
Příjem televizního a rozhlasového signálu ze satelitů

Počátky

50, 60. léta – požadavky na telekomunikaci mezi Amerikou a Evropou

- podmořský kabel – v případě války riziko přerušení nepřítelem
 - odraz radiových vln o atmosféru (3-30 MHz) – závislé na počasí (vypouštění mraku měděných jehliček na oběžnou dráhu)
 - rozvoj fotovoltaiky umožnil vypuštění prvních satelitů
-

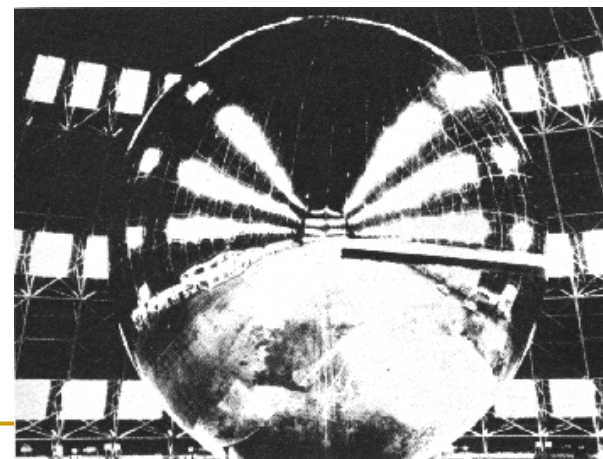
Historie

Z historie stačí kvalitativní info o Echo1 a Telstar1

- 12. 8.1960 ECHO 1, pokovený balón odrážející signály
- 10. 7.1962 TELSTAR 1
- 13. 12. 1962 RELAY 1, televize a telefony (400)
- 28. 07. 1963 SYNCOM 2, geostacionární, televize a telefony
- 6. 4. 1965 EARLY BIRD 1
- 23. 4.1965 MOLNIJA 1



SYNCOM 2



ECHO 1: 30.45m 75.9kg 1524 x 1684 km 47.2 stupňů. Zanikla 24. 5. 1968.

TELSTAR

20. 5. 1962, USA

- 10. 7. 1962 přímý přenos televizního signálu mezi USA a Francií (6,390 / 4,170 GHz) (Tornados, Ventures, Shadows)
- délka přenosu maximálně 45 minut (maximálně 102 minut denně)
- poprvé i přenos telefonních hovorů
- signály přijímaly velké pozemní stanice s podchlazenými přijímači



MOLNIJA 2



EARLY BIRD 1

(1965 - 480 analogových telefonních kanálů,
televize 6,301/4,801 GHz a 6.390/4.161GHz)

ATS 1



- konec 70., začátek 80. let
 - pásmo 4 GHz (3,6 - 4,2)
 - satelit - pozemní stanice - kabelový rozvod
 - kromě televizních přenosů i meteorologické snímky
-

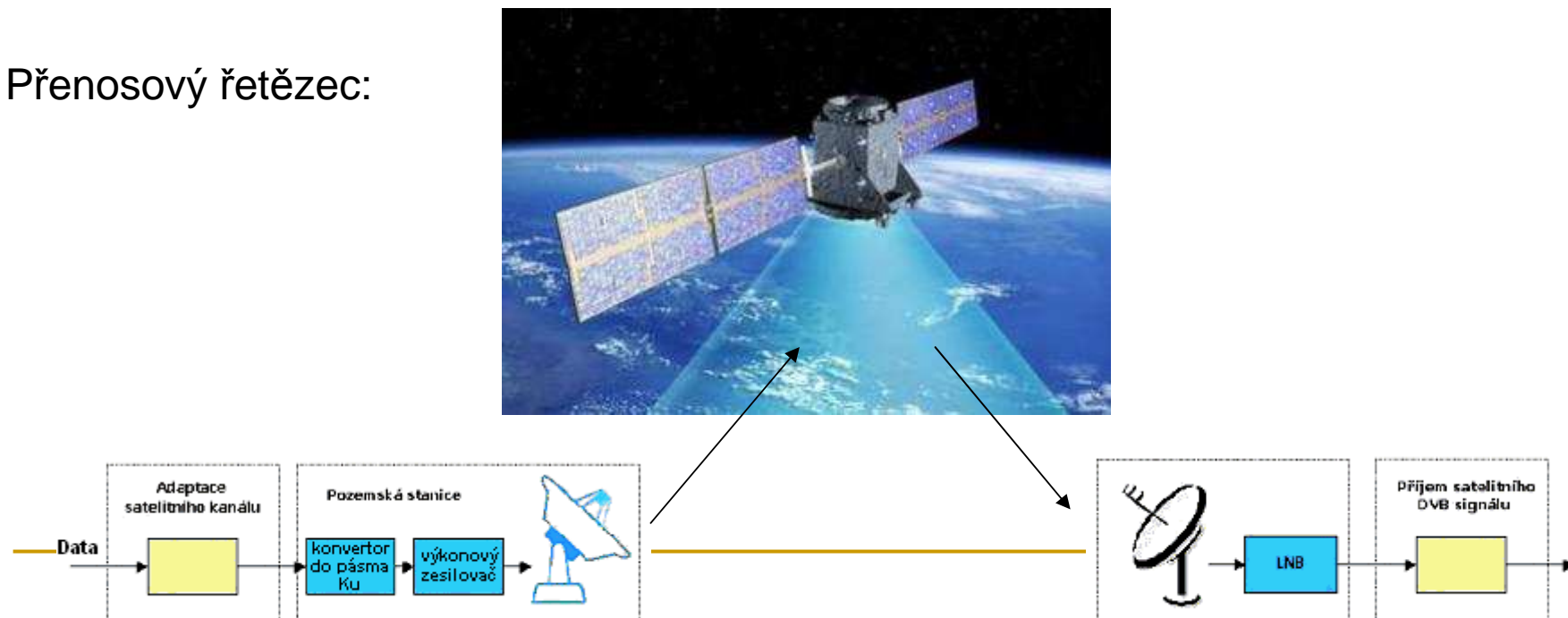
Přímé vysílání televizních signálů

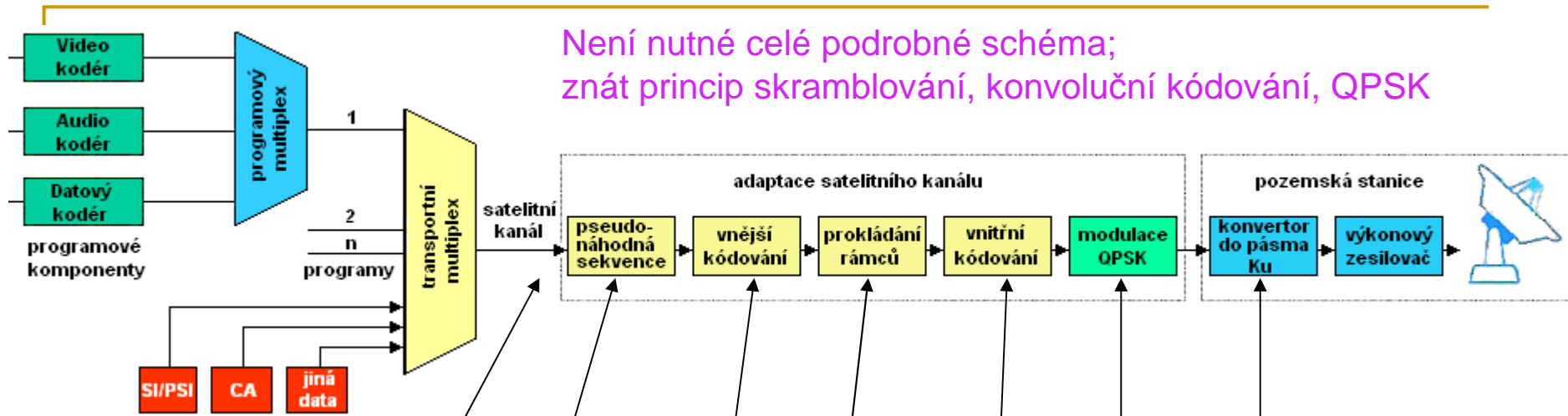
DVB-S (Digital Video Broadcasting for 11/12 GHz Satellite Services) - otevřený standard pro vysílání a příjem digitalizovaného audia, videa a dat prostřednictvím satelitu, s využitím technologie MPEG-2

Rozšířeno na **DVB-S2** – využívá komprese MPEG-4/AVC – umožňuje přenos obrazu HDTV a zvuku Dolby Digital

Umět nakreslit přenosový řetězec

Přenosový řetězec:





Není nutné celé podrobné schéma;
znát princip skramblování, konvoluční kódování, QPSK

Paketizovaný signál
délky 188 bytů

Rozptýlení pseudonáhodnou binární sekvencí –
dosažení plynulého datového toku - „Skramblování“
(opakující se řetězce dat jsou po modulaci náchylné
na chyby přenosu, výhodnější jsou rovnoměrně
rozložená data)

