

Agnieszka Parzych\*, Zbigniew Sobisz\*\*

**BIOMASA I PRODUKCJA PIERWOTNA NETTO ROŚLIN RUNA  
W WYBRANYCH ZESPOŁACH LEŚNYCH SŁOWIŃSKIEGO PARKU  
NARODOWEGO**

**BIOMASS AND NET PRIMARY PRODUCTION OF HERBACEOUS  
PLANTS IN CHOSEN FOREST ASSOCIATIONS IN THE SŁOWIŃSKI  
NATIONAL PARK**

**Słowa kluczowe:** ekosystemy leśne, warstwa zielna, biomasa nadziemna, produkcja pierwotna netto.

**Key words:** forest ecosystems, herb layer, aboveground biomass, net primary production.

*The paper describes results of research into the net primary production and biomass of the forest undergrowth in two different forest complexes: *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* and *Empetro nigri-Pinetum*. The aboveground net primary production in *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* reached 1546,13 kg·ha<sup>-1</sup> during the growing season of 2005 – including 71% output in the herbaceous layer and 29% in the moss layer. The net primary production in pine wood (*Empetro nigri-Pinetum*) was lower and was 1132,779 kg/ha, which constitutes 73,3% output in *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, while 71,5% is the net primary production in the herbaceous layer, and 28,5% in the moss layer. The volume of the net primary production of undergrowth in the examined ecosystems was closely connected with the soil abundance, weather conditions, frequency and density of species.*

---

\* Dr Agnieszka Parzych – Zakład Chemii Środowiskowej, Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Akademia Pomorska, ul. Arciszewskiego 22b, 76-200 Słupsk, kontakt: tel.: 59 84 05 347, e-mail: parzycha1@op.pl

\*\* Dr Zbigniew Sobisz – Zakład Botaniki i Genetyki, Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Akademia Pomorska, ul. Arciszewskiego 22b, 76-200 Słupsk, kontakt: tel. 59 84 05 361; e-mail: zbignewsobisz@op.pl

## 1. WPROWADZENIE

Roślinność korzysta z dużej liczby składników pokarmowych zawartych w glebie. Dostępność tych składników jest głównym czynnikiem wpływającym na produkcję biomasy i stabilność ekosystemów [Tate 1987, Tilman 1988]. Wraz ze zwiększaniem się zawartości związków biogenicznych w glebie zwiększa się zagęszczenie i produkcja pierwotna runa leśnego. Produkcja pierwotna netto oraz wielkość biomasy zależą przede wszystkim od zasobności zbiorowisk leśnych i struktury runa leśnego [Moszyńska 1983]. Wielkość produkcji runa leśnego zależna jest również od długości i szerokości geograficznej, położenia nad poziomem morza oraz od szybkości przemieszczania się biogenów z gleby do tkanek roślinnych [Cairns i in. 1997]. Płytkie systemy korzeniowe zapewniają roślinom zielnym często znacznie lepsze zaopatrzenie w substancje pokarmowe zmagazynowane w poziomie próchnicznym i organicznym gleby niż drzewom [Wachowska-Serwatka 1966].

W borach suchych, zasiedlających ubogie i przesuszone piaski luźne, skład gatunkowy, zagęszczenie oraz wielkość produkcji runa osiągają najmniejsze wartości [Traczyk 1968]. Największy udział w produkcji pierwotnej runa mają gatunki o dominującej frekwencji. Produkcja w zbiorowiskach oligotroficznych rozdziela się zazwyczaj na jeden, dwa gatunki dominujące, w przeciwieństwie do zbiorowisk eutroficznych, takich jak grądy i łęgi, w których produkcja zależy od ośmiu, dziewięciu gatunków [Traczyk 1968, Pasternak-Kuśmierska 1995].

W runie borów sosnowych i mieszanych gatunkiem dominującym jest najczęściej borówka czarna. W *Vaccinio myrtilli-Pinetum* osiąga optimum ekologiczne, czyli największą frekwencję, zagęszczenie, biomasę i produkcję [Moszyńska 1983]. Prawie we wszystkich zbiorowiskach leśnych *Vaccinium myrtillus* zwraca do ściółki wraz z opadłymi liśćmi duże ilości potasu, wapnia, magnezu oraz manganu i żelaza, co wzbogaca siedlisko w pierwiastki ważne ze względu na prawidłowe funkcjonowanie ekosystemów leśnych.

