

TELEDETEKCJA W BADANIU WPŁYWU SUSZY NA STAN ZDROWOTNY DRZEWOSTANÓW DĘBOWYCH

Sylvia A. Nasilowska*, Jan Kotlarz, Mariusz Kacprzak, Alicja Rynekiewicz, Karol Rotchimmel



Zakład Teledetekcji, Instytut Lotnictwa, al. Krakowska 110/114, 02-256 Warszawa
Budynek CITLiK pok. 3,5; +48 22 846 00 11 (wew. 305)

*sylvia.nasilowska@ilot.edu.pl



WSTĘP

Drzewostany dębowe są cenne zarówno przyrodniczo, jak i gospodarczo. Istotne dla skutecznej ochrony dębów jest to aby poznać, zbadać i zrozumieć czynniki wpływające na pogorszenie ich stanu zdrowotnego. Jednym z najbardziej niebezpiecznych czynników wpływających negatywnie na kondycję drzew jest choroba powodowana przez rozwój grzyba *Phytophthora*. Powoduje on w pierwszej kolejności zmniejszenie zdolności do absorpcji składników odżywczych, a następnie utratę listowia i w konsekwencji obumarcie całego drzewa. Czynniki sprzyjające zaistnieniu i rozwojowi tych negatywnych procesów nie są jeszcze do końca zbadane. Jednakże pewne jest to, że wszelkie czynniki stresogenne, takie jak susza, która wpływa na osłabienie ogólnej kondycji lasu powodują intensyfikację chorób grzybiczych.

CEL

Celem niniejszych badań prowadzonych w ramach projektu HESOFF jest przedstawienie zróżnicowania wpływu suszy z roku 2015 na ogólną kondycję roślinności wyrażaną za pomocą teledetekcyjnych wskaźników roślinności. Wyznaczono 29 regionów badawczych (ROI) odzwierciedlających zróżnicowanie analizowanych lasów zlokalizowanych w Nadleśnictwach: Krotoszyn, Piaski, Karczmą Borowa.

METODY

Zaproponowana metoda opiera się na analizie różnic uśrednionych wartości wskaźników roślinności z dwóch lat (2015 i 2014). Uzyskany wynik został znormalizowany z wykorzystaniem odchylenia standardowego. Wartość wynikowa reprezentuje wrażliwość danego terenu na czynniki stresogenne.

- Wartość mniejsza od wartości odchylenia standardowego oznacza że na danym terenie nie zanotowano istotnych zmian.
 - Wartość powyżej 1 sigma oznacza pogorszenie kondycji
 - Wartość poniżej -1 sigma oznacza polepszenie kondycji
- W tabeli przedstawiono wyniki sklasyfikowane w pięciu kategoriach:

