

PRECIZNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ

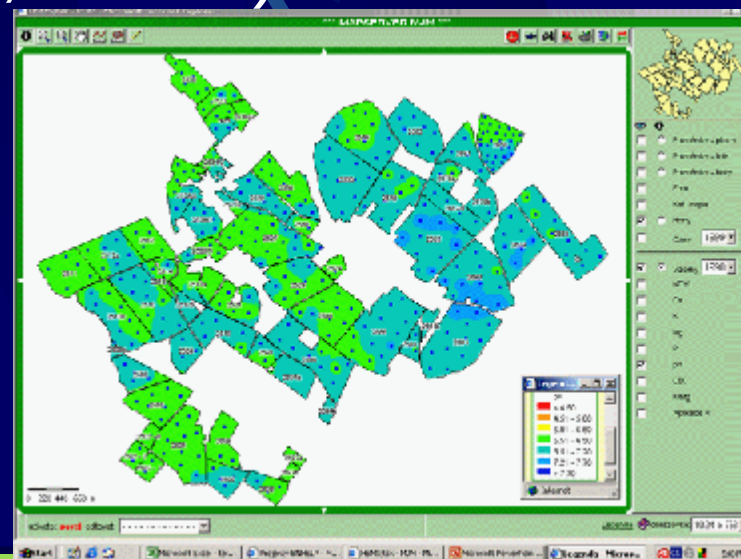
Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Ústav agrochemie a výživy rostlin



Precizní zemědělství



1. Charakteristika PZ
2. Systémy PZ
3. Lokalizace polohy (GPS, DGPS)
4. Sběr dat
 - ┆ Dálkový průzkum
 - ┆ Monitoring výnosů
 - ┆ Odběr půdních vzorků
5. Variabilní aplikace
6. Zkušenosti (USA, ČR)



Precizní zemědělství

- jeho cílem je „usměrňovat vstupy a technologie v závislosti na lokálních podmínkách v rámci pole tak, aby bylo možné vykonat správný zásah na správném místě ve správném čase a správným způsobem“ (ASAE)
- **lokálně cílené zemědělství**



Precizní zemědělství



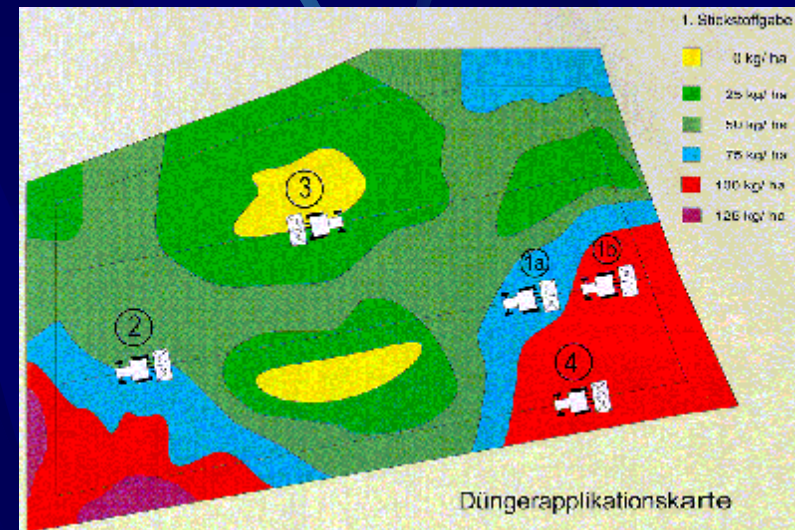
(Precision Agriculture, Precision Farming)

- ne zcela přesný, ale **mezinárodně ujednocený název pro nové směry popisované** v anglické literatuře pod názvy: *Computer Aided Farming, Spatially Variable Agricultural Production Systems, Soil Specific Crop Management, Site Specific Agriculture, Site Specific Management, Site Specific Farming, Intelligent Farming, Soil Specific Farming, Local Resource Management, Precise Nutrient Management, Advanced Farming Systems, Precision Crop Management, Farming by Soil, Farming by Soil – Not Field, Farming by the Foot, Spatially Perspective Farming, Farming by Satellite, High-tech Sustainable Agriculture* atd.

Precizní zemědělství



- další ze **systemů hospodaření**, vedle tzv. klasických (konvenčních, ekologických, organických nebo integrovaných)
- liší se **diferencovaným přístupem k dílčí částem pozemku** a využíváním moderní techniky (informační technologie, moderní zemědělská technika)
- optimalizací vstupů (výsevky, dávky hnojiv, dávky pesticidů, ...) lze docílit **ekonomičtějšího i ekologičtějšího** hospodaření
- vyžaduje rozdělit pozemky na **zóny s relativně homogenním obhospodařováním** (tzv. management zóny)

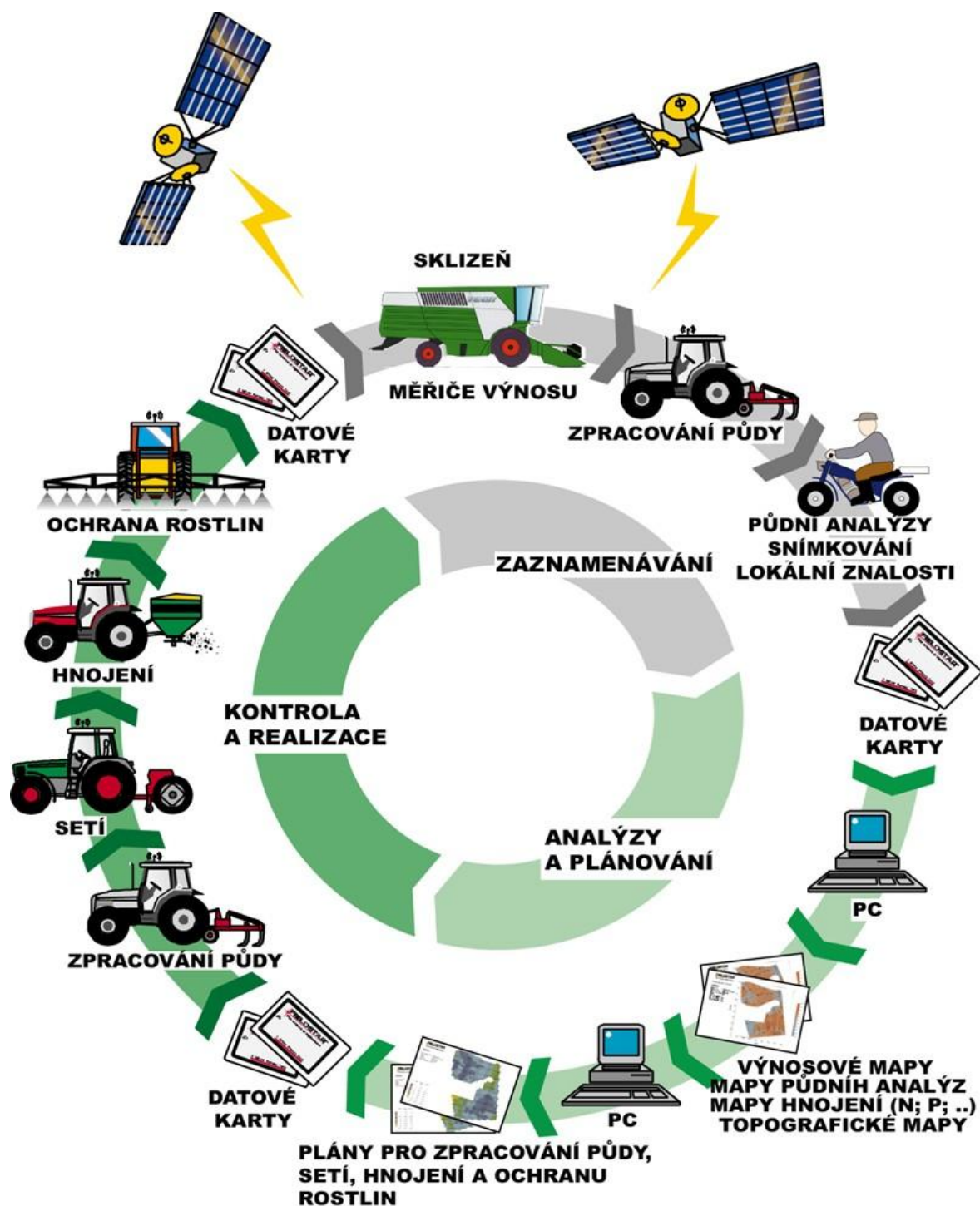


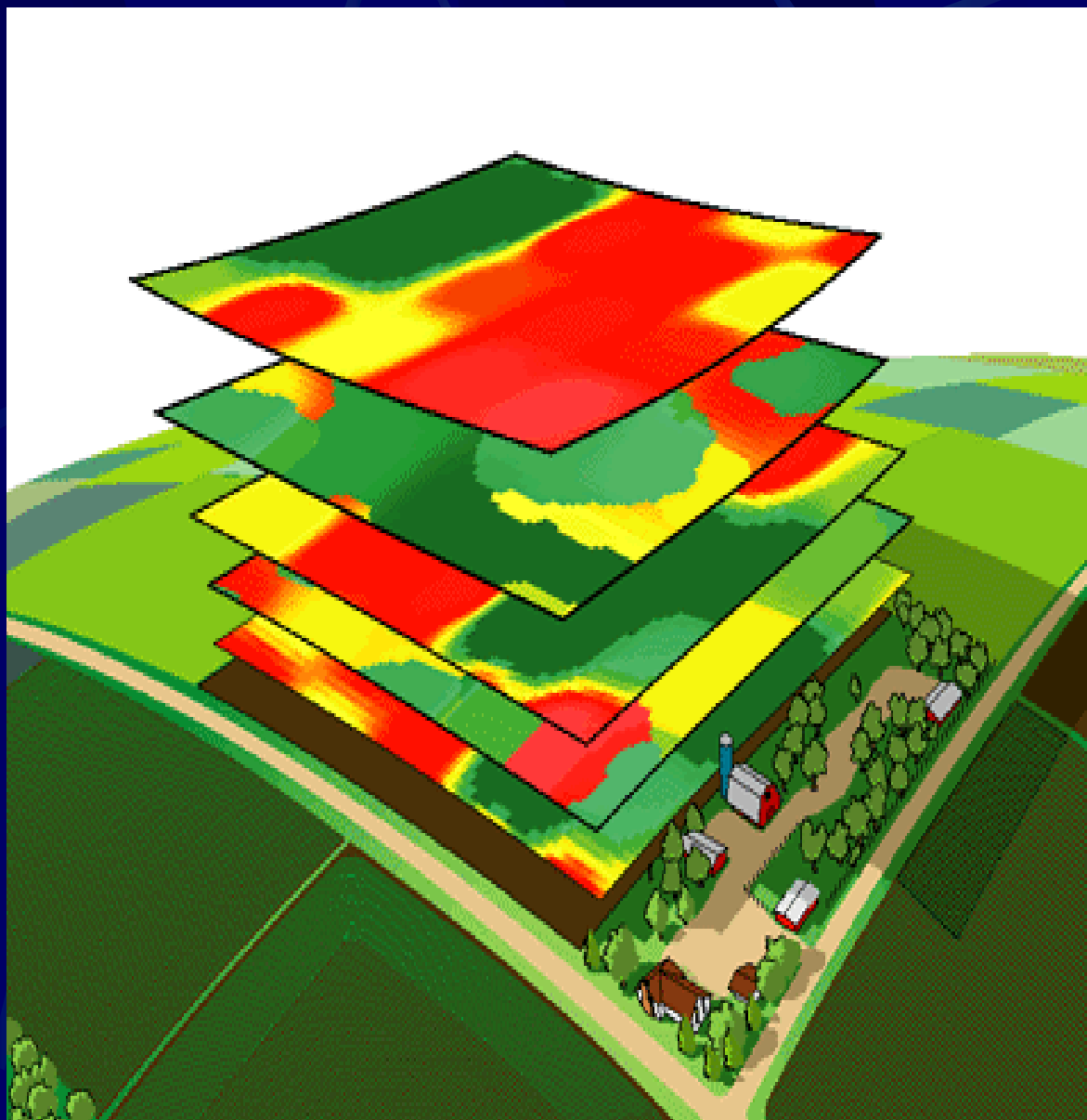
Historie



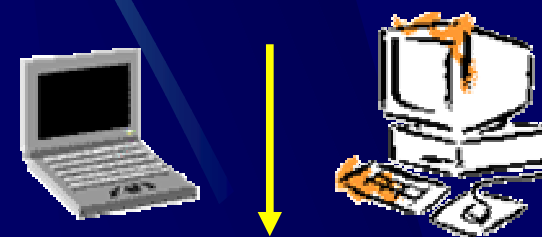
- hospodaření přizpůsobené lokálně specifickým podmínkám na poli **není zcela novým principem** – běžně dříve prováděno na malých pozemcích, se zvětšující se výměrou však klesala možnost identifikace a zohlednění různorodosti podmínek
- první komerční postřikovač s variabilní aplikací – 1985 v USA
- zavedení lokalizace polohy v zemědělství pomocí GPS – 1992
- první firmy – počátek 90.let – konsorcia výrobců mechanizace, elektroniky a SW ve spojení s výzkumnými ústavy, univerzitami a poradenskými firmami – dnes několik systémů (Field Star, Soilection, Green Star, Hydro, AFS ...)

