

Dopravní stavby

Přednášející: doc.Ing. Otto Plášek, Ph.D.

Sestavili: doc. Ing. Jaroslav Puchřík, CSc., doc. Ing. Jaroslav Smutný, Ph.D.

Upozornění: Tato prezentace je určena jako studijní materiál pro studenty VUT v Brně, Fakulty stavební. Tato prezentace ani její části nesmí být dále šířeny!

Cíl: Encyklopedický předmět pro obor VS

Úvod - definice dopravy a přeprava

- Dopravou se rozumí soubor procesů, které vedou k cílenému přemístování osob, materiálů, energie a informací v prostoru a čase.
- Přemístění, jako výsledek dopravy, se nazývá přeprava.

Druhy dopravy a její rozdělení

z dopravně technického hlediska

Konvenční



- *pozemní* - železniční
- silniční
- *vodní* - říční
- námořní
- *letecká*
- *kosmická*
- *kombinovaná*

Nekonvenční



- *potrubní*
- *dopravníková*
- *lanové visuté dráhy*
- *jednodráhové systémy*
- *vznášedla*

Spoje



- *radiokomunikace*
- *telekomunikace*
- *pošta*
- *internet*

z hlediska místa působnosti

- *technologická*
- *vnitrozávodní*
- *příměstská*
- *vnitrostátní*
- *mezinárodní*

z hlediska provozně-organizačního hlediska

veřejná

uskutečňovaná pro cizí
potřeby a přístupná
podle předem
vyhlášených podmínek

neveřejná

doprava
uskutečňovaná pro
vlastní potřeby

z provozně-technického hlediska

Hromadná - charakterizována. pravidelnost daná jízdním řádem

Individuální - příležitostná, bez předem určených tras

^v *Železniční doprava*



Železnice - chronologie

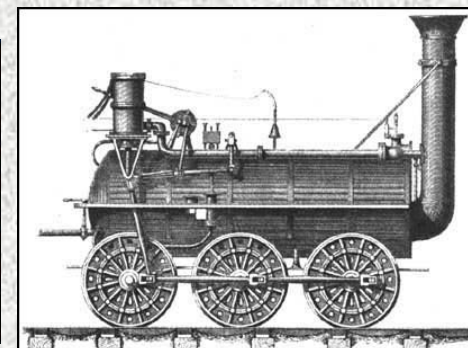
- v roce 1727 byl postaven první železný viadukt na světě (důlní trať v Causey Arch v hrabství Durham sev. Anglii)
- vynález parního stroje panem Jamesem Watterem v roce 1765
- v roce 1825 byla uvedena do provozu první veřejná železnice tažená parní lokomotivou ve Velké Británii (Stoskton – Darlington), projektantem této tratě a zároveň i konstruktérem lokomotivy „Locomotion“ byl George Stephenson



Obr. George Stephenson

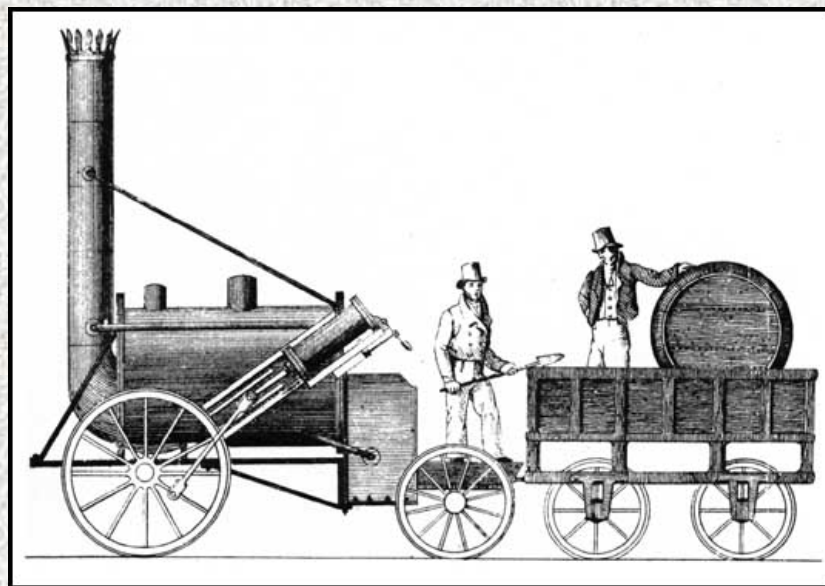


Obr. První veřejná jízda Locomotion



Obr. Locomotion

- v roce 1827 byla postavena první kontinentální evropská železnice mezi českými Budějovicemi a Lincem zatím jen jako koněspřežná
- v roce 1829 byla světu představena slavná parní lokomotiva „Rocket“ otce a syna Stephensonových na závodě lokomotiv v Rainhillu – byla schopna táhnout náklad rychlostí 48 km/h



Obr.Rocket

- již ve 30. letech 19.stol. se zrodil nápad pohánět vlaky elektrinou, v praxi byl použit teprve počátkem 80. let na lokální trati do Berlína, rozsáhlejšího využití se elektrická lokomotiva dočkala ve 20. a 30. letech 20. stol
- roku 1913 první náznak vynálezu motorové lokomotivy (ve Švédsku), spolehlivá diesellová lokomotiva byla sestrojena až ve 30. letech spol. General Motors v USA

Věk parních lokomotiv 1825 - 60.léta 20 stol.

