



Satellite Remote Sensing for Precision Agriculture



Bartosz Buszke
Managing Director
Wasat Sp. z o.o.



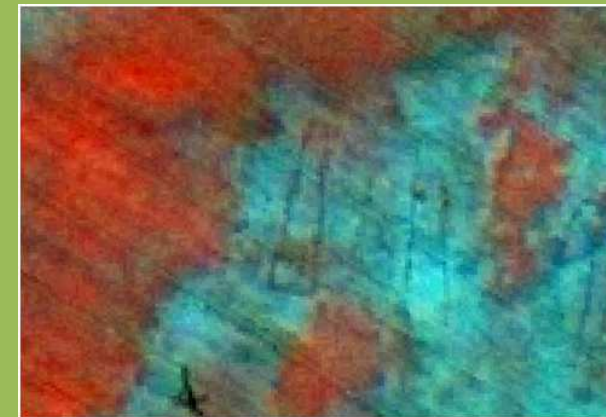
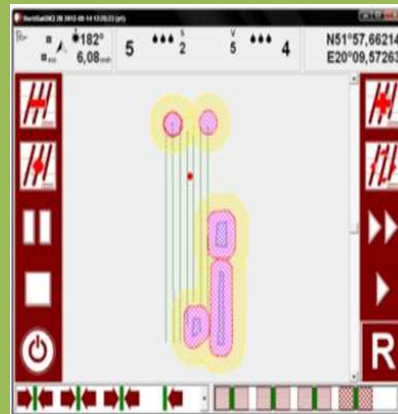
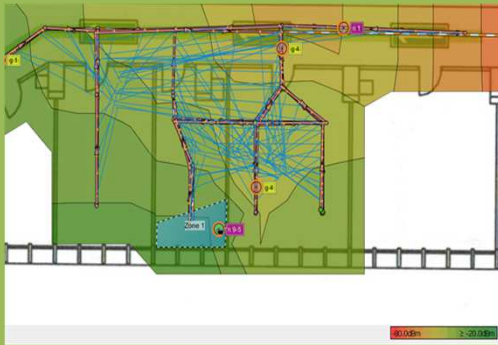
Copernicus – the road to economic development
Warsaw, 26-27 February 2015



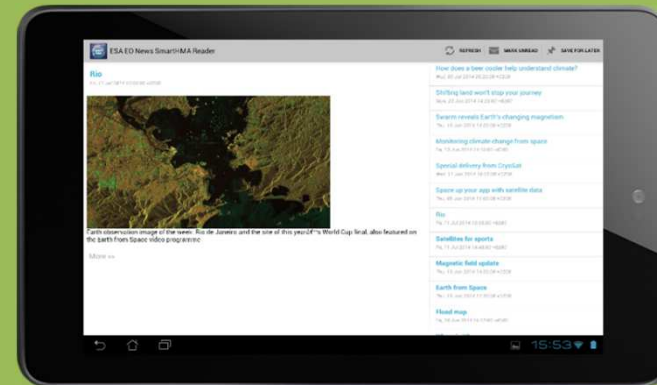
Activities of Wasat Sp. z o.o.

The company provides geo-information services based on the results of scientific research. The product portfolio is built on creative use of advanced technologies, mainly satellite remote sensing, navigation techniques and mobile applications.

- Remote sensing analyses for environmental protection, agriculture and archaeology;
- Navigation solutions for indoor environment and robotics;



- Mobile geo-services



Modern agriculture

Agriculture is one of the most dynamic and technology-driven sectors of the European and global economy. It faces a critical challenge of feeding 7 B people today and 9 B people in 2050.

Technological developments that facilitate farmers addressing the demand:

- bioengineering (incl. GMO) and biochemistry,
- robotics, autonomous machinery steering,
- computing and big data management,
- mobile technology,
- sensors (satellite, airborne, ground sensors),
- precision agriculture

(R.Saik, The Agriculture Manifesto)

Precision agriculture

Precision farming can be described as a comprehensive system designed to optimize agricultural production through the application of crop information, advanced technologies and management practices. (K.G. Cassman)

In precision agriculture a field is considered as a **spatially diverse structure**, in contrast to a whole field approach in a traditional agriculture. This spatial variability needs to be addressed with a **management strategy**, supported by the technological solutions, that include:

- intensive soil sampling,
- remote sensing,
- geographic information systems (GIS),
- yield monitoring,
- positioning systems (GNSS, RTK),
- variable rate applicators of inputs (fertilizers, crop protection products, water)