Kódování Reed-Solomon – ochrana proti chybám
délka paketů 204 bytů

Optimalizace
signálu

Konvoluční kódování
FEC 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

Převod posloupnosti log 0, 1
do radiového spektra
- čtyřstavové klíčování
fázovým posuvem

Převod signálu do
Ku pásma 14GHz

<http://www.urel.feec.vutbr.cz/~sebestaj/MRAR/SDS.pdf>

https://cs.wikipedia.org/wiki/Konvolu%C4%8Dn%C3%AD_k%C3%B3dov%C3%A1n%C3%AD

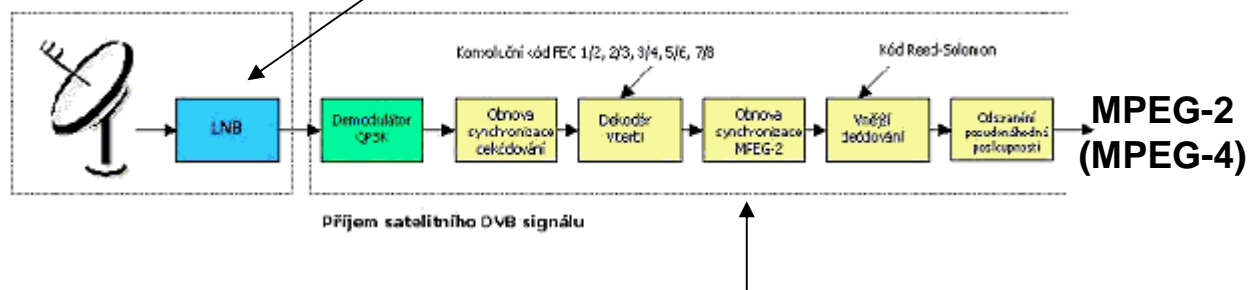
https://cs.wikipedia.org/wiki/Kl%C3%ADkov%C3%A1n%C3%AD_f%C3%A1zov%C3%BDm_posuvem



Uplink
- Ku pásmo 14GHz

Downlink
- Ku pásmo 11/12GHz

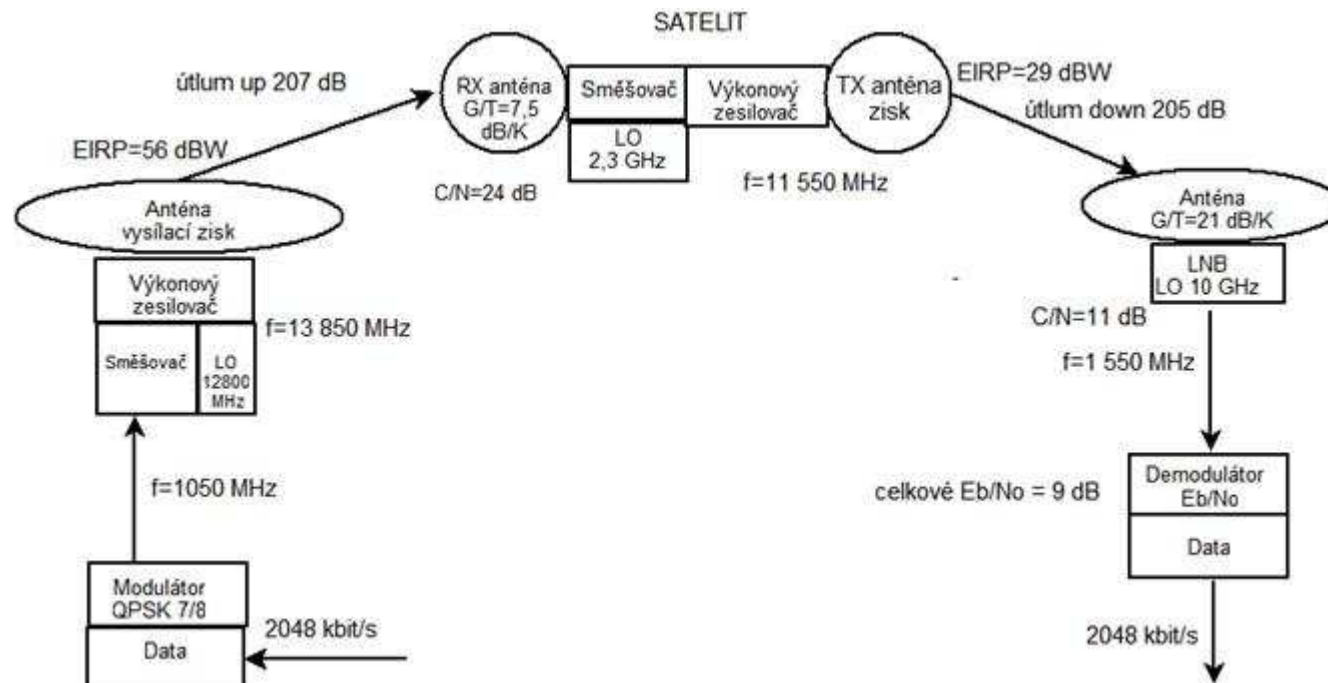
Low Noise Block
- zesílení a převod signálu do
Pásmo L (950-2000MHz)



Dekódování v opačném pořadí

Znáť frekvenci Uplinku, Down linku a
mezifrekvenci vycházející LNB

Technické parametry přenosového řetězce:



Pouze informativní – neučit

Komerční satelitní vysílání

- přímé vysílání televizních programů
 - přímé vysílání rozhlasových programů
 - satelitní síť mobilních telefonů
 - GPS (Global Positioning System)
-

Přímé vysílání televizních signálů

- V ČR využíváno pásmo Ku:

Ku-1: 10,7 - 11,7 GHz,

Ku-2: 11,7 - 12,5 GHz,

Ku3: 12,5 - 12,75 GHz

Znáť frekvenci Ku pásma 11 – 13 GHz
Znáť výhodu polarizace signálu

Modulace QPSK – klíčování fázovým posuvem ↻ šířka kanálu 27 MHz

- zpočátku analogově
- polarizace signálu – vysílání na blízkých frekvencích bez vzájemného rušení (lineární - Horizontální x Vertikální; kruhová - Levotočivá x Pravotočivá)
- díky tomu odstup mezi kanály jen 19,18 MHz;
- Ku-1 + Ku-2 ~ 80 kanálů,
- Ku3 ~ 13 kanálů
- nová přenosová soustava : D2-MAC (Multiplexed Analogue Components):
jasová a barevná složka vysílány multiplexně (ne současně, ale po sobě,
umožňuje i vícekanálový přenos zvuku v CD kvalitě

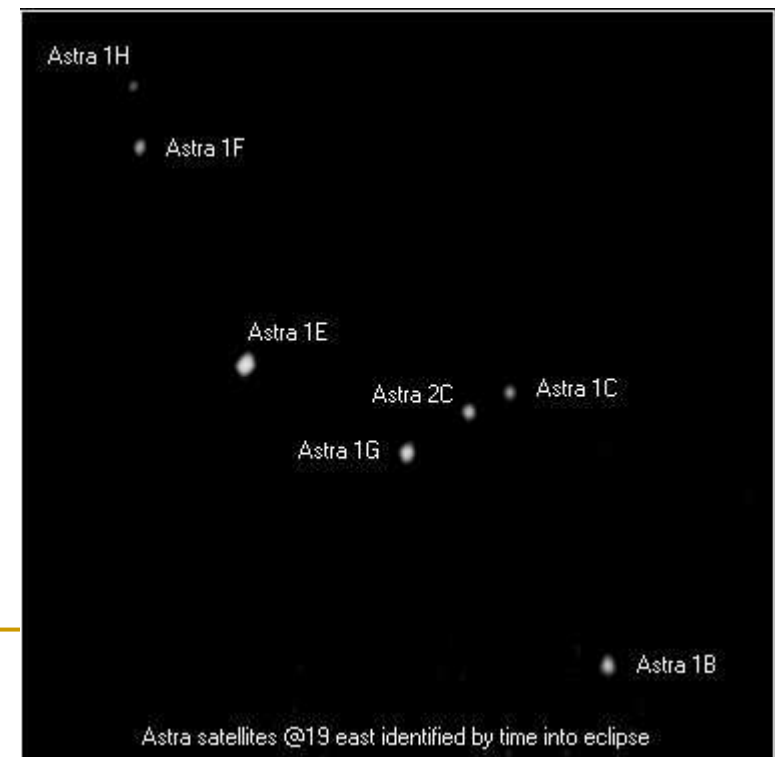
<http://www.parabola.cz/abc/tabulka-kmitocova-pasma/>

<http://www.satcentrum.com/clanky/23550/od-pasma-ku-k-pasmu-ka-vetsi-sirka-pasma-pro-satelitni-televizi/>

Přímé vysílání televizních signálů

- místo jednoho televizního kanálu 16 stereo rozhlasových digitálních signálů
- umístění satelitů: geostacionární dráha
– nad rovníkem ve výšce 35 786 km
- umístění satelitů: ve vzdálenostech 3 stupně (2000 km)
- přidělení míst na konferenci 1977

Bude v testu



Přímé digitální vysílání televizních signálů

- systém MPEG-2 (Motion Pictures Expert Group), MPEG-4 (HDTV)
 - kompresní systém, založený na podobnosti následujících snímků, vysílají se pouze rozdíly ve zrychlené formě v podobě „balíků“
 - umožňuje na jednom analogovém kanálu vysílat 5 až 10 televizních programů – multiplex
 - velikost balíků pro jednotlivé programy se mění podle rychlosti změny scény
 - vyžaduje speciální přijímače (paměti, dekodéry)
 - datová rychlost 1 až 45 Mb/s
 - chyby (pixelizace, další, projevy)
-

Přímé vysílání televizních signálů



Přímé vysílání televizních signálů

ASTRA 1F (19,2°E)

ASTRA 1F byla vynesena nosnou ruskou raketou PROTON D1-e dne 9.dubna 1996 z kosmodromu Bajkonur v Kazachstánu. ASTRA 1F zahájila provoz 1.června 1996; druhý satelit SES Astra určený pro šíření digitálních signálů.