Pára vládla na železnici přes 130 let a byla postupně vytlačena dieslovými a elektrickými motory.

Na počátku:

- Nejvyšší rychlost 42 km /h
- Hmotost 4,3t

Na konci:

- Nejvyšší rychlost 220 km/h
- Nejvyšší hmotnost 800t
- Výkon 5 800 kW (7 800 hp)



Dieslové lokomotivy od 60.let

- Slouží pro potřeby přepravy na neelektrifikovaných tratích nebo jako pracovní jednotky
- Výhodou jsou levnější pořizovací náklady a univerzálnost
- Nevýhodou je hlučnost, vysoké ekologické zatížení a nižší rychlost.



Elektrické lokomotivy

výhody:

- Nízká hlučnost
- Ekologický provoz
- Rychlost
- Akcelerace

nevýhody:

- Standartizace (= \sim , 3000V/25kV)
- Potřeba elektrifikace tratě



Rychlovlak - Japonsko (Šinkansen)



Obr. nového typu 500



Obr. staršího typu 300

- v roce 1959 uvedli Japonci do provozu novou trať Tokaidó, na které plně využili skvělých vlastností elektrických lokomotiv, tyto superrychlé vlaky dosahovaly rychlosti 240 km/h

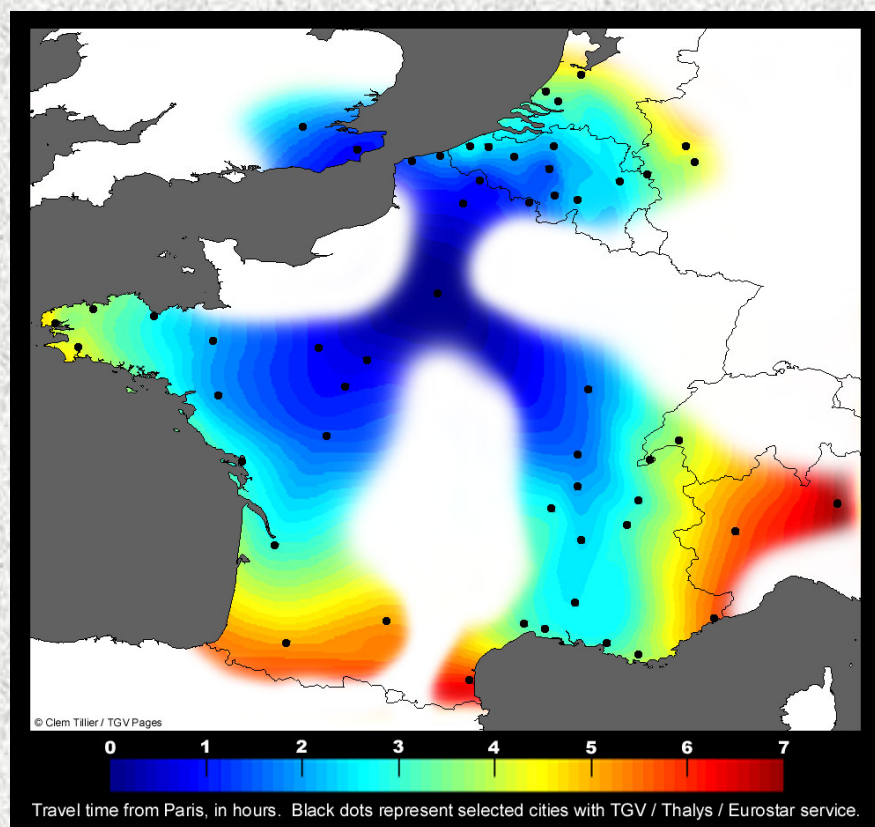


Rychlovlaky - Francie (TGV)

- skutečný přelom nastal vybudováním prvních linek Francouzské TGV, které umožnily jezdit rychlostí 480 km/h
- První vlak TGV vyjel 22.zářím 1981
- Poloměr oblouků je 4000 m pro rychlosti 300 km/h



Graf časové dostupnosti z Paříže v roce 2001



Síť TGV ve Francii a její další
plánované vnitrostátní i mezinárodní
rozšíření do Anglie, Belgie a
Holandska.

Paříž - Milano 7 hod.

871km

Paříž - Brusel 1 hod. 20min.

304km

Silniční doprava



Silniční doprava - chronologie

- vynález kola; z vykopávek starověkého města Uru, dnešní Varky z doby 3400 – 3100 let př. n. l. víme, že staří Sumérové užívali válečné vozy, archeologické nálezy z bulharské vesnice Bekovo posunují vynález kola do doby 5800 př. n. l., to je zatím nejstarší nález
- vzestup budování silniční sítě na území Římské říše – téměř 90 000km zpevněných silnic
- následný úpadek související s pádem otrokářských říší a nástupem feudalismu
- roku 1747 založení první silniční a mostní školy v Paříži
- zlom nastal v roce 1863 vynálezem automobilu panem Lenoirem
- roku 1903 byla zahájena tovární výroba automobilů panem Fordem
- 20. stol. zaznamenalo obrovský rozvoj silniční dopravy, který podnítil budování nových bezpečnějších a rychlejších komunikací. Dopravní přístupnost se stala důležitou charakteristikou ekonomické vyspělosti společnosti.



