

MOBILNÍ KOMUNIKACE – X32MKO  
MOBILNÍ KOMUNIKAČNÍ SYSTÉMY – X32MKS

# Mobilní sítě

2007/2008

**10.přednáška**

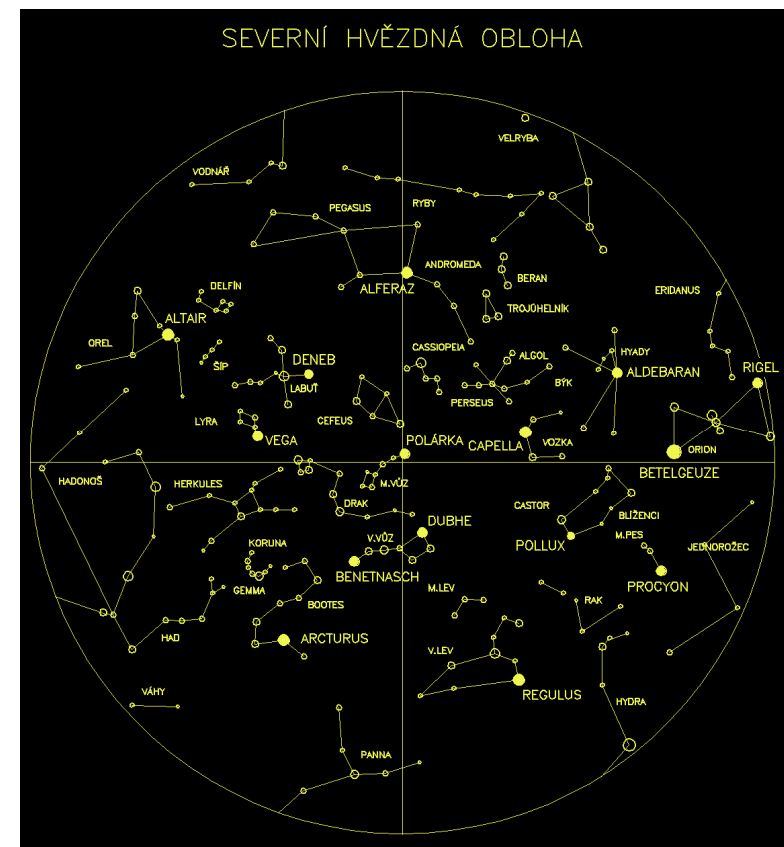
Jiří Chod

CHOD@FEL.CVUT.CZ

# Navigační systémy

- Z hlediska uživatele je důležité znát svoji polohu a případně tyto znalosti dále rozvíjet např. pro výpočet nové trasy pohybu uživatele.
- Navigační systémy prošly rozsáhlým vývojem od použití kompasu a sextantu přes radionavigační systémy až k současným družicovým systémům GNSS.

# Astronomická navigace - sextant, kompas, mapa



# Radionavigace

Radionavigační postupy umožňují určení směru dalšího letu a stanovení polohy letadel a tvoří proto důležitý základ pro letecký provoz. Pro přímé civilní použití nemohou konkurovat systémům GNSS a zůstávají tak doménou letecké dopravy. Skutečné aplikace jsou pak daleko komplexnější (aut.přistání, ...). V dalším proto uvedeme jen základní typy, ostatní viz příslušná literatura.

## Standardní typy zařízení:

- **Dlouhovlnná zařízení (NDB)** - Non-Directional-Beacon, nesměrový radiomaják
  - vysílač pracující v pásmu dlouhých vln (200-525 kHz).
  - Nosná vlna je modulovaná kódem 1-3 písmen Morseovy abecedy (info o naladění majáku).
  - Přesnost je udávána 5-7 úhlových stupňů, tj. ve vzdálenosti 50 km od majáku je přesnost zaměření 4-6 km. (V noci interferenční s dálkovým příjmem - možná chyba až 25 stupňů).
  - Palubní vybavení: **ADF** (Automatic Direction Finder, Automatický Radiový Kompas, ARK), případně **RMI** (Radio Magnetic Indicator). Soustava NDB/ADF (RMI) je schopna určit pouze okamžitý **směr** k radiomajáku. Pro určení **polohy** je nutné provést současně 2 měření dvou azimutů ke dvěma majákům, výsledek zakreslit do mapy a horizontální polohu určit jako průsečík dvou takto vzniklých přímek.

# Radionavigace

- **krátkovlnná zařízení (VOR, DME).**  
(VHF Omnidirectional Radio range, všesměrový radiomaják) je vysílač vysílající 2 signály - referenční a proměnný - z jejichž fázového posunu lze zjistit kurs od přijímače k majáku.  
Nosný kmitočet je vysílán v pásmu 108.0 - 117.995 MHz, opět je modulovaný kódem písmen z Morseovy abecedy, může být i hlasová identifikace.  
Přesnost systému je zhruba 3 stupně, tj. v 50 km od majáku je předpokládaná odchylka zhruba 2 km.
- Zvláštním typem je **radionavigační přesné přibližovací zařízení (ILS).**
- Viz: <http://flightsimulator.szm.sk/radionavigacia.htm>

# Globální družicové navigační systémy (GNSS)

## Navigační systémy:

- **GPS (Global Positioning System )**
- GLOSNASS
- **GALILEO**
- Beidou – Compass
- ....

# GNSS

- GNSS patří k oblastem s prudkým rozvojem jak samotných systémů, tak jejich aplikací. Přitom lze konstatovat, že z hlediska vývoje i aplikací jsme teprve v počáteční fázi. Informace o navigačních systémech jsou dobře dostupné, a proto bude na Comtelu uveden jen [základní přehled](#). Kompletní údaje – viz přednáška a nebo internetové odkazy





# GPS

## Globální polohový systém (Global Positioning System)



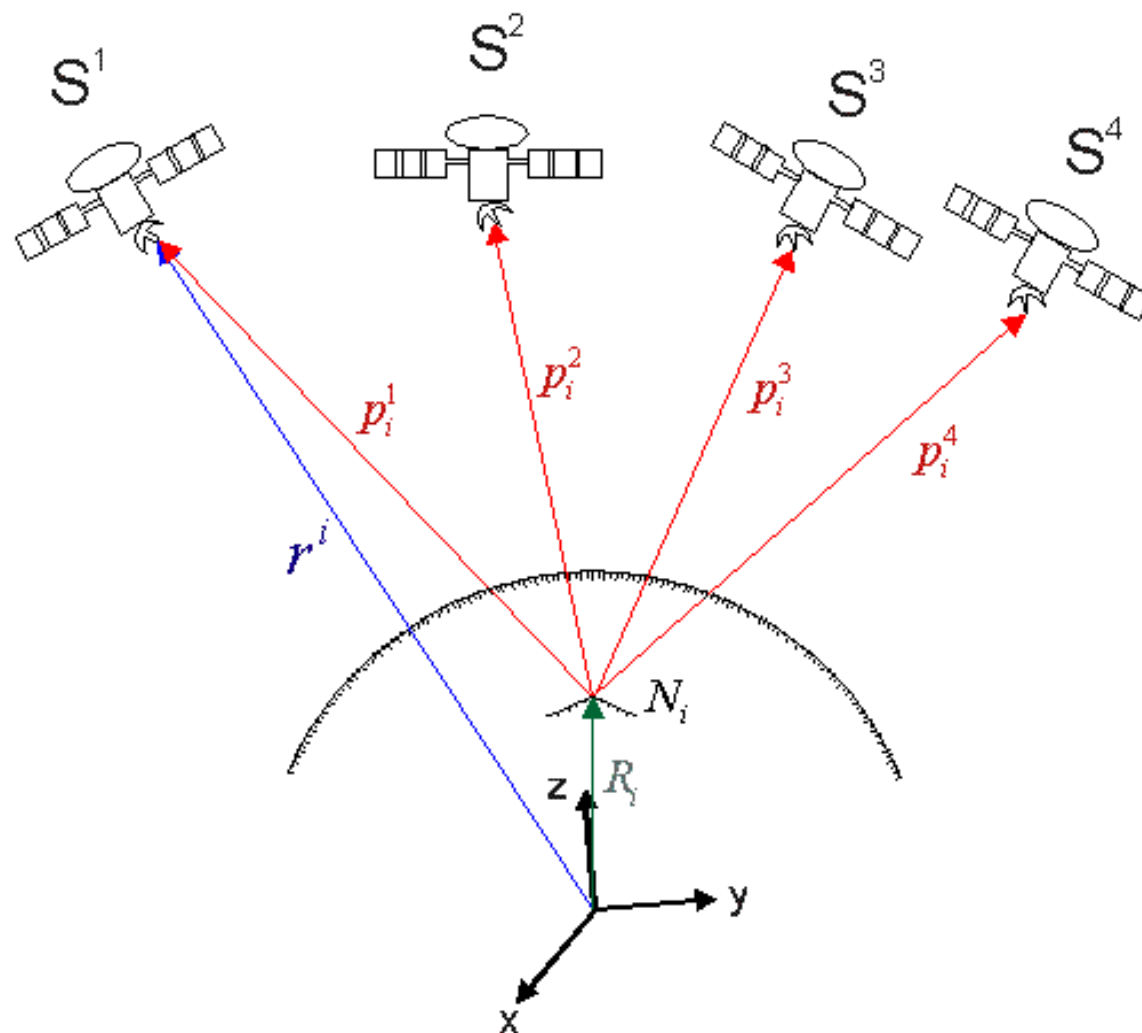
# GPS

- Vývoj satelitního navigačního systému GPS byl zahájen v roce 1973. Původně byl určen zejména pro armádní využití. V roce 1993, po plném zprovoznění, byl objeven jeho přínos pro leteckou a námořní přepravu, a proto i když organizace International Civil Aviation (ICAO) a International Maritime Organisation (IMO) přijaly nový navigační koncept založený na globálních schopnostech GPS, plné využití všech vlastností GPS bylo možné až po (podmínečném) zrušení záměrné chyby.
- Omezující přesnost GPS však byla důvodem rozvoje technik pro korekci polohy s využitím diferenciálních dat (systém D-GPS).
- GPS byl vyvinut Ministerstvem obrany Spojených Států Amerických (United States Department of Defense). Oficiální název je **NAVSTAR GPS** (NAVigation Signal Timing And Ranging Global Positioning System).
- **Cíle GPS:**
  - využitelnost všemi druhy platforem (letadla, lodě, pozemní a vesmírné aplikace )
  - lokalizace polohy v reálném čase
  - určení rychlosti a času
  - omezení přesnosti na určitou skupinu uživatelů
  - služby pro neomezený počet uživatelů celosvětově
  - nízké náklady a nízké výkonové požadavky na uživatelské zařízení.

# GPS - princip

- Systém je založen na soustavě družic vysílajících údaje ze kterých je možné vypočítat polohu uživatele
- Družice přijímá, zpracovává a uchovává informace předávané z pozemního řídicího centra, koriguje svoji dráhu a podává zpětně informace do řídicího centra.
- Princip určování polohy:
  - družice vysílá signály pro uživatele v podobě složitého signálu se zakódovanou informací.
  - každá družice vysílá zprávy o své poloze a přibližné polohy ostatních družic systému.
  - k určení aktuální polohy přijímač počítá tzv. **pseudovzdálenosti**, což jsou vzdálenosti mezi přijímačem a viditelnými družicemi (nad obzorem).

Výpočet pseudovzdálenosti vychází ze znalosti rychlosti šíření družicového signálu a rozdílu času mezi vysláním a příjmem signálu. Problém synchronizace času (družice a uživatel).

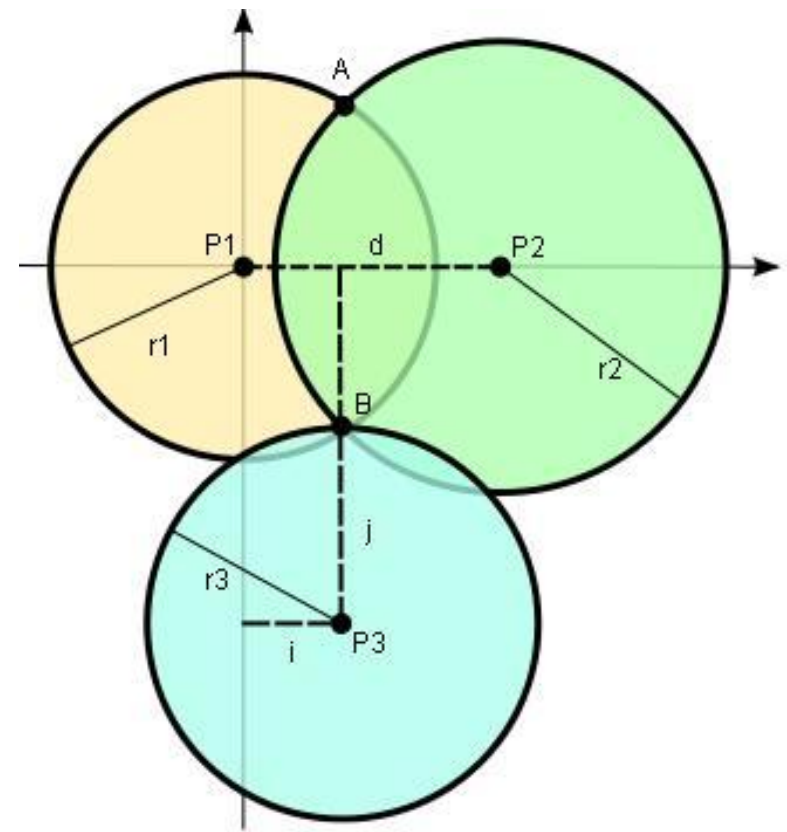


Určování polohy měřením pseudo-vzdálenosti.

