

**Cezary Beker, Rafał Sobczak**

*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, adres e-mail: beker@up.poznan.pl*

**ANALIZA WIELOKRYTERIALNA PRZYDATNOŚCI  
SIEDLISK DO ODNOWIEŃ NATURALNYCH SOSNY  
ZWYCZAJNEJ W NADLEŚNICTWIE SULECIN  
Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU GIS**

*MULTICRITERIA ANALYSIS OF HABITATS SUITABILITY FOR  
NATURAL REGENERATION OF SCOTS PINE IN THE SULECIN  
FOREST DISTRICT USING GIS SYSTEM*

**Słowa kluczowe: sosna zwyczajna, GIS, odnowienie naturalne**

*Key words: Scots pine, GIS, natural regeneration*

**Abstract.** The aim of the work is to show how, thanks to the GIS software, it is possible to increase the size of natural renovated surfaces. By concentrating a large amount of data and applying appropriate criteria, you can plan your business operations in a more accurate way. Along with the planned harvesting activities that are closely related to breeding work, for example, optimization of the export route network can be planned. The ESRI software that has been used in this work allows for and can facilitate planning in the long term of the forest management plan. The paper presents results of the analysis of habitats and pine stands suitable for natural regeneration, which in theory should give breeding success.

**WSTĘP**

Coraz większe znaczenie i coraz więcej uwagi w europejskim leśnictwie poświęca się odnowieniu naturalnemu. W polskim leśnictwie ten rodzaj odnowienia lasu jest jednym z podstawowych elementów doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych. Wybór właściwego sposobu odnowienia lasu warunkuje rozwój i wzrost drzewostanów, a także ma wpływ na pełnione funkcje w przyszłości przez drzewostan, zwłaszcza na funkcje ekologiczne, produkcyjne i społeczne. Odnowienie naturalne ma wiele zalet: zapewnia większe i pełniejsze zróżnicowanie genetyczne, co pozwala lepiej przystosować się lokalnej populacji do zaistniałych warunków stresowych i co w konsekwencji powoduje zmniejszanie zagrożeń powodowanych przez czynniki abiotyczne oraz biotyczne. Oprócz licznych zalet istnieją także wady tego rozwiązania, choćby uzależnienie od lat nasiennych, na które człowiek nie ma wpływu (Jaworski, 2011a).

Istnieje bardzo dużo sposobów odnowienia naturalnego. Uwzględniając tylko Europę Środkową, można w literaturze znaleźć około 100 sposobów (Oelkers, 1930; za Jaworski, 2011a). W 2017 roku na powierzchniach leśnych wszystkich własności odnowiono lub zalesiono 53 754 ha, z czego 6 738 ha (12,5%) stanowiły odnowienia naturalne (Lasy w Polsce, 2018).

Trudną do znalezienia i weryfikacji jest informacja w jaki sposób wykorzystuje się potencjał regeneracyjny ekosystemów leśnych. Praktyka leśna uczy, że przyroda rządzi się swoimi prawami, jednakże, dzięki mądrym planowaniu i umiejętnemu wykorzystywaniu zasobów przyrodniczych oraz technicznych, możemy w sposób pełniejszy użytkować zasoby przyrody i czynić leśnictwo jeszcze bardziej ekologicznym.

Celem pracy było określenie powierzchni siedlisk przyrodniczych, na których istnieją potencjalnie najlepsze warunki do odnowień naturalnych sosny zwyczajnej na terenie Nadleśnictwa Sulęcín z wykorzystaniem analizy wielokryterialnej w systemie GIS.