Vznik silniční sítě na našem území :

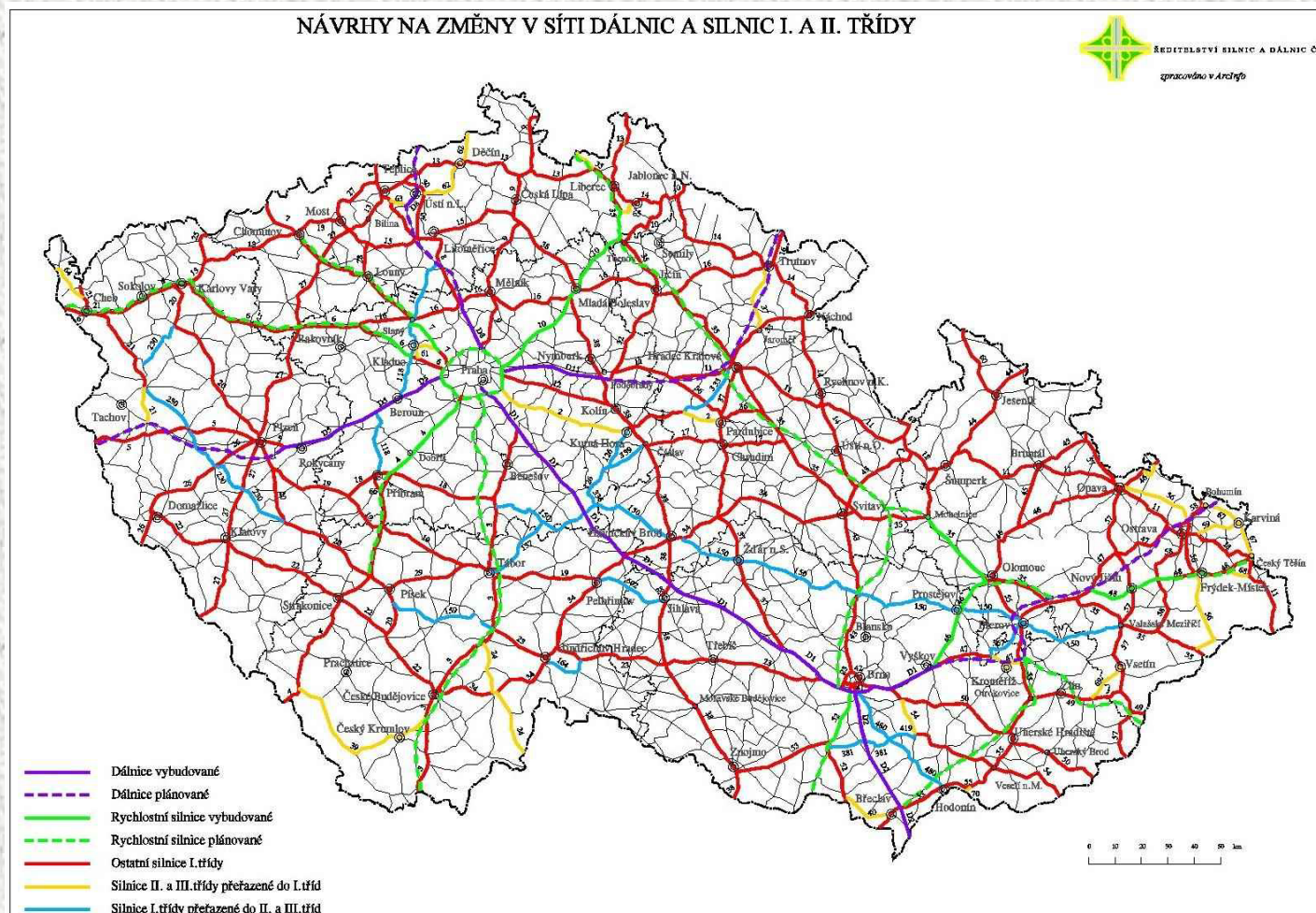
- roku 1725, za vlády císaře Karla VI., ustavena silniční reparační komise pro řízení silničních prací. (Tehdejší silnice měly kamennou konstrukci s povrchovou vrstvou šterku a písku. Šířka silnice byla 7,2 m (4 sáhy) a vedle ní vedla nezpevněná letní cesta, která přebírala provoz za příznivého počasí a tím šetřila hlavní silnici.)
- v polovině devatenáctého století je na území Čech a Moravy dobudováno 3 835 km státních silnic.
- v letech 1928 až 1938 vybaveno 16% celkové délky hlavních silnic neprašnými vozovkami, vhodnými pro automobilovou dopravu. (V tomto období jsme dosáhli v hustotě silniční sítě významné čtvrté místo v Evropě za Anglií, Francií a Itálií).
- 2. května 1939 byla u Průhonic zahájena stavba dálnice z Prahy přes Brno na hranice se Slovenskem, její realizace byla přerušena válkou
- v roce 1967 znovu zahájena výstavba dálnice Praha - Brno - Bratislava. První jedenadvacetikilometrový úsek z Prahy do Mirošovic byl uveden do provozu v roce 1970.
- ke konci roku 1997 bylo uvedeno do provozu téměř 50 % dálnic z jejich plánovaného výhledového rozsahu, na silniční síti je v normových profilech a vybavení upraveno 41,3 % silnic I. třídy a 13,4 % silnic II. třídy