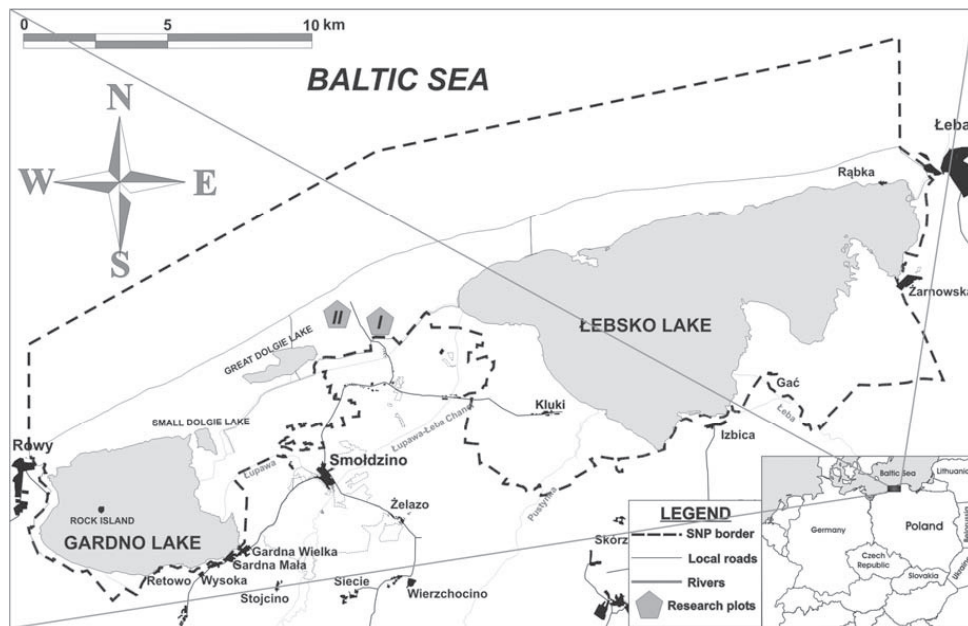
*Vaccinium vitis-idaea* najczęściej występuje w borze świeżym (*Vaccinio myrtilli-Pinetum*), a największą wartość współczynnika pokrycia uzyskuje w nadmorskim borze bażynowym (*Empetro nigri-Pinetum*).

Celem prowadzonych badań było:

- 1) określenie i porównanie frekwencji i zagęszczenia gatunków dominujących w runie dwóch ekosystemów leśnych pokrywających ubogie gleby bielicowe;
- 2) porównanie i ocena wielkości produkcji pierwotnej netto oraz biomasy runa leśnego w *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* i *Empetro nigri-Pinetum* Słowińskiego Parku Narodowego.

## 2. POWIERZCHNIE BADAŃ

Badane powierzchnie leśne są położone wzdłuż drogi biegnącej ze Smoldzińskiego Lasu do Czołpina, w odległości 600 m jedna od drugiej (rys. 1).



**Rys. 1.** Plan Słowińskiego Parku Narodowego – lokalizacja powierzchni badań. I – powierzchnia badawcza I (*Vu-Bp*), II – powierzchnia badawcza II (*En-P*)

**Fig. 1.** Situation plan of the Słowiński National Park – locations of the study sites. I – Research plot I (*Vu-Bp*), II – research plot II (*En-P*)

Pierwszą powierzchnię badawczą porasta luźny drzewostan sosnowo-brzozowy (*Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, *Vu-Bp*). Udział sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) w tym drzewostanie wynosi 25%, a brzozy omszonej (*Betula pubescens*) 75%. W runie leśnym, pokrywającym 95% powierzchni lasu, występują trawy: trzęślica modra (*Molinia caerulea*), trzcinnik lancetowaty (*Calamagrostis canescens*) oraz śmiełek pogięty (*Deschampsia flexuosa*). W znacznej ilości występują krzewinki borówki czarnej (*Vaccinium myrtillus*) i borówki brusznicy (*Vaccinium vitis-idaea*), a także wrzosu zwyczajnego (*Calluna vulgaris*). W obniżeniach terenu spotkać można wietlicę samiczą (*Athyrium filix-femina*), trzcinę pospolitą (*Phragmites australis*) oraz sit rozpięchły (*Juncus effusus*) i pszeniec zwyczajny (*Melampyrum pratense*). Warstwa mszysta na badanej powierzchni jest reprezentowana przez rokitnik pospolity (*Pleurozium schreberi*), rokit cyprysowaty (*Hypnum cupressiforme*), gajnik lśniący (*Hylacomium splendens*) i widłoząb miotlasty (*Dicranum scoparium*).