(T.A. Brase)

Intensive soil sampling



OKRĘGOWA STACJA CHEMICZNO - ROLNICZA W OLSZTYNIE

10-444 Olsztyn, ul. Kolobrzeska 11
tel./fax (- 89) 533 20 92 tel. (- 89) 534 40 95
DZIAŁ LABORATORYJNY
akredytowany przez Polskie Centrum Akredytacji - certyfikat Nr AB 277

Zleceniodawca: Olsztyn, dnia 30-04-2014 r.
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w
Warszawie
Rolniczy Zakład Doświadczalny im. Prof. Adama
Skoczylasa w Żelaznej, 96-116 Dębowa Góra
Miejscowość: Żelazna
Gmina: Skierzwice
Powiat: skierwicki
Województwo: Łódzkie

Wyniki badań do zlecenia nr GR/506

dotyczy zlecenia/umowy GR/506 z dnia 22-04-2014 r.

Powierzchnia ogólna użytków rolnych: 700,00
Przebadana powierzchnia użytków rolnych: 15,86
w tym gr. orme: 15,86
uz. zielone: 0,00

* Zlecenie wykonano w dniach 22-04-2014 - 29-04-2014 r.

Wyniki badań i ocena zawartości makroelementów

Nr próbk	Rodzaj użytku	Kategoria agronomiczna gleby	Kwasowość pH	Odczyn	Podzesty węgnowania	Zawartość składników przyswajalnych (w mg na 100g gleby) i ocena		
						P.O. ocena	Magnez ocena	
1	orne	lekka	6,36	lekko kwaśny	zbędne	27,7	bardzo wysoka 14,8	średnia 3,9
2	orne	lekka	6,21	lekko kwaśny	zbędne	23,6	bardzo wysoka 15,2	wysoka 4,0
3	orne	lekka	6,72	obojętny	zbędne	23,4	bardzo wysoka 16,1	wysoka 5,1
4	orne	średnia	6,42	lekko kwaśny	ograniczone	21,6	bardzo wysoka 16,0	średnia 7,8
5	orne	średnia	6,36	lekko kwaśny	ograniczone	25,4	bardzo wysoka 17,8	średnia 7,4
6	orne	średnia	6,05	lekko kwaśny	wskazane	32,0	bardzo wysoka 19,0	średnia 6,0
7	orne	średnia	6,00	lekko kwaśny	wskazane	27,0	bardzo wysoka 22,7	wysoka 5,9
8	orne	średnia	6,06	lekko kwaśny	ograniczone	19,9	wysoka 17,4	średnia 6,2
9	orne	średnia	6,36	lekko kwaśny	ograniczone	14,6	średnia 13,2	średnia 6,6
10	orne	średnia	6,15	lekko kwaśny	ograniczone	14,6	średnia 15,3	średnia 6,8
11	orne	średnia	6,68	lekko kwaśny	wskazane	15,0	średnia 14,4	średnia 4,2
12	orne	lekka	5,96	lekko kwaśny	ograniczone	14,8	średnia 14,2	średnia 4,0
13	orne	średnia	6,15	lekko kwaśny	ograniczone	19,1	wysoka 13,9	średnia 5,0
14	orne	średnia	6,23	lekko kwaśny	ograniczone	22,8	bardzo wysoka 15,4	średnia 5,6
15	orne	średnia	6,46	lekko kwaśny	ograniczone	34,0	bardzo wysoka 18,3	średnia 6,0
16	orne	średnia	6,37	lekko kwaśny	ograniczone	30,2	bardzo wysoka 16,4	średnia 5,9
17	orne	średnia	6,16	lekko kwaśny	ograniczone	19,2	wysoka 14,2	średnia 4,4
18	orne	średnia	5,91	lekko kwaśny	wskazane	15,6	wysoka 10,7	niska 3,8
19	orne	średnia	6,64	obojętny	zbędne	15,5	wysoka 12,8	średnia 4,9
20	orne	średnia	6,65	obojętny	zbędne	16,3	wysoka 16,4	średnia 6,9
21	orne	lekka	5,98	lekko kwaśny	ograniczone	22,9	bardzo wysoka 15,8	wysoka 5,6
22	orne	średnia	6,99	lekko kwaśny	wskazane	30,0	bardzo wysoka 19,9	średnia 6,3
23	orne	średnia	6,30	lekko kwaśny	ograniczone	25,3	bardzo wysoka 19,7	średnia 6,8
24	orne	średnia	6,35	lekko kwaśny	ograniczone	16,7	wysoka 16,2	średnia 6,8
25	orne	lekka	6,12	lekko kwaśny	zbędne	21,0	bardzo wysoka 15,9	wysoka 5,3
26	orne	lekka	6,01	lekko kwaśny	ograniczone	25,1	bardzo wysoka 15,3	wysoka 5,1
27	orne	lekka	6,14	lekko kwaśny	zbędne	30,5	bardzo wysoka 14,6	średnia 5,3
28	orne	lekka	6,60	obojętny	zbędne	32,0	bardzo wysoka 15,7	wysoka 5,1