<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/GNSS-urcovani-polohy>

# Trilaterace

- Trilaterace je metoda určování relativní polohy objektů pomocí vztahů v trojúhelníku. Na rozdíl od triangulace, při které se pro výpočet polohy objektu využívá změřených úhlů (společně s alespoň jednou známou délkou), se při trilateraci využívá dvou a více bodů se známými souřadnicemi (tzv. referenční body) a změřených délek mezi objektem a referenčními body. K přesnému a jednoznačnému určení relativní polohy bodu v rovině (2D) pomocí pouze trilaterace jsou obecně potřeba alespoň tři referenční body (viz obr.), resp. odkaz na zdroj:



<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/GNSS-urcovani-polohy/trilaterace>

# Trilaterace ve 3D

bližší viz:

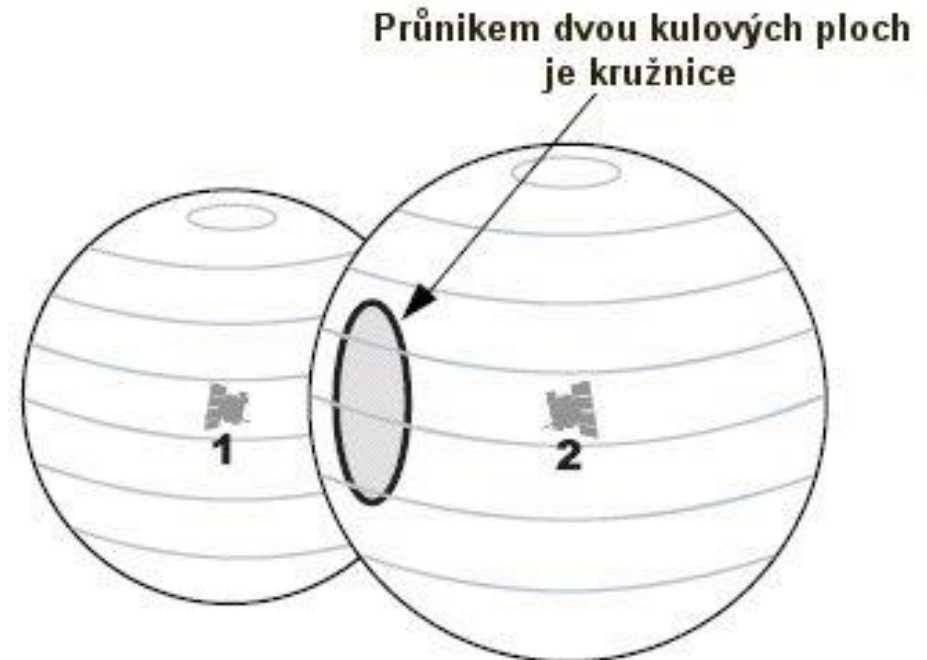
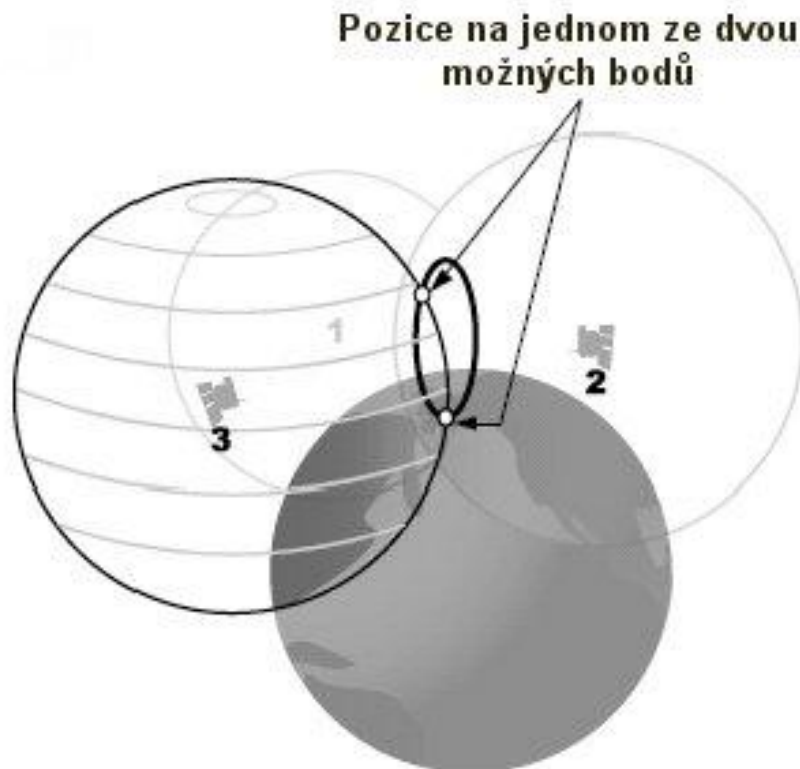
<http://www.svetpda.cz/svetpda/svetpda.nsf/aad8669dd8f99e28c1256b0c007e8594/5688923e2711e557c12571e4006575bd?OpenDocument>

nebo

[http://gps.tym.cz/vypocet\\_trilaterace.php](http://gps.tym.cz/vypocet_trilaterace.php)

nebo

<http://www.trimble.com/gps/howgps-triangulating.shtml>



# Základní rozvaha (1/2)

- Určení vzdálenosti od satelitu
  - změření vzdálenosti pomocí času (signál se pohybuje rychlostí světla, při vzdálenosti satelitu 20000 km je doba cca 0,06 s. Pro rozlišení se použije pseudonáhodný kód s ostrou autokorekční funkcí (zábrana proti záměně kódu z jiného satelitu a potlačení šumu)

Ve stejnou dobu kdy se kód vyšle ze satelitu se vygeneruje i v přijímači. Satelitní zpráva se posouvá tak dlouho až se dosáhne korelace a pak rozdíl je hledaný čas. Ten se vynásobí rychlostí světla a výsledkem je hledaná vzdálenost

- Získání přesného času

Chyba  $1/1000 \text{ s} = 300 \text{ km}$

Na satelitu přesné atomové hodiny, na straně přijímače pouze krystalem řízené spolu s korekčním výpočtem který zvýší přesnost



# Základní rozvaha (2/2)

- Pozice satelitů ve vesmíru

Každý satelit – almanach (info o každém okamžiku kde je) + korekce

- Možné nepřesnosti

- nepřesnost hodin ( $1\text{ns} = 1\text{ m}$ )
- zpomalení signálu v ionosféře a troposféře (!nejlépe 2 frekvence!!)
- odražené signály
- chyba GODP (Geometric Dilution of Precision) – jsou – li satelity blízko sebe - protínají se kulové plochy pod malým úhlem
- orbitální odchylky satelitů
- chyby přijímače (nedokonalost měření fáze ... cca 1-2% vlnové délky porovnávaného signálu

# GPS

- GPS lze rozčlenit do 3 podsystémů:
  - kosmický
  - řídicí
  - uživatelský.

## GPS – kosmický podsystém (segment)

- Kosmický segment GPS představují družice umístěné na šesti kruhových drahách se sklonem  $55^\circ$  k rovině rovníku, vzdálené 20 190 km od povrchu Země a pohybující se rychlostí 11 300 km/h. Za jeden den uskuteční každá družice dva oběhy kolem Země (jeden oběh trvá 11 h 58 min), proto je další den na stejném místě oběžné dráhy vždy o 4 minuty dříve. Každá ze šesti drah má pět pozic pro umístění družic, z čehož plyne, že za současné konfigurace je maximální možný počet družic GPS na oběžné dráze roven počtu třiceti. Pozice č. 5 je u každé dráhy záložní, k dosažení FOC (Full Operational Capability - plné operační způsobilosti) postačuje 24 funkčních družic NAVSTAR GPS (21 základních a 3 jsou aktivní rezervy). Z každého místa na Zemi je 24 hodin denně pozorovatelných 4-8 družic s elevací větší než  $15^\circ$ . Zřizovatel zaručuje, že minimálně 4 družice jsou pozorovatelné kdykoliv a odkudkoliv. V praxi těchto viditelných družic může být až 12. V České republice je běžně k dispozici okolo 7 – 8 družic v daný okamžik.

# GPS – kosmický podsystém (segment)

## Vybavení družic:

- Každá družice je vybavena přijímačem, vysílačem, atomovými hodinami a řadou přístrojů, které slouží pro navigaci nebo jiné speciální úkoly (kupř. pro detekci výbuchu jaderných náloží).
- Vývojovou řadu družic tvoří družice Bloku I, II (IIA), IIR (IIR-M), IIF a III.

# GPS – kosmický podsystém (segment)

## 1/2

- **Základ GPS** - velmi přesné atomové hodiny. Na palubě jsou troje až čtvery, s cesiovým nebo rubidiovým oscilátorem. Nominální frekvence oscilátoru je  $f_0 = 10,23$  MHz. Jejím vynásobením hodnotami 154 a 120 vznikají nosné frekvence signálů **L1** = 1 575,42 MHz a **L2** = 1 227,60 MHz. V nejbližší budoucnosti bude zprovozněna třetí nosná frekvence 1176,45 MHz (signál L5).

Ve skutečnosti (eliminace relativitistických jevů) je základní  $f_0 = 10,23$  MHz o 457 Hz menší

- Tyto nosné frekvence nenesou žádnou informaci, tu nese pseudonáhodný kód a navigační zpráva které jsou na ně namodulovány

# GPS – kosmický podsystém (segment)

## 2/2

- Nosné vlny jsou tedy modulovány několika signály (kódy), pomocí kterých je přenášeno čtení hodin družice, informace o drahách družic a další údaje. Kód, který je přenášen signálem, se skládá ze dvou stavů - 0 nebo 1 - a do nosné vlny je zanesen tak, že při změně stavu se fáze vysílaného signálu změní o  $180^\circ$  (tzn. o polovinu vlnové délky) – jedná se tedy o dvoufázovou modulaci. Binární nula je reprezentována hodnotou  $-1$ , binární jednička odpovídá hodnota  $+1$ .
- Základní druhy kódů :
  - **C/A** (Coarse Acquisition) pro civilní použití, každý satelit má vlastní kód, opakuje se každých 1023 bitů a jeho frekvence je 1,023 MHz
  - **P** (Precious) pro vojenské použití, frekvence 10,23 MHz, je dlouhý a mění se v 7denním cyklu, je ještě šifrován pomocí W kódu a je označen jako **Y**
  - Posledním typem kódu vysílaného družicemi je **navigační zpráva**. Obsahuje informace o telemetrii, dráze jednotlivých družic a nejruznější korekční data. Je vysílána frekvencí 50 Hz, její délka je 1 500 bitů a skládá se z pěti částí (subframů), každé po 300 bitech

# GPS - souhrn

- Družice vysílají na několika kmitočtech, které jsou zvoleny záměrně, aby byly odolné vůči meteorologickým vlivům. **Pro běžného uživatele je dostupná jen jedna frekvence L1:**
- „L1“ (1575,42 MHz), kde je vysílán C/A kód je dostupná pro civilní uživatele systému GPS.
- „L2“ (1227,62 MHz), kde je šířen vojenský P/Y kód, který je šifrovaný, je přístupná pouze pro tzv. autorizované uživatele (např. vojenské služby USA).
- „L3“ (1381,05 MHz) obsahuje signály, které souvisí s další funkcí systému GPS, odhalováním startů balistických raket (čímž doplňuje satelity náležící k Defense Support Program), jaderných výbuchů a dalších vysoko energetických zdrojů v oblasti infračerveného záření.
- „L4“ (1841,40 MHz) se využívá pro měření ionosférického zpoždění. Průchod signálu ionosférou způsobuje totiž přidání dodatečného zpoždění ke zpoždění způsobenému vzdáleností, které se promítne do chyby polohy. Toto ionosférické zpoždění lze eliminovat, jestliže měříme zpoždění na dvou kmitočtech.
- „L5“ (1176,45 MHz) se plánuje jako civilní *safety-of-life* (SoL) signál. Tato frekvence spadá do mezinárodně chráněné oblasti letecké navigace, ve které je malé nebo žádné rušení za všech podmínek. S vypuštěním prvního Block IIF satelitu, který bude poskytovat tento signál se počítá na rok 2007.
- Přehled používaných signálů viz např.:  
[http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005\\_02\\_gps.php](http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php)

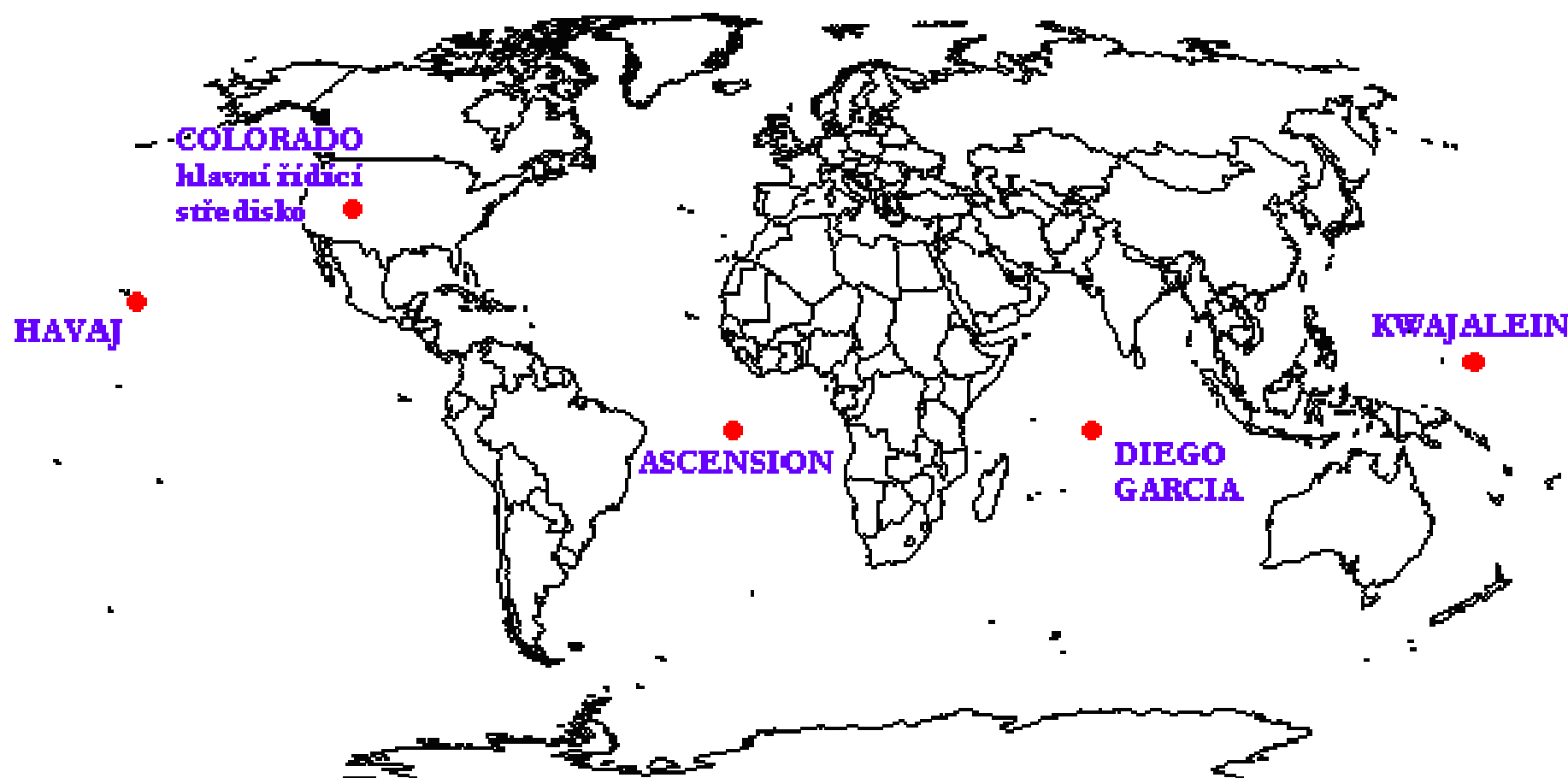
# GPS – řídicí segment

- **Řídicí segment** se skládá z pěti monitorovacích stanic (čtyř pozemních vysílačů a Hlavní řídicí stanice) na Zemi vykonávající nepřetržité pozorování viditelných družic. Poloha těchto stanic je známa s vysokou přesností - řádově na centimetry. Hlavní řídicí stanice shromažďuje data z monitorovacích stanic a centrálně je zpracovává.
- **Monitorovací stanice** jsou umístěny rovnoměrně po obvodu Země, většinou blízko rovníku. Nacházejí se na Havajských ostrovech, na atolu Kwajalein na Marshallových ostrovech v západním Tichomoří, na ostrově Ascension ve středním Atlantiku a na ostrově Diego Garcia uprostřed Indického oceánu. Hlavní řídicí středisko sídlí na Schrieverově letecké základně v Colorado Springs v Coloradu. Při každém průletu družic nad těmito stanicemi jsou data zpracována a vypočteny přesné údaje o oběžných drahách a korekce času, které jsou zpětně přeneseny pozemními anténami k družicím. Družice je pak v rámci navigační zprávy vysílají a jsou přijímány GPS přijímači.