Drugą powierzchnię badawczą porasta jednolity, zwarty drzewostan sosnowy (*Pinus sylvestris*), o niskich zdeformowanych koronach i pochylonych pniach (*Empetro nigri-Pinetum*, *En-P*). Warstwa runa pokrywa około 75% powierzchni i jest tworzona głównie przez krzewinki: borówkę czarną (*Vaccinium myrtillus*), borówkę brusznicę (*Vaccinium vitis-idaea*), bażynę czarną (*Empetrum nigrum*) i wrzos zwyczajny (*Calluna vulgaris*). Warstwa mszysta

na tej powierzchni jest licznie reprezentowana przez: rokitnik pospolity (*Pleurozium schreberi*), widłoząb miotlasty (*Dicranum scoparium*), gajnik lśniący (*Hylocomium splendens*), modrzazek siny (*Leucobryum glaucum*) i rokit cyprysowaty (*Hypnum cupressiforme*). W znacznych ilościach występuje także chrobotek leśny (*Cladonia sylvatica*).

Badane powierzchnie leśne znajdują się w strefie klimatu bałtyckiego, który charakteryzuje łagodna zima, niezbyt gorące lato oraz duża wilgotność powietrza [Sikorska 1999]. W roku 2005 średnia roczna temperatura powietrza wynosiła 7,81°C, a wilgotność powietrza – 83,8%. Najwyższe opady atmosferyczne (tab. 1) miały miejsce w maju (54,5 mm), w lipcu (81,4 mm) i w sierpniu (63,7 mm).

**Tabela 1.** Parametry pogodowe i współczynniki hydrotermiczne Sielaninowa (K) w okresie wegetacyjnym 2005

**Table 1.** Atmospheric parameter and Sielaninow hydrothermal factors (K) in the vegetation season in 2005

Parametry i współczynniki	V	VI	VII	VIII	IX	Średnia roczna
Opady atmosferyczne [mm]	54,5	19,9	81,4	63,7	51,0	579
Temperatura powietrza [°C]	10,9	13,9	17,9	15,4	14,1	7,81
Wilgotność powietrza [%]	79,2	78,0	79,7	79,1	85,6	83,6
Współczynnik Sielaninowa K*	1,61	0,48	1,46	1,33	1,24	–

**Źródło:** dane własne [Parzych i in. 2008].

\*K = (P·10) : t, gdzie: P – suma opadów (mm), t – suma temperatur średnich dobowych; – nie dotyczy.

Pod *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* wykształciły się gleby bielcowe właściwe, na zasobnej w biogeny kopalnej glebie torfowej, a pod *Empetro nigri-Pinetum* ubogie gleby bielcowe właściwe – *En-P* (tab. 2).

**Table 2.** Charakterystyka właściwości gleb w *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* i *Empetro nigri-Pinetum*

**Table 2.** Characteristic of soil properties in the *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* and *Empetro nigri-Pinetum*

Poziom genetyczny	<i>Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis</i>					<i>Empetro nigri-Pinetum</i>			
	O (Ol+Ofh)	AEes	Bhfe	C	Otni	O (Ol+Ofh)	AEes	Bhfe	C
Głębokość [cm]	8–0	0–13	13–41	41–104	104–150	8–0	0–18	18–48	48–150
N [%]	1,06	0,06	0,02	0,03	2,85	1,07	0,03	0,02	0,01
P [%]	0,111	0,007	0,003	0,002	0,206	0,139	0,003	0,002	0,002
C [%]	27,1	0,95	0,24	0,08	36,6	39,1	0,63	0,23	0,006

**Źródło:** dane własne [Parzych 2008]; **Objaśnienia:** Ol – podpoziom surowinowy, Ofh (Of/Oh) – podpoziom detrytusowy, AEes – poziom próchniczo-eluwialny, Bhfe – poziom wzbogacenia, C – skała macierzysta, Otni – poziom kopalnej gleby torfowej.

### 3. METODY BADAŃ

Produkcję pierwotną netto runa leśnego oszacowano za pomocą metody Traczyka [Traczyk 1967a, b, 1968, 1995]. W celu określenia zagęszczenia i frekwencji gatunków na badanych powierzchniach wykonano po 100 rzutów kołem o średnicy 36,7 cm (0,1 m<sup>2</sup>), na każdej powierzchni badawczej. W każdym rzucie notowano liczbę osobników, pędów, kęp lub źdźbeł w zależności od formy życiowej gatunku.

