piaski wydmowe tylko w niewielkim stopniu uległy przemieszczeniu na tarczy korzeniowej. Mała ilość przeniesionego materiału nie sprzyja również powstawaniu wysokich pagórków powykrotowych.

Przekształcenia morfologii gleb spowodowane przez wykroty obejmują ich poziom organiczny i próchniczny. Badane gleby są silnie kwaśne, ubogie w próchnicę,

węgiel organiczny i azot. Cechą charakterystyczną gleb wykrocisk jest obecność po-
grzebanych fragmentów poziomu organicznego, które w warunkach stałego, nad-
miernego uwilgotnienia nabierają cech materiału torfiastego.

W obrębie wykrocisk powstają nisze ekologiczne o specyficznych warunkach
siedliskowych. Zagłębienia powykrotowe sprzyjają rozwojowi roślinności wilgocio-
lubnej, zaś pagórki powykrotowe – roślinności preferującej siedliska suche. W obrę-
bie wykrocisk występuje wiele gatunków roślin, znajdujących się również w oto-
czeniu, oraz trzy gatunki stwierdzone wyłącznie w wykrociskach. Są to *Polytrichum*
strictum i *Sphagnum fimbriatum*, które rosną w zagłębieniach powykrotowych, i *Ca-*
rex arenaria występująca na pagórkach. Wykrociska w badanym zespole roślinnym
stanowią więc element zwiększający jego różnorodność gatunkową.

Literatura

- Augusto L., Ranger J., Binkley D., Rothe A., 2002, *Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility*, Ann. For. Sci., 59, s. 233-253
- Dzięgielewski K., 1997, *Possibilities of identification and dating of tree windthrow structures on archeological sites (based on the example from Podłęże, site 17)*, Sprawozdania Archeologiczne, 59, s. 393-415
- Faliński J.B., 1978, *Uprooted trees, their distribution and influence in the primeval forest biotope*, Vegetatio, 38, s. 175-183
- Gray A.N., Spies T.A., 1997, *Microsite controls on tree seedling establishment in conifer forest canopy gaps*, Ecology, 78, 8, s. 2458-2473
- Jonczak J., 2012, *Wpływ domieszki sosny i świerka w drzewostanie bukowym na intensywność wypłukiwania węgla, żelaza i glinu z poziomu organicznego i próchnicznego gleb biellicowo-rdzawych*, Leśne Prace Badawcze, 73, 2, s. 143-151
- Jonczak J., Parzych A., 2012, *Impact of Scots pine admixture in European beech stand on dissolved organic carbon and nitrogen leaching from organic and humic horizons of Dystric Arenosols in Northern Poland*. Journal of Forest Science, 58, 6, s. 278-286
- Kowalkowski A., Józwiak M., Kozłowski R., 2002, *Metoda badania wpływu wód opadowych na właściwości gleb leśnych*, Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 3, s. 45-51
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M., 2002, *Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist*, Biodiversity of Poland, 1, s. 9-442
- Nilsson M.Ch., Wardle D.A., Dahlberg A., 1999, *Effects of plant litter species composition and diversity on the boreal forest plant-soil system*, Oikos, 86, s. 16-26
- Norman S.A., Schaetzl R.J., Small T.W., 1995, *Effects of slope angle on mass movement by tree uprooting*, Geomorphology, 14, s. 19-27
- Ochyra R., Żarnowiec J., Bednarek-Ochyra H., 2003, *Census catalogue of Polish mosses*, Biodiversity of Poland, 3, s. 9-372
- Ożgo M., 2010, *Rola małych zbiorników wodnych w ochronie bioróżnorodności*, Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody, 29, 3, s.117-124
- Parzych A., 2011, *Contents of nitrogen and phosphorus compounds in groundwaters of selected forest associations in Słowiński National Park*, Archives of Environmental Protection, 37, 4, s. 95-105
- Parzych A., Sobisz Z., 2010, *Biomasa i produkcja pierwotna netto roślin runa w wybranych zespołach leśnych Słowińskiego Parku Narodowego*, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 42, s. 72-83

- Parzych A., Trojanowski J., 2011, *The effect of abundance of litterfall on retention of nitrogen and phosphorus in organic horizons of forest soils in Slovinski National Park*, Baltic Coastal Zone, 15, s. 97-107
- Peterson C.J., Carson W.P., McCarthy B.C., Pickett S.T.A., 1990, *Microsite variation and soil dynamics within newly created treefall pits and mounds*, Oikos, 58, 1, s. 39-46
- Piotrowska H., Żukowski W., Jackowiak B., 1997, *Rośliny naczyniowe Słowińskiego Parku Narodowego*, Prace Zakładu Taksonomii Roślin UAM, 6, s. 7-216
- Putz F.E., 1983, *Tropical treefalls, buried seeds, and the importance of disturbed soil to pioneer tree species*, Ecology, 64, s. 1069-1074
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z 5 stycznia 2012 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin (DzU Nr 0, poz. 81)
- Šamonil P., Král K., Douda J., Šebková B., 2008, *Variability in forest floor at different spatial scales in a natural forest in the Carpathians: effect of windthrows and mesorelief*, Canadian Journal of Forest Resources, 38, s. 2596-2606
- Šamonil P., Tejnecký V., Borůvka L., Šebková B., Janík D., Šebek O., 2010, *The role of tree uprooting in Cambisol development*, Geoderma, 159, s. 83-98
- Schechtel A., 1984, *Plan Urządzania Gospodarstwa Leśnego na okres 1 I 1983 do 31 XII 1992. I. Część ogólna planu. BULiGL O/Szczecinek, Słowiński Park Narodowy* (mscr.)
- Szewczyk J., 2010, *Rola leżaniny jako podłoża rozwoju odnowienia buka, jodły i świerka w dolnoreglowym lesie w Suchym Żlebie*. W: *Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem*, red. Z. Mirek, t. 2, *Nauki biologiczne*, Zakopane, s. 73-79
- Thompson J.N., 1980, *Treefalls and colonization patterns of temperate forest herbs*, American Midland Naturalist, 104, s. 176-184
- Ulanova N.G., 2000, *The effects of windthrow on forests at different spatial scales: a review*, Forest Ecology and Management, 135, s. 155-167
- Zielonka T., 2006, *When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement?*, Journal of Vegetation Science, 17, s. 739-746

Summary

The aim of the study was an assessment of the role of windthrows in *Empetro nigri-Pinetum ericetosum* association of the Słowiński National Park as promoting factor of spatial variability of soil properties and species composition of vegetation. The studied tree stand was located in a local land depression, in a complex of Arenosols formed from sands of aeolian origin. Three windthrows of different age were studied. Depth of the windthrow pits not exceed 30 cm and the high of mounds was up to about 50 cm. Shallow rooting of trees in a conditions of high level of ground water as well as the type of soil parent material were the reason of the observed small size of windthrows. Loose dune sands only slightly were displaced on root discs. Fallen trees generated changes only in organic and humic horizons of the soils. A characteristic feature of the soils of windthrows was presence of buried fragments of organic horizon, which in conditions of excessive soil moisture, took properties of peaty material. The windthrows were increased biodiversity of investigated tree stand. Three species of plants were noticed only in windthrows. *Polytrichum strictum* and *Sphagnum fimbriatum*, were observed in the pits, and *Carex arenaria* on mounds.