# GPS – řídicí segment

Monitorovací stanice na Zemi:



# GPS – řídicí segment

- Hlavním úkolem řídicího segmentu je sledování tzv. efemerid (informace o polohách družic) a stavu atomových hodin družic. Stará se o provádění korekcí v dráze letu i vysílaném signálu družic a zajišťuje synchronizaci atomových hodin. V době zapnuté selektivní dostupnosti bylo úkolem kontrolního segmentu zajistit pomocí modifikace družicového signálu požadovanou míru degradace přesnosti určení polohy. Dále je kontrolní segment zodpovědný i za nejrůznější provozní opatření, z nichž nejdůležitější jsou správa a údržba stávajících družic (například změny oběžných drah a pozic družic, stahování vysloužilých družic z oběžné dráhy, aj.) a podílí se i na přípravě vypouštění družic nových.

# GPS- uživatelský segment

- **Uživatelský segment** se skládá z GPS přijímačů jednotlivých uživatelů, umožňujících přijímat signály z družic a získávat z nich informace o své poloze a čase. Kromě speciálních přijímačů určených pro vojenské aplikace, existuje dnes řada dalších typů GPS přijímačů pro civilní použití (autonavigace, turistická navigace, námořní navigace, sledování aut atd. ....).



# GPS - Stávající stav

## Přesnost GPS do 1.5.2000

- Systém GPS poskytuje dvě úrovně služeb.
  - PPS (Precision positioning service - Přesná polohová služba) pro autorizované uživatele plná přesnost systému (armáda USA a armády NATO a některé další státy -cca 27 zemí).
  - SPS (Standart positioning service - Standardní polohová služba), která je dostupná všem uživatelům po celém světě.
- Jak bylo uvedeno na začátku, přesnost GPS se od 1.5.2000 radikálně zlepšila. Před tímto datem služba GPS fungovala takto: Družice vysílaly signály na L1 (1575,42 MHz) a L2 (1227,60 MHz). Tyto signály byly modulovány dvěma kódy. Frekvence L1 byla modulována P-kódem, který je pro vojenské účely zašifrován (Y-kód) a dále byla modulována C/A kódem, který není šifrován. Frekvence L2 byla pak modulována pouze P-kódem.
- Standardní (civilní) GPS přijímač pracuje pouze s C/A kódem. Protože i tento kód je přesný, byl záměrně upraven pomocí znepřesňování údajů o čase a údajů o poloze družice (efemerid) – tzv. selektivní dostupnost SA (Selective Availability). Výsledek - GPS přijímač byl schopen určit svoji polohu s přesností (v závislosti na konfiguraci satelitů) do 100 m, přičemž ještě větších chyb se dosahovalo v určení výšek. Některé přijímače mají schopnost průměrovat na daném bodě příchozí signály a zlepšovat tak výsledky. Pro náročné aplikace bylo nutné využít tzv. DGPS (diferenciálního GPS) ke zvýšení přesnosti.

# GPS - Stávající stav

## **Přesnost nyní**

- Od 1.5.2000 byla (podmínečně) zrušena záměrná chyba SA
- Reálná přesnost před zrušením SA v ČR (bez DGPS) se pohybovala okolo 50 m, nyní je v řádu 5 – 10 m a lze ji dále zlepšit aplikací dalších postupů

## GPS - Systémy vylepšující GPS

- DGPS
- EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)
- Vývoj samotné GPS
  - první fáze rok 1973. (Ověření základních předpokladů).
  - druhá fáze do roku 1979, (celkem 11 družic).
  - třetí fáze (1985 - 1995) další družice (celkem 28), první až devátá pod označením Blok II, další pod označením Blok IIA. Od roku 1989 vývoj a výroba družic Bloku IIR. Družice tohoto bloku komunikují mezi sebou a vzájemně určují vzdálenosti mezi sebou, čímž zlepšují parametry systému. Další satelity jsou modernizované družice Bloku IIR-M vycházejí z družic IIR.

## GPS - Systémy vylepšující GPS

- třetí fáze má zejména
  - vyšší výkon stávajících vysílaných signálů
  - nově vojenský M kód (na frekvencích L1 a L2)
  - nově civilní C/A kód na frekvenci L2 (zpřesní výsledky pro civilní sektor na 1–3 m = zpřesnění se dosáhne měřením C/A kódu na obou frekvencích a tím lepším korekcí ionosférické refrakce).
- Na orbitální dráze jsou nyní čtyři satelity IIR-M spolu s dalšími 12 satelity řady Block IIR.
- Plné modernizace by mělo být dosaženo v letech 2010 – 2014. Technická omezení nedovolují zavést vysílání na frekvenci L5 na modernizovaných družicích, s tím je nutné počkat až na novou generaci družic – Blok IIF.

