

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTYWANIA BIOMASY STAŁEJ.

Część 2. Sposoby określania potencjału biomasy stałej i doboru maszyn do jej zbioru

Streszczenie

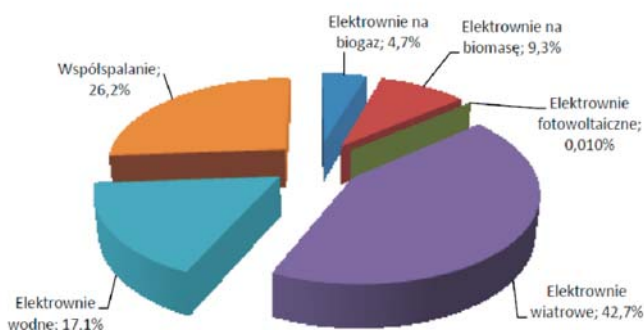
Obecna polityka energetyczna Polski, zgodna z kierunkami wytyczanymi przez Unię Europejską, zmierza do zastępowania energii uzyskiwanej z paliw kopalnych energią z odnawialnych źródeł, w tym biomasy. Celem badań było dokonanie oceny możliwości zbioru, przetwarzania i wykorzystania biomasy stałej w polskich warunkach rolniczych i gospodarczych. W części 2. pracy przedstawiono problematykę dotyczącą metod określania wielkości i potencjału biomasy stałej oraz zasad doboru maszyn do zbioru biomasy stałej.

Słowa kluczowe: biomasa stała, potencjał, zasady doboru maszyny, zbiór biomasy

Wprowadzenie

Podstawowym zadaniem rolnictwa jest produkcja surowców do produkcji żywności i pasz dla zwierząt hodowlanych. Dopiero nadwyżka biomasy powinna być traktowana jako potencjalny surowiec energetyczny. Produkcja biomasy na cele energetyczne spowodowała powstanie konkurencji o surowce rolnicze. Ponadto, w strukturze użytków rolnych należy uwzględnić fakt, że następuje rozwój infrastruktury państwowej (drogi, budownictwo mieszkaniowe), co powoduje wyłączenie pewnych powierzchni gruntów rolnych z produkcji roślinnej. Takie działania powinny być rekompensowane zarówno intensyfikacją produkcji na pozostałych obszarach użytków rolnych, jak i wzrostem plonów.

Polska postrzegana jest w UE jako kraj o dużych potencjalnych możliwościach produkcji biomasy na cele energetyczne, ponieważ powierzchnia UR przypadająca na mieszkańca wynosi 0,41 ha, a w „starej” Unii to tylko 0,19 ha. W Polsce, w strukturze pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych dominuje biomasa, z której pochodzi ponad 76% wytwarzanych różnych rodzajów energii [1]. Biomasa wykorzystuje się przede wszystkim do produkcji energii cieplnej. W 2014 r. elektrociepłownie wytworzyły ok. 36% produkowanej przez siebie energii z biomasy stałej [21].



Rys. 1. Procentowy udział energii elektrycznej wytworzonej z OZE w roku 2014 z podziałem na technologię wytwarzania, potwierdzonej świadectwami pochodzenia, wydanych do dnia 31.12.2014 r. [21]

Fig. 1. Percentage share of renewable energy produced in 2014, broken down by production technology, certified by certificates of origin issued by 31.12.2014. [21]

Cel i zakres pracy

W tej części pracy przedstawiono wybrane metody i możliwości oceny potencjału biomasy stałej w celu jej wykorzystania jako odnawialnego biopaliwa. Wskazano też podstawowe kryteria, jakie powinny być brane pod uwagę przy doborze maszyn do zbioru określonych rodzajów biomasy stałej.

Celem badań było dokonanie oceny możliwości oceny potencjału, zbioru przetwarzania i wykorzystania biomasy stałej w polskich warunkach rolniczych i gospodarczych.

Badania te przeprowadzono w ramach realizacji strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” - BIOSTRATEG 1, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, nr umowy BIOSTRATEG 1/269056/NCBR/2015 z dnia 18.12.2012 r. pt.: „Interdyscyplinarne badania nad poprawą efektywności energetycznej oraz zwiększeniem udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym polskiego rolnictwa”.