TECHNICKÁ DATA SATELITU ASTRA 1F:

Hmotnost satelitu při startu: 3010 kg

Výrobce satelitu: Hughes

Provedení satelitu: HS 601

Stabilizace ve třech osách

Životnost: 15 let

Potřeba energie 4400 W

Počet aktivních transpondérů na palubě: 22 (22 v prvních pěti letech, poté už jen 20 transpondérů; u všech je zajištěn provoz v době eklipse)

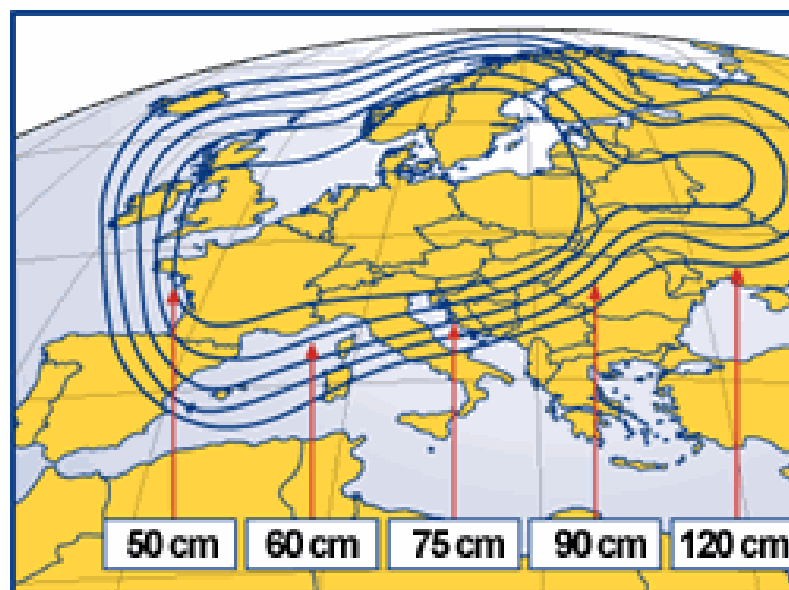
Výkon každého transpondéru: 82 W

EIRP ve středu ozářené zóny: 52 dBW

Kmitočtová šířka transpondérů: 26 MHz v pásmu

FFS, 33 MHz v pásmu BSS

Astra 1F vytváří rezervní kapacitu pro satelity ASTRA 1A a ASTRA 1F.



Přímé vysílání televizních signálů

ASTRA 1H (19,2°E)

ASTRA 1H byla vynesena nosnou ruskou raketou PROTON dne 18.června 1999 z kosmodromu Bajkonur v Kazachstánu.

TECHNICKÁ DATA SATELITU ASTRA 1H:

Hmotnost satelitu při startu: 3590 kg

Výrobce satelitu: Hughes

Provedení satelitu: HS 601 HP

Stabilizace ve třech osách

Životnost: 15 let

Potřeba energie 6600 W

Počet aktivních transpondérů na palubě: 32 (32 v prvních pěti letech, poté už jen 28 transpondérů; u všech je zajištěn provoz v době eklipse)

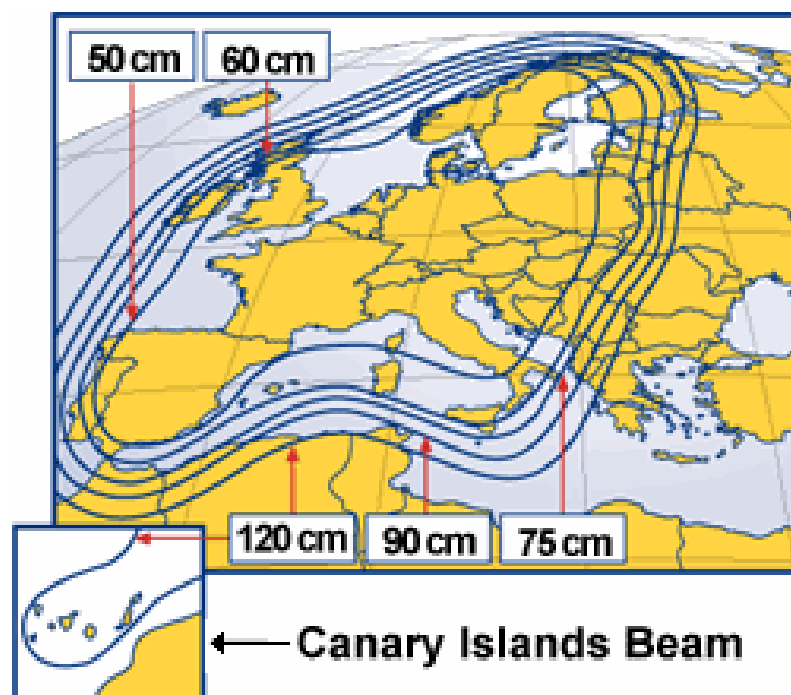
Výkon každého transpondéru: 100 W

EIRP ve středu ozářené zóny: 51 dBW

Kmitočtová šířka transpondérů: 26 MHz v pásmu

FFS, 33 MHz v pásmu BSS

Astra 1H vytváří rezervní kapacitu pro satelity ASTRA 1E, ASTRA 1F a ASTRA 1G.



Přímé vysílání televizních signálů

ASTRA 1L (19,2°E)

ASTRA 1L byla vynesena nosnou raketou Ariane 5 ECA v noci 5.května 2007 z evropského kosmického střediska v Kourou ve Francouzské Guyaně. Provoz satelitu ASTRA 1L byl zahájen 11.července 2007. Astra 1L umožňuje přesunout družici Astra 2C na svoji novou lokalitu - 28,2°E, kde bude sloužit pro potřeby britského a irského trhu.

TECHNICKÁ DATA SATELITU ASTRA 1L:

Hmotnost satelitu při startu: 4500 kg

Výrobce satelitu: Lockheed Martin

Provedení satelitu: A2100 AX

Stabilizace ve třech osách

Životnost: 15 let

Počet aktivních transpondérů v Ku pásmu na palubě:

29* (u všech je zajištěn provoz v době eklipse)

Výkon každého transpondéru v Ku pásmu: 140 W

EIRP ve středu ozářené zóny: max. 54,5 dBW

Počet aktivních transpondérů v Ka pásmu na palubě:

2 (u všech je zajištěn provoz v době eklipse)

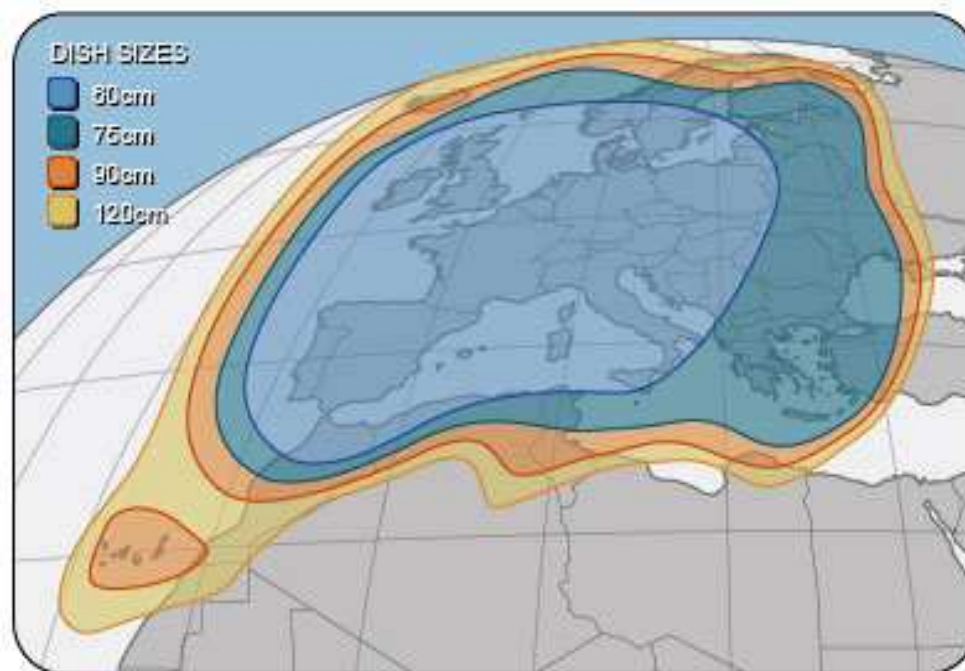
Výkon každého transpondéru v Ka pásmu: 128 W

Kmitočtová šířka transpondérů: 26 MHz a 33 MHz pro

Ku a 500 MHz pro Ka pásmo

Astra 1L vytváří rezervní kapacitu pro satelit ASTRA

1E.



