

Wybrane gospodarcze i przyrodnicze aspekty zagospodarowania pozostałości zrębowych

Jarosław Sadowski, Tadeusz Moskalik, Dariusz Zastocki, Tatiana Wrona

Streszczenie. Po wykonaniu zrębu na powierzchni zostają pozostałości zrębowe, stanowiące przeszkodę w wykonywaniu dalszych prac hodowlanych (odnowienie lasu). Należy je zagospodarować. Jest to złożony problem, wymagający zastosowania metody racjonalnej ze względów technologicznych, przyrodniczych i ekonomicznych. Pozostająca w lesie biomasa może stanowić również potencjalne źródło energii. Energia pochodząca ze źródeł odnawialnych stanowi ważny problem związany z transformacją krajowej energetyki, która musi być dostosowana do wymogów UE. Wybór konkretnego wariantu utylizacji pozostałości powinien uwzględniać warunki przyrodniczo-leśne, przy zapewnieniu ochrony środowiska leśnego, odpowiedniej wydajności, najlepszych warunków ochrony pracy oraz społecznej akceptowalności sposobów pracy.

Słowa kluczowe: pozostałości zrębowe, rozdrabniacze, rębaki, energia, biogeny

Abstract. Wybrane gospodarcze i przyrodnicze aspekty zagospodarowania pozostałości zrębowych. Po wykonaniu zrębu na powierzchni zostają pozostałości zrębowe, stanowiące przeszkodę w wykonywaniu dalszych prac hodowlanych (odnowienie lasu). Należy je zagospodarować. Jest to złożony problem, wymagający zastosowania metody racjonalnej ze względów technologicznych, przyrodniczych i ekonomicznych. Pozostająca w lesie biomasa może stanowić również potencjalne źródło energii. Energia pochodząca ze źródeł odnawialnych stanowi ważny problem związany z transformacją krajowej energetyki, która musi być dostosowana do wymogów UE. Wybór konkretnego wariantu utylizacji pozostałości powinien uwzględniać warunki przyrodniczo-leśne, przy zapewnieniu ochrony środowiska leśnego, odpowiedniej wydajności, najlepszych warunków ochrony pracy oraz społecznej akceptowalności sposobów pracy.

Słowa kluczowe: pozostałości zrębowe, rozdrabniacze, rębaki, energia, biogeny

Abstract. Selected Economic and Nature-related Aspects of Logging Residues Management and Utilization. After the completion of logging, residues remaining on the surface make re-cultivation activities (regeneration of a forest) very difficult to complete. Therefore they should be appropriately managed and utilized. This is a very complex problem that requires the application of rational technological, nature-related, and economic methods.

However, the remaining bio-mass may also constitute a potential source of energy. Energy derived from such renewable sources is a serious issue connected with transformation of the national power industry, that must comply with the EU requirements and standards. The selection of a particular variant of residue utilization should take into account all nature and forest conditions, along with environmental forest protection, appropriate productivity, the best labour protection conditions, and social acceptability of work methods.