Ocena potencjału biomasy

Oszacowanie zasobów biomasy w Polsce jest utrudnione, ponieważ trudno jest przewidzieć zmiany w sposobie użytkowania gruntów, a tym samym wielkości produkcji biomasy przeznaczonej na cele energetyczne. Według Tańczuka i Ulbricha [20] wyróżnia się trzy rodzaje szacowania potencjału OZE:

- teoretyczny, który zakłada istnienie urządzeń o 100% sprawności i braku ograniczeń technicznych oraz całkowity dostęp do zasobów przy założeniu, że nie są wykorzystywane na inne cele,
- techniczny, który uwzględnia ograniczenia wynikające ze sprawności urządzeń wytwarzających energię, straty jej przesyłu oraz uwarunkowania formalno-prawne, szczególnie w zakresie ochrony przyrody,
- ekonomiczny, czyli technicznie dostępny w warunkach ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia, zależny od cen paliw i energii, podatków, struktury finansowej i wskaźników ekonomicznych.

Siejka i in. [19] dodają jeszcze potencjał dostępności biomasy, który określają jako strumień energii z biomasy, który może być ostatecznie wykorzystany na cele energetyczne.

Inny podział zasobów biomasy roślinnej proponuje

Chmielniak [2]. Dzieli on zasoby roślin energetycznych na:

- teoretyczne,
- geograficzne,
- techniczne,
- ekonomiczne,
- aplikacyjne.

Istotnym parametrem potrzebnym do oszacowania potencjału technicznego biomasy jest jej wartość opałowa (tabela). Wartość opałowa biomasy zależy od jej wilgotności.

Tabela. Wartość opałowa różnych nośników energii z biomasy stałej

Table. Calorific value of various biomass energy carriers from solid biomass

Nośnik energii	Wartość opałowa [MJ·kg ⁻¹]
Słoma żółta (świeża)	14,3
Słoma szara	15,2
Drewno odpadowe	16,0
Zrębki leśne	10-16
Kora	18,5-20
Wierzba	17,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6]
Source: own work based on [6]

W czasie zbioru biomasa charakteryzuje się dużą wilgotnością, wynoszącą nawet 50%. Zmienia się ona w zależności od rodzaju rośliny i czasu sezonowania. Większa wilgotność biomasy powoduje zmniejszenie wartości opałowej. Dlatego w celu uzyskania lepszej wartości opałowej należy zmniejszyć zawartość wody w biomacie. Według Niedziółki i Zuchniarza [16] wartość opałowa biomasy zawiera się w przedziałach od 6 do 8 MJ·kg⁻¹ dla biomasy o wilgotności 50-60%, od 15 do 17 MJ·kg⁻¹ dla biomasy o wilgotności 10-20%, do 19 MJ·kg⁻¹ dla biomasy całkowicie wysuszonej.

Wybrane sposoby określenia zasobów biomasy stałej

Szacunek pozyskiwania biomasy drzewnej z lasów przeprowadza się na podstawie powierzchni gruntów leśnych i pozyskania drewna opałowego z lasów państwowych i prywatnych. W przypadku, kiedy przyjmie się założenie, że drewno opałowe będzie przeznaczone dla indywidualnych odbiorców, a na cele energetyczne nie będzie przekazywana drobnicą przemysłową, a z drobnicy opałowej tylko część (np. połowa) będzie kierowana na wytworzenie energii elektrycznej lub ciepła, na cele energetyczne będą mogły być przeznaczane mniejsze ilości drewna. Wówczas faktyczna ilość wielkości biomasy z lasu na cele energetyczne wyniosłyby w 20-letnim okresie prognozy (lata od 2011 do 2031) około 2,3-2,9 mln m³ rocznie w Lasach Państwowych oraz około 0,3-0,4 mln m³ rocznie w lasach prywatnych [22]. Wielkości te mogą wzrosnąć w przypadku wystąpienia możliwości przeznaczania na cele energetyczne tzw. drewna pokłękowego. Według analiz Parzycha [17] szacunkowa podaż biomasy drzewnej na cele energetyczne w Polsce w 2012 r. wynosiła 18 mln m³. Natomiast nadwyżki słomy do energetycznego wykorzystania sięgają 7,84 mln ton rocznie [5].