Přímé vysílání televizních signálů

ASTRA 1M (19,2°E)

ASTRA 1M byla vynesena nosnou raketou Proton M / Breeze M v noci 5. listopadu 2008 z kazašského kosmického střediska Bajkonur. Provoz satelitu ASTRA 1M byl zahájen v lednu 2008. Astra 1M umožnila přesunout družici Astra 1G na svoji novou lokalitu - 23,5°E, kde slouží pro potřeby středoevropského trhu a zemí Beneluxu.

TECHNICKÁ DATA SATELITU ASTRA 1M:

Hmotnost satelitu při startu: 5344 kg

Výrobce satelitu: EADS Astrium

Provedení satelitu: Eurostar 3000

Stabilizace ve třech osách

Životnost: 15 let

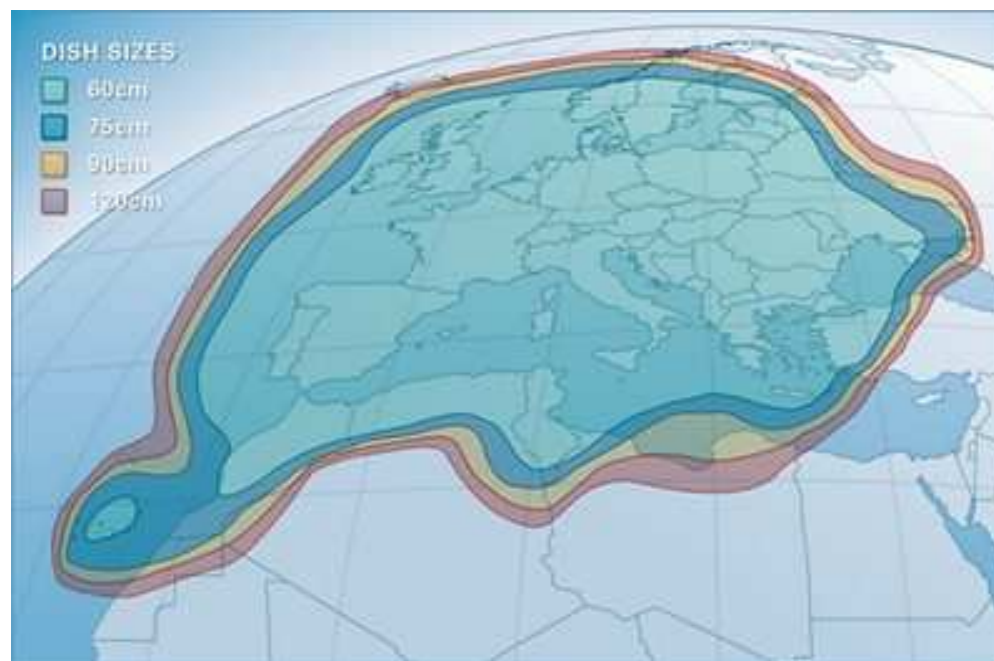
Počet aktivních transpondérů v Ku pásmu na palubě: 36* (u všech je zajištěn provoz v době eklipse)

Výkon každého transpondéru v Ku pásmu: 150 W

EIRP ve středu ozářené zóny: max. 53 dBW

Kmitočtová šířka transpondérů: 26 MHz a 33 MHz

Astra 1M může sloužit v celém kmitočtovém pásmu 10,7 až 12,75 GHz.



Přímé vysílání televizních signálů

ASTRA 3A (23,5°E)

ASTRA 3A byla vynesena nosnou raketou ARIANE 4 dne 29.března 2002 z kosmodromu Kourou ve francouzské Guyaně.

TECHNICKÁ DATA SATELITU ASTRA 3A:

Hmotnost satelitu při startu: 1500 kg

Výrobce satelitu: Boeing Satellite Systems Inc.

Stabilizace ve třech osách

Životnost: 10 let

Potřeba energie 1550 W

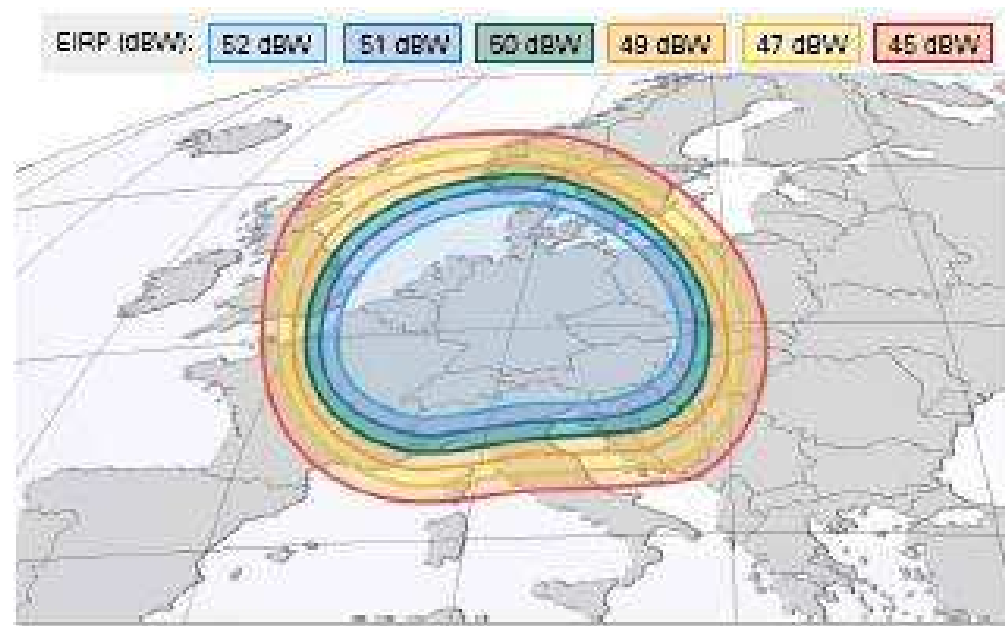
Počet aktivních transpondérů na palubě: 20

(12 v pásmu 11.45 až 11.7 GHz; 12 v pásmu 12.5 až 12.75 GHz)

Výstupní výkon TWTA: 30 W

EIRP ve středu ozářené zóny: 52 dBW

Kmitočtová šířka transpondérů: 36 MHz



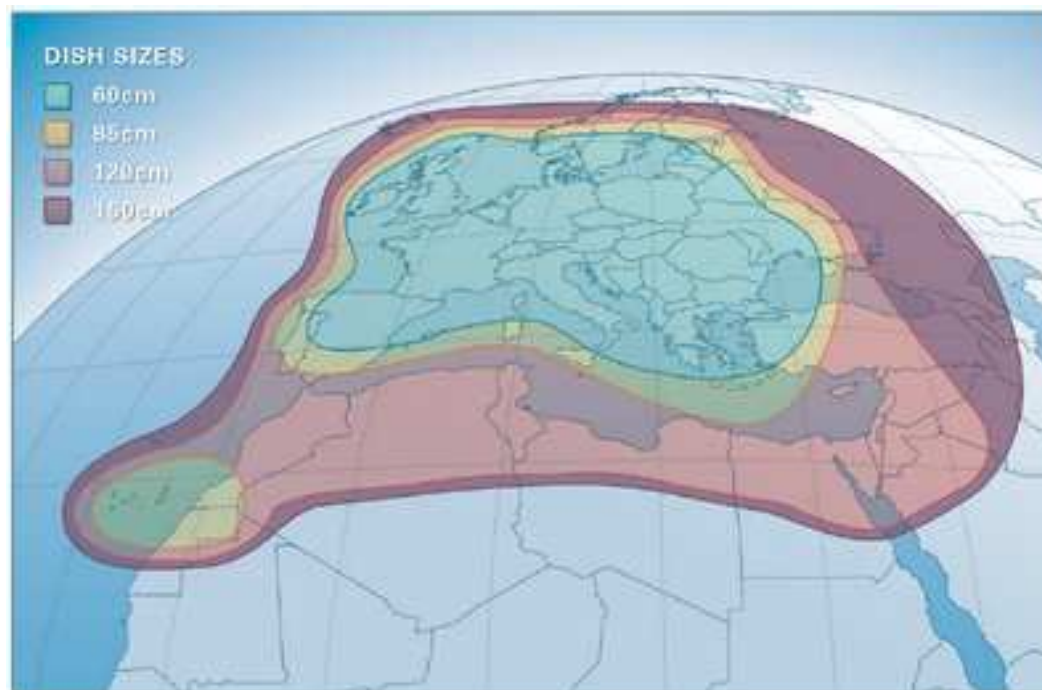
Přímé vysílání televizních signálů

ASTRA 3B (23,5°E)

Satelit Astra 3B je telekomunikační satelit lucemburského satelitního operátora SES Astra, kterým posiluje pozici 23,5 stupně východně.