Key terms: logging residues, shredders, chippers, energy/power, biogenes

Wstęp

W obecnej praktyce leśnej głównym produktem rynkowym leśnictwa jest grubizna w postaci drewna okrągłego stanowiąca około 60% miąższości ściętych drzew. Metody końcowego pozyskania drewna i odsłonięcie powierzchni leśnej, jak również założenie nowej uprawy należą do podstawowych zabiegów gospodarczych w leśnictwie znacząco wpływających na układy biologiczne ekosystemu leśnego. Ze społecznego i gospodarczego punktu widzenia z pozyskiwania drewna zrezygnować nie można. Leśników obowiązuje zasada takiego postępowania, aby naruszenie równowagi środowiska było minimalne i umożliwiało szybki powrót do stanu wyjściowego. Po zakończeniu procesu pozyskiwania drewna na powierzchni zrębu pozostaje znaczna ilość gałęzi, igliwia czy liści i odciętych wierzchołków drzew. Te właśnie części drzewa, które są objęte operacjami procesu technologicznego, ale nie są surowcem pozyskiwanym określamy mianem pozostałości zrębowych. Niekiedy również do tej grupy zalicza się wyrzynki do długości 1 m z wadami wykluczającymi ich wykorzystanie przemysłowe. Na zrębie pozostaje również karpina. W warunkach polskich ze względów ochrony środowiska i ze względów ekonomicznych nie jest pozyskiwana. Arbomasa zalegająca na powierzchni, niewykorzystana w procesie pozyskiwania drewna utrudnia przygotowanie gleby pod odnowienie. Uprzątnięcie powierzchni leśnej w przypadku wyrębu lasu polega na usunięciu lub rozdrobnieniu wierzchołków drzew, gałęzi i innych odpadów drzewnych pozostających na powierzchni po wyróbce sortymentów. Celem takiego działania jest zlikwidowanie przeszkód jakie mogą stanowić te pozostałości przy odnowieniu lasu, a także przy późniejszej pielęgnacji upraw. Wykonanie tego zabiegu jest konieczne ze względu na lepsze i efektywniejsze wykorzystanie maszyn stosowanych później w zabiegach hodowlanych, a także polepsza udatność upraw (Wojtkowiak 2000).

Pozostająca w lesie biomasa może stanowić również potencjalne źródło energii (Chlebowski 2002). Energia pochodząca ze źródeł odnawialnych stanowi ważny problem związany z transformacją krajowej energetyki, która musi być dostosowana do wymogów UE. Niewątpliwie wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych będzie wzrastało i wiązało się z wprowadzaniem odpowiednich technologii.

Pobierając z lasu określoną masę drzewną oraz użytkując odpady pozrębowe zubożamy ekosystem o pierwiastki chemiczne w nich zawarte, a mające znaczenie dla środowiska leśnego. O wielkości zakłóceń w środowisku decyduje nie tylko przyjęta technologia utylizacji, ale również system pozyskiwania i organizacja produkcji, które zależą od konkretnych warunków terenowych, wyposażenia technicznego zespołów roboczych i ich kwalifikacji. Z tego powodu pozyskiwanie powinno być zawsze starannie przygotowane.

Gospodarcze i przyrodnicze aspekty zagospodarowania pozostałości zrębowych

W poszczególnych nadleśnictwach wykorzystywane są różnorodne zestawy maszyn do zagospodarowania pozostałości. Ogólnie stosowane rozwiązania można podzielić na spalanie lub rozdrabnianie (Sadowski 2007). To ostatnie wykonuje się za pomocą rozdrabniaczy (zrębki zaś pozostawiane są w lesie) albo za pomocą rębaków (rozdrobniona biomasa pozostaje w lesie lub zostaje usunięta z powierzchni). Wykonuje się także pakietowanie, gdzie całość pozostałości przeznaczona jest na cele energetyczne.

Do niedawna najczęściej spotykaną metodą zagospodarowania drobnicy zrębowej było jej układanie w stopy i spalanie. Takie postępowanie jednak decyzjami Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych (LP) od 2004 roku zostało ograniczone. Uważa się, że jest ono szkodliwe ze względów ekologicznych, ponieważ spopielone składniki mineralne są szybko wymywane w głąb profilu glebowego i nie mogą być wykorzystane przez młode rośliny. Ponadto podczas procesu spalania do atmosfery wyrzucany jest cały szereg szkodliwych związków (np. tlenki węgla). Palenie ognisk w lesie może stwarzać w określonych warunkach duże zagrożenie pożarowe (Wojtkowiak 2000). W niektórych rejonach kraju grubsze pozostałości są zabierane z lasu przez okoliczną ludność (tzw. samowyrób). Inne metody polegają na rozdrobnieniu pozostającego surowca drzewnego na frakcje różnej wielkości. Muszą one być na tyle małe, aby umożliwiły prowadzenie dalszych czynności hodowlanych. Istnieje też możliwość uzyskania zrębków poprzez zastosowanie rębaków. W zależności od przyjętej metody (maszyny) mamy różną organizację pracy. Proces rozdrabniania pozostałości pozrębowych maszynami z wirującymi elementami przecinającymi i kruszącymi drobnicę, a czasami mieszającymi ją z wierzchnią warstwą gleby najczęściej odbywa się bez specjalnego przygotowania, w ten sposób, że ciągnik z rozdrabniaczem porusza się po całej powierzchni zrębowej rozdrabniając i ewentualnie mieszając z głęb pozostałe po procesie pozyskiwania drewno (fot. 1).