Drugi etap polegał na bezpośredniej analizie przyrostów. W celu określenia biomasy wycinano po 100 losowo wybranych osobników lub pędów danej populacji. Zbierano jedynie osobniki żywe lub częściowo zółknące, określano liczbę owocujących pędów, a następnie oddzielano owoce od części wegetatywnej.

W laboratorium przeprowadzono analizę przyrostów. Zebrany materiał suszono do stałej masy, w temperaturze 85°C przez 48 godzin i ważono z dokładnością do 0,01g. Maksymalny stan biomasy roślin jednorocznych i bylin zamierających, w okresie owocowania był jednoznaczny z maksymalnym przyrostem. U gatunków zimozielonych, maksymalny przyrost oceniono na podstawie biomasy tegorocznej po uprzednim oddzieleniu jej od masy z lat ubiegłych. Po ustaleniu szczytowego przyrostu biomasy tegorocznej oraz liczby osobników lub pędów nadziemnych wyliczono wskaźnik tzw. przeciętnego przyrostu osobniczego ( $G_i$ ) dla każdego gatunku oddzielnie.

Produkcję pierwotną netto ( $P$ ) określonej populacji obliczono ze wzoru:

$$P = G_i \cdot D,$$

gdzie:

$D$  – zagęszczenie,

$G_i$  – suma przyrostów biomasy osobników : liczba osobników.

Zsumowanie produkcji poszczególnych populacji daje ogólną produkcję runa leśnego.

W celu oszacowania biomasy mchów wykonano 20 rzutów kołem o powierzchni 0,1 m<sup>2</sup>, po wcześniejszym ustaleniu ich pokrycia. Z wyznaczonych powierzchni zebrano mchy, wysuszono do stałej masy (w temperaturze 85°C przez 48 godzin), a następnie zważono z dokładnością do 0,01 g. Otrzymana przeciętna sucha biomasa mchów ( $B_c$ ) ze ściśle określonej powierzchni o znanym pokryciu ( $C_c$ ) pozwala na obliczenie biomasy mchów w próbach losowych z proporcji:

$$\frac{B_c \cdot C_f}{C_c},$$

gdzie:  $C_f$  – przeciętne pokrycie mchów w analizie zagęszczenia.

Jednocześnie przyjęto za Traczykiem [1967b], że tegoroczna produkcja mchów wynosi 1/3 ich całej masy. Badania produkcji pierwotnej netto runa leśnego przeprowadzono tylko w sezonie wegetacyjnym w roku 2005, ze względu na ochronę zasobów naturalnych Parku.

#### 4. OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Badane ekosystemy leśne charakteryzuje nierównomierne rozmieszczenie gatunków na dnie lasu (tab. 3 i 4). W *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* warstwa runa pokrywa około 95% badanej powierzchni. Największą frekwencję (powyżej 40%) mają krzewinki wrzосу zwyczajnego (*Calluna vulgaris*) i borówki czarnej (*Vaccinium myrtillus*). Nieco mniejszy udział charakteryzuje rokiętnik pospolity (*Pleurozium schreberi* – 37%), rokiętnik cyprysowaty (*Hypnum cupressiforme* – 34%) oraz borówkę brusznicę (*Vaccinium vitis-idaea* – 32%). Pozostałe gatunki wykazują frekwencję poniżej 15%. W (*Empetro nigri-Pinetum*) warstwa runa pokrywa około 75%. Największą frekwencję wykazuje rokiętnik pospolity (*Pleurozium schreberi*) – 63%, wrzós zwyczajny (*Calluna vulgaris*) – 58%, borówka brusznica (*Vaccinium vitis-idaea*) – 54%, a także rokiętnik cyprysowaty (*Hypnum cupressiforme*) – 44%, bażyna czarna (*Empetrum nigrum*) – 43% i widłoząb miotłasty (*Dicranum scoparium*) – 42%. Pozostałe gatunki mają frekwencję poniżej 23%. Roślinność w warstwie runa boru sosnowego osiągnęła zagęszczenie 232,2 pędu na 1 m<sup>2</sup> powierzchni, co jest charakterystyczne dla ubogich lasów sosnowych [Andrzejewska 2004].