Kategorie pozemních komunikací

- a) **Dálnice** – je pozemní komunikace určená pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu silničními motorovými vozidly, která je budována bezúrovňových křížení, s oddělenými místy napojení pro vjezd a výjezd a která má směrově oddělené jízdní pásy.
- b) **Silnice** - je veřejně přístupná pozemní komunikace určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci. Silnice tvoří silniční síť. Silnice se podle svého určení a dopravního významu rozdělují do těchto tříd:
 - **silnice I. třídy**, která je určena zejména pro dálkovou a mezinárodní dopravu
 - **silnice II. třídy**, která je určena pro dopravu mezi okresy
 - **silnice III. třídy**, která je určena k vzájemnému spojení obcí nebo jejich napojení na ostatní pozemní komunikace.
- c) **Místní komunikace** – je veřejně přístupná pozemní komunikace, která slouží převážně místní dopravě na území obce.
 - **I.třída** – rychlostní komunikace
 - **II.třída** – sběrné komunikace
 - **III.třída** – obslužné komunikace
 - **IV.třída** – komunikace pro smíšený provoz nepřístupná sil. mot. vozidlům
- d) **Účelová komunikace** - je pozemní komunikace, která slouží ke spojení jednotlivých nemovitostí pro potřeby vlastníků těchto nemovitostí nebo ke spojení těchto nemovitostí s ostatními pozemními komunikacemi nebo k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků.

Současná silniční síť na území ČR

K 1. 1. 2001 je na území České republiky v provozu 499 km dálnic a 54 909 km silnic - z toho je 6 031 km silnic I. třídy, 14 688 km silnic II. třídy a 34 190 km silnic III. třídy. V kategorii silnic I. třídy je v současné době již vybudováno 325 km rychlostních čtyřpruhových silnic.



Délky dálnic a rychlostních komunikací v ČR

Dálnice a nejvýznamnější silnice přenášejí největší podíl dopravního výkonu a spojují nejdůležitější politická a hospodářská centra. V nich je obsažena i síť mezinárodních silnic - označení E - jejichž délka činí 2 644 km. Hustotou 0,70 km silnic a dálnic na 1km² se řadíme na jedno z předních míst v Evropě.

Tab.: Dálniční síť ČR, stav k 23.9.2008 (zdroj www.dalnice-silnice.cz)

Dálnice	Délka tahu v km*	z toho					
		v provozu		ve výstavbě		v přípravě	
		plný profil	1/2 profil	plný profil	1/2 profil	plný profil	1/2 profil
D1	377	284		69		24	
D2	61	61					
D3	172	15	20	2		154**	
D5	151	151					
D8	92	76		16			
D11	155	84		5		66	
Celkem	1008	671	20	92		244	

D1 Praha - Brno - Vyškov - Přerov - Lipník n.Bečvou, délka tahu je 377 km

D2 Brno - Břeclav - státní hranice ČR/Slovensko, délka tahu je 61 km

D3 Praha - Tábor - České Budějovice - státní hranice ČR/Rakousko, délka tahu je 172 km

D5 Praha - Plzeň - Rozvadov - st. hranice ČR/Německo, délka tahu 151 km.

D8 Praha - Lovosice - Ústí nad Labem - státní hranice ČR/Německo, délka tahu je 92 km

D11 Praha - Hradec Králové - Jaroměř - Trutnov - státní hranice ČR/Polsko, délka tahu je 155 km

Rychlostních komunikace v ČR

Tab.: Síť rychlostních komunikací ČR, stav k 2.7.2008
(zdroj www.dalnice-silnice.cz)

Rychlostní silnice	Délka tahu v km*	z toho					
		v provozu		ve výstavbě		v přípravě	
		plný profil	1/2 profil	plný profil	1/2 profil	plný profil	1/2 profil
R1	83	17		14		51	
R4	86	42		6		38	
R6	167	42	7	23		96	
R7	82	17	18	6		59**	
R10	73	73					
R35	261	79		4		178	
R43	78					78	
R46	37	37					
R48	79	26		2		50	
R49	60					60	
R52	39	17				22	
R55	101	4		10		87	
R56	15	12				3	
R63	7	7					
Celkem	1168	373	25	65		722	

- R1 Silniční okruh kolem Prahy, délka tahu je 83 km
- R4 Praha - Příbram - Nová Hospoda (křižovatka s I/20), délka tahu je 86 km
- R6 Praha - Nové Strašecí - Karlovy Vary - Cheb - st. hranice, délka tahu je 167 km
- R7 Praha - Slaný - Louny - Chomutov, délka tahu je 82 km
- R10 Praha - Mladá Boleslav Turnov, délka tahu je 73 km
- R35 Liberec - Turnov - Jičín - Hradec Králové - Mohelnice - Olomouc - Lipník n. Bečvou, délka tahu je 261 km
- R43 Brno - Moravská Třebová, délka tahu je 79 km
- R46 Vyškov - Olomouc, délka tahu je 37 km
- R48 Běloutín - Příbor - Frýdek-Místek - Český Těšín - st. hranice ČR/Polsko, délka tahu je 79 km
- R49 Hulín - Zlín - Vizovice - Horní Lideč - st. hranice ČR/Slovensko, délka tahu je 60 km
- R52 Brno - Pohořelice - st. hranice ČR/Rakousko, délka tahu je 39 km
- R55 Olomouc - Přerov - Otrokovice - Staré Město - Hodonín - Břeclav, délka tahu je 101 km
- R56 Ostrava - Frýdek-Místek, délka tahu je 15 km
- R63 Bystrovany - Řehlovice, délka tahu je 7 km

MHD

Městská hromadná doprava je speciální dopravní systém uzpůsobený přepravě velkého počtu osob na krátké vzdálenosti. Dopravní systémy větších měst jsou převážně kombinované. V centru je využíváno ekologičtějších prostředků (tramvají, trolejbusů). Spojení příměstských oblastí je převážně zajišťováno autobusy, které jsou výhodnější z hlediska nenáročnosti infrastruktury. Rychlejší spojení okrajových čtvrtí a příměstských částí s centrem může být zabezpečeno metrem, nebo příměstskou železnicí.