„Kruh“ precizního zemědělství





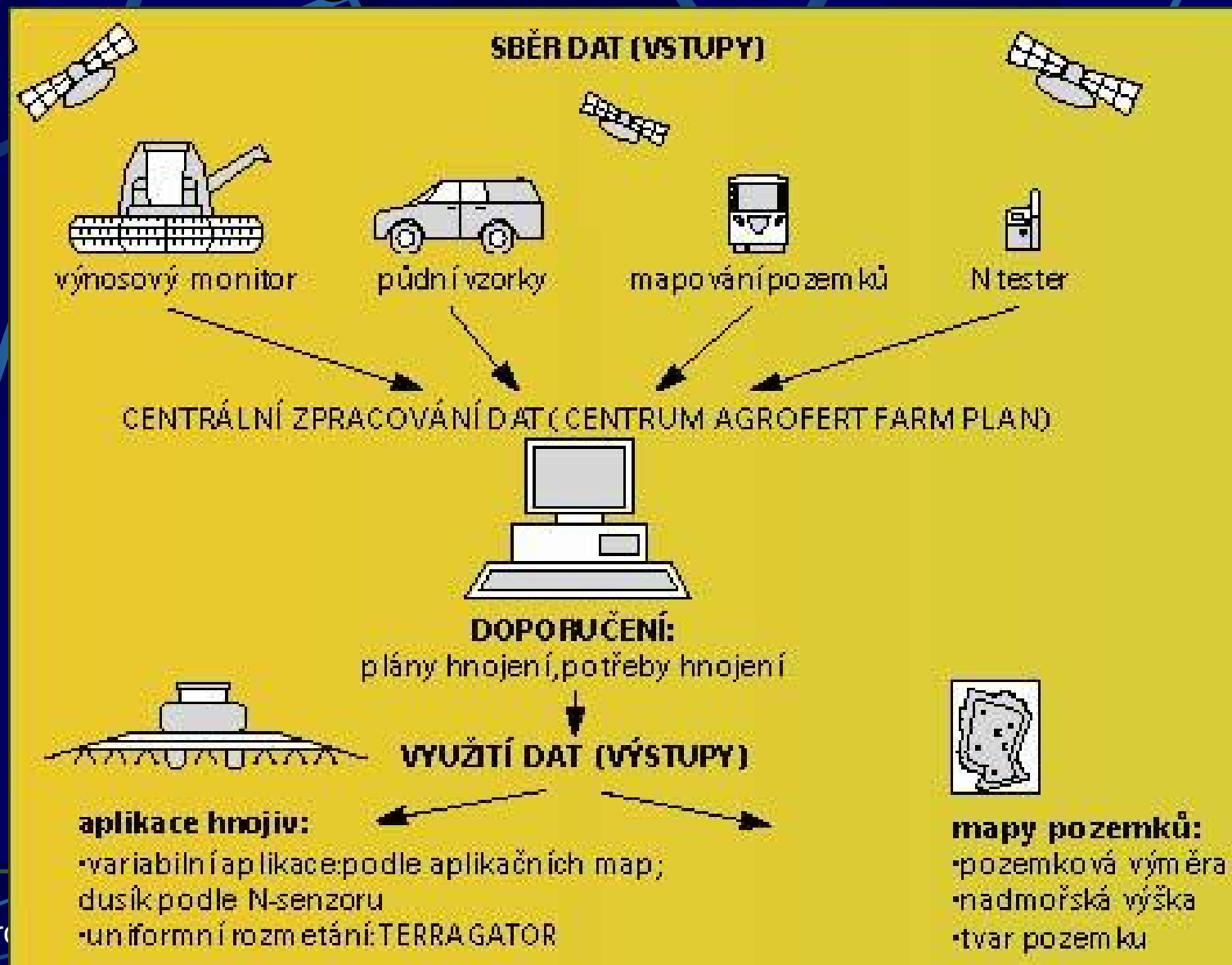
výnosová mapa
+
mapa zásobenosti živin
+
topografická mapa
+
půdní mapa
+
zkušenost farmáře
+
výpočetní technika



aplikační mapa



System precizního hospodaření Agrofert Farm Plan



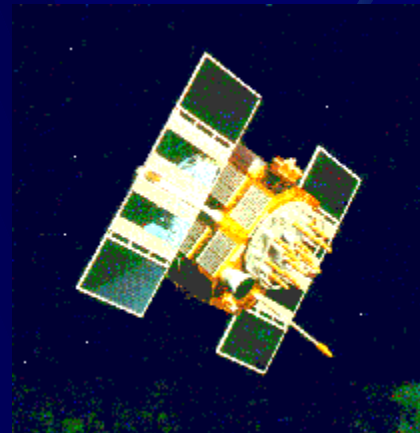
Systémy precizního zemědělství

- **Sběr dat** – snímání vlastností půdy a porostů
 - | hranice pozemků, obsah živin v půdě, půdní reakce, obsah organické hmoty v půdě, výskyt plevelů, chorob, výnosy plodin
- **Zpracování, analýza a interpretace dat**
 - mapování a analýza prostorově proměnlivých dat
 - | využívání modelů a softwarových systémů
- **Aplikační operace** – precizní operace a aplikace vstupů
 - | variabilní výsevek, hnojení, ochrana ...
- **Lokalizace polohy**
 - využití systému GPS
 - | nutné pro přesnost předešlých systémů



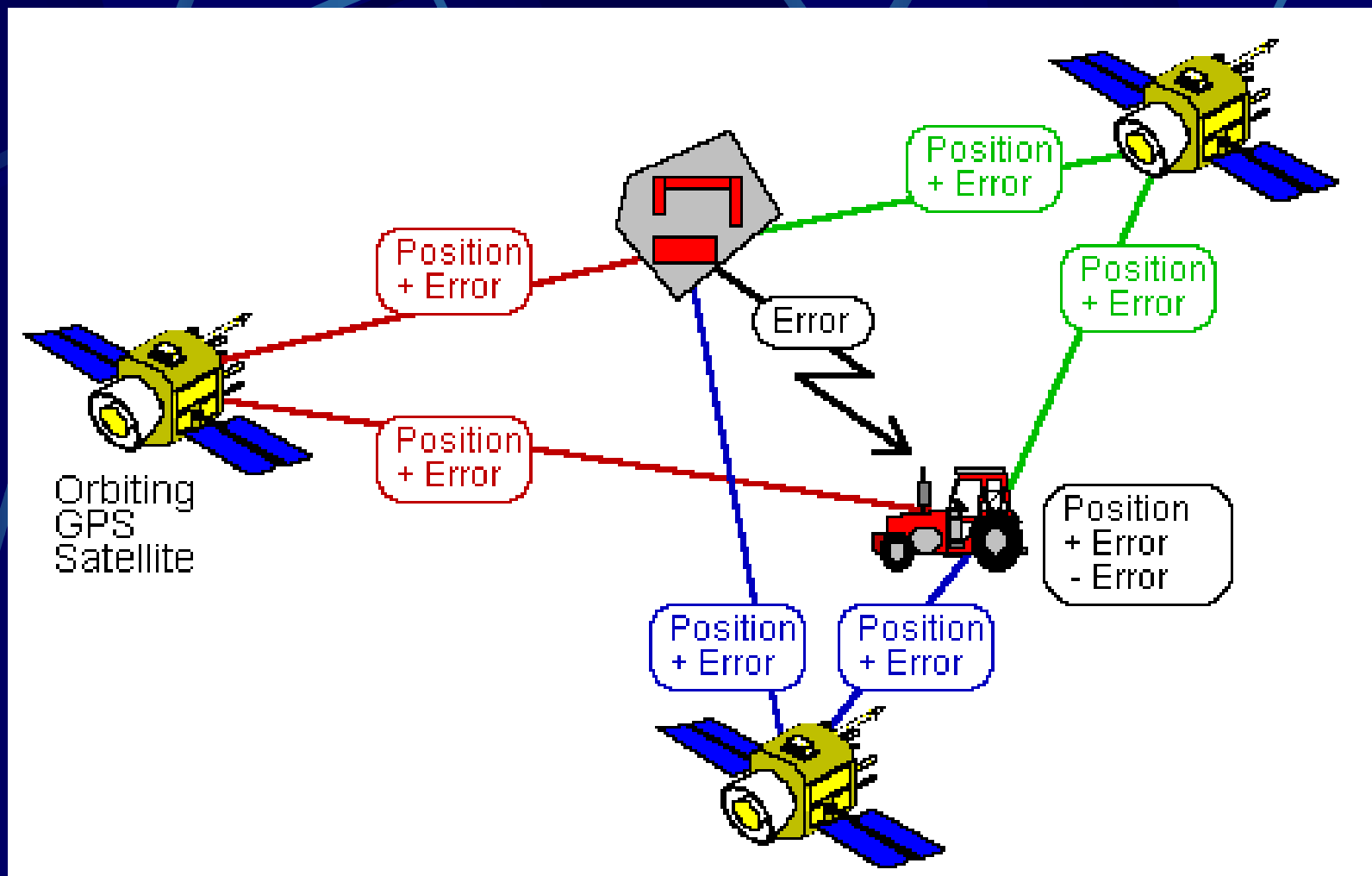


Lokalizace polohy

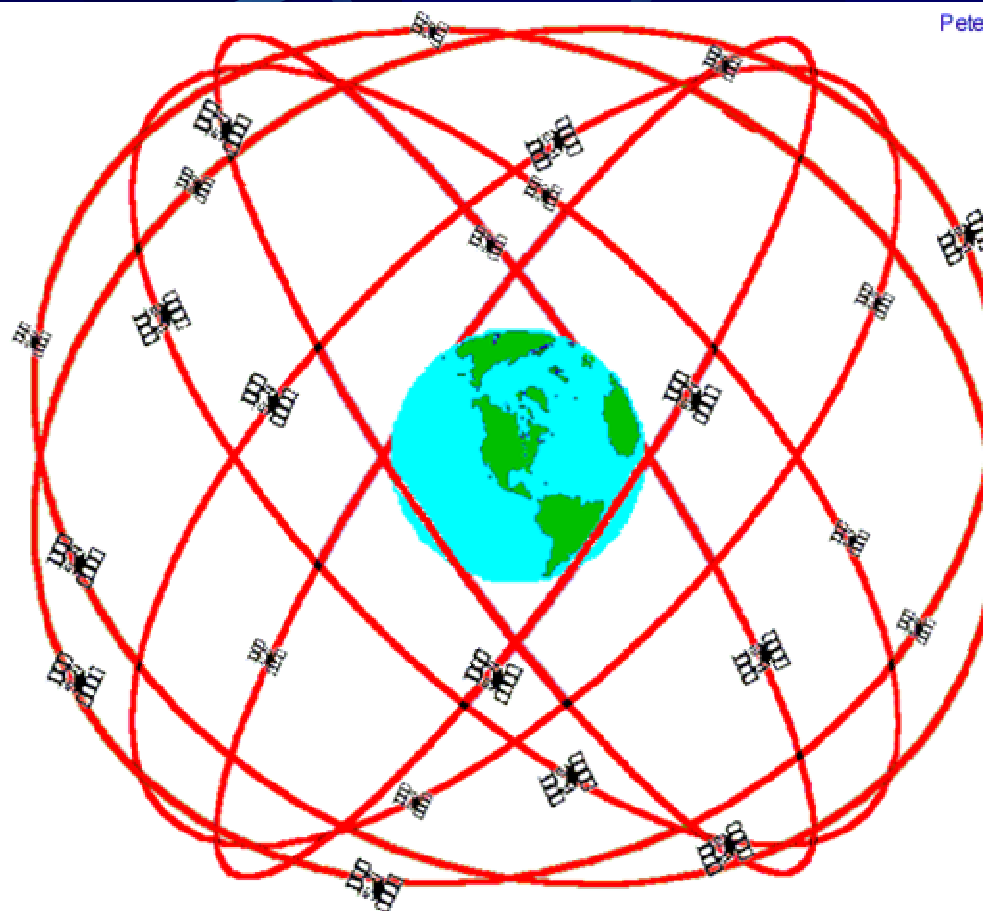
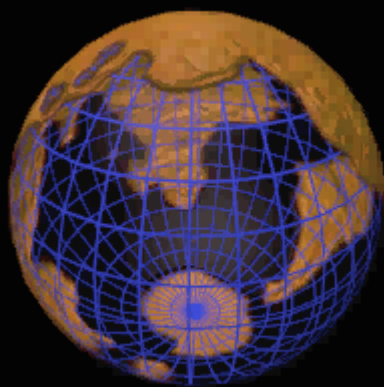