Nadleśnictwo, numer ROI	Typ lasu	Odchylenie standardowe dla wszystkich obszarów										Odchylenie standardowe dla danego Nadleśnictwa									
		EVI	MSAVI	NDWI/NBR	NBR2	NDMI	NDVI	SAVI	GNDVI	ARVI	BNDVI	EVI	MSAVI	NDWI/NBR	NBR2	NDMI	NDVI	SAVI	GNDVI	ARVI	BNDVI
Krotoszyn		0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
1	Iglasty	-0,81	-0,80	-0,65	-0,57	-0,70	-0,12	-0,54	-0,65	-0,04	-0,23	-0,69	-0,77	-0,68	-0,56	-0,82	-0,12	-0,53	-0,68	-0,04	-0,25
2	Iglasty	-1,21	-1,04	-0,25	-0,35	-0,32	-0,21	-0,77	-0,25	-0,16	-0,31	-1,03	-1,00	-0,26	-0,34	-0,37	-0,22	-0,75	-0,26	-0,16	-0,34
3	Liściasty	-0,13	-0,33	-0,33	-0,12	-0,33	-0,59	-0,48	-0,33	-0,66	-0,42	-0,11	-0,32	-0,34	-0,12	-0,38	-0,61	-0,47	-0,34	-0,64	-0,46
4	Liściasty	1,14	1,17	-0,20	0,18	-0,36	0,43	0,96	-0,20	0,53	0,27	0,98	1,13	-0,21	0,17	-0,42	0,45	0,94	-0,21	0,51	0,30
5	Liściasty	0,62	0,45	0,27	0,29	0,22	0,42	0,48	0,27	0,38	0,38	0,53	0,44	0,28	0,28	0,26	0,44	0,47	0,28	0,37	0,42
6	Liściasty	0,45	0,23	0,08	0,03	0,12	0,22	0,26	0,08	0,26	0,24	0,39	0,22	0,08	0,02	0,14	0,23	0,25	0,08	0,25	0,27
7	Liściasty	1,28	1,08	0,71	0,51	0,71	0,66	1,01	0,71	0,60	0,68	1,10	1,04	0,75	0,51	0,83	0,68	0,98	0,75	0,58	0,74
8	Mieszany	-0,65	-0,48	0,01	-0,03	-0,06	-0,04	-0,34	0,01	-0,01	-0,07	-0,56	-0,46	0,01	-0,03	-0,07	-0,05	-0,33	0,01	-0,01	-0,08
9	Liściasty	0,35	0,33	0,23	0,16	0,31	-0,10	0,16	0,23	-0,12	-0,05	0,30	0,32	0,24	0,16	0,36	-0,11	0,15	0,24	-0,12	-0,06
10	Liściasty	0,25	0,45	0,59	0,54	0,62	0,29	0,38	0,59	0,28	0,31	0,22	0,43	0,62	0,54	0,72	0,31	0,37	0,62	0,27	0,34
Piaski		0,00	0,01	-0,01	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	-0,01	-0,04	-0,01	0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,01
11	Liściasty	0,10	0,12	0,07	-0,03	0,16	-0,03	0,07	0,07	-0,09	-0,03	0,18	0,25	0,13	-0,07	0,25	-0,07	0,18	0,13	-0,36	-0,06
12	Iglasty	-1,02	-0,95	-0,72	-0,38	-0,93	-0,46	-0,74	-0,72	-0,27	-0,62	-1,87	-1,95	-1,27	-0,96	-1,39	-1,24	-1,78	-1,27	-1,10	-1,29
13	Iglasty	-1,22	-1,15	-1,19	-0,83	-1,48	-0,75	-0,94	-1,19	-0,51	-0,95	-2,23	-2,37	-2,10	-2,07	-2,22	-2,00	-2,26	-2,10	-2,09	-1,98
14	Liściasty	-0,05	-0,01	-0,17	0,07	-0,26	0,00	-0,04	-0,17	0,19	0,01	-0,10	-0,02	-0,30	0,17	-0,39	0,01	-0,10	-0,30	0,77	0,02