Příklady komb. dopr. systémů

Vídeň	tramvaj + autobus
Praha	metro + tramvaj + autobus (+ trolejbus 21km)
Bratislava	tramvaj + trolejbus + autobus
Brno	tramvaj + trolejbus + autobus
Zlín	trolejbus + autobus

Přehled měst ČR s kombinovaným dopr. systémem



Dopravní prostředky MHD :

- Metro
- Tramvaj
- Trolejbus
- Autobus
- Příměstské železnice



→ prototyp nového vozu pražského metra řady M1 na výstavišti v Brně (16.9.1999)



↓
Ostravský vůz 1204 při předváděcích jízdách v Brně na dnes již nepoužívané konečné Novolišeňská (11.9.1999)

První v ČR sériově vyráběný nízkopodlažní autobus pro provoz v městské hromadné dopravě vzešel z koprodukce vysokomýtské Karosy a francouzského výrobce Renault. Zde je zachycen pod siluetou katedrály Sv. Ducha vůz č.102 v barvách dopravního podniku města Hradce Králové. (21.2.1998)



→ Brněnský vůz č. 3007 vyčkává na konečné stanici před nádražím Brno - Královo pole před odjezdem na nově elektrizovanou linku 140 do Bystřice (10.2.2001).

Letecká doprava



Osobní letecká doprava

Výhody

- rychlost
- komfort
- bezpečnost
- ekonomičnost
- ekologičnost



Nevýhody

- neefektivnost na malé vzdálenosti

Využití vrtulníků pro leteckou záchrannou službu - výhodou je velmi rychlý příjezd a transport pacienta na další ošetření.

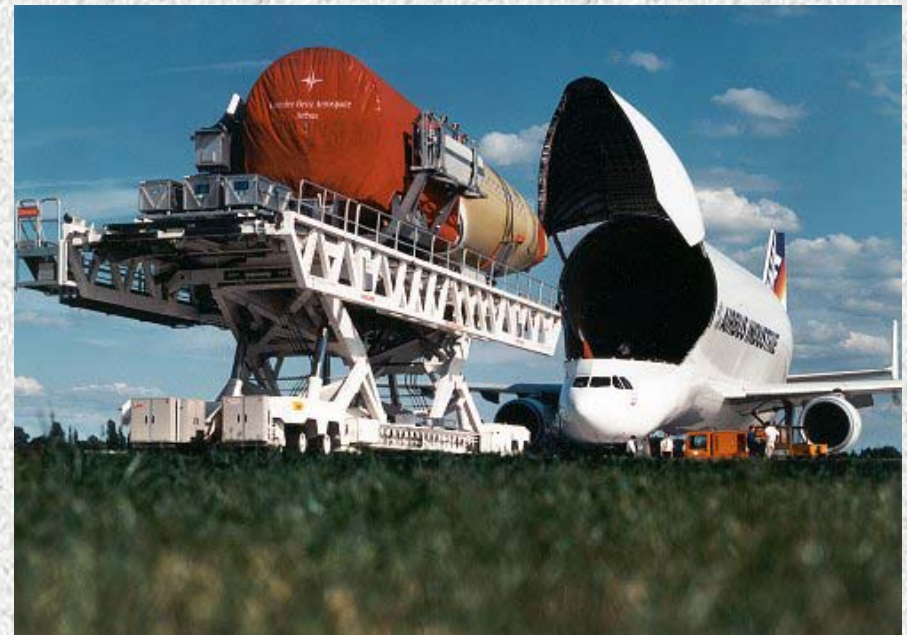


Nákladní letecká doprava

Využití zvláště pro přepravu pošty a extrémních nákladů (trupy letadel, rakety, bojová technika).

Je opodstatněná při dlouhých přepravních vzdálenostech.

- Rychlost
- Přeprava extrémních nákladů



Vzducholodě

Nedaleko Berlína, na bývalém vojenském letišti v Brandu se staví nejmodernější vzdušná loděnice. Její délka je 360 a šířka 107 metrů.



Během letních měsíců se v nových prostorách loděnice začnou stavět moderní transportní vzducholodě Zeppelin CL 160. Obří vzducholodě budou přepravovat náklady až do váhy 160 tun. Přepravu nákladů bude zajišťovat firma CargoLifter AG, která počítá

s nižšími přepravními náklady a tedy i s větším zájmem zákazníků o staronový způsob létání.



Vesmír a doprava



Vesmír a doprava

- **První kosmická rychlost** je rychlost, při které se přesně vyrovnává gravitační působení s odstředivou silou. Družice se pak pohybuje po *kruhové* dráze. Pro dráhu ve výši 200 km nad povrchem Země je to 7.784 km/s.
- **Druhá kosmická rychlost** vzroste-li rychlost tak, že se dráha změní na *parabolu*, mluvíme o únikové rychlosti. U povrchu Země činí 11.180 km/s.
- **Třetí kosmická rychlost** je úniková rychlost vzhledem ke Slunci (tedy ze sluneční soustavy) a u Země je 16.67 km/s.