- **GPS (Global Positioning System)** – původně pro vojenské účely
– **záměrně zatížen chybou 50-100 m (do 1.5.2000)**
 - záměrné zkreslování – systémem Selective Availability (Pentagon USA)
- **DGPS (Diferential Global Positioning System)** – vedle signálu GPS je přijímán i signál z pozemní stanice (*zná svoji polohu a dovede rozpoznat chybu*) – **přesnost 1-2m**
 - *pozemní stanice:*
 - Poděbrady (pro zemědělství nevhodné vysílací časy),
 - světová síť RACAL – drahé (22 000 Kč/rok)
 - nejlepší využití do 50 km od stanice, okolo 500 km ztrácí smysl

Schéma navigace DGPS



Oběžné dráhy družic



Peter H. Dana 9/22/98

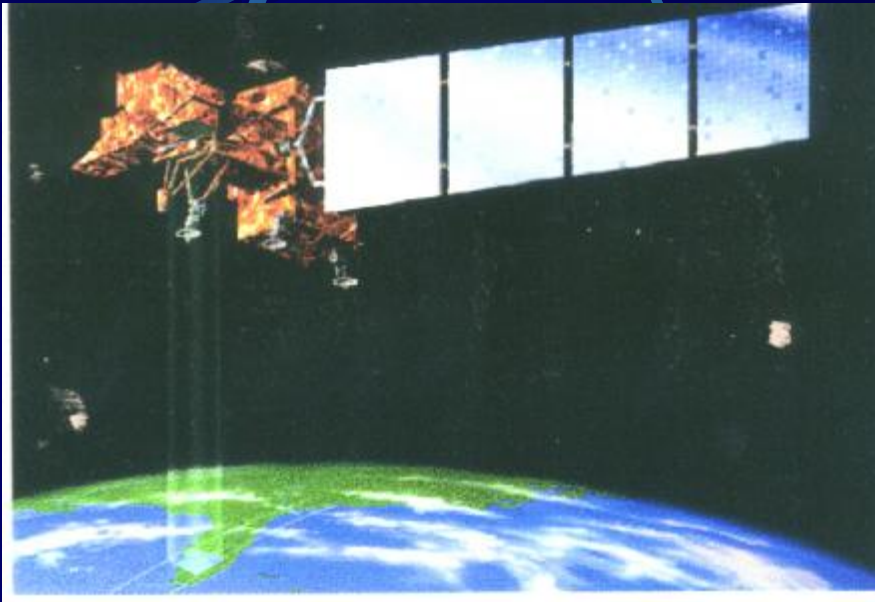
Schéma GPS navigace

24 družic v 6 oběžných drahách

výška 20 200 km, sklon 55 stupňů k rovníku

NASA SATELLITES

Earth Observing System EOS AM 1

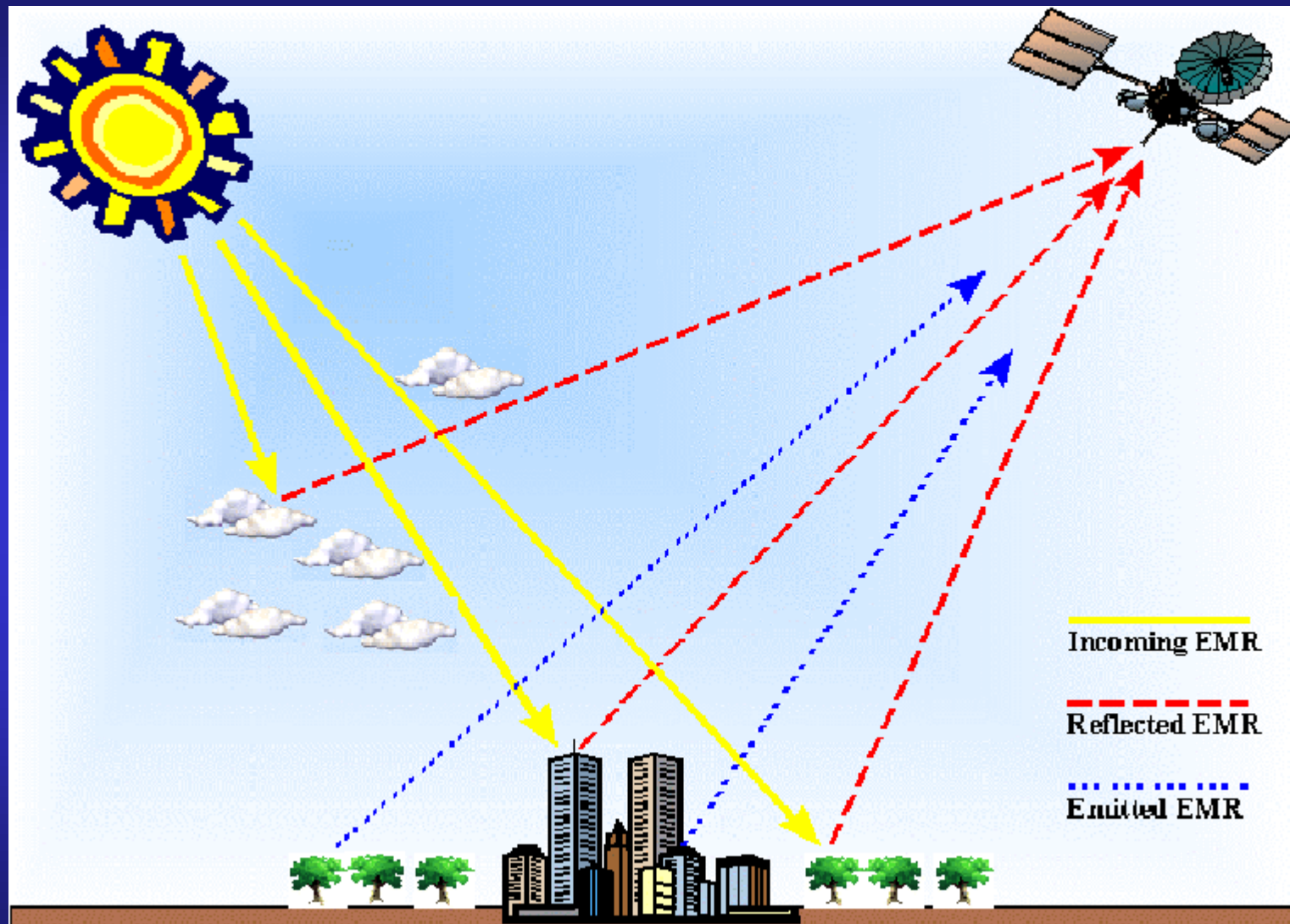


LANDSAT 7



[HTTP://IMAGERS.GSFC.NASA.GOV/TEACHERSITE/SATELITE.HTML](http://IMAGERS.GSFC.NASA.GOV/TEACHERSITE/SATELITE.HTML)

How Remote Sensing Works



Source: Copyright © 1998 USC Remote Sensing Lab and the Board of Trustees of the University of South Carolina <http://www.cla.sc.edu/geog/rslab/>

Sběr dat

snímání a mapování
vlastností půd a porostů ve
spojení s lokalizací polohy



1. **Dálkové snímání** (*satelity, letadla, ultralehká letadla*)
 - v USA již značně komercializováno
 - důležitá rychlost vyhodnocení zvláště pro ochranu rostlin
2. **Snímání během polních operací** (*měření výnosů; optická a ultrazvuková dokumentace včetně vizuálního sledování ohnisek plevelů, chorob a škůdců; měření půdních vlastností*)
 - ┆ *Hydro Precise, měrný odpor půdy – vlhkost, utužení, pH senzor*
3. **Snímání vzorkováním** (*odběr půdních vzorků*)



Dálkový průzkum

● satelitní snímkování

- | **aktivní** – vysílaný signál se srovnává se zpět přijatým signálem
- | **pasivní** – přijímá se energie odraženého slunečního záření

● letecké snímkování

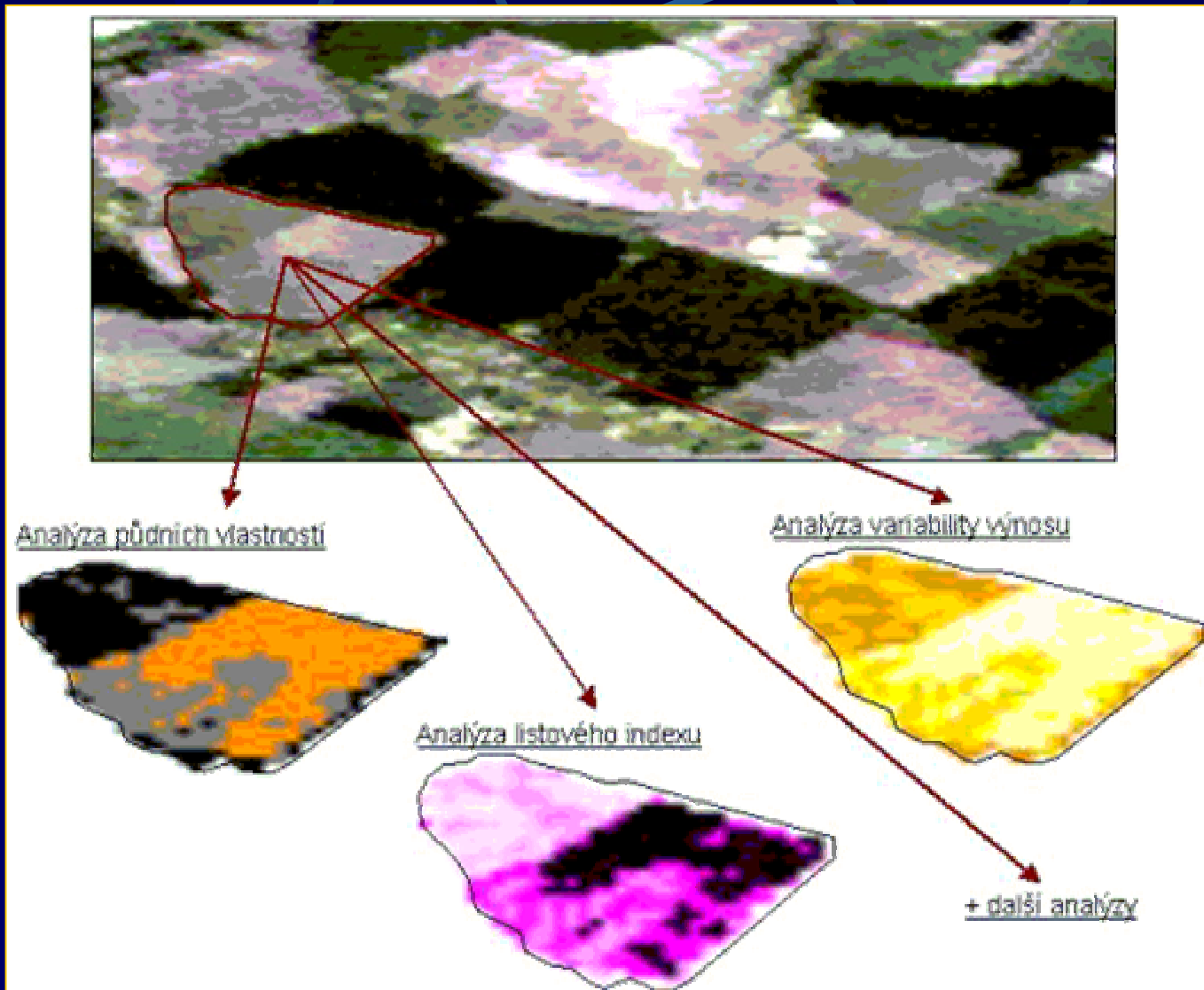
- | **pozemky bez vegetace** – určení půdního druhu a typu, tepelného a vláhového režimu, ...
- | **pozemky s vegetací** - determinace kvality porostu
- při dozrávání – určení výnosu