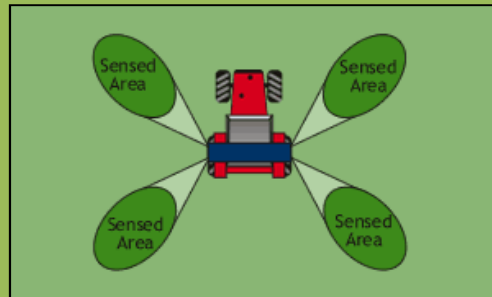
Wyniki badań do zlecenia nr GR/506 strona 1 z 2

Bartosz Buszke
Copernicus – the road to economic development
Warszawa, 26-27 February 2015

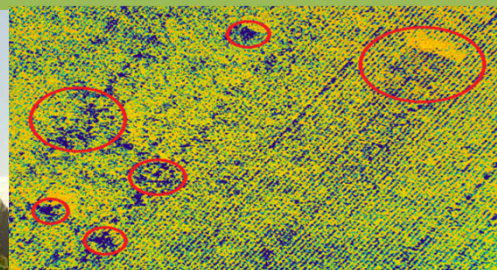
wasat
stellar quality solutions

3 layers of remote sensing

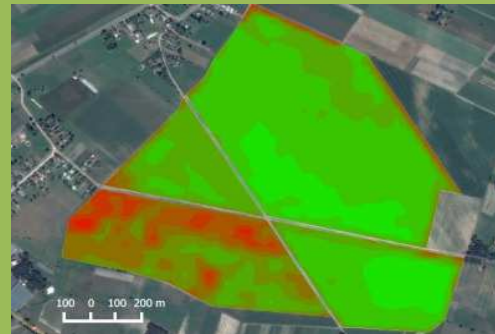
- Ground sensors:



- Airborne sensors (UAVs / drones):



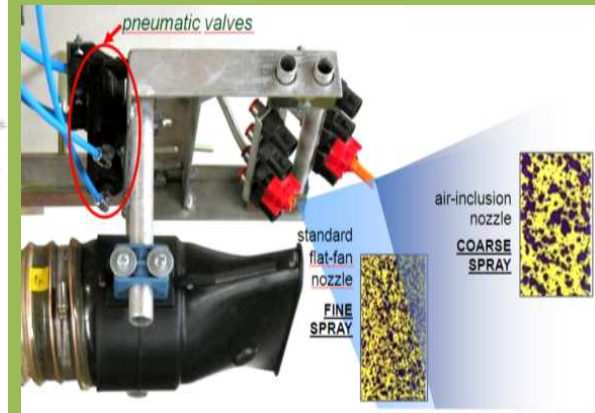
- Satellite imagery:



Use of satellite sensors in precision farming

Sensor	Land use / land cover	Riparian and buffer zones	Air Water Vapor	Land Surface Temperature	Precipitation	Crop protection	Disease Diagnosis	Vegetation stress	Wetness condition of vegetation	Soil moisture	Draught	Hail protection	Frost protection	Yield estimation	Weed control
AVHRR	Y	-	Y	Y	Y	Y	-	Y	Y	-	Y	Y	Y	Y	-
MODIS	Y	-	Y	Y	Y	Y	-	Y	Y	-	Y	Y	Y	Y	-
Sentinel-1	Y	-	-	-	-	-	-	Y	Y	Y	Y	-	-	Y	-
Landsat TM	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	-	-	-	Y	-
SPOT	Y	Y	-	-	-	-	Y	Y	Y	-	-	-	-	Y	Y
VHR optical	Y	Y	-	-	-	Y	Y	Y	Y	-	-	-	-	Y	Y

Variable rate application of inputs



WASAT's product: management zones maps

Precision agriculture relies on the concept that variability within the main factors responsible for crop yield can be identified, quantified, and spatially delineated.