## WARUNKI ODNOWIENIA NATURALNEGO W ŚWIETLE LITERATURY

Jaworski (2011b) podaje, iż sosna zwyczajna znajduje najdogodniejsze warunki wzrostu w Polsce oraz w krajach nadbałtyckich. Ze względu na wymagania siedliskowe, klasyfikowana jest jako gatunek pionierski, odznaczający się „*szybkim wzrostem w okresie juvenilnym, wczesnym zakwitaniem, obfitym corocznym owocowaniem, anemochorią, światłolubnością, wysoką tolerancją w zakresie klimatu i gleby*” (Jaworski, 2011b). Cechy te czynią z sosny główny gatunek lasotwórczy, pokrywający ponad 60% powierzchni leśnej PGL LP. W przypadku siedlisk żyzniejszych, takich jak siedliska lasowe, sosna stanowi gatunek współpanujący. Może rosnąć na glebach bardzo ubogich, gdzie tworzy jednogatunkowe bory suche ze sporadycznym udziałem brzozy brodawkowatej. W przypadku gleb świeżych, żyzniejszych, gliniasto-piaszczystych lub na piaskach z gliną, sosna tworzy drzewostany na siedliskach borów świeżych oraz borów mieszanych świeżych (Dobrowolska, 2010; Jaworski, 2011b).

Chcąc uzyskać pożądane odnowienie naturalne, drzewostan powinien być dobrej jakości. Oznacza to że, strzały drzew powinny być gonne, dobrze oczyszczone, proste i bez defektów, korony natomiast powinny być smukłe o długości ponad 1/3 wysokości drzewa w miarę symetryczne z rocznikami igieł od dwóch do czterech. W przypadku sosny odpowiedni wiek, który pozwala na inicjację odnowienia to 80-120 lat. Same nasiona także powinny spełniać szereg warunków, m.in.: zdolność kiełkowania powinna wynosić minimum 80% przy energii kiełkowania wynoszącej minimum 70%. Takie kryteria klasyfikowałyby nasiona do II klasy jakości. Powodzenie hodowlane może zagwarantować dobry lub średni urodzaj szyszek. By mogło powstać nowe życie z nasienia, muszą wystąpić

odpowiednie warunki siedliskowe oraz pokrywa gleby musi to umożliwiać. Optymalne warunki dla samosiewów sosnowych występują w litych drzewostanach rosnących na siedlisku boru mieszanego świeżego i boru mieszanego wilgotnego, najlepiej z pokrywą roślinną określaną jako mszystą lub martwą. W przypadku wystąpienia pokrywy zadarnionej są nikłe szanse na uzyskanie odpowiedniego samosiewu (Boiko, 2008). Także o jakości samosiewu decyduje warstwa surowej próchnicy i butwiny, gdzie wartością graniczną, która ogranicza sukces hodowlany jest wartość 6 cm. Większa wartość oznaczałaby niepowodzenie. Optymalne siedlisko, na którym uzyskuje się najlepsze samosiewy sosnowe, to siedlisko z glebami bielcowymi z pH wynoszącym 5,5. Dobrowolska (2010) podaje, że oprócz gleb bielcowych, gleby rdzawe właściwe można uznać za gleby gwarantujące obfity obsiew. Jak pokazują badania w Nadleśnictwie Tuszycza, obsiew był na nich niemalże tak samo obfity jak na siedliskach z glebami bielcowymi, przy jednoczesnym zapewnieniu takiej samej żywności. Zauważalną różnicą są natomiast przyrosty roczne, które są istotnie mniejsze na siedliskach z glebą rdzawą (Dobrowolska, 2010). Innym zaleceniem jest kryterium dotyczące występowania wody gruntowej, której zwierciadło wg Boika (2008) powinno zalegać na głębokości od 1 do 3m.

## OPIS OBSZARU BADAŃ

Obiektem badań było Nadleśnictwo Sulęcín znajdujące się na południu Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Szczecinie. Rzeźba terenu Nadleśnictwa ma charakter młodoglacjalny. Główne rysy rzeźby zostały ukształtowane przez lądolód w okresie zlodowacenia północnopolskiego. Pierwotna rzeźba glacialna została zmodyfikowana w późniejszym plejstocenie i wczesnym holocenie.

Na terenie Nadleśnictwa występują utwory geologiczne czwartorzędowe głównie plejstocenie, zlodowacenia północnopolskiego (bałtyckiego), stadiału pomorskiego i w niewielkim stopniu poznańskiego i leszczyńskiego, a także zlodowacenia środkowopolskiego wypiętrzone w wyniku procesów glacictonicznych, w postaci węgla brunatnych, piasków i ilów.