● **výhoda:** vysoké rozlišení (detailnost) snímků

● **nevýhoda:**

- | vysoká cena získaných dat
- | velká časová prodleva mezi měřením a získáváním dat
- | silná závislost kvality dat na počasí

Dálkový průzkum



U nás využíváno:

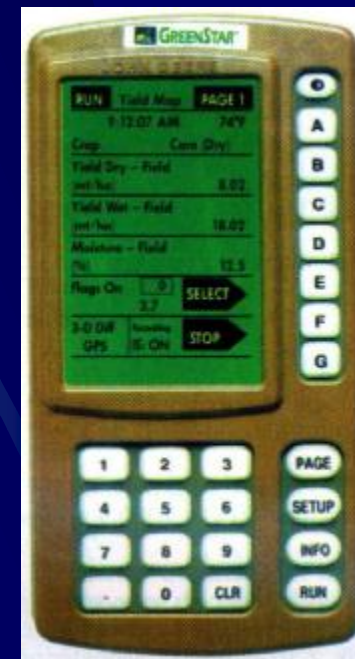
- listový index pro obilniny
- stanovení půdních podmínek z hlediska vláhových poměrů
- předpoklad výnosu pro obilniny

(MJM Litovel)



Monitoring výnosů

- měření průtoku zrna ve vynášecím dopravníku pomocí tenzometrického a kapacitního čidla
 - | současně se měří vlhkost – výsledek v sušině
 - | 150-500 měření z 1 ha
- rozšířeno pro zrniny (*existují prototypy pro sklizeň brambor, řepy, píce*)
- při srovnání se vzorkováním pozemků odpadají náklady na analýzy půd dopočítávání neměřených bodů



Monitoring výnosů



monitor výnosu LH 565



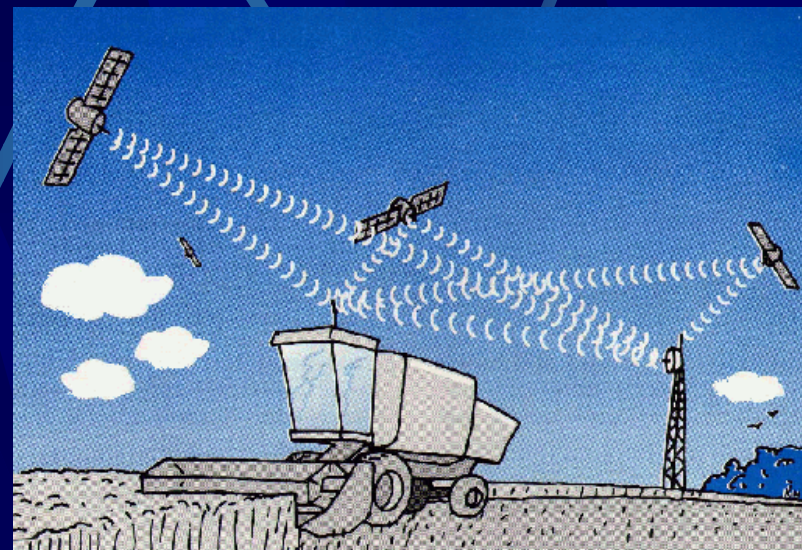
čidlo průtoku
zrna a vlhkosti



Monitory výnosů

Západní Evropa

● Velká Británie	400
● Dánsko	400
● Německo	150
● Švédsko	150
● Francie	50
● Holandsko	6
● Belgie	5



Zdroj: Stafford, 2000

Monitory výnosů

Latinská Amerika (2002)

● Argentina	560
● Brazílie	100
● Uruguay	12
● Čile	4

Austrálie

● Západní Austr.	800
	500

Afrika

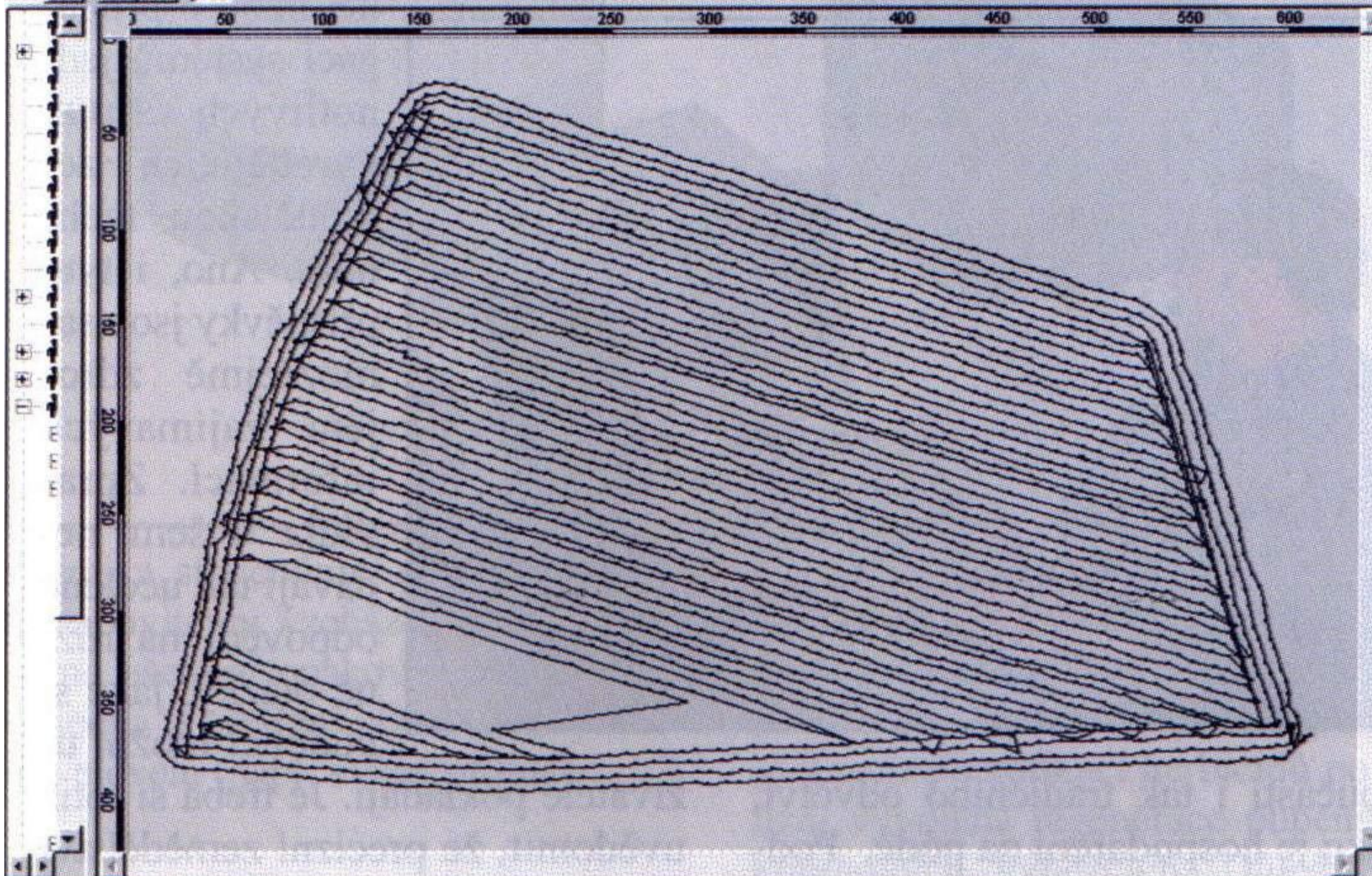
● Jihoafrická rep.	15
--------------------	----