Astra 3B má celkem 4 transpondéry v Ka pásmu pro obousměrný přenos dat a dále 60 transpondérů v Ku pásmu od 11,45 až 12,75 GHz, které mohou využívat některý ze tří svazků - Evropa, Pan-Evropa a Střední Východ. První dva svazky bude možné přijímat také v regionu střední Evropy (Česká republika a Slovensko) s parabolami malých rozměrů (od 60 cm). Výrazně se rozšiřuje pokrytí do severní Afriky a na Střední Východ a v některých případech i do východní Evropy.

Očekávaná životnost satelitu je 15 let.



Digitální televize – DVB-S

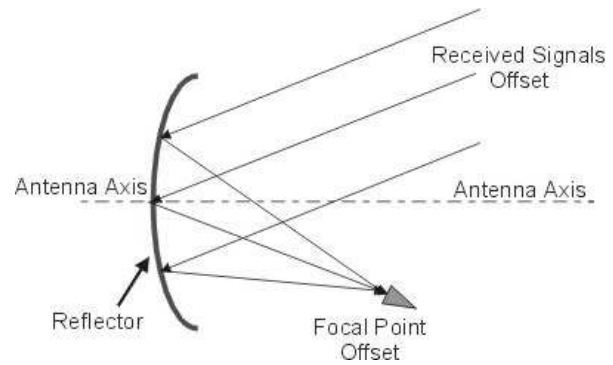


Digitální televize – DVB-S



středová
(dokonalejší ostření)

offsetová
(plošší, ne tak šikmá,
konvertor nestíní)



toroidní

Rotátory



Digitální televize – DVB-S

potřebné parametry antén:

- Astra – průměr 40 cm (lépe 60 cm pro horší atmosférické podmínky)
 - Hot Bird, Eurobird – 60 cm (80 cm)
 - Thor, Sirius, Kopernik, Eutelsat – 80 cm
 - východnější družice (60-79 °E) a západnější (21-58 °W) větší než 140 cm
-

Anténa

Bude v testu (bez číselných údajů)

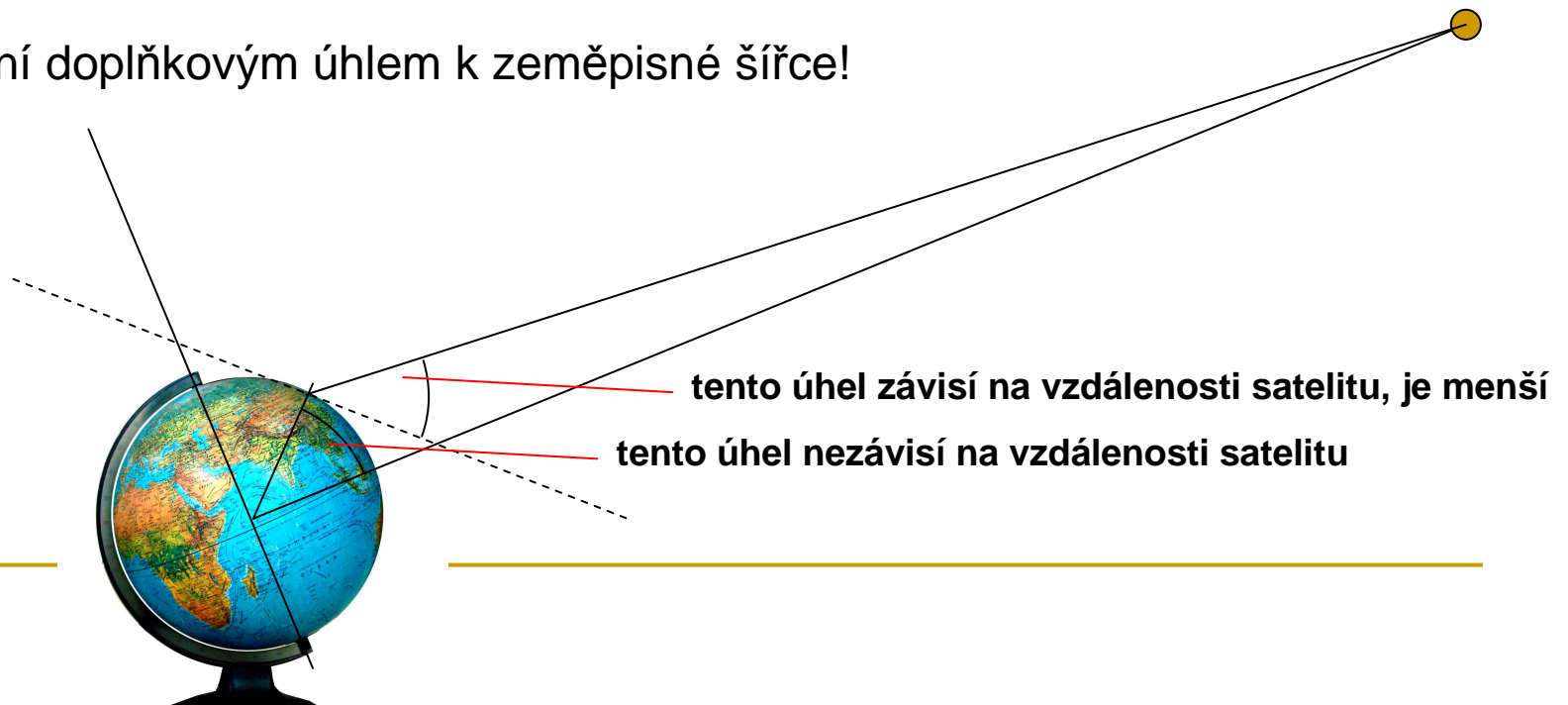
směrování antény je dáno dvěma úhly:

elevace = výška satelitu nad horizontem:
(závisí na zeměpisné šířce: Plzeň 32,2 ° ; P řestice 32,3 °)

azimut: natočení ve směru sever - jih
(závisí na zeměpisné délce: Plzeň 166,8 ° ; P řestice 166,7 ° ;
... to znamená 13,3° od jihu směrem na východ)

<http://www.digiprijem.cz/view.php?cisloclanku=2008010001>

elevace není doplňkovým úhlem k zeměpisné šířce!



LNB konvertor

(Low-Noise Block)

mění přijímanou frekvenci na nižší, kterou je snazší dále rozvádět, zesiluje

šumové číslo (zvětšení šumu na výstupu proti vstupu): 0,3 dB, 0,1 dB pro HDTV

monoblok: dva nebo více konvertorů v jednom kompletu – pro více satelitů -
šilhání



Bude v testu (bez číselných údajů)

twin- , quad- , octo-konvertor – více výstupů (pro více přijímačů)

LNB konvertor

Bude v testu (bez číselných údajů)

Součásti: ozařovač, polarizér, konvertor

Ozařovač (feedhorn): vlnovod, který soustřeďuje vlnění z paraboly na antény (dnes integrován do LNB)

U ozařovače musíme hlídat poměr f/D , což je poměr ohniskové vzdálenosti paraboly vůči jejímu průměru. Někdy se setkáváme i s termínem prime focus. U klasické středové paraboly bývá menší: 0,40 - 0,42 než u antény offset s hodnotami: 0,53-0,56.