Rakety - chronologie

- **4.stol.př.n.l.** - Archytás v Řecku údajně zkonstruoval jednoduchý parní reaktivní motor
- **1232** - první historicky ověřené použití raket Číňany v boji s Mongoly před Pekingem
- **1591** - němec Johan Schmidlap popsal technologii výroby raket, zejména pro ohňostroje
- **1609 - 1618** - J.Kepler publikoval tři základní zákony nebeské mechaniky
- **1717** - byla v Rusku zkonstruována signální raketa s dostupem 1 km
- **1926** - 16.03. R.H.Goddard vypustil první kapalinovou raketu na světě (hmotnost 4,5 kg, dolet 57 m, dostup 17 m)
- **1930** - L.Otčenášek vypustil v Praze několik malých raket do výšky až 2000 m
- **1942** - v Peenemünde se začala zkoušet první vojenská raketa středního doletu V-2 (A-4)
- **1947 - 14.10.** americký pilot Charles Yeager překonal rychlost zvuku na raketoplánu X-1
- **1957 - 04.10.** byla v SSSR vypuštěna první umělá družice Země, Sputnik 1



Obr. J.Kepler



Obr. První kapalinová raketa



Obr. První umělá družice Sputnik 1

- **1957 - 03.11.** na Sputnik 2 odstartoval do vesmíru první živý tvor, pes Lajka
- **1961 - 12.04.** se J.A.Gagarin stal prvním kosmonautem světa v kosmické lodi Vostok 1
- **1969 - 20.07.** přistáli N.A.Armstrong a E.E.Aldrin v rámci letu Apollo 11 poprvé na Měsíci
- **1981 - 12.04.** v USA odstartoval první kosmický raketoplán Columbia STS-1
- **1986 - 28.01.** raketoplánu Challenger STS-51L, dvacátá pátá výprava, v 11 hodin 38 minut Skončil o třiasedmdesát sekund později, explozí vnější nádrže a kosmického letounu, v němž zahynulo všech sedm členů posádky.
- **1998 - 20.11.** byla vypuštěním modulu Zaria zahájena stavba Mezinárodní kosmické stanice ISS



Obr. Pes (fenka) Lajka první živočich ve vesmíru.



Obr. Start raketoplánu Challenger.

Principy raketových motorů

Chemické motory:

1. Motory na kapalně pohonné látky

Princip: Pohonné hmoty se dopravují do spalovací komory a tam hoří

Výhody: vysoký specifický impuls (2500-4000 N.s/kg), řízení velikosti tahu, možnost restartu

Nevýhody: vysoká složitost, nižší spolehlivost

Použití: univerzální, pro všeobecné účely

2. Motory na tuhé pohonné látky

Princip: pohonné látky jsou uloženy ve spalovací komoře a tam hoří

Výhody: vysoká spolehlivost, vysoký tah, jednoduchost, nižší cena, okamžitá připravenost k použití

Nevýhody: nemožnost řízení tahu, nižší specifický impuls (1500-2500 N.s/kg), vyšší hmotnost

Použití: urychlovací (startovní) motory, levné pohonné jednotky

3. Hybridní motory

Princip: ve spalovací komoře je tuhá složka a kapalná se tam dopravuje z nádrže

Použití: zatím nepoužity



Obr. Motory na kapalně pohonné látky



Obr. Motory na pevně pohonné látky - Pegasus

Fyzikální motory:

1. Motory na stlačený plyn

Princip: stlačený plyn se vypouští z tlakové nádoby do trysky přes ventil

Použití: orientační a stabilizační motory

2. Motory elektrotermální

Princip: pracovní látka je elektricky ohřívána na vysokou teplotu a uniká tryskou ven

Použití: zatím nepoužity

3. Motory iontové

Princip: pracovní látka je ionizovaná a urychlená z trysky elektrostatickým polem

Nevýhody: velmi malý tah, fungují jen ve vzduchoprázdnu

Použití: orientační a stabilizační motory

4. Motory fotonové

Princip: soustředěný tok fotonů (světlo) vyvolává tah

Nevýhody: neznáme efekt. způsob vytváření světla (využít slun. světla u sluneční plachetnice), velmi malý tah