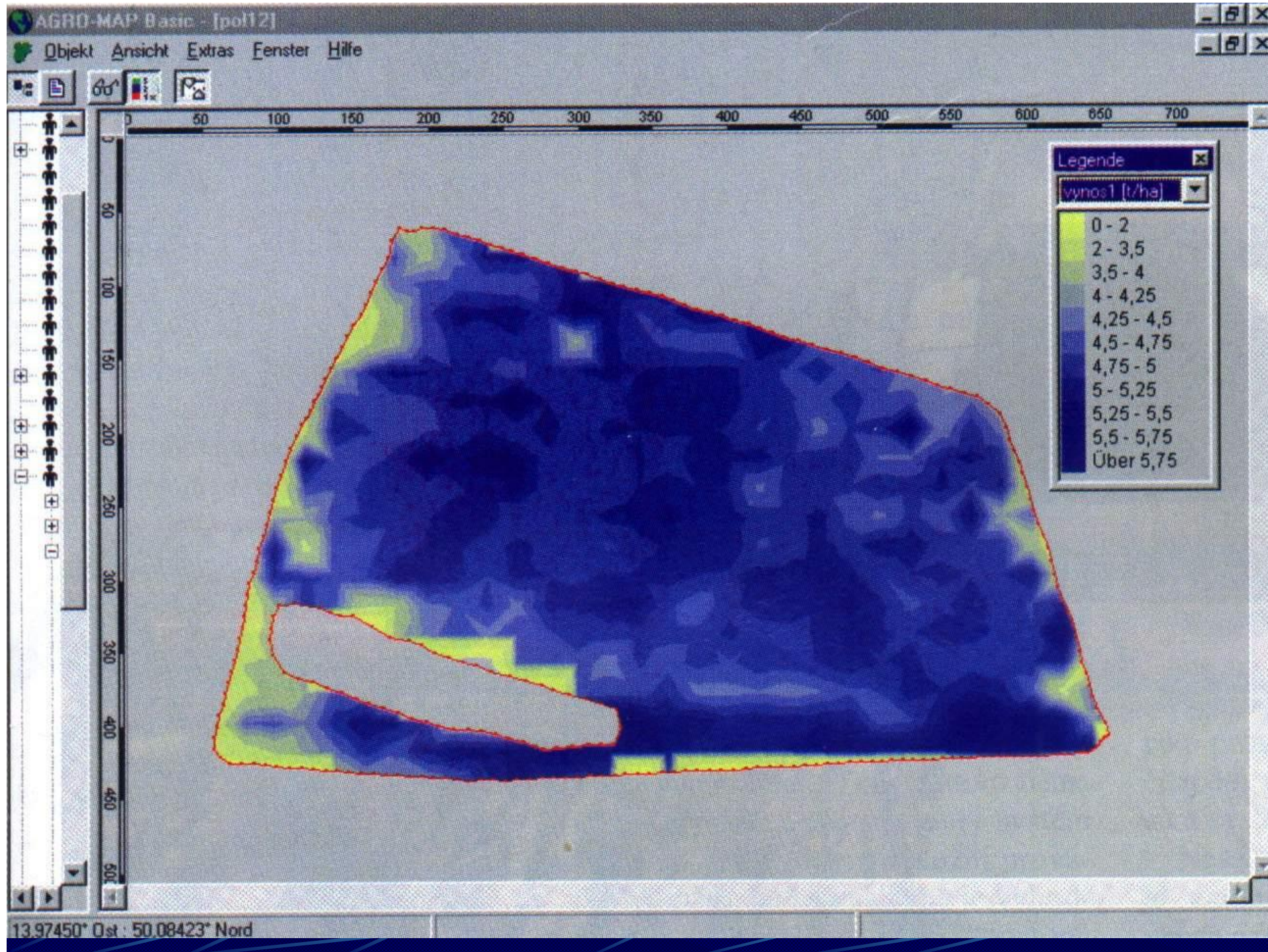


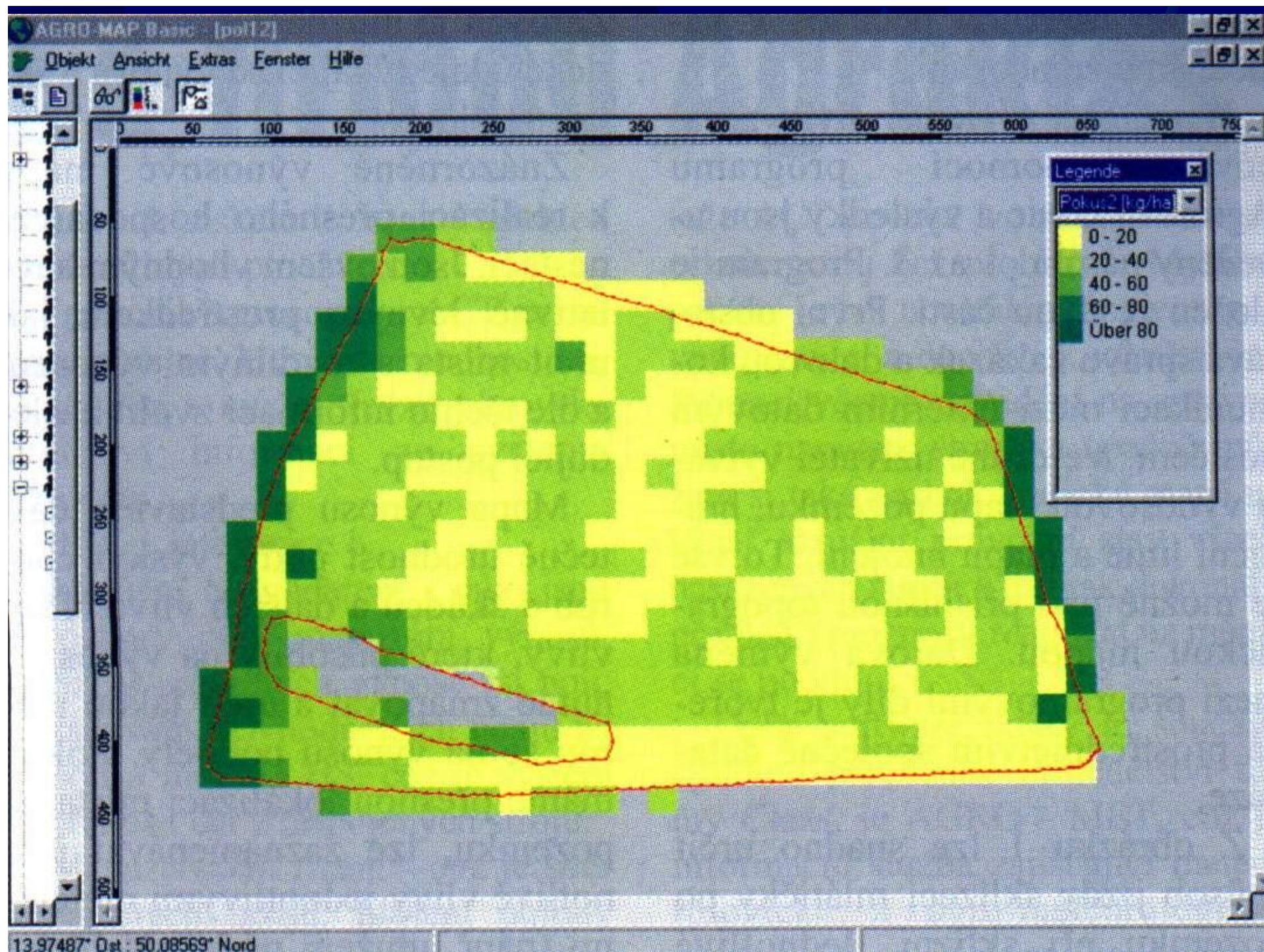
Výnosové mapy

- **výstupem monitorování výnosů**
- třeba vytvářet **více let** – pak využitelná při agronomickém rozhodování o variabilním přístupu k pozemkům (*aplikace hnojiv, pesticidů, ...*)









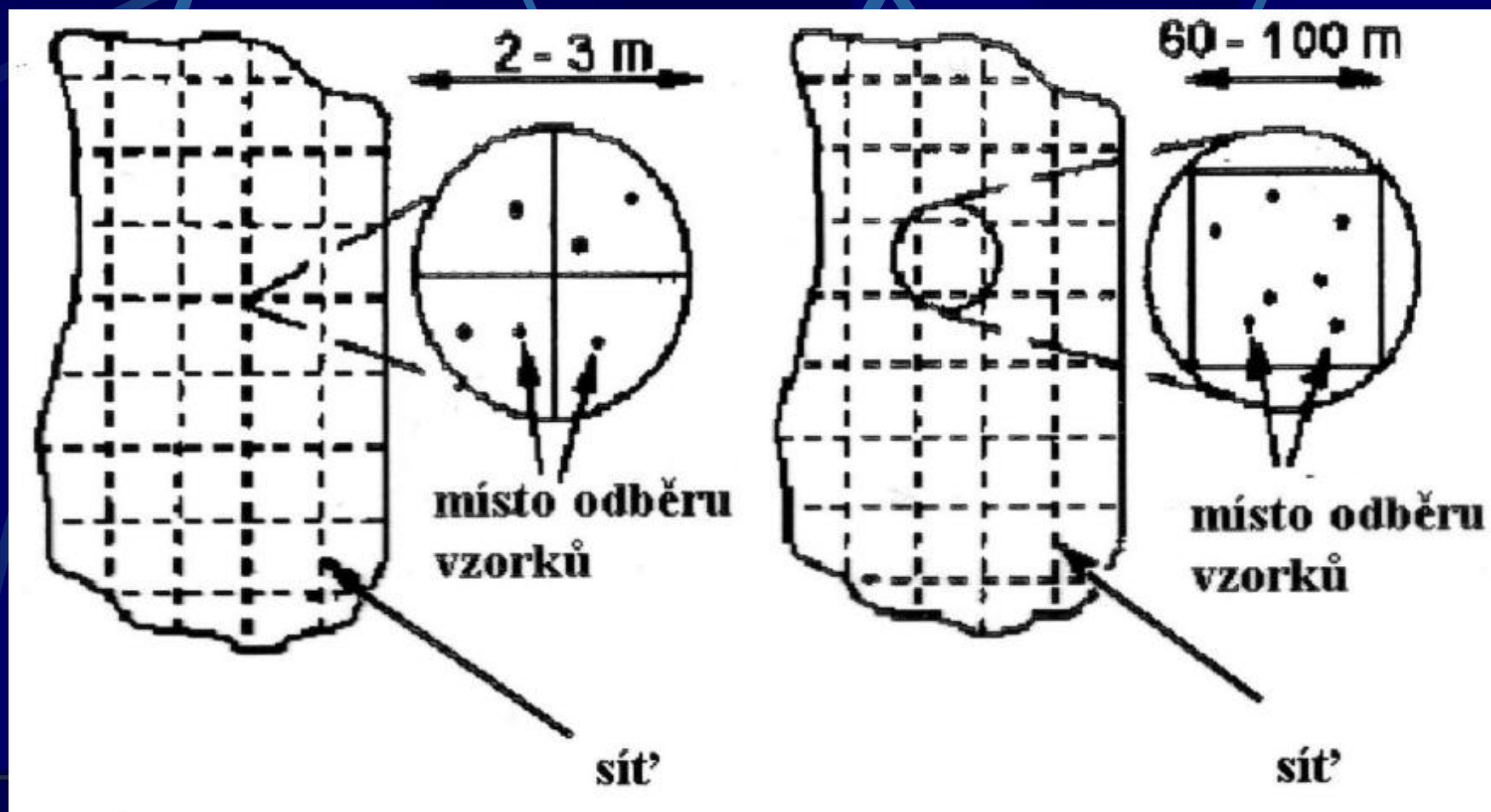
Vzorkování půd

Bodový odběr

(s interpolací mezi body)

Plošný odběr

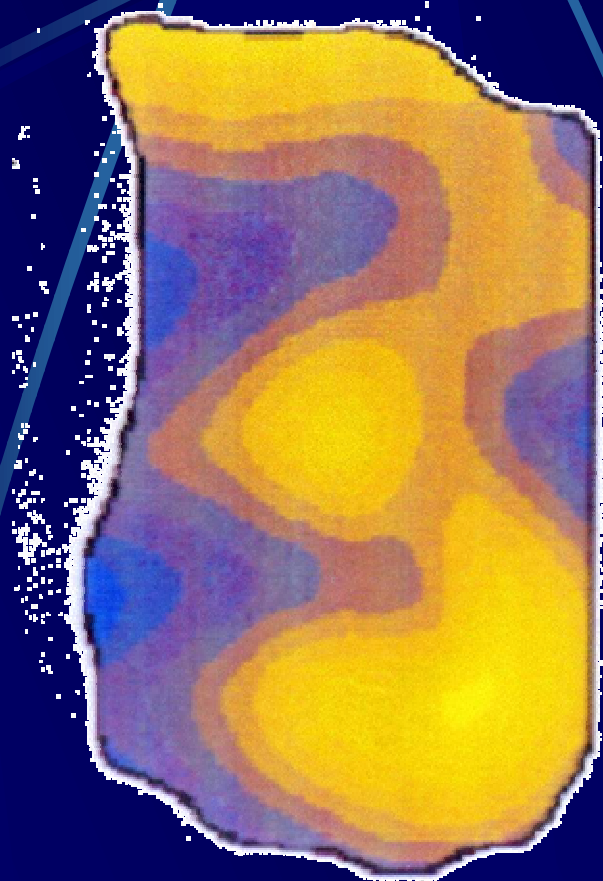
(průměrný obsah na určité ploše)



Vzorkování půd - mapy

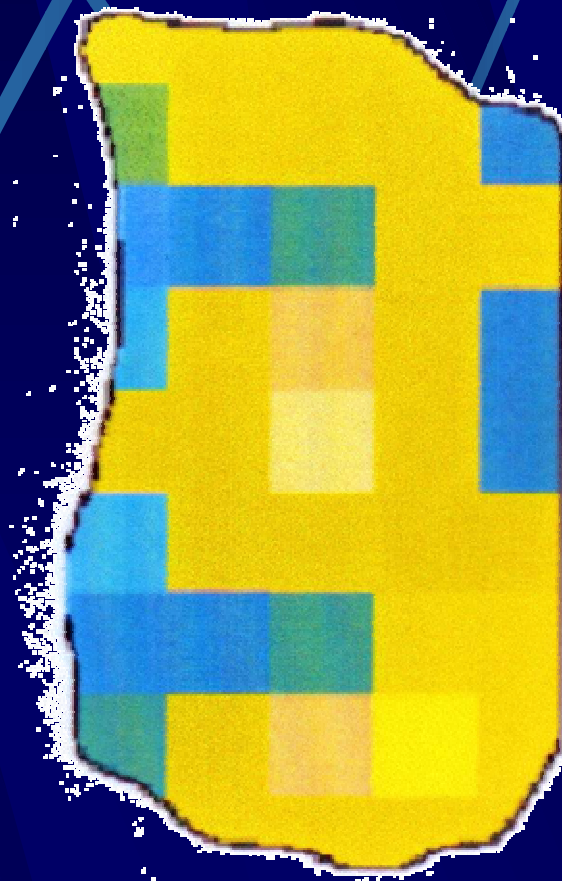
Bodový odběr

(s interpolací mezi body)



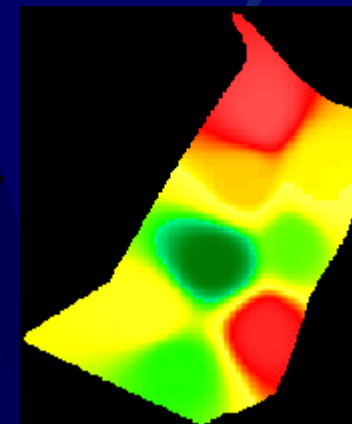
Plošný odběr

(průměrný obsah na určité ploše)





Vzorkování půd - mapy



- **Bodové vzorkování**

- | získaná mapa se více blíží skutečnosti
- | k dopočtu hodnot mezi vzorkovanými body – různé interpolační metody – nejužívanější – kriging

- **Plošné vzorkování**

- | při velké zvolené ploše – časová náročnost a nesprávné odlišení lokalit s různou úrovní sledovaného faktoru

- **Mapy se někdy doplňují izočarami**

- | lepší vizuální posouzení variability podle velikosti honu, tvaru a uspořádání jednotlivých ploch stejné úrovně