W pokrywie glebowej Nadleśnictwa dominują gleby rdzawe (RD) – 82,8 %, z pozostałych większy udział mają gleby płowe (P) – 13,0 % i gleby brunatne (BR) – 1,3 %. Ważny element środowiska przyrodniczego na terenie Nadleśnictwa Sulęcín stanowią wody powierzchniowe – rzeki i jeziora, głównie rzeki: Jeziorna, Lubniewka, Postomia, Pliszka i Kanał Postomski. Ważnym uzupełnieniem systemu hydrograficznego są zatorfione obniżenia terenowe z odpływem i bez, liczne źródła, oligotroficzne oczka śródleśne, torfowiska. Wody powierzchniowe zgodnie z Podziałem Hydrograficznym Polski (IMiGW 1983) należą do dorzecza Odry i Warty.

Dominującymi typami siedliskowymi w Nadleśnictwie są: BMśw – 41,7 %, LMśw – 37,6%, Lśw – 10,9 %. Siedliska borowe zajmują łącznie – 49,6 %, lasowe – 49,0 %, olsy – 1,1 % , olsy jesionowe – 0,2% powierzchni leśnej Nadleśnictwa (Plan Urządzenia Lasu dla Nadleśnictwa Sulęcina na okres od 1 stycznia 2015 r. do 31 grudnia 2024 r.).

## METODYKA BADAŃ

Pierwszym etapem było pozyskanie i przygotowanie danych. Do analiz wykorzystano dane pochodzące z zasobów Nadleśnictwa Sulęcina oraz Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK). Kolejnym krokiem była interpretacja danych z Leśnej Mapy Numerycznej (LMN). LMN została wykonana zgodnie z obowiązującym w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe (PGL LP) standardem (Okła i in., 2005) w formacie SHP firmy ESRI w układzie współrzędnych PUWG 1992. Wybrano z niej 6 warstw tematycznych, które były później przetwarzane. Do analiz jako warstwę podstawową przyjęto warstwę wydz\_pol zawierającą 6803 rekordów, którą uzupełniono o dane z opisu taksacyjnego Nadleśnictwa Sulęcina. Transfer danych z Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP) do pliku .xls wykonano przy wykorzystaniu systemu SAP BI (SAP Business Intelligence) stosowanego w PGL LP. Dzięki temu wzbogacono warstwę o następujące informacje: typ siedliskowy lasu, wiek drzewostanu, informacja o gatunku panującym, wiek gatunków panujących, stan pokrywy glebowej, typ gleby, informacja o roślinności runa leśnego. Tak przygotowaną bazę poddano analizom w oprogramowaniu ArcGIS 10.3.1. Utworzone poprzez selekcję atrybutów warstwy wektorowe przekonwertowano do plików .tif i reklasyfikowano.

Zestawienie warstw z LMN, które zostały użyte w analizie:

1. wydz\_pol – warstwa poligonowa zawierająca wydzielenia leśne;
2. oddz\_pol – warstwa poligonowa zawierająca podział na oddziały leśne;
3. les\_pol – warstwa poligonowa zawierająca podział na leśnictwa;
4. nadl\_pol – warstwa poligonowa zawierająca granice Nadleśnictwa Sulęcina;
5. sied\_pol – warstwa poligonowa zawierająca siedliska oraz typy gleb;
6. zreb\_pol – warstwa poligonowa zawierająca granice zrębów.

Wartości uznane za pożądane otrzymały rangę o wartości „1”, pozostałe, które uznano za nieprzydatne do analizy (kryteria wynikające z wiedzy opublikowanej) odrzucono, otrzymały rangę wartości „0”.

