

1. Úvod

Skripta „Dopravní stavby“ jsou určena studentům Fakulty stavební VUT v Brně pro encyklopedické předměty Dopravní stavby. Obsahují základní informace o problematice dopravy. Pro podrobnější studium lze doporučit seznam literatury a internetových stránek. Některé kapitoly jsou podrobnější, protože problematika byla v literatuře opomíjena. Řada údajů citovaných z norem může být v blízké době neplatná z důvodu neustálých změn souvisejících se vstupem do Evropské unie. Děkuji všem, kteří pomáhali při získávání internetových informací, a pomáhali při zpracování textu. V současnosti je hlavním znakem studia na vysoké škole samostatnost a soustavnost. Splnění tohoto předpokladu vyžaduje od posluchačů vysoce iniciativní přístup k plnění všech studijních povinností a zvyšování znalostí především samostudiem, proto jsou v literatuře odkazy na internetové stránky.

Jaroslav Puchřík

2. Historický vývoj dopravy

Historie cest sahá daleko do minulosti, kdy nacházíme první známky pokročilejší lidské kultury. První záměrně vytvořené pěšiny pračlověka sloužily především k snadnějšímu a rychlejšímu pohybu při lovu a mnohé z těchto pěšin byly původně vyšlapány divokou zvěří hledající potravu a vodu. Z loveckých pěšin se postupem doby vyvinuly spojnice spřátelených kmenů a nakonec skutečné, primitivní obchodní cesty pro dopravu vyměňovaného zboží. S rozvojem kultury a zdokonalováním způsobu života přišel člověk na to, že jeho práci mu může ulehčit ochočené zvíře buď nošením nákladů, nebo tahem. Tehdy člověk zkonstruoval první primitivní dvoukolové a pak i čtyř kolové vozy jako dopravní prostředky, které nutně požadovaly rovné a vlastně jen vyjžděním vzniklé cesty. Bylo to asi v době 4000 až 3000 let př. n. l.



Obr. 2-1 Kamenné cesty z doby „faraónů“ odkryté v Egyptě.

První dochované doklady vyspělejší techniky stavby silnic se datují z doby stavby Cheopsovy pyramidy v Egyptě, asi 5000 let př. n. l. Pod nánosy písku byly objeveny zbytky dlážděné cesty, která sloužila k dopravě stavebního materiálu. U těchto staveb musíme obdivovat nejen stavební techniku, ale i tehdejší dopravu, protože kámen musel být dovážen ze vzdálenosti až několika set kilometrů. Podle

různých kreseb z pozdější doby je patrné, že podél cest byly vysazovány palmy, aby karavanám a pocestným poskytovaly stín obr. 2-1.

V Mezopotámii byly během vykopávek objeveny mozaikové standarty slavného města Ur z doby 3000 let př. n. l., na nichž byly znázorněny čtyřkolové válečné vozy s dvoučlennou posádkou tažené čtveřicí oslů. V téže době v jižní Mezopotámii v kultuře džeadetnasrské se setkáváme s vozy zemědělskými a obchodními. Z toho vyplývá, že v tu dobu i v Mezopotámii byly jakési cesty, které spojovaly Asii s Evropou. V době středočeské kultury únětické (2000 let př. n. l.) vedla z jižní Evropy na sever podél Dunaje a pak přes Čechy obchodní tzv. „jantarová cesta“, která byla velmi užívaná zvláště v době bronzové (18. stol. př. n. l.). Ve státě starých Inků sloužily silnice především k vojenským účelům. Překračovaly hluboká údolí dovednými visutými mosty. Tyto silnice spojovaly hlavní město Cuzco s provinciemi a byly 5 až 8 m široké, zpevňované štěrkem a hlínou. Inkové je budovali na území dnešního Chile a Peru v době asi 1300 let př. n. l. Také na půdě dnešního Mexika stavěla kultura Mayů široké dlážděné cesty, které měly hlavní poslání při konání velkých procesí na oslavu bohů.



Obr. 2-2 Stará římská cesta s piniemi a cypřiši.

Přibližně ve stejné době, několik století před n.l., se dvě zcela odlišné kultury, římská a čínská, také vyznačovaly výstavbou rozsáhlé silniční sítě. Staré čínské císařské silnice vybíhaly z Pekingu asi v šesti směrech a dokonce historická čínská zeď ze 3. stol. př. n. l. sloužila též k dopravě. Silnice byly stavěny jako obchodní tepny a měly vojenský význam při obraně říše proti nájezdným kočovným národům. Záznamy o čínských silnicích a cestách jsou v cestopise Marca Pola, který mimo jiné uvádí, že vládce čínské říše Kublaj Chan nařídil, aby v jeho říši všechny silnice byly osázeny po krajích stromy vždy dva kroky od sebe. Stromy měly sloužit k orientaci v pustých krajinách. Musely splňovat požadavek, aby byly hodně košaté a silnici značily už z dálky. Mistři ve stavbě silnic byli už před více než 2000 lety

Římané, kteří z politických, hospodářských a vojenských důvodů vybudovali v římském impériu asi 90.000 km převážně dlážděných silnic.

Silniční síť Římské říše dosáhla možného vrcholu nejen ve světě starověku, nýbrž v mnohých směrech nebyla překonána do dnešní doby. Poslání a smysl římských silnic plně vystihuje staré přísloví: „Via est vis - via est vita“, což v překladu znamená : silnice je moc - silnice je život. Římané dbali také na dobrou organizaci provozu na silnicích. Nejznámější je nařízení Julia Caesara o zákazu jízdy těžkými vozy ve městech v noci, kvůli velkému hluku. Je však zajímavé, že dodnes nevíme, po které straně Římané jezdili. Dále je třeba uvést, že vlastnili nejen popisy silnic (předchůdce našich průvodců), ale i orientační mapy, na kterých je vidět až kam se rozprostírala silniční síť římského impéria. Do hlavního ústředí - Říma se v té době sbíhalo 16 hlavních silnic, které měly nultý milník (tzv. zlatý) na hlavním náměstí - Forum Romanum , proto ten název, že všechny cesty vedou do Říma. Podél cest byly vysazovány stromy, nejčastěji pinie a olivy a někde dokonce celé háje s obětími chrámy. Po celé říši byly hlavní cesty zdobeny triumfálními oblouky (vítěznými branami na oslavu vítězů slavných bitev). Během vykopávek na trati Basilej-Štrasburk byla odkryta stará římská silnice. Bylo zjištěno, že staří Římané rozprostřeli na násyp v šířce 350 cm v koruně vrstvu kamene v síle 40-52 cm a provedli 10cm zálivku z vápna a úlomků cihel. Na takto upravený podklad přišla 10-15 cm silná vrstva říčního štěrku a 15cm zásyp pískem. Ulehlá a těžkými povozy ujetá vozovka působila po vykopávce dojmem, jako by při stavbě bylo použito trasového cementu. Jinde zase bylo zjištěno, že u dlážděných silnic osazovali Římané do malty kamenné desky.

Uplynula velmi dlouhá doba, než Francie zavedla na počátku 18. stol. nové metody ve stavbě silnic a mostů. V Paříži byla také v r. 1747 zřízena technicky velmi pokroková „Inženýrská škola mostů a silnic“. Umění stavět lepší komunikace se postupně rozšířilo do ostatních částí Evropy, zvláště do Itálie, Německa a středoevropských států. Pozdější „napoleonské císařské silnice“ sloužily kromě obchodu především k výbojům, zatímco charakter našich „tereziánských silnic“, známých též jako silnice císařské, byl především obchodní a dopravní. Typickým rysem napoleonských silnic byly aleje pyramidálních vlašských topolů, vysazovaných hodně hustě na vzdálenost 3-6 m od sebe, aby dobře vyznačovaly silnice a umožňovaly orientaci za mlhy, noci a sněhu. Nevýhodou těchto alejí byla malá životnost stromů a značné prosychání větví, takže po několika desetiletích stálého doplňování i jinými druhy stromů působily tyto silnice dojmem značné neupravenosti.

2.1. Historie stezek, cest a silnic na našem území

Z nejstarších bájemi opředených dob slovansko-pohanských Čech od 5. do 9. stol. n.l. jsou doklady o cestách zachytitelné jen z vykopávek. Bylo zjištěno, že význační zemřelí byli pochováni i se svými vozy a spřežením na křižovatkách cest a nad hroby byly navršeny mohyly, jejichž výška se řídila důležitostí a významem zemřelého. V Čechách byly během archeologických nálezů odkryty zbytky čtyřkolového vozu ze starší doby železné, tzv. kultury bylanské (asi 1000 let př. n. l.). První písemné doklady o zemských stezkách a cestách jsou zachovány až z konce 10. a začátku 11. stol. n.l. Např. ve starém zemském Kodexu moravském se hovoří v souvislosti s Rajhradem z r. 1043 o silnici, zvané „strata publica“ a u Opavy

z r. 1078 o „via publica“. Rajhradská silnice spojovala pravděpodobně Brno s Rajhradem, kde tenkrát Břetislav I. založil klášter, na jehož částečných základech stojí klášter dnešní. Obě cesty byly pokládány za „munera publica“, tedy za veřejná zařízení.

Lze předpokládat, že naše země, položená uvnitř Evropy, byla už od ne paměti důležitou křižovatkou středoevropských cest vedoucích od kulturního a bohatého římským impériem ovládaného jihu na sever a od západu z Francie a Německa na východ do Polska a Ruska. Kolem našich hranic byly neproniknutelné hvozdy a houštiny, které bylo možné překonat pouze po stezkách. Byly to neupravené cesty, rozježděné povozy a bez pevného podkladu, probíhající především ve vyšších polohách a v suchších údolích podél vodních toků. Pro přechod vodních toků sloužily jak mělké brody, tak i přívozy. Kamenné mosty byly u nás stavěny ve větším měřítku až asi ve 12. a 13. století za krále Přemysla Otakara I. a Václava I. Z této doby je zaznamenáno, že zemských robot bylo užíváno mimo jiné k mýcení lesů, stavění a opravování hradů, ke stavbě a opravování cest, mostů a hrází.

Hlavní hraniční stezky z ciziny k nám vedly horskými průsmyky a říčními přechody - branami. Na příhodných místech byly k ochraně hranic a stezek umístěny strážnice. V pozdějších dobách tam usídlení „ouřadové pohraniční“ vybírali cla a cizím obchodníkům poskytovali v nejistých dobách ozbrojenou ochranu. Na hraniční stezky se napojovaly zemské stezky, jež sloužily našim předkům k udržování spojení ve vnitrozemí. Na těchto stezkách byla zase vybírána od obchodníků a povozníků mýta. Aby se vyhnuli placení, používali zakázaných - podloudnických, tzv. travných stezek. Od 10. stol. se obrana zemských hranic a stezek soustřeďovala v pohraničních a vnitrozemských hradech. Podle doložených pramenů je zjištěno, že koncem 10. a poč. 11. století probíhalo Čechami asi 31 stezek včetně odboček. Jako příklad uvádím jen některé, nejdůležitější:

- Solní stezka Prachatická, zvaná též Zlatá či Pasovská (Pasov – Prachatice – Vodňany – Písek – Praha)
- Domažlická (Řezno – Kdyně – Domažlice – Plzeň)
- Přimská (Norimberk – Přimda – Stříbro – Plzeň – Beroun – Praha)
- Osecká, též Erfurtská nebo Sedlecká (Halle – Erfurt – Plavno – Sedlec – Rakovník – Praha)
- Chlumecká (Míšeň – Nakléřovský průsmyk – Chlumeč – Lovosice – Velvary – Praha)
- Kladská neboli Polská (Krakov – Náchod – Hradec Králové – Chlumeč nad Cidlinou – Poděbrady – Praha)
- Trstenická (Brno – Polička – Trstenice – Litomyšl – Chrudim – Český Brod – Praha)
- Jihlavská (Praha – Čáslav – Havlíčkův Brod – Jihlava – Znojmo)
- Vitorazská neboli Česká (Světlá – Vitoraz – Sezimovo Ústí – Tábor – Praha)
- Linecká (Linec – Horní Dvořiště – Kaplice – České Budějovice – Veselí – Praha)

Moravou a Slezskem ve stejnou dobu probíhalo asi 25 stezek, z nichž uvádím aspoň tyto hlavní:

- Jihlavská (Vídeň – Znojmo – M. Budějovice – Jihlava – Kutná Hora – Praha)

- Břeclavská (Znojmo – Mikulov – Břeclav – Nitransko)
- Vídeňská (Mikulov – Židlochovice – Brno)
- Velkomeziříčská (Brno – Velká Bíteš – Velké Meziříčí – Jihlava)
- Slezská (Brno – Vyškov – Olomouc – Bruntál – Nisa)

Dále probíhaly stezky směrem Brno – Klobouky – Mor. Nová Ves, Olomouc – Mor. Třebová – Litomyšl, Olomouc – Šumperk – Kladsko, Olomouc – Opava, Hranice – Přerov – Kroměříž – Hodonín aj.

Směr hlavních zemských stezek, které původně nevedly přímo do cíle, nýbrž obcházely i menší přírodní překážky, se nezměnil ani v dobách pozdějších během zakládání nových cest a konečně i silnic a železnic. V Čechách všechny hlavní zemské stezky směřovaly k Praze, na Moravě zase k Brnu a Olomouci. Od 13. stol., kdy se rozrůstala města význačná řemeslem i obchodem a města horní (báňská), se datuje rozvoj stezek, které byly rozšiřovány, aby lépe zvládly dopravu. Od té doby nabývají stezky charakteru veřejných cest spojujících obchodně i hospodářsky důležitá střediska.

Zemská povinnost stavět a udržovat cesty příslušela vrchnosti, za což měla právo vybírat mýta. Jenže vrchnost se lépe starala o vybírání mýt než o cesty, takže cesty bývaly často, zvláště za dešťů, úplně nesjízdné. Kromě špatného stavu cest a nejistoty dopravy i bezpečnosti na nich tu byly i jiné důvody, které měly nepříznivý vliv na další rozvoj tehdejší dopravní sítě. Bylo to především vybírání cla a mýta, vymáhaných od obchodníků a povozníků jak státem, tak i vrchností a privilegovanými městy. Formané proto místo veřejných, tzv. „spravedlivých cest“, volili postranní a travné cesty používané místním obyvatelstvem a podloudně. Kvůli netečnosti a nedbalosti příslušných vrchností o dobrý stav cest a jejich bezpečnost není divu, že na těchto obchodně cílých tratích docházelo často k loupežným přepadením. Teprve za vlády Jiřího z Poděbrad v 15. stol. se dopravní a bezpečnostní poměry na cestách poněkud zlepšily. Jeho krátká vláda je charakterizována klidem v české zemi a doslova se praví: „zášti a msty soukromé přestávaly, škůdcové zemští počínali se báti trestu neodvratného, silnice obecní nabývaly svobody a bezpečnosti, záhubná zbraň postupovala více a více místa živným strojům umy a průmyslu, řemesla i obchod křísily se zase“

V pozdějších dobách byly veřejné cesty hlídány a bezpečnost na nich zajišťována proti loupežníkům např. moravským zemským nařízením z roku 1541, 1559 a 1565. Za pomoci vojska byly na obranu proti záškodníkům dopravy podnikány občasné výpravy a pro umožnění lepšího výhledu bylo v roce 1651 nařízeno, aby po obou stranách silnice byl les vysekán až na vzdálenost dostřelu pistole.

Jedno z nejstarších zakreslení a popsání našich silnic v mapě pochází z r. 1554. Na mapě datující se z toho roku je vyznačena silnice vedoucí z Vídně přes Znojmo, Jihlavu a Kutnou Horu do Prahy, dále z Brna do Prahy přes Rosice, Třebíč a Jihlavu a z Brna do Vídně přes Židlochovice a Mikulov. Ve starých historických záznamech z r. 1251 se hovoří o silnici - obchodní cestě - vedoucí z Prahy přes Litomyšl, Třebovou, Litovel do Olomouce. V moravské topografii z r. 1650 je uvedena velni používaná silnice vedoucí z Krakova do Vídně přes Těšín, Hranice, Olomouc a Vyškov, o němž je zmínka, že v době míru byl v širším okolí znám

pro velké množství zájezdních hostinců. Skutečně první odbornou celní mapou a první základní silniční mapou Čech vyznačující podrobně i české pohraničí je Stichova mapa celních stezek z r. 1676.

O dobrou pověst našich silnic jak po stránce stavební, tak i bezpečnostní se postarala teprve doba osvícenská, kdy za vlády Karla VI., Marie Terezie a Josefa II. byla zahájena plánovitá výstavba silnic státních (císařských, erárních), které byly budovány a udržovány státem, a silnic okresních, stavěných a udržovaných soukromě. Stavba se prováděla štětováním, šterkováním a popískováním vozovky. Šířka silnic byla stanovena u silnic okresních na 6–6,5 m (z toho vozovka 4–5 m), a u silnic státních na 7,60 m, většinou však na 9,5 m (vozovka 6,30 m). Práce při stavbě silnic postupovaly velmi pomalu, protože byly zajišťovány pomocí potažné a ruční roboty, mýtního výnosu, stavovského a bankálního příspěvku. Aby se státní silnice a povozy příliš neopotřebovaly, byly od r. 1759 zřizovány podél upravených tratí na měkké zemědělské a lesní půdě užíší vedlejší cesty, jichž se používalo za příznivého počasí. Po tu dobu byly pak státní silnice vždy uzavřeny. K zamezení rychlého opotřebování upravených silnic bylo v r. 1747 nařízeno používat pro potahy nákladních vozidel nejvýše trojspřeží a váha nákladu nesměla přesahovat 60 q. Pro jízdu z kopce s nákladem přes 30 q byla předepsána šířka obručí 7 coulů (18,48 cm).

Soustavným zdokonalováním stavebních předpisů se zvětšovala od poč. 19. století síť silnic i s kamennými vozovkami, postranními příkopy, hrázemi, ochrannými zídkami a patníky, dále s propustky, mosty a se stromořadími. Roku 1842 byla šířka státních silnic stanovena na 15,27 m při největším stoupání 7,89 m na 1 sáh a 896 m délky. Účelně vybudovaná síť státních silnic v českých zemích znamenala podstatné zdokonalení komunikační sítě právě v době, kdy z ní mohl rychle vzrůstající průmysl získat největší prospěch. Na poč. 19. stol., právě v souvislosti se zlepšením stavu silnic, docházelo též k pronikavému zlepšení státní poštovní dopravy a k rozvoji soukromých dostavníků. V síti státních silnic, vybudovaných do poloviny 19. století, nedošlo ani v pozdějších dobách k podstatnějším změnám.

Je třeba se zmínit o další zvláštnosti a to o vysazování stromořadí. Vysazování silničních stromořadí bylo nařízeno za panování Karla VI. a užitek z těchto alejí byl nařízením z r. 1740 přenechán panstvím sousedícím se silnicí, jimž byla současně uložena povinnost o stromořadí pečovat. Doporučeno bylo vysazovat především vrby. Za Marie Terezie byla tato povinnost v r. 1752 rozšířena na všechny nově budované silnice. Vysazování stromů u silnic byla přikládána velká důležitost z estetických důvodů (ozdoba krajiny), dále jako účelnému zařízení, jež má sloužit při vyznačování silnice ve sněhu a za noci a jež má sloužit pohodlí cestujících v létě svým stínem a současně je i důležitou hospodářskou složkou přinášející dřevo. Císařské - komerční silnice bylo doporučeno osazovati lípami, morušemi, jeřáby, divokými ovocnými stromy, jasany, ořechy, buky, jilmy atd. Tato povinnost se vztahovala na vrchnost, města i obce, přičemž volba druhu stromů byla volná, pouze o vzdálenosti vysazovaných stromů, jejich sponu, rozhodovala silniční správa. Vzdálenost byla obvykle stanovena na 6 sáhů (11,40 m), strom však podle nařízení musel být zdravý, pěkně vzrostlý, minimálně 1,5 palce silný (asi 4 cm) a opatřený kůlem. Lidé - škůdci stromořadí byli zákonem stíháni a trestáni peněžitou pokutou, případně i vězením. V roce 1791 bylo vydáno nařízení, aby stromy k silnici vysazovali držitelé pozemků sousedících se silnicí, jimž pak příslušelo i vlastnické

právo k těmto stromům. V historických spisech i ve starších dokladech a záznamech o silnicích je uváděno, že velké škody v silničním stromoví byly způsobeny Napoleonským vojskem během francouzské invaze v letech 1805 a 1809. Byla pak sice vydána nařízení ke zvelebení těchto stromořadí v r. 1812, 1813 a 1831, kdy vzdálenost vysazovaných stromů od sebe byla stanovena na 10 sáhů (asi 19 metrů), ale jak d'Elvert v r. 1855 uvádí, tyto výzvy a nařízení se skončily nezdarem. To znamená, že po těchto škodách způsobených v silničním stromoví, nebyly už celá desetiletí stromy k silnicím záměrně a promyšleně vysazovány. Podle sčítání z roku 1834 mělo být u všech důležitějších silnic na Moravě asi 91.976 stromů, z nichž však jen 65.506 bylo uváděno jako stromy zdravé a pěkně vzrostlé. Převážnou část tvořily stromy lesní a z ovocných to byly třešně, višně, ořechy a švestky. V Čechách bylo podél všech erárních silnic v r. 1832 celkem 544.014 stromů, vysazovaných zvláště za podpory nejvyššího purkrabího hr. Chotka, za něhož např. jen v roce 1831, tedy za jediný rok, bylo vysazeno k silnicím 56.623 stromů.

Zákon z.z. českého „O technicko-hospodářské správě veřejných silnic, které nejsou státní“, v § 45 uvádí, že na všech zemských silnicích má každá politická obec na svém území obstarávat vysazování stromořadí. Totéž se má dít i na silnicích okresních. Stromy mají být vysazovány 8 m od sebe a veskrze za příkopy. Podle „Nových předpisů o stavbě a udržování okresních silnic“ vydaných v r. 1876 zemským výborem a moravským místodržitelstvím, bylo v oddíle I mimo jiné stanoveno, že podél silnic musí být vysazována stromořadí. V zákoně z r. 1884 z.z. českého „V příčině vysazování a ochrany alejí anebo jednoduchých stromořadí podél veřejných cest“ se v § 1 uvádí: „Podél veškerých silnic říšských, zemských, okresních a obecních musejí býti aleje, anebo kde by nemohly býti, aspoň jednoduchá stromořadí, vyjímajíc části, které vedou osadami s uzavřenými řadami domů neb lesy.“ § 3 „stanoví, aby stromy byly vysazovány střídavě šikmo proti sobě. Pro stromy ovocné s větší korunou (jabloně, hrušně, třešně) byl stanoven spon 10 m, pro ovocné stromy s menší korunou (švestky, višně) 6 m a pro plané stromy 12 m. Podél silnic říšských bylo stanoveno vysazovat stromy na banketu, u ostatních podle místních poměrů. V dalším je uváděno, aby tam, kde to podnebí dovoluje, byly vysazovány především stromy ovocné, jinde stromy lesní a ovocné plané, vždy širokokorunné, vysokokmenné, vysoké nejméně 2 m a silné nejméně 3 cm. Zákon z.z. moravského z r. 1877 „O zakládání a spravování veřejných silnic a cest na Moravě“ v § 9 uvádí především: „Podél okresních silnic mají se do stromořadí sázeti stromy, zvláště ovocné na vzdálenost 10 m od sebe a sice pokud možno do silnice samé. Kdyby to nebylo možno, tedy na pozemky ležící vedle silnice, a to tak, aby stromy stály ve vzdálenosti 60 cm, nejvýše 65 cm, počítaných od vnějšího kraje příkopu do pole.“ Ve Slezsku zákon z.z. slezského z r. 1896 „O sázení a hájení alejí neb stromořadí při státních, okresních a obecních silnicích“ stanoví: „Podle všech těchto silnic musejí státi stromové aleje zpravidla na silničním banketě a ve sponu 20 m. Je doporučováno vysazovati všude tam, kde to dovoluje podnebí a povaha půdy stromy ovocné, jinak jeřáby, kaštany, břízy, olše, javory a lípy.“ Velmi pokrokové zákony o silničních stromořadích byly vydány na Slovensku koncem 19. stol. Výnosem bývalého Uherského ministerstva obchodu z r. 1895 bylo stanoveno, aby tam, kde to půda a klima umožní, byly podél cest vysazovány ovocné stromy, na jiných místech však lesní i jiné stromy užitečné. Výška stromů ovocných měla obnášet 2,20 m, u lesních 2,5 m. Vzdálenost stromů měla činit u ořechů a kaštanů 20-25 m, u jabloní, hrušní a třešní 15-20 m, u moruší 10 m, u švestek a višní 8-10 m, u topolů, olší, vrb a javorů 15-20 m a u ostatních lesních a hospodářských stromů

15 m. Všeobecně se už hovoří o zalesnění okolí státních cest, které provádí jedině stát a stromy se vysazují jedině za příkop. V tomto zákoně se důležitost silničních alejí zdůrazňuje těmito slovy: „Ak sa verejné cesty vysadia stromami, unavený cestujúci nielen, že si bude moci odpočinúť v tieni stromov, ale počas chumelíc sa ani mýliť nebude vo smere cesty.“



Obr. 2-3 Napoleonská silnice s rychle rostoucími vlaškými topoly.

3. Rozdělení dopravy

3.1. Definice

Dopravou se rozumí soubor procesů, které vedou k cílenému přemístování osob, materiálů, energie a informací v prostoru a čase. Druhem dopravy nazýváme dopravu uskutečňovanou určitým druhem dopravních prostředků nebo dopravních zařízení bez ohledu na organizační začlenění.

3.2. Členění z dopravně-technického hlediska

Z dopravně-technického hlediska, podle toho, v jakém prostředí, po jaké dopravní cestě (dráze, trase) nebo jakým dopravním prostředkem, resp. zařízením, se přeprava vykonává, rozlišujeme:

- **konvenční dopravu**, do které se zahrnuje doprava :
 - a) pozemní (silniční a železniční),
 - b) vodní (říční a námořní),
 - c) letecká (vzdušná),
 - d) kombinovaná (kontejnerová, silniční vozidla /kamióny/ po železnici),
 - e) vesmírná (kosmická, meziplanetární),
- **nekonvenční dopravu**, do které se zahrnuje speciální doprava :
 - f) potrubní (produktovody, potrubní pošta, ...),
 - g) dopravníky (pásové, korečkové, šnekové, žlabové, ...),
 - h) lanové visuté dráhy (kabinkové, sedačkové,...),
 - i) jednodráhové systémy (ALWEG, SAFEGE,...),
 - j) vznášedly (vzduchové, magnetické, ...),
- **spoje** (doprava zpráv) :
 - k) radiokomunikace,
 - l) telekomunikace,
 - m) pošta,
 - n) internet.

3.3. Další členění

Z hlediska místa působnosti můžeme rozlišit dopravu :

- **technologickou**, nevyhnutelnou jako součást výrobního procesu,
- **vnitrozávodní**, uskutečňovanou uvnitř určitého prostoru,
- **příměstskou**, uskutečňovanou v nejbližším okolí města,
- **vnitrostátní**, uskutečňovanou na území určitého státu,
- **mezinárodní**, uskutečňovanou v dopravním styku několika států.

Z provozně-organizačního hlediska se rozlišuje doprava :

- **veřejná**, uskutečňovaná pro cizí potřeby a přístupná pro každého,
- **neveřejná**, doprava uskutečňovaná pro vlastní potřeby,

Z provozně-technického hlediska se rozlišuje doprava :

- **hromadná**, charakterizovaná pravidelností, jízdním řádem a obvykle větším počtem přepravovaných osob,
- **individuální**, vykonávaná příležitostně bez dříve stanovených tras a jízdního řádu vlastním nebo používaným dopravním prostředkem.

4. Silniční doprava

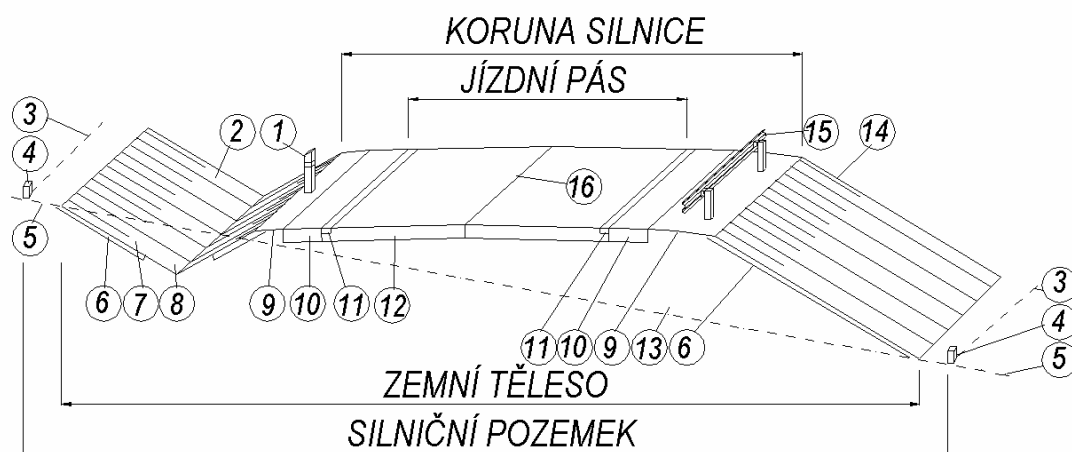
4.1. Silniční názvosloví

Nejstarší komunikace, které známe jako spojení dvou míst jsou stezky. Dnes tohoto pojmu používáme také pro samostatné komunikace určené pro provoz pěších, kdy užíváme pojmu stezky pro pěší, případně cyklistické stezky, které jsou určeny pro cyklisty. Cesty jsou jednoduché komunikace, které jsou vybudovány bez nákladných úprav, jsou buď nezpevněné nebo částečně zpevněné a nejsou pravidelně udržovány. Lesní nebo polní cesty mají zpravidla šířku odpovídající šířce jednoho vozidla jsou tedy jedno-pruhové, ale můžou být navrženy i jako dvou-pruhové.

Silnice jsou stavěny podle určitých technických zásad a norem, jsou odvodněny, jízdní pás je zpevněn a udržován. Šířka silničních komunikací musí umožnit, aby se na nich mohla vozidla v protisměru míjet a vozidla jedoucí za sebou předjíždět. Široké silniční komunikace budované výlučně pro rychlou dálkovou dopravu jsou dálnice. Jsou směrově rozdělené a křížují všechny jiné komunikace jen mimoúrovňově. Projektují a budují se tak, aby motorová vozidla mohla při zachování maxima bezpečnosti cestujících dosahovat vyšších přepravních rychlostí. Pozemek, který zabírá silniční komunikace je silniční pozemek. Jeho hranice je tvořena mezníky. Zemní těleso je součástí tělesa silniční komunikace, která vznikla zemními pracemi. Vede-li komunikace pod úrovní terénu mluvíme o zářezovém tělese nebo silnici v zářezu nebo ve výkopu. Je-li silnice vedena nad terénem, je nutno napřed zemní těleso nasypat. Takto upravené těleso komunikace označujeme jako silnici v násypu. Často nastává případ, že zemní těleso v příčném řezu je vedeno částečně v násypu a zčásti v zářezu. Takto vedenou silniční komunikaci označujeme jako silnici v odřezu. Jízdní pruh je část silniční komunikace, která je určena pro jeden sled vozidel za sebou jedoucích. Několik jízdních pruhů vedených souběžně a na sebe navazujících tvoří jízdní pás. Podle počtu jízdních pruhů rozlišujeme komunikace jedno-, dvou-, tří-, čtyř- a více-pruhové. U komunikací čtyř- a vícepruhových mohou být jednotlivé směry rozděleny do dvou jízdních pásů a vzájemně odděleny dělicím pruhem, který může být střední např. u dálnic, nebo boční při oddělení pěších či cyklistických stezek od hlavní komunikace.

Pro krátkodobé odstavení vozidel jsou po obou stranách jízdního pásu vybudovány krajnice. Bezprostředně k jízdnímu pásu přilehá zpevněná část krajnice, která se dnes dělá ve stejné konstrukční skladbě jako přilehlá vozovka jízdního pásu. Oporu konstrukčním vrstvám poskytuje nezpevněná krajnice, která je provedena ve ztuhlé zemině s povrchem ze škváry, písku nebo drtě. Zároveň slouží nezpevněná krajnice k osazení bezpečnostních prvků, což mohou být směrové sloupky nebo svodidlo případně zábradelní svodidlo. Krajnice lze použít i jako komunikace pro pěší, pokud je jejich intenzita malá a nedocházelo by k narušení plynulosti dopravy na přilehlé komunikaci. Dělicím prvkem mezi jízdním pásem a zpevněnou krajnicí je vodící proužek, který může být proveden jako samostatný konstrukční prvek, nebo jenom zdůrazněn na probíhajícím krytu vozovky nástřikem nátěrovou hmotou. Někdy se do nástřikové hmoty přidává balotina (drobné skleněné kuličky) pro zvýšení odrazu světla při jízdě v noci. Vodící proužek má též za úkol umožnit orientaci řidiče za zhoršených povětrnostních podmínek (mlha apod.). Šířka mezi bezpečnostními opatřeními se označuje jako volná šířka silniční komunikace. Tato šířka se musí zachovat ve všech případech po celé trati komunikace, tedy i na mostech. Kromě volné šířky komunikace rozlišujeme ještě šířku komunikace v koruně, což je šířka

jízdního pásu včetně krajnic, případně dělicích pruhů. K odvodnění komunikací používáme příkopů nebo rigolů, které zachycují přitékající povrchovou vodu z přilehlého území nebo povrchu komunikace. Pokud se týká konstrukce vozovky nebo zpevněné krajnice rozlišujeme tři základní vrstvy. Vrchní a nejvíce namáhaná vrstva provozem a povětrnostními vlivy je kryt vozovky, který musí být proveden z nejkvalitnějšího materiálu. Roznášení tlaků od provozu vozidel přenáší jedna nebo více podkladních vrstev, která mohou být z klasického drceného kameniva, nebo novodobě jako celostmelené vrstvy s živickým pojivem. Přerušování vztlínivosti spodní vody, provzdušnění a odvodnění konstrukce vozovky je řešeno podsypanou vrstvou, která bývá ze štěrkopísku. Celá konstrukce vozovky je uložena na pláni, která může být rostlá (v zářezu) nebo násypová. Pro větší názornost jsou jednotlivé pojmy silničního názvosloví graficky znázorněny na obr. 1.



Obr. 4-1 Základní názvosloví silniční komunikace.

1 - směrový sloupek, 2 - svah výkopu, 3 - hranice silničního pozemku, 4 - mezník, 5 - původní terén, 6 - humus a zatravnění, 7 - výkop (zářez), 8 - příkop, 9 - nezpevněná krajnice, 10 - zpevněná krajnice, 11 - vodící proužek, 12 - jízdní pruh, 13 - násyp, 14 - svah násypu, 15 - svodidlo, 16 - osa komunikace

4.2. Rozdělení silničních komunikací

Podle zákona č.13/1997 Sb. silnice a dálnice jsou pozemní komunikace, které se dělí na tyto kategorie:

- dálnice;
- silnice;
- místní komunikace;
- účelové komunikace.

Podle svého určení a dopravního významu na:

- rychlostní silnice;
- silnice I. třídy;
- silnice II. třídy;
- silnice III. třídy.

Podle dohody AGR o mezinárodních silnicích jsou stanovené úseky silnic a dálnic součástí mezinárodní silniční sítě. Prostorové uspořádání a návrhové

parametry a tím i příslušná návrhová kategorie silnice a dálnice jsou vázány v tomto případě přijatými podmínkami mezinárodních dohod a norem.

Podle charakteru provozu:

- silnice s neomezeným přístupem (S)
- rychlostní silnice a dálnice s omezeným přístupem (R) a (D).

Z dálnic (D) a rychlostních silnic (R) je vyloučena doprava nemotorová a doprava motorovými vozidly a jízdními soupravami, jejichž nejvyšší povolená rychlost je určena zvláštním předpisem. K uspokojení dopravních požadavků účastníků silničního provozu, kteří nemohou či nechtějí použít dálnici nebo rychlostní silnici, slouží silnice nebo místní komunikace v přilehlém území.

Rámcovou kategorizaci udává tabulka 3.1. Ze stanoveného rozsahu návrhových kategorií podle tabulky 4-1 se určí návrhová kategorie dané silnice nebo dálnice podle ustanovení kapitoly 5 a 6 normy ČSN 736101.