Vzorkování půd

● kritickým parametrem – **hustota vzorkování**

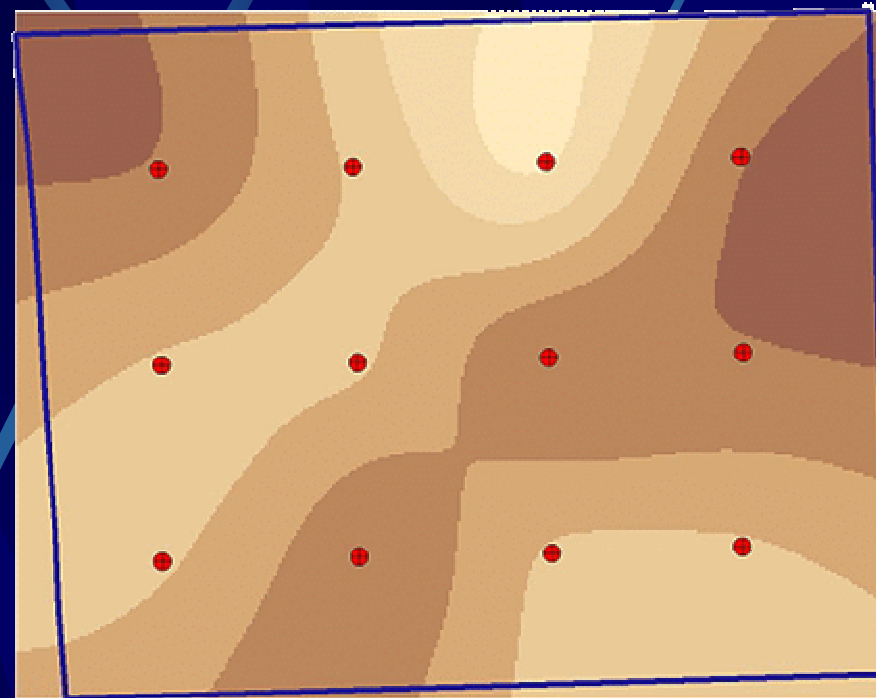
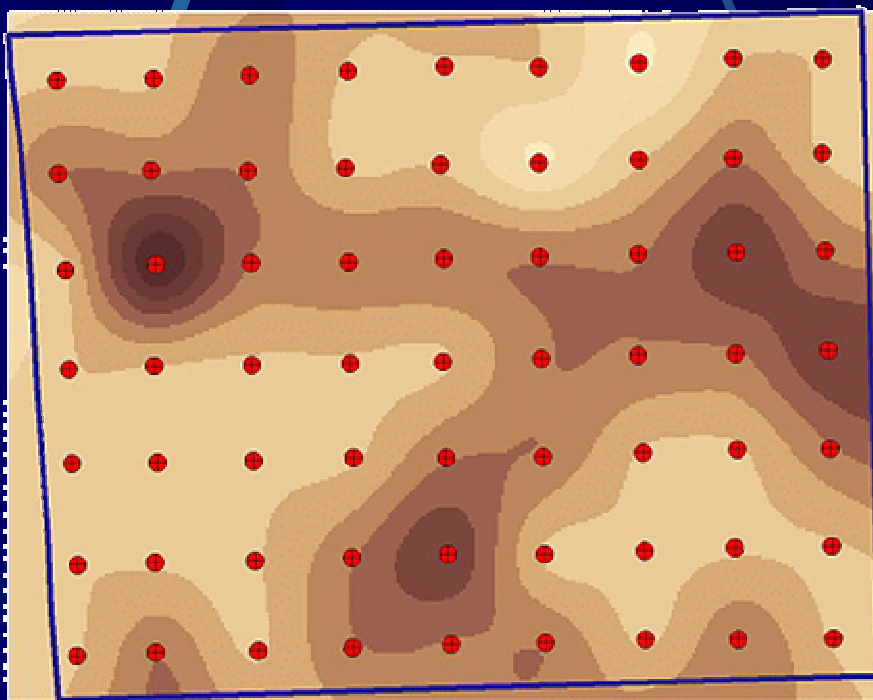
- se zvyšující se hustotou klesá variabilita mezi sousedními vzorky
- jako optimální je doporučována síť 100 x 100 m (1 ha) – podle literatury i firmy Ag-Chem Equipment (systém *Soilection* – MJM)
- dnes se hledají nové cesty – pozemek nemusí být rozdělen na pravidelnou síť – hustotu vzorkování na pozemku lze měnit podle variability sledovaného faktoru



Vzorkování půd – hustota sítě

Obsah organické hmoty

50 x 50 m

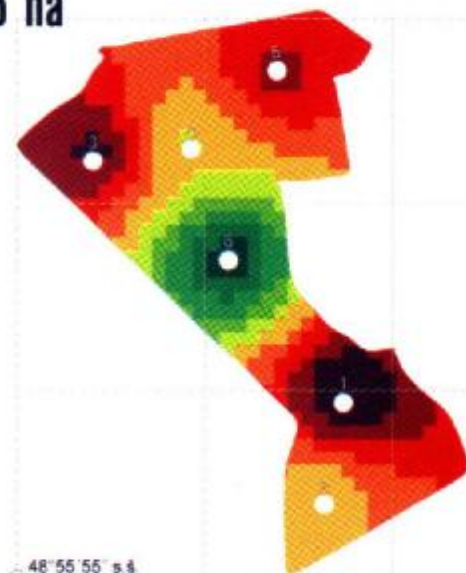


250 x 250 m

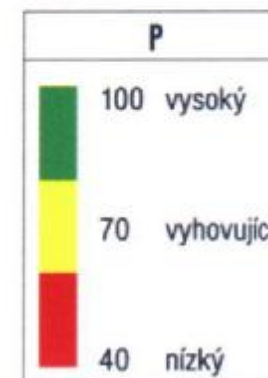
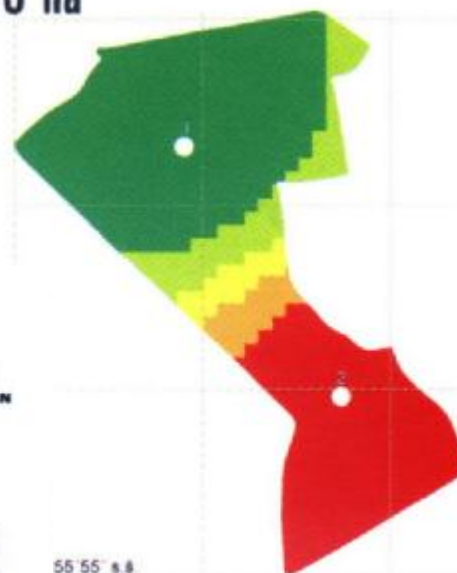
Vzorkování půd – hustota sítě