## Kryteria, według których przeprowadzono analizę

### Rębnie odpowiednie do inicjowania odnowienia naturalnego

W leśnictwie funkcjonuje pojęcie prowadni hodowlano-leśnej, której synonimem jest „sposób prowadzenia lasu”. Prowadnia obejmuje zespół określonych sposobów cięć i rębni wraz z właściwymi im sposobami pielęgnowania i odnawiania drzewostanów (Jaworski, 2011a). Zasady Hodowli Lasu (2012) definiują rębnie jako jedno z działań mające na celu wytworzenie nowego drzewostanu o pożądanym charakterze i ustalonym celu hodowlanym. Ponadto rębnia ma charakter ideowy, czyli określa zasady postępowania, które mogą być modyfikowane w zależności od założonych celów hodowlanych i od warunków drzewostanowych. Rębnia w odróżnieniu od sposobu zagospodarowania formuje piętrowość drzewostanu, skład gatunkowy oraz strukturę, formy zmieszania i wpływa na czynniki siedliskowe (Jaworski, 2011a). Najlepsze warunki do odnowienia naturalnego sosny są na powierzchniach zrębowych z niewielką osłoną starodrzewu (Zajączkowski i in., 2010). W analizie przyporządkowano poszczególnym rębniom wartości następujące: wartość jeden dla rębni, które są odpowiednie do inicjowania odnowienia naturalnego, wartość zero przyporządkowano rębniom nieodpowiednim do inicjowania odnowienia naturalnego. W wyniku analizy wytypowano 287 powierzchni, na których zaplanowano użycie rębni Ib. Wynik analizy pokazuje, że największe skupienie powierzchni użytkowanych rębnią zupełną pasową znajduje się w leśnictwach: Lipa, Sulęcín, Jemiołów, Walewice oraz Żubrów.

Klasyfikacja rębni według przydatności oraz rangi:

1. rębnia zupełna wielkopowierzchniowa (IA) – 1,
2. rębnia zupełna pasowa (IB) – 1,
3. rębnia częściowa wielkopowierzchniowa (IIA) – 0,
4. rębnia częściowa wielkopowierzchniowa cięcia uprzątające (IIAU) – 0,
5. rębnia gniazdowa zupełna (III A) – 0,
6. rębnia gniazdowa zupełna cięcia uprzątające (III AU) – 0,
7. rębnia gniazdowa częściowa (III B) – 0,
8. rębnia gniazdowa częściowa cięcia uprzątające (III BU) – 0,
9. rębnia stopniowa gniazdowa udoskonalona (IV D) – 0.

### Typ siedliskowy lasu

Typ siedliskowy lasu (TSL) jest podstawową jednostką w systemie klasyfikacji siedlisk leśnych obejmującą powierzchnie leśne o zbliżonych warunkach siedliskowych wynikających z żyzności i wilgotności gleb, podobieństwa cech klimatu oraz ukształtowania terenu i jego budowy geologicznej. Obszary należące

do tego samego typu siedliskowego lasu wykazują podobne zdolności leśno-produkcyjne i przydatność dla hodowli lasu (Siedliskowe Podstawy Hodowli Lasu, 2003). Najlepsze warunki do kiełkowania siewek sosny są na siedliskach Bśw, BMśw i Bw (Boiko, 2008; Andrzejczyk, 2012; Zajączkowski i in., 2010).

Klasyfikacja siedlisk według przydatności oraz rangi:

1. Bór świeży – Bśw – 1,
2. Bór wilgotny – Bw – 0,
3. Bór bagienny – Bb – 0,
4. Bór Mieszany świeży – BMśw – 1,
5. Bór mieszany wilgotny – BMw – 1,
6. Bór mieszany bagienny – BMb – 0,
7. Las Mieszany świeży – LMśw – 0,
8. Las Mieszany wilgotny – LMw – 0,
9. Las Mieszany bagienny – LMb – 0,
10. Las świeży – Lśw – 0,
11. Las wilgotny – Lw – 0,
12. Ols – Ol – 0,
13. Ols jesionowy – Olj – 0.

### **Wiek drzewostanów sosnowych**

Odpowiedni wiek do inicjowania odnowienia naturalnego sosny to wiek 80 – 120 lat. W wyjątkowych sytuacjach można inicjować odnowienie w innym wieku drzewostanu. Z tabeli atrybutu w drodze selekcji określono drzewostany spełniające powyższy warunek, a gatunkiem panującym jest sosna.