15	Liściasty	0,40	0,28	0,46	0,07	0,53	0,40	0,32	0,46	0,12	0,51	0,73	0,57	0,81	0,17	0,80	1,08	0,76	0,81	0,50	1,06
16	Liściasty	0,48	0,40	0,56	0,50	0,60	0,30	0,37	0,56	0,24	0,40	0,88	0,83	0,99	1,26	0,89	0,82	0,89	0,99	1,00	0,84
17	Liściasty	-0,05	0,07	-0,36	-0,12	-0,31	-0,36	-0,10	-0,36	-0,15	-0,46	-0,10	0,15	-0,64	-0,30	-0,47	-0,96	-0,23	-0,64	-0,60	-0,95
Karczmą Borowa		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
18	Liściasty	-0,19	-0,08	0,34	0,26	0,37	0,37	0,04	0,34	0,39	0,34	-0,23	-0,11	0,57	0,45	0,61	0,52	0,05	0,57	0,57	0,49
19	Liściasty	0,33	0,62	0,28	0,42	0,17	0,55	0,62	0,28	0,46	0,46	0,40	0,82	0,47	0,73	0,28	0,78	0,82	0,47	0,68	0,66
20	Iglasty	-1,85	-1,56	-0,53	-0,55	-0,34	-0,32	-1,56	-0,53	-0,31	-0,24	-2,23	-2,06	-0,89	-0,95	-0,56	-0,45	-2,07	-0,89	-0,46	-0,34
21	Iglasty	-0,32	-0,21	-0,15	-0,06	-0,27	0,17	-0,02	-0,15	0,22	0,00	-0,38	-0,28	-0,25	-0,11	-0,45	0,24	-0,03	-0,25	0,33	0,00
22	Liściasty	0,39	0,30	0,31	0,16	0,40	0,19	0,25	0,31	0,14	0,29	0,47	0,39	0,52	0,28	0,66	0,27	0,33	0,52	0,20	0,41
23	Liściasty	0,45	0,43	0,54	0,37	0,54	0,32	0,45	0,54	0,26	0,31	0,54	0,57	0,89	0,63	0,89	0,45	0,60	0,89	0,39	0,44
24	Liściasty	0,49	0,41	0,16	0,35	0,02	0,39	0,43	0,16	0,40	0,39	0,59	0,55	0,27	0,60	0,04	0,54	0,57	0,27	0,58	0,56
25	Mieszany	-1,20	-1,46	-0,93	-1,03	-0,79	-1,42	-1,45	-0,93	-1,38	-1,30	-1,44	-1,92	-1,55	-1,78	-1,30	-2,01	-1,93	-1,55	-2,02	-1,85
26	Iglasty	0,00	-0,42	-1,48	-1,35	-1,58	-1,84	-0,46	-1,48	-1,71	-1,90	0,00	-0,55	-2,47	-2,32	-2,59	-2,60	-0,61	-2,47	-2,51	-2,70
27	Liściasty	0,57	0,49	0,20	0,35	0,11	0,32	0,47	0,20	0,36	0,31	0,68	0,65	0,34	0,61	0,19	0,45	0,62	0,34	0,53	0,44
28	Liściasty	0,19	0,41	0,34	0,34	0,32	0,25	0,33	0,34	0,26	0,18	0,23	0,54	0,57	0,59	0,53	0,36	0,44	0,57	0,38	0,25
29	Liściasty	0,55	0,48	0,32	0,21	0,37	0,36	0,45	0,32	0,32	0,38	0,66	0,63	0,53	0,36	0,60	0,51	0,59	0,53	0,47	0,53
Średnia		-0,02	-0,02	-0,05	-0,02	-0,07	-0,02	-0,01	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,02	-0,05	-0,02	-0,07	-0,02	-0,01	-0,05	0,00	-0,03
Odch. Standardowe		0,71	0,67	0,52	0,45	0,56	0,54	0,61	0,52	0,50	0,55	0,71	0,67	0,52	0,45	0,56	0,54	0,61	0,52	0,50	0,55