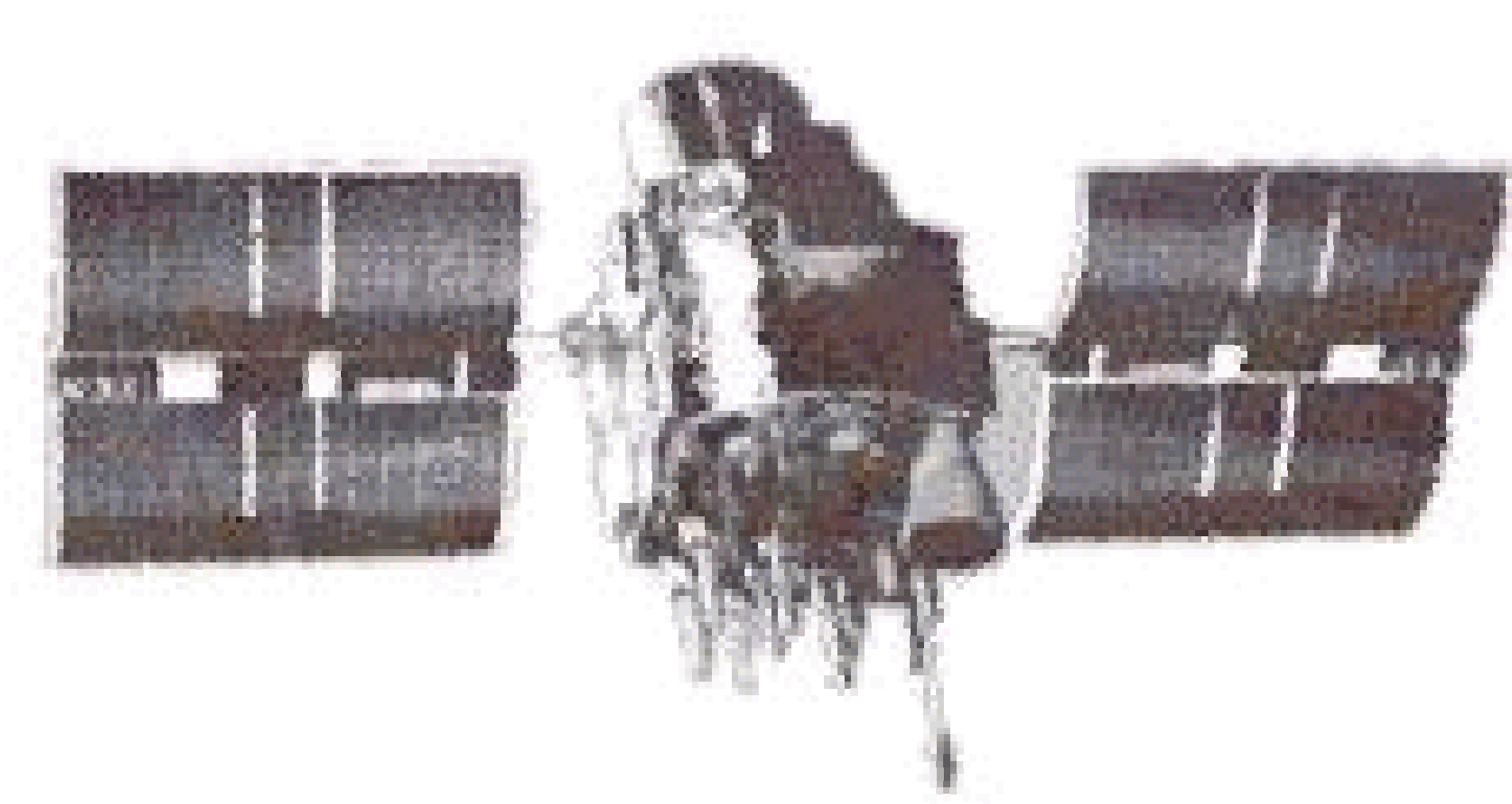


## GPS - Systémy vylepšující GPS

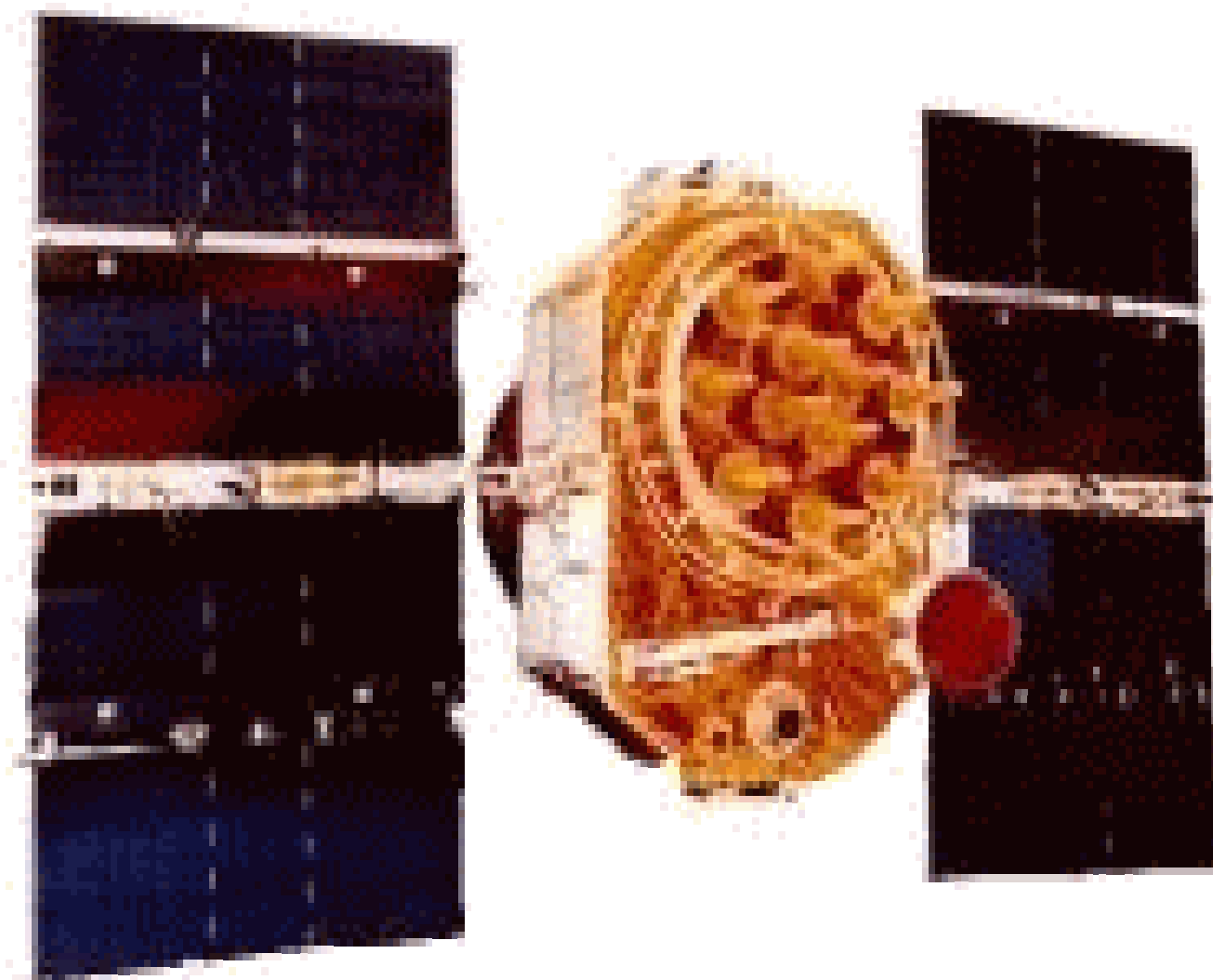


**Oblasti SBAS**

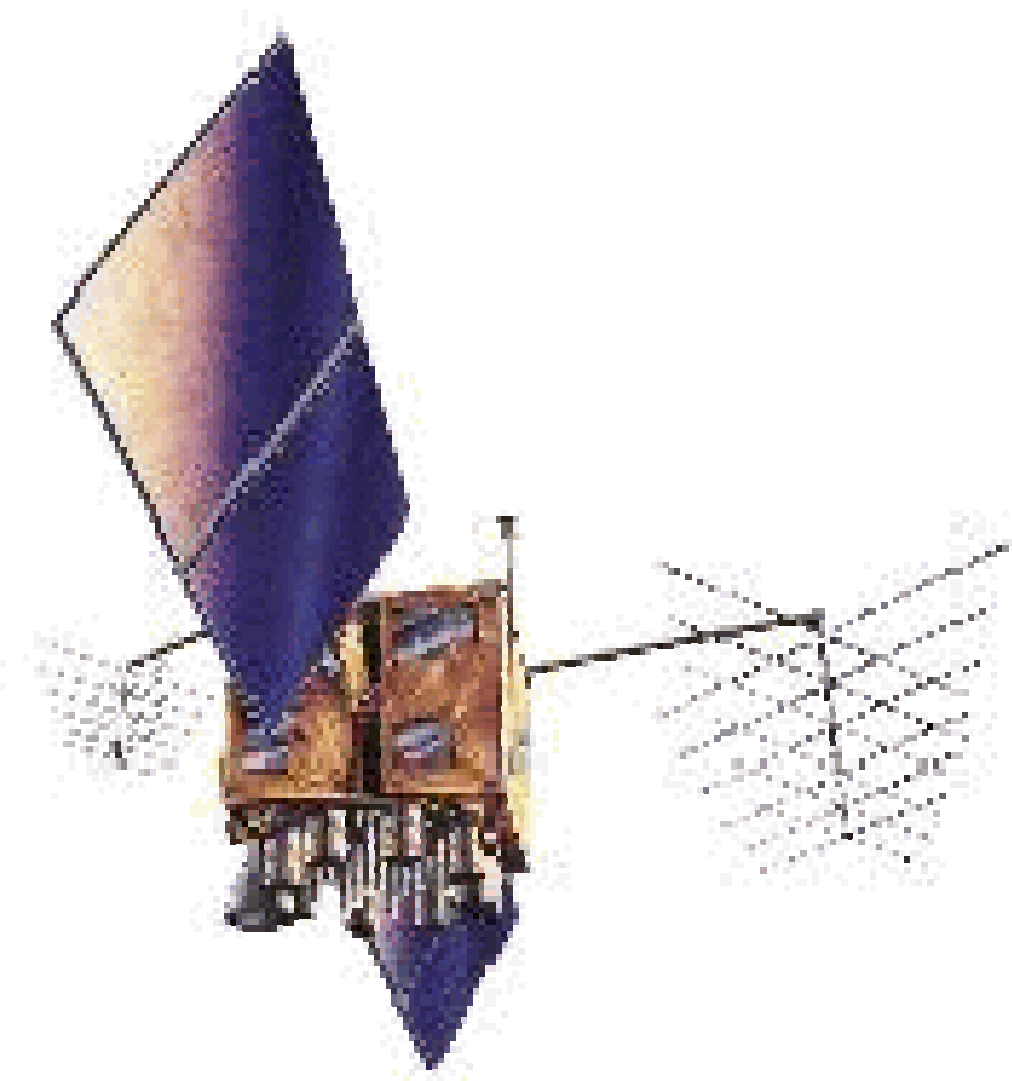
# GPS – družice „Bloku I“



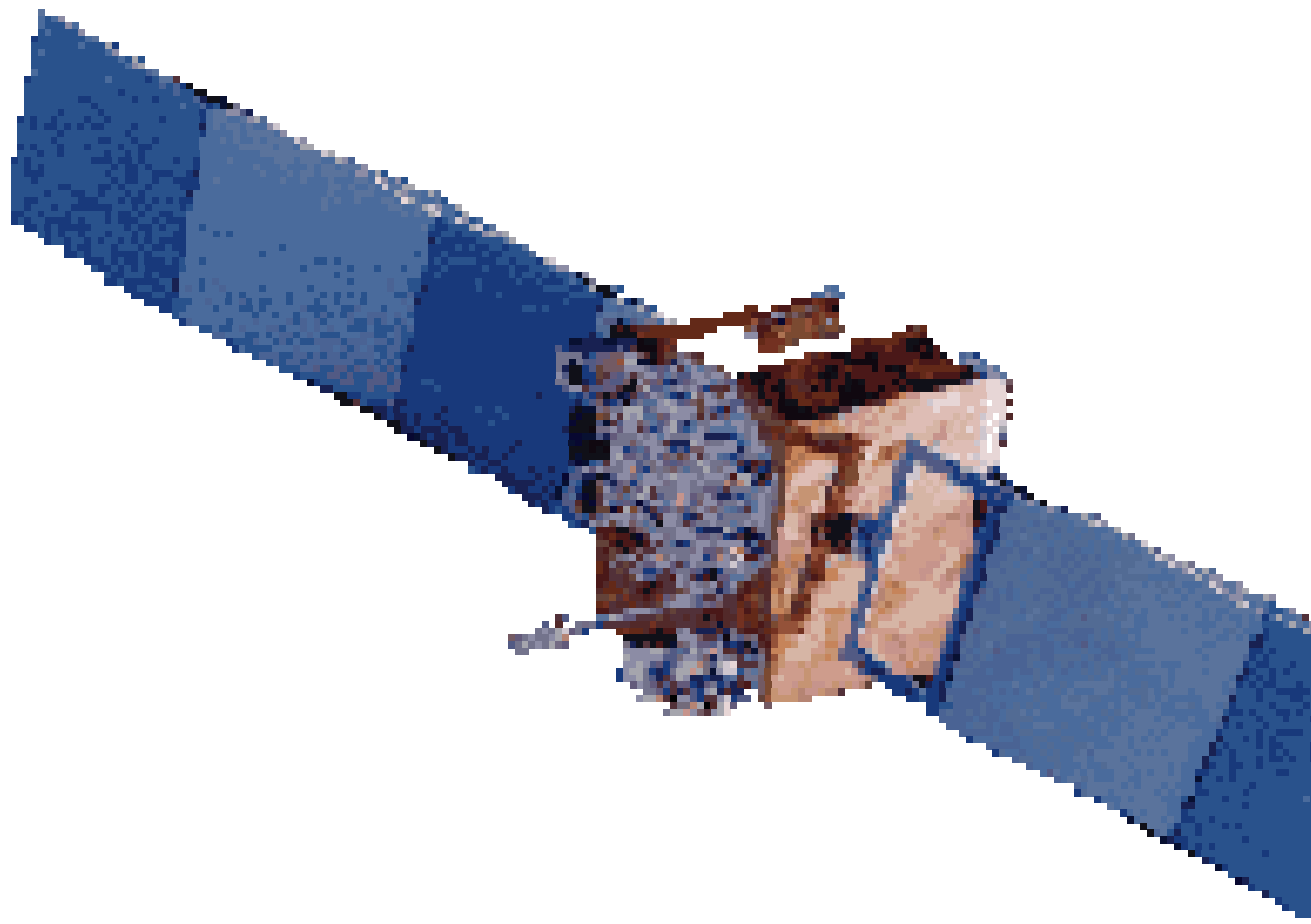
# GPS – družice „Bloku II“



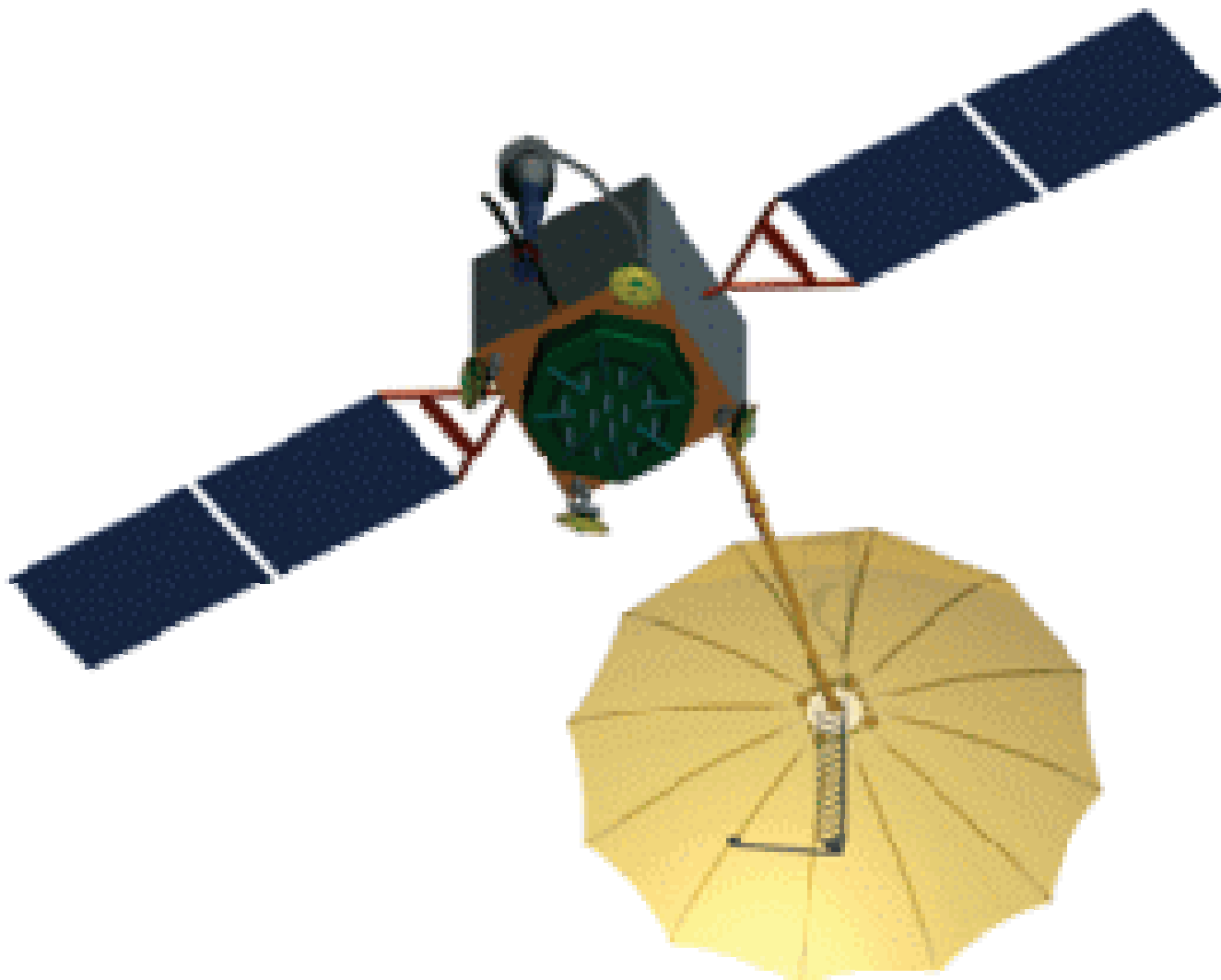
# GPS – družice „Bloku II R“



# GPS – družice „Bloku IIF“



# GPS – družice „Bloku III“



# GPS - budoucnost

## Zvýšení vysílaného výkonu

- - většího odstupu signálu od šumu a kvalitnějšího příjmu signálu i v oblastech s horším výhledem na oblohu
- ztížení záměrného rušení signálu.

## Rozšíření vysílacích kódů

- Nedávno byl zaveden nový vojenský M kód na frekvencích L1 a L2 (družice bloku IIR-M)
  - silnější šifrování pro zamezení možnému podvržení signálu nepřítelem.
  - zdokonalení metod umožňujících odepření přístupu k signálům GPS na vybraném (například nepřátelském) území.
  - zavedení nového civilního C kódu (je modulován na frekvenci L2 společně se stávajícím P kódem). Díky tomu mohou i civilní uživatelé zahrnout do svých měření opravy o troposférické a ionosférické refrakce a tím zvýšit přesnost.
  - nová frekvence L5 = 1176,45 MHz (tj.  $115 * f_0$ ), která bude určena především pro využití v oblasti bezpečnosti letecké přepravy, zejména při přiblížování a přistávání letadel. Bude modulována kódem přizpůsobeným potřebám letecké navigace a bude kompatibilní s přístroji na palubě letadel.
- Zlepšení výsledků ovšem neprijde s vypuštěním první družice bloku IIR-M. Částečně operační schopnosti (doba kdy je na oběžné dráze 18 družic podporujících nové technologie) bude dosaženo nejdříve v roce 2008 a úplné operační schopnosti (na oběžné dráze je 24 družic s podporou nových technologií) po roce 2010. V případě frekvence L5, která bude zavedena nástupem družic bloku IIF, to budou léta 2012–2013 a 2015.

# GNSS - ostatní



## GLONASS

- **GLONASS** (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema, česky: GLObální NAvigační Satelitní Systém) je radiový družicový navigační systém provozovaný dříve Sovětským svazem, nyní Ruskou federací. GLONASS je obdobou amerického GPS a evropského navigačního systému Galileo a je provozován ruskou vládou - Úřad ruských vojenských vesmírných sil.



# GNSS - GLONASS

- Vývoj systému **GLONASS** byl po rozpadu Sovětského Svazu převzat jeho nástupnickou zemí - Ruskem. Plná provozuschopnost systému byla plánována na rok 1991, v roce 1993 byl systém kompletní ale základní funkčnost byla až 1995. Díky špatné ekonomické situaci v Rusku však bylo v dubnu 2002 v provozu pouze osm družic, takže fakticky byl celý systém jako globální nepoužitelný. Situace se změnila 20. srpna 2001, kdy byl ruskou vládou schválen federální program "Globální navigační systém". Podle něj by měl být systém plně funkční (tzn. plný počet 24 družic na oběžné dráze) do roku 2011 (podle nejnovějších zpráv již v roce 2009, a to díky intenzivnímu tlaku ze strany ruského prezidenta Vladimira Putina).

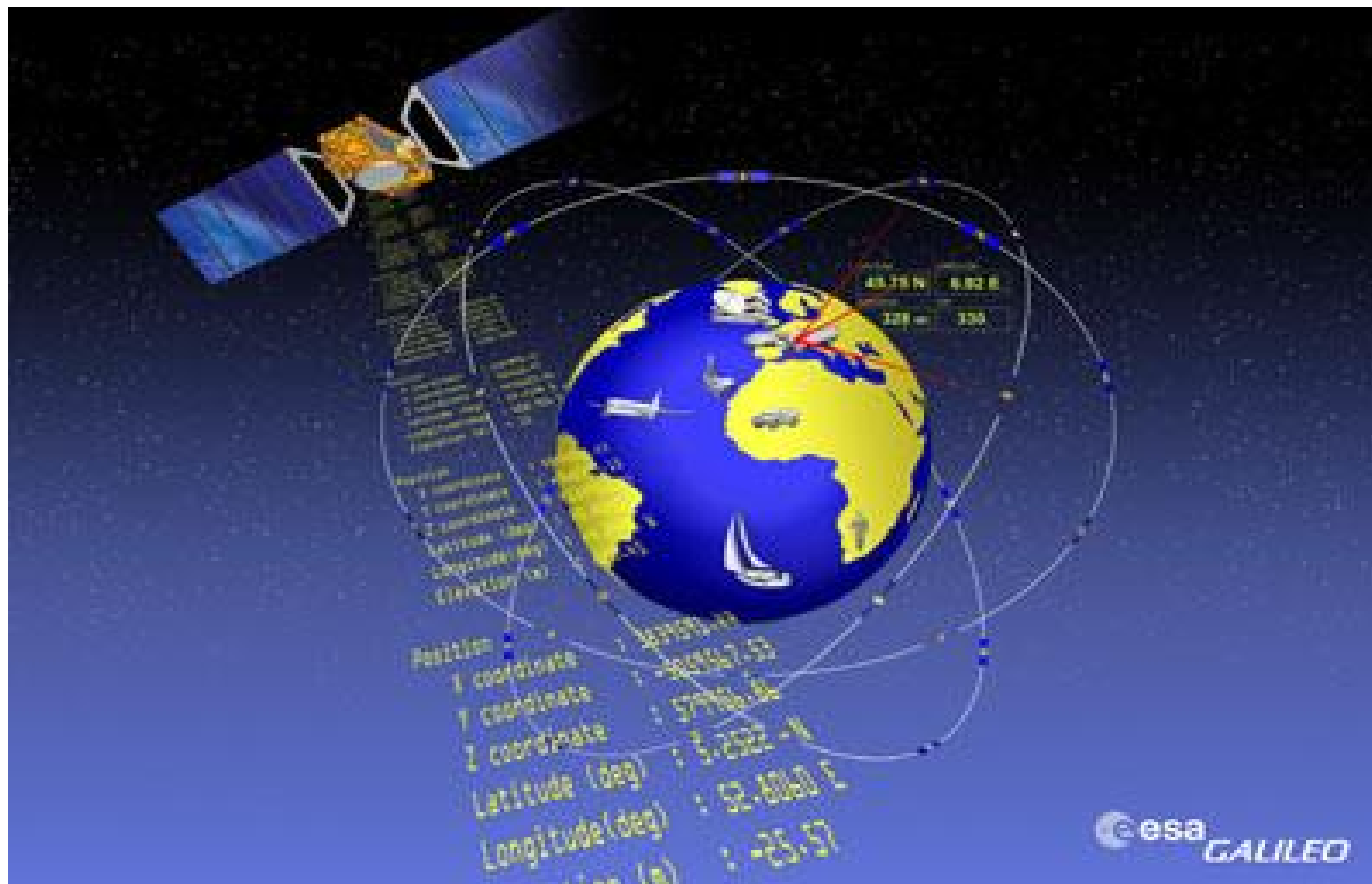
# GNSS - GLONASS

Analogicky k systému GPS lze i systém **GLONASS rozdělit do tří segmentů (prostor, kontrola a uživatel):**

- Prostorový systém sestává z předpokládaných 24 družic obíhajících Zemi ve výšce 19 100 km. Družice jsou rozděleny pravidelně do tří dráhových rovin odkloněných o  $64,8^\circ$  od roviny rovníku. Tím se GLONASS odlišuje od GPS, kde prostorový segment je tvořen šesti dráhovými rovinami, z nichž každá obsahuje čtyři nepravidelně rozdělené družice ve výšce 20 190 km. Jiný rozdíl spočívá v tom, že družice GPS užívají prozatím dvou nosičů, vysílajících pro odlišení družic odlišné kódy. U systému GLONASS všechny družice vysílají tentýž kód, ale na odlišných frekvencích.
- GLONASS užívá jiný souřadnicový systém (PZ90) než GPS (WGS84) a transformační parametry mezi oběma systémy nejsou dosud přesně známy. Oba systémy užívají stejné časové údaje UTC, avšak ve skutečnosti existují mezi nimi časově se měnící rozdíly.
- Bližší viz např.:

<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/GLONASS>

# GNSS - ostatní GALILEO



# GNSS - ostatní

## GALILEO

Satelitní navigační systém Galileo je největším evropským průmyslovým projektem v historii. Za jeho vznikem stojí Evropská komise (EC) a Evropská kosmická agentura (ESA). Komise EC nese politickou odpovědnost za projekt a formuluje základní požadavky na systém, zatímco kosmická agentura ESA má za úkol definice a řešení technických parametrů systému a samozřejmě také vývoj, výrobu a ověření funkcí vesmírných i pozemských částí systému. Také se stará o technologie potřebné pro přijímače systému Galileo.