Roztřídění	Odpovídající návrhová kategorie
dálnice	D 33,5/120,100 a 80; D 27,5/120, 100 a 80
rychlostní silnice	R33,5/120,100 a 80; R 27,5/120, 100 a 80; R 25,5/120, 100 a 80
silnice I. třídy	S 24,5/100, 80 a 70; S 20,75/90, 80 a 70 S11,5/90, 80 a 70 S 9,5/80, 70 a 60 *)
silnice II. třídy	S 9,5/80, 70 a 60 S 7,5/70, 60 a 50
silnice III. třídy	S 7,5/70, 60 a 50; S 6,5/60 a 50; S 4,0/40 a 30
*) Nelze použít na mezinárodních silnicích. **) Použije se zejména pro rekonstrukce stávajících koncových úseků silnic III. tř. a pro veřejně přístupné účelové komunikace.	

Tab. 4-1 Rámcová kategorizace pozemních komunikací.

4.2.1. Kategorie silnic a dálnic

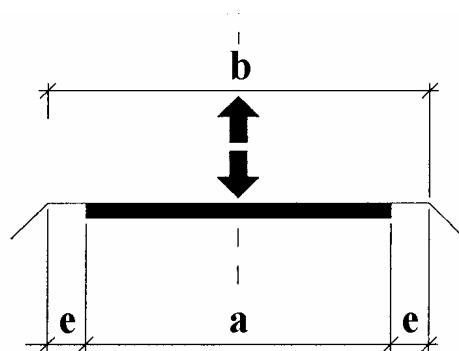
Návrhové kategorie silnic a dálnic jsou schematicky znázorněny v obrázcích 3.2. až 3.5. Pro dálnice a silnice I. a II. třídy (včetně mezinárodních silnic) jsou stanoveny výhledovými záměry výstavby silnic na základě jejich významu a očekávané intenzity dopravy. Podle kategorizace dálnic a silnic I. a II. třídy schválené ústředním úřadem státní správy ve věcech dopravy po projednání s orgány jednotlivých krajů. Pro silnice III. třídy se určí kategorie podle výhledové intenzity dopravních proudů a charakteristiky území, v souladu s výhledovým záměrem výstavby silnic, po projednání s ústředním úřadem státní správy ve věcech dopravy nebo jím pověřenou organizací.

Návrhové kategorie jednapruhových silnic

Návrhová kategorie			Šířka v m		
písmenný znak	b m	návrhová rychlost km/h	a ^{*)}	e	b ^{***)}
S		40,30	3,00	0,50	4,00

*¹) Základní hodnota bez rozšíření v oblouku.
 **²) Použije se zejména pro rekonstrukce koncových úseků silnic III. tř. a veřejně přístupné účelové komunikace
 ***³) Ve vzdálenostech max. 200m se navrhnu výhybny.

Tab. 4-2 Návrhové kategorie jednapruhových silnic.



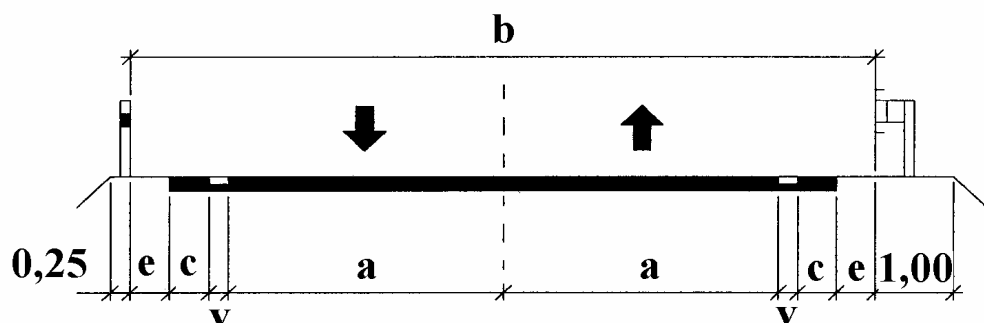
Obr. 4-2 Jednapruhové silnice

Návrhové kategorie dvoupruhových silnic

Návrhová kategorie			Šířka v m			
písmenný znak	b m	návrhová rychlost km/h	a ^{*)}	v	c	e
S	6,5 ^{**>}	60; 50	2,75	0,00	0,00	0,50
S	7,5	70; 60; 50	3,00	0,25	0,00	0,50
S	9,5	80; 70; 60	3,50	0,25	0,50	0,50
S	11,5	90; 80; 70	3,50	0,25	1,50	0,50

*¹) Základní hodnota bez rozšíření ve směrovém oblouku **²) Navrhuje se při intenzitě silničního provozu do 1000 voz. / 24 h.

Tab. 4-3 Návrhové kategorie dvoupruhových silnic.



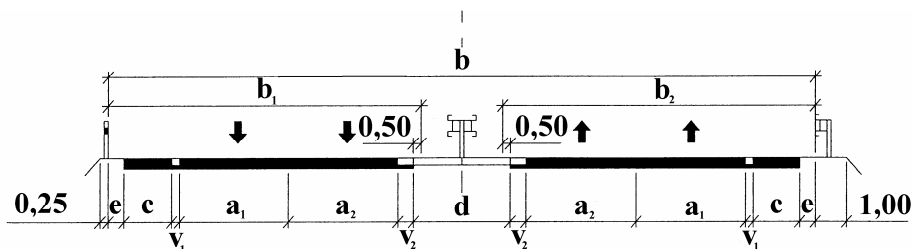
Obr. 4-3 Dvoupruhové silnice.

Dálnice a směrově rozdělené silnice

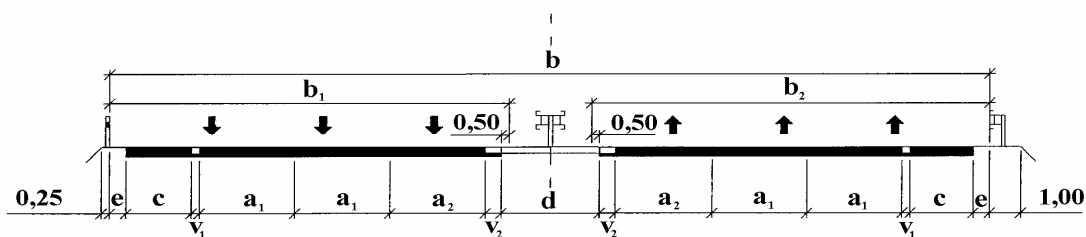
Návrhová kategorie			Šířka v m						
písmenný znak	b m	návrhová rychlost km/h	a_1/a_2	v_1	v_2	c	d ^{*)}	e	b_1, b_2
S	20,75	90; 80; 70	3,25/3,25	0,25	0,25	2,25	1,25 ^{**)}	0,50	****)
S	24,5 ^{***)}	100; 80; 70	3,50 /3,50	0,25	0,50	2,50	3,00	0,50	11,25
R	25,5 ^{***)}	120; 100; 80	3,75/3,75	0,25	0,50	2,50	3,00	0,50	11,75
DaR	27,5	120; 100; 80	3,75/3,75	0,25	0,75	3,00	3,50	0,50	12,50
DaR	33,5 ^{***)}	120; 100; 80	3,75/3,50	0,25	0,75	2,50	3,50	0,50	15,50

*) V odůvodněných případech lze navrhnout rozšíření o násobek 0,5 m.
 **) V ose středního dělicího pásu se umístí betonové svodidlo, nebo jiný zachytňný systém.
 ***) Jestliže je třeba z kapacitních důvodů navrhnout šesti či vícepruhovou D, R nebo S, navrhuje se třetí, popř. další pruh u středního dělicího pásu v šířce 3,50 m. Zvýšení kapacity D a R 27,5 se zajistí přestavbou na D a R 33,5.
 ****) Dílčí volné šířky b_1, b_2 závisí na druhu navrženého svodidla.

Tab. 4-4 Šířkové uspořádání dálnic a směrově rozdělených silnic.



Obr. 4-4 Čtyřpruhová směrově rozdělená silnice a dálnice.



Obr. 4-5 Šestipruhová směrově rozdělená silnice a dálnice.

4.2.2. Vlastnictví pozemních komunikací

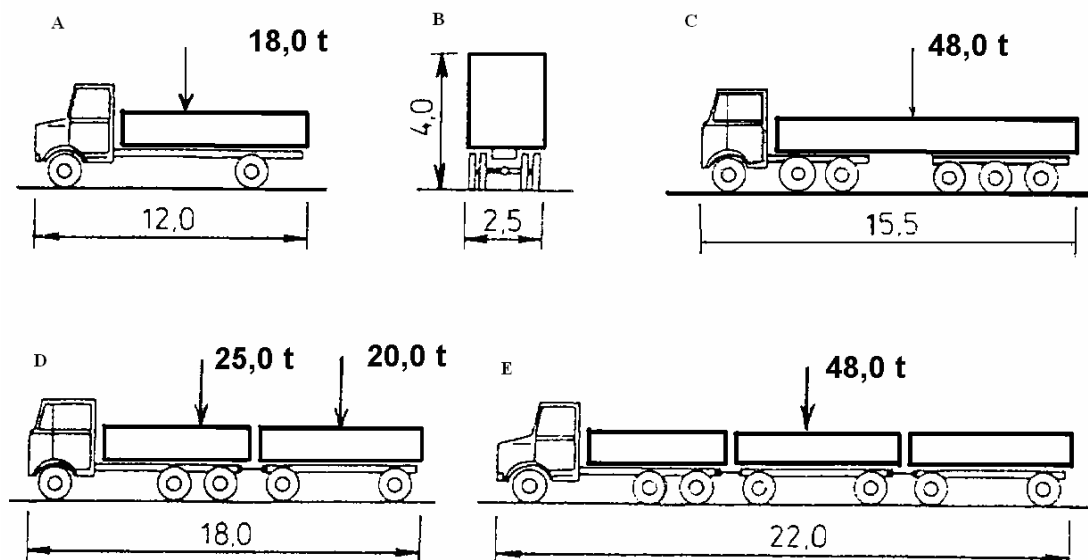
Vlastníkem dálnic a silnic I. třídy je stát. Vlastníkem silnic II. a III. třídy jsou kraje. Vlastníkem místních komunikací je obec, na jejímž území se místní komunikace nacházejí. Vlastníkem účelových komunikací je právnická nebo fyzická osoba. Vlastnické právo státu k dálnicím a silnicím vykonává ze zákona Ministerstvo dopravy a spojů. Výkonem vlastnických práv státu k dálnicím a stanoveným silnicím I. třídy pověřilo Ministerstvo dopravy a spojů státní příspěvkovou organizaci Ředitelství silnic a dálnic ČR. Státní správu ve věcech dálnice, silnice, místní komunikace a veřejné účelové komunikace vykonávají silniční správní úřady, kterými jsou Ministerstvo dopravy a spojů, krajský úřad a obecní úřad obce s rozšířenou působností. Působnost silničního správního úřadu vykonávají v rozsahu stanoveném tímto zákonem též obce v přenesené působnosti.

4.3. Dopravní prostředky na pozemních komunikacích

Plánování, projektování, návrh, stavba a provoz pozemních komunikací ovlivňují motorové dopravní prostředky především svým množstvím, rozměry, hmotností a rychlostí v dopravním proudu. Základní charakteristiku vozidla určují podmínky zákona č.38/1995 Sb., a vyhláška Ministerstva vnitra č.102/1995 Sb. Rozměry silničních motorových a jejich přípojných vozidel, popř. jízdních souprav, nesmí překročit určité dovolené maximum. Celková šířka vozidel může být nejvíce 2,55 m, výjimku tvoří zemědělské a lesnické stroje, samojízdné a přípojně pracovní stroje, kde maximální šířka je 3,0 m a u tramvají je 2,65 m. Celková výška vozidel s nákladem může být nejvíce 4,0 m, přípojných vozidel max. 3,0 m, délka jednotlivého silničního vozidla nemůže být větší než 12,0 m, s návěsem max. 15,5 m. Souprava s jedním přívěsem, kloubový dvoučlánkový autobus a trolejbus může mít max. délku 18,0 m. Souprava silničního vozidla s dvěma přívěsy, resp. s návěsem a jedním přívěsem, může být dlouhá nejvíce 22,0 m, délky sólo tramvaje max.18,0 m, soupravy tramvají a kloubové tramvaje včetně spřáhel nejvíce 40,0 m. Hmotnost silničních vozidel je také omezena zákonem o technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích. Osobní automobily prakticky neovlivňují nějak významně svým účinkem konstrukci vozovek silnic, neboť jejich zatížení jsou malá a jejich celková hmotnost většinou nepřesahuje 2t, čili 500 kg na jedno kolo. Uplatňují se však svým množstvím, tj. intenzitou při návrhu celkového uspořádání komunikace v příčném řezu. Nákladní automobily naproti tomu jsou svou hmotností a nápravovými tlaky rozhodující pro návrh konstrukce vozovky a huštění jejich pneumatik ovlivňuje stabilitu horní vrstvy vozovky.

Bez kolejeová silniční vozidla		
	osobní	motocykly, motocykly s přívěsným vozíkem, motocykly s postranním vozíkem, skútry, mopedy, osobní tříkolky, osobní automobily, autobusy, autobusy s přívěsem, autobusové návěsy, trolejbusy, sanitky a jiné
motorová	nákladní	tříkolky, dodávkové automobily, nákladní automobily: - valníkové, - sklápěcí, - skříňové, tahače, traktory, přívěsy, návěsové soupravy a jiné
	účelové	vozidla požární ochrany, zemědělské stroje, stavební stroje, speciální automobily: - kropící, - cisternové, - poštovní, - na smetí aj. jeřáby, rypadla, kalové vozy, vozy na převoz čerstvého betonu a jiné
	osobní	cyklistická kola, kola s pomocným motorkem, kočáry a jiné
nemotorová	nákladní	valníkové povozy, zemědělský vůz-žebříňák apod., ruční káry, přívěsy, návěsy a jiné
	účelové	zemědělské stroje a jiné

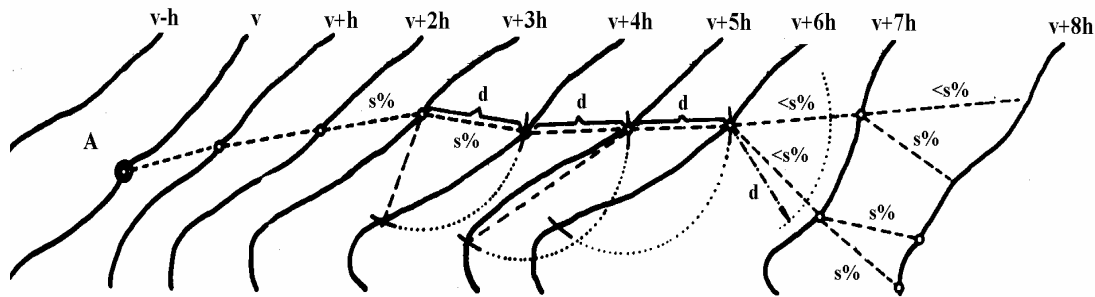
Tab. 4-5 Přehled dopravních prostředků na pozemních komunikacích.



Obr. 4-6 Rozměry a zatížení silničních vozidel.

4.4. Silniční trasa

Trasou silniční komunikace rozumíme prostorovou čáru, určující směrový i výškový průběh dané komunikace. Složkami silniční trasy jsou silniční osa v půdorysném vyjádření a silniční niveleta, která nám dává přehled o výškovém vedení komunikace. Tvar i průběh těchto složek závisí na účelné skladbě návrhových prvků. Tyto dělíme na směrové, výškové a prostorové, mezi nimiž je třeba při návrhu silniční komunikace docílit vzájemný soulad. Pro návrh silniční osy používáme převážně mapových vrstevnicových podkladů, jejichž měřítko se řídí projektovým stupněm. Pro projektový úkol, příp. studie vedení silničních komunikací používáme mapových podkladů v měřítku 1:25.000, 1:10.000 nebo 1:5.000. Pro jednostupňové nebo prováděcí projekty plánů 1:1.000, méně často 1:2.000 nebo 1:500. Podklady lze získat buď přímým měřením, nebo použitím stávajících mapových podkladů. Pro rozsáhlé silniční stavby jako je výstavba dálnice se většinou získávají upřesněné podklady pomocí letecké fotogrammetrie. Podélné profily se zpracovávají v takovém měřítku, které odpovídá měřítku osy. Vzhledem k malým hodnotám podélného sklonu se neprovádí podélné řezy, nýbrž 10x převýšené podélné profily, které jsou rozvinutým zobrazením osy v jejím výškovém uspořádání. Podélný profil zobrazuje průběh terénu a nivelety. Mezi první úkony projektování silniční komunikace patří vyšetření průběhu trasy. V rovinném území to většinou nečiní potíže, dané podmínky jsou příznivé a nevyžadují využívání krajních hodnot návrhových prvků. Pahorkovité nebo horské území je náročnější na trasování, trasa musí být v souladu s terénem, nesmí být překročeny maximální podélné sklony ani minimální směrové prvky. Do mapového podkladu se nejdříve navrhne stupová (řídící čára). Řídící čára je lomená linie daného sklonu, vedená územím tak, aby se dle možností plně přimykala k terénu. Toto přimknutí je tím těsnější, čím jsou přímé čáry řídící čáry kratší. Řídící čára, která představuje mnohoúhelník o velkém počtu stran a úhlů, se nahradí silniční osou, skládající se z přímých úseků a oblouků tak, aby došlo k co nejtěsnějšímu vyrovnání. S požadavkem vytýčení řídící čáry se můžeme setkat přímo v terénu (sklonoměrem) nebo ve vrstevnicovém mapovém podkladu (odpichováním). Příklad návrhu silniční osy z řídící čáry je na obr. 4-7.



Obr. 4-7 Návrh řídicí čáry.

4.4.1. Směrové návrhové prvky

Směrové návrhové prvky jsou zastoupeny úseky v přímé a úseky ve směrových obloucích. Osa silniční komunikace je tedy obecnou čarou vyrovnanou v plynulou křivku různé křivosti.

Poloha osy

Osa silnice nebo dálnice je polohově umístěna na dvoupruhových a jednopruhových silnicích uprostřed jejich průběžného (nerozšířeného) jízdního pásu, na směrově rozdělených silnicích a dálnicích uprostřed středního dělicího pásu; je-li každý z obou dopravních směrů veden v samostatné trase, umístí se osa každého z obou směrových pásů do osy jejich průběžných (nerozšířených) jízdních pásů. Změna polohy os se provede odskokem v příčném profilu, ve kterém je začátek odpojení jízdních pásů.

Osa silnice nebo dálnice se vede v přímém úseku nebo v obloucích tak, aby trasa působila plynulým dojmem a těleso komunikace bylo co nejdokonaleji včleněno do krajiny. Přitom musí být směrové návrhové prvky uvedeny v žádoucí soulad s výškovým řešením silnice nebo dálnice. Dlouhé přímé úseky trasy nejsou vhodné, protože vytvářejí nepříznivé jízdní podmínky (jednotvárná jízda snižující pozornost řidičů, oslňování, zvyšování jízdní rychlosti). Jejich návrh je opodstatněný pro zajištění rozhledu pro předjíždění na dvoukruhových silnicích a když sledují jinou přímku v terénu (např. dráhu, průplav). Pro směrové řešení dvoupruhových silnic je vhodné navrhnout přímky v délce zajišťující rozhled pro předjíždění a omezovat délky směrových oblouků, protože jsou z hlediska rozhledu méně příznivé. Na směrově rozdělených silnicích a dálnicích se v případě potřeby trasují jednotlivé (nenašel jsem konec této věty)

Komunikace v přímé

Úseky silniční komunikace, v nichž nedochází ke směrovým změnám, označujeme jako přímou. Odtud jsou odvozeny termíny jako trasa v přímé, délka rozhledu v přímé, mezipřímá (krátká přímka mezi dvěma směrovými oblouky). Přímá jako taková se prakticky nevyskytuje. Přímé prvky jsou tedy z hlediska začlenění do krajiny většinou jako prvek nežádoucí. Praktické zkušenosti doporučují, aby délka úseku v přímé nepřesáhla hodnotu odpovídající dvěma minutám jízdy návrhovou rychlostí. V členité krajině se budeme přímým úsekům vyhýbat.

Směrové oblouky

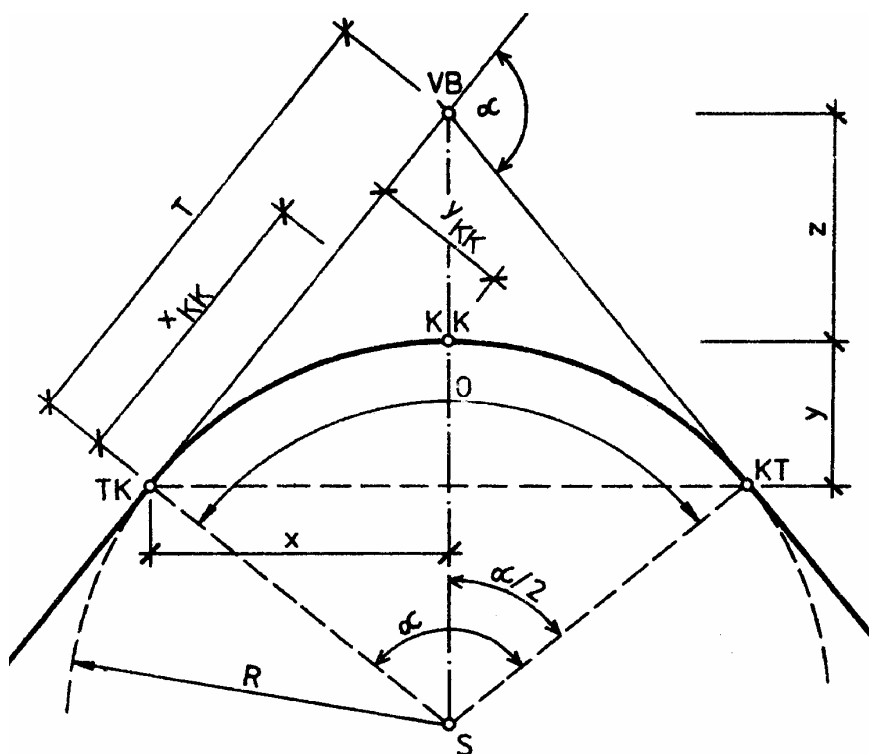
Plynulosti trasy lze dosáhnout vložением směrových oblouků, t.j. pūdorysných křivek vhodné konstrukce. Můžeme volit prostý kružnicový oblouk, oblouk s přechodnicemi, přechodnicový oblouk, složený oblouk a v členitém terénu točku. Vzájemný délkový poměr a sled přímých úseků a oblouků je nutno z hlediska

směrového i výškového volit tak, aby navržené trasa vyhovovala bezpečné jízdě návrhovou rychlostí a působila plynulým dojmem.

Prostý kružnicový oblouk

Je v silničních komunikacích prvkem, který se používá poměrně zřídka. Prosté kružnicové oblouky můžeme používat tehdy, jestliže návrh vyhovuje podmínkám ČSN, tj., že odsun kružnicového oblouku $\Delta R \leq 0,25$ m. Následují-li po sobě dva protisměrné oblouky bez přechodnic, musí být mezi nimi navržena mezipřímá, délky rovné dvojnásobné velikosti návrhové rychlosti ($2 \cdot V_n$). Kružnicového oblouku lze také použít jako prvku u složených oblouků. Zde, pokud je návrhová rychlost menší než 70 km/h lze přímo spojovat kružnicové oblouky až do poměru poloměrů 1:2, aniž bychom museli mezi ně vkládat mezilehlou přechodnici. Výpočet hlavních vytyčovací prvků lze rozdělit podle obr. 4-8 na:

- výpočet délky tečny - T ,
- výpočet vzdálenosti středu oblouku (KK) od průsečíku tečen (VB), tzv. bisektrisy - z ,
- výpočet pravoúhlé pořadnice středu oblouku (KK) po tečně (T) - x_{KK} ,
- výpočet pravoúhlé pořadnice středu oblouku (KK) na kolmici od tečny (T) - y_{KK} ,
- výpočet celkové délky oblouku - O . Vytyčovací schéma hlavních bodů kružnicového oblouku je na obr. 4-8. Podrobné body kružnicového oblouku se stanovují v souřadnicích pro geodetické vytyčení.



Obr. 4-8 Hlavní vytyčovací prvky kružnicového oblouku.

Hlavní vytyčovací prvky můžeme vypočítat dvojím způsobem:

- pomocí vytyčovacích tabulek;

Tabulky pro kružnicové oblouky jsou zpracovány pro základní poloměr $r = 1$ m, nebo $r = 100$ m. Lze tedy skutečné vytyčovací prvky hlavních bodů oblouku získat z tabulkové hodnoty přenásobené poměrem skutečného poloměru oblouku k základnímu tabulkovému poloměru.

- výpočtem pomocí kalkulátoru s goniometrickými funkcemi.

Nejdřív provedeme výpočet pomocí vzorců na kalkulátoru s goniometrickými funkcemi:

Podle obr.4-8 je možno z trojúhelníku TK , VB , KT vypočítat hlavní tečnu T :

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} =$$

Dále vypočítáme vzdálenost středu (vrcholu) oblouku (KK) od průsečíku tečen (VB - vrcholu osového polygonu) z :

$$z = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) =$$

Délka kružnicového oblouku od začátku (TK) do konce (KT) O :

$$O = \frac{\pi \cdot R}{200^g} \cdot \alpha = R \cdot \operatorname{arc} \alpha =$$

Dále lze vypočítat pravoúhlé souřadnice středu oblouku (KK) x_{KK} a y_{KK} :

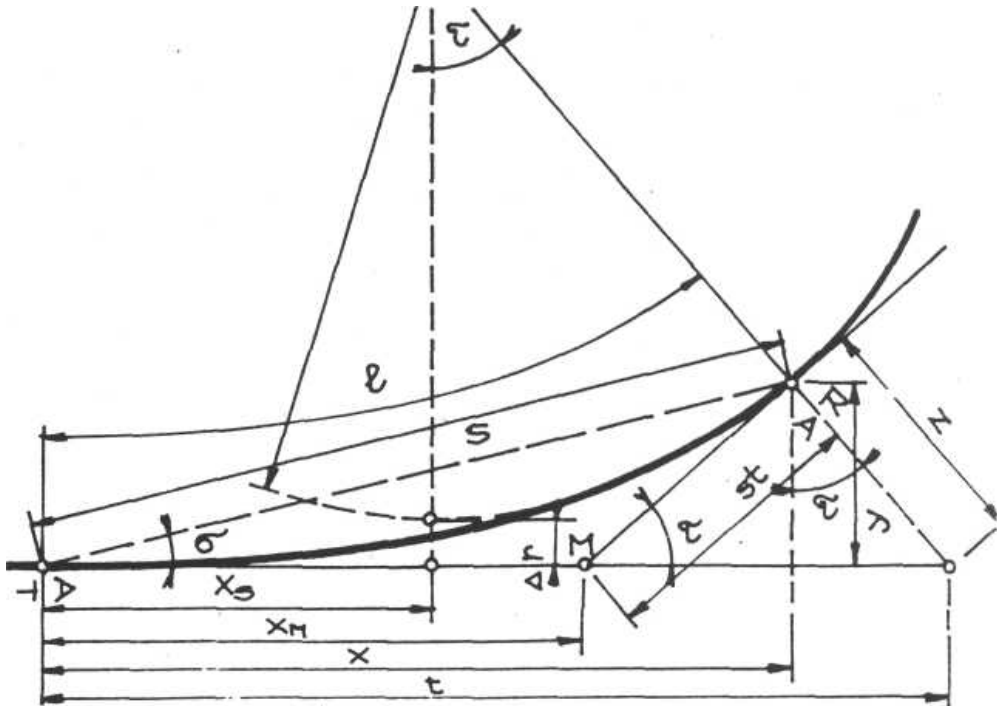
$$x_{KK} = R \cdot \sin \frac{\alpha}{2} =$$

$$y_{KK} = R - R \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) =$$

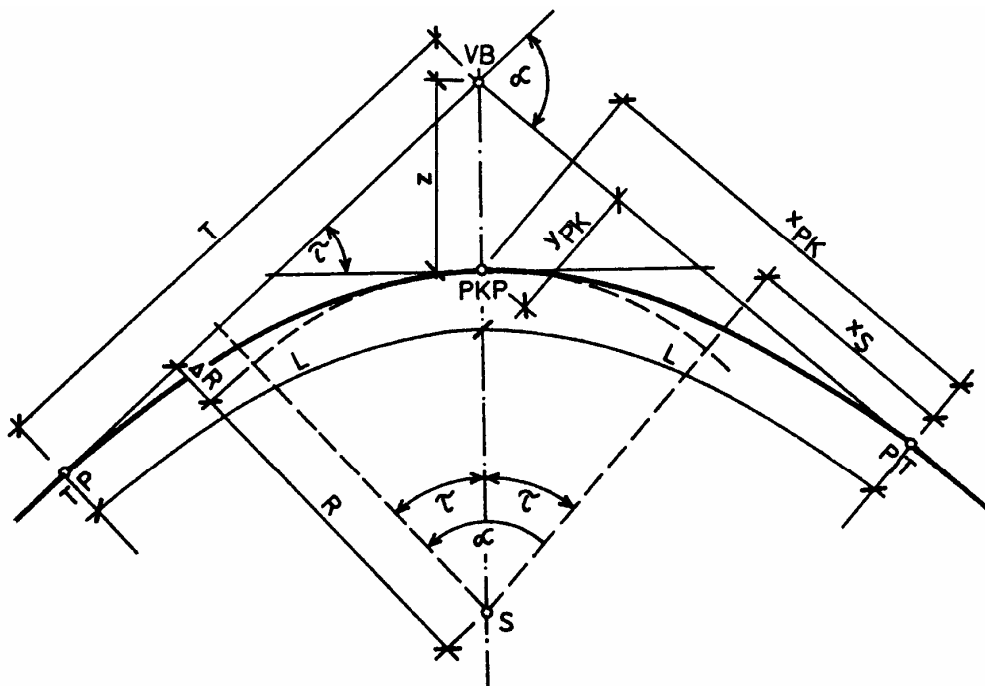
Kružnicového oblouku lze také použít jako prvku u složených oblouků. Zde, pokud je návrhová rychlost menší než 70 km/h lze přímo spojovat kružnicové oblouky až do poměru poloměrů 1:2, aniž bychom museli mezi ně vkládat mezilehlou přechodnici. Podrobné body kružnicového oblouku je možno stanovit od základní tečny pravoúhlým vytýčením, nebo polárním vytýčením.

Přechodnicový oblouk

Pro plynulý přechod z přímé do kružnicového oblouku nám ČSN 73 6101 předepisuje vkládat přechodnice ve tvaru klotoidy, jejíž základní vztah je dán rovnicí $A^2 = R \cdot L$. Vytvoříme-li směrový oblouk ze dvou větví klotoidy, vznikne tzv. čistý přechodnicový oblouk. Přechodnicovým klotoidickým obloukem nazývá norma ČSN 73 6101 oblouk, v němž délka přechodnic vzrostla natolik, že kružnicový oblouk zcela vymizí, takže se obě přechodnice stýkají v bodě PP (přechodnice-přechodnice), v němž mají shodný poloměr křivosti R a společnou tečnu. Přechodnice mohou být opět stejné nebo různě dlouhé. V prvním případě mluvíme o přechodnicovém oblouku souměrném, ve druhém případě o přechodnicovém oblouku nesouměrném. Schéma „čistého“ symetrického klotoidického přechodnicového oblouku (tzv. biklotoida) je na obr. 4-10 a schéma základních vytyčovacích prvků klotoidy na obr. 4-9.



Obr. 4-9 Základní vytyčovací prvky klotoidy



Obr. 4-10 Symetrický přechodnicový oblouk.

Přechodnicový klotoidický oblouk se použije v případech, kdy z trasovacích nebo estetických důvodů bude vhodnější úplně vyloučit kružnicovou část směrového oblouku. Dále k dosažení plynulejšího přechodu do protisměrného oblouku, k odstranění krátké mezipřímé prodloužením přechodnice. Toto řešení po stránce dopravní bezpečnosti vyhovuje méně a mělo by se používat jen u malých středových úhlů (přesněji u malých vnějších úhlů tečnového polygonu, protože zde kružnicový oblouk vymizel).

Vztahy mezi základními prvky klotoidy, tj. mezi parametrem A , tečnovým úhlem τ , koncovým poloměrem R a délkou přechodnice L jsou tyto:

$$A = \sqrt{L \cdot R} = R \sqrt{2\tau} = \frac{L}{\sqrt{2\tau}};$$

$$L = \frac{A^2}{R} = 2\tau \cdot R = A \sqrt{2\tau};$$

$$R = \frac{A^2}{L} = \frac{L}{2\tau} = \frac{A}{\sqrt{2\tau}};$$

$$\tau = \frac{L}{2R} = \frac{L^2}{2A^2} = \frac{A^2}{2R^2}$$

Úhel τ je nutno dosazovat samozřejmě v obloukové míře [rad] nebo jako arc τ , tj. pro stupně $= \frac{\pi}{180} \cdot \tau$ a pro grady $= \frac{\pi}{200} \cdot \tau$. Pokud se týká vzorce pro výpočet úhlu tečny $\tau = \frac{L}{2R}$, je potřeba poznamenat, že je obdobou vzorce pro výpočet úhlu tečny v kružnicovém oblouku $\alpha = \frac{O}{R}$.

Pravouhlé souřadnice x a y :

$$x_{PK} = \frac{A}{\sqrt{2}} \cdot 2 \sqrt{\tau} \left(1 - \frac{\tau^2}{5 \cdot 2!} + \frac{\tau^4}{9 \cdot 4!} - \dots \right);$$

$$y_{PK} = \frac{A}{\sqrt{2}} \cdot 2 \sqrt{\tau} \left(1 - \frac{\tau}{3} + \frac{\tau^3}{7 \cdot 3!} + \dots \right);$$

Výpočet vytyčovacíh hodnot přechodnice již není velký problém:

$$x_s = x_{PK} - R \cdot \sin \tau; \quad x_M = x_{PK} - y_{PK} \cdot \cotg \tau;$$

$$\Delta R = y_{PK} - R \cdot (1 - \cos \tau); \quad T = x_{PK} + y_{PK} \cdot \tg \tau;$$

$$s_t = \frac{y_{PK}}{\sin \tau}; \quad z = \frac{y_{PK}}{\cos \tau};$$

Největší potíže při výpočtu jsou s vyčíslením pravouhlých souřadnic x_{PK} a y_{PK} . Proto při výpočtu vytyčovacíh prvků klotoidy používáme tabulky nebo programovatelné kalkulátory.

Kružnicový oblouk s přechodnicemi

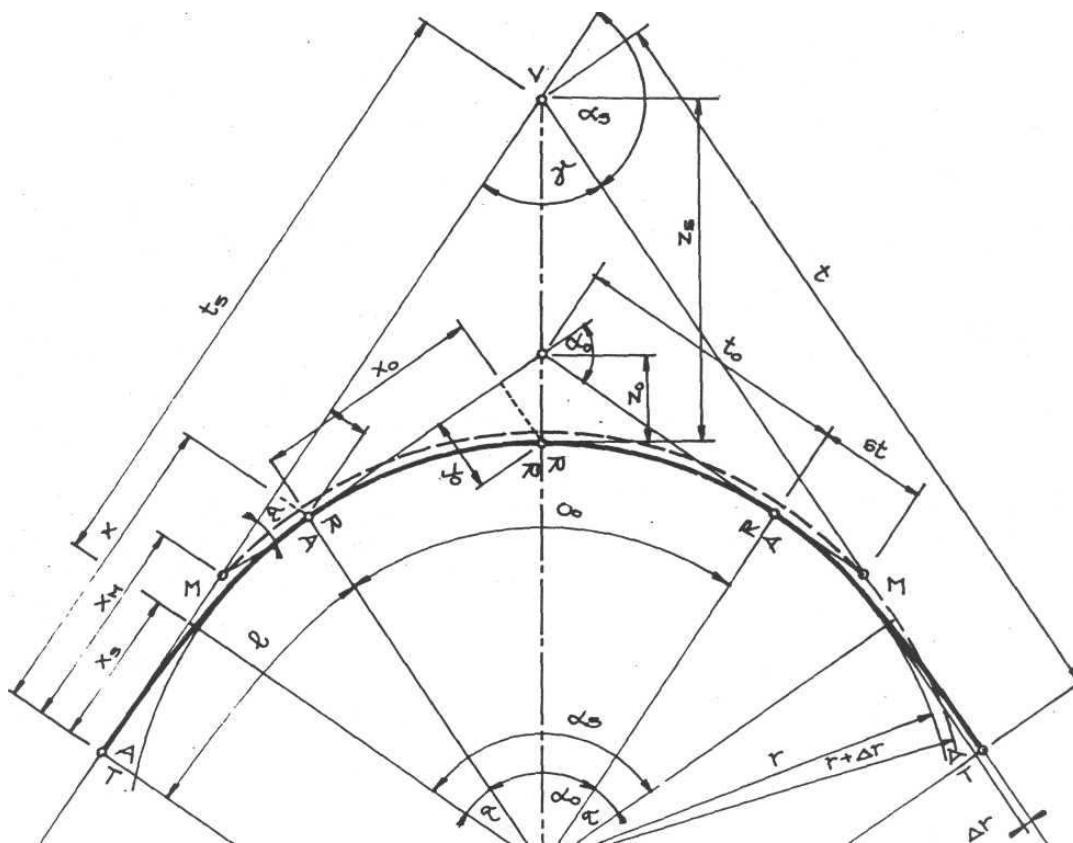
Nejběžnější motiv v silničním stavitelství používaný zvláště pro větší středové úhly je kružnicový oblouk s přechodnicemi symetrickými nebo nesymetrickými. Používá se tehdy, nelze-li použít prostého kružnicového oblouku. Skládá se ze středního kružnicového oblouku o daném poloměru R , který je od základního tečného polygonu odsazen o hodnotu ΔR . Propojení se základním tečným polygonem je prostřednictvím přechodnic. ČSN 736101 Projektování silnic a dálnic předepisuje délku přechodnice bez ohledu na poloměr oblouku pouze v závislosti na

návrhové rychlosti a způsobu oklápění jízdního pásu ze střechovitého sklonu v přímé do jednostranného v oblouku. Při oklápění kolem vnitřní hrany je předepsaná délka přechodnice 1.5 V. při oklápění kolem osy 1.0 V. Tyto hodnoty vyhovují požadavkům plynulosti z hlediska vzestupnic i z hlediska přírůstku odstředivého zrychlení.