### **Typ gleby**

Literatura podaje (Jaworski, 2011b; Dobrowolska, 2010), że dobre samosiewy uzyskuje się na glebach bielcowych o różnym stopniu zaawansowania procesu bielcowania. Jednakże badania Dobrowolskiej (2010) w Nadleśnictwie Tuszynie pokazują, że dobre samosiewy można uzyskać też na glebach rdzawych. Ze względu na znaczny udział gleb rdzawych w Nadleśnictwie Sulęcina, także je sklasyfikowano jako przydatne.

Klasyfikacja gleb według przydatności oraz rangi:

1. Gleby kulturoziemne; kulturoziemy leśne (AKl) – 0,
2. Gleby industrioziemne i urbanoziemne (AUi) – 0,
3. Gleby bielcowe; glejowo-bielcowe właściwe (Bgw), bielcowe właściwe (Bw) – 1,
4. Gleby brunatne; brunatne właściwe (BRw); brunatne wylugowane (BRwy) – 0,

5. Czarne ziemie; czarne ziemie brunatne (CZbr), czarne ziemie właściwe (CZw) – 0,
6. Gleby deluwialne; deluwialne brunatne (Dbr), deluwialne właściwe (Dw) – 0,
7. Gleby gruntowoglejowe; gruntowoglejowe właściwe (Gw) – 0,
8. Gleby murszowe; gytioowo-murszowe (Mgy), namurszowe (Mn), torfowo-muszrszowe (Mt) – 0,
9. Gleby murszowate; mineralno-murszowe (MRm); murszaste (MRms), murszowate właściwe (MRw) – 0,
10. Gleby opadowoglejowe; opadowoglejowe właściwe (OGw) – 0,
11. Gleby płowe; płowe brunatne (Pbr), płowe bielcowe (Pb), płowe opadowoglejowe (Pog), płowe właściwe (Pw) – 0,
12. Pararędziny; pararędziny brunatne (PRbr) – 0,
13. Gleby rdzawe; rdzawe właściwe (RDw), rdzawe brunatne (RDbr), rdzawe bielcowe (RDb) – 1,
14. Gleby torfowe torfowisk: niskich (Tn), przejściowych (Tp), wysokich (Tw) – 0.

### **Analizy na Numerycznym Modelu Terenu (NMT)**

Wykorzystane w niniejszym opracowaniu dane pomiarowe NMT wykonane były na podstawie skaningu lotniczego w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych 1992 i względem poziomu odniesienia "Kronsztadt 86". Dane te zostały udostępniane nieodpłatnie w postaci cyfrowej jako pliki ASC, czyli pliki tekstowe zawierające współrzędne (X,Y,Z) punktów w regularnej siatce o oczku 1 metra. W celu ułatwienia i przyspieszenia analiz z otrzymanych plików utworzono wirtualny raster (VRT) przy użyciu oprogramowania QGIS Desktop 2.14.10. Następnie wygenerowano mapę spadków i ekspozycji.

### **Spadek terenu**

Wiedza o spadkach terenu ma istotne znaczenie w kategoryzowaniu wielu czynności hodowlanych jak i pozyskaniowych. Spadki terenu również są ważne przy przygotowaniu gleby. To one determinują w dużym stopniu, jaką metodą gleba zostanie przygotowana, a także jaka będzie kosztocłonności tego zabiegu. W leśnictwie powszechne jest przygotowanie gleby za pomocą dwuodkładnicowego pługa leśnego LPZ-75, jednak tam gdzie teren nie pozwala na przejazd ciągnikiem rolniczym, przygotowuje się glebę ręcznie za pomocą motyki. W przypadku naturalnego odnowienia sosny ważne jest odsłonięcie wierzchniej warstwy gleby tak, by nie naruszyć poziomu zawierającego endopróchnicę, która na

słabych glebach zapewnia składniki odżywcze kiełkującym nasionom. Na potrzeby analizy przyjęto, że niemożliwe jest przygotowanie mechaniczne gleby na terenach o spadkach przekraczających 12%.

## **Ekspozycja**

Najbardziej optymalne do uzyskania odnowienia naturalnego są skłony zachodnie z odchyleniem ku południowi lub ku północy, co gwarantuje mniejsze zróżnicowanie temperatur w okresach na początku i na końcu okresu wegetacyjnego, jak również, korzystniejsze warunki wilgotnościowe. W wyniku analiz otrzymano raster o wartościach od 0 do 360°.