# GNSS - ostatní

## GALILEO

Systém Galileo se bude skládat z globální, regionální a několika lokálních složek.

- **Globální** složka tvoří jádro celého systému a bude tvořena satelity a nezbytným pozemním segmentem.
- **Regionální** složka by se měla skládat z mnoha **Externích Regionálních Integrovaných Systémů** (External Region Integrity Systems, **ERIS**), vytvořené a provozované soukromými společnostmi, státy nebo skupinami států mimo území EU. Tyto systémy budou zajišťovat hlášení o integritě systému nezávisle na hlášení systému Galileo, aby např. uspokojily požadavky vztahující se ke garancím systému těch daných států nebo institucí.
- **Lokální** složky by měly sloužit pro vylepšení lokálního příjmu signálu Galileo, jako například zajištění navigačního signálu v oblastech kde signály z družic nemohou být přijaty. Tyto lokální složky budou vytvořeny a provozovány soukromými společnostmi.

# GNSS - ostatní

## GALILEO

### Globální složka:

- Systém Galileo se podobně jako GPS nebo Glonass skládá ze sítě satelitů (**vesmírný segment**), pozemních základnových stanic (**pozemní segment**) a samozřejmě také z přijímačů. Kompletní systém bude obsahovat 30 družic obíhajících ve třech rovinách po kruhových drahách ve výšce cca 23500 km. Každá z rovin dráhy bude svírat s rovinou rovníku úhel  $56^\circ$ , což umožní využívat navigační systém bez potíží až do míst ležících na  $75^\circ$  zeměpisné šířky. Velký počet družic, z nichž tři budou záložní, zajistí spolehlivou funkci systému i když některá družice přestane správně pracovat.
- Aktivních satelitů bude vždy 27, tři zbývající budou jako rezervní. Pro zajímavost, družice mají velikost  $2,7 \times 1,2 \times 1,1$  m a váží 650 kg. Hmotnost zahrnuje přístrojové vybavení (80 kg), kde jsou také rubidiové hodiny. Předpokládaná životnost jedné družice je patnáct let.

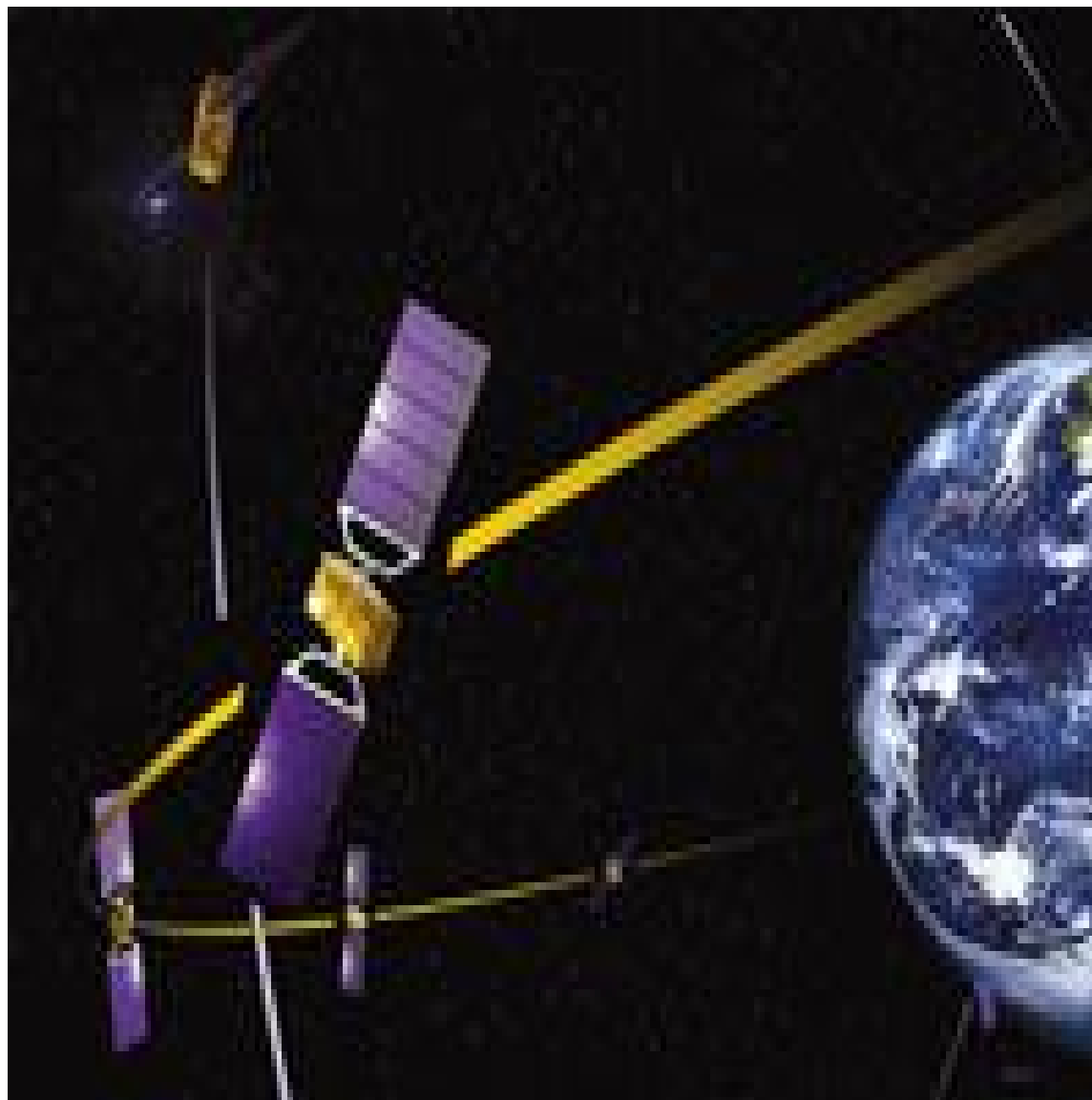
# GNSS - ostatní

## GALILEO

**Bližší podrobnosti viz např.:**

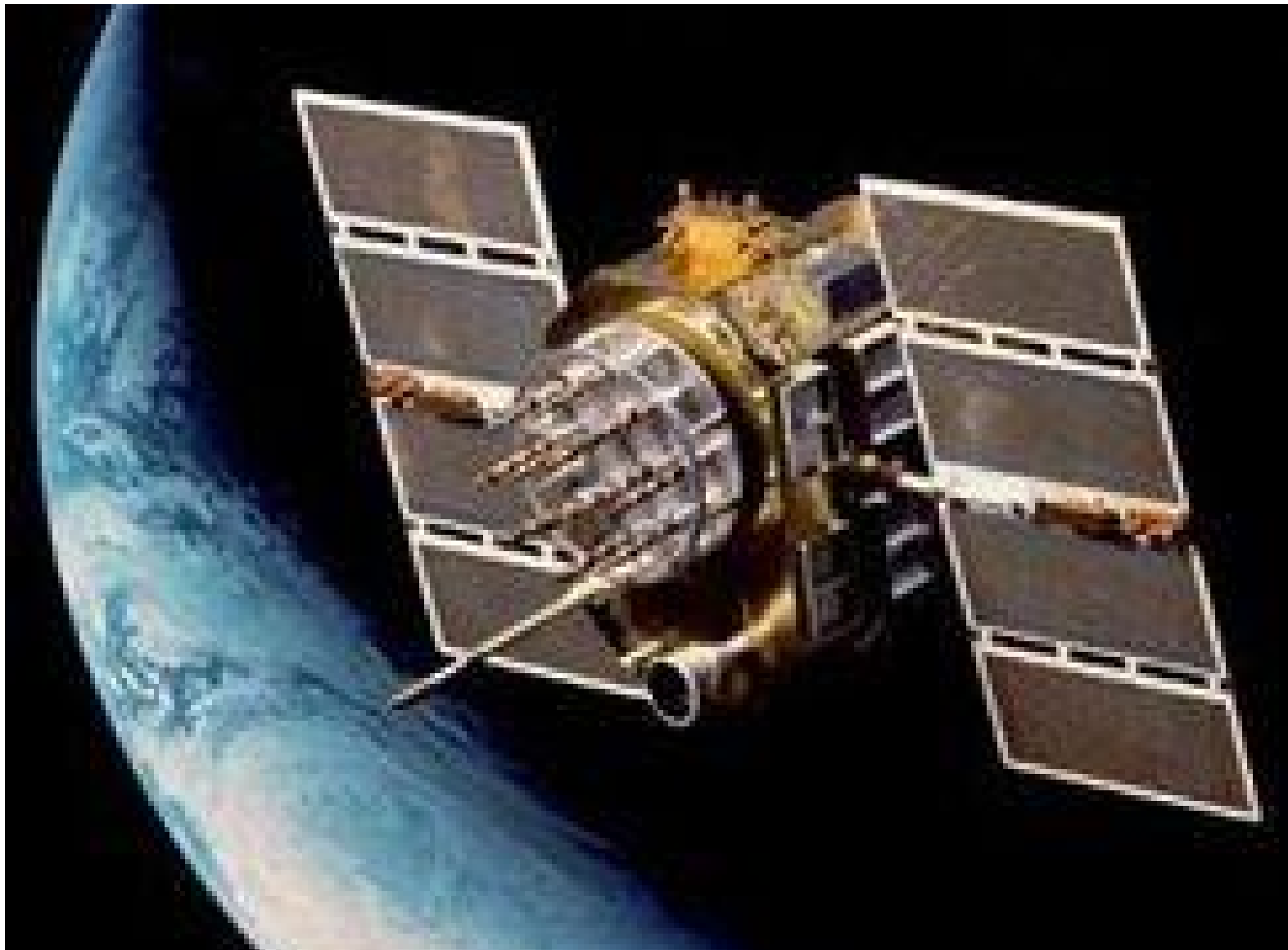
**<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/program-galileo>**

# GNSS - ostatní GALILEO





# GNSS - ostatní GALILEO



# GNSS - ostatní

## Beidou – Compass

Projekt Čínské lidové republiky

(anglicky: Beidou Navigation System, fonetický přepis z mandarínštiny: běidou daoháng xìtong)

anebo také **Satelitní navigační a polohový systém Beidou** (anglicky: Beidou Satellite Navigation and Positioning System, fonetický přepis z mandarínštiny: běidou wèixīng daoháng dìngwèi xìtong)

Navigační systém Beidou je pojmenován po souhvězdí u nás označovaném jako Velký vůz.

- **Beidou**

Současný stav:

Oproti systémům GPS, GLONASS a Galileo, které využívají družice pohybující se vzhledem k zemskému povrchu (družice na střední oběžné dráze (MEO), Beidou 1 používá geostacionární družice. To znamená, že systém nepotřebuje tolik družic jako např. GPS, ale také to znamená že signálem je pokryta pouze oblast nad kterou je družice nastalo umístěna. Beidou 1 je tedy v současné době funkční v oblasti vymezené těmito souřadnicemi: 70° až 140° východní délky a 5° až 55° severní šířky.

Bližší podrobnosti a budoucí přechod na globální systém viz např.:

<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/Beidou>

# Aplikace GPS



# Navigační systém pro nevidomé

## Cíle:

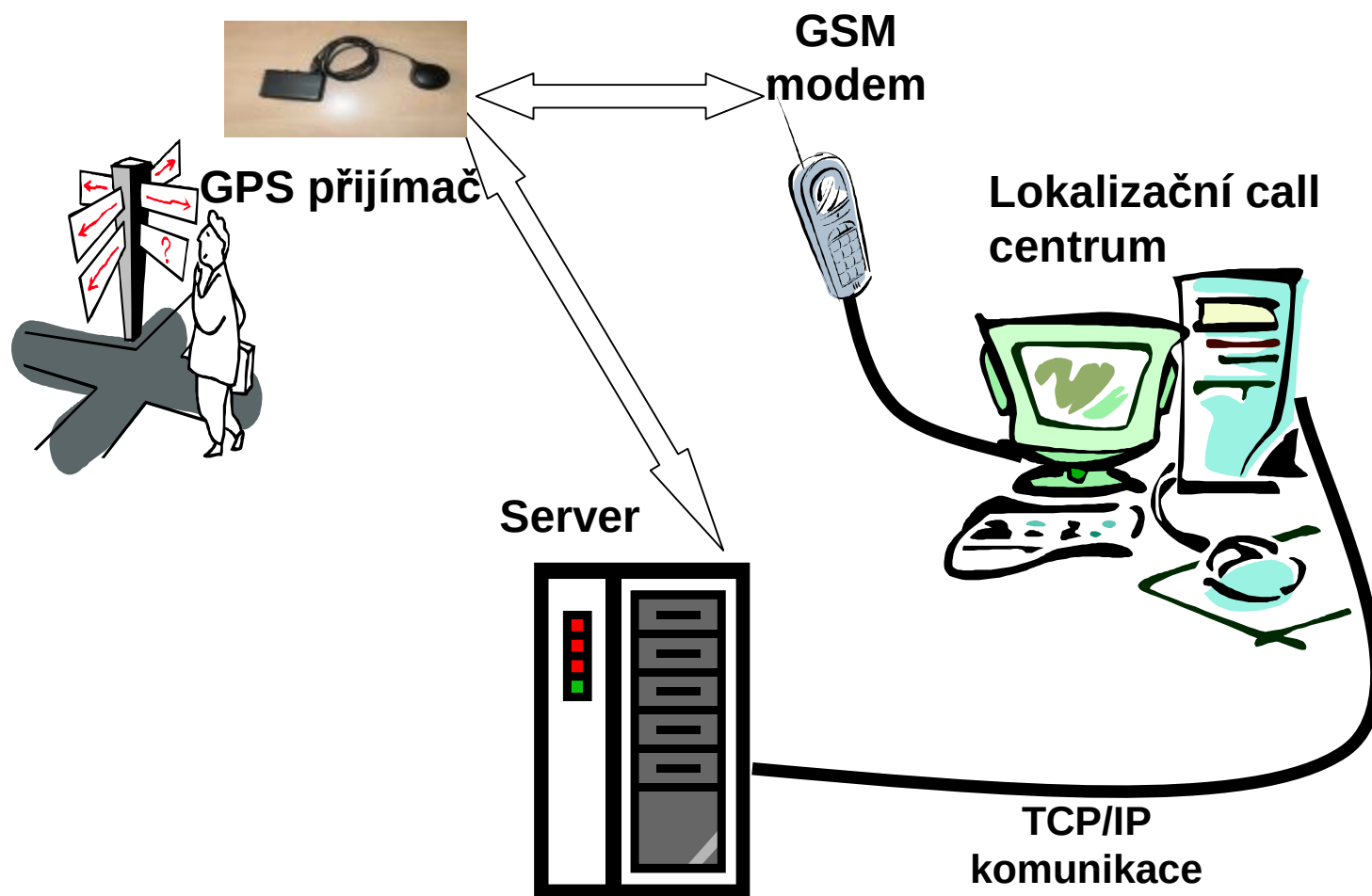
- Ověření aplikace stávajícího GPS pro lokalizaci nevidomých
- Výběr a implementace hardwaru a softwaru
- Test reálných přenosových vlastností GSM sítě
- Vytvoření lokalizačního call centra SONS