Do wyznaczenia zasobów biomasy drzewnej można posłużyć się zależnością [1]:

$$Z_{di} = A \cdot I \cdot F_e \cdot F_w, \quad (1)$$

gdzie:

Z_{di} - zasoby drewna z lasów na cele energetyczne (m³·rok⁻¹),

A - powierzchnia lasów (ha),

I - przyrost bieżący miąższości (m³·ha⁻¹·rok⁻¹, przyjmuje się 7,2),

F_e - wskaźnik pozyskiwania drewna na cele energetyczne (%),
F_w - wskaźnik pozyskiwania drewna na cele gospodarcze (%), przyjmuje się 55%).

Największy problem stanowi oszacowanie wielkości pozyskiwania biomasy drewna z gałęzi w sadach i winnicach. Podlaski [18] w swoim raporcie potwierdza, że w literaturze naukowej występuje ogromna rozbieżność szacunków masy drewna w sadach możliwej do pozyskania. Według zbadanych przez niego źródeł, potencjalna podaż drewna z sadów w Polsce waha się od 0,6 do 20 mln m³ rocznie. Według Hołownickiego [9], w młodych 5-6-letnich sadach można pozyskać zaledwie 0,5-0,6 Mg·ha⁻¹, natomiast w starszych sadach półkarłowatych te ilości są już większe: 4-5 Mg·ha⁻¹, czyli ok. 5,3-6,7 m³. Odnosząc to do krajów UE Podlaski [18] powołuje się na badania Hetscha [8], według których roczny średni przyrost biomasy z corocznego obcinania drzew w EU-27 przyjmuje się na poziomie 3 m³·ha⁻¹ dla drzew owocowych, 2,9 m³·ha⁻¹ dla oliwnych oraz 1,5 m³·ha⁻¹ dla winorośli, natomiast autorzy wniosku aplikacyjnego projektu o akronimie EuroPruning, twierdzą, że potencjał tych upraw rolniczych w UE-27 to ilość 25,2 mln ton przyciętych gałęzi rocznie [3]. Z kolei Magagnotti [13] powołując się na dane uzyskane z FAOSTAT [4] podaje, że globalna powierzchnia zajmowana przez uprawy sadów jabłoniowych wynosi 4,9 miliona hektarów. Przyjmując, że z jednego hektara sadu jabłoniowego w czasie konserwacyjnego przycinania można, w zależności od wieku drzew, uzyskać od 1 do 4 Mg gałęzi, to z takiej powierzchni upraw, dla średniej ok. 2 ton gałęzi z hektara, można uzyskać ponad 10 milionów ton wartościowej biomasy drzewnej.

Wskazane jest więc promowanie wykorzystania odpadów i pozostałości z produkcji sadowniczej i szkółkarskiej do produkcji energii.

Przeznaczenie słomy jako biomasy do wytworzenia energii jest różnie interpretowane. Powszechne są stwierdzenia, że na cele energetyczne powinno się wykorzystywać nadwyżki słomy po wykorzystaniu na cele rolnicze (ściółka, pasza, przyoranie). Wielkość wytworzonej słomy zależy od powierzchni upraw, plonu, gatunku rośliny uprawnej, odmiany, rodzaju gleby, nawożenia, warunków pogodowych panujących w okresie wegetacji.

Oszacowanie potencjału nadwyżki słomy do energetycznego wykorzystania można obliczyć wg zależności (2) [11]:

$$N = P - (Z_s + Z_p + Z_n), \quad (2)$$

gdzie:

N - nadwyżka słomy do energetycznego wykorzystania (Mg·rok⁻¹),

P - produkcja słomy zbóż podstawowych oraz rzepaku i rzepiku,

Z_s - zapotrzebowanie na słomę ściółkową,

Z_p - zapotrzebowanie na słomę na pasze,

Z_n - zapotrzebowanie na słomę do przyorania.

Plon słomy można również oszacować na podstawie plonu ziarna wg zależności (3) [10]:

$$E = Q \cdot N, \quad (3)$$

gdzie:

E - nadwyżka słomy na cele energetyczne oszacowana na podstawie plonu ziarna zbóż (Mg·rok⁻¹),

Q - uzytek słomy szacowany na podstawie plonu ziarna zbóż (Mg·rok⁻¹),

N - współczynnik przeliczeniowy równy 0,2 [12].