	Duża odporność na czynniki stresogenne, znaczne polepszenie kondycji
	Polepszenie kondycji
	Brak zmian
	Pogorszenie kondycji
	Mała odporność na czynniki stresogenne, znaczne pogorszenie kondycji

TELEDETEKCYJNE WSKAŹNIKI ROŚLINNOŚCI

stanowią operacje matematyczne na wybranych kanałach rejestrowanych zdalnie z pułapu satelitarnego czy lotniczego. Bazują na relacji rejestrowanego zakresu spektrum z poszczególnymi parametrami roślinności. Odbicie w świetle widzialnym (K1, K2, K3, K4, K8) zależy od zawartości pigmentów i świadczy o aktywności fotosyntezy. Im roślinność więcej odbija w bliskiej podczerwieni (K5, K6) tym większa jest ilość biomasy, a struktury komórkowe są bardziej rozbudowane. Odbicie w średniej podczerwieni (K7, K8) jest zdeterminowane przez zawartość wody w biomase.

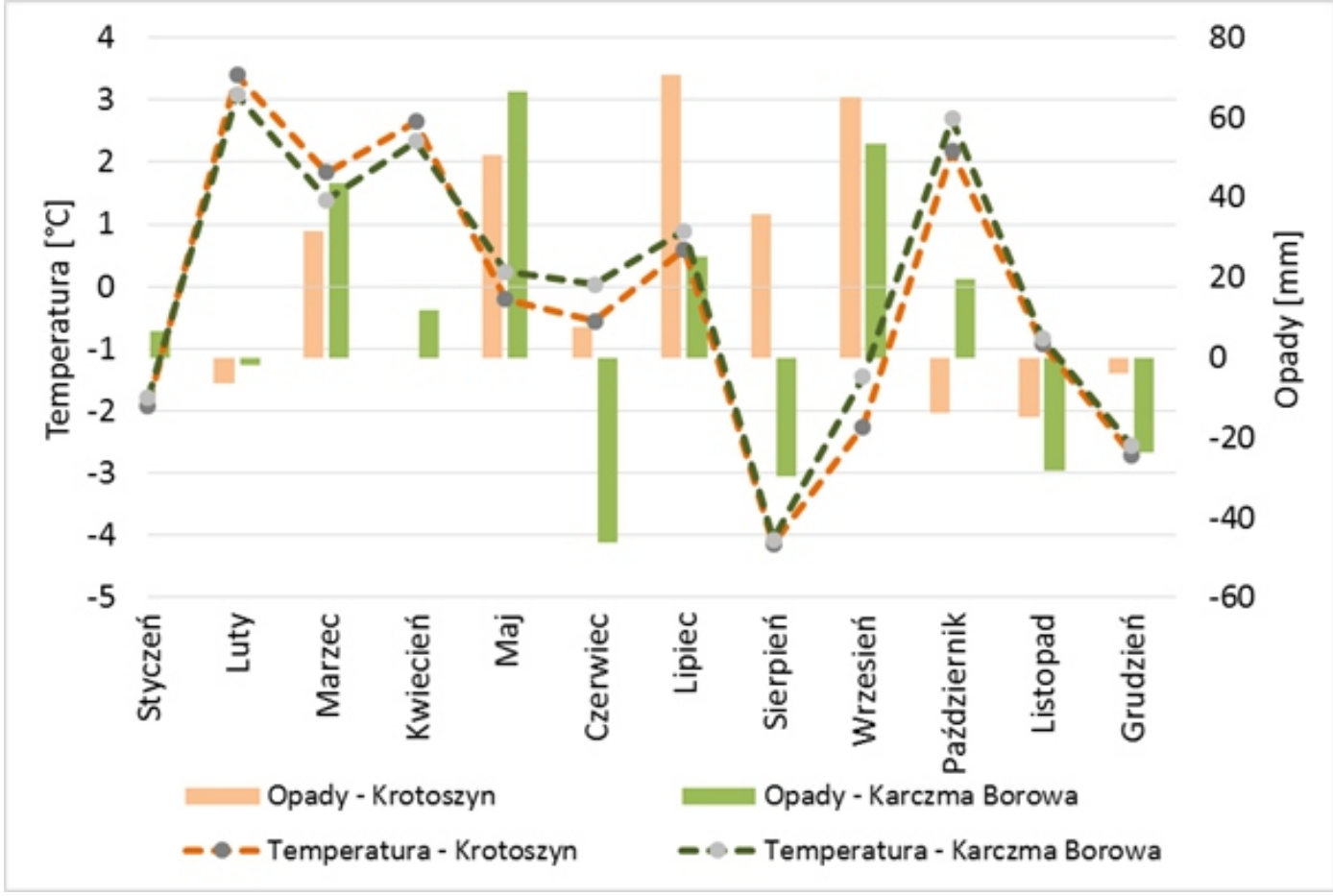
Wartości wskaźników są skorelowane ze zmianami we właściwościach roślinności. Wraz ze wzrostem aktywności fotosyntezy, biomasy oraz zawartości wody wzrastają wartości teledetekcyjnych indeksów. Spadek w czasie oznacza pogorszenie się jednego z elementów.

TEST CHI2

	ĞJH	MSAVI	NDWI/NBR	NBR2	NDMI	NDVI	SAVI	GNDVI	ARVI	BNDVI
Krotoszyn	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%
Piaski	99,5%	95,0%	99,5%	99,5%	99,5%	no	90,0%	99,5%	99,5%	99,5%
Karczmą Borowa	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%