## Realizace RDC

- kombinace GPS přijímače, přenos dat (GSM/GPRS, ..., (inteligentní) mapy a lokalizačního centra

# Schéma řešení

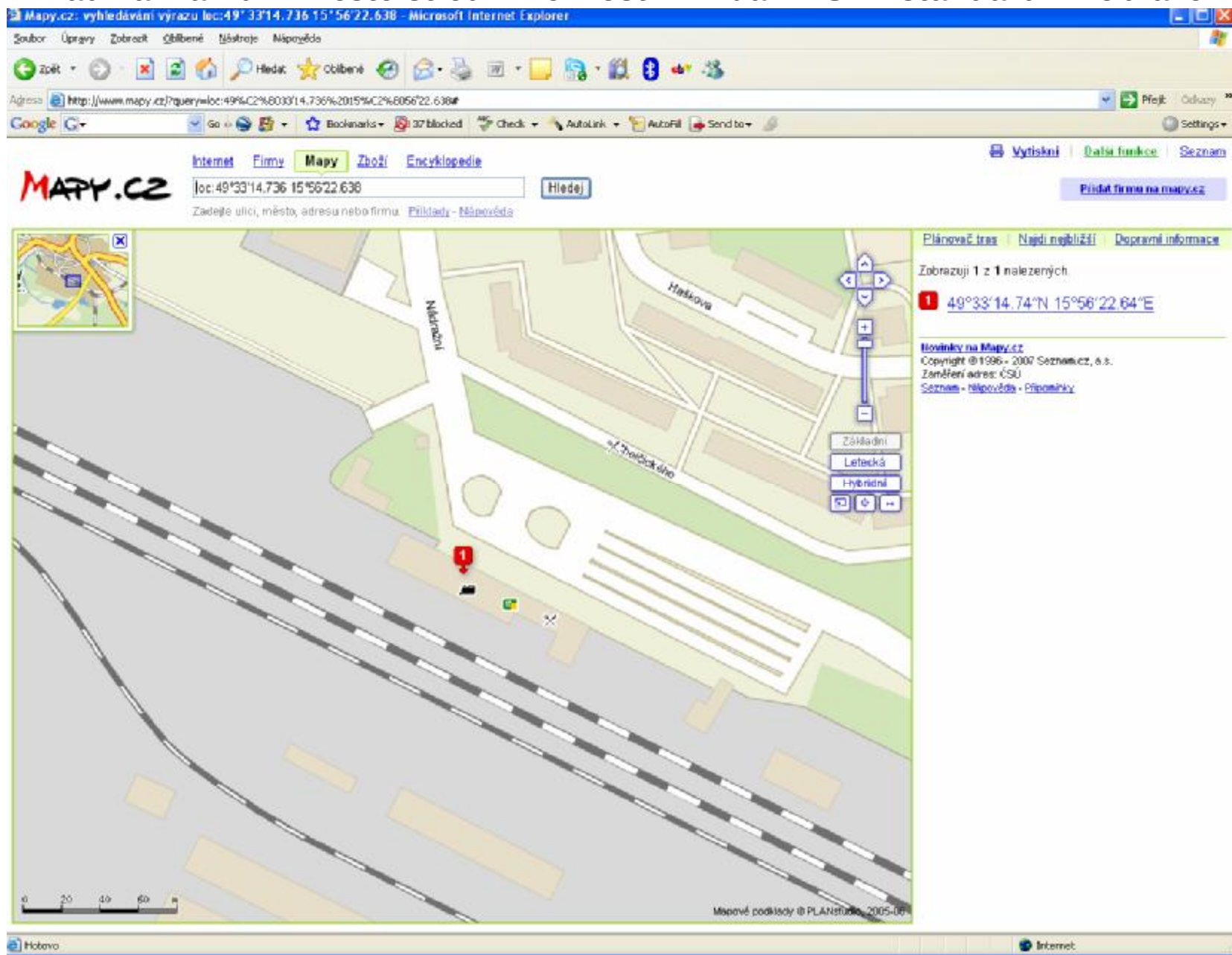


## Příklad záznamu– vnitřní Praha — standardní navigátor



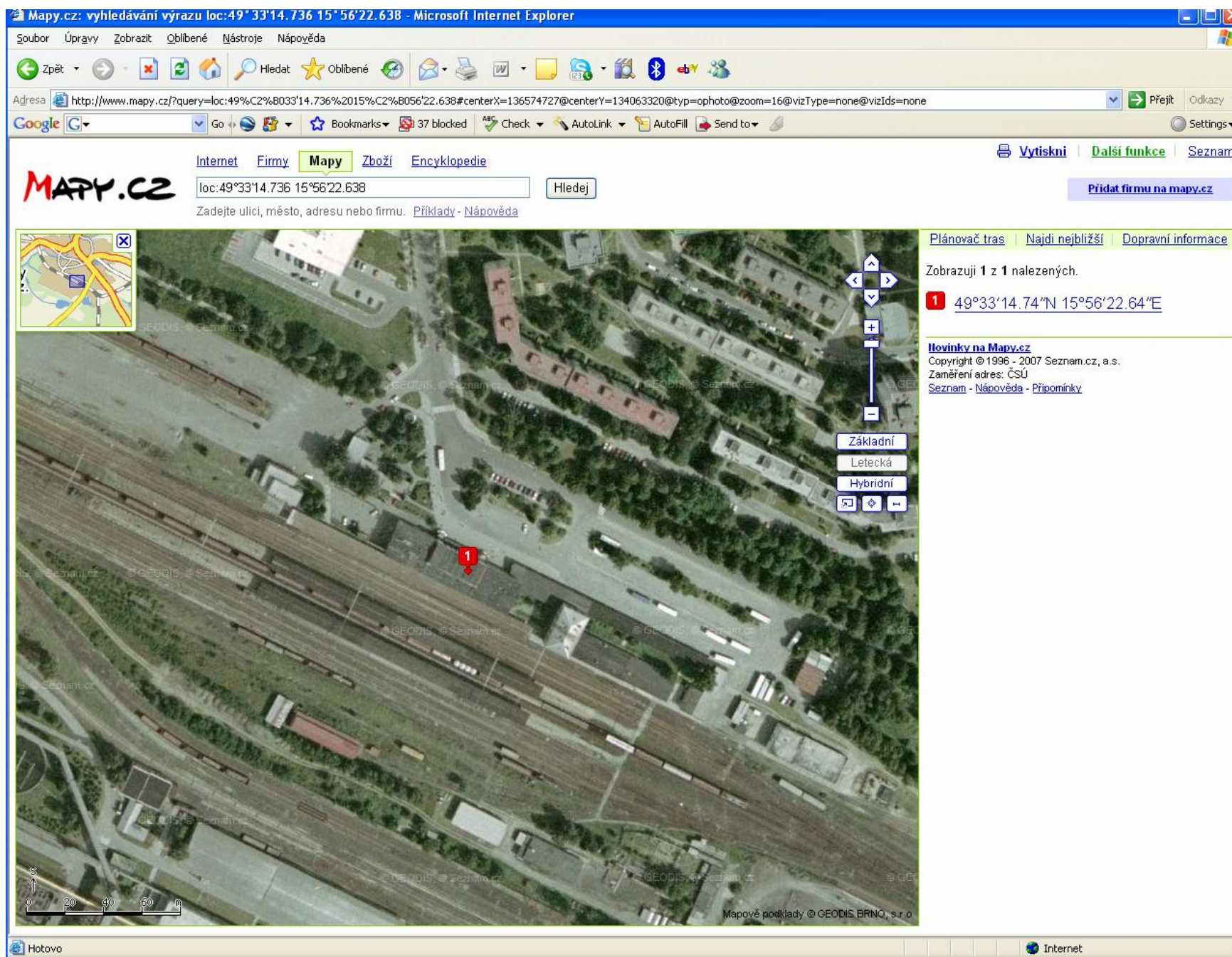


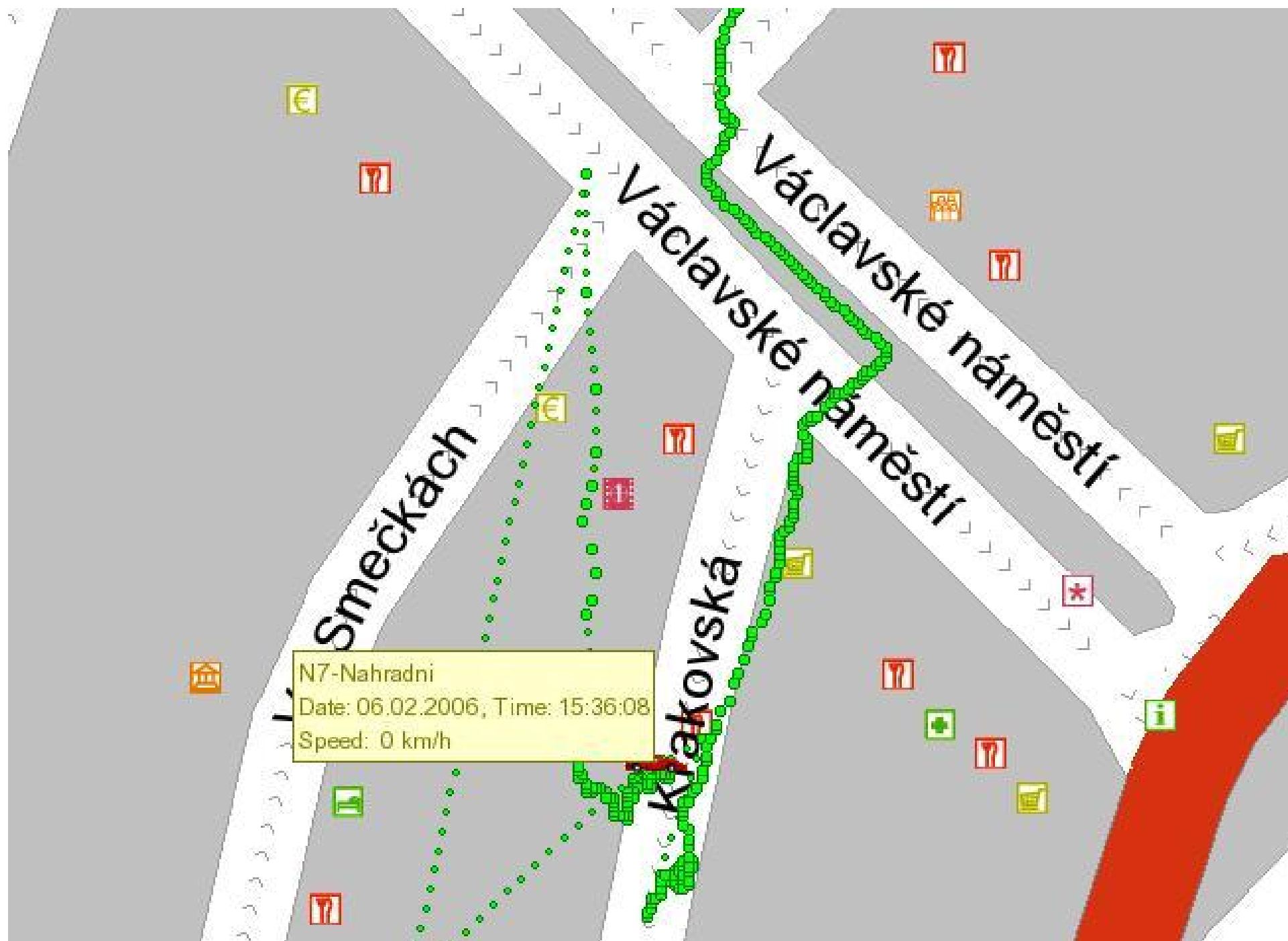
## Příklad záznamu v městě střední velikosti – Žďár n.S. – standardní zobrazení





## Príklad záznamu v městě střední velikosti – Žďár n.S. – ortofoto zobrazení





# Příklad záznamu ve vnitřní Praze – standardní mapa

mapy.cz: vyhledávání výrazů loc:50°4'53.10"14°24'39.690 - Microsoft Internet Explorer

Soubor Úpravy Zobrazit Oblíbené Nástroje Nápořád

Zpět Hledat Oblíbené

Adresa <http://www.mapy.cz/?query=loc:50%C2%B04'53.10%2014%C2%B024'39.690#centerX=133051280&centerY=135931888&typ=base&zoom=16&vizType=none&vizIds=none> Přejít Odkazy

Google Go Bookmarks 37 blocked Check AutoLink AutoFill Send to Settings

**MAPY.CZ** Internet Firmy **Mapy** Zboží Encyklopedie

loc:50°4'53.10 14°24'39.690 Hledej

Zadejte ulici, město, adresu nebo firmu. [Příklady](#) - [Nápořád](#)

[Vytiskni](#) [Další funkce](#) [Seznam](#)

[Přidat firmu na mapy.cz](#)

[Plánovač tras](#) [Najdi nejbližší](#) [Dopravní informace](#)

Zobrazuji 1 z 1 nalezených.