Klasyfikacja wartości dla kierunków wystawy oraz przydatność:

1. Teren płaski -1 – 0,
2. Wystawa północna 0 – 22,5 – 0,
3. Wystawa północno-wschodnia 22,5 – 67,5 – 0,
4. Wystawa wschodnia 67,5 – 112,5 – 0,
5. Wystawa południowo-wschodnia 112,5 – 157,5 – 0,
6. Wystawa południowa 157,5 – 202,5 – 0,
7. Wystawa południowo- zachodnia 202,5 – 247,5 – 1,
8. Wystawa zachodnia 247,5-292,5 – 1,
9. Wystawa północno-zachodnia 292,5-337,5 – 1.

## **Analiza wielokryterialna**

W niniejszej pracy posłużono się metodą nakładkowania, która pozwala na stosowanie podziału kryteriów na wartości (obszary) przydatne – 1 i nieprzydatne – 0. Metodą pozwalającą połączyć kryteria jest metoda iloczynu logicznego, która to pozwala na określeniu obszarów spełniających wszystkie kryteria (Hejmanowska i Hnat, 2009). W analizie wielokryterialnej wykorzystano narzędzie do reklasyfikacji (ang. reclassify) znajdujące się w aplikacji arcToolbox w programie ArcGIS, które posłużyło do standaryzacji przyjętych kategorii. Następnie zostało wykorzystane narzędzie do nakładania warstw (ang. weighted overlay), celem nałożenia warstw rastrowych zawierających wybrane kryteria w jedną warstwę wyjściową oraz do nadania wagi poszczególnym warstwom, ze względu na ich potencjalne znaczenie dla uzyskania informacji, które wydzielenia leśne spełniają określone kryteria. Zaletą takiej analizy jest możliwość połączenia kilku warstw w jedną warstwę wynikową, która pozwala uzyskać przejrzystą mapę ukazującą cele.

## WYNIKI ANALIZY WIELOKRYTERIALNEJ

Na podstawie analizy otrzymano mapy (ryc.1) oraz listę wydziełów leśnych, na których istnieją potencjalnie najlepsze warunki do inicjowania odnowienia naturalnego sosny. Łączna powierzchnia wydziełów spełniających wszystkie warunki wyniosła 256,27 ha. Wielkość ta stanowi niemal 43% areału (597,41 ha) wszystkich planowanych do realizacji rębni całkowitą działek zrębowych w PUL na lat 2015-2024.