Pro motiv kružnicového oblouku se symetrickými přechodnicemi vypočítáme délku tečny odsunutého oblouku, hlavní tečnu, vzepětí oblouku a délku kružnicového oblouku. Při určování vytyčovacíh prvků vycházíme z návrhové rychlosti V_n , velikosti poloměru R a ze středového úhlu α . Délku přechodnice L navrhujeme podle podmínek ČSN 73 6101. V tabulkách vyhledáme základní vytyčovací prvky přechodnice nebo je spočítáme podle vzorců. Jde o hodnoty A , R , L , ΔR , x_{PK} , y_{PK} , x_M , x_S , s_t , τ . Prověříme, zda platí podmínka $\alpha \geq 2\tau$ a zda je nutné přechodnici navrhovat, tzn. zda je $\Delta R > 0,25 \text{ m}$. Abychom mohli vynést vytyčovací prvky klotoidy, potřebujeme znát polohu bodu TP (PT), to znamená zjistit délku hlavní tečny, pro kterou platí vztah:

$$T = T' + x_s$$

T je délka tečny ke kružnicovému oblouku o poloměru $R + \Delta R$:



Obr. 4-11 Oblouky kružnice se symetrickými přechodnicemi.

$$T = (R + \Delta R) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Vynesením vzdálenosti x_M dostaneme na tečně směrového polygonu bod M , který je průsečíkem společné tečny přechodnice a kružnice v bodě PK (KP) s tečnou směrového polygonu. Polygonová a společná tečna svírají úhel τ , od společné tečny vytyčujeme podrobné body kružnicového oblouku. Vzdálenost z (bisektrisu)

vrcholu oblouku od vrcholového bodu směrového polygonu, vzepětí určíme ze vztahu:

$$z = (R + \Delta R) \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) + \Delta R;$$

Vzepětí kružnicového oblouku vůči průsečíku pomocných tečen z_0 bude obdobně :

$$z_0 = R \cdot \frac{1}{\cos \frac{\alpha_0}{2}} - R = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha_0}{2}} - 1 \right) = R \cdot \left(\sec \frac{\alpha_0}{2} - 1 \right);$$

$$\alpha_0 = \alpha - 2\tau$$

a délku „malé“ tečny kružnicového oblouku o poloměru R podle vztahu :

$$T_0 = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2}$$

Délka kružnicového oblouku mezi body PK a KP je dána výrazem :

$$O_0 = R \cdot \operatorname{arc} \alpha_0$$

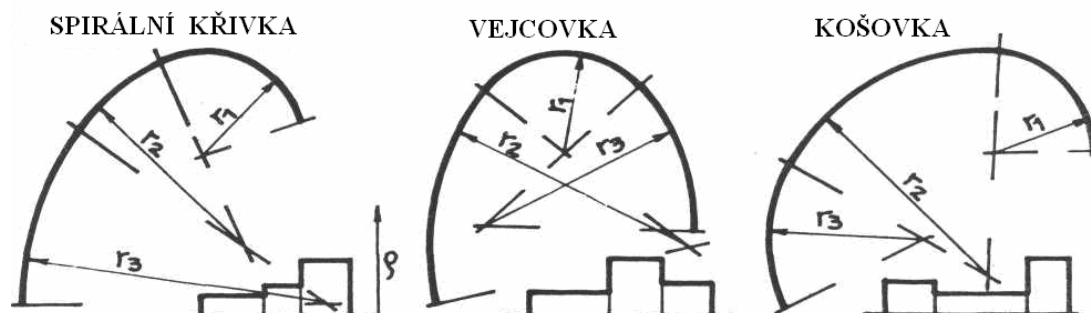
Délka celého oblouku včetně přechodnic pak rovnici :

$$O = L + O_0 + L = 2 \cdot L + O_0$$

Výpočet podrobných bodů klotoidické přechodnice a kružnicového oblouku provedeme známým způsobem podle vytyčení, pravoúhlými nebo polárními souřadnicemi. Pro výpočet můžeme použít tabulky Doc.Ing. J.Puchříka, CSc. : Silnice a dálnice – Klotoida.

Složené oblouky

Složených oblouků, ať již kružnicových nebo nekružnicových se používá převážně z důvodů přimknutí silniční trasy k terénu, zvláště u komunikací nižšího řádu, kdy je zapotřebí vystihnout v rámci daných možností terén návrhovými prvky. Podle půdorysného uspořádání můžeme navrhnout oblouky ve spirální křivce, kde se poloměry oblouků neustále zmenšují, nebo ve tvareu košovky, kdy na krajní oblouky menších poloměrů navazuje oblouk o větším poloměru, ve tvaru vejcovky, kde poloměry jsou v opačném vztahu než u košovky. Můžeme navrhnout i různé další kombinace. Podle tvaru křivek rozeznáváme složené kružnicové a nekružnicové (klotoidické) oblouky.

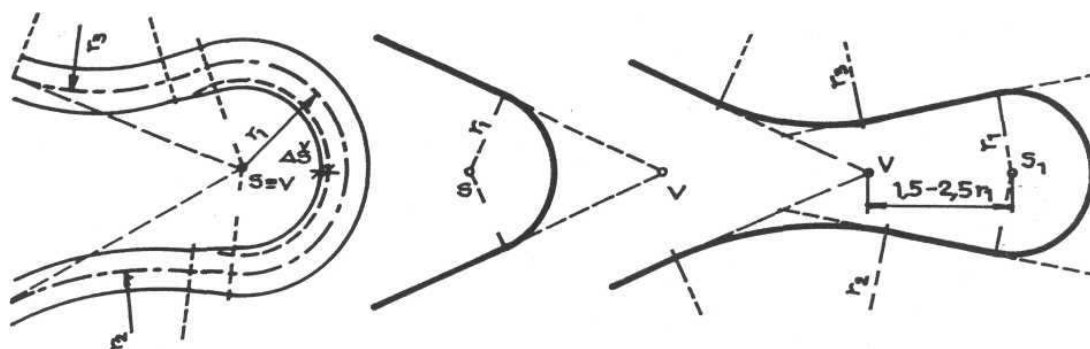


Obr. 4-12 Složené oblouky.

Při rekonstrukcích je někdy nutno použít složených motivů s mezilehlými přechodnicemi. Takové motivy jsou složité na výpočet a provádějí se za použití programů pro projektování pozemních komunikací.

Točky

V horských terénech nebo v úzkých údolích řek nemůžeme často vystačit s těmi poloměry směrových oblouků, které nám předepisuje norma podle návrhové rychlosti. Okolnosti nás nutí používat poloměry menších u oblouků o velkých středových úhlech, které se pohybují kolem 135° a více. Takovéto oblouky označujeme jako točky. Použitím toček se plynulost trasy zhoršuje, návrhová rychlost se plně nevyužívá a skutečná jízdní rychlost bývá v podstatě o hodně nižší. Stupové poměry jsou v točkách komplikovanější vzhledem k tomu, že se využívá plně maximálně povoleného příčného sklonu 8% a rozdíly v délkách mezi osou, vnitřní a vnější hranou jízdního pásu stupové poměry zhoršují. Podle středového úhlu a jeho velikosti rozeznáváme točky otevřené, kde středový úhel oblouku je menší než 180° , a točky uzavřené s větším středovým úhlem. Z jízdních i technických důvodů se někdy před točky navrhnou oblouky opačné křivosti, které mají za účel zvýšit pozornost uživatele komunikace a přinutit jej ke snížení rychlosti před vjezdem do malého poloměru točky. Vztah poloměru těchto predsazených oblouků k poloměru točky by měl být 1:3. V geometrickém uspořádání lze točky provést jako kružnicové oblouky se symetrickými nebo nesymetrickými přechodnicemi nebo jako obdobné přechodnicové oblouky.



Obr. 4-13 Točky.

4.4.2. Délka rozhledu

Důležitým požadavkem pro zajištění bezpečného a plynulého provozu na silniční komunikaci je délka rozhledu. Pod tímto pojmem rozumíme vzdálenost, na kterou prostorové uspořádání silniční komunikace umožňuje řidiči jedoucího vozidla postřehnout překážky v jeho jízdě, případně umožňuje předejet pomalejší vozidlo. Rozlišujeme tedy dva druhy rozhledu, a to na zastavení a předjíždění. Délka rozhledu na zastavení jedoucího vozidla před nízkou překážkou na jízdním pásu, je základním požadavkem pro veškeré silniční komunikace. Délka rozhledu na předjíždění nutná pro bezpečné předjetí pomalejšího vozidla na obousměrné dvoupruhové silniční komunikaci, slouží k výpočtu řady úseků směrového a výškového uspořádání. Stanovení délky rozhledu vychází z reakční doby řidiče, ve které si řidič uvědomí překážku a reaguje na ni, dále z brzdné dráhy vozidla, kdy u rozhledu na zastavení uvede brzděním vozidlo do klidu a bezpečnostního odstupu od překážky. Při rozhledu na předjíždění je kromě reakce třeba připočítat dráhu potřebnou pro předjetí a zařazení zpět do jízdního pruhu. Bezpečnostní odstup zůstává, je však podstatně delší než rozhledu na zastavení. Podrobnosti výpočtu je možno získat z ČSN 736101. Délku rozhledu je třeba zachovat i u průjezdu směrovým obloukem, zvláště je-li na vnitřní straně oblouku zářezový svah. V takovýchto případech je nutno řešit boční rozhled, kdy konstruujeme rozhlednici jako obálku tečen, vycházejících z rozhledových vzdáleností v přímé. Obdobným způsobem postupujeme při stanovení rozhledu na křižovatkách.

4.4.3. Výškové návrhové prvky

Niveleta silniční komunikace představuje výškovou složku její trasy; určuje výškový průběh komunikace a znázorňuje se v podélném profilu rozvinutým nárysem její trasy. Požadavek stejnoměrné rychlosti v celém průběhu silniční trasy může být uspokojivě splněn jedině tehdy, odpovídá-li podélný sklon nivelety nejen konfiguraci terénu, ale i skladbě dopravního proudu a s ním souvisící kapacitě silnice. Podélný sklon (s %) je jedním z důležitých činitelů, ovlivňujících rychlost vozidel, především těžkých, a tím i hospodárnost dopravy; ta se projevuje jednak časově: na stejný úsek s velkým stoupáním je třeba k projetí mnohem více času než na obdobný v rovině, jednak finančně - což se projeví větší spotřebou pohonných hmot. Z podrobného rozboru byl učiněn zajímavý závěr, že u osobních vozidel ve stoupání je nejmenší rychlost spíše závislá na volbě řidiče, kdežto u nákladních vozidel a autobusů je podstatně snižena provozní rychlost dána mechanickými vlastnostmi vozidla.

Hospodárnost navrhované silniční trasy závisí mimo jiné na vztahu podélného sklonu a délky. Vzájemný vztah mezi sklonitostí a nejmenší délkou trasy je určován konfigurací terénu. Pokud probíhá trasa v rovinném nebo mírně pahorkovitém terénu, bývá výsledný sklon mezi počátkem a koncem trasy obvykle menší než dovolený maximální sklon, platí tedy $s < s_{max}$. V pahorkovitém a horském terénu bývá výsledný sklon pravidelně větší než max.sklon, nebo se mu silně blíží. Kromě toho se niveleta vyznačuje střídáním stupu, klesá a stoupá, čímž niveleta dostává v jednom nebo druhém směru tzv. ztracené spády. Zmenšení těchto ztracených spádů bývá často spojeno buď s prodloužením silnice nebo s velkým rozsahem zemních prací. Z hlediska využití motoru je však střídavé stoupání a klesání v rozmezí 2 - 3 % výhodnější, než ideální rovinná niveleta. Při jízdě do tohoto stoupání pracuje motor za nejlepších podmínek, t.j. asi při 75 % zatížení, kdy má nejmenší měrnou spotřebu paliva a na následujícím spádu jede bez spotřeby paliva. Na rovině není motor tak dobře využit a proto pracuje neekonomicky. Optimální podélný sklon nivelety musí tedy vycházet z daných podmínek konfigurace území, z požadované jízdní rychlosti navrhované kategorie a ze složení dopravního proudu, které souhrnně přímo ovlivní jejich kapacitu. Z rozsáhlých rozborů těchto vztahů, opírající se o popsání průzkumy, byly stanoveny tzv. mezní hodnoty podélných sklonů nivelety. Většinou se tyto meze určují podle návrhové rychlosti, typické pro příslušnou kategorii, a podle typu území. Pro návrh výškového uspořádání trasy je důležité znát maximální a minimální podélné sklony nivelety, uváděné jako přípustné pro konkrétní podmínky. Při tom maximálních stupů má být používáno jen výjimečně ve zdůvodněných případech (rozsahem zemních prací, neúměrným zvýšením stavebních nákladů a pod.); využití nejvyšších stupů bývá vázáno na souhlas schvalovacích orgánů. Maximální dovolené podélné sklony nivelety pro návrhové rychlosti různých kategorií silnic a dálnic a členitost území soustředí tab. 4-6.

Kategorijní typ silnice nebo dálnice	Návrhová rychlost v km/h pro území			
	rovinaté nebo mírné zvlněné	pahorkovité	horské	
	podélný sklon (s) v %			
D33.5 D27.5	120	120	100****)	80****)
	3	4**)	4,5**)	4,5**)
R 33,5; R 27,5 R25.5	120	100	80	
	3,5	4,5	5**)	
S24.5	100	80	70	
	3,5	4,5 (až 6 ****)	6	
S 20,75	90	80	70	
	4	4,5 (až 6****)	6	
S11.5	90	80	70	
	4,5	6	7,5	
S9,5	80	70	60	
	4,5	6	8	
S7,5	70	60	50	
	4,5	7	9	
S6.5	60	60	50	
	7	8	9	
S4.0	40	40	30	
	10	11	12	

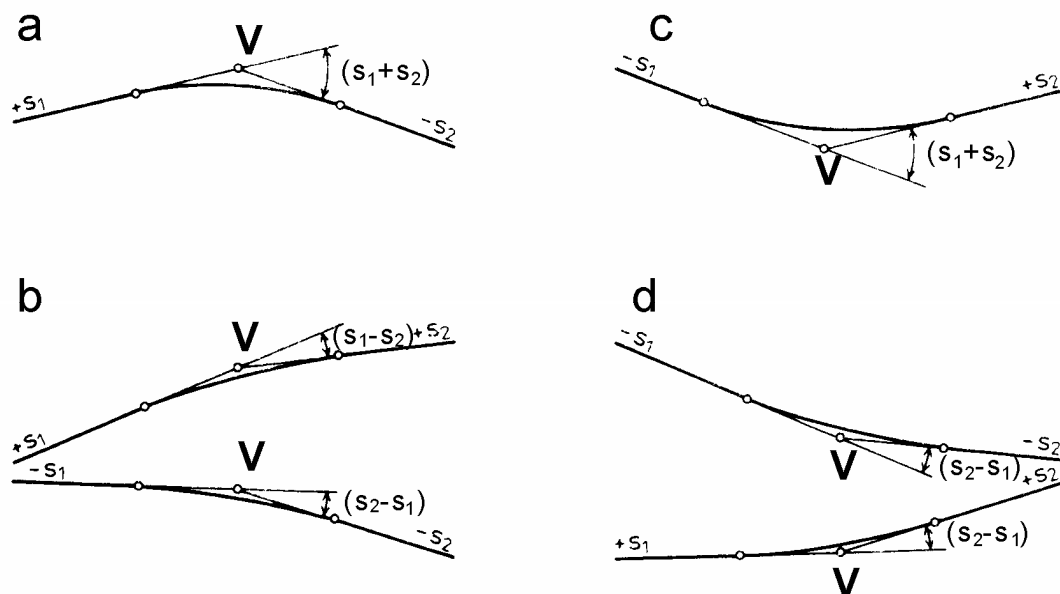
*) Hodnoty pro větve křižovatek jsou uvedeny v ČSN 73 6102.
 ***) Překročení hodnoty je třeba doložit rozbořem zvýšení spotřeby pohonných hmot a je vázáno na souhlas příslušného ústředního orgánu státní správy ve věcech dopravy.
 ****) Vyšších hodnot lze použít v případech, kdy neobvyklé zvýšení objemu zemních prací nadměrně zvýší ekonomickou náročnost řešení nebo by se nadměrně zvětšilo trvalé odnětí kvalitní nebo chráněné zemědělské půdy. Současně je však nutné při použití větších sklonů posoudit zvýšenou spotřebu pohonných hmot a bezpečnost dopravy.
 *****) Rozhodnutí o návrhové rychlosti závisí na možnostech daných především konfigurací terénu.

Tab. 4-6 Návrhové rychlosti podle druhu území a nejvyšší dovolené podélné sklonu (s) základních návrhových kategorií silnic a dálnic.

Návrh výškového polygonu

Podobně jako při směrovém řešení je výchozím prvkem při návrhu nivelety tečnový výškový polygon. Lomy výškového polygonu lze rozdělit podle obr. 4-14 na vypuklé a vyduté. Lomy podélného sklonu se zaoblí parabolickými oblouky druhého stupně se svislou osou. Tyto paraboly jsou určeny poloměrem výškového oblouku, který se rovná parametru parabol (poloměru oskulační kružnice ve vrcholu paraboly). Vypuklé lomy podélného sklonu se zaoblí tak, aby byl :

- na dvoupruhových silnicích zajištěn podle možnosti rozhled pro předjíždění,
- na všech silničních komunikacích zajištěn bezpodmínečně rozhled pro zastavení.



Obr. 4-14 Druhy lomů výškového polygonu se zaoblením, a) vypuklý vrcholový, b) vypuklé svahové c) vydutý údolnicový, d) vyduté svahové.

Nejmenší poloměry vypuklých výškových oblouků jsou uvedeny v tab. 4-7. Poloměry výškových oblouků (vypuklých i vydutých) mají být navrženy co největší. Čím menší je rozdíl podélných sklonů, tím větších poloměrů zaoblení je třeba použít. Vyduté lomy podélného sklonu se zpravidla zaoblí tak, aby kužel světlometů osvětloval jízdní pás na délku pro zastavení.

R_v v m	při návrhové rychlosti v km/h					
	120	100	80	70	60	50
nejmenší doporučený pro zastavení	12 000	10 000	5 000	4 000	2 500	1 500
nejmenší dovolený pro zastavení	11 000	6 000 *)	3 000 **)	2 500	1 500	1 000
nejmenší dovolený pro předjíždění	-	38 000	21 000	15 000	10 000	6 000

*) Platí jen do rozdílu podélných sklonů $|s_1 - s_2| \leq 2,5 \%$, jinak je nutno dodržet hodnotu doporučenou.
 **) Platí jen do rozdílu podélných sklonů $|s_1 - s_2| \leq 3,3 \%$, jinak je nutno dodržet hodnotu doporučenou.

Tab. 4-7 Nejmenší poloměry vypuklých výškových oblouků podle ČSN 73 6101.

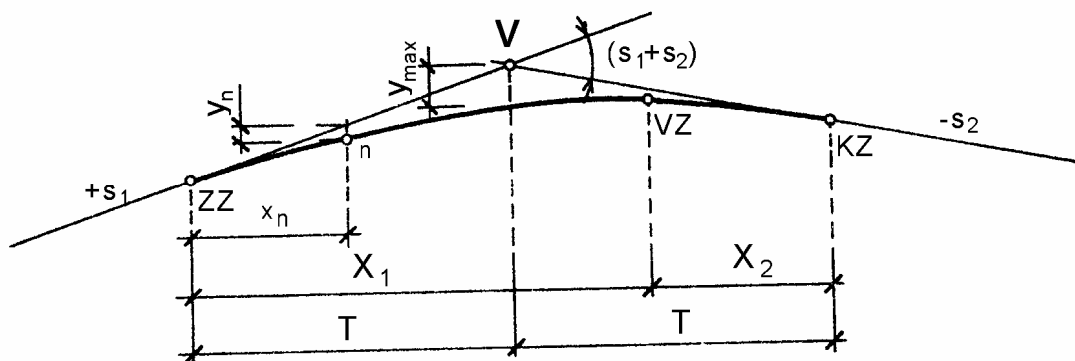
R_u v m	při návrhové rychlosti v km/h					
	120	100	80	70	60	50
nejmenší doporučený	6 000	4 200	3 000	2 000	1 500	1 200
nejmenší dovolený	5 000	3 400	2 100	1 500	1 000	700

Tab. 4-8 Nejmenší poloměry vydutých výškových oblouků podle ČSN 73 6101.

Přímkové sklony mezi výškovými oblouky téhož smyslu jsou nevzhledné a v místech pohledově exponovaných musí být vyloučeny výškovým obloukem o větším poloměru nebo alespoň výškovým obloukem složeným

Výpočet výškového polygonu a zaoblení nivelety

Při návrhu nivelety jsme omezeni celou řadou ohraničujících podmínek, jimiž jsou např. maximální dovolené podélné sklony, minimální poloměry zakružovacích oblouků lomů nivelety a jiné, které musí návrh nivelety respektovat. Jednotlivé lomy výškového polygonu je samozřejmě nutno zaoblit. Zaoblení lomů předepisuje ČSN 73 6101 výhradně zakružovacími oblouky tvořenými parabolou 2°; jejich hodnoty jsou uvedeny v tab.4.7 a 4.8. Při výpočtu zakružovacích oblouků musíme podle obr. 4-15 stanovit:



Obr. 4-15 Výškový zakružovací oblouk.

- délku tečny T ,
- maximální svislou pořadnici y_{max} ,
- polohu vrcholu zaoblení X_1 a X_2 .

Délka tečny výškového oblouku určuje jeho začátek a konec a vypočítá se ze vzorce:

$$T = \frac{R}{200} [(\pm s_1) - (\pm s_2)],$$

kde pro podélné sklony opačného smyslu se počítá po úpravě takto:

$$T = \frac{R}{200} (s_1 + s_2),$$

a pro podélné sklony téhož smyslu ze vzorce:

$$T = \frac{R}{200} (s_1 - s_2),$$

- kde T je délka svislého průmětu tečny výškového oblouku do vodorovné v m,
- s_1 absolutní hodnota většího z obou podélných sklonů v %,
- s_2 absolutní hodnota menšího z obou podélných sklonů v %,
- R poloměr vypuklého (R_v) nebo vydutého (R_u) výškového oblouku v m.

Největší (maximální) svislá pořadnice výškového oblouku y_{max} se vypočítá ze vzorce:

$$y_{max} = \frac{T^2}{2R},$$

kde y_{max} je maximální svislá pořadnice výškového oblouku měřená od průsečíku tečen výškového polygonu v m.

Svislé pořadnice jednotlivých (libovolných) bodů výškového oblouku od tečny výškového polygonu se vypočítají ze vzorce:

$$y = \frac{x_n}{2R},$$

- kde y je svislá pořadnice (vzdálenost) bodu výškového oblouku od tečny ve vzdálenosti x_n (měřené od dotykového bodu oblouku směrem k průsečíku tečen) v m,
- x_n vodorovná vzdálenost určitého (n-tého) bodu výškového oblouku (měřená od dotykového bodu tohoto oblouku směrem k průsečíku tečen) v m.

Polohu vrcholu výškového oblouku vzhledem k začátku a konci zaoblení lomu výškového polygonu vypočítáme ze vzorce:

$$X_1 = R \frac{S_1}{100}; \quad X_2 = R \frac{S_2}{100};$$

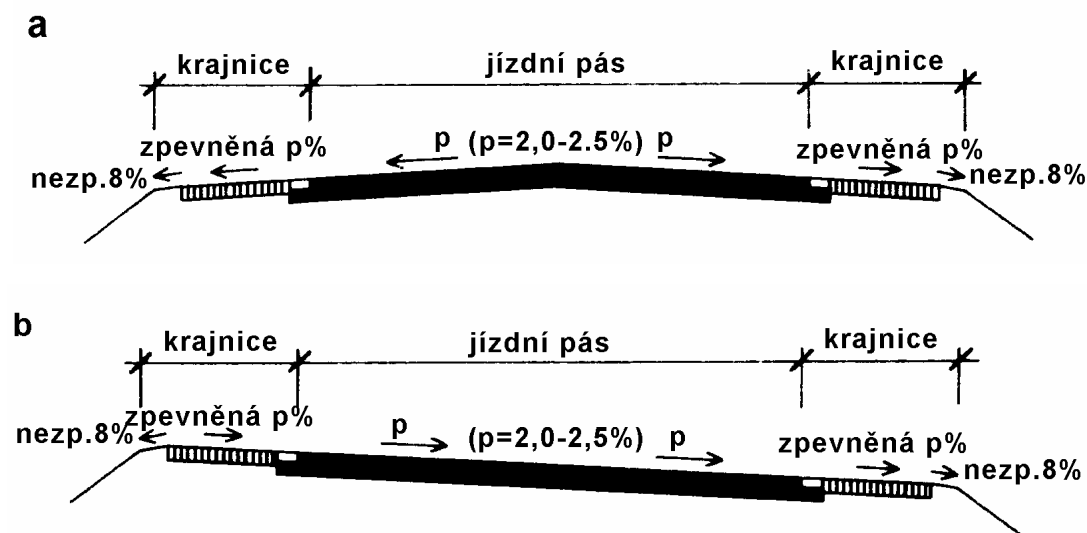
$$\text{potom :} \quad X_1 + X_2 = 2T$$

4.4.4. Příčný, dostředný a výsledný sklon povrchu vozovky

Povrch koruny silniční komunikace se musí upravit do příčného sklonu, který by umožnil odtékání srážkové vody z povrchu vozovky a samozřejmě také ze zpevněných a nezpevněných krajnic. Musíme brát v úvahu, aby tento příčný nebo dostředný sklon nebyl příliš velký a nepůsobil negativně na pohyb vozidla a neohrozil tím bezpečnost provozu. Z provozního hlediska by byl ideální příčný sklon nulový v přímce. Ve směrových obloucích je pro částečnou eliminaci účinků odstředivé síly prováděn jednostranný dostředný příčný sklon. V přímce se zpravidla provádí sklon střechovitý. Z důvodu snadnějšího odvodnění, ve vhodných terénních podmínkách, v oblasti úrovnových křižovatek apod., může být proveden i jako jednostranný. Změny střechovitého sklonu na jednostranný musí být provedeny plynule tak, aby byly co nejméně patrné. Základní příčný sklon jízdních pruhů v přímce i v obloucích, pokud nevyžadují sklon větší, se bez ohledu na druh krytu navrhuje zpravidla 2,5 %, nejméně 2,0 %. Dostředný sklon ve směrových obloucích musí být v odpovídajícím vztahu k návrhové rychlosti a k poloměru podle údajů uvedených v ČSN. Největší dovolené hodnoty dostředného sklonu pro návrhové rychlosti v území pahorkovitém a horském odpovídají nejmenším hodnotám směrových oblouků. V území rovinatém a mírně zvlněném se použijí jako největší hodnoty o 0,5 % nižší. Přitom však nesmí být s výjimkou toček navržen dostředný sklon větší než 6 % v území s častými námrazami. U všech oblouků, jejichž poloměr nedosahuje hodnot, u nichž podle ČSN již není třeba dostředného sklonu a které nevyžadují většího dostředného sklonu, než je sklon základní, se navrhne dostředný sklon v hodnotě 2,5 %, nejméně však 2,0 %. Vzájemná závislost mezi poloměrem kružnicového oblouku, návrhovou rychlostí a dostředným sklonem je dána vztahem:

$$R_{min} = 0,3 \frac{V_n^2}{p} \Rightarrow p = 0,3 \frac{V_n^2}{R};$$

- kde R_{min} je minimální poloměr kružnicového oblouku [m],
- R skutečný (navrhovaný) poloměr kružnicového oblouku [m],
- V_n návrhová rychlost [km/h],
- p dostředný sklon vozovky ve směrovém oblouku [%].



Obr. 4-16 Příčný a dostředný sklon koruny; a) oboustranný střechovitý, b) jednostranný.

Vypočítaný dostředný sklon povrchu vozovky zaokrouhluje na nejbližších vyšších 0,50 %. Na obr. 4-16 je znázorněna úprava příčných a dostředných sklonů na dvousměrné silniční komunikaci. Nezpevněné části krajnice mají **vždy** sklon 8,00 %, s klesáním ven od zpevněné části krajnice k hraně koruny a to v přímé i v oblouku. Vhodnost navrženého dostředného sklonu silniční komunikace je třeba při určitém (konkrétním) podélném sklonu prověřit z hlediska velikosti výsledného sklonu.

Výsledný sklon jízdniho pásu m v % je určen vztahem :

$$m = \sqrt{s^2 + p^2} ,$$

kde s, p jsou hodnoty podélného a příčného sklonu jízdniho pásu v %.

Výsledný sklon nesmí přestoupit hodnoty uvedené v následující tabulce 4-9. a nesmí být menší než **0,5 %**.

Změna příčného sklonu jízdniho pásu

Přechod ze střechovitého sklonu v přímé do dostředného sklonu v oblouku se provede na délku přechodnice. Průběhy výškových změn hran jízdniho pásu a osy komunikace v podélném směru se nazývají vzestupnice nebo sestupnice. podle toho, na kterou stranu je změna uskutečněna. Rozeznáváme dva základní způsoby oklápění komunikace ze střechovitého sklonu do jednostranného, a to oklápění kolem vnitřní hrany (nejběžnější způsob) a oklápění kolem osy, který se používá ve stísněných podmínkách, kde nelze vytvořit normální přechodnici co do délky. V obou případech je prvá fáze při oklápění stejná, kdy vnější polovina jízdniho pásu se ze střechovitého sklonu vyrovná do jednostranného, další průběh oklápění se liší podle polohy středu otáčení. Při oklápění kolem vnitřní hrany se poloha vnitřní hrany nemění, vnější hrana se plynule zvedá až do maximálního vypočteného sklonu. V tomto případě ČSN předepisuje délku přechodnice 1,5 V. Při oklápění kolem osy je v neměnné výšce osa komunikace a od místa docílení jednostranného sklonu se vnější hrana zvedá stejně rychle, jako vnitřní hrana klesá. Délka přechodnice v tomto případě je rovna 1,0 V.

Návrhová kategorie silnice a dálnice	Největší výsledný sklon (<i>m</i>) v % v území		
	rovinatém nebo mírně zvlněném	pahorkovitém	horském
D 33,5; R 33,5	6,5	7,0	7,0
D 27,5, R 27,5		7,5	7,5
R25,5			
S24.5			
S 20,75	7,0		
S11,5aS9,5	7,5		8,5
S 7,5 a S 6,5		8,5	10,0
S4,0	11,0	12,0	13,0

*¹ Hodnoty pro větve křižovatek jsou uvedeny v ČSN 73 6102.

Tab. 4-9 Největší dovolené výsledné sklony (*m*) podle druhu území a použité návrhové kategorie silnice nebo dálnice*¹

Rozšíření

Vozidlo při průjezdu přímým úsekem zabírá plochu, která odpovídá součtu jeho šířky a bočních bezpečnostních mezer. Při průjezdu obloukem, zvláště obloukem o malém poloměru, není potřebná šířka, kterou vozidlo zabírá, totožná se šířkou v přímé. Vozidlo svoji karoserií vytváří obrysnici, jejíž půdorysná stopa bude v příčném řezu oproti přímé zvětšena o rozšíření. Rozšíření se provádí symetricky na obě strany jízdního pásu, a to pouze u oblouků o menším poloměru než 250 m. Rozšíření se provádí na délku přechodnice a jeho velikost je uvedena v tabulce 4-10.

Poloměr směrového oblouku v ose jízdního pásu $R(p)$ v m	Rozšíření jízdního pruhu v m		
	2,75	3,00	3,25 - 3,50
$250 > R_o > 200$	0,50	0,25	0,20
$200 > R_o > 170$	0,55	0,30	0,25
$170 > R_o > 141$	0,60	0,35	0,30
$141 > R_o > 125$	0,65	0,40	0,35
$125 > R_o > 110$ * ¹	0,70	0,45	0,40

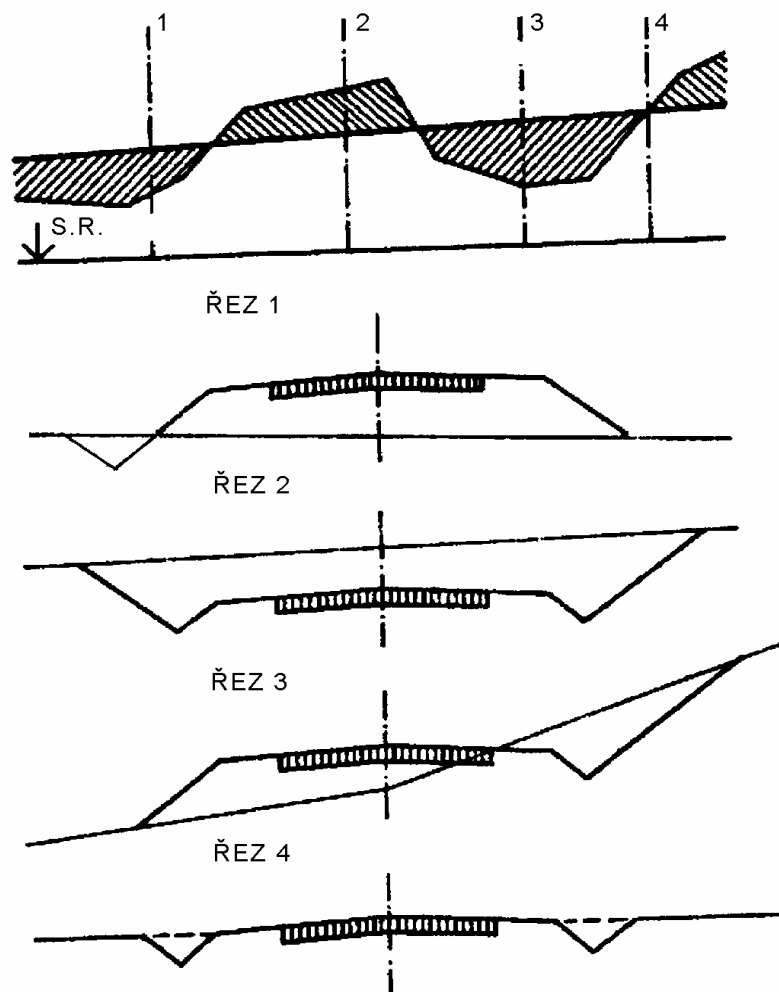
Rozšíření jízdních pruhů u směrových oblouků menších poloměrů než jsou uvedeny v této tabulce se provede v týchž hodnotách jako na větvích křižovatek podle ČSN 73 6102.

Tab. 4-10 Rozšíření jízdního pruhu.

4.4.5. Návrh zemního tělesa

Pod pojmem zemní těleso rozumíme součást tělesa silniční komunikace, která vznikne zemními pracemi, zemními a vegetačními úpravami. Spolu s odvodňovacími zařízeními, objekty, vozovkou a zdmi tvoří těleso pozemní komunikace.