Polish farmers' requirements:

- A tool/product that allows initiating precision agriculture practices
- Alternative for other, expensive solutions like tractor mounted sensors etc.
- A map that helps to improve soil sampling strategy

The solution:

Management Zones maps, that facilitate identifying long term production zones on the basis of historical assessment of crop productivity indices:

- archived satellite imagery as a data source on crop historical conditions
- algorithm of data fusion that enables the use of various sensors and imagery of different resolution
- web-based and mobile tools for distribution of the product

Bartosz Buszke

Copernicus – the road to economic development
Warszawa, 26-27 February 2015



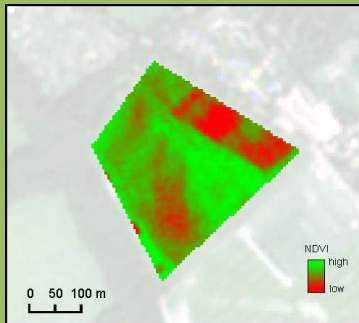
Product development



Example of datasets:
 Landsat 5 TM – 03.07.2006
 Terra ASTER – 06.05.2008
 Rapid Eye – 29.06.2010
 Landsat 8 OLI – 20.06.2013

Vegetation Indices:

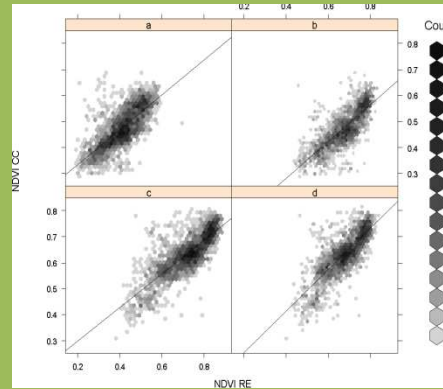
- NDVI
- OSAVI
- WDRVI
- ARVI
- EVI
- NDII
- MSI
- GNDVI
- mPSRI
- TCARI



NDVI calculated from:
 RapidEye 29 Jun 2010



CropCircle 28 Jun 2010



```
R Console
> getwd()
[1] "C:/Users/Janek/Documents"
> setwd("di/2")
> samples = read.csv("zielazna_test.csv")
> head(samples)
  pH  Fosfor  Potas  Magnez  CLASS_NAME  CLASS_ID
1  6.15  19.1  13.9    5  average      3
2  6.15  19.1  13.9    5  average      3
3  6.15  19.1  13.9    5  average      3
4  6.15  19.1  13.9    5  average      3
5  6.15  19.1  13.9    5  average      3
6  6.15  19.1  13.9    5  average      3
> kruskal.test(pH ~ CLASS_NAME, data = samples)

Kruskal-Wallis rank sum test

data: pH by CLASS_NAME
Kruskal-Wallis chi-squared = 10.3597, df = 3, p-value = 0.01574
> kruskal.test(Fosfor ~ CLASS_NAME, data = samples)

Kruskal-Wallis rank sum test

data: Fosfor by CLASS_NAME
Kruskal-Wallis chi-squared = 99.1882, df = 3, p-value < 2.2e-16
> kruskal.test(Potas ~ CLASS_NAME, data = samples)

Kruskal-Wallis rank sum test

data: Potas by CLASS_NAME
Kruskal-Wallis chi-squared = 100.1311, df = 3, p-value < 2.2e-16
> kruskal.test(Magnez ~ CLASS_NAME, data = samples)

Kruskal-Wallis rank sum test

, df = 3, p-value = 0.07219
```



pH	Kruskal-Wallis chi-squared = 10.3597, df = 3, p-value = 0.01574	, df = 3, p-value = 0.07219
Magnesium	Kruskal-Wallis chi-squared = 6.9908, df = 3, p-value = 0.07219	
Potassium	Kruskal-Wallis chi-squared = 100.1311, df = 3, p-value < 2.2e-16	
Phosphorus	Kruskal-Wallis chi-squared = 99.1882, df = 3, p-value < 2.2e-16	