Uzytek słomy szacowany na podstawie plonu ziarna zbóż wyznacza się według zależności (4):

$$Q = \sum_{i=1}^n P_i \cdot L_i, \quad (4)$$

gdzie:

P_i - plon ziarna z i-tej uprawy zbóż ($Mg \cdot rok^{-1}$),

L - współczynnik przeliczeniowy, przyjmuje się średnio dla upraw ozimych jęczmienia 0,82, pszenicy 0,88, żyta 1,06, dla upraw jarych jęczmienia 0,77, pszenicy 0,97 [10].

Rozwój produkcji biomasy na cele grzewcze spowodował prowadzenie uprawy roślin wieloletnich przeznaczonych na cele nieżywnościowe, określanych jako rośliny energetyczne. W Polsce najpopularniejszymi roślinami uprawianymi do celów energetycznych są rośliny o dużym przyroście biomasy. W warunkach krajowych na cele energetyczne uprawia się następujące grupy roślin:

- drzewa i krzewy: wierzba krzewiasta, topola, robinia akacja, róża wielokwiatowa,
- trawy: miskant olbrzymi, chiński i cukrowy, spartina preriowa, proso różgocate, palczatka Gerarda,
- byliny: ślázowiec pensylwański, roznik przerośnięty, topinambur, rdest sachaliński.

Plon roślin energetycznych zależy od:

- klonu rośliny,
- stanowiska uprawy, gleby i wykonywanych zabiegów agrotechnicznych,
- nasadzenia na stanowisku, czyli sposób i ilość rozmieszczenia sadzonek na powierzchni 1 ha ,
- szkód powstałych przez owady i zwierzęta.

Potencjał roślin energetycznych można wyznaczyć z zależności (5) [11]:

$$P_{re} = [A_{re} + (A_{gp} \cdot W_{re})] \cdot Y_{re}, \quad (5)$$

gdzie:

P_{re} - potencjał roślin energetycznych ($Mg \cdot rok^{-1}$),

A_{re} - powierzchnia istniejących plantacji roślin energetycznych (ha),

A_{gp} - powierzchnia gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych (ha),

W_{re} - współczynnik wykorzystania gruntów pod uprawę roślin energetycznych (przyjmuje się 10%),

Y_{re} - przeciętny plon wybranych roślin energetycznych ($Mg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$).

Podstawowe zasady doboru maszyn do technologii zbioru biomasy stałej

Przy doborze maszyn do zbioru biomasy stałej przeznaczonej na cele energetyczne należy przede wszystkim uwzględnić:

- wielkość produkcji biomasy,
- posiadany ciągnik rolniczy.

Dobór maszyn i ciągników powinien zapewnić wykonanie zbioru roślin przeznaczonych na cele energetyczne w najkorzystniejszym terminie zbioru i w krótkim czasie. Z kolei liczba ciągników i wydajność zestawów maszynowych nie powinna być zbyt duża, z uwagi na przeinwestowanie gospodarstwa ponad możliwości jego akumulacji [14]. W przypadku wykorzystania ciągnika rolniczego należy brać pod uwagę maksymalną moc ciągnika podstawowego, który będzie współpracował z maszynami przeznaczonymi do zbioru biomasy. Maszyny należy dobierać w taki sposób, aby w trakcie pracy ciągnika jego moc była wykorzystana w zakresie od 70 do 85% mocy znamionowej silnika i obciążeniu silnika ok. 80%. Tak przyjęte parametry pozwolą uzyskać najniższe zużycie paliwa przez ciągnik. Zakup maszyny powinien przyczynić się do

poprawy organizacji produkcji, zachowania terminów agrotechnicznych zbioru i warunków bezpieczeństwa pracy użytkowników.

Przystępując do doboru maszyn do zbioru biomasy stałej użytkownik powinien uwzględnić [15]:

- wielkość powierzchni uprawy (areał),
- poziom rozwoju i potencjał ekonomiczny gospodarstwa (posiadane środki mechanizacji, możliwość realizacji zakupu nowych maszyn),
- formę mechanizacji zbioru (indywidualna, usługowa, zbiorowa),
- czynnik przyrodniczy (typ gleby, struktura opadów atmosferycznych),
- czynnik topograficzny (ukształtowanie terenu, wielkość, ilość i kształt pól, drogi dojazdowe),
- czynnik ekonomiczny (możliwość realizacji nowych inwestycji maszynowych).