Obr. 4-17 Typy silničního zemního tělesa.

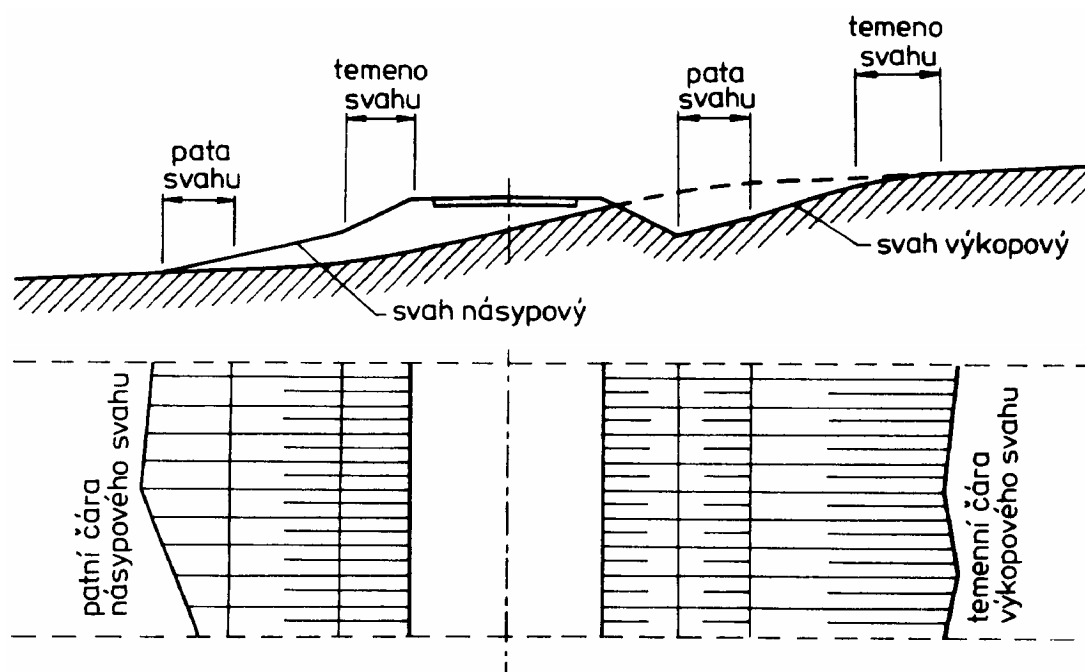


Tvar a rozměry zemního tělesa jsou určeny kategorijským typem pozemní komunikace, výškou nivelety nad nebo pod povrchem terénu, sklonem svahů násypů, výkopů, tvarem příkopů a sklonem terénu. Typy silničního zemního tělesa podle rozdílu kóty nivelety a povrchu terénu jsou znázorněny na obr. 4-17. Zemní těleso se musí navrhnout tak, aby bylo dostatečně stabilní a nepodléhalo různým vlivům a deformacím. Sklony svahů zemního tělesa závisí od fyzikálně-mechanických vlastností zemin. Při návrhu zemního tělesa musíme brát v úvahu ustanovení několika norem, zejména ČSN 73 3050 Zemní práce, ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic, ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací a jiných ustanovení dalších předpisů a norem. Tvar zemního tělesa musí vyhovovat z hledisek stability a vhodného začlenění do okolního terénu (krajiny). Rozměry silničního zemního tělesa vyplývají jednak z typu technické kategorie, jednak z mechanicko-fyzikálních vlastností zemin, tvořících zemní těleso a jeho podloží.

Tvar zemního tělesa

Zemní těleso, jako součást tělesa silniční komunikace, vzniká při zemních pracích a úpravě terénu. Bývá provedeno celé v zářezu (výkopu) nebo celé v násypu nebo z části ve výkopu (zářezu) a z části v násypu, tj. v odřezu, podle toho, jaká je poloha nivelety a poloha pláně vzhledem k povrchu území. Rozdíl výšek nivelety, resp. pláně a povrchu území může být podle obr. 4-17 záporný, kladný nebo nulový.

Při záporné hodnotě je silniční zemní těleso pod povrchem území (terénu) a je v zářezu. Při kladné hodnotě je silniční zemní těleso nad povrchem území a je v násypu. Je-li rozdíl výšek roven nule, jedná se o silniční těleso na povrchu území a o tzv. nulový profil. Při větším sklonu terénu (území) a malém rozdílu výšek nivelety a terénu je část silničního zemního tělesa v násypu a část v zářezu, jedná se o odřez. Upravená povrchová plocha silničního zemního tělesa, na které se pokládají konstrukční vrstvy vozovky, je označována jako pláň. Zemní těleso je tvořeno násypovými a zářezovými svahy, dále patami a temeny násypových a zářezových svahů, které jsou zobrazeny na obr. 4-18. Sklony násypových a zářezových svahů se vyjadřují tangentou úhlu, který svírá svah s rovinou vyjádřenou poměrem výšky k přilehlé délce (např. 1:2). Svahy násypů a zářezů musí být upraveny tak, aby výsledné, resp. dílčí sklony, odpovídaly podmínkám ustanovení ČSN 73 3050 a 73 6133. Sклон svahů silničního zemního tělesa musí zabezpečovat stabilitu svahů. Paty násypových svahů a temena zářezových svahů se zaoblují. Z důvodu ochrany proti erozi a pro lepší začlenění silniční komunikace do krajiny se svahy zářezů a násypů obvykle pokrývají vrstvou humusu s následnou vegetační úpravou (ošetím, výsadbou křoví atd.).

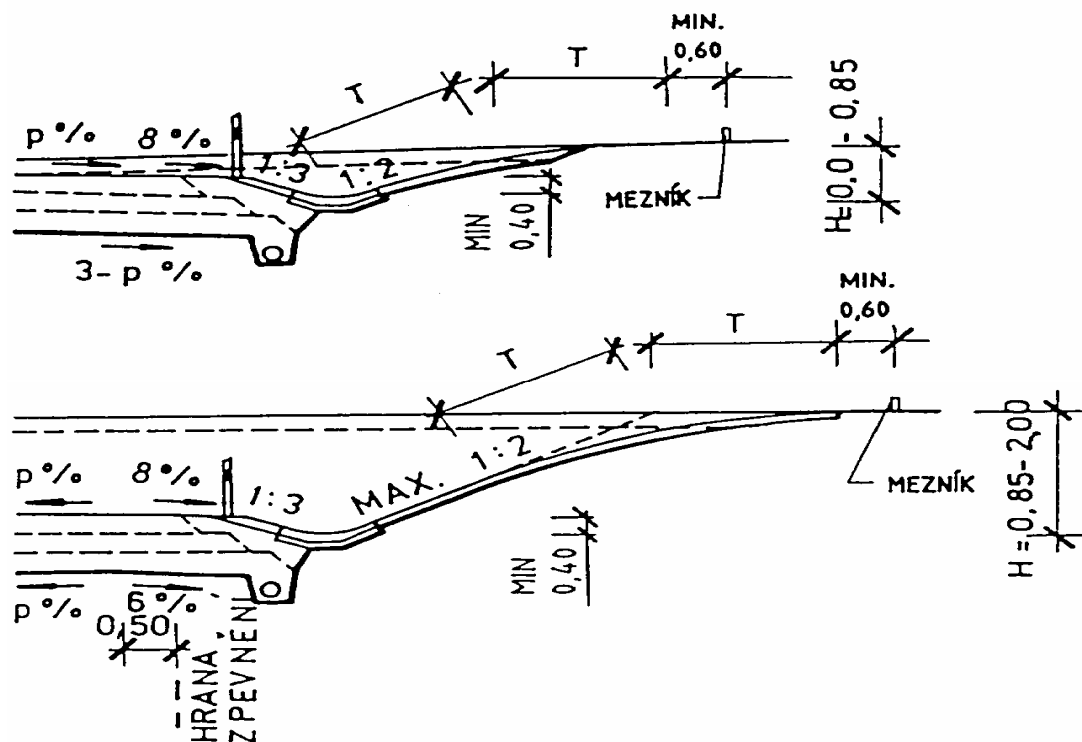


Obr. 4-18 Svahy silničního zemního tělesa.

Sklony svahů zářezů

Pokud ustanovení ČSN 73 3050 a 73 6133, popř. jiné důvody (geotechnické poměry, hledisko údržby, vhodnější začlenění silniční komunikace do krajiny apod.) nevyžadují zřízení mírnějších zářezových zemních svahů, navrhuje se:

- při hloubce zářezu menší nebo rovné 2,0 m **jednotný sklon** ne strmější než **1:2**;
- při hloubce zářezu větší než 2,0 m až do 6,0 m, jednotný sklon ne strmější než 1:1,75;
- při hloubce zářezu větší než 6,0 m, musí být sklon svahu navržen podle únosnosti (celkové stability)



Obr. 4-19 Tvary zářezových svahů.

Za hloubku zářezu se považuje výškový rozdíl mezi patní a temenní čarou zářezového svahu před provedením zaoblení. Svah zářezu, resp. jeho přechod do okolního terénu, je předepsán zaoblený (viz obr. 4-19 a 4-20), aby vzhled a jeho začlenění do krajiny bylo plynulé. Sklon svahů skalních zářezů závisí na sklonu diskontinuit (soudržnosti jednotlivých vrstev skály), na kvalitě vylamované horniny, na způsobu těžby a stanovuje se na základě výsledků geotechnického průzkumu. Orientačně lze navrhnout tyto sklony:

- ve zvětralé skále 2:1,
- v mírně zvětralé skále 3:1 až 4:1,
- ve zdravé celistvé skále 5:1.

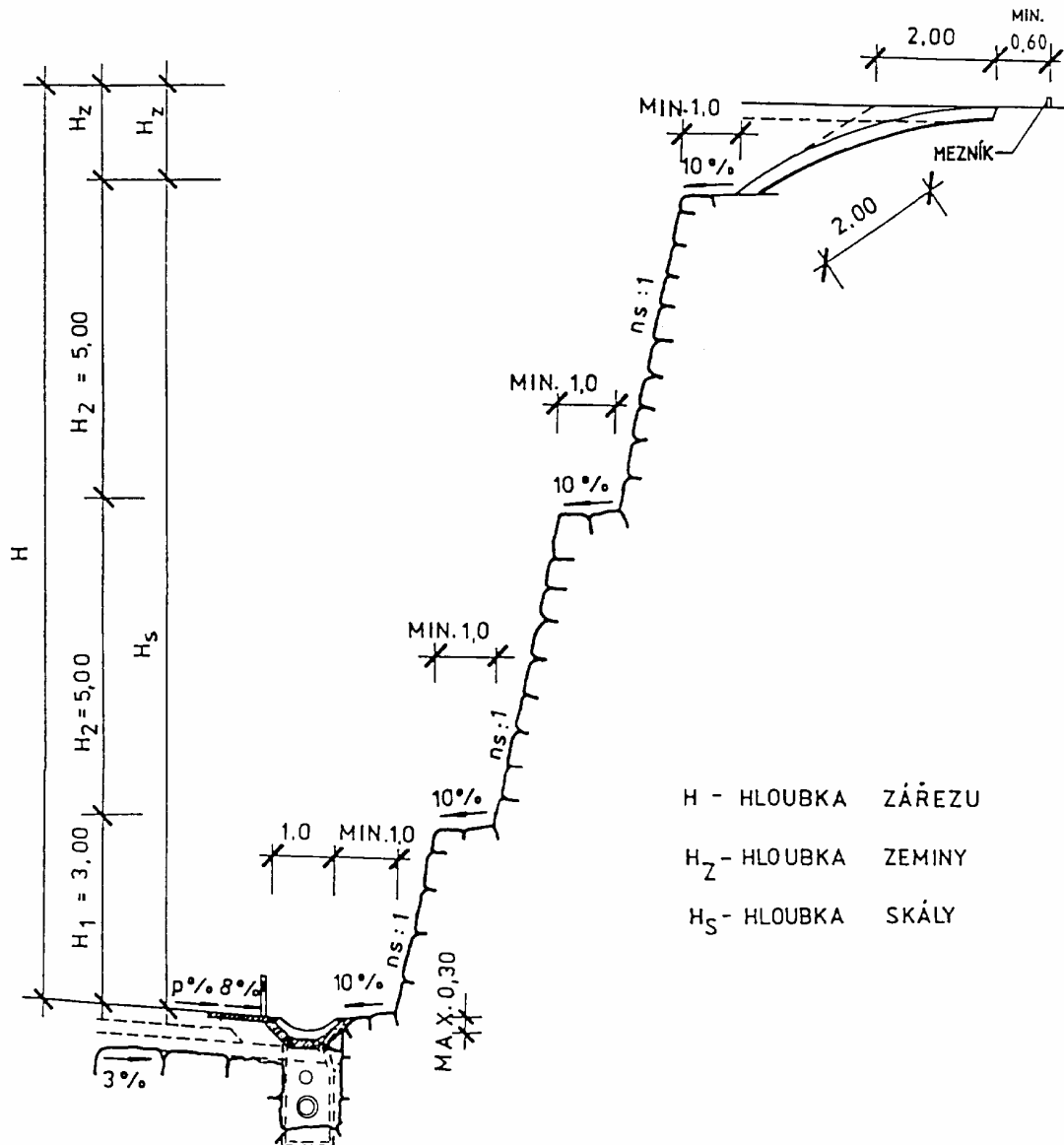
Skalní stěny je třeba dobře očistit od uvolněných kamenů. Svahy se neupravují na přesný tvar ani se na nich nerozprostírá ornice. V případě zdravých skalních hornin není na závalu, ponechá-li se zdravá skála vyčnívat nad úroveň svahu. Sklony svahů v poloskalních a rychle zvětrávajících horninách je třeba navrhnout jako svahy v zeminách.

Sklony svahů násypů

V dřívějších dobách se dělaly sklony násypových svahů obvykle v poměru 1:1,5 a to jednotně, v celé výšce násypového tělesa. Dnes se sklony svahů navrhuje v mírnějších sklonech (1:2,5 až 1:1,5) a to z důvodů stability svahu a estetického začlenění silničního zemního tělesa do okolního území. Dále také proto, že stroje pro zemní práce mohou pracovat bezpečně jen do sklonu 1:1,5, takže u strmějších sklonů by bylo třeba upravovat svahy ručně. Pokud ustanovení již výše zmíněných norem nevyžadují mírnější násypové svahy, navrhuje se obvykle odstupňované podle obrázku 3.21. ve sklonu:

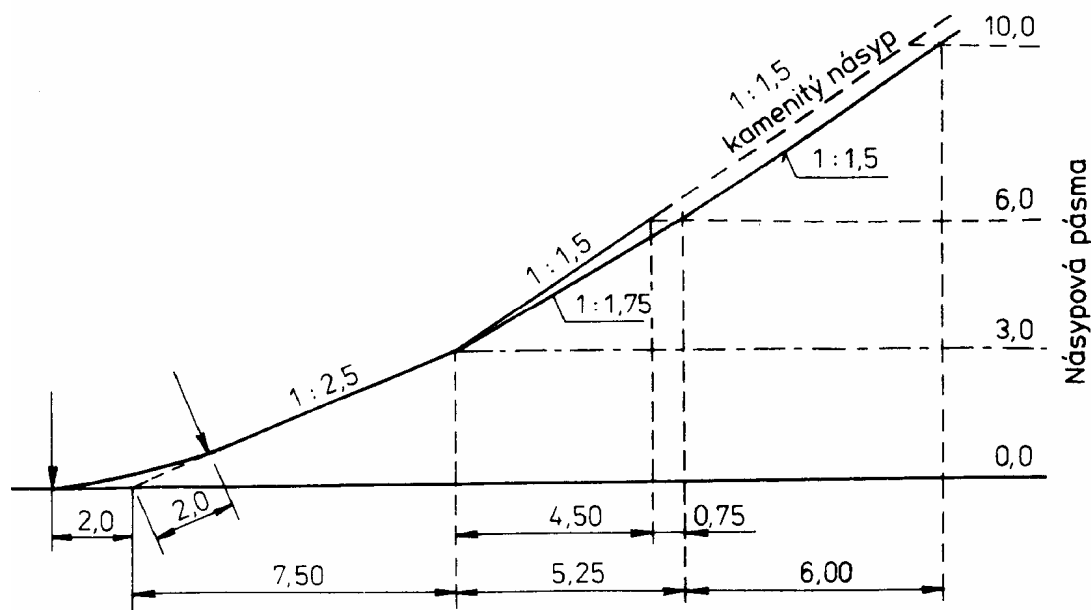
- v pásmu do 3,0 m 1:2,5;
- v pásmu od 3,0 m do 6,0 m:

- při výšce násypu do 6,0 m 1:1,5;
- při celkové výšce násypu nad 6,0 m 1:1,75;
- v pásmu od 6,0 m výše 1:1,5.



Obr. 4-20 Úprava zářezových svahů ve skále.

Násypy a kamenité sypaniny mohou mít v pásmu nad 3,0 m jednotný sklon 1:1,5 bez ohledu na výšku násypu. Za výšku násypu se považuje výškový rozdíl mezi hranou koruny silniční komunikace a patní čarou násypového svahu před provedením zaoblení (viz obr. 4-21) nebo hranou patního příkopu.



Obr. 4-21 Sklony násypových svahů.

4.4.6. Odvodňovací zařízení

Odvodňovací zařízení

Nedílnou součástí silnic a dálnic je odvodnění, na němž do značné míry závisí životnost těchto staveb. Do odvodnění řadíme především odvodnění silniční pláně, správné uspořádání a dimenze příkopů, rigolů, trativodů a příslušných objektů jako jsou např. propustky a jiné.

K odvodnění silniční pláně používáme podšypné vrstvy, která má několik funkcí: ochraňuje podloží před promrznáním, přerušuje kapilární vzlínavost přirozené vlhkosti z podloží, provzdušňuje konstrukci vozovky a odvádí prosáklou vodu z povrchu vozovky. Nejmenší tloušťka podšypné vrstvy, která se provádí ze šterkopískového materiálu, je 15 cm. Vrstva je rozprostřena po celé šířce pláně a vyvedena buď do násypového svahu nebo do přílehlého podélného odvodňovacího zařízení, kterým může být silniční příkop nebo pláňový trativod.

Jednou z velmi významných podmínek správné funkce pozemních komunikací je dokonalé odvedení vody z vozovky a silničního tělesa a jeho podloží. Přítomnost většího než odpovídajícího a laboratorně stanovitelného množství vody v zemině tělesa a jeho podloží vede ke ztrátě únosnosti a až případnému rozbředání zeminy, může vést i ke svahovým sesuvům a v každém případě, a to se týká i vody v konstrukčních vrstvách vozovky, se velmi nepříznivě projevují účinky mrazu. Objemové změně vyvolané zmrznutím vody vedou k nežádoucím zdvihům vozovky a k rozrušování zejména stmelěných konstrukčních vrstev. Při odměku pak nedokonalé odvodnění silniční pláně a jejího těsného podloží vede k rozsáhlým výmrazkům a tím opět k velmi vážným poruchám vozovky. Špatný či pomalý odtok vody z povrchové plochy (krytu) vozovky zvyšuje riziko aquaplaningu vozidel či za mrazu vede k vytváření ledových ploch a tím ke zvýšení nehodovosti, snížení komfortu jízdy a k rozstříkávání vody do okolí, což je velmi nepříznivé zejména u městských komunikací či obecně všude tam, kde je předpokládán těsný souběžný provoz chodců a cyklistů.

Zajištění dokonale funkčního odvodnění je samozřejmě v rukou dodavatele stavebních prací a následně pak správce komunikace v rámci údržbových prací. Základ funkčnosti odvodnění je však dán již v projekčním návrhu řešení.

Odvodňovací zařízení pozemních komunikací lze rozdělit podle dvou základních kritérií:

- podle situování k ose komunikace na: plošné, podélné a příčné,
- podle polohy vůči terénu na: povrchové a podpovrchové
- plošné odvodnění
- plošné povrchové odvodnění

Základem odvedení povrchové (dešťové) vody z krytu vozovky či dopravní plochy, včetně případných navazujících nezpevněných krajnic je normou požadovaný minimální výsledný sklon plochy (viz kap.5). Z technického hlediska se uvažuje, že voda odtéká z kvalitně zpevněných ploch (cement. beton, litý asfalt apod.) při min. spádu 0,3 % (tj. při výškovém rozdílu 3 mm na 1 m délky). Použití této hodnoty je však krajně nevhodné a riskantní. Jakákoliv porucha v rovinatosti vede ke snížení a mnohdy i k obrácení sklonu. ČSN 73 6101 proto povoluje tento sklon jen jako zcela výjimečný a za základ min. výsledného sklonu uvažuje hodnotu $m = 0,5$ %. Výsledný sklon je v podstatě vektorový součet sklonu příčného a podélného. Příčný sklon vozovky sice odvádí vodu ke krajům, ale pokud vyšší hodnota sklonu podélného přimyká výsledný sklon (spádnici plochy) k ose komunikace, pak voda z plochy odtéká směrem ke kraji ve značné délce, tj. začne se na ploše vozovky kumulovat. Na tento jev je potřeba dát značnou pozornost, zejména u velkých podélných sklonů a u dlouhých přechodnic. Změna č.4 ČSN 73 6101 (viz kap.5) tento nepříjemný a nebezpečný efekt ošetřuje, např. stanovením nutnosti použití lomených vzestupnic v rozmezí min. základních příčných sklonů při překlápění příčného řezu v přechodnicích. Pro směrové přímé úseky či kružnicové části směrových oblouků stanovuje ČSN 73 6101 min. tzv. základní příčný sklon vozovky p_0 v závislosti na kvalitě krytu. Např. pro výše uvedené nejkvalitnější úpravy z AB, CB, LA aj. je stanoven $p_{0,min} = 2,5$ % (výjimečně 2,0 %). Pro úpravy penetrační s nátěry pak cca 3-4 % a např. pro kalené šterkové kryty až 5 %. U nezpevněných krajnic, kde se předpokládá jednak zarůstání trávou a hromadění posypových materiálů by neměl příčný sklon klesnout pod 8 %. Zde pozor - nezpevněné krajnice jsou vždy klopeny od osy komunikace či jízdnic pásů směrově rozdělených komunikací a to i při jednostranném (obvykle dostředném) sklonu vozovky např. ve směrových obloucích.

Nejčastější chybou v otázce odvodnění krytu vozovky bývá v projekčním řešení nedodržení min. požadovaného výsledného sklonu ($m = 0,5$ %, výjimečně $m = 0,3$ %) v kombinaci směrové inflexe a klasického vrcholového či údolnicového zaoblení nivelety. Ve směrové inflexi nebo v její blízkosti, dochází díky překlápění příčného sklonu k tomu, že celá vozovka (např. při klopení kolem osy) či její polovina (klopení kolem vnitřní hrany) má v jisté délce příčný sklon 0 % nebo menší jak 0,5 %, resp. 0,3 %. U klasických výškových oblouků (oblouků, kde dochází ke změně znaménka podélného sklonu stran výškového polygonu) je opět v jednom bodě (příčném řezu) podélný sklon 0 % a v určité délce je podélný sklon menší jak 0,5 %, resp. 0,3 %. V těchto úsecích je potřeba velmi podrobně sledovat hodnoty výsledného sklonu a obecně pak se vyhýbat řešení s kombinací směrové inflexe v oblasti vrcholů klasických výškových oblouků.

V plochých krajinách, kde hodnoty podélného sklonu jsou 0 % či pod 0,5 % se nabízí řešení, kdy lze použít tak velké poloměry směrových oblouků, které již nevyžadují dostředný sklon (viz tab.č.9 ČSN 73 6101). Pak při jakémkoliv, i nulovém podélném sklonu nivelety, je zaručen min. výsledný sklon v hodnotě minimálně základního příčného sklonu.

Plošné podpovrchové odvodnění

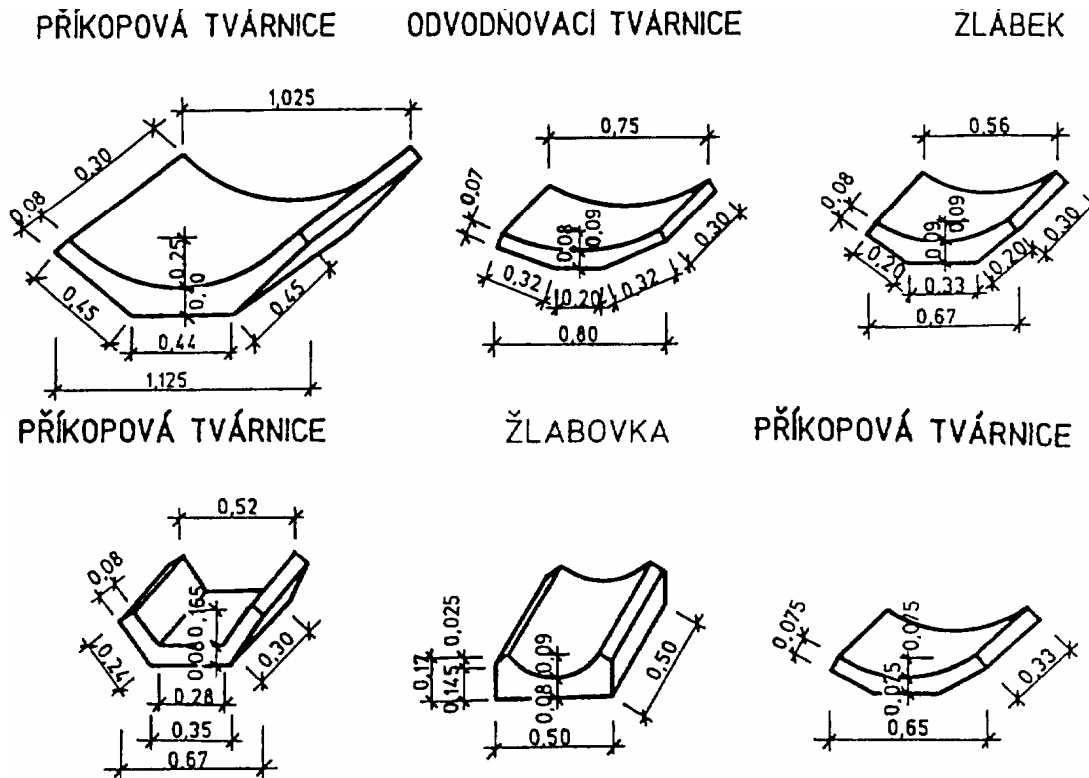
Obdobné, ale upravené pravidlo, platí i pro plošné odvodnění pláně pozemní komunikace. Zde však ČSN 73 6101 nepřikazuje min. výsledný sklon, ale pouze min. příčný sklon pláně 3 %. Pravidlo normy dále říká, že příčný sklon pláně je min. 3 %, ale ne méně než je sklon krytu. Znamená to např., že pokud bude sklon krytu, buď díky jeho kvalitě (dlažby, penetrace, šterkové vozovky aj.), či z důvodů požadovaného dostředného sklonu ve směrových obloucích, větší jak 3 %, je pláně klopená ve sklonu shodném s krytem.

Odvedení vody z pláně zajišťuje podkladní (ochranná) vrstva, která musí mít drenážní účinek. Její min. tloušťka je 0,15 m a musí být natolik mezerovitá, aby umožnila odtok vody. Prakticky vždy je používán šterkopísek. Šlo by samozřejmě použít i např. drtě, ale použití je silně omezeno vysokou cenou drtí oproti šterkopískům. Poměrně často však jsou používány, zejména v oblastech, kde není v zájmové oblasti šterkopísek dostupný, šterkodrtě, tj. kamenivo cenově výhodnější jak čisté drtě. Drenážní vrstva musí být vyústěna u směrově rozdělených komunikací min. 0,40 m a u ostatních silnic 0,20 m nad bodem, kde může být podélně svedena či plošně rozptýlena, tj. 0,40 m, resp. 0,20 m nad dnem příkopu či rigolů nebo nad přilehlým terénem, pokud má přirozený spád od komunikace. Nelze-li tuto podmínku splnit, pak je nutno zaústit podkladní drenážní vrstvu do podélných trativodů (viz dále).

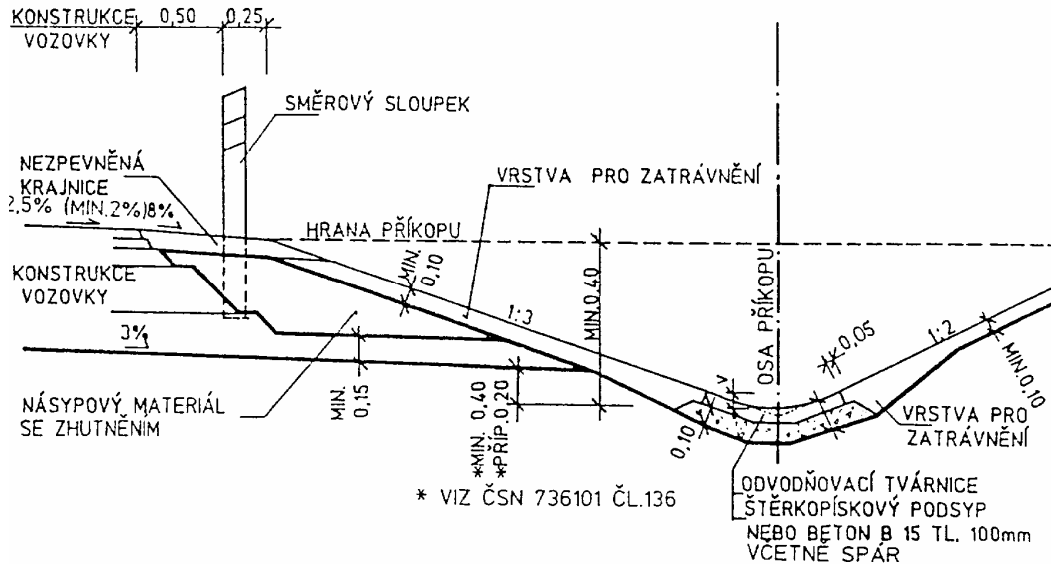
Plošné odvodnění pláně plní svou funkci zejména při výstavbě, kdy je celá konstrukce vozovky zcela otevřená pro vnik dešťové vody. Po uzavření konstrukce vodonepropustným krytem se význam plošného odvodnění pláně výrazně sníží. U otevřených krytů však plošná drenáž plní svou funkci i po ukončení stavby. V každém případě však tato drenážní vrstva plní i druhou a neméně důležitou funkci a to i ochranu pláně proti účinkům mrazu. Mezerovitá vrstva šterkopísku či šterkodrtě přerušuje případné vzlínání vody a zvyšuje tepelný odpor konstrukce proti promrzání. Proto je dnes používán pro tuto podkladní vrstvu termín „ochranná vrstva“.

Podélné povrchové odvodnění

Voda svedená z povrchu koruny vozovky k hraně koruny (pokud ji není možné rozptýlit přes násypový svah do terénu se sklonem od komunikace), voda z podpovrchového plošného odvodnění pláně (pokud není tato vrstva zaústěna do podélné drenáže či ji není možné, obdobně jako povrchovou vodu z koruny (rozptýlit do terénu) a v nemalé míře i povrchová voda ze svahů zemního tělesa komunikace a z přilehlého terénu se sklonem ke komunikaci, musí být zachycena a neškodně odvedena podélným povrchovým odvodňovacím zařízením - příkopem či rigolem. Rozdíl mezi příkopem a rigolem je pouze v hloubce. Zde dochází k menší nepřesnosti v ČSN 73 6101. Nejmenší dovolená hloubka příkopu je 0,40 m a největší dovolená hloubka rigolu je 0,30 m. Není tedy normou ošetřena hloubka větší jak 0,30 m a menší jak 0,40 m. Pro další použijeme termín „příkop“ od hloubky 0,30 m (obr. 4-22).



Obr. 4-22 Příkopové a rigolové tvárnice.

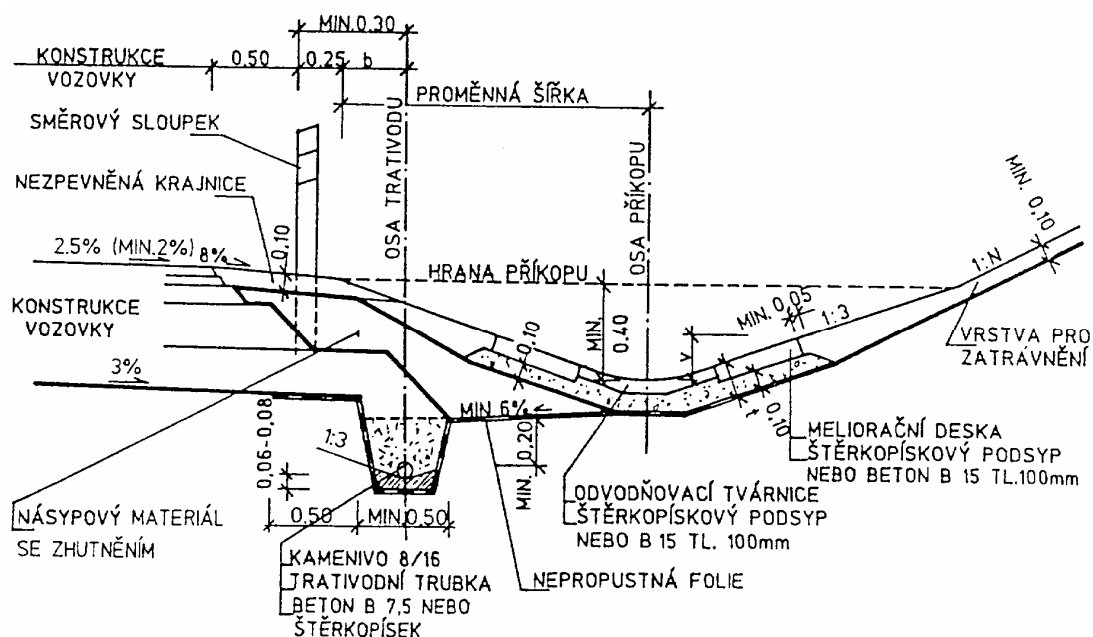


Obr. 4-23 Trojúhelníkový příkop bez podélného trativodu.

Příkopy

Příkopy se zřizují v základním tvaru trojúhelníkovém. Pouze tam, kde je zabráněno vyjetí vozidel do příkopu bezpečnostním záchytným zařízením, lze použít tvar lichoběžníkový s šířkou dna min. 0,50 m. Je-li dno zpevněno tvárnice a má-li tedy skutečný tvar dna zaoblený, je příkopa posuzována jako trojúhelníková. Pokud je trojúhelníková příkopa přímo přimknutá k hraně koruny komunikace (např. v zářezu), pak je normou požadovaný sklon svahu od silniční komunikace 1:3 a protilehlý svah 1:2. U lichoběžníkových příkopů (chráněných svodidly) jsou oba

svahy příkopů ve sklonu min. 1:1,25. Tento sklon však obvykle již vyžaduje zpevnění. Je-li dno příkopu nad rovinou v úrovni minus 0,40 m (u směrově rozdělených) či 0,20 m (u směrově rozdělených komunikací) od vyústění silniční pláň, musí být příkopa vždy zpevněná a doplněná podélným trativodem.



Obr. 4-24 Trojúhelníkový příkop s podélným trativodem.

Podélný sklon příkopu nesmí být menší jak 0,5 % a jen výjimečně u příkopů se zpevněným dnem menší jak 0,3 %. Nejvyšší podélný sklon dna příkopů je odvislý na podélném sklonu komunikace či sklonu terénu v patní čáře násypů. Pak v závislosti na možné vyšší rychlosti odtékající vody a půdních poměrech je nutno přistoupit buď ke zpevnění dna či celé příkopy (štěrkový polštář, betonové tvárnice do pískového nebo betonového lože, dlažba do písku či betonového lože apod.) nebo snížit podélný sklon příkopů umělými stupni, případně i s vývařišti pod těmito stupni. Nejvyšší podélný sklon nezpevněných příkopů nemá zpravidla přesáhnout hodnotu 3 %. Průtočný průřez příkopu musí být navržen na největší odtokové množství vody a to nejen z vozovky, ale i z případného zemního tělesa či přilehlého terénu. Pro orientační výpočty lze uvažovat intenzitu patnáctiminutové deště $I_{15} = 100 \text{ l/s.ha}$ a využít nomogramy a postup výpočtu uvedený v příloze XII ČSN 73 6101. U dlouhých úseků příkopů (a zejména pak při dimenzování propustků) v členitém území je nutno velmi pečlivě zvážit možnost kumulace přítoku vody do jednoho místa z více terénních svodnic v jeden časový okamžik. Možná přívalová vlna, která kumulací vznikne, může zahltit i jinak na první pohled kapacitní příkopy a propustky.