Fresnelova čočka
(pro nižší frekvence)

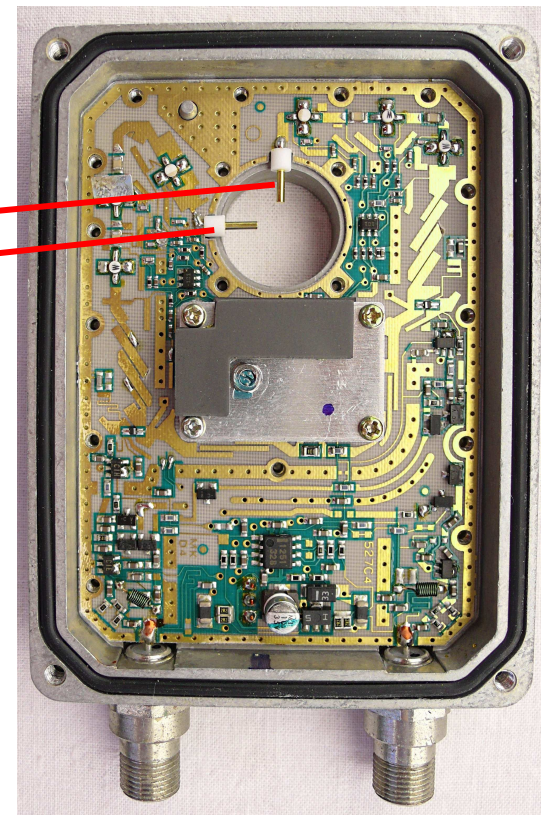


vlnovod
(pro vyšší frekvence)



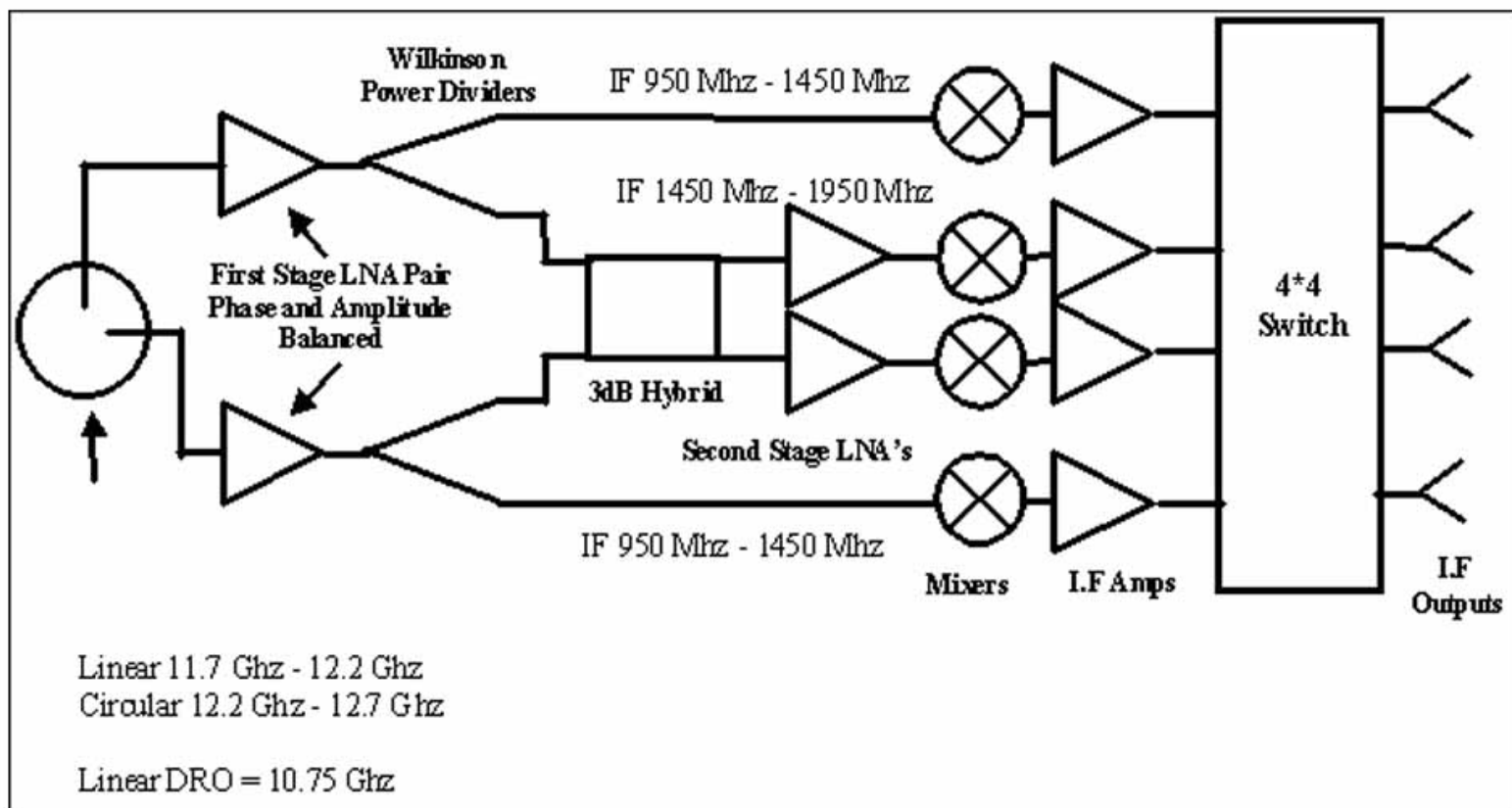
LNB konvertor

- je umístěn v ohnisku paraboly
- signál se přivádí na antény vlnovodem
- obsahuje antény pro vertikální i horizontální polarizaci (dříve jediná anténa, kterou natačel motorek)
- polarizace se vybírá z přijímače stejnosměrným napětím: ~13,5 V pro vertikální, ~17 V pro horizontální polarizaci
- signál 10,7-12,75 GHz je zesilován GaAs tranzistory
- vytváří mezifrekvenci 950-2450 MHz
- protože je mf užší, kovertuje se zvlášť dolní polovina: 10,7-11,7 GHz, zvlášť horní polovina: 11,7-12,75 GHz, za uF zesilovačem je rozbočovač, ke každému pásmu zvlášť směšovač
- obsahuje oscilátory 9,75 a 10,6 GHz
- zesiluje mezifrekvenční kmitočty



Bude v testu (bez číselných údajů)

LNB konvertor



Pouze informativní – neučit

Kabel

Útlum v dielektriku koaxiálního kabelu neumožňuje přímý přenos 11 GHz

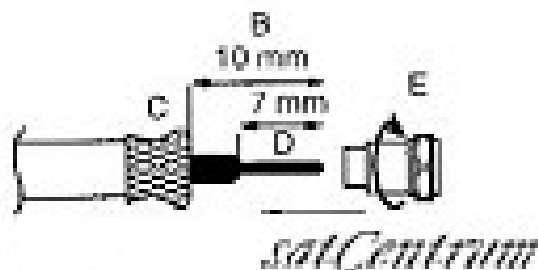
Jedním ze základních pilířů koaxiálního kabelu je použité dielektrikum - můžeme se setkat s několika zkratkami např:

PE (plný či "litý" polyetylén) – pro satelity nevhodné

FPE (také PEE - fyzikální pěna či pěnový polyetylén) – se vzduchovými bublinami

APE (také AIRPE - koaxiální kabel se vzduchovým dielektrikem) – se vzduchovými trubicemi.

Pro místa s velkým rušením je nutné dvojí odstínění



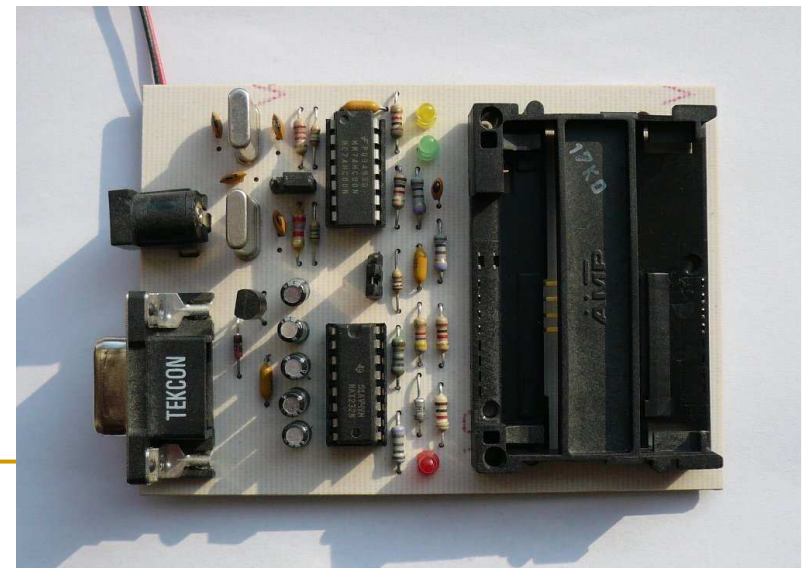
Satelitní přijímač



funkce:

- výběr programu
- dekódování systému MPEG-2, případně MPEG-4 (HDTV)
- po doplnění kartou dekódování placených - kódovaných programů
- systém automatického ladění
- v paměti seznam naladěných programů

(pirátské softwarové dekódování v Linuxu)

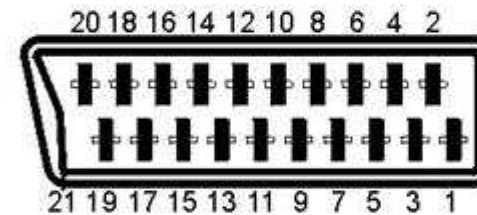


Propojení s televizorem

- do anténního vstupu (modulátor)
- kabel SCART – univerzální propojení všech komponent – DVD, satelit, TV
- S-video kabel – zlepšení přenášeni jasové a barevné složky zvlášť
- HDMI kabel – nutný k HDTV