**Tabela 3.** Frekwencja, zagęszczenie i produkcja nadziemnej warstwy zielonej w *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*

**Table 3.** Frequency, density and aboveground production of herbaceous layer in *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*

Gatunki (warstwa zielna)	Frekwencja [%]	Zagęszczenie <i>D</i>		Liczba pędów	Przeciętny przyrost osobniczy ( <i>Gi</i> ) [g]	Produkcja netto		Udział w pro- dukcyjności runa [%]
		[na m <sup>2</sup> ]	[%]			[kg·ha <sup>-1</sup> ]	[%]	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	43	52,7	37,24	527	1,015	534,905	48,68	34,54
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	32	30,6	21,63	306	0,370	113,220	10,39	7,32
<i>Calluna vulgaris</i>	44	47,8	33,78	478	0,411	196,458	17,88	12,69
<i>Molinia coerulea</i>	14	3,4	2,40	34	6,647*	225,998*	20,67	14,59
<i>Calamagrostis canescens</i>	10	1,4	0,99	14	1,111	15,554	1,47	1,00
<i>Juncus effusus</i>	4	0,5	0,36	5	0,455*	2,275*	0,25	0,15
<i>Deschampsia flexuosa</i>	16	1,8	1,28	18	0,345*	6,210*	0,61	0,40
<i>Athyrium filix-femina</i>	6	2,1	1,49	21	0,485	1,886	0,02	0,12
<i>Melampyrum pratense</i>	4	1,2	0,85	12	0,248	2,976	0,03	0,19
RAZEM	–	141,5	100	1415	–	1099,482	100	71,00

**Źródło:** dane własne autorów pracy.

\* Kępy (biomasa a nie produkcja); – nie dotyczy.

**Tabela 4.** Produkcja warstwy mszystej w *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis***Table 4.** Production of the moss layer in *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*

Gatunki (warstwa mszysta)	Frekwencja [%]	Biomasa [kg·ha <sup>-1</sup> ]	Produkcja netto		Udział w produktywności runa [%]
			[kg·ha <sup>-1</sup> ]	[%]	
<i>Pleurozium schreberi</i>	37	463,13	154,377	34,57	10,03
<i>Hypnum cupressiforme</i>	34	371,11	123,700	27,69	8,03
<i>Dicranum scoparium</i>	19	444,60	148,203	33,18	9,62
<i>Hylocomium splendens</i>	9	61,11	20,370	4,56	1,32
RAZEM	–	1139,95	446,650	100,00	29,00

**Źródło:** dane własne autorów pracy; – nie dotyczy.

Wielkość frekwencji gatunków nie jest jednoznaczna z wielkością produkcji pierwotnej. Produkcja runa leśnego w *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* osiągnęła w sezonie wegetacyjnym 2005 r. 1546,13 kg·ha<sup>-1</sup>, w tym 71% wyprodukowała warstwa zielna, a 29% warstwa mszysta (tab. 3 i 4).

Największy przyrost osobniczy (biomasę) osiągnęły kępy trzęsłicy modrej (*Molinia coerulea*) – 6,647 g, a wśród krzewinek borówka czarna (*Vaccinium myrtillus*) – 1,015 g, mające jednocześnie największy udział w produktywności runa tego ekosystemu leśnego. Znaczny był również udział wrzosu zwyczajnego (*Calluna vulgaris*) – 12,69% (tab. 3), rokitnika pospolitego (*Pleurozium schreberi*) – 10,02% i widłozębu miotlastego (*Dicranum scoparium*) – 9,62% (tab. 4). Najmniejszy udział w produktywności runa *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* (<1%) zaś miały cztery gatunki: wietlica samicza (*Athyrium filix-femina*), sit rozpierzchły (*Juncus effusus*), pszeniec zwyczajny (*Melampyrum pratense*) oraz śmiełek pogięty (*Deschampsia flexuosa*).

Produkcja runa leśnego w borze sosnowym (*Empetro nigri-Pinetum*) liczyła 1132,779 kg·ha<sup>-1</sup>, co stanowi 73,3% produkcji *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, przy czym 71,5% przypada na produkcję warstwy zielnej, a 28,5% na warstwę mszystą (tab. 5 i 6). Największy przyrost osobniczy osiągnęły krzewinki borówki czarnej (*Vaccinium myrtillus*) – 0,573 g i bażyny czarnej (*Empetrum nigrum*) – 0,413 g, mając jednocześnie największy udział w produktywności runa leśnego, odpowiednio 28,36% i 19,12 % (tab. 5). Najmniejszy był przyrost osobniczy turzycy piaskowej (*Carex arenaria*) – 0,052 g, chrobotka leśnego (*Cladonia sylvatica*) – 0,065 g oraz pszeńca zwyczajnego (*Melampyrum pratense*) – 0,085 g. Niewielki przyrost osobniczy powyższych gatunków sprawia, że mają one niewielki udział w produktywności runa leśnego (<1,24%). Znaczny udział w nim mają natomiast borówka brusznica (*Vaccinium vitis-idaea*) – 13,71% oraz z warstwy mszystej rokitnik pospolity (*Pleurozium schreberi*) – 9,60%.