Zvláštním typem příkopu jsou nadsvahové (záchytné) příkopy zřizované nad svahy zářezů ohrožených vodou stékající z přilehlého terénu směrem ke komunikaci. Vyhlobí se nad temenní čarou zářezu v takové vzdálenosti a s takovým zpevněním, aby bylo vyloučeno podmáčení přilehlého svahu. Obvyklá min. vzdálenost od temenní čáry je kolem 3,00 m, je-li nadsvahový příkop umístěn nad zárubní zdí, pak od rubu zdi min. 5,00 m.

Obdobnou funkci, jako mají záchytné nadsvahové příkopy, může mít i zvláštní typ rigolů umístěných těsně za římsami či dokonce jako součásti říms patních opěrných a zárubních zdí či dlouhých říms přesypaných propustků a mostů. Jejich úkolem je zachycení povrchové vody přitékající s přilehlého, výše položeného svahu zemního tělesa. Obvykle jsou tyto rigoly součástí daného stavebního objektu a nejsou uváděny jako samostatné povrchové odvodňovací zařízení.

Skluzy

Skluzy jsou povrchová odvodňovací zařízení typu příkopu či rigolu, které svádí vodu značně velkým sklonem po spádnicí svahů zemního tělesa či blízko spádnicí přilehlého terénu. Jedná se např. o napojení nadsvahových (záchytných) příkopů na příkopy komunikace v zářezu, propojení příkopů či rigolů dvou komunikací v mimoúrovňovém křížení či křížovatce, svedení vody do níže položené vodoteče aj. Navrhují se vždy jako zpevněné. Problematické je obvykle místo zaústění, zejména pokud je svahový rigol zaústěn do níže položené příkopu. Vysoká rychlost vody a tím i její velká kinetická energie může vést k situaci, že voda se přes příkop, do níž je skluz zaústěn, přeleje až na vozovku. Mnohdy je, zejména u větších odtokových množství, nutné provést zaústění přes vývařiště, horské dešťové vpustě apod.

Z hlediska zařazení do typu odvodňovacího zařízení lze skluzy označit i jako povrchové příčné odvodňovací zařízení. Velká většina skluzů je skutečně vedena spíše kolmo k ose komunikace. Není však vyloučena jejich poloha blízká k rovnoběžnosti s osou, např. svedení vody ze záchytných rigolů nad zdi, v mimoúrovňové křížovatce rovnoběžně s osou jedné z komunikací aj. Protože se svou konstrukcí i výpočtem blíží příkopům a rigolům, jsou většinou vedeny ve skupině podélného povrchového odvodnění. Lze je však také zařadit do skupiny zvláštních odvodňovacích zařízení.

Podélný trativod (podélná drenáž)

Ve všech případech, kdy není možno dle výše uvedených odstavců provést vyústění plošné drenážní vrstvy pláně zemního tělesa do přilehlého terénu či do podélného povrchového odvodňovacího zařízení, nebo není možné počítat s vynecháním drenážní vrstvy, tj. s přirozeným odvodněním pláně do podloží, je nutné navrhnout podélný trativod.

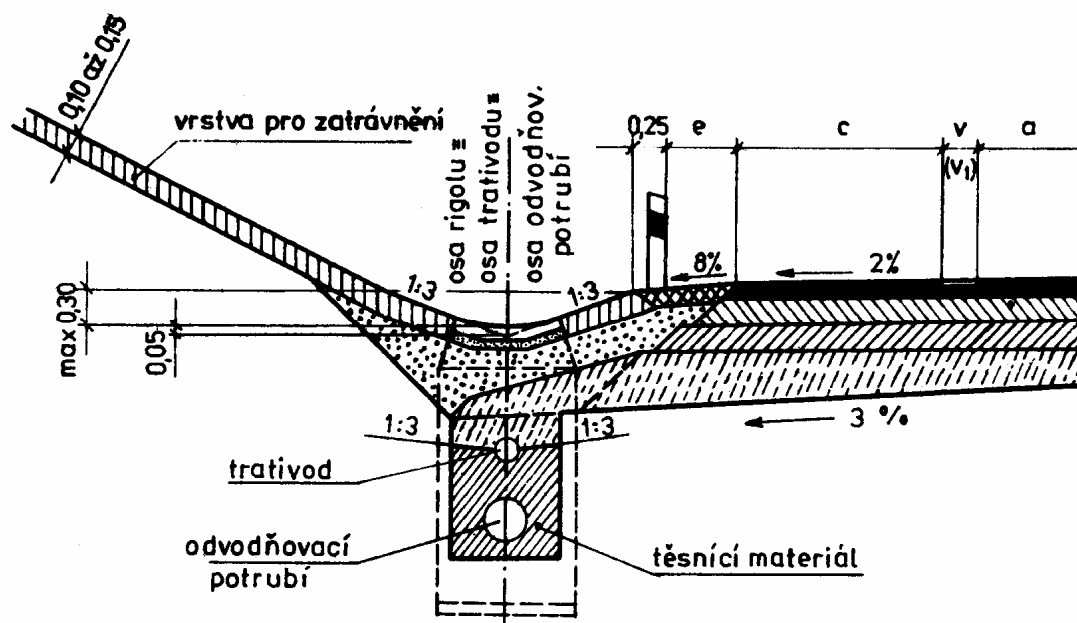
Podélný trativod se umísťuje v prostoru mezi dnem příkopu nebo rigolu a zpevněnou krajnicí či bezpečnostním zařízením. Pokud podélný drén je umístěn v těsném souběhu či pod dnem příkopu nebo rigolu, může dojít k průsaku vody z podélného povrchového odvodňovacího zařízení do drénu a tím k jeho zahlcení. Drén pak vykonává nežádoucí funkci odvodňovacího potrubí, na kterou však není dimenzován. Umístění pod zpevněnou plochu vozovky či pod bezpečnostním zařízením naráží na problém nemožnosti následné prohlídky a oprav bez poškození konstrukce vozovky nebo rozebrání např. svodidel. Vážnější však je vysoká pravděpodobnost poškození drenáže a to zejména drenáže z trubek z pálené cihlářské hlíny, při výstavbě. Pokud je nutné převést drenáž pod poježděnou plochou (křížovatky, sjezdy a nájezdy, připojení ČSPH, parkovišť a odpočívek apod.) je potřebné chránit v těchto úsecích drenážní potrubí např. obetonováním, překrytím betonovými deskami, použitím odolnějšího materiálu trubek apod.

Pokud se trativod zřizuje v násypu podél patních příkopů či rigolů, je nejmenší osová vzdálenost trativodu či rigolu od osy příkopu nebo rigolu 1,25 m. Podélný trativod se provádí tak, že se v hotové pláni zemního tělesa vyhloubí

drenážní rýha s šířkou ve dně min. 0,50 m a takové hloubky, aby po položení drenážního potrubí bylo možno potrubí přesypat po úroveň pláni min. 0,20 m zásypového materiálu.

Nejmenší povolená světlost trativodek z pálené cihlářské hlíny je 100 mm. V případě použití perforovaných trativodek z plastů lze použít min. světlost 80 mm. Podélný sklon trativodů nesmí být menší jak 0,5 %. Voda z podélných trativodů se vyvádí buď příčnými trativody do násypového svahu a odtud skluzem do přilehlého terénu nebo do odvodňovacího potrubí, případně do kanalizace. V místech náhlého odbočení trativodu, tj. v místech směrových zlomů trativod, se zřídí drenážní revizní šachta. Vzdálenost vyústění trativodů se určí hydrotechnickým výpočtem.

V případech, kdy není možnost vyústit podélný trativod do podélného povrchového odvodňovacího zařízení či do násypového svahu zemního tělesa a v daném úseku komunikace není kanalizace, je nutné pro odlehčení drénu navrhnout odvodňovací potrubí.



Obr. 4-27 *Trativod s odvodňovacím potrubím (ČSN 73 6101 str.49, obr.15).*

Pod odvodňovacím potrubím si lze představit jednoúčelovou minikanalizaci, tj. betonové potrubí s min. světlostí 300 mm (trubek z plastů lze jako min. světlost použít 250 mm), uložené pod podélnou drenáží.

Odvodňovací potrubí působí jako odlehčení podélných trativodů a případně pro možnost zaústění podvozovkových příčných trativodů. Pod podélnou drenáží je navržena nepropustná vrstva (např. jílové těsnění, fólie aj.) a podélný trativod je do odvodňovacího potrubí obaleného těsnícím materiálem zaústěn ve vypočtených vzdálenostech. Z ekonomického hlediska je však ve velké většině případů vhodnější použít hloubkovou drenáž s vystýlkou drenážní rýhy nepropustnou fólií na úrovni předpokládaného odvodňovacího potrubí, s jmenovitou světlostí odpovídající odvodňovacímu potrubí.

Obdobně jako u podélných trativodů je nutno do směrových ostrých lomů či i u přímých nebo plynule zakřivených úseků po vzdálenostech cca 50-100 m umístit

revizní šachty. Revizní šachty se zásadně neumísťují do zpevněné části koruny. Pokud je revizní šachta situována v nezpevněné krajnici v profilu volné šířky komunikace, je nutné ji dimenzovat na přejezd těžkého nákladního vozidla.

Kanalizace

Nejkapacitnější podpovrchové podélné (ale může být samozřejmě i příčné) odvodnění představuje kanalizační potrubí. Je zcela běžnou součástí odvodnění místních (zejména) městských komunikací. V extravilánových úsecích je jeho použití díky vysokým ekonomickým nárokům na stavbu, ale i údržbu a opravy, spíše výjimečné. Např. ale u dlouhých dálničních zářezů apod. se jejím použití nevyhneme.

Pokud je to možné, umísťuje se kanalizace do nepojížděné části koruny komunikace či mimo korunu (např. u směrově rozdělených komunikací do středního dělicího pásu). Mnohdy ale stojí za zvážení, zda není vhodnější (zejména u širokých korun) použít dvě samostatné kanalizace po vnějších stranách vozovek. Dlouhé přípojky častých dešťových vpustí mohou ekonomiku stavby značně ovlivnit. Kapacitní výpočty a detailní uspořádání a řešení kanalizace je náplní předmětů oboru vodního hospodářství a vodních staveb a není dále podrobněji rozváděno.

Příčné odvodnění

Příčné odvodnění je u pozemních komunikací zajišťováno zejména příčným sklonem zemní pláně a koruny (viz výše - plošné odvodnění). Z ostatního odvodňovacího zařízení sem spadají např. příčně pojížděné rigoly, skluzy aj., které jsou však navrhovány podle výše uvedených kapitol.

Samostatnou skupinu vytváří pouze příčné hloubkové trativody, které se ve velké většině případů navrhují individuálně buď pro snížení hladiny podzemní vody pod tělesem silniční komunikace nebo pro zachycení pramenů. Jejich použití v zářezových svazích formou svahových žeber může sloužit i ke zvýšení stability svahů. Hloubková drenáž, zejména svahová, však svou pracností nepříznivě ovlivňuje ekonomické ukazatele stavby a jejich použití je spíše výjimečné.

4.4.7. Bezpečnostní zařízení

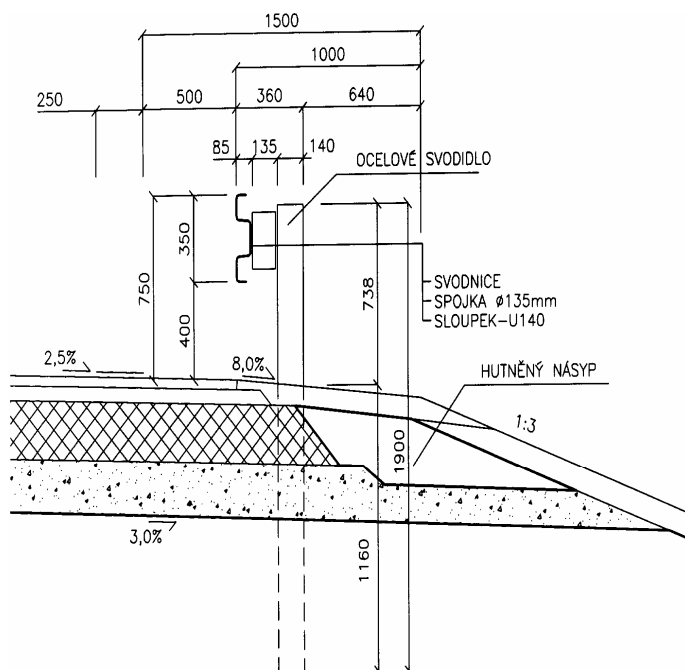
Pod bezpečnostním zařízením si můžeme v širokém pojetí představit veškeré zařízení zvyšující jakýmkoliv způsobem bezpečnost provozu na pozemních komunikacích. Celá řada těchto prvků je však vedena v jiných kapitolách norem pro projektování silničních a městských komunikací (ČSN 73 6101, ČSN 73 6110) a nejsou vedeny jako samostatné bezpečnostní zařízení. Sem např. spadají vodorovné a svislé dopravní značky - vedené jako dopravní značení, různé druhy světelné signalizace, zvýšené obrubníky, odrazky či bílé pruhy na lemujících stromech, sněhové tyče a mnoho dalšího.

ČSN 73 6101 podle účelu rozeznává pouze dva druhy bezpečnostního zařízení:

- Bezpečnostní zařízení záchytná

Toto bezpečnostní zařízení má fyzicky udržet vozidla (případně i vozidla a chodce) v prostoru, který by jen nouzově, případně i havarijně (např. nezpevněná krajnice, střední nezpevněný dělicí pruh aj.) jsou pro provoz určeny, tj. jsou navrhována v místech, kde hrozí zvýšené nebezpečí sjetí vozidla, cyklisty či pádu chodců z tělesa silniční komunikace nebo popř. střetnutí se motorového vozidla s

jiným účastníkem silničního provozu (s jiným vozidlem, cyklistou, chodcem apod.) nebo s pevnou překážkou v blízkém okolí poježděné plochy (např. sloup mostu, stromořadí aj.).



Obr. 4-28 Ocelové silniční svodidlo.

Podle hlavního smyslu ochrany rozeznává ČSN 73 6101 tři druhy záchytného bezpečnostního zařízení:

- **svodidla**: sloužící pro zabezpečení provozu motorových vozidel,
- **zábradlí**: sloužící k ochraně chodců a cyklistů před opuštěním vymezené plochy,
- **zábradelní svodidlo**: slučující obě předcházející funkce.

Dálnice a rychlostní komunikace (komunikace pro motorová vozidla) se vybavují pouze svodidly, případně zábradelními svodidly. Používat se smějí pouze ty konstrukce svodidel, které mají Ministerstvem dopravy a spojů schválený typový podklad. Do nedávné doby byl jediným schváleným typem „ocelové silniční svodidlo“ (obr. 4-28) - (typ známý pod označením původního výrobce jako svodidlo NHKG). V dnešní době však je již schválena celá řada dalších typů, zejména betonová svodidla různých tvarů a systémů spřažení, odvozená od amerických svodidel New Jersey“, ale i nová ocelová svodidla.

Svodidlo se navrhuje na největší deformační hloubku udanou typovým podkladem. Např. u jednoduchého „ocelového silničního svodidla“ je tato deformační hloubka 1,00 m. Tuto deformační hloubku však lze v odůvodněných případech snížit zvýšením tuhosti svodidla (zvýšením počtu sloupků, použitím silnějších sloupků, zdvojením svodnic aj.) v krajním případě (např. při přímém osazení na betonovou zídku, mostní pilíř aj.) až na řádově decimetřové hodnoty. Betonová svodidla mají (zejména podle použitého způsobu spřažení) deformační hloubky řádově v centimetrech. V prostoru deformační hloubky nesmí být umístěna žádná pevná překážka. Pokud svodidlo vymezuje volnou (popř. dílčí volnou) šířku komunikace, opatří se odrazkami ve funkčním uspořádání jako u směrových sloupků.

Slouží-li svodidla k ochraně souběžně vedené pěší dopravy, je vhodné (a norma to požaduje) doplnit na vnější straně svodidlové sloupky vodorovnou výplní rušící ostré kontury sloupků. Betonová svodidla tento požadavek plní automaticky. Má-li svodidlo sloužit rovněž ve funkci zábradlí, použije se u ocelových svodidel zábradelní svodidlo, či u betonových svodidel svodidla s výškou 1,10 m nebo vyšší.

Svodidlo nesmí žádnou svou částí zasahovat do volné (popř. dílčí volné) šířky silniční komunikace. Dále je nutné dbát na skutečnost, že svodidlo v jakémkoliv provedení se stává překážkou rozhledové vzdálenosti pro zastavení. S tím je nutno počítat např. při volbě minimálního poloměru směrových oblouků. V prostoru vnějších krajnic se osazuje svodidlo na hranici volné šířky komunikace. U místních komunikací a nad objekty (mosty, opěrné zdi aj.) se svodidlo obvykle osazuje na úrovni zvýšených obrubníků. Zde je nutné dát pozor na skutečnost, že v těchto případech vymezují volnou šířku komunikace právě svodidla, tj. zvýšený obrubník musí být osazen (při výjimce z normy) nejbližší k ose komunikace na úrovni vnější hrany zpevněné krajnice, či lépe na úrovni normové volné šířky komunikace.

Zdvojené svodidlo (tj. svodidlo, kde svodnice ocelových svodidel je osazena z obou stran svodidlových sloupků, se používalo a lze je použít ve středním či bočním dělicím pruhu komunikace. Dnes je však u ocelových svodidel držena zásada osazovat v dělicích pruzích jednostranná jednoduchá svodidla dvě a to na hranici dílčí volné šířky. Pokud je použito oboustranné ocelové svodidlo či svodidlo oboustranné betonové, je vhodné uvažovat o možnosti zpevnění koruny vozovky až ke svodidlu. Nezpevněná část koruny v šířce větší jak 0,50 m může vést k zaboření vozidla do rozmoklé neúnosné části před svodidlem a k převržení vozidla přes svodidlo (zejména u vyšších nákladních vozidel s vysoko položeným těžištěm).

Výška horní hrany líce ocelové svodnice nad přilehlým povrchem komunikace je 0,75 m. Jak ocelové, tak i betonové svodidlo musí mít proti směru jízdy plynulý výškový náběh požadované výšky (tj. zapuštění ocelových svodidel na úroveň přilehlé plochy, u betonových svodidel použitím přechodových dílů, nebo vybočením svodidel vně možného pojezdu do vzdálenosti vylučující čelní rozjetí na svodidla. Svodidlo se osazuje (z ekonomického pohledu) v nejkratší nutné délce. Min. délka je však dána délkou spolupůsobení svodidlových dílů dle typových podkladů s předsazením svodidel před chráněným místem.

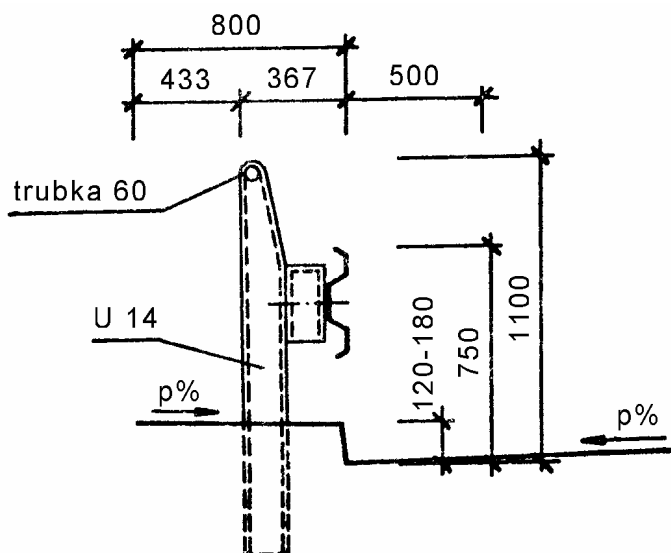
Jednoduché ocelové svodidlo, či svodidlo betonové (případně i jiné schválené typy svodidel nahrazující ocelové jednoduché silniční svodidlo) se osazují:

- na násypech vyšších jak 4,00 m a na strmějších násypových svazích jak 1:2,
- nad všemi opěrnými zdmi vyššími jak 2,0 m (v případě patních opěrných zdí, tj. přesypových opěrných zdí nižších jak 2 m se osazuje svodidlo dle první odrážky, kdy výška zdi je započítána do výšky svahu),
- podle všech vodních toků a nádrží, pokud je horní hrana břehu blíže než ve vzdálenosti 5,00 m, měřené od hrany silniční komunikace v případech kdy je:
 - normální hloubka vody větší jak 1,00 m,

- výškový rozdíl dna a přilehlé hrany koruny silniční komunikace větší jak 2,0 m,
- podél všech souběžných pozemních komunikací nebo železničních tratí, je-li vzdálenost mezi okraji souběžné pozemní komunikace nebo přilehlé horní hrany pláně železničního spodku menší než 10,00 m a leží níž než 1,50 m nad hranou koruny silniční komunikace,
- podél všech pevných překážek (stromů, sloupů, budov, zdí aj.) vzdálených od hrany jízdního pásu méně než 4,50 m a leží-li pata této překážky níže než 1,50 m nad hranou koruny silniční komunikace. Na silnicích s návrhovou rychlostí 60 km/h a nižší lze v tomto případě od osazení svodidel upustit,
- před pevnými překážkami v koruně silniční komunikace (např. mostní podpěry apod.),
- na všech mostech bez přesypávky,
- na mostech a propustcích s přesypávkou a na propustcích bez přesypávky, jejichž římsa leží výše než 2,00 m nad terénem, dnem vodního toku, přemostované komunikace apod.

Obr. 4-29 Zábradelní ocelové silniční svodidlo.

Zábradelní svodidla (obr. 4-29) se navrhují k ochraně chodců v případech, není-li zřízen chodník. Pěší provoz je přitom nutno předpokládat např. i na dálnicích a rychlostních komunikacích (např. údržba, havárie či porucha vozidla apod.).



Navrhuje se:

- nad všemi opěrnými zdmi bez ohledu na výšku přesypávky, podél všech toků a nádrží
- s normální hloubkou vody větší než 1,00 m, s výškovým rozdílem dna větším než 2,00 m, měřeným od hrany koruny silniční komunikace pokud je horní hrana břehu blíže než 5,00 m od hrany koruny silniční komunikace, na všech mostech bez přesypávky,

- na mostech a propustcích s přesypávkou a na propustcích, bez přesypávky, jejichž římsa leží výše než 2,00 m nad terénem, dnem vodoteče či povrchem přemostované překážky.

Výška horní hrany zábradelního svodidla je 1,10 m, V případě předpokládaného pohybu cyklistů se výška zvětšuje na 1,20 m. Při šířce madla větší než 0,20 m (např. u některých typů betonových svodidel) lze výšku snížit o 0,10 m.

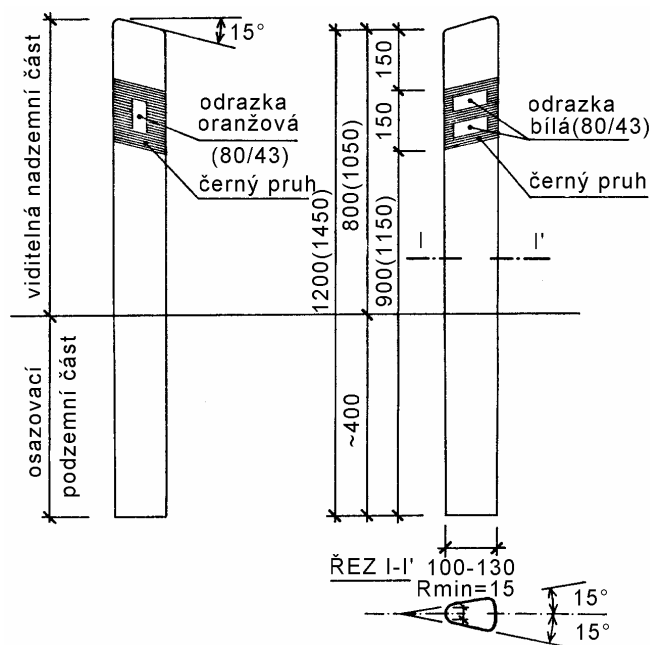
K ochraně chodců v místech, kde hrozí pád z tělesa silniční komunikace nebo v místech, kde je potřeba zabránit vstupu chodců do určitých prostorů (jízdni pás, okrasná zeleň aj.) se navrhuje zábradlí. Zábradlí nemusí být navrženo podle typových podkladů - lze je navrhnout individuálně. Betonová zábradlí se dnes používají z důvodů estetických spíše výjimečně. Vhodnější jsou zábradlí ocelová, kde svislá výplň je obvykle působivější než výplň vodorovná. Zábradlí se svislou výplní je však finančně značně náročnější. Zábradlí, které slouží pouze k zabránění vstupu chodců do vymezených prostor (mimo jízdní pásy) a kde je požadována vysoká estetická působivost, lze navrhnout i např. jako řetězové, dřevěné či jako tvarovanou kamennou nebo betonovou zábradelní zídku apod.

Zábradlí je nutné navrhnout:

- na vnější straně chodníků s nadobrubníkovým svodidlem v místech, kde by bez chodníků bylo nutno navrhnout zábradelní svodidlo,
- na mostech a propustcích bez přesypávky a na mostech a propustcích s přesypávkou, leží-li horní hrana římsy výše jak 1,00 m a níže jak 2,00 m nad dnem vodoteče nebo povrchem překračované překážky a podél všech vodních toků nebo vodních nádrží s normální hloubkou vody 0,50 m do 1,00 m, pokud je horní hrana břehu blíže než 5,00 m od hrany silniční komunikace,
- na stezkách pro pěší a cyklisty nad všemi opěrnými zdmi bez ohledu na výšku přesypávky a podél všech vodních toků nebo nádrží s normální hloubkou vody větší než 1,00 m nebo s výškovým rozdílem dna (měřeno od hrany koruny stezky) větším jak 2,00 m, pokud je horní hrana břehu blíže než 5,00 m od hrany koruny stezky,
- na všech lávkách pro pěší nebo cyklisty k usměrnění chodců na úrovňový přechod.

Má-li zábradlí sloužit pro ochranu chodců je jeho výška min. 1,10 m, při ochraně cyklistů 1,20 m. Při šířce horního madla větší než 0,20 m je možná výšku snížit o 0,10 m. Vodicí bezpečnostní zařízení se používá pouze pro vedení motorového provozu na silničních komunikacích, tj. ne např. na pěších a cyklistických stezkách. Funkci vedení vozidla plní vodicí proužky a směrové sloupky.

Směrové sloupky (obr. 4-30) se smí používat jen dle schválených typových podkladů. Výška sloupků je u dálnic 1,05 m a u silnic 0,80 m. Jedoucímu řidiči se musí jevit v obrysové šířce 0,10 až 0,13 m. Směrové sloupky jsou bílé barvy, kde 0,15 m od horního okraje je černý pruh klesající pod úhlem 15° do vozovky. V tomto pruhu jsou umístěny odrazky - ve směru jízdy vpravo dvě oranžové a vlevo jedna bílá. Přivrácená plocha sloupku (proti směru jízdy) je odkloněna o 10° od osy příčného řezu směrem do vozovky.



Obr. 4-30 Směrový sloupek.

Směrové sloupky se osazují v nezpevněné krajnici nebo ve středním (popř. postranním) dělicím pásu na hranici volné (popř. dílčí volné) šířky. V případech, že je vozovka odvodněna rigolem umístěným ve zpevněné krajnici, umísťují se směrové sloupky těsně za vnější stranu rigolu.

Z důvodů správné orientace řidiče se směrové sloupky osazují zásadně vstřícně, tj. v témž příčném řezu. Vzájemná vzdálenost směrových sloupků, měřená v ose jízdního pásu, je:

- v přímé a ve směrových obloucích o poloměru $R \geq 1\,250$ m 50 m
- ve směrových obloucích s poloměrem (m)

$1\,250 > R \geq 850$40 m
$850 > R \geq 450$30 m
$450 > R \geq 250$20 m
$250 > R \geq 50$10 m
$R < 50$5 m

V úsecích, kde lze očekávat častý výskyt mlh se doporučuje tyto největší možné vzdálenosti snížit v přímé a v obloucích s $R \geq 250$ m o 50 % a v obloucích s poloměrem $250 > R \geq 50$ m o 25 %.

Vodící proužky jsou popsány v kapitole šířkového uspořádání silničních komunikací. V dnešní době se vodící proužky provádí prakticky vždy nátěrovou či nástřikovou technikou jako vodorovné dopravní značky v bílé barvě. Šířka vnějších vodících proužků je 0,25 m. Šířka vnitřních vodících proužků (podél středního

dělicího pásu směrově rozdělených komunikací) je sice definována v kategorijské šířce hodnotou 0,50 m, ale opticky se vyznačuje pouze pruh v šířce 0,25 m na straně vozovky daného pásu.

Každá silniční komunikace musí být vybavena v celé délce dle výše uvedených zásad bezpečnostním zařízením. V případě použití svodidel či zábradelních svodidel, případně v úsecích, kde je volná šířka ohraničena zábradlím, je na toto záchytné zařízení umístěno i zařízení vodící ve vzdálenostech odpovídajících umístění směrových sloupků (krátké směrové sloupky připevněné nad svodidlem, odrazkami umístěnými na kolmé podložce v profilu svodidel, odrazkami na sloupcích zábradlí aj.).

4.4.8. Silniční objekty

Na rozdíl od oboru pozemních staveb, popř. jiných stavebních či urbanistických oborů, tvoří silniční objekty pouze vybraná skupina stavebních objektů. Jsou to:

- mosty a lávky,
- propustky,
- tunely a galerie,
- zdi a rovnaniny.

Celá řada dalších stavebních objektů, jako např. čerpací stanice pohonných hmot, celnice, sociální objekty a vybavení odpočívek, kabelovody, kanalizace, zastávky autobusu a mnohé jiné, jsou součástí tzv. zařízení či vybavení silniční komunikace a z hlediska silničního nejsou silničními objekty.

5. Místní komunikace

Místní komunikace jsou součástí sítě pozemních komunikací. Z právního hlediska definuje místní komunikace zákon č. 13/1997 Sb. - Zákon o pozemních komunikacích (silniční zákon). Podle něj je místní komunikace „...veřejně přístupná pozemní komunikace, která slouží převážně místní dopravě na území obce.“ Síť místních komunikací musí být v souladu s územními plány budovány a udržovány tak, aby usnadňovaly osídlení a vyhovovaly potřebám místní dopravy.

Často se používá termín „**městské komunikace**“, což jsou podle normy ČSN 73 6100 Silniční názvosloví „*místní komunikace na území města*“. Je to tedy označení užší, nezahrnující komunikace na území neměstských obcí, jedná se však o část komunikační sítě, na které se odehrává velký objem dopravy.

Místní, resp. městské komunikace mají oproti silnicím v extravilánu svá specifika. Vozidla se pohybují menšími rychlostmi, dopravní proud je pestřejší, dochází zde k častějšímu střetu s nemotorizovanými účastníky silničního provozu (chodci, cyklisté), vyskytuje se zde statická doprava. Síť komunikací je hustší, z toho vyplývá i větší množství jejich křížení. Velké množství vozidel na omezeném území způsobuje výraznější negativní vliv na lokalitu, ať jde o znečištění emisemi či hlukem. Další charakteristiky vycházejí z toho, že místní komunikace se nalézají v místech hustě osídlených, tedy v zastavěných oblastech. V ulicích se nalézají velké množství inženýrských sítí se vstupy (poklapy šachet, hydranty, uzávěry plynu, vody), které vyžadují údržbu. Odvodnění je řešeno přes uliční vpustě do kanalizace.

Vzhledem k velké koncentraci se v těchto oblastech projevují nejvíce problémy plynoucí z dopravy a jejich řešení je zde nejnáročnější. Cílem projektování je umožnit komfortní podmínky pro všechny typy dopravy ve městě, zajistit bezpečnost všem jejím účastníkům, co nejméně narušovat ostatní funkce města (bydlení, rekreace) a v neposlední řadě chránit životní prostředí. Řešení všech uvedených a často rozporných požadavků spočívá v přesné diferenciaci jednotlivých částí komunikační sítě, t.j. odlišení jejich funkcí a významů.

Pro projektování místních komunikací platí norma ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací. Platnost normy je definována v jejím úvodě takto: „Tato norma platí pro projektování místních komunikací v sídelních útvarech i ve volné krajině, a to pro novostavby a přestavby. Platí i pro průtahy silnic v zastavěném území nebo v území určeném územním plánem k zastavění.“

5.1. Historický vývoj měst, komunikační sítě

Historicky většina měst vznikla živelně na křižovatkách obchodních cest nebo na přirozených brodech stezek přes řeky – rostlá města, které byly střeženy tvrzemi, hrady či opevněnými. Silné omezení na rozvoji komunikační sítě měly městské hrady. Nedostatek plochy nutil při výstavbě domů dodržovat určitý řád – domy se řadily do určitých řad a bloků a vznikaly tak ulice, dříve z obranných důvodů úzké a křivolaké. V této síti byly některé komunikace významnější než zbývající, byla to spojení městských bran k hlavnímu tržišti (náměstí). Vznikl tím systém komunikací zvaný radiální. Příkladem v našich zemích je Královská cesta v Praze nebo město Znojmo. V průběhu 19. a 20. století lze pozorovat u některých

měst po zbourání hradeb využití ploch, které dříve zabíraly, na výstavbu nových tříd – doplnění systému na radiálně okružní (Moskva, Vídeň).

Vedle živelného rozvoje lze již od starověku pozorovat i příklady urbanistického plánování. Např. v Babylóně byla zbudována pravoúhlá uliční síť. Princip tohoto uspořádání převzaly především nová americká města při bouřlivém rozvoji. V Praze tímto systémem byly vystavěny části Vinohrad a Karlína. Výhodou pravoúhlého uspořádání je především jednoduchost a přehlednost v pojmenování a číslování ulic. V případě říčních či přístavních měst se vývoj komunikační sítě rozvíjel vějířovitým či hvězdicovitým uspořádáním.

Počátkem 20. století dochází k rozvoji plánů měst, které ale nestačí tempu výstavby a bývá vymezena pouze uliční čára, podmínky zastavění bývají velmi liberální. Přesto se dochází k názoru regulačních plánů měst. Po 1. světové válce je vývoj měst ovlivněn sociálními otázkami – potřeba zónování. Se vznikem SSSR dochází k výstavbě nových tzv. pásových města jako je Stalingrad, Magnitogorsk. U nás je nejvýznamnějším přestavba Hradce Králové dle arch. Gočára v r. 1929 a Zlína dle návrhu arch. Gahury z r. 1934. Pro rozvoj architektury je nejvýznamnějším počinem dané doby tzv. Athénská charta. Jedná se o dokument z r. 1933, který hovoří u funkčním využití ploch a zónování města, dochází k preferenci monofunkčnosti městských čtvrtí (výroba, bydlení, rekreace...). Vliv charty je patrný dodnes při odstraňování negativ.

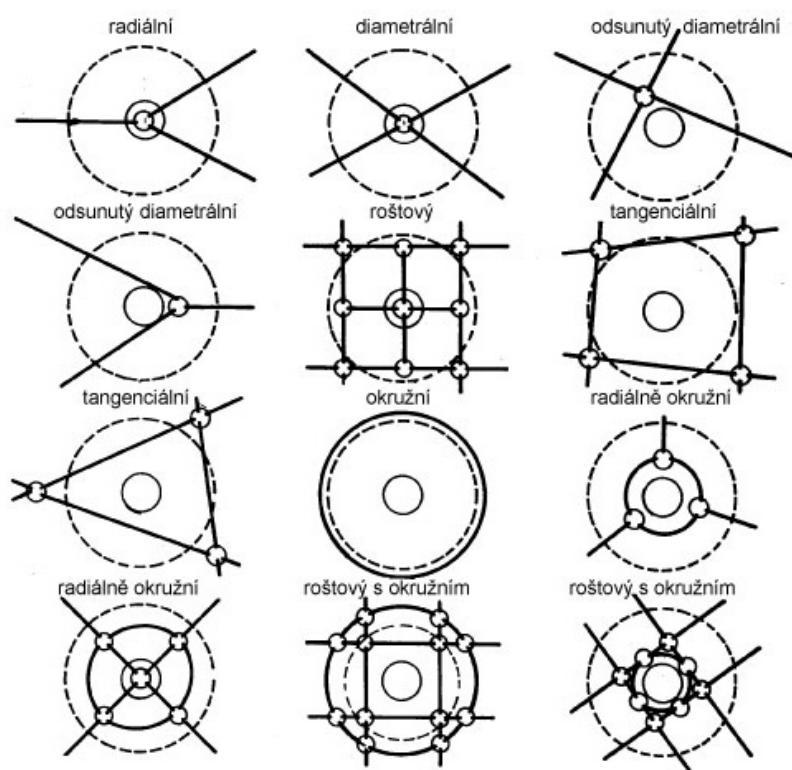
Naše města jsou především středověká a jejich sítě komunikací jsou různé u rostlých měst, kdy se jedná o velmi nepravidelnou strukturu (Kutná Hora, Strakonice, Litomyšl), zřídka kdy pravidelný systém (Klatovy). Naproti tomu novověká města renesanční mají pravidelný systém (Josefov, Terežín).