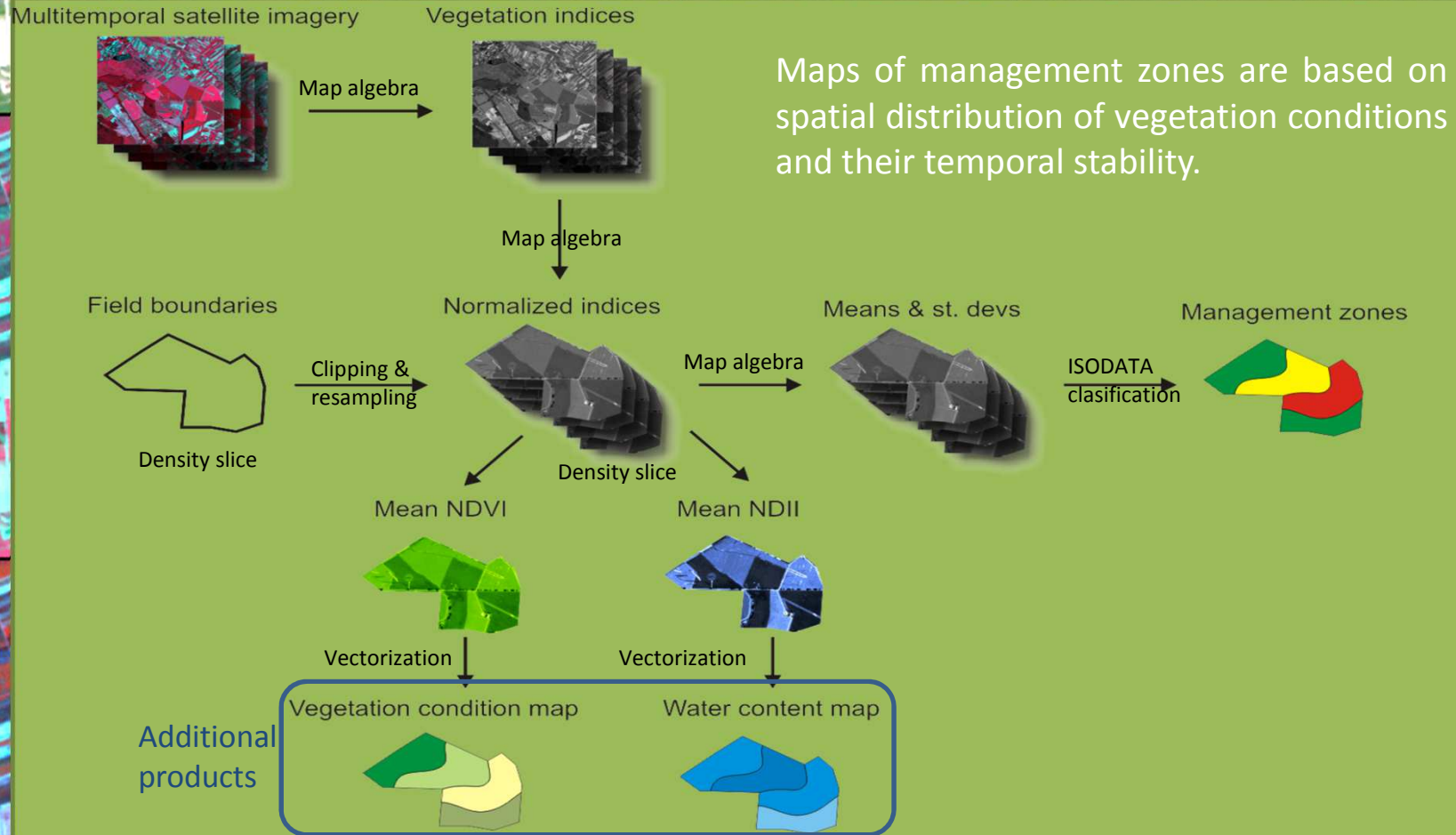
Product development

Numerous approaches to the fusion of datasets and different orders of operations were tested:

- Indices calculation
- Image resampling
- Different sensor images multiplication, addition and averaging
- Different year images multiplication, addition and averaging
- Different index images multiplication, addition and averaging
- Median filtering
- Majority filtering
- Density slicing
- Unsupervised classification
- Image segmentation

Management zones delineation methodology was developed in cooperation with the University of Warsaw and with Warsaw University of Life Sciences. The work was performed in the frame of “HortiSat” PECS project funded by ESA.