**Tabela 5.** Frekwencja, zagęszczenie i produkcja nadziemnej warstwy zielnej i porostu w *Empetro nigri-Pinetum*

**Table 5.** Frequency, density and aboveground production of herbaceous layer and lichen in *Empetro nigri-Pinetum*

Gatunki (warstwa zielna i porost)	Frekwencja [%]	Zagęszczenie <i>D</i>		Liczba pędów	Przeciętny przyrost osobniczy ( <i>G</i> ) [g]	Produkcja netto		Udział w pro- dukcyjności runa [%]
		[na m <sup>2</sup> ]	[%]			[kg·ha <sup>-1</sup> ]	[%]	
<i>Calluna vulgaris</i>	58	25,7	11,2	257	0,374	96,118	11,91	8,48
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	54	57,3	24,5	573	0,271	155,283	19,21	13,71
<i>Empetrum nigrum</i>	43	77,8	33,5	778	0,413	321,314	39,62	28,36
<i>Vaccinium myrtillos</i>	23	37,8	16,3	378	0,573	216,594	26,70	19,12
<i>Cladonia sylvatica</i>	16	21,4	9,2	214	0,065*	13,932*	1,71	1,24
<i>Carex arenaria</i>	11	11,8	5,1	118	0,052	6,188	0,81	0,55
<i>Melampyrum pratense</i>	3	0,4	0,2	4	0,085	0,340	0,04	0,04
RAZEM	–	232,2	100	2322	–	809,769	100,00	71,50

**Źródło:** dane własne autorów pracy.

\* Biomasa a nie produkcja; – nie dotyczy.

**Tabela 6.** Produkcja warstwy mszystej w *Empetro nigri-Pinetum*

**Table 6.** Production of the moss layer in *Empetro nigri-Pinetum*

Gatunki (warstwa mszysta)	Frekwencja [%]	Biomasa w kg·ha <sup>-1</sup>	Produkcja netto		Udział w produkcyj- ności runa [%]
			kg·ha <sup>-1</sup>	[%]	
<i>Pleurozium schreberi</i>	63	325,449	108,483	33,6	9,6
<i>Hypnum cupressiforme</i>	44	274,324	91,441	28,3	8,1
<i>Dicranum scoparium</i>	42	208,572	69,525	21,5	6,1
<i>Hylocomium splendens</i>	13	37,544	12,515	3,9	1,1
<i>Leucobryum glaucum</i>	9	123,138	41,046	12,7	3,6
RAZEM	–	969,027	323,010	100,0	28,5

**Źródło:** dane własne autorów pracy; – nie dotyczy.

W obu badanych zespołach leśnych największy udział w produkcyjności runa leśnego osiągały krzewinki borówki czarnej (*Vaccinium myrtillos*), wrzосу zwyczajnego (*Calluna vulgaris*) oraz rokitnik pospolity (*Pleurozium schreberi*).

Produkcja pierwotna runa leśnego w sezonie wegetacyjnym 2005 r. w badanych ekosystemach leśnych okazała się mniejsza w porównaniu z danymi uzyskanymi przez Banaszuka i Matowicką [1996] oraz Banaszuka [2001], ale większa od danych prezentowanych przez Rajchel [1965]. Całkowita nadziemna produkcja runa w *Vaccinio myrtillos-Pinetum* w północno-wschodniej Polsce wynosiła 2798,3 kg·ha<sup>-1</sup>, w tym 1931,9 kg·ha<sup>-1</sup> dostar-



czyła warstwa zielna i  $866,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  warstwa mchów, w *Peucedano-Pinetum* zaś  $2076,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w tym  $1428,0 \text{ kg/ha}$  biomasy dostarczyły rośliny zielne i  $648,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  – warstwa mchów [Banaszuk i Matowicka 1996]. Według badań Rajchel [1965] średnia wartość biomasy runa w borze mieszanym wynosi: części nadziemnych ok.  $1000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w tym  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  mchów.