Dopravní síť města se řeší na základě předpokládaného rozvoje zástavby průmyslové, obytné, společenské a jejich potřeb do budoucna. Z návrhu na funkční rozdělení ploch a z prognózy přepravních vztahů a délky dopravní práce lze odvodit výhledové intenzity dopravních proudů na stávajících, rekonstruovaných nebo nově navržených komunikacích. Tyto jsou pak základem pro návrh dopravní sítě města. Vedení městských komunikací v této síti je charakterizováno různými systémy, z nichž nejtypičtější jsou systém radiální, diametrální, roštový, radiálně okružní a další, vyplývající z jejich kombinací.

- *Radiální* systém se vyznačuje dopravním uzlem v centrální oblasti města. Jednotlivé radiály jsou vedeny ve směrech největších požadavků na rychlou dopravu až již cílovou nebo výchozí. Tyto systémy nejsou příliš vhodné vzhledem k průsečíku radiál a nutnosti vytvořit velký dopravní uzel v nejexponovanější části města - jeho centru.
- *Diametrální systém* je variantou radiálního systému, kdy trasy rychlostních komunikací města probíhají od jednoho okraje městské oblasti ke druhé s tím, že se mohou křížit v centrální oblasti nebo i mimo. Zde platí o uzlech totéž, co bylo řečeno u systému radiálního.
- *Roštový systém* vychází z takřka rovnoběžných, přibližně ve stejných vzdálenostech vedených rychlostních komunikací. Uzly jsou vytvořeny v jejich průsečících. Tento systém obsluhuje zhruba stejné plochy území, jeho nevýhodou však je, že vytváří poměrně velký počet uzlů, zatěžuje centrální oblast a doprava v úhlopříčkách vyžaduje značné

závleky. Je možno volit variantní řešení, které nepředpokládá dopravní uzel v centru.

- *Tangenciální systém* vychází z toho, že rychlostní komunikace jsou vedeny tečně k centrální oblasti a pouze se jí dotýkají. Dopravní plochy náročné na území jsou umístěny v méně hodnotném příměstském území, průjezdná doprava nezatěžuje centrální oblast. Tangenciální systém vyhovuje pro města až do určité velikosti. U větších měst je třeba řešit rychlou dopravu ještě uvnitř jednotlivých tangent.
- Při *okružním* systému je trasa rychlostních komunikací vedena jako soustředná kružnice ležící buď vně nebo uvnitř zastavěné oblasti. Je možno navrhnout i několik soustředných kružnic vzájemně propojených. Okružní systém se většinou kombinuje s některým jiným systémem, který slouží jako napáječ jednotlivých okruhů.



Obr. 5-1 Dopravní systémy měst

5.2. Rozdělení místních komunikací, funkční třídy.

Místní komunikace tvoří nesourodou skupinu komunikací, která vznikala, zejména ve městech po staletí. Místní komunikace navazují na silniční síť obvykle zaústěním do objezdu nebo průjezdního úseku silnice nebo splnutím trasy místní komunikace s trasou průjezdního úseku silnice.

Místní komunikace se dělí obdobně jako silniční komunikace v extravilánu na třídy. Do I. třídy zahrnujeme hlavní městské komunikace, které vyhovují všem druhům dopravy. II. třída zahrnuje ostatní městské komunikace a komunikace na venkově, pokud jsou vybudovány a vyhovují všem druhům motorové dopravy. Mezi III. třídu patří ostatní komunikace, pokud jsou aspoň omezeně přístupné provozu motorových vozidel. Komunikace IV. třídy jsou nemotoristické (stezky, pěšiny, cyklistické

stezky, chodníky, schody, rampy). Z hlediska dopravně-urbanistických vazeb stanovuje ČSN 73 6110 tzv. funkční třídy místních komunikací A1 – D3. Kde A – rychlostní, s funkcí dopravní, B – sběrné, s funkcí dopravně-obslužnou, C – obslužné, s funkcí obslužnou, D – nemotoristické.

funkční třída		charakteristické použití	typické požadavky	vazba na komunikace ve volné krajině
A	A1	rychlostní komunikace ve městech nad 250 tis. obyvatel	vyloučení přímého styku s okolním územím	průtah dálnic a rychlostních silnic ve městech nad 100 tis. obyvatel
	A2	rychlostní komunikace ve městech nad 50 tis. obyvatel	omezení přímého styku s okolním územím	průtah rychlostních silnic ve městech nad 20 tis. obyvatel
B	B1	sběrné komunikace ve městech nad 20 tis. obyvatel	důraz na požadovanou rychlost, omezení přímé obsluhy	průtah silnic I. a II. třídy ve městech a významných
	B2	sběrné komunikace pro obsluhu nižších obytných útvarů	dopravní význam s částečnou přímou obsluhou	průtahy silnic III. třídy
C	C1	městské třídy převážně společenského významu	umožnění přímé obsluhy všech objektů	
	C2	obslužné komunikace doplňující spojení sběrných komunikací		
	C3	obslužné komunikace zpřístupňující objekty a území, ukončené někdy i slepě		
D	D1 zklidněné	pěší zóny	za stanovených podmínek dovolená obslužná doprava	
			vyloučená motorová doprava	
		obytné zóny	přímá obsluha všech objektů za stanovených podmínek provozu	
	D2 cyklistické	cyklistické stezky, pruhy a pásy	vyloučení nebo oddělení motorové dopravy	
D3 pro pěší	stezky pro pěší, chodníky, průchody			

Tab. 5-1 Funkční třídy místních komunikací dle ČSN 73 6101.

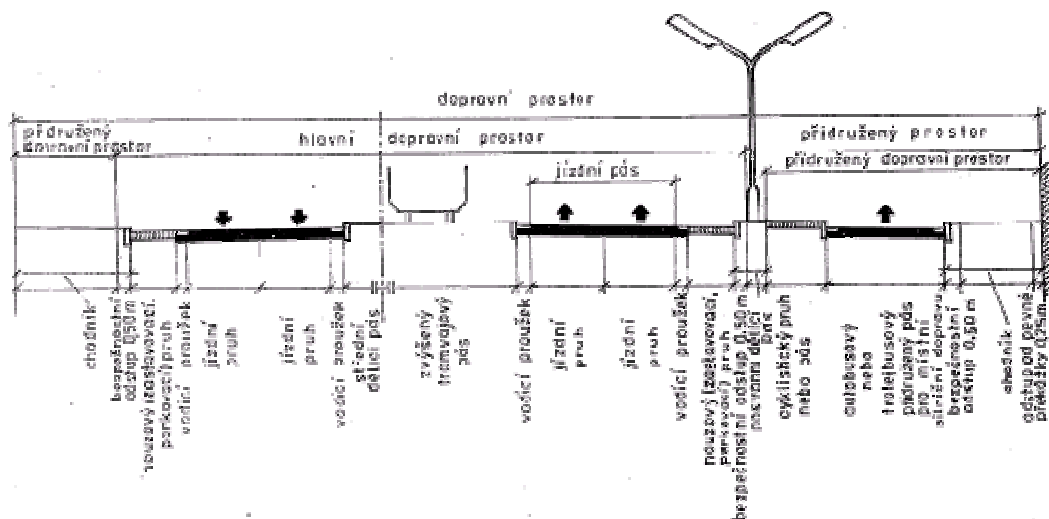
Funkce městských komunikací spočívá v umožnění přístupu ke každé budově (dopravní), zajištění co nejpříznivějšího působení trasy, doplňkové zeleně, mostů na obyvatele (architektonická). Pro trvale udržitelný rozvoj je nutné omezit nebezpečí střetu pěších s vozidly, hluk z dopravy, emise výfukových plynů,

znečištění půdy (ropné látky, solení), vibrace (vliv na zdraví lidí i statiku budov). Na místní komunikace je kladen technický požadavek na umístění inženýrských sítí (odvádění splašků, vodovod, elektrická energie, plyn, zásobování teplem, sdělovací kabely).

Kategorie místních komunikací se označují podobně jako u silničních komunikací písmenkovým znakem (M), číslem, udávajícím šířku hlavního dopravního prostoru v metrech, lomeným návrhovou rychlostí v km/h (např. M 14/60), K hlavnímu dopravnímu prostoru se pak již individuálně přiřazuje vedlejší nebo přidružený dopravní prostor, který může být vytvořen z chodníků, postranních dělicích pruhů, cyklistických pruhů a pásů, souběžných pruhů obslužných nebo pro MHD.

5.3. Návrhové prvky a příčné uspořádání

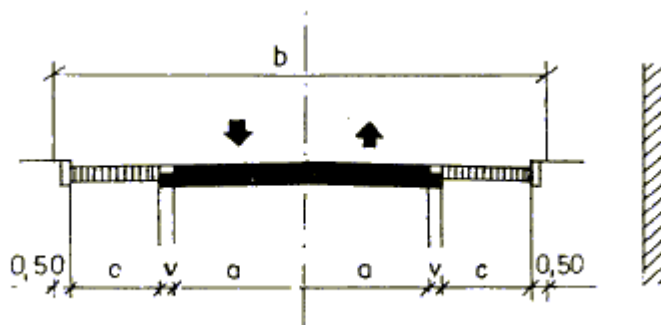
Návrhové prvky místních komunikací jsou dány ČSN 73 6110 a zhruba zásady pro jejich volbu odpovídají obdobným návrhovým prvkům při projektování silničních komunikací. Základní názvosloví si čtenář osvojí studiem obrázku příčného uspořádání prostoru místní komunikace.



Obr. 5-2 Příčné uspořádání prostoru městských komunikací.

Jízdní pásy lze navrhovat jako jednosměrné dvou až čtyřpruhové, obousměrné dvou až čtyřpruhové. Základní šířka jízdního pruhu je dle ČSN 73 6110 2,75 m, 3,00 m, 3,50 m a 3,75 m. Ve směrových obloucích se pro šířky do 3,50 m provede rozšíření podle ČSN 736101. K *jízdním pruhům* přistupují další pruhy přidavné nebo přidružené. Do *přidavných pruhů* řadíme pruhy pro pomalá vozidla, které se budují v úsecích, kde nelze zajistit dostatečnou délku rozhledu na předjíždění. Na světelně řízených křižovatkách se budují řadící pruhy, které mají za účel rozdělit vozidla do jednotlivých směrů dalšího pohybu (přímý směr, levé odbočení, pravé odbočení). Řadící pruhy mají mít šířku příslušného jízdního pruhu, nesmí však být užší než 2,75 m. Délka řadícího pruhu nesmí být menší než 20 m. Počet pruhů a jejich směřování vychází z prognózy dopravy stanovené na základě sčítání dopravy. Další skupinu tvoří *přidružené pruhy*, které mohou být zřizovány buď po jedné nebo obou stranách hlavního dopravního prostoru. Jsou to nouzové, zastavovací, parkovací, autobusové nebo trolejbusové, zastávkové a cyklistické pruhy. Zřizují se všude tam, kde to intenzita dopravního ruchu vyžaduje nebo dovoluje. *Pruhy nouzové*, zastavovací a parkovací slouží pro krátkodobé nebo dlouhodobé zastavení vozidel (podle charakteru pruhu). *Autobusový* nebo

trolejbusový pruh se doporučuje zřídít na komunikacích, kde intenzita silničního ruchu ohrožuje dodržování jízdního řádu pravidelných linek MHD. Pruh se umísťuje vpravo od ostatních pruhů a odděluje se opticky. Pro návrhové rychlosti 50 km/h je nejmenší předepsaná šířka pruhu 3,25 m pro rychlosti větší 3,50 m. Na rychlostních komunikacích a všude tam, kde by výjezdy a stání autobusů na zastávkách ohrožovaly plynulost dopravy se zřizují *zastávkové pruhy*. Šířka zastávkového pruhu je 4,00 m navazuje-li přímo na jízdní pruh a 3,50 m je-li od jízdního pruhu oddělen ostrůvkem. *Dělicí pás* odděluje dopravní proudy na směrově rozdělených komunikacích (střední), nebo přidružené pruhy nebo pásy od hlavního dopravního prostoru (boční). Zpravidla se upravují sadovnický. Nejmenší šířky zelené části dělicích pásů jsou 1,00 m pro postranní dělicí pásy, v nichž není umístěno žádné vybavení, 1,50 m pro postranní pásy s vybavením a výjimečně pro střední dělicí pásy s osazeným svodidlovým zábradlím, 3,00 m pro střední dělicí pásy mimo zastavěné území a 3,50 m pro střední dělicí pásy v zastavěném území. Tyto hodnoty je třeba považovat jako minimální. *Cyklistické pásy* slouží v oblastech se silným cyklistickým ruchem k oddělení tohoto druhu dopravy od ostatních.

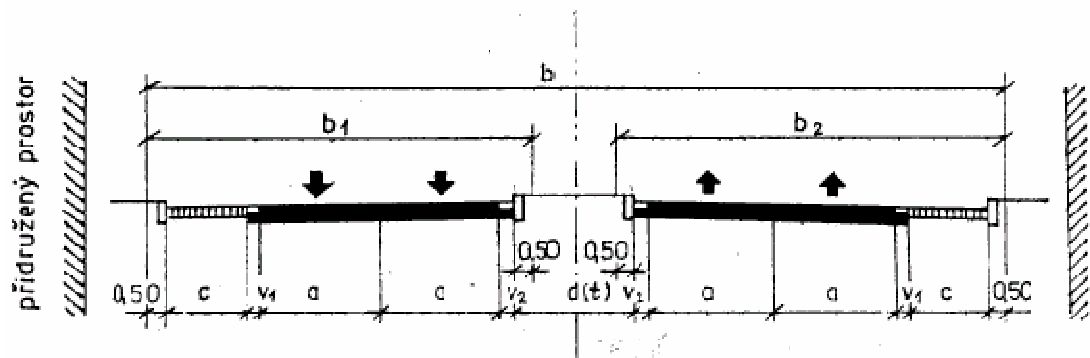


Písmenný znak	Základní kategorie		Šířka v m		
	b v m	Návrhová rychlost v km/h	a	v	c
MS	13	60, 50	3,50	0,25	2,25
MO	11,50	50, 40	3,00	0,25	2,00
MS	9	60, 50	3,50	0,50	-
MO	8	50, 40, 30	3,00	0,50	-
MO	7	30	2,75	0,25	-
MO	7,50	30	2,75	0,50	-
MO	11	30	2,75	0,25	2,00

Obr. 5-3 Základní kategorie dvoupruhových komunikací.

Dopravní prostor slouží veřejnému dopravnímu provozu (vozidlům i pěším). Dělí se na hlavní dopravní prostor a přidružený prostor. Hlavní dopravní prostor je vymezený zpravidla volnou šířkou komunikace. U místních komunikací s postranními obrubníky (chodník, postranní dělicí pás) končí hlavní dopravní prostor 0,50 m za tímto obrubníkem. Do této části hlavního dopravního prostoru se nesmí osazovat a ani do něho zasahovat žádná zařízení ani překážky. Do hlavního dopravního prostoru se započítává střední dělicí pás do šíře 20 m, popř. střední zvýšený tramvajový pás, se všemi v nich umístěnými překážkami (svodidly, stožáry apod.). Přidružený prostor část dopravního prostoru mezi hlavním dopravním prostorem a přilehlou zástavbou; v nezastavěném území přiléhá dopravnímu prostoru a na druhé straně je omezen hranicí přidruženého dopravního prostoru.

Normové příčné uspořádání místní komunikace je zřejmé z obrázků a tabulek, jde o aktuální údaje z druhé změny normy.

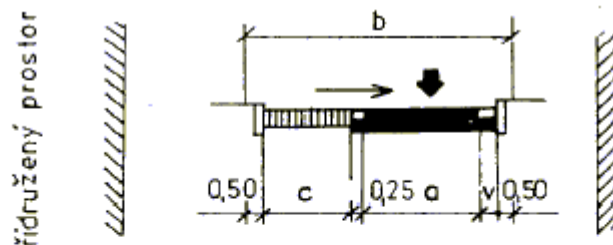


Základní kategorie			Šířka v m						
Písmenný znak	b v m	Návrhová rychlost v km/h	a	v	v ₂	c	d	t	b ₁ b ₂
MR	25,50 ¹⁾	100	3,50	0,25	0,50	2,50	4,00	-	11,25
MR	24,50	100, 80, 70, 60	3,50	0,25	0,50	2,50	3,00	-	11,25
MS	24,00 ²⁾	80, 60	3,50 ³⁾	0,25	0,50	2,25 ³⁾	3,00	-	11,00
MO	21,50 ³⁾	50, 40	3,00	0,25	0,50	2,00	3,00	-	9,75
MS	21	60, 50	3,50 ³⁾	0,30	0,50	-	3,00	-	9,00
MS	18,50 ³⁾	60, 50	3,50 ³⁾	0,30	0,25	-	-	-	8,25
MO	14,50 ³⁾	50, 40	3,00	0,60	0,25	-	-	-	7,25
MS	20,50 ³⁾	60, 50	3,50 ³⁾	0,25	0,25	2,25 ³⁾	-	-	12,25
MO	18	50, 40	3,00	0,25	0,25	2,00	-	-	9,00
MST	32,00 ⁴⁾	80, 60	3,50 ³⁾	0,25	0,60	2,25 ³⁾	-	11,0	11,00

POZNÁMKY:

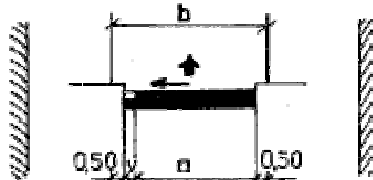
- ¹⁾ Pro šestipruh je kategoriální typ MR 32,50, pro osmipruh MR 39,50.
- ²⁾ Pro šestipruh je kategoriální typ MS 3¹⁾, pro osmipruh MS 38,00.
MS 23 při použití a = 3,25 m, MS 22,50 při použití ještě v₂ = 0,25 m.
- ³⁾ Místo fyzického dělicího pásu pouze 2 dělicí čáry v celkové šířce 0,50 m (dělicí proužek).
MS 19,50 při použití a = 3,25 m a MS 19,0 při použití ještě v₁ = 0,25 m (c = 2,25).
MS 15,50 při použití a = 3,25 m a MS 15,0 při použití ještě v₁ = 0,25 m (c = 0).
MO 10,50 při použití a = 3,00 m a MO 10,0 při použití ještě v₁ = 0,25 m (c = 2,25).
- ⁴⁾ Při tramvajovém pásu bez sošáru MST 31,50 (t = 10,00).
- ⁵⁾ Na sčasných komunikacích a = 3,50 – 3,25 – 3,00 m, c = 2,25 – 2,00 m (viz tabulka 3).
- ⁶⁾ MO 21,00 při použití v₂ = 0,25 m a MO 14 při použití v₂ = 0,25 m.

Obr. 5-4 Základní kategorie čtyřpruhových místních komunikací.



Základní kategorie			Šířka v m		
Písmenný znak	b v m	Návrhová rychlost v km/h	a	v	c
MO	6,75	30	3,00	0,25 0,50	2,00
MO	6,25	30	2,75	0,25	2,00
MO	6,50	30	2,75	0,50	2,00
MO	6,50	30	3,00	0,25	2,00
MO	6,75	30	3,00	0,50	2,00

Obr. 5-5 Jednopruhová jednosměrná místní komunikace se zastavovacím nebo parkovacím pruhem.

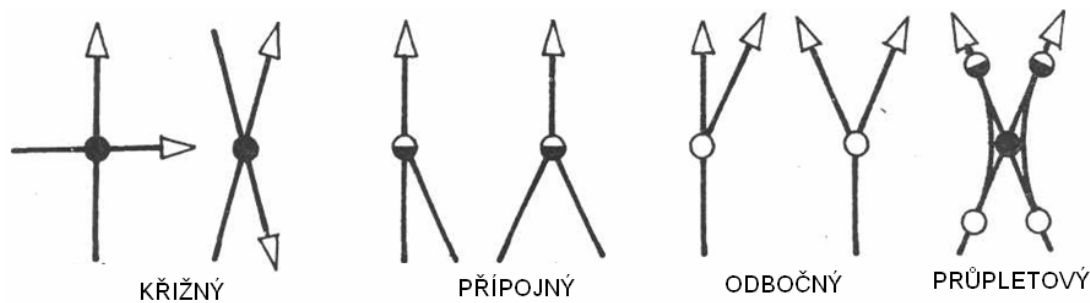


Písmenný znak	b v m	Návrhová rychlost v km/h	a	v
MO	4,50	30, 40	3,00	0,50
MO	4,25	30, 40	3,00	0,25
MO	4	30	2,75	0,25

Obr. 5-6 Jednopruhová jednosměrná místní komunikace s délkovým omezením 80 až 100 m.

5.4. Křižovatky

Propojení jednotlivých komunikací mezi sebou, případně jejich napojení na komunikace vyššího řádu umožňují křižovatky. Obdobně jako u komunikací v extravilánu je můžeme rozdělit do tří skupin: křižovatky úrovně s přímými střetnými body, křižovatky mimoúrovňové, které vylučují přímé střetné body a křižovatky kombinované, kde je možno na komunikaci nižšího řádu vytvářet křižovatky úrovně, zatímco na komunikacích nadřazených jsou možná pouze připojení nebo odbočení. Na každé křižovatce je třeba posoudit střetné body, které mohou být křížné, přípojné, odbočné a průpletové. U křížného bodu se jízdní směry protínají pod menším nebo větším úhlem. Tyto střetné body jsou jedny z nejnebezpečnějších, kde může dojít k přímému střetu vozidel, a to bočnímu nebo čelnímu (při malých úhlech). Přípojný bod vzniká v křižovatce, kdy dva jízdní směry se spojují v jeden. Připojení se děje pod malým úhlem. Při rozdělování jednoho jízdního směru do dvou vzniká odbočný bod. Ke kolizi může dojít náhlým zpomalením odbočujícího vozidla. Průpletový úsek vzniká jako křížný bod, ve kterém se jízdní směry stejného smyslu kříží pod malým úhlem. Průpletový úsek lze charakterizovat jako rozložení křížného bodu do jednoho přípojného a jednoho odbočného.

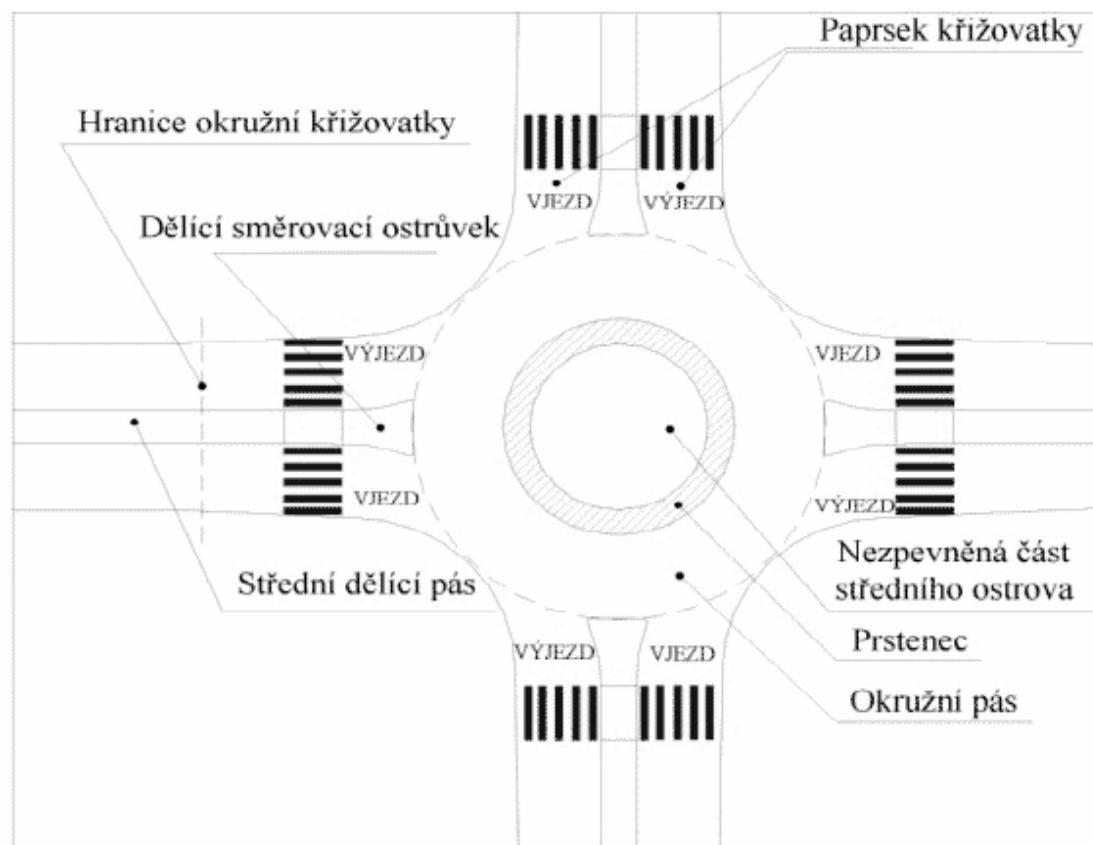


Obr. 5-7 Střetné body.

Úrovně křižovatky, které se v místních komunikacích vyskytují, lze rozdělit na křižovatky prosté, usměrněné a okružní. Křižovatky prosté se používají na

málo zatížených silnicích jedno a dvou-pruhových. Je třeba u těchto křižovatek dodržet správné poloměry odbočných oblouků a zajistit dobrý rozhled do přilehlých větví křižovatky. Křižovatky usměrněné vychází z předpokladu, že počet střetných bodů (zvláště křížných) by se měl omezit na nejmenší počet. Proto se na usměrněných křižovatkách předepisuje jednotlivým dopravním proudům jejich dráha, a to pomocí vodorovných dopravních značek nebo dopravních ostrůvků. Při návrhu usměrněné křižovatky se máme snažit o spojení křížných bodů pokud možno do jednoho místa a tím zmenšit nebezpečí přímého střetu.

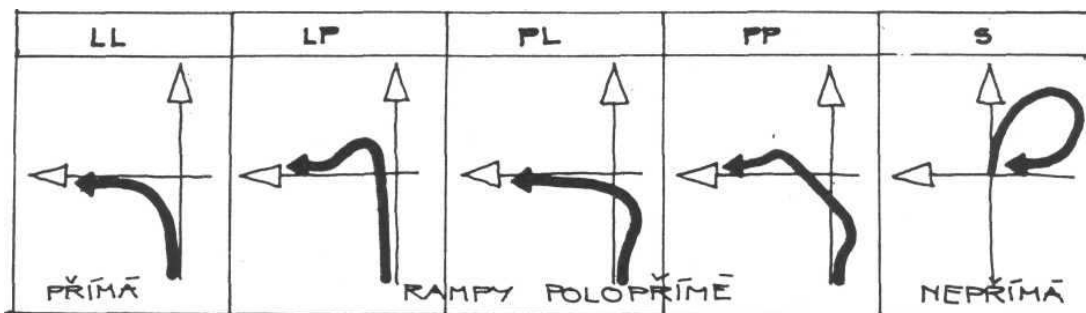
Dle TP 135 se okružní křižovatkou rozumí taková úrovněová křižovatka, na níž je silniční provoz veden jednosměrným objezdem kolem středového ostrova. Rozlišují se jednak dle vnějšího průměru na miniokružní ($D < 25$ m), malé okružní ($D = 25$ až 40 m) a velké okružní ($D > 40$ m) křižovatky a dále dle druhu středního ostrova – s nepojížděným, s částečně pojížděným a nepojížděným ostrovem. Okružní křižovatky umožňují zapojení i více než čtyř ramen křižovatky. Odbočení vlevo a přímé křížné body jsou odstraněny. Miniokružní křižovatky se u nás nejčastěji zřizují jako provizorní řešení na místech průsečných neřízených křižovatek bez nutnosti záboru pozemků, většinou osazením prefabrikovaných vodících prvků a zřízením nového vodorovného a svislého dopravního značení, doplněného v některých případech fyzickými zábranami a retardéry. V zahraničí (zejména ve Velké Británii) bývá střední ostrov často proveden jen jako vodorovné dopravní značení. Proto obzvláště tato forma uspořádání vyžaduje disciplinovanost a ohleduplnost ze strany řidičů, aby respektovali vyhnutí se střednímu ostrovu. Trvá velmi dlouho, než se s ní účastníci silničního provozu sžijí. Přejíždění středního ostrova pro osobní automobily a jednostopá vozidla lze účinně zabránit zvýšenou hranou o cca 4 cm nebo jej celý vytvořit jako vypuklý monolitický prvek, který se následně vloží do vozovky. Studie potvrzují, že miniokružní křižovatky přenesou bez větších problémů intenzity do 15 000 (dle některých studií až 17 000) voz/den. Okružní křižovatky s vnějším průměrem větším než 40 m vykazují největší bezpečnostní deficity (zejména pro chodce a cyklisty, pokud se ovšem vyskytují). Uplatňovaly se především v 60. a 70. letech 20. stol. jako prvek s velmi vysokou kapacitou (zatížení až 40 000 voz/den) především na dopravně významných tazích (směrově rozdělených komunikacích). Pojetí velkých okružních křižovatek jako souslednost průpletů na dvou a více okružních pruhů je v dnešní době již značně přežitě. V některých zemích nejsou nově vůbec zřizovány a představují, jako místo častých nehod, velký problém v dopravní síti. Podle výzkumné práce „Einsatzkriterien für große Kreisverkehrsplätze mit und ohne Lichtsignalanlage an klassifizieren Straßen“ jim je připsána velká perspektiva, avšak za předpokladu změny přístupu k jejich navrhování. V dokumentu je popsáno několik ekonomicky přijatelných stavebních úprav návrhových prvků, které mají za cíl zvýšit bezpečnostní charakteristiku a udržet výhodu tohoto uspořádání – vysokou kapacitu. Filozofií nového uspořádání je rozdělit vozidla do různých směrů již před vjezdem na okruh. Dalším akceptovatelným řešením je dovybavení křižovatky světelnou signalizací, důsledkem je další nárůst kapacity s možností upřednostňování některých druhů dopravy (MHD, záchranná služba).



Obr. 5-8 Základní názvosloví okružních křižovatek.

Nejběžnější formou okružních křižovatek jsou malé okružní křižovatky (MOK). Tento typ byl v zahraničí s úspěchem používán již v minulosti, u nás se začal více rozšiřovat až od poloviny 90. let, a to i jako alternativa k světelně řízeným průsečným křižovatkám. Rostoucí obliba ve zřizování okružních křižovatek si vynutila úpravu pravidel silničního provozu – vozidla na okruhu mají přednost v jízdě před vozidly na vjezdu. Dle normy ČSN 73 6102 je třeba u tohoto typu křižovatek sladit dva rozdílné požadavky - jednak zajistit průjezd rozměrných vozidel a zároveň zamezit přímému průjezdu křižovatkou. Při rozhodování o umístění okružních křižovatek se však musí zohledňovat hodnotící kritéria, kterými jsou bezpečnost, kapacita dopravy, estetika a urbanismus, vliv na životní prostředí a ekonomické hledisko. Kritéria jsou obecně těžko definovatelná. Jen jejich kvalifikovaný rozbor zajistí, že nově zřízená okružní křižovatka nebude kritickým místem při provozu.

Při řešení mimoúrovňových křižovatek vycházíme z jejich funkční třídy a vzájemné nadřazenosti. Oproti mimoúrovňovým křižovatkám v širé trati je u městských křižovatek povoleno odbočování a připojování i z vnitřního pruhu. Vedení ramp, která propojují jednotlivé větve křižovatky je možné několikerým způsobem. Rozeznáváme rampy přímé (direktní) pro pravá, příp. i levá odbočení, rampy nepřímé (indirektní), která umožňují levé odbočení za celkem nepříznivých směrových poměrů a rampy polopřímé (semidirektní), které však vyžadují ještě další dva mostní objekty. Používají se také pro levá odbočení. Schéma tvarů ramp viz. norma [9].

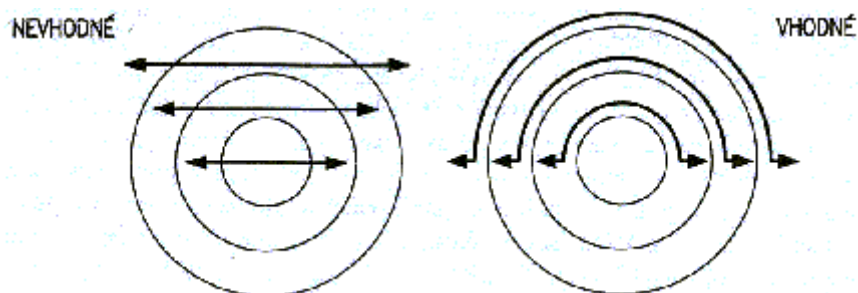


Obr. 5-9 Tvary ramp.

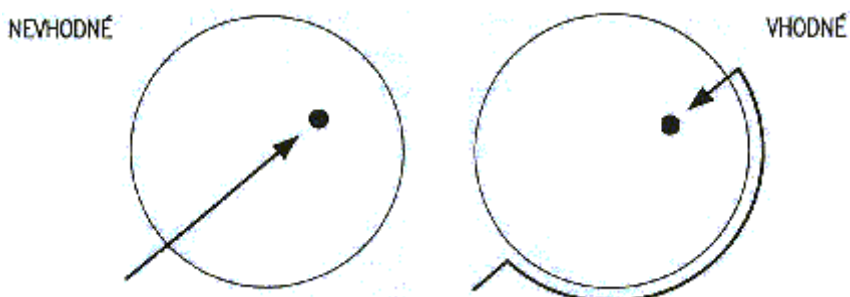
U křížení dvou rychlostních komunikací autodráhového charakteru předpokládáme vždy mimoúrovňové křížení bezkolizní na obou komunikacích. U jedné komunikace nadřazené můžeme připojení na komunikaci nižšího řádu provést kolizní. Objekty na mimoúrovňových křižovatkách jsou podřízeny požadavkům křížení větví a ramp. U velkorysejších řešení je třeba počítat s větším počtem objektů nebo a objekty vícepatrovými, kde v jednom bodě se kříží komunikace i ve čtyřech úrovních.

5.5. Zklidněné komunikace a ostatní veřejné prostory

Prostory místních komunikací jsou nejdůležitější veřejná místa ve městech a obcích. Ve velké míře vtiskují sídlu jeho jedinečnost. Tyto prostory neslouží jenom dopravě, nýbrž poskytují také rámec rozmanitým jiným projevům života, což se projevuje nejrůznějšími požadavky a funkcemi. Projektování místní komunikace musí být proto těsně spojeno s urbanismem a architektonickým utvářením jejich prostorů. Snaha o vzájemné sladění funkce příslušné komunikace s charakterem prostoru, kterým tato komunikace prochází, dnes naštěstí stoupá na významu. Předpokladem vytváření funkčního dopravního systému účinného jak pro uživatele místních komunikací, tak šetrného k obyvatelům s maximálně možným stupněm ochrany životního prostředí a úrovně bezpečnosti silničního provozu, je odvedení zbytné dopravy (tj. dopravy, která v daném území nemá svůj zdroj ani cíl) mimo něj. Odvedení tranzitní dopravy znamená, že v celoměstské úrovni jsou pro ní vybudovány obchvaty mimo město, tranzitní doprava obytnými čtvrtěmi či centrální oblastí je přemístěna na jejich okraj (resp. je vedena v jiné výškové úrovni), zrovna tak doprava napříč historickým centrem je odvedena mimo tuto oblast. To jsou základní postupy řešení tranzitní dopravy, problém dopravy ve městech tím ale není zcela vyřešen. Proto se přistupuje k dopravnímu zklidňování, což znamená zejména odstranění nadřazenosti automobilové dopravy ve využívání dopravní sítě komunikací funkčních skupin B a C, dále vytvoření lepších podmínek pro chodce a cyklisty, zvýšení bezpečnosti silničního provozu a zlepšení životního prostředí. Zklidňovací opatření mají působit jednak na snížení intenzit provozu a jednak na snížení rychlostí motorových vozidel.



Obr. 5-10 Způsob vedení tranzitní dopravy.



Obr. 5-11 Způsob vedení cílové dopravy.