**1** [50°04'53.10"N 14°24'39.69"E](#)

[Novinky na Mapy.cz](#)  
Copyright © 1996 - 2007 Seznam.cz, a.s.  
Zaměření adres: ČSÚ  
[Seznam](#) - [Nápořád](#) - [Připomínky](#)

Mapové podklady © PLANstudio, 2005-06

Hotovo Internet



# Příklad záznamu ve vnitřní Praze – ortofoto mapa

Mapy.cz: vyhledávání výrazu loc:50°4'53.10 14°24'39.690 - Microsoft Internet Explorer

Soubor Úpravy Zobrazit Oblíbené Nástroje Nápověda

Zpět Hledat Oblíbené

Adresa [http://www.mapy.cz/?query=loc:50°C2%B04'53.10%2014%C2%B024'39.690#centerX=133051264@centerY=135931808@typ=ophoto@zoom=16@vizType=none@vizIds=none](http://www.mapy.cz/?query=loc:50%C2%B04'53.10%2014%C2%B024'39.690#centerX=133051264@centerY=135931808@typ=ophoto@zoom=16@vizType=none@vizIds=none) Přejít Odkazy

Google Go Bookmarks 37 blocked Check AutoLink AutoFill Send to Settings

Internet Firmy **Mapy** Zboží Encyklopedie

**MAPY.CZ** loc:50°4'53.10 14°24'39.690 Hledej

Zadejte ulici, město, adresu nebo firmu. [Příklady](#) - [Nápověda](#)

[Vytiskni](#) [Další funkce](#) [Seznam](#)

[Přidat firmu na mapy.cz](#)

[Plánovač tras](#) [Najdi nejbližší](#) [Dopravní informace](#)

Zobrazuji 1 z 1 nalezených.

1 50°04'53.10"N 14°24'39.69"E

[Novinky na Mapy.cz](#)  
Copyright © 1996 - 2007 Seznam.cz, a.s.  
Zaměření adres: ČSÚ  
[Seznam](#) - [Nápověda](#) - [Připomínky](#)

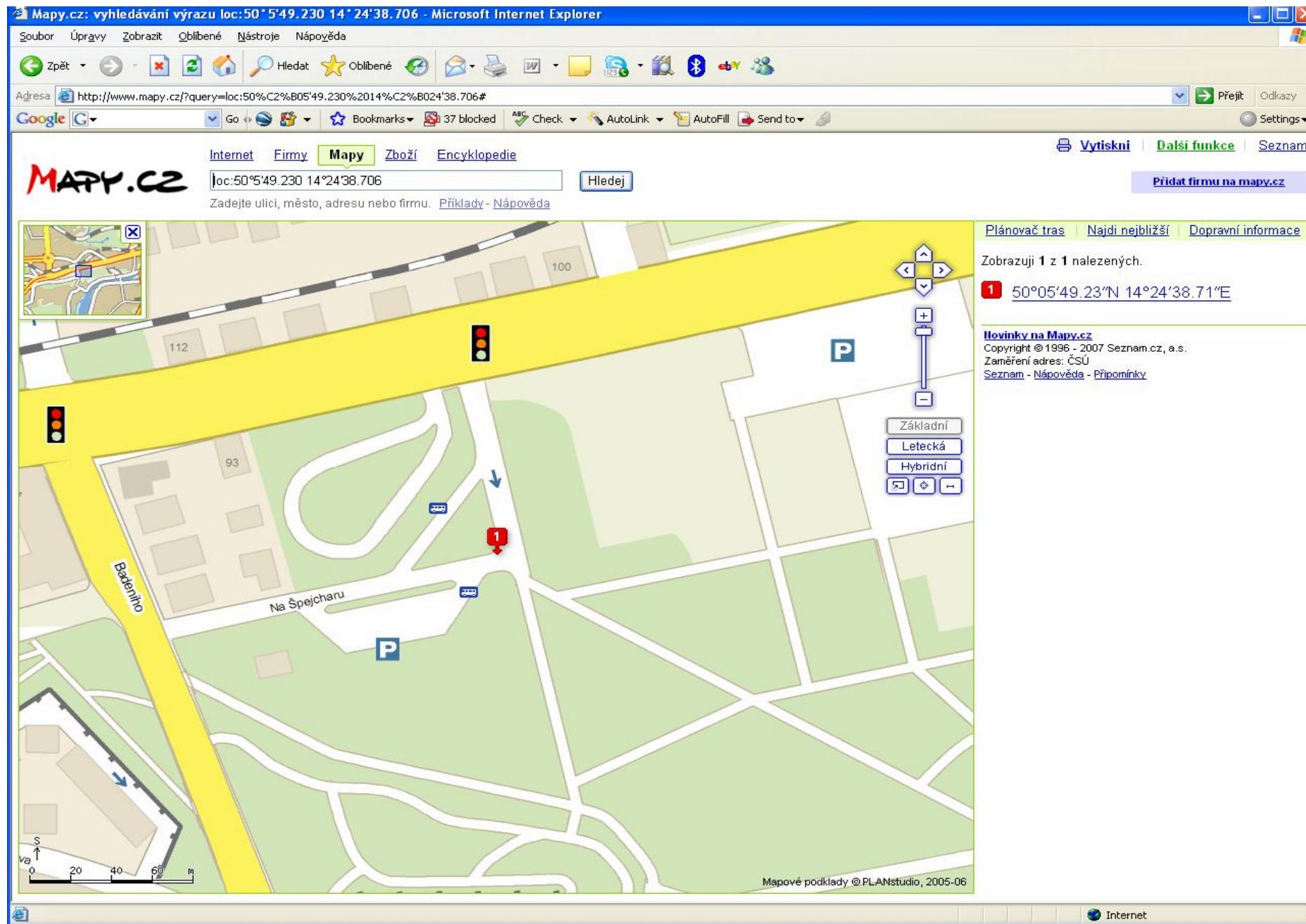
Základní  
Letecká  
Hybridní

Mapové podklady © GEODIS BRNO, s.r.o.

Hotovo

Start M CS 14:32

# Příklad záznamu – Praha





# Příklad záznamu v Praze – ortofotomapa

Mapy.cz: vyhledávání výrazu loc:50°5'49.230 14°24'38.706 - Microsoft Internet Explorer

Soubor Úpravy Zobrazit Oblíbené Nástroje Nápověda

Zpět Hledat Oblíbené

Adresa <http://www.mapy.cz/?query=loc:50%C2%B05'49.230%2014%C2%B024'38.706#centerX=133051374&centerY=135986651@typ=ophoto@zoom=16@vizType=none@vizIds=none> Přejít Odkazy

Google Go Bookmarks 37 blocked Check AutoLink AutoFill Send to Settings

Internet Firmy **Mapy** Zboží Encyklopedie

**MAPY.CZ** loc:50°5'49.230 14°24'38.706 Hledej

Zadejte ulici, město, adresu nebo firmu. [Příklady](#) - [Nápověda](#)

[Vytiskni](#) [Další funkce](#) [Seznam](#)

[Přidat firmu na mapy.cz](#)

Plánovač tras Najdi nejbližší Dopravní informace

Zobrazuji 1 z 1 nalezených.

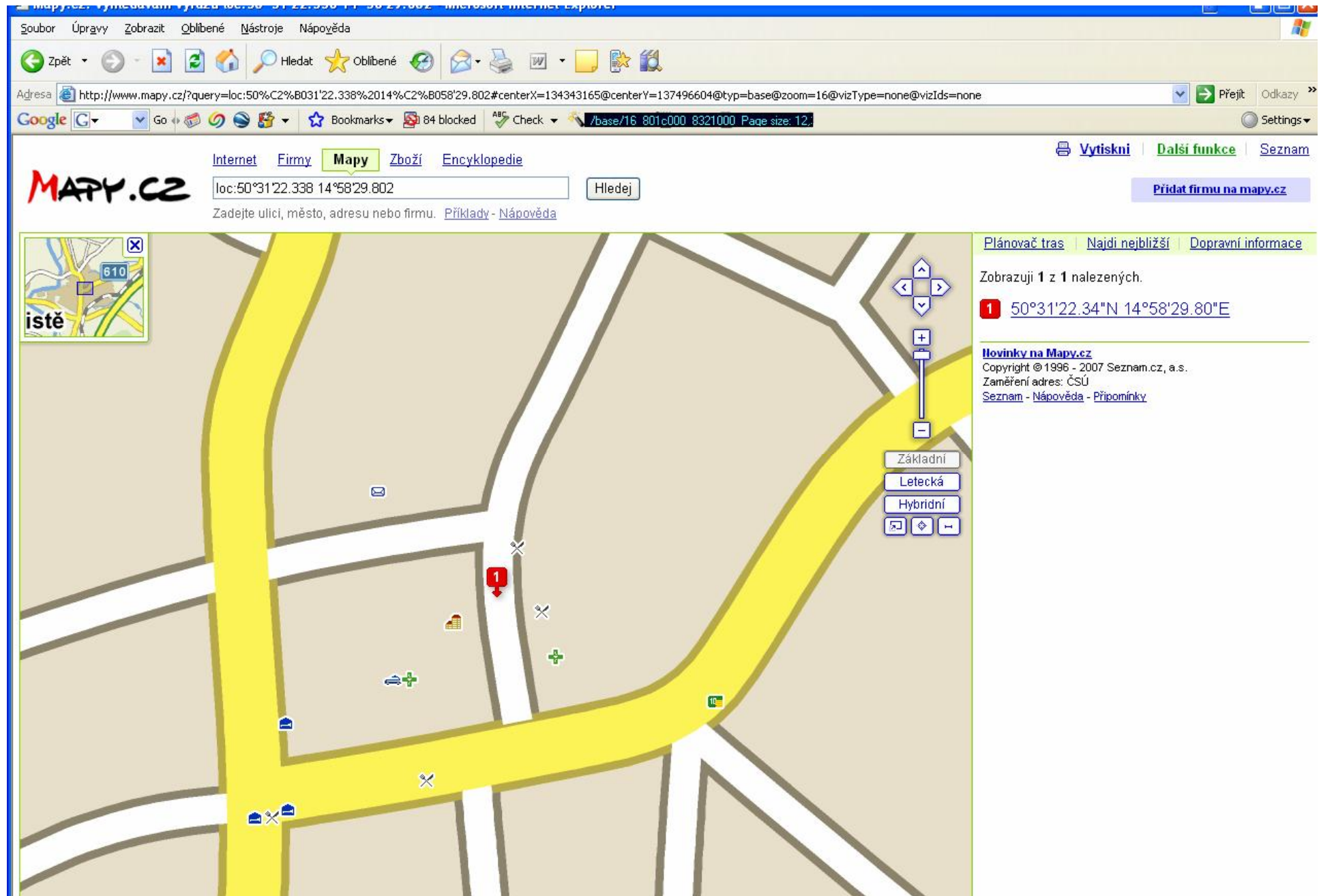
**1** [50°05'49.23"N 14°24'38.71"E](#)

[Novinky na Mapy.cz](#)  
Copyright © 1996 - 2007 Seznam.cz, a.s.  
Zaměření adres: ČSÚ  
[Seznam](#) - [Nápověda](#) - [Připomínky](#)

Základní  
Letecká  
Hybridní

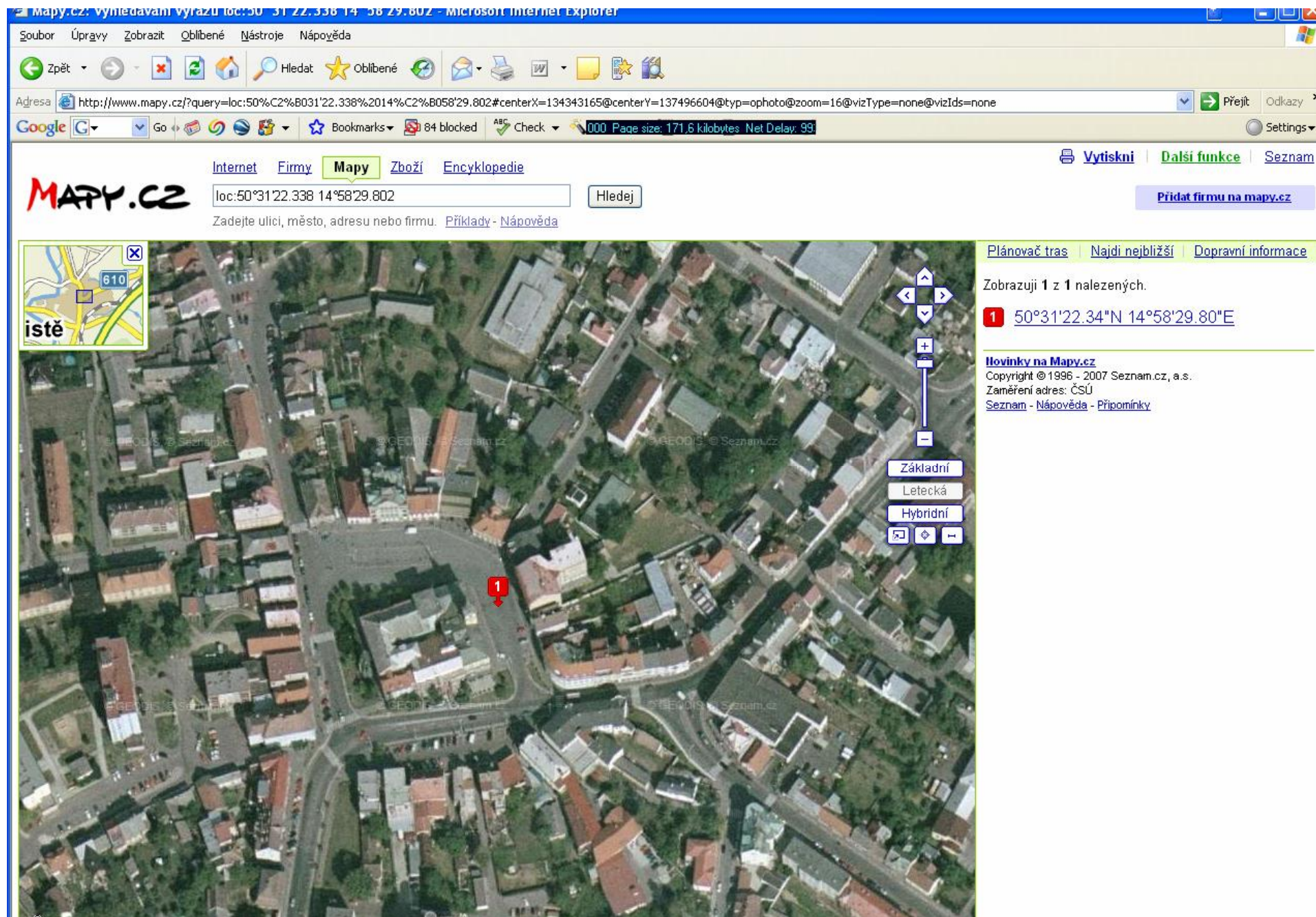
Mapové podklady © GEODIS BRNO, s.r.o.