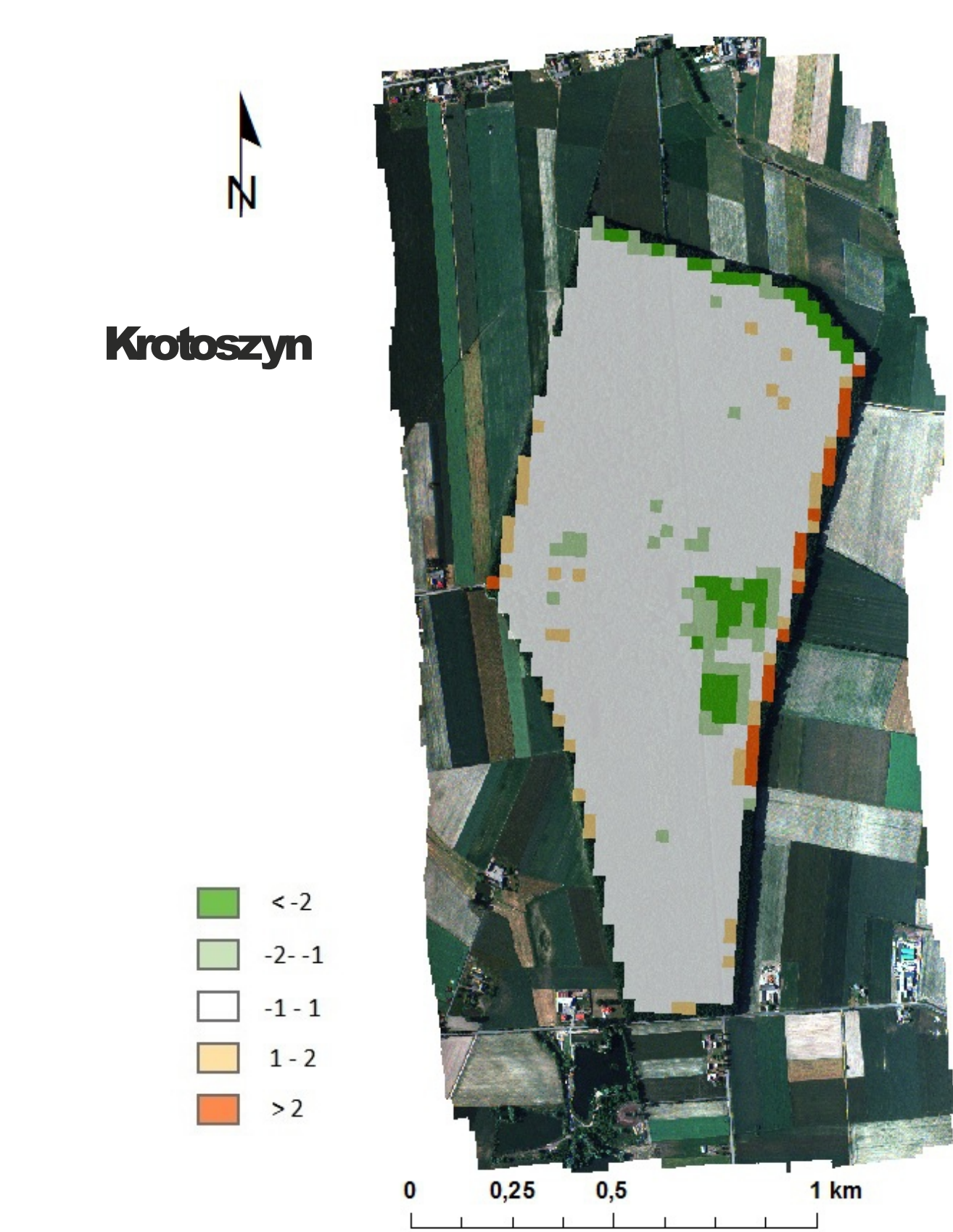
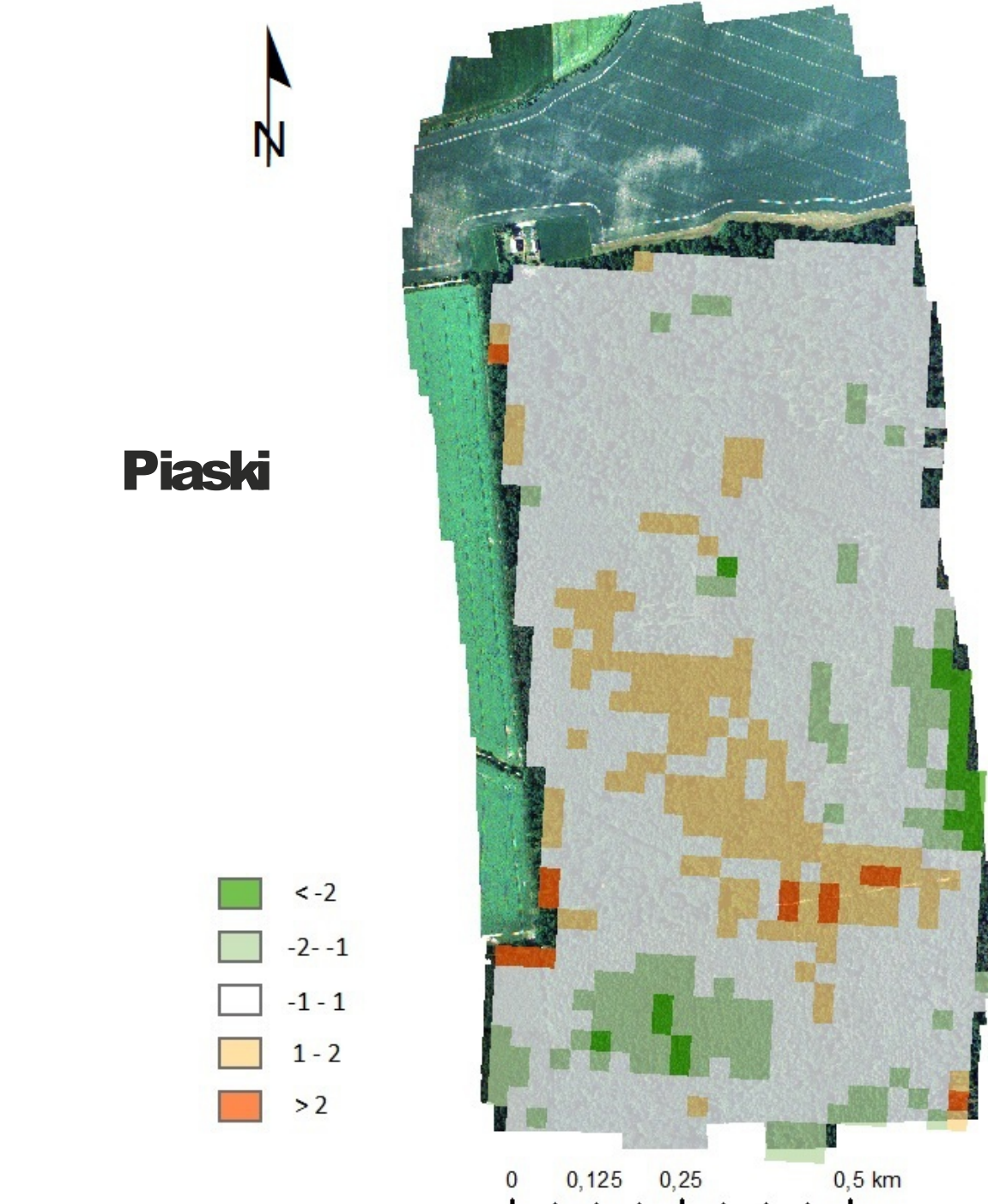
SUSZA