Typickými prvky a opatřeními pro zklidňování dopravy na průtazích obcemi jsou některé z prvků ke snížení rychlosti dopravy. Tyto prvky mohou působit na řidiče psychologicky (prvky psychologické) nebo fyziologicky (prvky fyzické), event. v kombinaci. Příkladem psychologického prvku působícímu k redukci rychlosti je speciální vodorovné značení – zužující se šipky, k sobě se postupně přibližující trojúhelníky, příčné čáry – s odlišným povrchem od jízdniho pruhu a se zkracující se vzájemnou vzdáleností. Pro zvýšení účinnosti psychologických prvků se často užívají takové úpravy krytů vozovek, které působí nejen vizuálně, ale také akusticky (opticko-akustické brzdy). V blízkosti obytné zástavby je však třeba vhodnost těchto úprav s ohledem na jejich vliv na zvýšení hladiny hluku zvážit.

Fyzickým prvkem jsou zpomalovací prahy, zvýšené plochy, což široké příčné prahy přecházející do celé zvýšené plochy např. přechodu pro chodce nebo celé křižovatky. Šikana je tvořena příčným posunutím jízdniho pruhu. Nutí řidiče k dvojnásobné změně směru a tím ke snížení rychlosti a často současně omezuje přímý, dlouhý průhled komunikací, který psychologicky nutí k vyšší rychlosti. Příčného posunutí se dosahuje obvykle vkládáním vysazených ploch nebo dělicích ostrůvků, výjimečně jen vodorovným značením. Zúžení vozovky je druh stavebního opatření, sloužícího ke snížení rychlosti, ke zlepšení podmínek pro chodce, cyklisty a parkující vozidla. Řidič se mimovolně či vědomě odtahuje od postranních překážek a přitom snižuje automaticky rychlost jízdy. Zúžení se docílí zúžením šířky mezi obrubami, kdy vzniklý prostor může sloužit jako pruh pro cyklisty či pro výsadbu zeleně, nebo vložением středního dělicího ostrůvku se zachováním původních obrub. Ten je výhodné umístit do místa přechodu pro pěší, protože skýtá chodcům ochranu uprostřed komunikace. Kombinace dvou a více prvků dopravního zklidňování znásobuje jejich účinky na snížení rychlosti vozidel a zvýšení bezpečnosti pěších. V každém konkrétním případě je třeba zvážit klady a zápory navrhovaného řešení.

5.6. Pěší a cyklistická doprava

Do skupiny nemotoristické dopravy zahrnujeme dopravu cyklistickou a dopravu pěší. Cyklistické dopravě podobně jako chodcům, mají sloužit především nemotoristické komunikace. Zatím jezdí u nás cyklisté převážně na komunikacích bez vyhrazených pruhů nebo pásů, čímž se značně snižuje bezpečnost a přitažlivost cyklistické dopravy. V současné době je již vypracována Národní strategie rozvoje cyklistické dopravy v ČR, v níž je definován moderní přístup k plánování a navrhování komunikací pro cyklisty. Jen touto cestou lze dosáhnout cílového stavu, kdy bude cyklistická doprava přínosnou alternativou dopravy automobilové. Pro cyklistickou dopravu má být v sídelním útvaru vytvořena ucelená síť, která umožní plošnou dopravní obsluhu a kvalitní spojení potenciálních zdrojů a cílů včetně širších regionálních vazeb. Trasy pro cyklisty mají být zřizovány všude, kde to prostorové podmínky místních komunikací umožní. Cyklistická doprava nabízí značnou flexibilitu při pohybu v městském prostředí a částečně řeší i dopravní obsluhu v regionech.

Cyklistický provoz se ve vztahu k ostatním účastníkům dopravy navrhuje jako společný nebo oddělený. V provozu společném jsou cyklisté vedeni ve společném prostoru s ostatními účastníky dopravy (jízdni pruh, pruh/pás/stezka pro chodce a cyklisty), v provozu odděleném jsou vedeni po pruzích/pásech pro cyklisty v prostoru místní komunikace (v hlavním nebo přidruženém dopravním prostoru), nebo po samostatných stezkách pro cyklisty mimo prostor místní komunikace (po místních komunikacích funkční podskupiny D2).

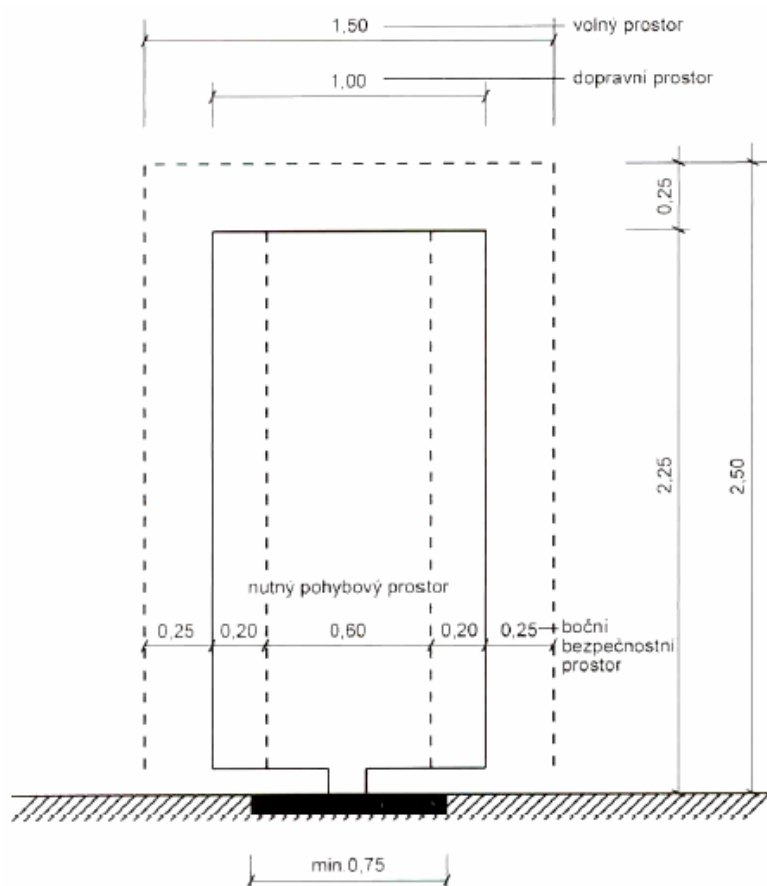
	společný provoz	oddělený provoz
v hlavním dopravním prostoru	- v jízdni pruhu pro motorová vozidla místních komunikací funkčních skupin B a C a účelových komunikací - v autobusovém nebo trolejbusovém pruhu - v obytných a pěších zónách	jízdni pruh pro cyklisty v hlavním dopravním prostoru komunikací funkční skupiny B a C
v přidruženém dopravním prostoru	společný pruh/pás pro chodce a cyklisty	jízdni pruh/pás pro cyklisty v přidruženém dopravním prostoru
samostatné stezky	stezka pro chodce a cyklisty	stezka pro cyklisty

Tab. 5-2 Možnosti vedení cyklistů.

Stezky pro cyklisty mohou být vedeny ve zcela nezávislých trasách, nebo v souběhu s místními komunikacemi funkčních skupin A případně B. V zájmu bezpečnosti a v zájmu ochrany životního prostředí jejich uživatelů musí být při souběžném vedení odděleny od hlavního dopravního prostoru místních komunikací funkční skupiny A zeleným pásem. Výkonnost (kapacita) jednoho cyklistického pruhu je 1500 cyklistů za hodinu. Při projektování samostatných komunikací pro cyklisty se vychází z návrhových prvků. Jízdni pruhy pro cyklisty se mají navrhovat zpravidla jako jednosměrné (v odůvodněných případech mohou být obousměrné). Základní šířka jízdniho pruhu pro cyklisty je 1,00 m k níž se připočítávají bezpečnostní odstupy. Stezky pro cyklisty vedené v samostatné trase se navrhuje jako

dvoupruhové obousměrné. Protisměrné pruhy mají být odděleny vodorovným dopravním značením.

Obr. 5-12 Prostorové nároky cyklisty.



Při projektování jízdních pruhů pro cyklisty nebo stezek pro cyklisty se vychází z návrhové rychlosti 20 km/h, která může být v oblasti křižovatek redukována na 10 km/h. Na úsecích s klesáním se uvažují hodnoty vyšší (při klesání nad 3 % 30 km/h). Délka rozhledu pro zastavení činí pro návrhovou rychlost 20 km/h 15 m a pro 30 km/h 25 m. Doporučují se používat poloměry směrových oblouků (vnitřního okraje pruhu) větší než 8 m, v křižovatce nejméně 4 m. Největší podélný sklon cyklistických komunikací nemá přestoupit v rovinatém nebo mírně zvlněném území 3 %, v pahorkovitém území 6 %, v horském území 8 %. Při vyšších sklonech se mají jejich délky omezit. Povrch jízdních pruhů/pásů pro cyklisty se doporučuje asfaltový a odlišen od přilehlého jízdního pruhu nebo pruhu pro chodce barevně (např. cihlová červeň), nebo strukturou povrchu. Všechny zmíněné údaje vyplývají z aktuálního návrhu cyklonormy.

Při navrhování objektů dopravního nebo občanského vybavení (zejména škol, kolejí, sportovních zařízení) jakož i na přestupních terminálech a významných stanicích veřejné dopravy se zřizují zařízení pro odstavování jízdních kol (u veřejné dopravy zařízení systému B+R – bike and ride).

Stezky pro společný provoz cyklistů a chodců mají mít šířku 3,00 m. V odůvodněných případech lze připustit i menší šířku, nejméně základní šířku 1,00 m. Pokud intenzita provozu na stezce překročí 180 chodců/h rozšíří se stezka na 4,00 m, nebo se provoz cyklistů a chodců oddělí.

Komunikace pro pěší spojují zdroje a cíle pěší dopravy. Ve městech jsou to bydliště, pracoviště, prodejny denních potřeb a předmětů dlouhodobé spotřeby, školy, kulturní a tělovýchovná zařízení apod. Šířka jednoho pěšího pruhu je 0,75 m, přičemž je třeba vycházet z nejméně dvou-pruhové pěší komunikace, tedy šířky 1,50 m, lépe 3,00 m (čtyřpruhová komunikace), tato šířka vyhoví i intenzitě 1800 chodců za hodinu rovnoměrného pěšího provozu.

Příčný sklon navrhujeme 2-3 %, podélný sklon je vázán na sousedící objekty nebo komunikace. Jako minimální hodnotu udává ČSN sklon 0,5 %, jako maximální 9 %, výjimečně 12 %. Při větších sklonech vkládají se do chodníku stupně nebo schodiště. Je třeba pamatovat na provoz kočárků a kol, proto se do schodišť vkládají rampy, které však mohou být i samostatným prvkem, kterým se překonávají výškové rozdíly do 10%. Při výškovém rozdílu větším než 2,10 m je nutno u schodišť navrhnout odpočívadla, jejichž minimální délka je 1,2-1,4 m (lépe aspoň 1,8-2,1 m) s podélným sklonem 4 - 6 %.

5.7. Městská hromadná doprava

Velmi důležitou součástí dopravní soustavy zejména větších měst je hromadná osobní doprava. Pod pojmem "městská hromadná doprava" rozumíme pravidelnou osobní dopravu provozovanou na území města, případně v nejbližší přilehlé oblasti, a to speciálními hromadnými dopravními prostředky. Její význam spočívá kromě jiného v tom, že se podílí na výrobním procesu přepravou pracujících z místa bydliště na pracoviště a zpět, umožňuje přemísťování pracovníků mezi pracovišti i mezi bydlištěm a rekreačními místy. Městská hromadná doprava (MHD) reprezentuje svým způsobem součást životní úrovně obyvatel města. Dopravní prostředky značně ovlivňují výkonnost i ekonomii provozu MHD. Bude tedy značně záležet na jejich volbě. Pro základní orientaci uvádíme jejich provozní i ekonomické charakteristiky.

Autobusy představují nejvolnější dopravní prostředek ze zmíněných základních druhů městské hromadné dopravy, neboť nejsou vázány na koleje či trolejové vedení; umožňují operativní přesuny kapacity na úseky zvýšené potřeby přepravních výkonů, dále značné zhuštění nebo naopak rozmělnění dopravní sítě, největší přiblížení stanic cestujícím a poskytují široké perspektivy v zavádění přímých spojů a expresních linek. Eventuální porucha na jednom autobuse není příčinou závady na celé autobusové trati (ve srovnání s tramvajovou), neboť provozní překážky mohou být lehce zdohány objížďkou. Rušivé zásahy do plynulosti dopravního proudu při zajiždění a vyjíždění k zastávkám u chodníků mohou být podstatně sníženy nebo dokonce vyloučeny zřízením přidružených zastávkových pruhů. Nízké pořizovací náklady umožňují rychlé výměny zastaralého autobusového parku novými typy městských autobusů s lepšími technickými a ekonomickými parametry.

Trolejbusy jsou spolehlivým, tichým dopravním prostředkem, vyhovujícím nejlépe hygienickým požadavkům na čistotu ovzduší města. Poměrně vysoká

rychlost 18 -23 km/h a snadné zdolávání i středních stupů umožňuje plynulé zařazení do dopravního proudu. Nespornou předností proti tramvajím je možnost vyhýbání na obě strany jízdní dráhy až o 4,50 m a snadný průjezd i úzkými a křivolakými ulicemi, které by byly nepoužitelné pro tramvajový provoz. Výkonnost trolejbusové tratě je přibližně stejná jako autobusová, výkon je však omezen min. traťovým intervalem, daným výkonem měničny. Vázanost trolejbusů na trolejové vedení je podstatnou nevýhodou proti autobusům. Normální obsaditelnost u nás používaných trolejbusů je cca 70 osob, max. 96-100 osob. U kloubových trolejbusů je obsaditelnost kolem 150 osob.

Tramvaje jsou nejvýkonnějšími prostředky ve srovnání s předchozími, hlavně díky možnosti tvoření dvou a vícedílných souprav. Nevýhodou trakční vázanosti tramvajů je, že při poruše jednoho článku traťového úseku se projevuje dopravní závada i na jiných linkách. Tento systém je značně nevýhodný v současné pasáži s ostatními silničními vozidly, neboť snižuje propustnost komunikací a způsobuje přerušování toku ostatních vozidel na zastávkách. Investiční zařízení je značně nákladné. Vázanost na určitou trasu se odráží v menší pohyblivosti, což se projevuje jako překážka pro jiné účastníky dopravy. Na druhé straně lze zmíněnou vázanost považovat za jistou přednost v tom, že zabírají poměrně malou šíři jízdní dráhy, jež je přesně známa, je fixní a tudíž představuje regulující prvek. Tramvaje ve srovnání s jinými motorovými vozidly pro přepravu se vyznačují nízkou náročností na plochu při vysoké schopnosti přepravování osob.

Rychlá tramvaj - tramvajová doprava, vedená na vozovce s ostatní motorovou dopravou, je podstatně narušována nejrůznějšími vlivy. Aby se mohlo čelit těmto negativním činitelům, zavádí se vyšší úroveň, tzn. "rychlá tramvaj". Jsou to moderní výkonná vozidla s vysokými akceleračními a retardačními vlastnostmi, spřahovaná ve větší vlakové jednotky. Vozidla se pohybují na dokonalých tratích zcela nezávislých na ostatních druzích dopravy, tzn. na zvláštním tělese. V centru města se tyto tratě vedou v tunelech nebo na estakádách, v okrajových oblastech ve středu vozovky na zvláštním tělese s mimoúrovňovými přístupy z nástupiště. Výhodou tohoto druhu kolejové dopravy je možnost etapového převedení dosavadní soustavy tramvajové dopravy na nový výhodnější systém. Představuje technicky a ekonomicky vyhovující řešení ve městech do 1 mil.obyvatel a přepravními požadavky, které by byly pro klasické metro nerentabilní nebo jsou velmi sporné.

Klasické metro je pro velké města dosud nejúčinnějším typem městské hromadné dopravy, řešící veškeré požadavky po všech stránkách i do budoucnosti. Kapacita metra v obou směrech dosahuje až 100 tisíc osob za hodinu při cestovní rychlosti 30-37 km/h. Bezpečnost dopravy je vysoká. Přístup do podzemí je zajišťován obvykle pohyblivými schody.

5.8. Statická doprava

Odstavování je umístění vozidla mimo jízdní pruhy komunikace (zpravidla v místě bydliště, popř. v sídle provozovatele vozidla) po dobu, kdy se vozidlo nepoužívá. Stání je plocha sloužící k odstavení (odstavné stání) nebo k parkování (parkovací stání) vozidla včetně nezbytných vzdáleností kolem něho. Hranice mezi parkováním a odstavováním není stálá a přesně definovaná, proto využití jednotlivých stání může být proměnlivé. Odstavná a parkovací stání se umísťují buď u komunikací (parkovací pruhy), na volných plochách nebo v garážích, které mohou

být jednotlivé (do 3 stání), řadové (přes tři stání) či hromadné (halové, patrové, nadzemní, podzemní). Odstavné a parkovací plochy a garáže pro osobní automobily se doporučuje umístit tak, aby docházkové vzdálenosti byly nejvýše:

- pro krátkodobé parkování 100m
- pro dlouhodobé parkování 200m
- pro odstavování 300m

Parkoviště se navrhuje podle potřeby, vymezené závěry dopravního řešení územních plánů a to poblíž komunikací rychlostních a sběrných dále se mohou budovat jako parkoviště záchytná na obvodu města nebo jeho centrální oblasti, za předpokladu jejich rychlého a kapacitního spojení s centrem prostřednictvím MHD (systém Park and Ride).

Vjezd a výjezd vozidel nesmí rušit průběžnou dopravu. Parkoviště má být umístěno tak, aby nevznikaly zbytečné zajižďky a ztrátové časy s docházkou k cíli. Parkovací pruhy a pásy se nepřipouští zřizovat v rozhledových polích křižovatek, dále v úsecích, kde je třeba zřídit řadící pruhy. Parkoviště musí být vhodně umístěno, aby jeho provoz neobtěžoval okolí (obytnou zástavbu, pracoviště, rekreační plocha aj.). Kolem parkovišť se doporučuje zřizovat pásy nízké a vysoké zeleně, které tlumí hluk i zabraňují šíření zplodin výfukových plynů a zadržují zviřený prach. Nejmenší vzdálenosti od objektů i křižovatek jsou různé podle druhu hygienické ochrany uvažované či stávající zástavby. Počet stání osobních automobilů je závislý na stupni automobilizace obyvatelstva, kdy počítáme ve výhledu, že případně jeden osobní automobil na 3,5 obyvatele. Podle druhu objektu se stanoví odpovídající počet stání.

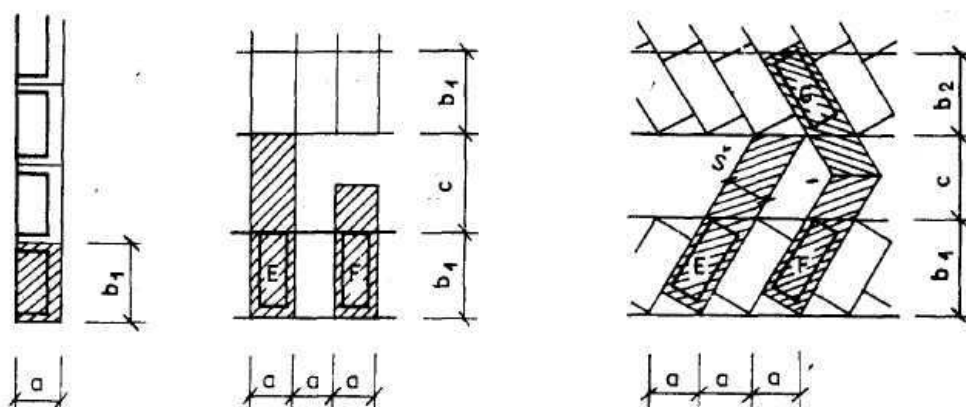
Plošná jednotka pro parkovací stání je jeden automobil s potřebným manipulačním prostorem po bocích vozidla (jednou polovinou), před a za ním. Pro naše podmínky vycházíme z velikosti jednoho stání pro osobní automobil 2,50x5,00 m. Řazení osobních automobilů na parkovišti i celková plocha parkoviště závisí na počtu, velikosti a uspořádání parkovacích stání a na jejich poloze k vnitřní komunikaci. Rozeznáváme parkování podélné, parkování pod úhlem 45° nebo 60° a parkování kolmé.

Odstavné a parkovací plochy pro osobní automobily se navrhuje pro vozidla podskupiny 01 (viz tabulka 5-3), kromě odstavných a parkovacích ploch určených pro vozidla podskupiny 02 (u ústředních a zastupitelských úřadů, mezinárodních hotelů, letišť apod.). U vozidel podskupiny 01 se navrhuje šířka stání 2,25 m pro odstavná stání, popř. pro parkovací stání s převážně dlouhodobým parkováním (v sídlištích, u podniků a ústavů, na záchytných parkovištích), ale i na parkovištích s parkováním krátkodobým (u stadiónů a sportovních zařízení). Šířka stání 2,40 m se navrhuje pro ostatní parkovací stání tam, kde je třeba zajistit větší komfort pro nastupování - a vystupování, popř. nakládání a vykládání zavazadel (u obchodních center, kulturních a zdravotnických zařízení, hotelů, nádraží apod.). Pokud lze u krajních řad stání uvažovat s převisem čela nebo zádí automobilu, je možno u vozidel podskupiny 01 při zajištění prostoru na převis nejméně 1,0 m zkrátit délku stání ze 4,5 m na 4,0 m a u vozidel podskupiny 02 při zajištění prostoru na převis nejméně 1,2 m z 5,3 m na 4,5 m. Na veřejných parkovištích je třeba navrhnout 2% stání, ale nejméně jedno stání pro vozidla tělesně postižených. Stání pro vozidla tělesně postižených má mít šířku 3,5 m a sklon maximálně 1:20. Užší stání je možno navrhnout, jestliže paralelně se stáním je volná plocha, např. chodník, o nejmenší šířce 1,50 m.

Vozidlo			Orientační rozměry v m			
skupiny	podskupiny	druh	šířky	délky	výšky	rozvoru
1	01	malé a střední osobní automobily	1,65	4,25	1,50	2,40
	02	velké osobní automobily, karavany	1,80 2,10	5,00 5,00	1,90 2,50	2,80
2	N1	malé a střední nákladní automobily, malé autobusy	2,30	7,30	2,80	4,65
	N2	velké nákladní automobily	2,50	9,40	3,20	5,80
	A	autobusy	2,50	11,50	3,20	5,70
3		tahače, přívěsy, návěsy, jízdní soupravy, kloubové autobusy				
		traktory, samojízdné pracovní stroje				

**) Poznámka: vozidla skupiny 3 jsou rozměrově značně rozdílná, proto je třeba vycházet při projektování odstavných a parkovacích ploch z předpokládané sklady vozidel. Největší přístupné rozměry vozidel a jízdních souprav jsou podle vyhlášky FMD č. 41 1984 Sb. § 11: šířka 2,50 m, výška 4,00 m, délka jednotlivého vozidla 12,00 m a délka jízdní soupravy 22,00 m.*

Tab. 5-3 Třídění a orientační rozměry vozidel a jízdních souprav.



Obr. 5-13 Parkovací stání.

V centrálních oblastech velkých měst se setkáváme s naprostým nedostatkem parkovacích ploch v jedné úrovni. Přistupujeme proto k výstavbě mimoúrovňových parkovišť, která jsou v podstatě přechodem ke garážím. Garáže jsou zastřešené prostory určené k dlouhodobému parkování, případně odstavení vozidel. Mohou být řešeny jako jednotlivé, určené pro jedno vozidlo. Umísťují se v okrajových částech města v předzahrádkách rodinné zástavby. Garáže řadové se budují v okrajových čtvrtích města nebo v oblastech s polootevřenou zástavbou. Jsou to vlastně sdružené garáže jednotlivé a umísťují se do zelených ploch mezi sousední domy, do proluk mezi domy a do dvorů. Ve čtvrtích s polootevřeným zastavěním se navrhuje garáže hromadné. Jsou řešeny jako objekty halové, v nichž jednotlivá stání nejsou dělena na boxy. Mají krytou jízdní dráhu. Mohou být stavěny jako zcela nebo částečně uzavřené haly. V obytných čtvrtích s uzavřeným víceetážovým zastavěním a v centru města se budují garáže poschodové. Mohou být řešeny jako podzemní využívající možnosti vestavění do sklepů, pod ulicemi, dvory nebo parky. Jsou určeny pro větší počet osobních automobilů. Přirozeného sklonu terénu využívají

garáže svahové s vjezdem z různých výškových úrovní. Samostatné objekty jsou budovány pro garáže nadzemní, které mají více etáží a počet stání přesahuje i tisíc vozidel. Příjezd do jednotlivých úrovní může být přímými, obvodovými, lomenými, zakřivenými rampami jedno nebo dvoupruhými, případně doprava vozidel na jednotlivé stání v různých patrech může být řešena výtahy, jak tomu je u autosil. V zahraničí se setkáváme se záchytnými garážemi, umístěnými na okraji města u hlavních příjezdných komunikací. Jejich hlavním úkolem je soustředit vnější dopravu v záchytných zónách a tím zabránit dalšímu zvýšení intenzity dopravy na městských komunikacích a přetěžování vnitroměstských parkovišť. Záchytné garáže musí být situovány v blízkosti stanic výkonné MHD.

6. Letecká doprava

Druhým nejmladším druhem dopravy je doprava letecká. Její prostředky - letadla a její přístavy - letiště s rozsáhlým technickým zařízením procházejí doposud obdobím mnohem prudšího vývoje než je tomu u ostatních doprav, jako např. u železniční, silniční a vodní, které jsou již vývojově ustálenější a mohou čerpat zkušenosti ze stoleté, ba i tisícileté doby své existence.

Důkladné seznámení se s vlastnostmi a požadavky letecké dopravy je záležitostí velmi nesnadnou. Jednotlivé složky letecké dopravy zasahují do mnoha oborů vzájemně zcela nesouvisejících, jako jsou ku příkladu aerodynamika, termodynamika, elektro a radiotechnika, meteorologie, klimatologie, fyziologie, právní vědy apod., jejichž požadavky je nutno vzájemně koordinovat.

6.1. Význam letecké dopravy

Je třeba poznamenat, že význam letecké dopravy nespočívá v jejím objemu, nýbrž v její rychlosti. Doprava pošty, spěšných zásilek a hlavně osob značně urychluje hospodářský život státu. Umožňuje lepší využití pracovní doby cestujících při služebních cestách, urychluje přesun zboží podléhajícího rychlé zkáze na velké vzdálenosti, kam by se normálními dopravními prostředky toto zboží nemohlo dostat (ryby, lesní plodiny, květiny apod.), přepravuje živé tvory nesnášející dlouhý transport (malá kuřátka, rybí násady, živé ryby a mořské živočichy, divoká zvířata apod.). Letecká doprava tvoří tedy jakýsi doplněk pozemním dopravám v odvětvích, ve kterých by se stejně uplatnit nemohly.

Další výhodou je i ta okolnost, že při jejím budování není třeba žádných investic do výstavby jejích tratí, ani na jejich udržování či obnovu (s výjimkou zabezpečení letového prostoru). Trať lze libovolně měnit i prodlužovat, pouze v závislosti na doletu konkrétního typu letadla. Náklady na zabezpečovací službu traťovou jsou poměrně malé ve srovnání s náklady na ostatní druhy dopravy.

Letecká doprava má i kulturní význam, umožňuje a značně urychluje výměnu kulturních hodnot, ať už je to pořádání výstav, zájezdů divadel, koncertních umělců nebo celých těles. Totéž platí o šíření vědy - sjezdy a kongresy se mohou konat na kterémkoliv místě zeměkoule a mohou se jich zúčastnit vědci z kteréhokoliv státu při poměrně malých časových ztrátách. Politický význam letecké dopravy spočívá v rychlém svolání a konání konferencí vedoucích státníků, které by jinak bylo neuskutečnitelné a které často mohou zabránit větším nedorozuměním, případně i konfliktům. Rychlý přísun lékařů a léčiv do oblastí zachvácených nebo ohrožených epidemiemi, rychlé přesuny nemocného do nemocnice, příp. lékaře k nemocnému by bez letecké dopravy taktéž nebyly možné; má tedy letecká doprava i zdravotní význam. Letecká doprava má i sociální význam. Rychlou přepravou rekreatantů i ke vzdáleným mořským lázním se vlastně jejich pobyt prodlužuje. Totéž platí i o zájezdech sportovců, kterým umožňuje v několika málo dnech absolvovat soutěže v různých místech někdy i stovky kilometrů od sebe vzdálených. V rychlém přesunu záchranných čet a prostředků na místa postižená přírodními pohromami, v zásobování obcí odříznutých na příklad sněhovými vánicemi, lavinami od okolního světa lze spatřovat bezpečnostní význam letecké dopravy. Taktéž hašení rozsáhlých lesních požárů a řízení těchto prací si dnes bez letecké dopravy nelze představit.

Nemalý je i vojenský význam letecké dopravy v případě vypuknutí válečného konfliktu (rychlejší mobilizace, zásobování předsunutých jednotek, odvoz zraněných z fronty apod.). Bohužel, jak je tomu snad ve všech odvětvích procházejících vývojem i letectví zaznamenalo nejprudší rozmach hlavně v odvětví technické vybavenosti právě na základě vojenských potřeb. Zejména 2. světová válka posunula hranice letectví o velký kus kupředu. Letecký průmysl se dnes snad největší měrou podílí na řešení válečných konfliktů a díky své „efektivitě“ je ve vojenství stále více žádanější a používanější. Těžké bombardéry schopny vynést a shodit tuny bomb jsou v podstatě výsledkem stejného vývoje jako nejmodernější dopravní letouny schopny převážet stovky civilních cestujících či tuny materiálů humanitární pomoci.

6.2. Podmínky rozvoje letecké dopravy

Každý druh dopravy má svoje charakteristické vlastnosti, které určují ekonomickou a politicko-hospodářskou oblast jejich působnosti. Mají však určité styčné hranice, např. pokud jde o vzdálenost a druh dopravovaného substrátu, kdy se vzájemně prolínají. Základní podmínky úspěšného rozvoje letecké dopravy by se daly shrnout do pěti aspektů. Jsou to: rychlost, bezpečnost, ekonomie, pravidelnost a pohodlí.

Rychlost letadla je základní předností letecké dopravy. Dnešní letadla s pístovými motory mají letovou rychlost 400-500 km/h, což je asi 5 krát rychlejší než železniční rychlík a 10-15 krát rychlejší než rychloplavební námořní loď. Letadla s pístovými motory jsou dnes v letecké dopravě na ústupu a jsou nahrazována letadly turbovtulovými nebo proudovými o značně větších rychlostech (kolem 1000 km/h). Pro vysoké ekonomické náklady už dnes nejsou v provozu letadla s vyššími rychlostmi kolem 2000 km/h (Concorde cca 2400 km/h). Vlastní cestovní rychlost však oproti rychlostem shora uvedeným je menší, a to z toho důvodu, že je nutno cestující dopravit ze středu města na letiště a po příletu z letiště do středu města, čímž se doba přepravy prodlouží. Podstatně ovlivní pozemní doprava délku přepravy na kratších linkách, naopak u dlouhých mezikontinentálních letů doba strávená v pozemním dopravním prostředku nebude podstatná.

Není třeba se obšírně zmiňovat o důležitosti bezpečnosti letecké dopravy. Získání důvěry cestujících je přímo podmíněno nutností dosažení nejvyšší bezpečnosti. Veřejnost reaguje velmi citlivě, zejména v dopravě na kratší vzdálenosti na každou leteckou nehodu, po níž okamžitě klesá poptávka po cestování letadlem, i když jde o dočasný jev. Podle statistik Mezinárodní organizace civilního letectví ICAO (International Civil Aviation Organization) je však stále letecká doprava jednou s nejmenším počtem smrtelných úrazů na osobokilometr. Všechny letecké nehody jsou velmi podrobně vyšetřovány, jak tomu snad není u žádné jiné dopravy. Na podrobném zjištění příčiny letecké nehody má zájem nejen veřejnost, ale i letecká společnost, konstruktéři letadla, motorů a zařízení, letecká zabezpečovací služba a všechny ostatní zúčastněné složky.

Ekonomie letecké dopravy závisí na celé řadě faktorů, jako např. vzdálenost, výška letu, poměrné využití placeného zatížení, určené provozní využití, údržba a životnost letadel a pod. Letecká doprava nemůže soutěžit s dopravou hromadného zboží po železnici. Uplatňuje se pouze pro dopravu zboží choulostivého, drahého, ale poměrně váhově lehkého a všude tam, kde význam

rychlosti doručení kryje vyšší dopravní náklady letadlem. Obdobný nepříznivý poměr pro dopravu hromadného substrátu vykazují letecká doprava ve srovnání s dopravou silniční či vodní. Ve všech zemích na světě se letecká doprava rozvíjí hlavně jako doprava osobní. Porovnáním ekonomických ukazatelů v dopravě osob leteckou dopravou tato již disproporce neukazuje. Započteme-li do zhodnocení cenu uspořené času při cestě letadlem, je dokonce letecká doprava ekonomicky výhodnější.

Dodržení pravidelnosti letecké dopravy je velmi důležitou podmínkou jejího úspěšného rozvoje. Všechna zpoždění oproti letovému řádu nebo dokonce odložení letu zvláště v osobní dopravě ji velmi nepříznivě ovlivňuje. Způsobuje cestujícím časové ztráty a podlamuje jejich důvěru v cestování letadlem. V této podmínce zůstává letecká doprava pozadu oproti dopravě železniční. Hlavní podmínkou nepravidelnosti letecké dopravy jsou nepříznivé povětrnostní podmínky. Pravidelnost letecké dopravy v současné době je asi 95-98 %, při čemž vývoj zabezpečovacích a naváděcích zařízení se stále zdokonaluje. Pravidelnost letecké dopravy bývá narušena nejčastěji v podzimních a jarních měsících špatnou dohledností způsobenou mlhami či vánicemi, někdy větry mimořádných rychlostí. Pravidelnost je také ovlivněna tím, že obě letiště - výchozí a cílové - musí mít vhodné podmínky pro vzlet a přistávání letadel.

Podmínka pohodlí letecké dopravy je její značnou předností. Klimatizované a přetlakové kabiny moderních letadel ochraňují cestující před nepříjemnými vlivy letu ve velkých výškách. Vlivem rychlosti letadla je doba strávená v dopravním prostředku poměrně malá. Vzhledem k výškám, ve kterých dnešní letadla létají (kolem 10.000 m) je let naprosto klidný. Ani hluk v izolované kabině dnešních letadel podstatně neznepríjemňuje cestování. Na delších tratích je postaráno o občerstvení a všeobecné pohodlí cestujících. Cestující má volbu několika tarifních tříd podle svých nároků a finančních možností. Některá letadla na delších tratích mají na palubě také lůžka za zvláštní poplatek.

6.3. Letadla

Leteckým dopravním prostředkem jsou letadla. Funkce, konstrukce a vlastnosti letadel mají rozhodující vliv na uspořádání a vybavení letových cest a letišť.

6.3.1. Rozdělení letadel

Letadla se dělí na dvě základní skupiny:

- letadla lehčí vzduchu (aerostaty)
- letadla těžší vzduchu (aerodiny)

Do skupiny letadel lehčích vzduchu počítáme balóny a vzducholodě, které dnes nemají praktického významu v letecké dopravě. Výjimkou je zde přeprava nadměrně těžkých a objemných předmětů, kde se svět opět s vděkem vrací k vzducholodím. Letadla těžší vzduchu se dělí na bezmotorová a motorová, při čemž motorová letadla mohou být s pevnými nebo pohyblivými nosnými plochami. Pro leteckou dopravu mají hlavní význam letadla motorová s pevnými nosnými plochami, i když letadla s pohyblivými nosnými plochami (vrtulníky) jsou používány v letecké dopravě na kratší vzdálenosti. Podle toho, zda letadla přistávají na zemi či

na vodě rozeznáváme letadla pozemní, vodní, případně obojíživelná přizpůsobené přistávání na zemi i na vodě.

6.3.2. Pohonné jednotky letadel

Motorová letadla lze dále členit podle druhu hnacího stroje, a to na letadla vrtulová s pístovými motory a na letadla tryskové, která jsou buď proudová, náporová nebo raketová.

Letadla vrtulová s pístovými motory jsou klasickým typem, tedy víceválcový čtyřdobý výbušný motor pohání vrtuli o dvou či více listech. Podle úhlu náběhu těchto listů se pak vyvozuje větší či menší tah, který umožňuje dopředný pohyb letadla. Negativního náběhu listů vrtule lze pak použít k brzdění dopředného pohybu při přistáních.