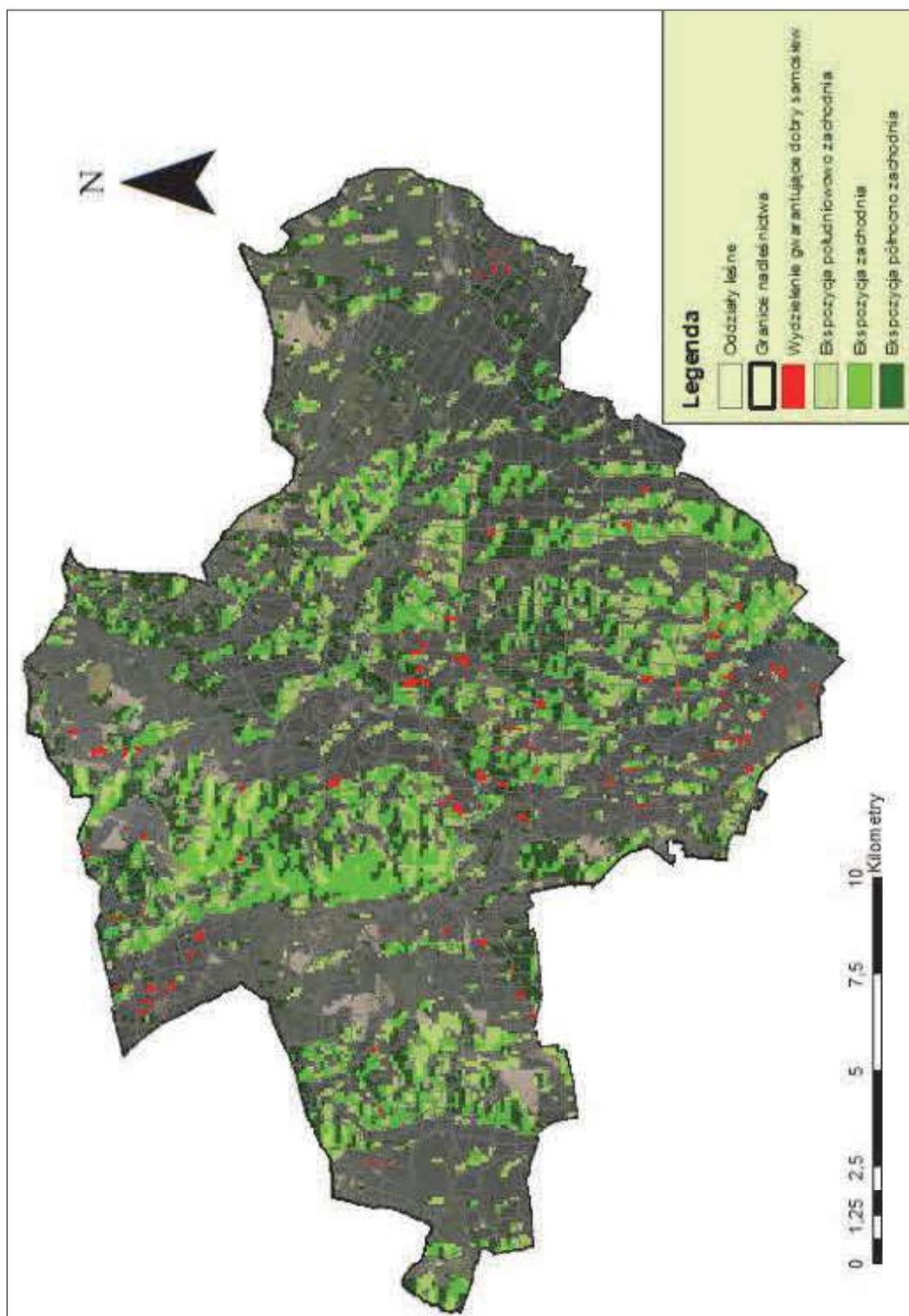
Wyraźnie widać, że największy potencjał istnieje w trzech leśnictwach: Jemiołów (43,56 ha), Sulęcín (42,13 ha), Żubrów (38,64 ha).

## PODSUMOWANIE

Niniejsze opracowanie jest podjęciem próby najlepszego wykorzystania warunków siedliskowych na terenie objętego analizą nadleśnictwa do przeprowadzenia odnowień naturalnych, które wydają się być cenne zarówno z ekonomicznego jak i ekologicznego punktu widzenia. Analiza jest też propozycją szerszego zastosowania oprogramowania GIS do celów hodowlanych. Przy umiejętnym planowaniu i wykorzystywaniu zasobów przez leśników, może znacząco wzrosnąć powierzchnia drzewostanów odnawianych naturalnie.

Opracowane narzędzie informatyczne oraz wyniki pracy mogą być wykorzystane do wspomagania zarządzania zasobami nadleśnictwa.

Oprogramowanie GIS może posłużyć do szerszych analiz, dzięki którym zostaną odpowiednio wykorzystane zasoby Nadleśnictwa. Przyjmując odpowiednie kryteria, można przeprowadzić m.in. analizę terenową pod przyszłą budowę dróg lub wyznaczenie potencjalnie najbardziej obciążonych w dziesięciolecie dróg wywozowych, co znacząco może wpłynąć na komfort pracy leśników.