# Mnichovo Hradiště 07.03.2007



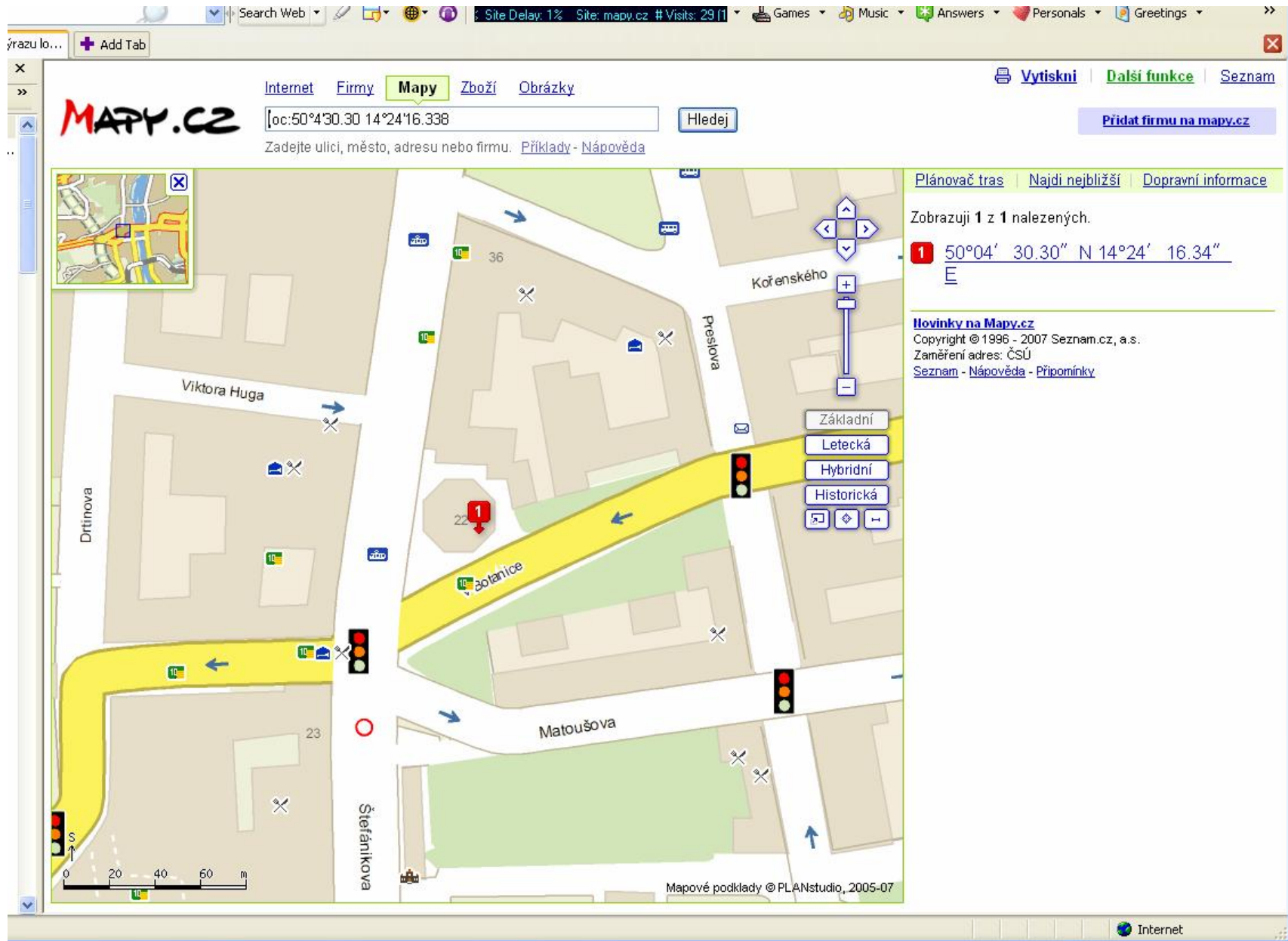


# Mnichovo Hradiště 07.03.2007

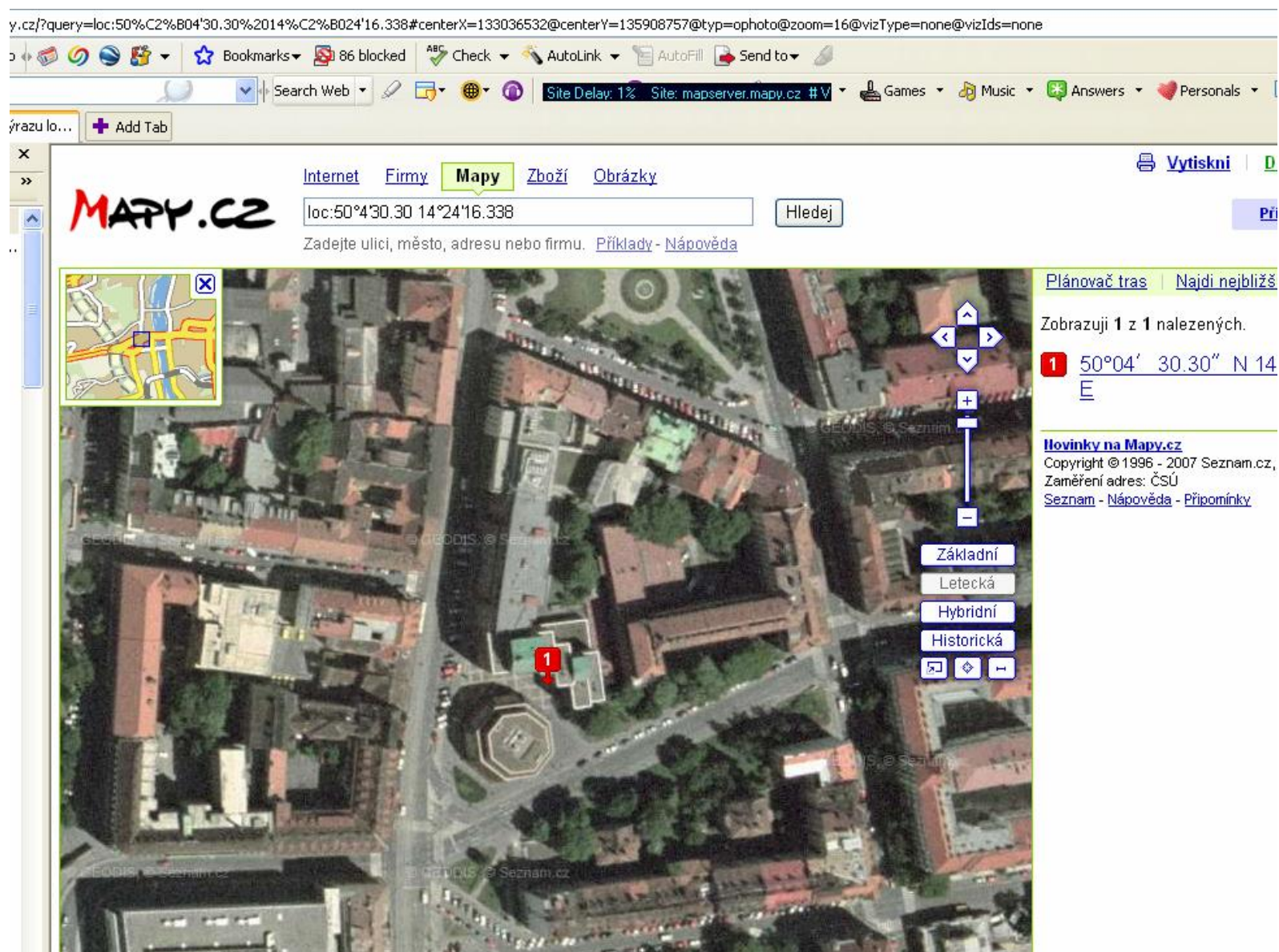




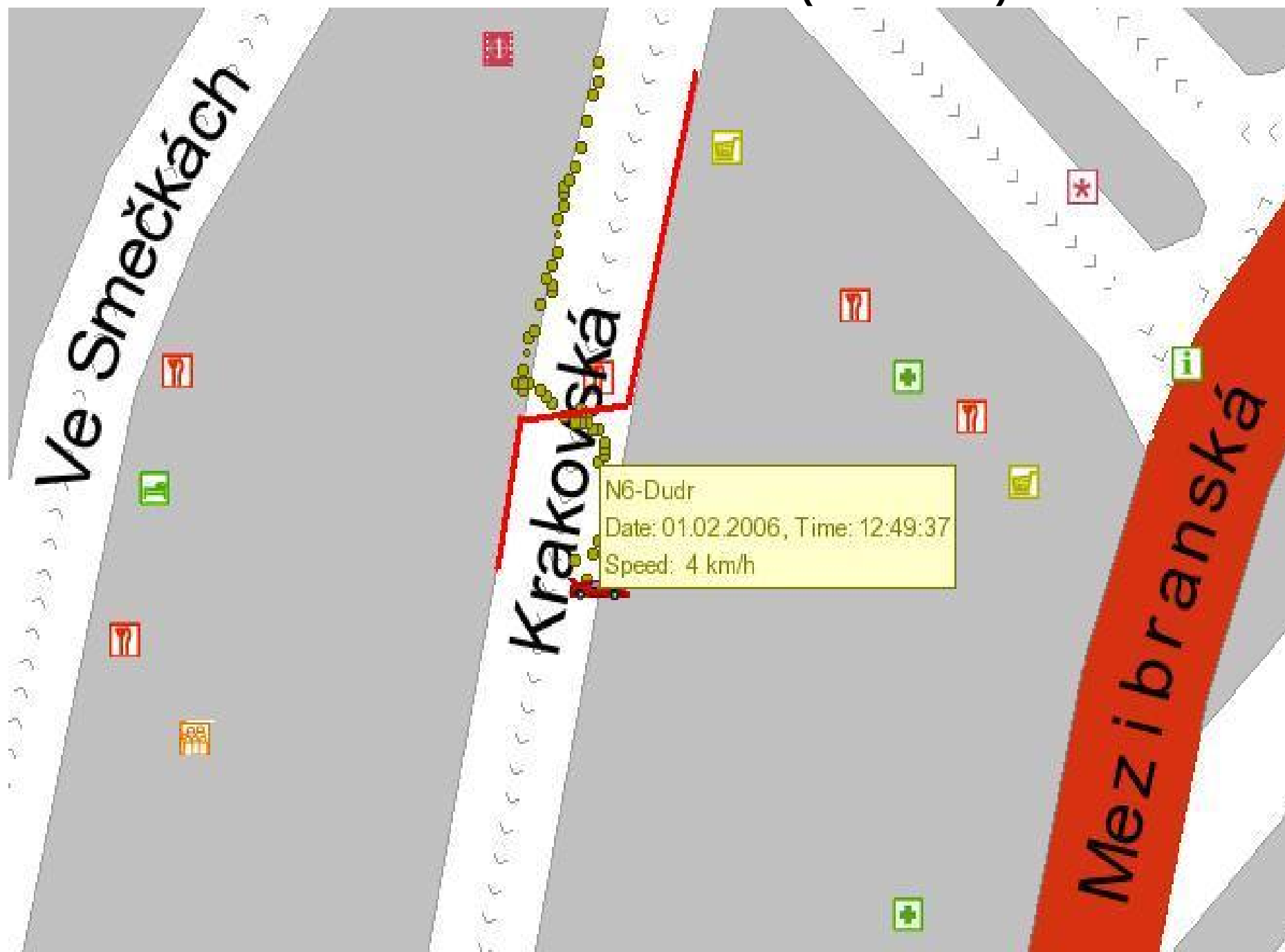
# Praha 12.05.2007



# Praha 12.05.2007



## Příklad záznamu ve vnitřní Praze (vliv odrazů)



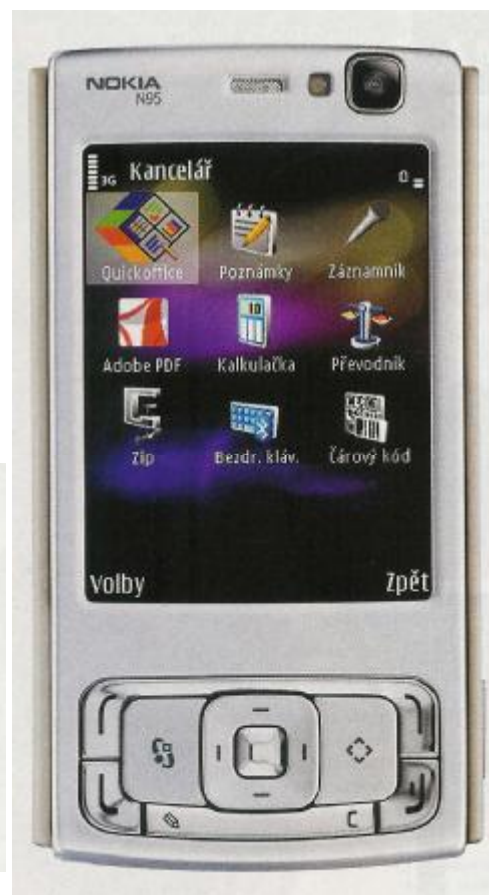
Trendy vývoje pro  
nejbližších cca 10  
let ????



Mobilní telefon = mobilní terminál (telefon,  
Wifi, fotoaparát, LBS – GPS, data, data, data)

*HW: Display, klávesnice, zdroje*

*SW: OS*



- Odkazy na www
- Základní:
  - <http://www.comtel.cz/>
  - <http://www.rdc.cz/>
  - <http://www.sitronicscentrum.cz/>
- Přehledy:
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
  - <http://en.wikipedia.org/wiki/gsm>
  - <http://en.wikipedia.org/wiki/UMTS>
  - <http://www.gsmworld.com/index.shtml>
  - <http://tomas.richtr.cz/mobil/index.htm>
- Ostatní např.:
  - <http://www.dsl.cz/index.php>
  - <http://www.dualphone.cz/>
  - <http://www.fayn.cz/>
  - <http://www.skype.cz/>
  - <http://www.skype.com/>
  - [http://www.voiptalk.org/products/product\\_info.php?cPath=37&products\\_id=68&se](http://www.voiptalk.org/products/product_info.php?cPath=37&products_id=68&se)
- GPS:
  - <http://www.gpsworld.com/gpsworld/>
  - [http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps\\_f.html](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html)
  - <http://www.navigacegps.cz/>
  - [www.garmin.com/](http://www.garmin.com/)
  - <http://www.garmin.cz/>
  - <http://obchod.sunnysoft.cz/>
  - <http://www.palmserver.cz/>
  - [http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/galileo/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/index_en.htm)

- <http://www.kosek.cz/clanky/wapkurz/ar01s02.html>
- <http://www.thuraya.com/wp-content/files/Image/Thuraya-2-public.jpg>
- <http://www.satkom.cz/>
- <http://www.satkom.cz/iridium.htm>
- <http://www.navigacegps.cz/iridium/>
- <http://www.globalstar.com/>
- <http://www.skyfly.cz/zajimavo/waas03.htm>
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/GPS>
- <http://www.czechspace.cz/cs/galileo/technologie>
- <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps.html>
- <http://www.czechspace.cz/en/galileo/aktuality-GPS-Glonass/Beidou>
- [http://www.solarnavigator.net/global\\_positioning\\_system\\_links.htm](http://www.solarnavigator.net/global_positioning_system_links.htm)
- <http://www.gpsy.com/gpsinfo/>
- <http://www.u-blox.com/products/u5products.html>
- <http://gps.slansko.cz/>
- <http://www.trimble.com/gps/howgps-triangulating.shtml>
- <http://www.ce4you.cz/articles/detail.asp?a=244>
- [http://www.pegas2000.cz/glide/glide\\_cz/inst\\_gps.htm](http://www.pegas2000.cz/glide/glide_cz/inst_gps.htm)
- [http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005\\_02\\_gps.php](http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php)
- [http://www.europarl.europa.eu/news/public/story\\_page/057-7907-169-06-25-909-20070615STO07872-2007-18-06-2007/default\\_cs.htm](http://www.europarl.europa.eu/news/public/story_page/057-7907-169-06-25-909-20070615STO07872-2007-18-06-2007/default_cs.htm)