Niewielka produkcja runa leśnego jest wynikiem niewielkiej zasobności poziomów organicznych i próchnicznych badanych gleb w związki biogeniczne (tab. 2). W *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* można się spodziewać znacznie większej produkcji pierwotnej drzewostanu oraz produkcji całkowitej ze względu na obecność w dolnej części profilu glebowego zasobnej gleby kopalnej. Dowodem na to są chociażby znacznie większe wysokości drzew oraz długości igieł sosnowych. W *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* średnia długość igieł wynosiła  $71,6 \text{ mm}$ , a w *Empetro nigri-Pinetum* jedynie  $48,8 \text{ mm}$ . W 10-stopniowej skali troficzności gleb w sośninach, opracowanej przez Wajcysa i Rutkauskasa [1969] gleby brzeziny bagiennej zaliczyć można do 8 stopnia, a gleby boru sosnowego jedynie do 5 stopnia.

Według Traczyka [1967b] w borach sosnowych, zasiedlających ubogie i przesuszone piaski luźne, skład gatunkowy, zagęszczenie oraz wielkość produkcji runa leśnego są najmniejsze, poza tym niewielka zawartość azotu w glebie ogranicza wzrost roślin [Cargill i Jefferies 1984].

Niekorzystnym czynnikiem, który w znacznym stopniu wpłynął na ograniczenie produkcji runa leśnego, były stosunkowo niskie opady atmosferyczne –  $579 \text{ mm}$ , [Parzych i in. 2008]. Niskie opady atmosferyczne w porównaniu do wzrostu temperatury wystąpiły w czerwcu 2005 r. (wskaźniki Sielaninowa,  $K=0,48$ ), co wskazuje na niedostateczną wilgotność w tym miesiącu (tab. 1). Silne obniżenie poziomu wód gruntowych w sezonie wegetacyjnym w 2005 r. niekorzystnie wpłynęło na rozwój i wzrost szaty roślinnej, a tym samym na produktywność badanych siedlisk leśnych.

Rośliny runa leśnego ze względu na słabo rozbudowany system korzeniowy nie mają możliwości korzystania z zasobów wód gruntowych na większej głębokości, a produkcja roślinna wymaga znacznych ilości wody [Drozd i in. 1992]. Poziom wód gruntowych w okresie intensywnego wzrostu roślinności (od czerwca do września) utrzymywał się średnio na głębokości  $91,3 \text{ cm}$  w *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* oraz –  $112,7 \text{ cm}$  w *Empetro nigri-Pinetum*, a zatem był niedostępny dla warstwy zielnej i mszystej [Parzych i Trojanowski 2007].

Produktywność warstwy zielnej i mszystej badanych zespołów leśnych stanowi nieco powyżej 30% ogólnej biomasy (tab. 7). Biomasa runa leśnego w *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* jest o 28,5% większa niż w *Empetro nigri-Pinetum*.

**Tabela 7.** Całkowita, nadziemna produkcja pierwotna netto warstwy zielnej i mszystej w badanych ekosystemach leśnych

**Table 7.** Total the net primary production of aboveground herbaceous layer and moss layer in researched forest ecosystems

Badana warstwa	Biomasa w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$		Produktywność w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	
	<i>Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis</i>	<i>Empetro nigri-Pinetum</i>	<i>Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis</i>	<i>Empetro nigri-Pinetum</i>
Warstwa zielna	3604,859	2424,458	1099,482	809,769
Warstwa mchów	1139,95	969,027	446,65	323,010
Razem	4744,809	3393,485	1546,132	1132,779

**Źródło:** dane własne autorów pracy.

## 5. PODSUMOWANIE

1. Badane ekosystemy leśne charakteryzuje nierównomierne rozmieszczenie gatunków na dnie lasu.
2. Produkcja pierwotna netto oraz roczny przyrost biomasy roślin runa są większe w *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* niż w *Empetro nigri-Pinetum* co wynika z obecności w tym profilu glebowym zasobnej w biogeny gleby kopalnej.
3. Produkcja runa leśnego w *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* osiągnęła w sezonie wegetacyjnym 2005 r.  $1546,13 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w tym 71% wyprodukowała warstwa zielna, a 29% warstwa mszysta.
4. Produkcja runa leśnego w borze sosnowym (*Empetro nigri-Pinetum*) liczyła  $1132,779 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , co stanowi 73,3% produkcji *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, przy czym 71,5% przypada na produkcję warstwy zielnej, a 28,5% na warstwę mszystą.
5. W obu badanych zespołach leśnych największy udział w produktywności runa leśnego osiągają krzewinki borówki czarnej (*Vaccinium myrtillus*), wrzosu zwyczajnego (*Calluna vulgaris*) oraz rokitnik pospolity (*Pleurozium schreberi*).
6. Na wielkość produkcji runa leśnego duży wpływ wywiera zasobność gleb, a także warunki pogodowe oraz frekwencja i zagęszczenie poszczególnych gatunków.