Použití: zatím nepoužity

5. Motory jaderné (atomové)

Princip: pracovní látka se ohřívá v atomovém reaktoru

Nevýhody: vysoké náklady, možnost radioakt. zamoření

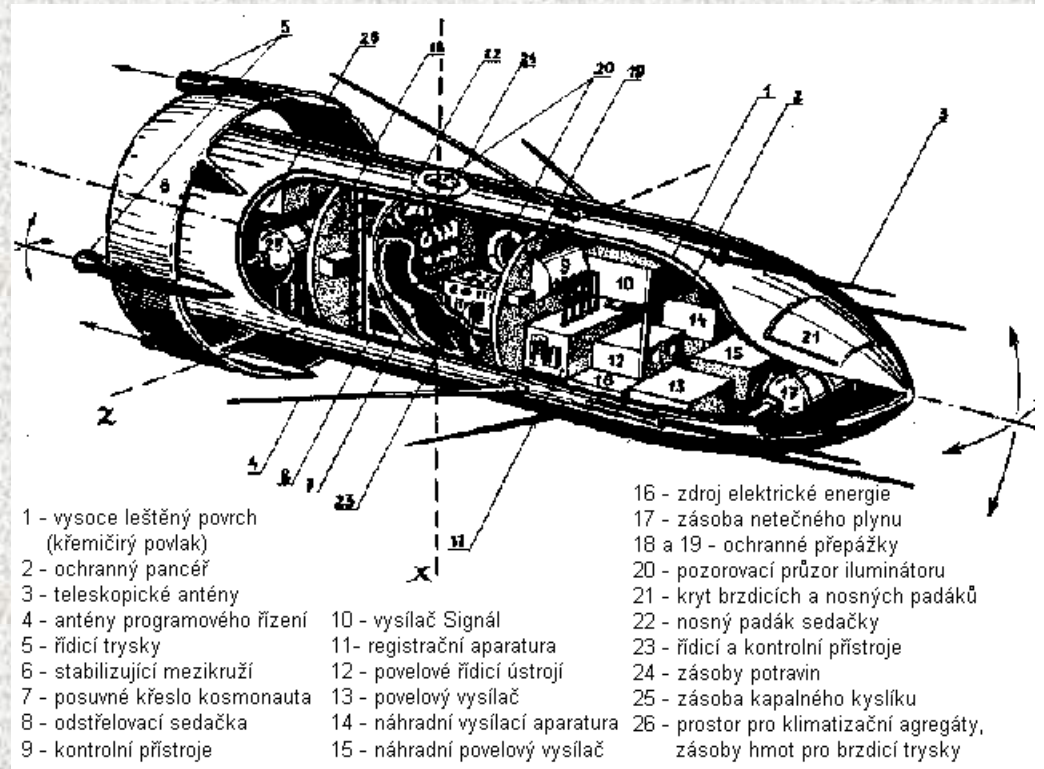
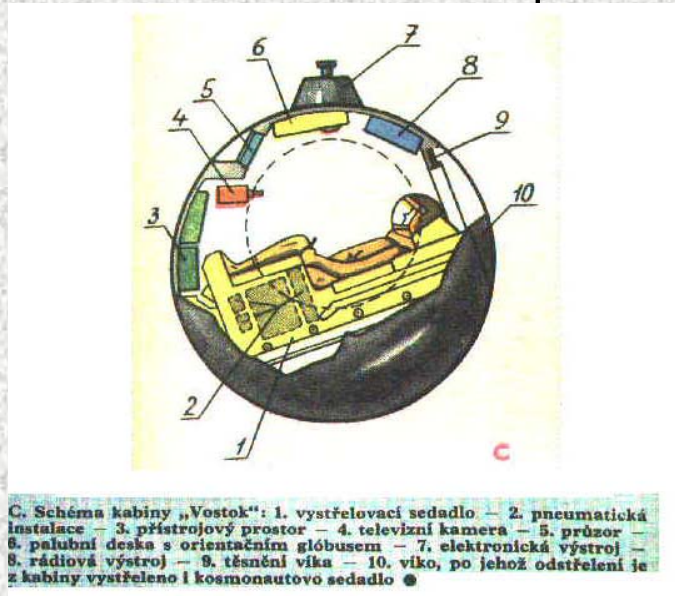
Použití: zatím v praxi nepoužity



Obr. Princip fotonového motoru

Vesmírná doprava

- Prvním člověkem byl J.A. Gagarin, který byl dopraven do vesmíru ruskou raketou Vostok.
- Velmi zajímavý je rozdíl „oficiální“ verze a verze kosmické lodi, kterou kosmonaut měl k dispozici.



Obr. Vostok - verze pro tisk

Obr. Vostok - skutečná verze

Raketoplány - STS(Space Transport System)

- Poprvé odstartoval raketoplán Columbia 12.4.1981 a zpět se vrátil 14.4.1981.
- Společnost NASA vyrobila celkem 5 raketoplánů (Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis, Endeavour).
- Jedná se o dvoustupňový částečně znovu použitelný prostředek.



Obr. První start raketoplánu Columbia

Nákladní doprava

- První rakety pro vojenské a zábavné účely vznikaly v Číně již v 11 stol.
- Nejstarší moderní dopravní rakety vznikaly v průběhu II. světové války v německých laboratořích pro dálkové bombardování Velké Británie.
- Využívají se pro dopravu družic a zásobování orbitálních stanic.
- Ve většině případů jsou to zcela automatizované lety.
- Hmotnosti vynášeného zatížení od 50 - 100 000 kg.



Obr. Raketa Atlas pro vynášení nákladu do 3 450 kg

Kosmodromy

Dnes existuje celkem 19 kosmodromů, které jsou v provozu v 10 zemích a v Pacifiku.

- 1) **USA** – Cape Canaveral, Edwards Air Force Base, Wallops Flight Center, Western Test Range
- 2) **Rusko** – Bajkonur(Tjuratam), Svobodnyj, Kapucin Jar,
- 3) **Čína** – Jiuguan, Xichang, Taiyuan
- 4) **Japonsko** – Kagošima, Tanegašima Učú Senta
- 5) **Francie** – Hammaguir
- 6) **Brazílie** – Alcantara
- 7) **Izrael** – Palmachim Air Force Base
- 8) **Indie** – Shriharikota High Altitude Range
- 9) **Itálie** – San Marco Equatoril Range
- 10) **ESA** – Centre Spatial Guaynais (Kouru)
- 11) **mezinárodní** – Sea Launch

Kosmodrom Sea Launch

Zcela ojedinělý projekt odpalovací rampy umístěné na upravené ropné plošině.