Fot. 1. Rozdrabniacz w czasie pracy (fot. J. Sadowski)
Photo 1. Shredder at work

Rozdrabniacz podczas przejazdów trafia na pnie i jest narażony na duże przeciążenia, które mogą powodować uszkodzenia sprzętu (bijaki, frezy, bęben, wałek przekładnika mocy, silnik). Sposób poruszania się po powierzchni roboczej poszczególnych maszyn może być różny. Przejazdy robocze mogą przebiegać wzdłuż powierzchni z wykonaniem nawrotów na jej końcach. Kolejne przejazdy są wykonywane równoległe do siebie. Ostatnią czynnością na powierzchni roboczej jest wtedy rozdrobnienie resztek pozębowych w miejscu wcześniejszych nawrotów. Trasy robocze można prowadzić wokół powierzchni od zewnątrz do środka, a w środku powierzchni przejazdy wykonać w sposób równoległy.

Inaczej wygląda praca przy zastosowaniu agregatów zrębkujących. Aby wykorzystać potencjalne możliwości techniczne rębaków, trzeba wcześniej przygotować powierzchnię. Pozostałości należy ułożyć w stosy lub zgarnąć w wały. Można to zrobić ręcznie lub mechanicznie. Bez wcześniejszego przygotowania pozostałości stosowanie rębaków staje się niekorzystne ekonomicznie. Zrębki mogą być rozrzucone z rynny wylotowej rębaka bezpośrednio po zrębie lub mogą być zsypywane do kontenerów bądź przyczep, jeśli będą wykorzystywane gospodarczo (np. na cele energetyczne). Jeżeli na powierzchni ułożone są stosy, to rębak sukcesywnie porusza się po zrębie i zrękuje kolejne pryzmy.

W wariantcie gospodarczego wykorzystania zrębków (zabieranie z powierzchni) dla rębaków bez własnych pojemników na zrębki konieczne jest zlokalizowanie stosów (wałów) rozdrabnianego drewna wzdłuż dróg czy linii oddziałowych (szlaków zrywkowych), po których przemieszczany jest równoległe pojemnik (kontener, przyczepa) na zrębki. Agregaty z własnymi samowładkowymi skrzyniami mają przy drogach wywozowych ustawione specjalne kontenery, do których sukcesywnie wyladowują swoje ładunki. Następnie odpowiednia maszyna pakietuje drobnicę leśną ułożoną wcześniej w stosy lub zgarniętą na wały (fot. 2).



Fot. 2. Maszyna pakietująca „Slash Bundler 1490 D” (fot. J. Sadowski)
Photo. 2. Machine „Slash Bundler 1490 D”

Może również poruszać się po całej powierzchni i pobierać drobnicę tak, jak pozostała ona po okrzesywaniu, ale następuje wtedy wyraźny spadek wydajności (Sadowski 2008). Jest to technologia szeroko wykorzystywana w krajach skandynawskich, gdzie istnieją elektrycznie wykorzystujące głównie gorszej jakości surowiec drzewny (z cięć pielęgnacyjnych i pozostałości pozrębowe). Sprasowane baloty pozostają na powierzchni zrębowej, a potem zostają zerwane do miejsca czasowego składowania (Gaworska 2005).

O efektywności ekonomicznej stosowanego sprzętu technicznego decyduje wydajność pracy i ponoszone koszty na jej wykonanie. Charakterystyki wybranych maszyn zamieszczono w tab. 1 (Moskalik, Sadowski 2008, Sadowski 2007).