## PIŚMIENNICTWO

- ANDRZEJEWSKA L. 2004. Udział Instytutu Ekologii w badaniach produktywności ekosystemów lądowych w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego (MPB), Kosmos 54, 1 (262): 75–86.
- BANASZUK P. 2001. Effect of habitat conditions on biomass production and nutrient cycling in selected communities of coniferous forest, Pol. J. Ecol. 49, 3: 271–298.

- BANASZUK P., MATOWICKA B. 1996. Trofizm gleb i produkcja pierwotna runa borów sosnowych – *Vaccinio myrtilli-Pinetum* i *Peucedano-Pinetum* w rezerwacie. Szelągówka w północno-wschodniej Polsce. Zesz. Nauk. Polit. Białost., Inż. Środ. 9, 109: 101–127.
- CAIRNS M.A., BROWN S., HELMER E.H., BAUMGARDNER G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* 111: 1–11.
- CARGILL S.M., JEFFERIES R.L. 1984. Nutrient limitation of primary productivity in a sub-arctic salt marsh. *Journal of Applied Ecology* 21: 657–668.
- DROZD J., LICZNAK M., PISAREK I. 1992. Gleboznawstwo, podręcznik do ćwiczeń dla studentów szkół wyższych. WSP, Opole.
- FALIŃSKA K. 2004. Ekologia roślin.
- MOSZYŃSKA B. 1983 *Ecology of Vaccinium myrtillus in pine forests*. *Pol. Ecol. Stud.* 9, 4: 565–643.
- OLSZEWSKI J.L. 1984. Intercepcja i jej wpływ na wysokość opadów atmosferycznych docierających do powierzchni gruntu w lesie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 288.
- PARZYCH A., TROJANOWSKI J. 2007. Biogenic substances versus the level of ground waters in chosen woodland ecosystems of Słowiński National Park. *Annals Polish Chemical of Society*: 423–426.
- PARZYCH A. 2008. Dynamika koncentracji związków azotu i fosforu w dwóch odmiennych ekosystemach leśnych Słowińskiego Parku Narodowego. *Akademia Pomorska (mscr.)*, Słupsk.
- PARZYCH A., ASTEL A., TROJANOWSKI J. 2008. Fluxes of biogenic substances in precipitation and throughfall in woodland ecosystems of the Słowiński National Park. *Arch. Environ. Prot.* 34, 2: 13–24.
- PASTERNAK-KUŚMIERSKA D. 1995. Structural features and primary production of the herb layer in the *Carici elongatae-Alnetum*, Koch 1926 community, *Pol. Ecol. Stud.* 21, 2: 163–170.
- RAJCHEL R. 1965. Net primary productivity of the herb layer in two forest associations of the Ojców National Park (Southern Poland). *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 11, 1: 121–150.
- SIKORSKA E. 1999. Siedliska leśne. Cz. I. Siedliska obszarów nizinnych. *Wyd. Akad. Rol.*, Kraków.
- TATE R.T. 1987. *Soil organic matter: biological and ecological effects*. J. Wiley and Sons, New York.
- TILMAN D. 1988. *Plant strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- TRACZYK T. 1967a. Propozycja nowego sposobu oceny produkcji runa, *Ekol. Pol.* 13, 3: 241–247.
- TRACZYK T. 1967b. Studies on herb layer production estimate and the size of plant fall. *Ekol. Pol.* 15, 47: 837–867.

- TRACZYK T. 1968. Zasobność siedlisk a produkcja runa leśnego. *Ekol. Pol.* 14, 4: 321–324.
- TRACZYK T. 1995. Introduction, theoretical basis, methods and organization of studies on the phytosorption of the herb layer. *Pol. Ecol. Stud.* 21, 2: 93–95.
- WACHOWSKA-SERWATKA. 1966. Sezonowe zmiany azotu i składników mineralnych w ściółce, w glebie i w roślinach lasu mieszanego Rezerwatu Lubsza. *Acta Univ. Wratislaviensis. Prace Bot.* VII: 71–130.
- WAJCZYS M., RUTKAUSKAS A.J. 1969. Korrelacionnaja svjaz meždu dlinoj chvoi i trofno-stju lesnych počv. W: *Materialy konferenciji posvjaščeny 10-letiju Litovskogo Filiala Vsesojuznogo Obščestva Počvovedov.* Kaunas.