Podstawowym parametrem określającym potrzebę zastosowania maszyny jest wydajność eksploatacyjna, tzn. zdolność maszyny do wykonania określonej ilości pracy w ciągu dnia roboczego, w warunkach danego gospodarstwa.

Podsumowanie

Przeprowadzone analizy pozwoliły na określenie rodzajów i sposobów wyznaczania zasobów biomasy stałej. Wskazano również wytyczne doboru środków technicznych do zbioru wybranych rodzajów biomasy stałej.

Dokonane analizy sposobów oceny potencjału biomasy stałej przyczynią się do podniesienia wiedzy i świadomości w zakresie rozwoju jej produkcji i dalszego przetwarzania.

Przy doborze maszyn do zbioru biomasy stałej należy się kierować wielkościami produkcji biomasy oraz dysponowanymi ciągnikami rolniczymi.

Bibliografia

- [1] Buczek J., Kryńska B.: Zasoby biomasy zasady i wskaźniki sporządzania bilansu biomasy. Mat. szkol. „Innowacje w technologiach roślinnych podstawą kształtowania rolniczej przestrzeni produkcyjnej przez samorząd terytorialny”. Uniwersytet Rzeszowski, 2007.
- [2] Chmielniak T.: Technologie energetyczne. Warszawa: WNT, 2008.
- [3] CIRCE Report, 2013: Mapping and analysis of the pruning biomass potential in Europe. Report of EuroPruning - Development and implementation of new and non-existent logistics chain for biomass from pruning Theme: KBBE.201.1.2-01 [unpublished].
- [4] FAOSTAT 2013: Available from <http://faostat.fao.org/default.aspx> - Accessed in July 20.2015.
- [5] Gradziuk P.: Gospodarcze znaczenie i możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne. Monografie i rozprawy naukowe 45. IUNG, Puławy, 2015.
- [6] Gradziuk P., Grzybek A., Kowalczyk K.: Słoma energetyczne paliwo. Wieś Jutra, 2001.
- [7] GUS. Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2015 r., Warszawa 2016.
- [8] Hetsch S.: Potential Sustainable Wood Supply in Europe. UNECE/FAO Timber Section, October 2008, Geneva: 1-34.
- [9] Hołownicki R.: Drewno z sadu na opał. Hasło Ogrodnicze, 2006, 3.
- [10] Konieczny R., Fedko M., Łaska B., Golimowski W.: Nowe modele zasobów biomasy oraz dostępne technologie jej konwersji w instalacjach OZE (na przykładzie gmin

- wiejskich Województwa Wielkopolskiego). Instytut Technologiczno-Przyrodniczy. Falenty-Poznań, 2015.
- [11] Kowalczyk-Juśko A.: Metodyka szacowania regionalnych zasobów biomasy na cele energetyczne. Zeszyty Naukowe SGGW Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej, 2010, 85, 103-116.
- [12] Kuczyński T.: Innowacyjność podejmowanych działań w obszarze odnawialnych źródeł energii. Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, 2008.
- [13] Magagnotti N., Pari L., Picchi G., Spinelli R.: Technology alternatives for tapping the pruning residue resource. Bioresource Technology, 2013, 128: 697-702.
- [14] Muzalewski A.: Opłacalność użytkowania maszyn nabytych z dotacją. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2008, 3, 27-33.
- [15] Muzalewski A.: Zasady doboru maszyn rolniczych w ramach PROW na lata 2014-2020. Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Oddział w Warszawie, 2015.
- [16] Niedziółka I., Zuchniarz A.: Analiza energetyczna wybranych rodzajów biomasy pochodzenia roślinnego. Lublin: MOTROL, 2006, 8A, 232-237.
- [17] Parzych S.: Potencjalne możliwości wykorzystania biomasy drzewnej do celów energetycznych. Leśne Prace Badawcze, 2015, Vol. 76(3), 256-264.
- [18] Podlaski S.: Ocena możliwości pozyskania drewna na cele energetyczne do 2020 roku. Warszawa, 2010. Wykonano w ramach projektu: „Nowoczesne technologie energetycznego wykorzystania biomasy i odpadów biodegradowalnych (BiOB) - konwersja BiOB do energetycznych paliw gazowych” [niepublikowane].
- [19] Siejka K., Tańczuk M., Trinczek K.: Koncepcja szacowania potencjału energetycznego biomasy na przykładzie wybranej gminy województwa opolskiego, Inżynieria Rolnicza, 2008, 6 (104), 167-174.
- [20] Tańczuk M., Ulbrich R.: Assessment of energetic potential of biomass. Proceedings of ECOpole, 2009.
- [21] Wróblewski R.: Biomasa w energetyce. Energia Gigawat, 2015, 11-12.
- [22] Zajączkowski S.: Prognozy pozyskania drewna w Polsce w perspektywie 20 lat oraz możliwości ich wykorzystania do szacowania zasobów drewna na cele energetyczne, 21-31. [W] Biomasa leśna na cele energetyczne. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, 2013.