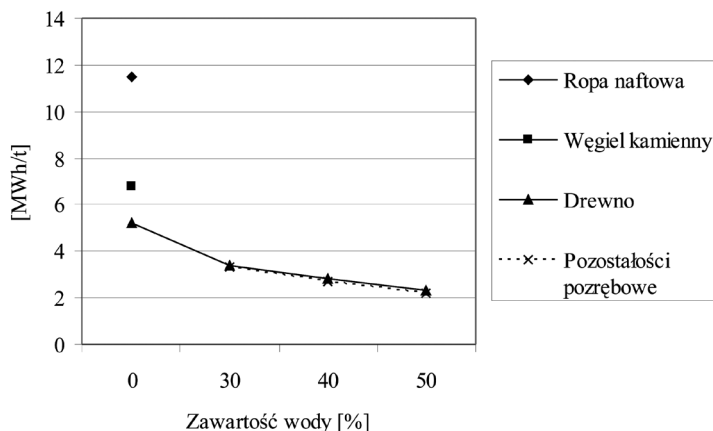
Tab. 1. Wydajność i koszty pracy wybranych maszyn
Table 1. Productivity and labour costs of selected machines

Zastosowana maszyna	Wydajność [ha/h] [m ³ /h]	Koszty zł/h
Rozdrabniacze		
ATILA 1,6-1,8 ST	0,10 ha/h	88,61
Forstmulcher	0,14 ha/h	82,11
MF-160	0,11 ha/h	73,92
Rębaki		
Bandit 254	2,79 m ³ /h	225,30
Bruks 800 CT	8,92 m ³ /h	372,66
Silvatek 878 CH	15,41 m ³ /h	520,53
Skorpion 160R	0,07 ha/h	66,33
Pakieciarka		
Slash Bundler 1490D	10,20 m ³ /h	327,05

Przy odpowiedniej organizacji pracy i doborze zestawu maszyn zagospodarowanie pozostałości z 1 hektara zrębu zajmuje średnio około jednej dniówki roboczej. Z danych zamieszczonych w tabeli wynika, że dość wysoką wydajność pracy osiąga rozdrabniacz rotacyjny MF-160. Zaznaczyć jednakże należy, że nie w każdych warunkach uzasadnione jest jego stosowanie. Generalnie nie sprawdza się przy dużym nagromadzeniu resztek pozrębowych o frakcjach grubszych niż 6-7 cm średnicy. Na wydajność pracy wpływa przede wszystkim prędkość poruszania się maszyny po powierzchni oraz użyteczna szerokość jej elementów roboczych służących do rozdrabniania. W przypadku agregatów zrębkujących czy pakietujących ważnym czynnikiem jest ilość pozostałości oraz ich rozmieszczenie na zrębie. Koszty godzinowe w dużej mierze zależą od ceny zakupu maszyny oraz stopnia wykorzystania czasu pracy (Sessions J., Sessions J. B. 1992). Koszty jednostkowe (zł/ha) są implikacją kosztów godzinowych i wydajności pracy. Dla grupy rozdrabniaczy kształtują się w granicach około 1-1,5 tys. zł/ha. Praca rębaków oraz maszyny pakietującej jest droższa i waha się w przedziale 2-3 tys. zł/ha (Moskalik, Sadowski 2008, Sadowski 2007).

Zrębki pochodzące z pozostałości zrębowych z powodzeniem można wykorzystywać do celów energetycznych. Szacuje się, że w naszych lasach z cięć przedrębnych można pozyskać 2,2-2,8 mln m³ oraz około 1-2 mln m³ biomasy leśnej pochodzącej z pozostałości zrębowych,

a przeznaczonej na cele energetyczne (Jabłoński, Różański 2003). Ich wartość opałowa w pewnych granicach wilgotności jest zbliżona do właściwości drewna (Kalliola, Paananen 2003). Szczegółowo wartość energetyczną różnych nośników energii pokazuje ryc. 1.