Obsah fosforu

1 vzorek z 5 ha



1 vzorek z 10 ha

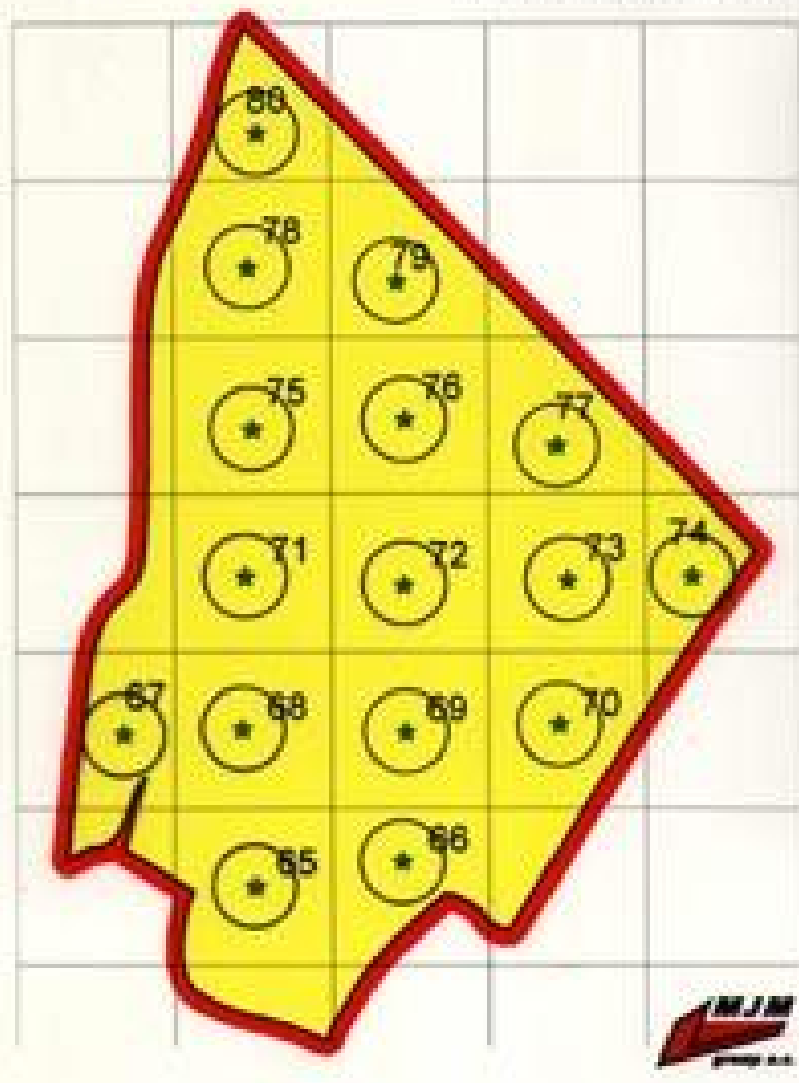


SCHEMA ODBĚRU VZORKŮ

Výměra: 48,69 ha

Hustota odběru: 3 ha

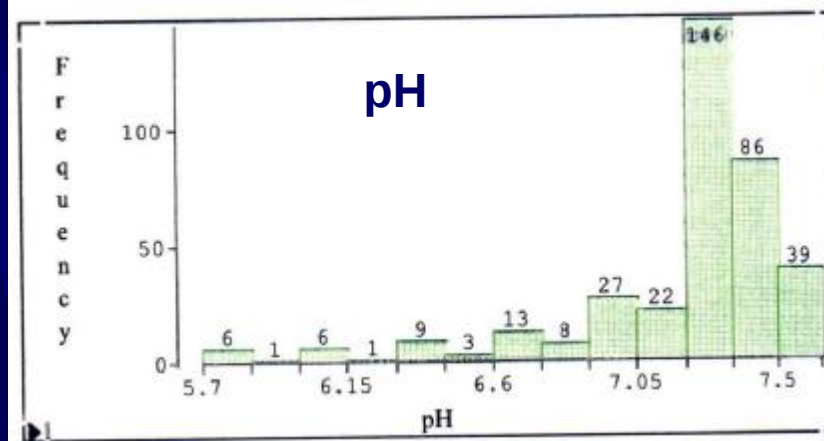
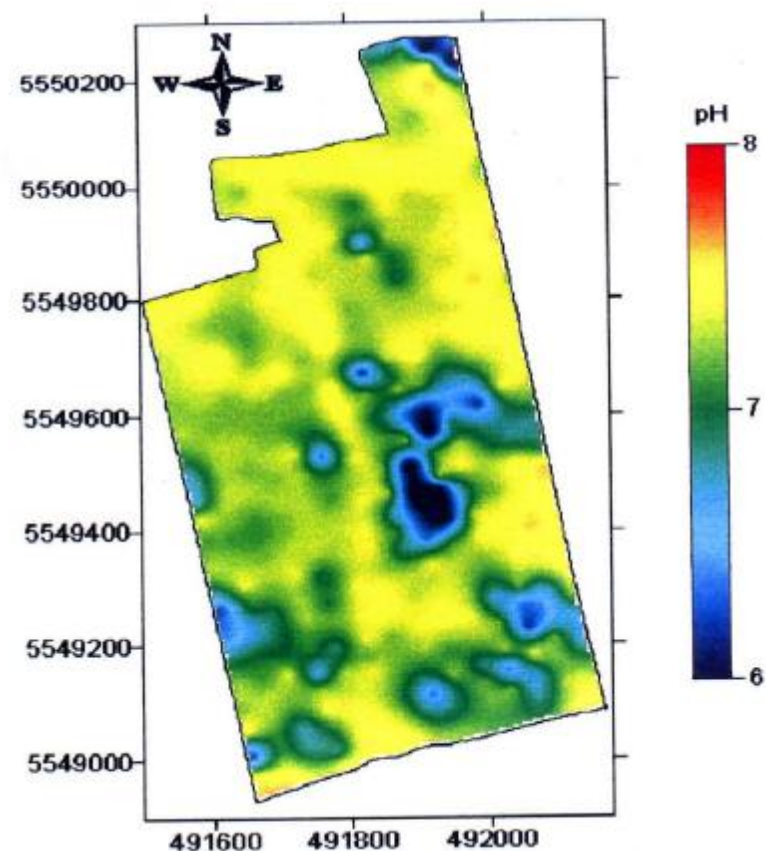
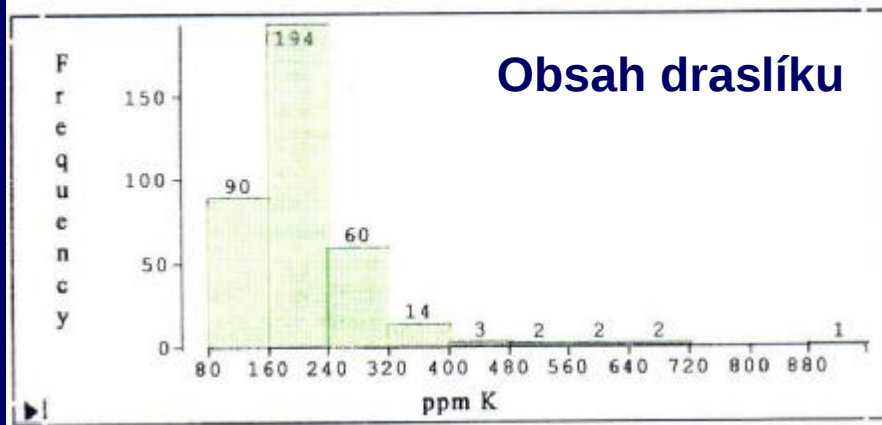
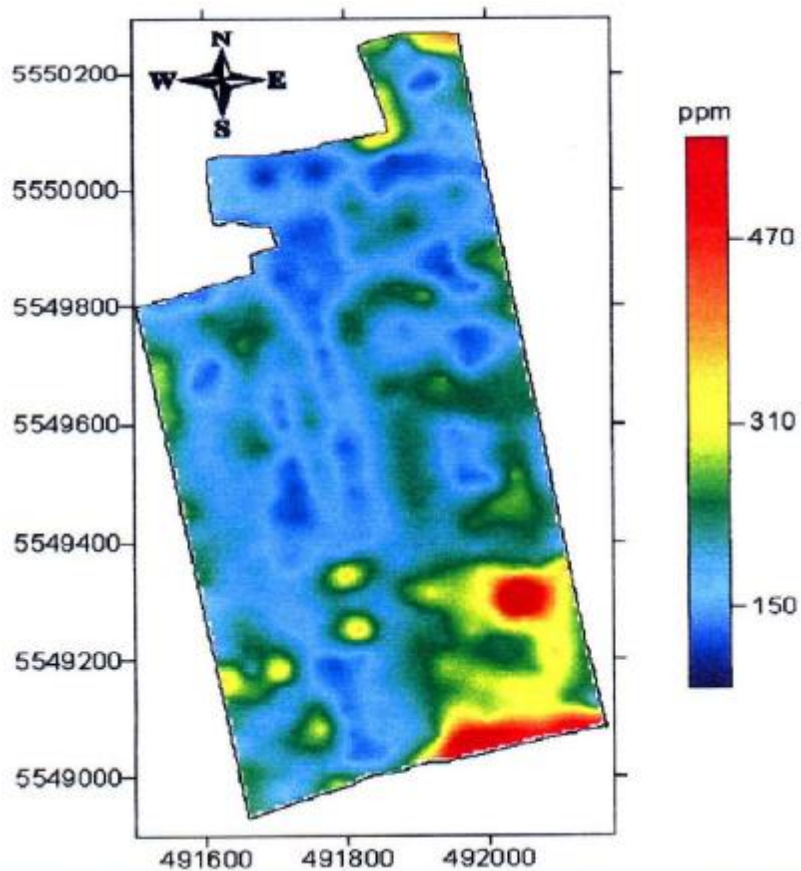
Poloměr odběru: 45 m



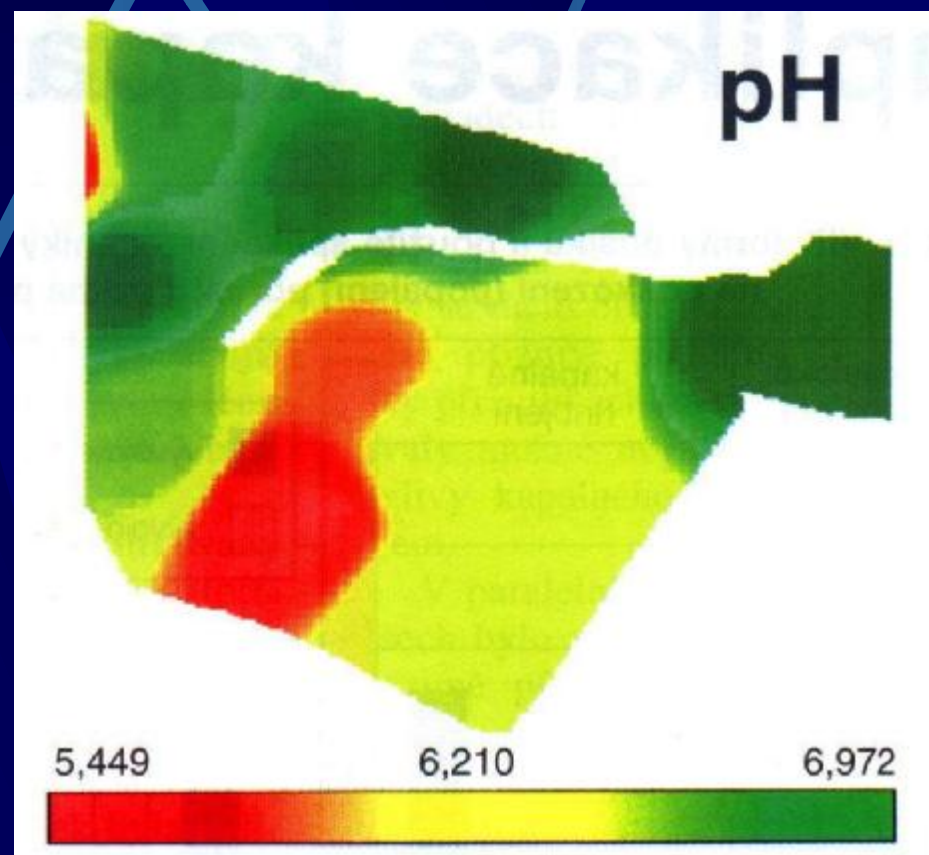
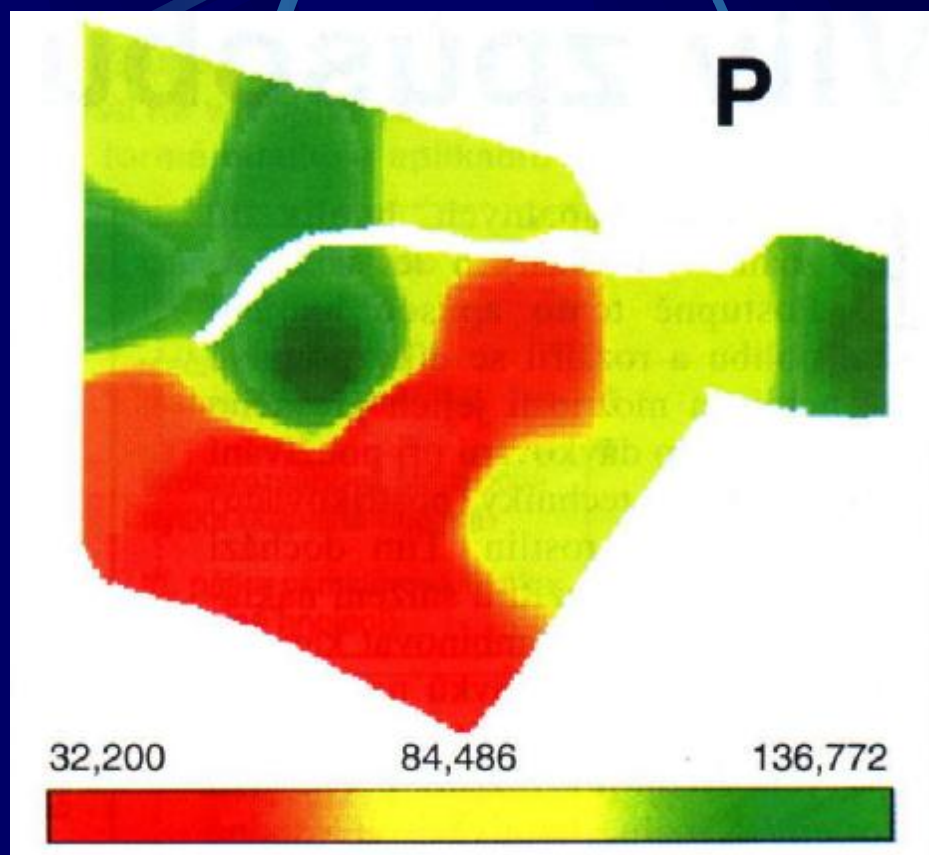
Vzorkování půd

- Hustota odběru: 3 ha
- Poloměr odběru: 45 m
- Každý vzorek se skládá z 20-25 dílčích vzorků
- Běžná stanovení: P, K, Mg, Ca, pH, CEC
- Další možná stanovení: S, organická hmota, mikroelementy atd.

(MJM Litovel)