**Ryc. 1.** Mapa ekspozycji oraz wyznaczonych powierzchni powierzchni, które potencjalnie stanowią najlepsze miejsca do uzyskania dobrej jakości odnowienia naturalnego w Nadleśnictwie Sulęcín  
*Źródło: Opracowanie własne.*

## LITERATURA

- Andrzejczyk T., Żybura H. (2012). Sosna zwyczajna. Odnawianie naturalne. Alternatywne metody hodowli. PWRiL Warszawa.
- Boiko S. (2008). Odnowienie naturalne sosny zwyczajnej jako element strategii ekosystemowego zagospodarowania lasu. Instytut Badawczy Leśnictwa. Sękocin Stary.
- CODGiK (2017). ASCII XYZ GRID. Online:  
<http://www.codgik.gov.pl/index.php/zasob/numeryczne-dane-wysokosciowe.html>  
 (dostęp 01.06.2017).

- Dobrowolska D. (2010). Warunki powstawania odnowień naturalnych sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na terenie Nadleśnictwa Tuszyna. *Leśne Prace Badawcze (Forest Research Papers)*, vol. 71 (3): 217-224.
- Hejmanowska B., Hnat E. (2009). Wielokryterialna analiza lokalizacji zabudowy na przykładzie gminy Podegrodzie. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 20., s.109-121.
- Jaworski A. (2011a). Tom I. Sposoby zagospodarowania, odnowienia lasu, przebudowa i przemiana drzewostanów. PWRiL Warszawa.
- Jaworski A. (2011b). Tom III. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. PWRiL Warszawa.
- Lasy w Polsce (2018). CILP Warszawa.
- Okła K. (2005). Standard Leśnej Mapy Numerycznej. Warszawa.
- Plan Urządzenia Lasu Nadleśnictwa Sulęcina na lata 2015-2024 (2014). BULiGL Gorzów Wlkp .
- Zarządzenie nr 53 Dyrektora Lasów Państwowych z dnia 21 listopada 2011r., obowiązującym w jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych od dnia 1 stycznia 2012 r. Załącznik: Zasady Hodowli Lasu 2012. Warszawa.
- Zarządzenie nr 99 Dyrektora Lasów Państwowych z dnia 24 grudnia 2002 wraz z załącznikami: Zasady Hodowli Lasu 2002 i Siedliskowe Podstawy Hodowli Lasu 2003. Warszawa.
- Zajączkowski G., Zachara T., Vytseha R., Mionskowski M. (2010). Określenie możliwości naturalnego odnowienia lasu na podstawie analizy danych z wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu o występowaniu nalotów głównych gatunków lasotwórczych. Instytut Badawczy Leśnictwa. Sękocin Stary.

## STRESZCZENIE

Łączna powierzchnia wydzieleń spełniających wszystkie warunki analizy wielokryterialnej wyniosła 256,27 ha. Wielkość ta stanowi niemal 43% areалу (597,41 ha) wszystkich planowanych do realizacji rębnią całkowitą działek zrębowych w PUL na lat 2015-2024.

Przeprowadzona analiza jest propozycją szerszego zastosowania oprogramowania GIS do celów hodowlanych. Przy umiejętnym planowaniu i wykorzystywaniu zasobów przez leśników, może znacząco wzrosnąć powierzchnia drzewostanów odnawianych naturalnie. Oprogramowanie GIS może posłużyć do szerszych analiz, dzięki którym zostaną odpowiednio wykorzystane zasoby Nadleśnictwa. Przyjmując odpowiednie kryteria, można przeprowadzić m.in. analizę terenową pod przyszłą budowę dróg lub wyznaczenie potencjalnie najbardziej obciążonych w dziesięciolecie dróg wywozowych, co znacząco może wpłynąć na komfort pracy leśników.

## SUMMARY

The total area of the sub-compartments that meet all the conditions of multi-criteria analysis was 256.27 ha. This represents almost 43% of area (597.41 ha) of all planned to be implemented the total plots in the years 2015-2024 management plan.

The analysis is a proposal for a wider use of GIS software for breeding purposes. With skillful planning and utilization of resources by foresters, the area of stands regenerated naturally can significantly increase. GIS software can be used for wider analyses through which resources of the Forest District will be properly used. By adopting appropriate criteria, you can carry out, among others, field analysis for the future construction of roads or designation of the potentially most-burdened transport routes in decade, which can significantly affect the work comfort of foresters.