Ryc. 1. Wartość energetyczna paliw w zależności od zawartości wody źródło: Kalliola, Paananen 2003
Fig. 1. Energy value of fuels, depending on water content (source: Kalliola, Paananen, 2003)

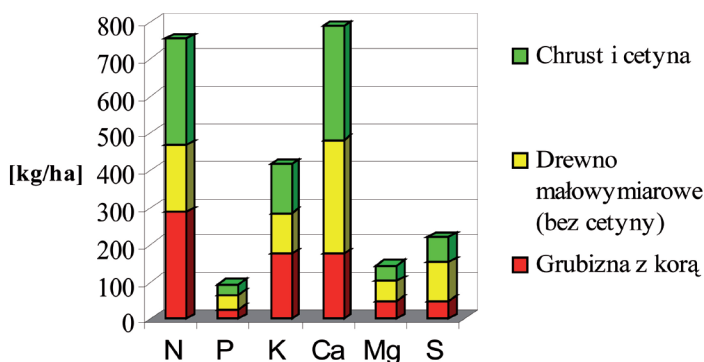
Ocenia się powszechnie, że wykonywanie cięć i pozyskiwanie drewna, szczególnie na zrębach zupełnych, prowadzi do bardzo dużych zmian w chemizmie gleby. Niestety, kompleksowych, wiarygodnych danych empirycznych uzyskanych na powierzchniach leśnych w zasadzie nie ma, a wszelkie dostępne materiały mają w znacznej mierze charakter rozważań teoretycznych. Dane (tab. 2) przytoczone przez Gornowicza (2002) oraz Kowalkowskiego (1983) (ryc. 2) świadczą o tym, że faktycznie akceptując kompleksowe użytkowanie arbomasz polegające na całkowitym jej przeznaczaniu na towary rynkowe, w tym i drobnicy leśnej, możemy wyprowadzić poza środowisko znaczne ilości ważnych biogenów.

Tab. 2. Podstawowe biogeny wycofywane z arbomasz z 1 ha drzewostanu sosnowego (źródło: Gornowicz 2002)

Table 2. Basic nutrients withdrawn with biomass of 1 ha of pine trees (source: Gornowicz 2002)

Pierwiastek	Ilość biogenu pobierana z 1 ha drzewostanu [kg]		Stosunek biogenu w arbomasz do biogenu w wierzchniej warstwie gleby w %		
	Grubizny	Łącznie	Czyszczenia	Trzebieże	Rębne
Azot	313	455	1,3	1,0	5,7
Fosfor	30	48	1,2	1,2	10,2
Potas	54	105	4,3	2,7	24,0
Wapń	329	411	106,4	16,8	138,3
Magnez	39	49	9,1	3,8	31,8

Porównując jednak udział ewentualnie wyprowadzanych biogenów do ich zawartości w wierzchniej warstwie gleby w drzewostanie rębny, zauważyć należy, że znacznie więcej tych pierwiastków znajduje się w wierzchnich poziomach glebowych, niż w nadziemnej części drzew. Jest to zagadnienie skomplikowane, wymagające długotrwałych doświadczeń. Niemniej wydaje się, że korzystnie jest pozostawić chociażby niewielką część biomasy w postaci najdrobniejszych gałązek, igliwia i listowia, ponieważ tam znajdują się najwięcej substancji mineralnych (ryc. 2). Jest to możliwe, jeżeli nie pozyskujemy pozostałości od razu po wykonaniu zrębu. Po pewnym czasie w trakcie wykonywania prac te elementy najbogatsze w minerały same ulegną obłamaniu i część zostanie na powierzchni.