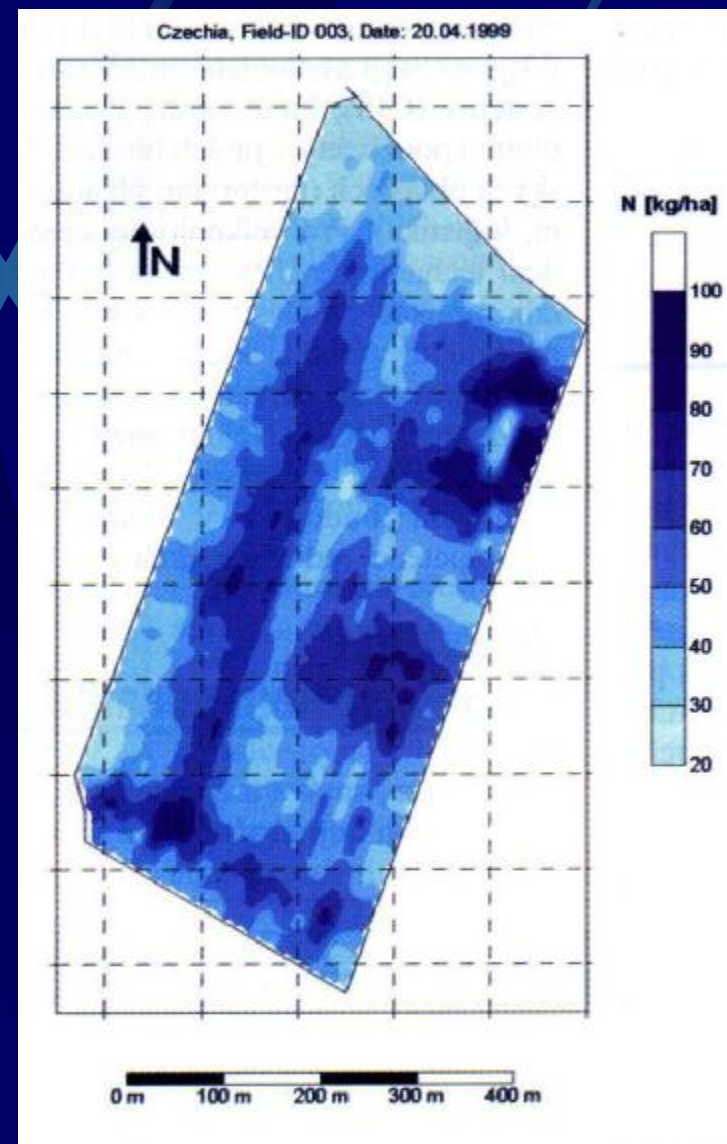


Mapa zásoby fosforu a půdní reakce



Variabilita N

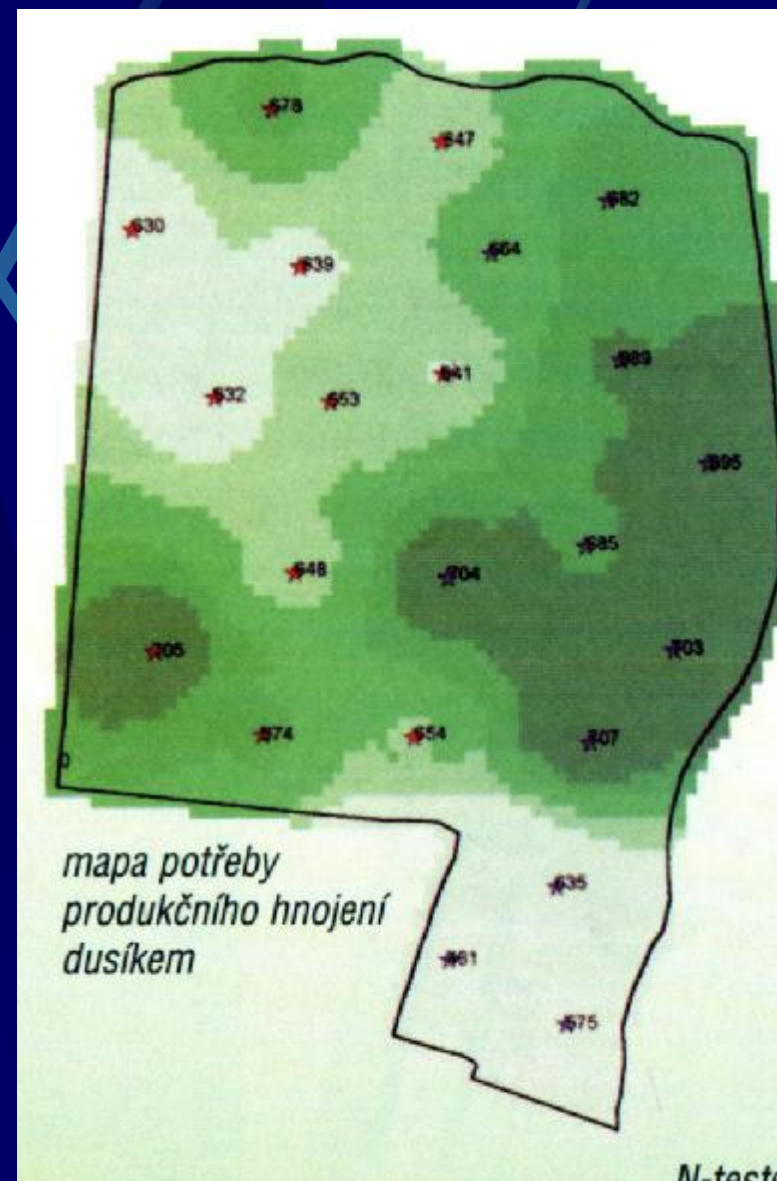
- N nelze mapovat pomocí půdních vzorků
- zdrojem dat jsou výnosové mapy nebo odhady výnosů podle leteckých a satelitních snímků – třeba víceleté sledování
- metody okamžitého zjištění potřeby dohnojení dusíkem využívají **obsah chlorofylu v listech – barevnost porostu**



Variabilita N

N-tester (firma Norsk Hydro)

- I v husté síti změření obsahu chlorofylu (1. den)
- I tvorba mapy potřeby dusíku a jeho aplikace (2. den)



N-tester

Variabilita N

N-senzor (firma Norsk Hydro)

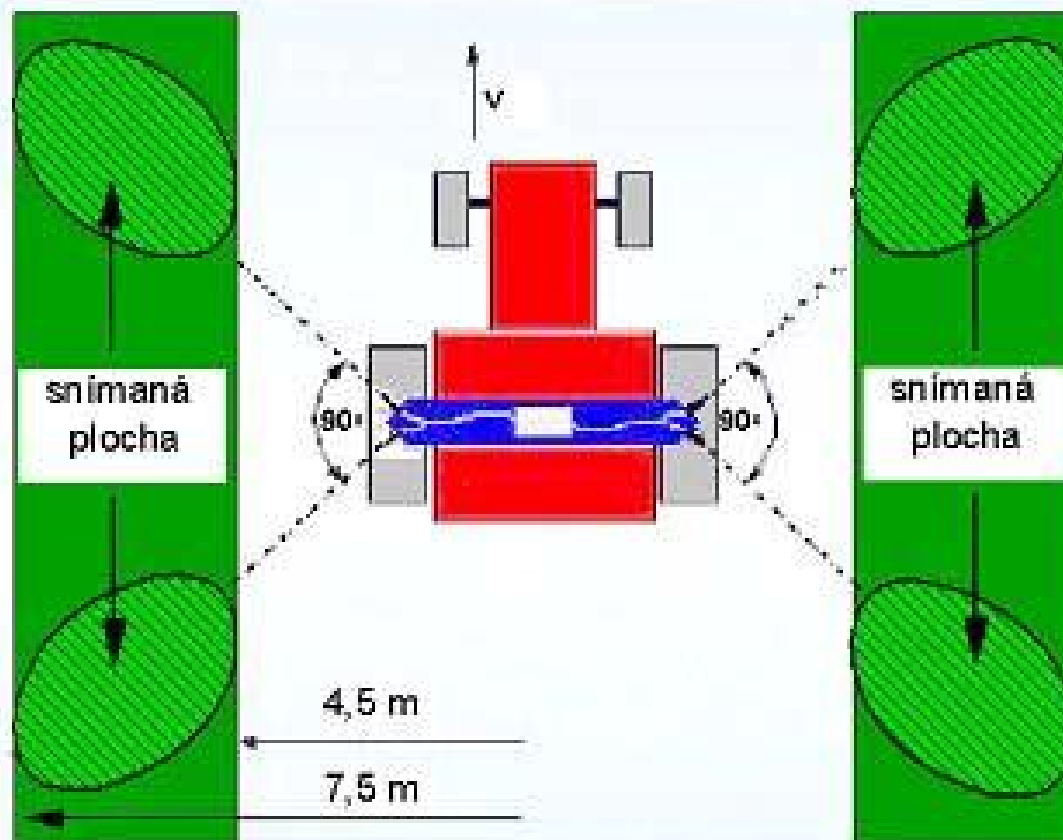


- | snímá barevnost porostu ve 4 různých úhlech – snímaná oblast cca 50 m² – odpovídá šířce záběru
- | 5. senzor měří intenzitu slunečního záření – kompenzace různého počasí
- | výsledky z 96 polních pokusů v 9 zemích ukazují zvýšení výnosu o 1,6 dt/ha a obsahu proteinu o 0,14 %, vyjádřeno ve zvýšení zisku - 10,3 %

Princip činnosti Hydro N Sensoru od firmy Hydro Agri
- světově unikátního systému variabilní aplikace dusíku



Snímací geometrie "non-nadir" sensoru



N Sensor změří každou sekundu plochu cca 50 m²



Variabilita N

N-senzor – přínos:

- I Zvýšení výnosů
- I Zvýšení kvality zrna, zvýšení nebo kontrola N-látek
- I Vyrovnání kvality produkce v rámci pole
- I Snížení rizika poléhání (žádné místo na pozemku nepřehnojujeme dusíkem)
- I Přesná kontrola spotřeby dusíkatých hnojiv



Variabilní aplikace hnojiv



- probíhá s využitím **aplikačních map** a **navigačního systému** GPS/GDPS
- **řídící počítač** má informace o poloze a dávkuje hnojiva podle aplikační mapy
- rozmetadlo je vybaveno **více komorami** pro různá hnojiva a každá je řízena samostatně, což umožňuje **variabilní dávkování několika živin současně**

Aplikační technika



Palubní počítač – zobrazena používaná aplikační mapa. Cursor udává aktuální polohu rozmetadla na hnojeném pozemku.



**Čtyřkomorové
pneumatické
rozmetadlo
Four Bin na
podvozku
Terra Gator
8103**



**Dvoukomorové
pneumatické rozmetadlo
Four Bin na podvozku
Terra Gator 8103**

**Rozmetání
vápenatých
hnojiv
šnekovým
rozmetadlem
na podvozku
Terra Gator
1603**





Situace v USA



- **variabilní hnojení** - počátky - státy amerického středozápadu

- | 1996 – 9 % farmářů
- | 1997 – 12 % farmářů
- | 1999 – 40 % farmářů středozápadu
- | 2000 – 38 % dealerů hnojiv nabízí vzorkování půdy
 - 33 % dealerů nabízí počítačem řízenou variabilní aplikaci hnojiv
 - > 50 % dealerů středozápadu nabízí tyto služby

- **monitorováním výnosů**

- | 1998 – použito 28 000 monitorů
(18 % ploch kukuřice a sóji, 8 % ploch brambor)

- **zkušenosti**

- | snížení spotřeby hnojiv - 40 % farmářů
- | výnos beze změny – 1/3 farmářů
- | nedostatečná návratnost investic – 5 % farmářů
- | snížení výnosu – 3 % farmářů



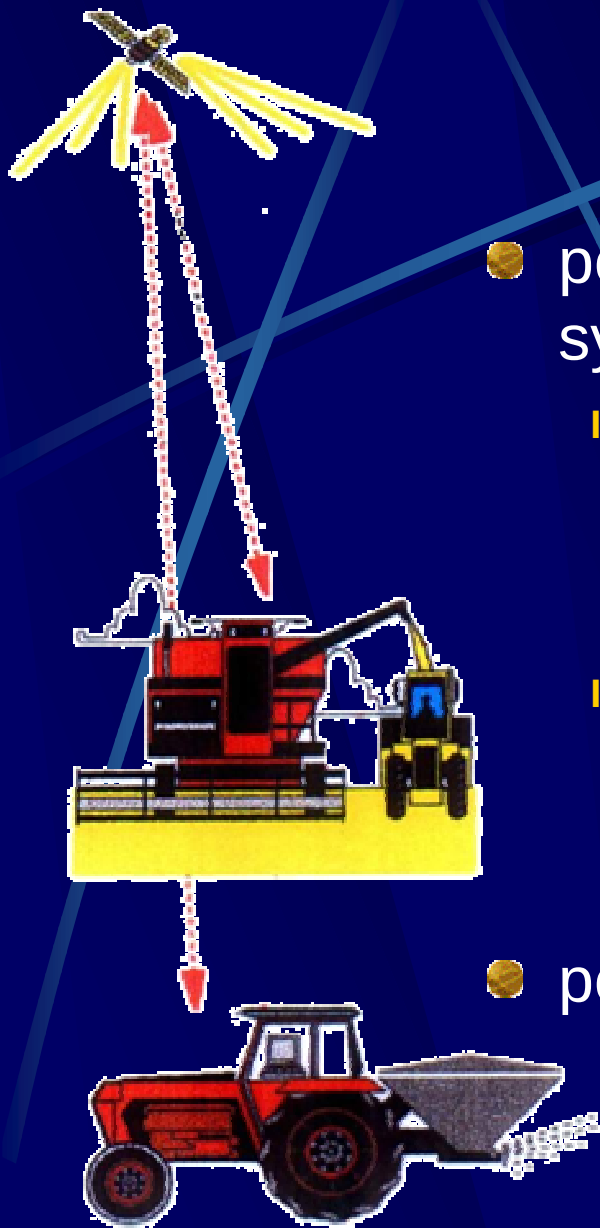
Situace v ČR

- **mapování pozemků** - 1997 – MJM Litovel
(dnes také Agrofert Holding)
 - | dnes zmapováno MJM – 200 000 ha (160 klientů)
- **monitorování výnosů**
 - | 1998 – 1 sklízecí mlátička – 600 ha - ZZN Pelhřimov
 - | 1999 – 5 sklízecích mlátiček ZZN Pelhřimov a 1 sklízecí mlátička MJM Litovel – 5000 ha
- **zkušenosti** (MJM Litovel – vyhodnoceno 82 podniků)
 - | úspora minerálních hnojiv – 11,8 %
 - | úspora vápenatých hmot – 31,8 %



Souhrn

- pozemky ČR mají předpoklady pro využití systému precizního zemědělství
 - ┌ existence **větších honů** (evropský kontext) vytvořených z menších, často velmi rozdílných pozemků – výraznější heterogenita půdních vlastností a lepší využití výkonné techniky
 - ┌ pestřejší **geologické, pedologické, hydrologické a klimatické podmínky a členitější terén** – předpoklady vyšší heterogenity půdních vlastností
- podmínkou využitelnosti – náklady na získávání dat nesmí přesáhnout ekonomický efekt této technologie



Souhrn

● Přínosy

- | komplexní hodnocení velkého souboru faktorů
 - | podmínkou: využití moderních informačních technologií, navigačních systémů a aplikační techniky
- | vyšší efektivnost produkce
 - | úspory vstupů, zvýšení výnosů
- | snížení zátěže životního prostředí

● Současné problémy

- | finanční a časová náročnost sběru dat (pracnost)
- | volba optimální hustoty sítě při vzorkování půd
- | možnost chybné agronomické interpretace získaných dat – chybná praktická doporučení