EURO / SCART



- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1. Audio out R | 11. RGB green |
| 2. Audio in R | 12. Data line out |
| 3. Audio out L | 13. RGB red ground |
| 4. Audio ground | 14. Data ground |
| 5. RGB blue ground | 15. RGB red / chrom. SVHS |
| 6. Audio in L | 16. RGB switch |
| 7. RGB blue | 17. Video out ground |
| 8. SWITCH | 18. Video in ground |
| 9. RGB green ground | 19. Video out |
| 10. Clock out | 20. Video in / lumin. SVHS |
| | 21. Ground |

Satelitní mobilní telefony

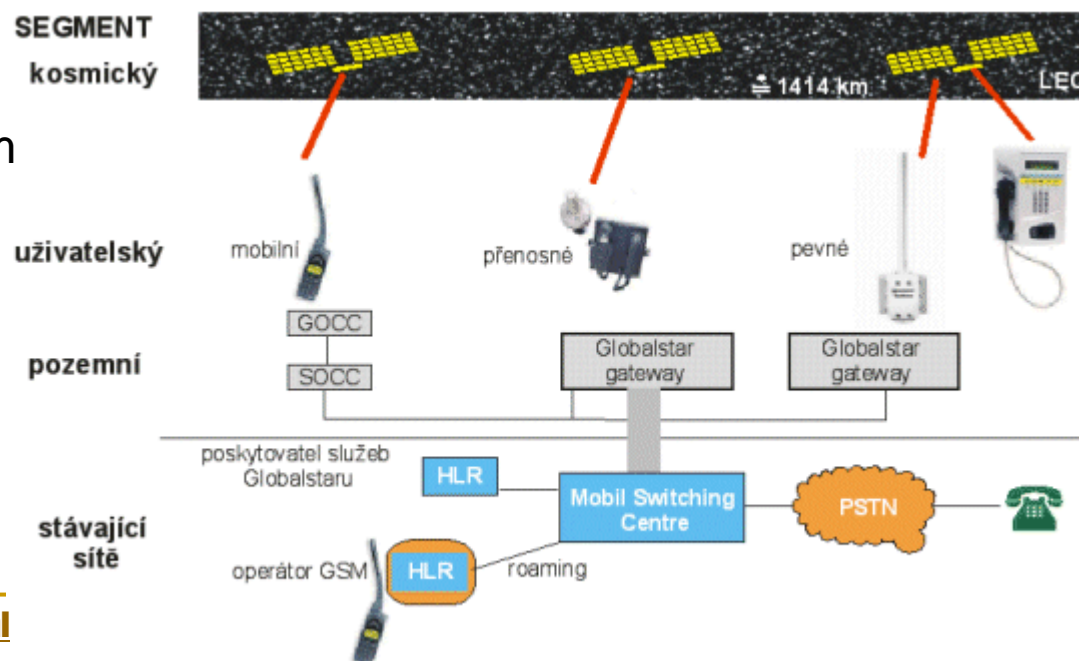
Znáť výhody a nevýhody,
Znáť rozsah používaných frekvencí

používají jak geostacionární družice, tak družice na nízké dráze, kterých musí být pro nepřetržité pokrytí několik desítek;

přenosy probíhají v pásmech L, S, C (frekvence v rozmezí 1,5 - 7GHz)

- Není závislý na signálu z BTS buňky jako GSM mobil
- Využití v nedostupných místech (moře, pouště, velehory)
- Pokles cen volání v posledních letech – může být výhodnější než roaming

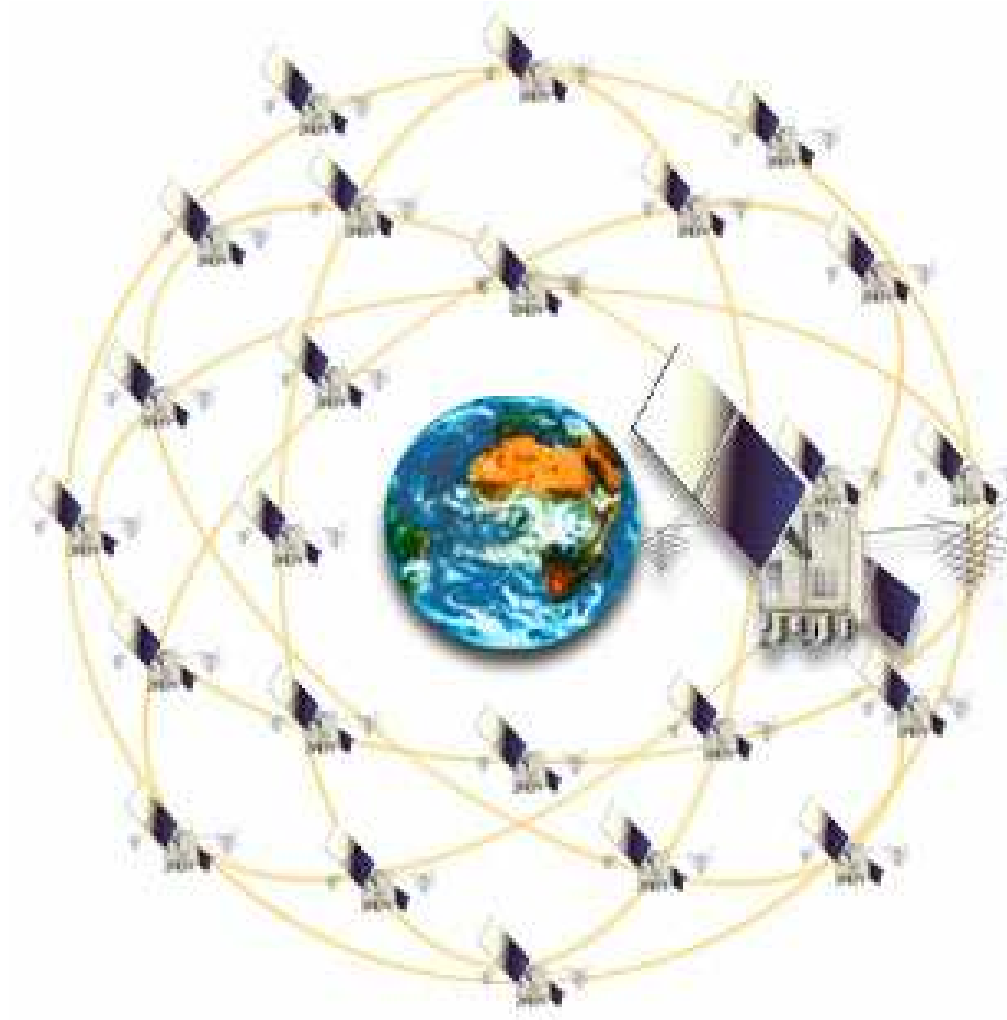
- Velké rozměry a hmotnost
- Funguje pouze pod širým nebem



<http://www.navisat.cz/jaky-vybrat-satelitni-telefon.html>

http://mobil.idnes.cz/satelitni-system-globalstar-dij-/mob_tech.aspx?c=A000103_0005178_mob_tech

GPS (Global Positioning System)



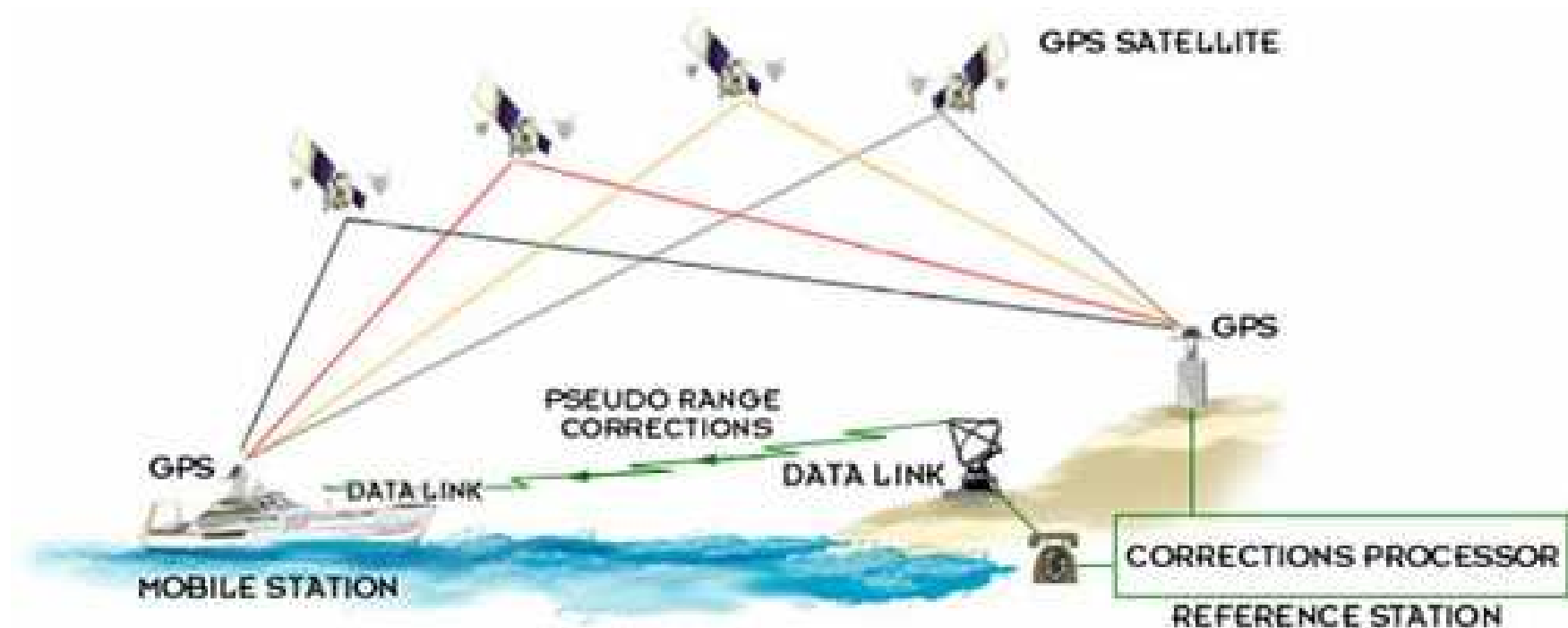
GPS (Global Positioning System)