Różnice pomiędzy opadami i temperaturą w 2014 i 2015 r.



	Środek zakresu spektralnego [nm]	Zakres promieniowania	skrót
Kanał 1	443	niebieskie	K1
Kanał 2	482	niebieskie	K2
Kanał 3	565	zielone	K3
Kanał 4	660	czzerwone	K4
Kanał 5	867	bliska podczerwień	K5
Kanał 6	1375	bliska podczerwień	K6
Kanał 7	1650	średnia podczerwień	K7
Kanał 8	2215	średnia podczerwień	K8
Kanał 9	590	światło widzialne	K9

	Wzór
EVI	$2,5 * (K1 - K5) / (K1 + 6 * K5 - 7,5 * K8) + 1$
MSAVI	$(2 * K5 + 1 - \sqrt{(2 * K5 + 1)^2 - 8 * (K5 - K4)}) / 2$
NDWI / NBR	$(K5 - K7) / (K5 + K7)$
NBR2	$(K6 - K7) / (K6 + K7)$
NDMI	$(K5 - K6) / (K5 + K6)$
NDVI	$(K5 - K4) / (K5 + K4)$
SAVI	$((K5 - K4) / (K5 + K4 + 0,5)) * (1,5)$
GNDVI	$(K5 - K3) / (K5 + K3)$
ARVI	$(K5 - K4 + K2 - K4) / (K5 + K4 - K2 + K4)$
BNDVI	$(K5 - K2) / (K5 + K2)$



DANE satelitarne

- Satelita LANDSAT-8, sensor OLI
- Obrazy dla kilku lat wg. dnia roku (dnia sezonu wegetacyjnego)
2014: 92 (6), 140 (54), 156 (70), 188 (102)
2015: 111 (14), 127 (30), 223 (126)
- Zachmurzenie wyeliminowano poprzez zastosowanie maski produktu „cfmask”
- Dane o refleksyjności powierzchni terenu w 7 kanałach