Product development



On-line ordering service

HORTISAT STRONA GŁÓWNA O FIRMIE OFERTA CENNIK FAQ KONTAKT

TECHNOLOGIA DLA OGRÓDNICTWA
[Dowiedz się więcej >](#)

Strefy Zarządzania Polem | Wspomaganie Optymalnego Nawadniania

STREFY ZARZĄDZANIA POLEM
 Konsekwentne wyznaczanie stref zarządzania polem oparte jest na analizach satelitarnych, precyzyjnych pomiarach i nowoczesnych rozwiązaniach technologicznych. Dzięki temu jest jako zróżnicowane przystosowane.

ZDJĘCIA SATELITARNE
 Dzięki satelitarnym zdjęciom satelitarnym można uzyskać informacje o warunkach uprawy, stanach gleby, wilgotności, temperaturze, a także o stanie roślin. Dzięki tym zdjęciom można uzyskać informacje o stanie uprawy i o tym, jak najlepiej ją prowadzić.

MAPA KONDYCJI ROŚLINNOŚCI
 Mapa kondycji roślinności to narzędzie, które umożliwia ocenę kondycji uprawy na podstawie danych satelitarnych. Dzięki tej mapie można zobaczyć, które części uprawy są bardziej zdrowe, a które mniej.

MAPA DLA WSZYSTKICH OBSZARÓW POLSKI
 Mapa dla wszystkich obszarów Polski to narzędzie, które umożliwia ocenę kondycji uprawy na podstawie danych satelitarnych. Dzięki tej mapie można zobaczyć, które części uprawy są bardziej zdrowe, a które mniej.

ANALIZA PRZEZ SPECJALISTÓW
 Analiza przez specjalistów to narzędzie, które umożliwia ocenę kondycji uprawy na podstawie danych satelitarnych. Dzięki tej analizie można zobaczyć, które części uprawy są bardziej zdrowe, a które mniej.

WIELE FORMATÓW MAPY
 Dostępne są mapy w wielu formatach, które można wyświetlić na komputerze, tablecie lub telefonie. Dzięki temu można zobaczyć, które części uprawy są bardziej zdrowe, a które mniej.

INTERAKTYWNE NAURZADZENIACH MOBILNYCH
 Interaktywne urządzenia mobilne to narzędzie, które umożliwia ocenę kondycji uprawy na podstawie danych satelitarnych. Dzięki temu można zobaczyć, które części uprawy są bardziej zdrowe, a które mniej.

ZASTOSOWANIA MAPY STREF ZARZĄDZANIA POLEM
 Mapy stref zarządzania polem to narzędzie, które umożliwia ocenę kondycji uprawy na podstawie danych satelitarnych. Dzięki tym mapom można zobaczyć, które części uprawy są bardziej zdrowe, a które mniej.

ZAREJESTRUJ SIĘ W PLATFORMIE
 Aby uzyskać dostęp do platformy, należy zarejestrować się w systemie. Dzięki temu można zobaczyć, które części uprawy są bardziej zdrowe, a które mniej.

HORTISAT Mapa strony Platforma

Wzrost Sp. z o.o.
 ul. Żurawia 22
 00-513 Warszawa, Polska
 T: +48 22 253 7500
 F: +48 22 253 7500
 W: www.hortisat.pl

ces

Management Zones en | pl

Home Add your field Contact

Draw field/area on the map

Additional information

Field name: Field_1

Category: Crop_1

Check of which season would you like to receive data

2012/13 2013/14 2014/15

Add to cart

TECHNOLOGIA DLA ROLNICTWA
[Dowiedz się więcej >](#)

Strefy Zarządzania Polem | Wspomaganie Optymalnego Nawadniania

CENNIK STREFY ZARZĄDZANIA POLEM
 Poniżej prezentujemy ceny za wybrane kategorie w ramach usług. Nasza oferta została ujęta w ramach rocznego abonamentu.

Wielkość powierzchni (ha)					
	0-20 ha	20-50 ha	50-100 ha	100-1000 ha	1
PLN/ha	40	35	30	25	20

ZAREJESTRUJ SIĘ W PLATFORMIE
 Nie czekaj! Zarejestruj się w platformie i skorzystaj z naszych usług. Dzięki temu można zobaczyć, które części uprawy są bardziej zdrowe, a które mniej.