- 24 družic ve výšce 20 200 km na zemském povrchem, poslední satelit 1994
- dráhy mají sklon 55°
- oběžná doba 12 hodin
- frekvence 1 575 MHz
- výkon 50 W
- měří se čas letu časového signálu k přístroji GPS, za družicích jsou atomové hodiny, pracující s přesností nanosekund
- ze 3 satelitů poloha, ze 4 i nadmořská výška
- záměrná degradace signálu vypnuta 2. 5. 2000, přesnost jednotek metrů (v návodu ještě stará přesnost 100 metrů)
- vojenské použití od 1980, první evropský přijímač 1985, první komerční přístroj 1989, první použití ve vozidle 1995

Bude v testu – princip funkce + číselné údaje prvních 4 odrážek

GPS (Global Positioning System)

- zpřesnění pozice s přesností až na 1 cm korekcí z další stanice:



GPS (Global Positioning System)

- automobilisté
- geocaching
- turisté
- cyklisté



Další navigační systémy

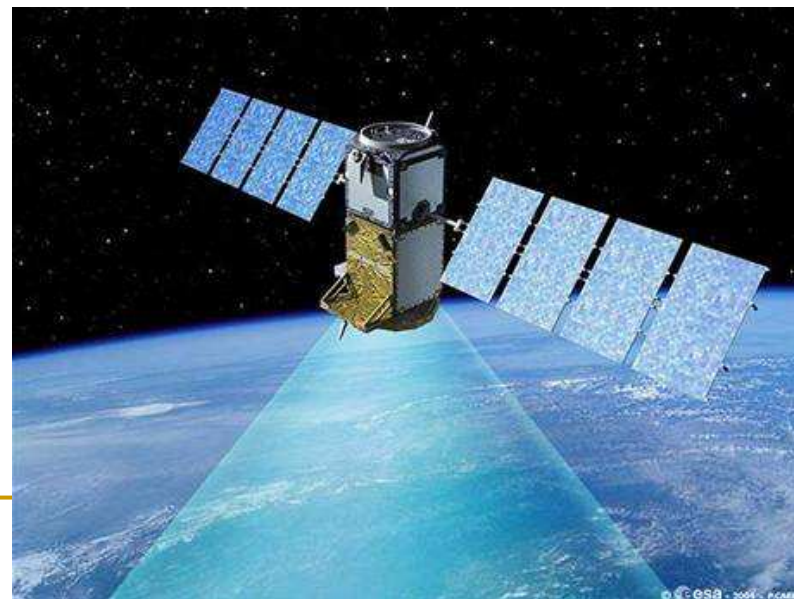
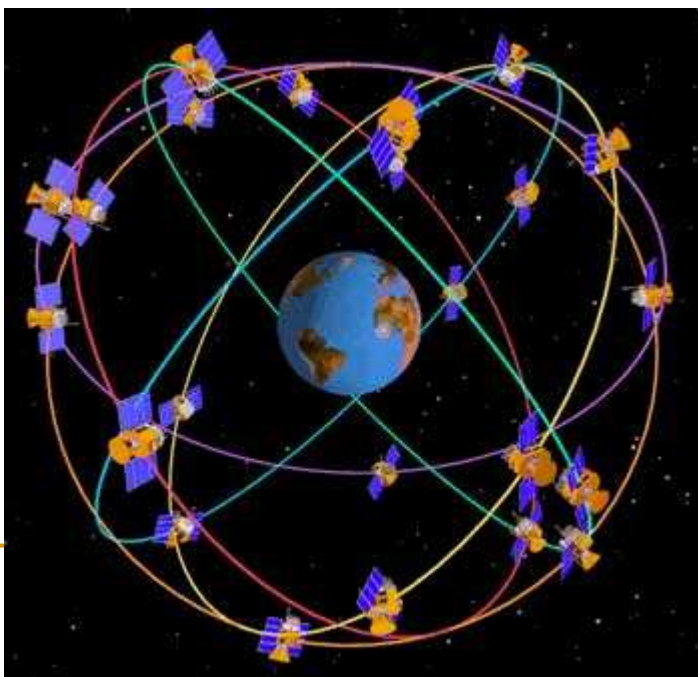
- Ruský GLObal NAVigation Satellite System (GLONASS),
 - 24 satelitů, od 1982, zastarávající, nekryje již celou Zemi
- GALILEO - evropský navigační systém:
 - 30 satelitů ve výšce 24 000 km (více než 10 miliard eur) vysílajících na dvou frekvencích 1164–1214 MHz a 1563–1591 MHz
 - díky tomu přesnost 1 m
 - bude propojitelný s GPS, čímž se dosáhne zvýšení přesnosti a spolehlivosti, dokonce se budou využívat i satelity GPS a GLONASS
 - družice budou schopny signál i přijímat – vyhledávání ztracených
 - 2016 vyhlášena první dostupnost otevřených služeb; plná funkce 2019; kompletní systém 2020
 - Družicový signál budou přijímat asi tři desítky pozemních monitorovacích stanic, jež budou určovat vzdálenost družic vůči stanici a informace dále předají do hlavní řídicí stanice (v německém Oberpfaffenhofenu a italském Fucinu). Tam se vypočtou přesné údaje drah satelitů, jež se s korekcemi atomových hodin pro každou z družic odešlou do stanic pro komunikaci s družicemi, odkud se minimálně jednou denně odešlou na jednotlivé satelity. Z družic se pak vysílají přesné údaje k uživateli.

<https://cs.wikipedia.org/wiki/GLONASS>

https://cs.wikipedia.org/wiki/Naviga%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m_Galileo

Navigační systém Galileo

- Navigační systém Galileo je plánovaný evropský autonomní Globální družicový polohový systém (GNSS), který by měl být nezávislou obdobou amerického systému Navstar GPS a ruského systému GLONASS. Jeho výstavbu zajišťují státy Evropské unie prostřednictvím Evropské kosmické agentury (ESA) a dalších institucí.
- Dne 21. října 2011 vynesla raketa Sojuz ST-B z Guyanského kosmického centra (Kourou) na oběžnou dráhu dva satelity systému Galileo.
- V současnosti 18 satelitů



Galileo má provozovat časové a polohové služby:

- Open Service (OS) bude volně dostupná. Jeho signály budou využívat 2 pásma: 1164–1214 MHz a 1563–1591 MHz. Přijímače budou mít horizontální přesnost lepší než 4 m a vertikální lepší než 8 m (nebo horizontálně pod 15 m a vertikálně pod 35 m při použití jednoho pásma). Protože bylo dosaženo dohody o kompatibilitě s americkým systémem, budoucí přijímače navíc budou zároveň využívat i GPS.
 - Commercial Service (CS), která bude šifrovaná, zpoplatněna a má poskytnout přesnost lepší než OS.
 - Safety of Life Service (SOL), která bude šifrovaná s důrazem na integritu a bezpečnost, pro nasazení např. v řízení letového provozu.
 - Search and Rescue (SAR), služba nouzové lokalizace v rámci celosvětové družicové záchranné služby COSPAS/SARSAT s možností oboustranné komunikace.
 - Public Regulated Service (PRS), která bude šifrovaná, s kontrolovaným přístupem a dlouhodobou podporou, určená pro armády a bezpečnostní složky států.
-

Praha-Holešovice má svůj kosmický dům pro svou první evropskou instituci. V budově ministerstva financí, kde sídlila Konsolidační agentura, se připravují na příchod úředníků naváděcího systému Galileo, bude zde administrativní vedení.



Konec – běžte domů