- Při startu plošina zakotví v Pacifiku (poblíž rovníku) 1600 km jižně od Havaje.
- Rozměry 160 x 66 metrů.
- Základny pro ruské rakety Zenit.
- Plošina má samostatný pohon a před vypuštěním rakety zvětší ponor až na 21 m.
- První start rakety Zenit z kosmodromu Sea Launch byl uskutečněn 28.03.1999.

Výhodou je poloha u rovníku, která dovolí vynést až o 1/3 více nákladu než z ruských a amerických základen.

Cena projektu 2 mld. \$



Obr. Start první rakety Zenit

Skládá se ze dvou částí, odpalovací **plošiny Odyssey** a doprovodného **plavidla Sea Launch Commander**.

V případě startu je plošina zcela automatizovaná a doprovodné plavidlo odplouvá do vzdálenosti 6 km a dálkově řídí start rakety Zenit.



Zajímavosti: Japonsko - nejmenší raketa



Obr. Japonská Lambda - nejlehčí a nejmenší raketa na světě

- Délce 16,5 m
- Průměru 0,735 m
- Hmotnosti při startu 9 399 kg
- Hmotnost družice Ósumi 23 kg
- Dráha družice ve výši 328-5164 km s periodou 144 minut
- Cena 388 000 dolarů
- Start proběhl šikmo, což umožňoval použitý způsob pohonu raketovými motory na TPL s dostatečným přebytkem tahu.

Rusko - Největší a nejtěžší raketa



Obr. Ruská superraketa N1

Neúspěšná ruská superraketa N1 s nosností kolem 100 tun, určená pro pilotované lety k Měsíci v šedesátých letech. Byly vytvořeny 4 rakety této verze a všechny zkušební lety skončily explozí 1. raketového stupně, který nebyl vůbec testován a testy se plánovaly pouze při ostrých startech.

- Nosnost 95-98t
- Váha 2800-2900t
- Počet motorů 1.stupně 30
- Cena 4,5 mld. rublů

pro srovnání s americkým projektem Apollo

- Cena Apollo 24-25 mld. \$
(2/3 rozpočtu věnovány na zkoušky)

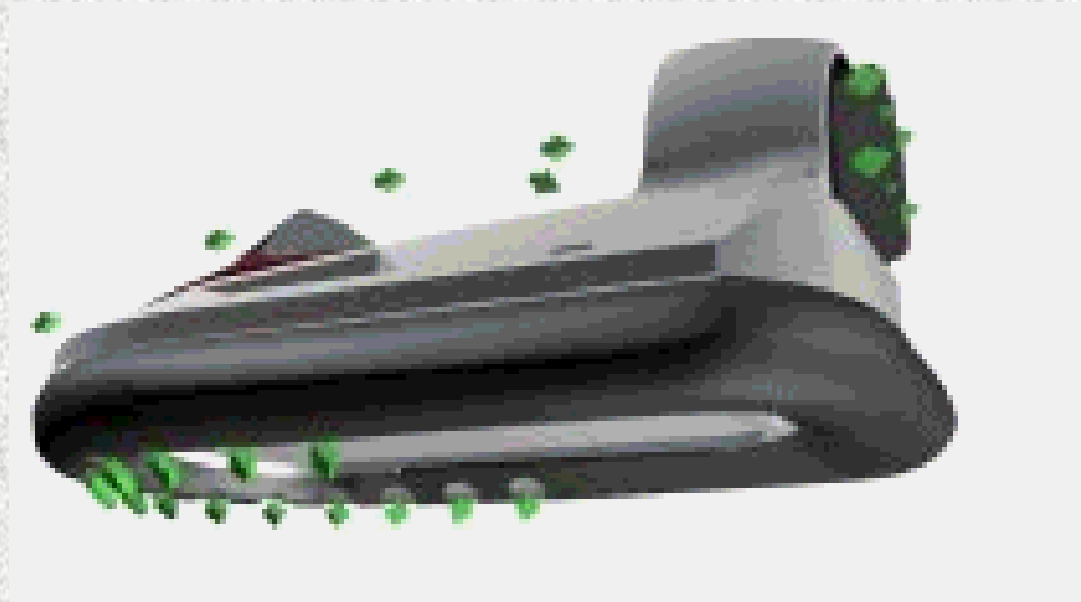
Vznášedlo - universální dopravní prostředek

Vynálezcem prakticky použitelného vznášedla je Sir Christopher Sydney Cockerell(4.6.1910-1.6.1999)



Obr. První vznášedlo na světě

Princip vznášedla



- Proud vzduchu do vzduchového polštáře je dodáván buď samostatným dmychadlem nebo je odebírán z pohonného dmyhadla. Vháněn je do speciálních zástěn z pružného materiálu, které umožňují pohyb vozidla přes vyšší překážky.
- K řízení se používá směrového kormidla stejně jako u letadel, nebo také obracečů tahu umístěných po stranách pohonného dmyhadla.

Charakteristika a využití

Vlastnosti:

- Obojživelné vozidlo
- Rychlost dle povrchu hladina nebo sníh 70 - 100 km/h
- Universálnost
- Ekologický provoz
- Spotřeba 10 - 30 l/hod. pro malé typy



Obr. Záchranářská verze

Využití:

- Doprava přes kanál La Manche
- Záchranářské jednotky
- Vojenské verze
- Výzkumné a ekologické



Obr. Útočná verze