HORTISAT Mapa strony Platforma

Wzrost Sp. z o.o.
 ul. Żurawia 22
 00-513 Warszawa, Polska
 T: +48 22 253 7500
 F: +48 22 253 7500
 W: www.hortisat.pl

ces

HORTISAT STRONA GŁÓWNA O FIRMIE OFERTA CENNIK FAQ KONTAKT

TECHNOLOGIA DLA ROLNICTWA
[Dowiedz się więcej >](#)

INFORMACJE O FIRMIE
 Nasza misja jest świadczenie wysokiej jakości usług geoinformacyjnych opartych na wyjątkowym doświadczeniu i zaawansowanych rozwiązaniach technologicznych.

WIELOLETNIE DOŚWIADCZENIE
 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam velut. Ali quisque et accumsan et justo qui dicitur et ne. Nullam quis risus eget urna mollis ornare vel eu leo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas faucibus mollis interdum.

NAJNOWSZE TECHNOLOGIE GPS
 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam velut. Ali quisque et accumsan et justo qui dicitur et ne. Nullam quis risus eget urna mollis ornare vel eu leo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas faucibus mollis interdum.

GEOINFORMATYKA U PODSTAW DZIAŁAŃ
 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam velut. Ali quisque et accumsan et justo qui dicitur et ne. Nullam quis risus eget urna mollis ornare vel eu leo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas faucibus mollis interdum.

WSPÓLPRACA Z JEDNOSTKAMI NAUKOWYMI
 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam velut. Ali quisque et accumsan et justo qui dicitur et ne. Nullam quis risus eget urna mollis ornare vel eu leo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas faucibus mollis interdum.

HORTISAT Mapa strony Platforma

Wzrost Sp. z o.o.
 ul. Żurawia 22
 00-513 Warszawa, Polska
 T: +48 22 253 7500
 F: +48 22 253 7500
 W: www.hortisat.pl

ces

Examples of MZ Maps delivered to farmers



Bartosz Buszke
Copernicus – the road to economic development
Warszawa, 26-27 February 2015

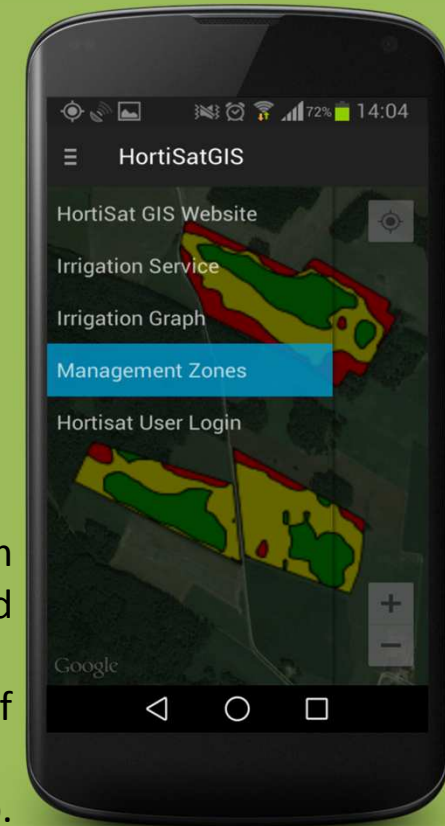
Application of the maps

Maps of management zones can be provided either in the form of a paper map, an electronic file and in the form of an interactive map. They can be displayed in a web browser or on a mobile device. By displaying a map on a smartphone or a tablet, a farmer can locate his position in the field and verify in which zone he currently operates.



Use cases:

- Overview of the spatial variability of a field, especially for medium and large-scale farmers or those who plan to purchase new land parcels;
- Basis for preparing soil sampling strategy: more accurate map of soil conditions with smaller quantity of analysed samples;
- Guidelines for planning variable rate application of inputs (esp. nitrogen fertilizers).



Expectations regarding the Copernicus Programme

- WASAT develops advisory service based on satellite imagery for farmers who irrigate their crops (mostly horticultural growers): evapotranspiration measurements mainly rely on AVHRR data, but much more information on water/moisture conditions are necessary in order to effectively address users' expectations: a soil moisture information based on Sentinel-1 imagery can be a partial solution.
- We look forward to deriving specific products from Sentinel-2 imagery that can be useful for crop monitoring, and, consequently, for variable rate application of inputs.
- Sentinel Collaborative Ground Segment site in Poland would certainly facilitate an access to Sentinel data.

Bartosz Buszke

Copernicus – the road to economic development
Warszawa, 26-27 February 2015





Thank you for your attention.



bartosz.buszke@wasat.pl

Tel: +48 600 253 700

www.wasat.pl



Copernicus – the road to economic development
Warszawa, 26-27 February 2015