POSSIBILITY OF SOLID BIOMASS USE.

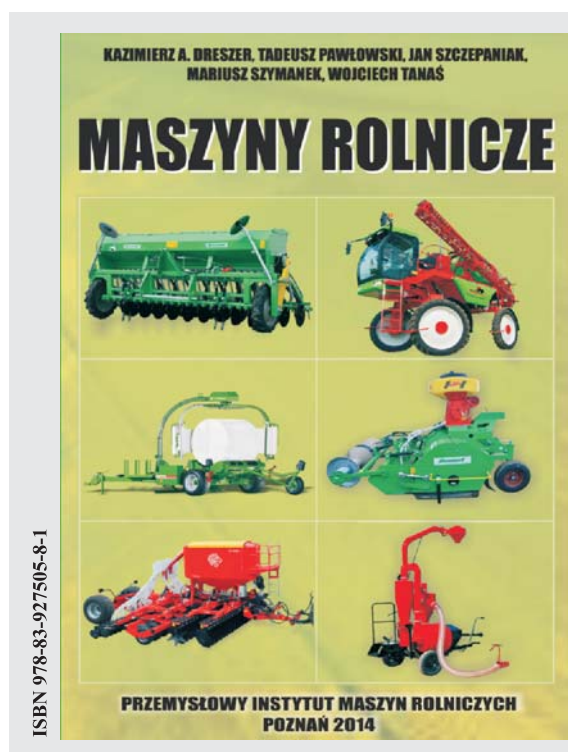
Part 2. Methods of determining the potential of solid biomass and selection of machines to harvest it

Summary

Poland's current energy policy, in line with EU orientations, aims to replace fossil energy from renewable energy sources, including biomass. The aim of the study was to evaluate the possibility of collection of processing and utilization of solid biomass in Polish agricultural and economic conditions. Part II of the paper presents issues related to methods of determining the volume and potential of solid biomass and the principles of the selection of solid biomass harvesting machines.

Key words: biomass constant, potential, selection rules, machines, biomass harvesting

Pracę wykonano w ramach realizacji strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” - BIOSTRATEG 1, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, nr umowy BIOSTRATEG 1/269056/NCBR/2015. pt.: „Interdyscyplinarne badania nad poprawą efektywności energetycznej oraz zwiększeniem udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym polskiego rolnictwa”.



Podręcznik pt. **MASZYNY ROLNICZE** adresowany jest do szerokiego grona pracowników dydaktycznych i słuchaczy uczelni przyrodniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawarto w nim podstawowe informacje z przedmiotu „Technika rolnicza i eksploatacja maszyn rolniczych” wykładanego na ww. Uczelniach. Problematyka wykładów tego przedmiotu obejmuje charakterystykę szerokiego i niezwykle różnorodnego asortymentu maszyn i urządzeń technicznych. Wyczerpujące omówienie czy opisanie całości materiału jest niemożliwe. Z tych też względów w podręczniku przedstawiono ściśle wyselekcjonowane partie materiału - informacje podstawowe oraz te, które są dziełem autorów lub powstały przy znaczącym ich udziale. Stąd też, pomimo że podręcznik ma charakter pozycji dydaktycznej, nosi znamiona pracy monograficznej. Materiał uzupełniający stanowi literatura zamieszczona na końcu każdego z rozdziałów.

Wydawca:
 Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Ekonomicznej
 i Normalizacyjnej
 Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
 60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31
 tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;
 e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet:
<http://www.pimr.poznan.pl>