Ryc. 2. Średni ubytek substancji odżywczych powodowany pozyskiwaniem drewna w sosnowym drzewostanie rębny (wg Kowalkowskiego 1983)

Fig. 2. The average loss of nutrients caused by timber harvesting in pine stands (by Kowalkowski 1983)

Podsumowanie

W przeszłości Lasy Państwowe nie przywiązywały większej wagi do zagospodarowania pozostałości zrębowych, czyli głównie gałęzi z igliwem czy listowiem, odciętych wierzchołków i innych niewymiarowych kawałków drewna. Były one sprzedawane okolicznym mieszkańcom na opał (tzw. samowyrób) lub spalane w miejscu ich powstawania. Szerokie oparcie gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych stało się motywacją do zwrócenia uwagi na pozostającą biomasę. Kolejnym bodźcem wpływającym na wzrost zainteresowania tym surowcem jest poszukiwanie alternatywnych źródeł energii odnawialnej. Spalanie pozostającej arbomasy na zrębie jest oceniane negatywnie. Od 2004 roku w LP wprowadzono zakaz używania w lesie ognia technologicznego. Wymusiło to wprowadzenie nowych technologii utylizacji pozostałości pozrębowych opartych o różne zestawy maszyn. Obecnie na rynku dostępnych jest wiele środków technicznych, o różnych konstrukcjach, które są w stanie skutecznie uprzętać powierzchnię zrębową w celu wprowadzenia odnowienia. Odpowiednio dobrany sposób zagospodarowania pozostałości pozrębowych i oczyszczenia powierzchni dodatkowo powinien prowadzić do zmniejszenia kosztów ponoszonych przez

leśników na przygotowanie powierzchni do odnowienia lasu. W przypadku gospodarczego wykorzystania pozostałości nadleśnictwa dodatkowo uzyskują określony przychód z tytułu sprzedaży surowca w postaci zrębków lub balotów. Jednakże należy dążyć, aby stosowane technologie pozwalały na pozostawienie najdrobniejszych części arbomasy na powierzchni.

Literatura

- Chlebowski K. 2002. Nowoczesne technologie pozyskiwania z lasu biomasy jako źródła energii odnawialnej. Przegląd Leśniczy nr 12.
- Gaworska M. 2005. Sposób na biomasę. Głos Lasu, nr 12: 45-46.
- Gornowicz R. 2002. Wpływ pozyskiwania biomasy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na wycofywanie pierwiastków biogenych ze środowiska leśnego. Rozprawy AR, z 331, Poznań.
- Jabłoński K., Różański H. 2003. Prospects for fuel wood harvesting in Poland. Acta Sci. Pol, 19-26.
- Kalliola T., Paananen S. 2003. Procurement of forest chips at UPM Kymmene from residual biomass. OPET Network. Bioenergy.
- Kowalkowski A. 1983. Wpływ pozyskiwania biomasy w drzewostanach sosnowych na obieg składników mineralnych oraz właściwości gleb siedlisk borowych. „Prace IBL”, nr 598
- Moskalik T., Sadowski J. 2008. Performance and costs of the logging residues bundling in mature Scots Pine stands. Proceedings of FORMEC Symposium. Schmallenberg/Germany. S.150-158.
- Sadowski J., Moskalik T. 2007. Technologiczne i ekologiczne aspekty wykorzystania pozostałości zrębowych na cele energetyczne. W Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa-szanse i problemy. Wyd. „Wiś Jutra”: 193-197.
- Sadowski J. 2007. Współczesne technologie utylizacji pozostałości zrębowych. W monografii „Technika i Technologia w Leśnictwie Polskim. Wydawnictwo SGGW: 117-123.
- Sadowski J. 2008. Wykorzystanie maszyny pakietującej „Slash Bundler 1490 D” do utylizacji pozostałości zrębowych. W monografii „Tendencje i problemy techniki leśnej w warunkach leśnictwa wielofunkcyjnego. Poznań: 183-188..
- Sessions J., Sessions J. B. 1992. Cost control in forest harvesting and road construction.FAO Forestry Paper, Rome.
- Wojtkowiak R. 2000. Metody utylizacji pozostałości poeksploatacyjnych na zrębach – maszyny i technologie. Wydawnictwo Świat, Warszawa.

Jarosław Sadowski, Tadeusz Moskalik, Dariusz Zastocki, Tatiana Wrona
SGGW Wydział Leśny Katedra Użytkowania Lasu
jarsadowski@poczta.onet.pl