DANE naziemne

- Inwentaryzacja terenowa
- Dane meteorologiczne
- DEM wygenerowany z wysokorozdzielczych danych lotniczych QUERCUS
- Bank danych o lasach <http://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/>

Nadleśnictwo	Numer ROI	Dominujący gatunek (udział procentowy)	Typ lasu	Typ gleby	Zadrzewienie [%]	Podszycie [%]	Wskaźnik Shannona-Wieniera	Ilość gatunków						Wskaźnik zróżnicowania lasu (suma)
								Drzewostan	MLS	PJD	Podrost	Podszycie		
Krotoszyn	1	Sosna (90%)	Iglasty	Ogw	1,0	0,8	0,14	2	1	2	0	4	4,1	
	2	Sosna (90%)	Iglasty	Ogw	1,0	0,8	0,14	2	1	2	0	4	4,1	
	3	Dąb (100%)	Liściasty	Ogw	0,7	0,9	0,00	1	1	2	0	4	3,2	
	4	Buk (70%)	Liściasty	Ogw	1,1	0,1	0,27	2	0	1	0	2	1,7	
	5	Dąb (100%)	Liściasty	Ogw	0,6	0,9	0,00	1	0	1	0	2	1,5	
	6	Dąb (100%)	Liściasty	Ogw	0,6	0,9	0,00	1	0	1	0	2	1,5	
	7	Dąb (100%)	Liściasty	Ogw	0,8	0,6	0,00	1	2	0	0	2	1,8	
	8	Modrzew (70%)	Mieszany	Ogw	1,0	0,3	0,35	3	1	0	0	2	2,3	
	9	Dąb (70%)	Liściasty	Ogw	0,9	0,8	0,35	3	1	1	0	3	3,4	
	10	Dąb (100%)	Liściasty	Ogw	0,8	0,5	0,00	1	4	0	0	2	2,5	
Piaseń	11	Dąb (100%)	Liściasty	OGw	0,7	0,8	0,00	1	0	0	0	2	1,1	
	12	Sosna (80%)	Iglasty	Pw	0,6	0,3	0,22	2	2	1	0	4	2,1	
	13	Sosna	Iglasty				Brak wydzielenia w BDL							
	14	Brzoza (70%)	Liściasty	OGw	0,6	0,3	0,27	2	2	0	0	2	1,5	
	15	Dąb (100%)	Liściasty	OGw	0,6	0,2	0,00	1	3	0	0	1	1,3	
	16	Dąb (100%)	Liściasty	OGw	0,6	0,3	0,00	1	4	0	3	2	2,2	
	17	Dąb (100%)	Liściasty	OGw	0,8	0,7	0,00	1	4	1	0	2	3,1	
Karczmna Borowa	18	Dąb (100%)	Liściasty	BRtk	0,7	0,6	0,00	1	4	0	2	3	3,2	
	19	Dąb (100%)	Liściasty	RDbtr	1,0	0,5	0,00	1	2	0	0	4	2,5	
	20	Dąb (100%)	Iglasty	RDbtr	0,7	0,3	0,00	1	3	0	0	0	1,3	
	21	Sosna (60%)	Iglasty	BRk	1,0	0,3	0,29	2	3	3	1	3	4,6	
	22	Dąb (100%)	Liściasty	RDbtr	0,8	0,9	0,00	1	7	0	0	3	4,5	
	23	Dąb (100%)	Liściasty	RDbtr	0,9	0,3	0,00	1	5	1	0	3	3,6	
	24	Dąb (100%)	Liściasty	BRk	0,9	0,6	0,00	1	11	0	1	2	6,3	
	25	Modrzew (40%)	Mieszany	RDbtr	0,8	1,0	0,56	4	3	0	0	1	3,3	
	26	Sosna (80%)	Iglasty	RDbtr	1,0	0,3	0,28	3	2	0	2	3	3,2	
	27	Dąb (100%)	Liściasty	BRk	0,9	0,6	0,00	1	11	0	1	2	6,3	
28	Dąb (80%)	Liściasty	RDbtr	0,9	0,2	0,22	2	5	2	3	3	4,6		
29	Dąb (100%)	Liściasty	Gw	1,0	0,6	0,00	1	2	3	0	7	5,1		