U proudových motorů je použito k vyvození tažné síly proudového motoru s kompresorem, kde zplodiny hoření paliva a vzduchu vycházejí ze spalovací komory odevzdávají částečně energii plynové turbíně a částečně expandují ve výtokové trysce, kde nastává přeměna tepelné a tlakové energie na kinetickou energii vytékajících plynů, jejichž reakcí se vyvozuje potřebná tažná síla.

Jestliže turbína pohání vrtuli, dostáváme pohonnou jednotku turbovrtulovou. U turbovrtulových motorů se vrtulí dosahuje mnohem větší tažná síly již při malých rychlostech letu než u motorů proudových. Vrtule zaručuje velký tah zvláště při startu a při malých rychlostech letu, kdežto proud výtokových plynů zvyšuje tah při velkých rychlostech, takže koncepce turbovrtulové pohonné jednotky umožňuje dobré ekonomické využití v širokém rozmezí rychlostí.

Zvláštní skupinu tvoří náporové a raketové pohonné jednotky, v civilním letectví jen ojediněle používaná pro zkrácení délky vzletu nebo přistání.

6.3.3. Letadla těžší vzduchu

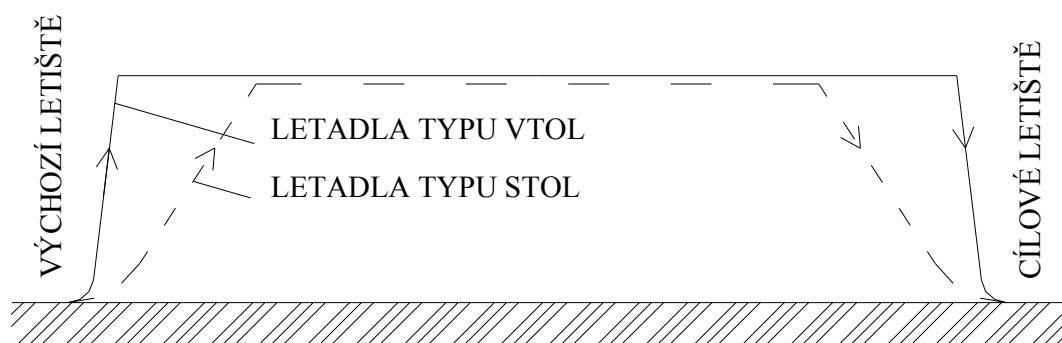
V letecká dopravě stále ještě převážnou část letadlového parku tvoří a budou tvořit letadla těžší vzduchu s pevnými nosnými plochami. Letadlo a pevnými nosnými plochami má základní závažnou vlastnost. Musí se pohybovat vždy určitou rychlostí, aby při vhodném náběhu křidel vznikl dostatečný vztlak a letadlo se udrželo ve vzduchu.

Pro letadla se udávají vždy čtyři hlavní stupně rychlosti, a to:

- rychlost minimální je nejmenší rychlost za vodorovného letu za bezvětří, kdy na ně působí ještě dostatečný vztlak potřebný pro vznášení se ve vzduchu,
- rychlost vzletová a přistávací je zvětšená rychlost minimální o 15 - 25 %. Tato rychlost je důležitá z hlediska výstavby letiště, jelikož je základem pro stanovení délky vzletové a přistávací dráhy,
- maximální rychlost je největší rychlost, kterou letadlo může vyvinout ve vodorovném letu za bezvětří na plný výkon všech motorů,
- cestovní rychlost (také letová rychlost) je rychlost, kterou letadlo obvykle letí. Bývá u menších letadel o 10 - 15% nižší než je rychlost maximální, u větších letadel je procento ještě vyšší.

6.3.4. Letadla typu STOL a VTOL

Zvláštní skupina letadel tvoří letadla se strmým vzletem a přistáním (STOL) a letadla s kolmým vzletem a přistáním (VTOL). Letadlo typu STOL se vyznačuje tím, že úpravou motorů či proudu vzduchu od motorů lze dosáhnout rychleji potřebného vztlaku pro vznášení a tím zkrátit délku vzletu či přistání. Používá se k tomu výklopných klapek umístěných za motory, dmychadel v křídlech letadla apod. Letadlo typu VTOL může být buď s pohyblivými křídly, jak je dnes známe pod názvem vrtulník nebo helikoptéra a nebo vyvíjené typy letadel, kdy odklápěním gondol motorů, či celých křídél se dosahuje v první fázi letu svislého, překlopením hnacích jednotek do vodorovné polohy pak letu vodorovného na trati. Tento typ letadla zatím také do pravidelné letecké dopravy nezasáhl. Schéma letu je na obr.6-1.



Obr. 6-1 Srovnání vzletu a přistání STOL a VTOL.

6.4. Délka dráhy pro vzlet a přistání

Pro návrhy délek upravených ploch nebo drah na zemi je důležité znát délku rozjezdu letadel, t.j. délku, kterou letadlo musí projet od zahájení vzletu až k místu posledního doteku země, kdy již nabude takové rychlosti a vztlaku, aby se mohlo vznášet ve vzduchu a dále stoupat. Obdobně platí, že délka dojezdu je délka dráhy, kterou letadlo při přistávání projede od prvního doteku až do úplného zastavení. Je jasné, že letadlo potřebuje tím větší délky upravené plochy pro vzlet nebo přistání, čím má větší vzletovou nebo přistávací rychlost.

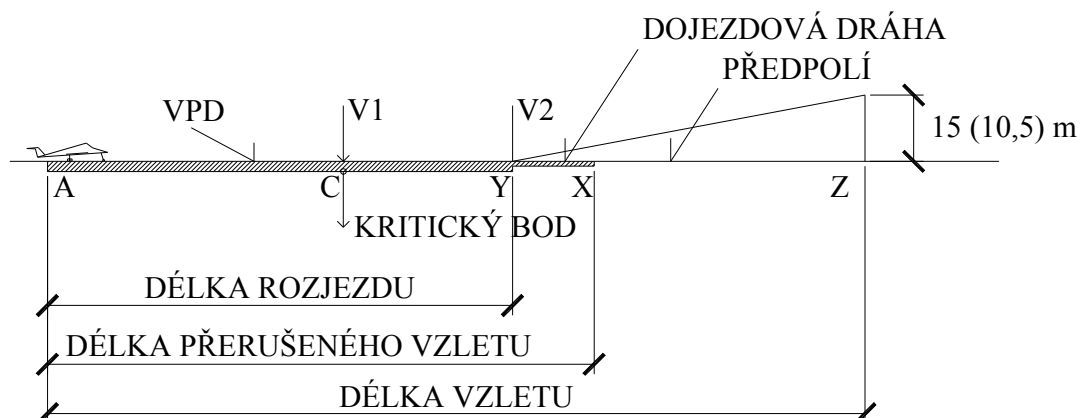
Nestačilo by ovšem upravit letištní plochu jen na délku rozjezdu nebo dojezdu potřebnou pro největší hodnoty onoho typu letadla, které bude uvažované letiště používat, nýbrž je nutno přidat k těmto délkám značnou rezervu z důvodů bezpečnostních.

Při rozboru vzletu letadla, jehož průběh je schematicky nakreslen na obr. 6-2 je v první řadě třeba se seznámit s některými dalšími pojmy plynoucími z charakteristiky letadel.

- bezpečnostní rychlost vzletová (V_2) je nejnižší rychlost, kterou může letadlo bezpečně stoupat při výkonu vzletu s jedním zastaveným motorem.
- kritická rychlost (V_1) je vhodně volená rychlost, za které se předpokládá, že se náhle zastaví jedna z hnacích jednotek letadla důležitá pro výkon letadla. Nastane-li porucha dříve, než je dosaženo kritické rychlosti, má pilot letadlo zastavit. Nastane-li porucha později již při vyšší rychlosti, pilot nemá zastavit, nýbrž má pokračovat ve startu s jedním zastaveným motorem. Toto pravidlo platí samozřejmě pro

letadla se dvěma nebo více motory. Kritická rychlost se volí menší, nanejvýše rovná bezpečnostní rychlosti vzletové a má být vyšší než-li nejnižší rychlost, při které může být letadlo ještě ovládáno na zemi nebo nízko nad zemí v případě zastavení kteréhokoliv nejkritičtějšího motoru. Každý typ letadla má tyto rychlosti přesně zjištěny.

Detailní prozkoumání postupu při vzletu vede k rozlišování tří vzdáleností: podle schematického znázornění vzletu (obr. 6-2) stojí letadlo na začátku VPD v bodě A, pilot otvírá plyn, letadlo zrychluje pohyb a dosahuje kritické rychlosti V_1 v bodě C. Předpokládá se, že v tomto okamžiku nastane náhlé zastavení jednoho motoru.



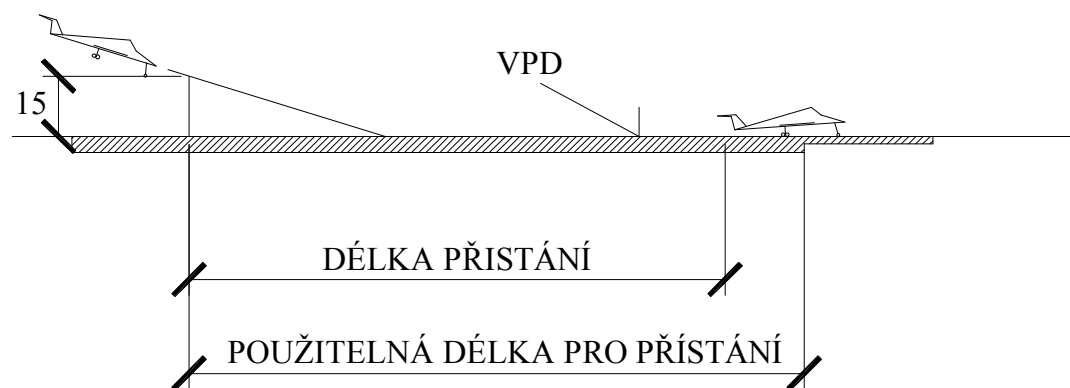
Obr. 6-2 Průběh vzletu letadla.

Pilot pak může:

- zastavit též chod ostatních motorů a brzdit, až uvede letadlo do úplného zastavení v bodě X. Vzdálenost AX je pak délkou přerušového vzletu
- nebo pokračovat ve zrychlování rozjezdu letadla se zbývajícím motorem nebo motory v chodu až dosáhne bezpečnostní rychlosti vzletové v bodě Y a v tomto bodě se vznést.

Vzdálenost AZ, ve které dosáhne dvoumotorové letadlo výšky 10,5 m nebo čtyřmotorové letadlo výšky 15 m nad zemí se nazývá délkou vzletu. Část AY se nazývá vzletovou drahou, část YX, která bývá jen v mimořádných případech pojížděná a může být proto úsporněji dimenzovaná, se nazývá dojezdovou dráhou a část XZ, která bývá vždy jen přelétávána v malé výšce nad zemí a bývá proto vždy jen travnatá, se nazývá předpolím.

Při přistávání letadla (obr. 6-3) se předpokládá, že klesající letadlo se vznáší nad začátkem upravené přistávací plochy ještě ve výšce 15 m, takže k prvnímu doteku se zemí dojde až v určité vzdálenosti od začátku VPD a pak teprve nastane dojezd po zemi až do zastavení letadla. Délka dráhy potřebná pro přistání letadla z výšky 15 m až do zastavení se nazývá délkou přistání. Tato délka činí podle předpisů 60 % délky celkové přistávací dráhy, čili dalších 40 % délky se přidává jako bezpečnostní rezerva.



Obr. 6-3 Průběh přistání letadla.

Pro stanovení potřebné, upravené délky VPD se uvažuje kritický typ letadla, které bude letiště používat, t.j. letadla s největšími nároky na délku drah. Tím poskytuje letiště ještě další bezpečnostní rezervy všem ostatním letadlům s nižšími požadavky.

6.4.1. Vliv rychlosti a směru větru na pohyby letadel

Vítr má značný vliv na směr a rychlost letícího letadla a na směr a délku vzletu a přistání. Výsledná rychlost letadla za větru se rovná algebraickému součtu rychlosti letadla za bezvětří a složky rychlosti letadla ve směru letu. Letí-li letadlo šikmo na směr větru, přičítá nebo odečítá se složka rychlosti větru do směru letu, kdežto kolmá složka snáší letadlo z jeho letové trati a letadlo musí letět natočené do směru výslednice vlastní rychlosti a kolmé složky panujícího větru.

Směr a síla přízemního větru má rovněž rozhodující vliv na počet a směrové situování vzletových a přistávacích drah nebo pásů pro vzlety a přistávání letadel.

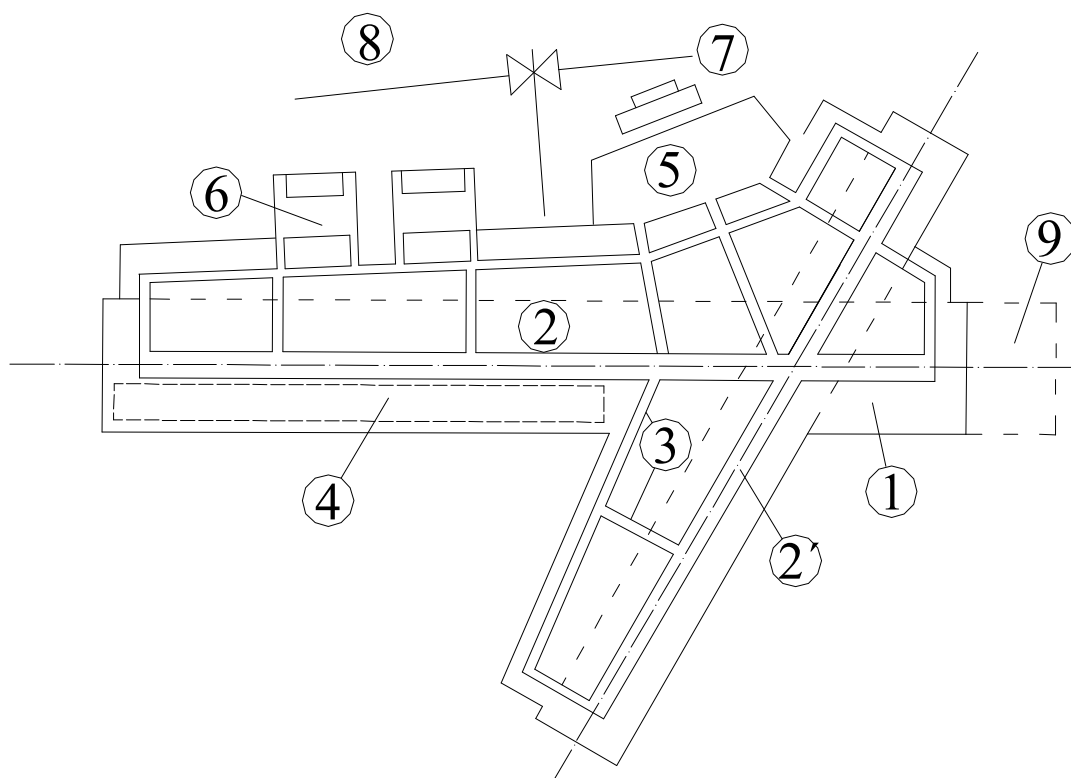
Vítr vanoucí proti směru vzletu a přistání letadla zkracuje délku rozjezdu a dojezdu letadla na zemi, poněvadž tyto úkony jsou prováděny menší absolutní rychlostí oproti zemi. Nepříznivě by působil souhlasný směr větru se směrem vzletu, který by musel být prováděn vyšší rychlostí, aby byla docílena nutná bezpečnostní rychlost vzletová oproti vzdušnému prostředí. Totéž by se projevilo i při přistání, které by se dělo též vyšší rychlostí.

Z toho plyne důležitá zásada, že letadlo musí vždy vzlétat a přistávat proti směru větru. Na novodobých letištích nejsou již souvisle upraveny plochy ve všech směrech vyskytujících se větrů a je proto důležité znát, jak velikou kolmou složku větru ke směru vzletu nebo přistání lze připustit, aby letadlu nehrozilo vyvrácení podvozku nebo překocení. Všeobecně platí, že letadla lehká a pomalá jsou citlivější na boční vítr než letadla těžká a rychlejší. Tak např. malá sportovní letadla mají dovolenou kolmou složku větru ke směru vzletu a přistání jen 10-15 km/h a celkovou rychlost větru do 40 km/h, při kterých jsou ještě dovoleny vzlety těchto letadel, kdežto těžká dopravní letadla nejvyšší kategorie snesou kolmou složku větru při vzletu a přistání 30-40 km/h a maximální rychlost větru až 110 km/h.

Z dovolených hodnot odchylek směru větru od směrů vzletů a přistání letadel a ze zjištěného výskytu větrů v území letiště je možno stanovit potřebný počet a směry vzletových a přistávacích pásů a drah, aby letiště bylo stále schopno provozu. Poněvadž, jak plyne ze zkušenosti, nikde nebývají směry a rychlosti větrů rovnoměrně rozloženy, nýbrž vždy z různých vlivů vítr nad územím v některých směrech převládá a v jiných bývá potlačen, postačí obvykle u dopravních letišť nejvýše 3 směry vzletových a přistávacích drah, aby provoz za kteréhokoliv směru panujícího větru byl bezpečně zajištěn, vyjma případy mimořádných rychlostí větrů.

6.5. Letiště

Pozemními přístavy v letecké dopravě jsou letiště. Je třeba se v prvé řadě seznámit s názvoslovím ve výstavbě letišť běžně používaným. Přesný výklad pojmů je zakotven v předpisu L-14. Zmiňme se jen o těch nejdůležitějších, kterých bude v dalším textu používáno.



Obr. 6-4 Letištní názvosloví.

6.5.1. Letištní názvosloví

1. Vzletový a přistávací pás je obdélníková část provozní plochy letiště, která je upravena tak, aby poskytovala přechod mezi zpevněnou vzletovou a přistávací dráhou a přilehlým povrchem území a chrání letadlo při jeho vybočení ze zpevněné vzletové a přistávací dráhy. Jeho povrch je zatravněný.

2. Vzletová a přistávací dráha (VPD), je provozní plocha letiště určená pro vzlety a přistání letadel. Její povrch je opatřen těžkou cemento-betonovou nebo živičnou vozovkou. V převážném směru větru se umísťuje hlavní VPD (2), do dalších směrů pak vedlejší VPD (2'), kterých může být i několik.

3. Pojezdová dráha (PD) je zvlášť upravená a vybavená část provozní plochy určená pro pojíždění letadel na vzlet nebo po přistání. Povrch je zpevněn těžkou vozovkou.

4. Pás pro nouzová přistání. Každé dopravní letiště je vybaveno travnatým pásem pro nouzová přistání se zataženým podvozkem.

5. Odbavovací plocha. Nástup a výstup cestujících z letadel, ošetření letadel během mezipřistání, zásobování letadel leteckými pohonnými látkami (LPH), nakládání a vykládání zavazadel, nákladů a pošty se děje na odbavovací plošině, která se umísťuje do těžiště pohybů letadel a navazuje na odbavovací budovu.

6. Provozní plochy. Před hangáry bývají umístěny zpevněné provozní plochy, které slouží pro odstavení letadel při menších opravách, zatímco větší opravy se dnes provádějí převážně v hangárech.

7. Veřejná část zastavovacího prostoru (ZP). Zastavovací prostor je soubor objektů, které slouží provozu letiště a ve většině případů je členěn do části veřejně přístupné, kde dominujícím objektem je odbavovací budova sloužící k odbavení cestujících před odletem nebo po přiletu.

8. Dílenská část zastavovacího prostoru má charakter průmyslového závodu. Hlavními objekty jsou zde hangáry, na které navazují dílenské objekty a objekty potřebné pro letecký provoz.

9. Předpolí. Pro zajištění bezpečnosti letadel při vzletech budujeme v prodloužení vzletového a přistávacího pásu předpolí, což je travnatá upravená plocha, nad kterou letadlo provádí část počátečního stoupání. Uvedené součásti letiště jsou ve schématu nakresleny a popsány na obr.6-4 viz výše.

Přistávání za zhoršené viditelnosti a v noci vyžaduje složitější přístrojové vybavení jednak pozemního, jednak na palubě letadla. Proto VPD v těchto podmínkách nejčastěji používaná, z příletového konce se těmito přístroji vybavuje a je v souboru drah označována jako přístrojová VPD. Vzhledem k tomu, že každé budované letiště je situováno v jiné nadmořské výšce a jiných klimatických podmínkách, což je třeba v předpisu pro budování letišť zohlednit, udávají se všechny hodnoty týkající se délek VPD, délek vzletu, přistání apod. v tzv. standardní atmosféře. Tato předpokládá, že vzduch je dokonale suchý plyn, atmosférický tlak na hladině moře $P_0=1\,013\,250 \cdot 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$, teplota na úrovni moře $T_0=288,15^\circ\text{K}$ (15°C), měrná hmotnost vzduchu na hladině moře $\rho=1,225 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ předpokládá se vodorovný povrch VPD a bezvětří.

6.5.2. Předpisy pro výstavbu letišť

Ministerstvo dopravy vydává v souladu s mezinárodními předpisy ICAO předpis L 14 LETIŠTĚ, kterými se řídí veškerá projekční činnost, stanovení ochranných pásem, vybavení letiště a označení překážek. Předpis je závazný pro veškeré novostavby a rekonstrukce letišť na území ČR.

Letiště jsou podle základní délky VPD rozděleny do skupin, které jsou označeny kódovými písmeny A – E. Na tato kódová písmena jsou vztaženy i ostatní předpisy např. šířky a sklony VPD, PD, ale také ochranná pásma letišť. Základní délka VPD vytváří předpoklad k zařazení do kódového písmene tak, jak ukazuje tab.6-1.

Kódové písmeno	Základní délka VPD ($l_{z, VPD}$)	Šířka VPD	Maximální podélný sklon v krajních čtvrtinách (ve střední části)	Maximální příčný sklon	Minimální šířka vzletových a přistávacích pásů*	Minimální šířky PD	Maximální sklon PD
	[m]	[m]	[%]	[%]	[m]	[m]	[%]
A	$l_{z, VPD} \geq 2\ 100$	45	0,8 (1,25)	1,5	150	23	1,5
B	$1500 \leq l_{z, VPD} < 2\ 100$	45	0,8 (1,25)	1,5	150	23	1,5
C	$900 \leq l_{z, VPD} < 1\ 500$	30	1,5 (1,5)	1,5	150	15	3,0
D	$750 \leq l_{z, VPD} < 900$	23	2,0 (2,0)	2,0	80	10	3,0
E	$600 \leq l_{z, VPD} < 750$	18	2,0 (2,0)	2,0	60	7,5	3,0

Pozn.: *platí pro nepřístrojové VPD. Pro přístrojové VPD je minimální šířka 300 m.

Tab. 6-1 Parametry letišť s příslušným kódovým číslem.

Skutečná délka VPD se od základní délky liší tím, že k základní délce jsou připočítány prodlužovací koeficienty na nadmořskou výšku, teplotu a podélný sklon. Předpis [1] specifikuje prodloužení základní délky z rozdílu nadmořské výšky jako 7% délky na každých 300 m nadmořské výšky. Takto zvětšená základní délka se dále prodlužuje s ohledem na rozdíl vztažné teploty a skutečné průměrné teploty nejteplejšího měsíce, kde pro každý °C se prodlužuje VPD o další 1 %. Přidavná délka z podélného sklonu vychází z průměrného sklonu VPD a prodloužení je na každé 1% sklonu 10% délky.

Šířka VPD je odstupňována podle důležitosti a předpis stanoví její nejmenší šířku u A,B na 45 m, C na 30m , D na 23 m a E 18 m.

Podélné sklony jsou omezeny maximální hodnotou s rozlišením v krajních čtvrtinách VPD písmene A, B na 0,8%, jinak ve střední části na 1,25 %. U ostatních VPD platí omezení sklonů jednotně na celou délku VPD a to 1,5 % u písmena C a 2,0 % u písmene D a E .

Příčné sklony musí být takové, aby zaručovaly dostatečně rychlý odtok vody, nesmí však přestoupit hodnotu 1,5 % u písmene A, B nebo C a 2,0% u D a E.

Vzletová a přistávací pásy mají osu totožnou s osou VPD a u přístrojové dráhy mají šířku nejméně 300 m, u nepřístrojových VPD u kódového písmene A, B nebo C 150 m, 80 m u D a 60 m u E. Sklony mají být přizpůsobeny sklonům na VPD.

Šířky PD nesmí být menší než 23 m u písmene A a B, 15 m u C, 10 m u D a 7,5 m u písmene E . Sklony na PD mají být pokud možno co nejmenší, musí zaručovat dostatečný odtok vody a nesmí přesáhnout v podélném směru 1,5 % u písmene A nebo B , u ostatních 3%. Obdobně je stanovena také horní hranice sklonu příčného a to 1,5 % u A, B nebo C a 2 % u D a E.

6.6. Ochranná pásma dopravních letišť

Pro každé dopravní letiště jsou stanovena ochranná pásma daná překážkovými rovinami a plochami. Překážkové roviny a plochy stanoví předpis L14 a podle stupně důležitosti a tím i ochrany je lze řadit následovně:

- překážková rovina přibližovacího prostoru slouží k ochraně letadel při klesání na přistání ať již vizuálnímu nebo přístrojovému,
- překážková rovina vzletového prostoru ochraňuje pohyby letadel v první fázi vzletu a stoupání,

Legenda		Označení	Jednotka	Přístr.		Hlavní		Ostatní VPD				
				ABC	ABC	A	B	C	D	E		
Překážková rovina	Přistávací	Šířka počáteční	A	m	300	-	150	150	150	80	60	
		Odklon	B	%	15	-	10	10	10	10	10	
		Délka	D	m	15000	-	3000	3000	3000	2500	2500	
		Sklon	E	m/m	1:50	-	1:40	1:40	1:30	1:25	1:20	
		Sklon	E*	m/m	1:40	-	-	-	-	-	-	
		Předpolí	F	m	60	60	60	60	60	30	30	
	Vzletová	Šířka poč.	A'	m	-	180	180	180	180	80	60	
		Odklon	B'	%	-	12,5	12,5	12,5	12,5	10	10	
		Šířka koncová	C'	m	-	1200	1200	1200	1200	580	380	
		Délka	D'	m	-	15000	12000	12000	12000	2500	1600	
		Délka počáteční	D*	m	-	4100	4100	4100	4100	2500	1600	
		Sklon	E'	m/m	-	1:50	1:40	1:40	1:40	1:25	1:20	
		Předpolí	F'	m	60	60	60	60	60	30	30	
		Relativní výška	G	m	145	120	145	120	145	145	120	100
Vodorovná přek. rovina	H	m	4000	4000	4000	4000	4000	4000	2500	2000		
Sklon přech. roviny	K	m/m	1:7	1:7	1:7	1:7	1:7	1:7	1:5	1:5		

Tab. 6-2 Ochranná pásma letišť.

- přechodová překážková rovina navazuje na vzletový a přistávací pás a obě dříve vyjmenované překážkové roviny a chrání pohyby letadel v příčném směru v prostoru letiště.

Obr. 6-5 Překážkové roviny dopravního letiště.

Dále se na dopravních letištích vytyčují:

- vodorovná překážková rovina zabezpečující pohyby letadel při vyčkávání v letištním prostoru
- kuželová překážková plocha, která skýtá boční ochranu.

U posledně jmenovaných je možno přecházející překážky ponechat po náležitém letecko-provozním posouzení, musí však být opatřeny denním i nočním výstražným značením. Tvary překážkových rovin jsou na obr.6-5 a jejich rozměry v tab.6-2.

6.7. Volba polohy letiště

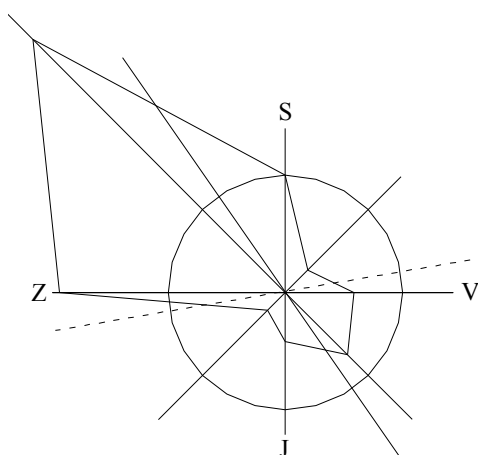
Pro návrh a realizaci výstavby letiště je třeba prozkoumat a zodpovědět tři základní otázky: rozměr, umístění a tvar letiště. Rozhodnutí o rozměru, t.j. o kódovém písmenu letiště a jeho vybavení je otázkou politicko-hospodářského významu a důležitosti výstavby letiště pro uvažované město nebo zájmovou oblast. Je-li toto rozhodnutí po zevrubném ekonomickém rozboru učiněno a stanoven rozsah letiště v konečné fázi vývoje, jsou dány potřebné návrhové prvky uvedené v hlavních rysech předpisy v předcházející části. Na umístění letiště má vliv řada nejrůznějších činitelů. Volba je velmi obtížná a často nebývá jednoznačná. Abychom správně zhodnotili všechny možné varianty, zvážíme tato základní kritéria: územní poměry, vztah letiště k městu, klimatologické podmínky, bezpečnostní činitele, hospodářské činitele.

- Územní poměry. Prostor uvažovaný pro vybudování letiště musí být v souladu s územním plánem. Poněvadž se obvykle budují letiště po etapách, zajistí se potřebná plocha již zpočátku pro konečnou fázi výstavby, aby byla chráněna před zastavěním. Tato okolnost je velmi důležitá v okolí velkých hospodářských středisek, majících ve výhledu značný dynamický růst. Prozkoumá se výšková členitost území, složení základové půdy, průběh hladiny podzemní vody, odtokové poměry a možnost svádění srážkových vod a splašků z letištního prostoru, vodní zdroje, napojení na stávající komunikace, elektrovednou síť a mnoho jiných.
- Vztah letiště k městu. Výstavba letiště poblíž města znamená vždy veliký zásah do území. Malá letiště zabírají plochu asi 10 - 30 ha, střední dopravní letiště asi 100 - 300 ha a velká dopravní letiště u hlavních měst 500 - 1000 ha i více. Zájem letiště být co možno nejbližší k městu, aby se zkrátila doprava cestujících, se kříží se zájmem města, poněvadž velká zabraná plocha letiště a citelná výšková omezení překážek snižují možnost rozvoje města směrem k letišti. Rušivý zásah by byl výraznější, kdyby město leželo výše než letiště. Při volbě polohy letiště je nutno dbát též na to, aby město nebylo příliš obtěžováno hlukem zejména tryskových letadel. Osy vzletových a přiblížovacích prostorů by neměly procházet nad sídlištěm.
- Klimatologické podmínky. Významným činitelem, který ovlivňuje uspořádání a počet přistávacích pásů a drah, je vítr - jeho rychlost a směr výskytu. Je důležité, aby území poskytovalo největší a nejlepší možnosti vyvinutí letiště ve směru převládajících větrů.

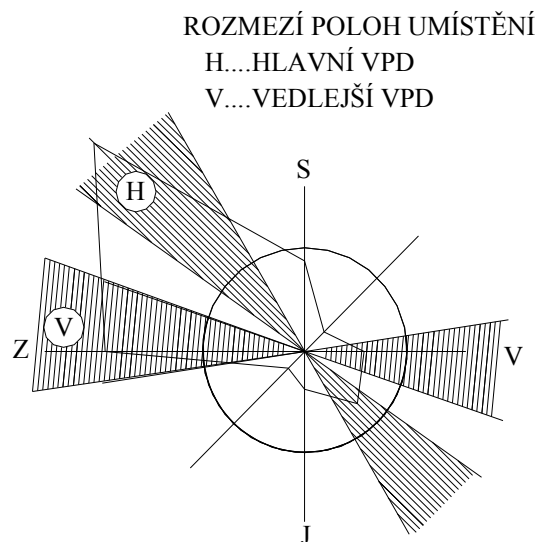
Na hlavní vzletové a přistávací dráze nebo pásu bude provoz nejčastější, poněvadž bude používán nejen za větrů vanoucích v tomto směru, ale též za bezvětří a za větrů všech směrů o malých zanedbatelných rychlostech. Ze zkušenosti vyplynulo, že nejméně 80 % a mnohdy i větší část leteckého provozu se odbývá na vhodně položené hlavní vzletové dráze. Směry a rychlosti větrů se na základě dlouhodobého, nejméně pětiletého pozorování zaznamenávají obvykle v osmi směrech a průměrná početnost rychlostí a směrů větrů se vynášejí tabelárně nebo graficky do větrné růžice (obr.6-6).

Vítr [km/h]	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	Bez	Součet
0-6	3,1	0,6	1,9	1,1	0,6	0,6	2,6	3	10,9	24,4
6-26	6,1	2,2	4,5	5,8	2,7	1,5	12,9	22,7	-	58,4
> 26	1	0,3	0,8	1,3	1,2	0,4	5,8	6,4	-	17,2
Součet	10,2	3,1	7,2	8,2	4,5	2,5	21,3	32,1	10,9	100%

Tab. 6-3 Tabulka pro výpočet směrové růžice.



Obr. 6-6 Větrná růžice.



Obr. 6-7 Umístění VPD s ohledem na vítr.

Ze zobrazené větrná růžice vyplývá, že převládající větry vanou ve směru severo-západním a přibližně do tohoto směru bude umístěna hlavní VPD, do další silné složky větru situujeme vedlejší VPD. Pokud je větrná růžice výrazná ve více než 2 směrech, pak je možno navrhnout i více vedlejších VPD. Posouzení využitelnosti letiště provádíme např. škodovou metodou, která je podrobně popsána ve ŠVEJDOVI [2]. Při zkoumání vhodnosti polohy letiště se zjišťuje též výskyt mlh a zhoršená dohlednost, které ohrožují pravidelnost leteckého provozu. U dopravních letišť se podstatně zvýší pravidelnost letecké dopravy vybavením obvykle hlavní VPD radiovými a světelnými zařízeními pro přistávání podle přístrojů za snížené dohlednosti.

Bezpečnostní činitelé

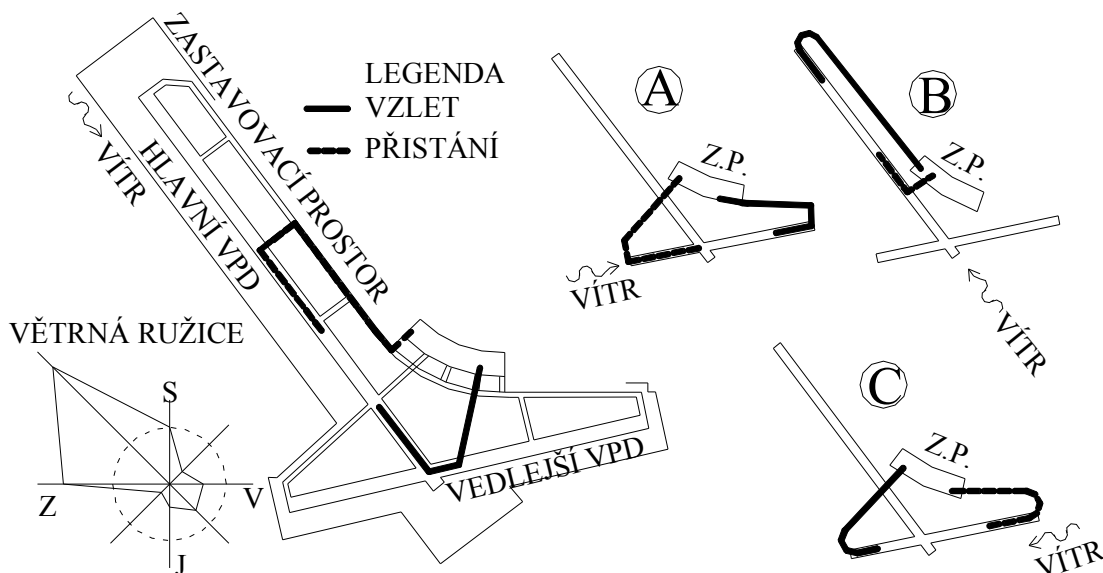
Bezpečnost leteckého provozu na letišti se zajistí odstraněním veškerých překážek, které přecházejí nad omezení překážkovými rovinami nebo plochami popsanými v předcházejícím odstavci nebo umístěním VPD nebo pásů do takových směrů, aby v okolí nebylo překážek. Na úkor bezpečnosti leteckého provozu z tohoto hlediska nelze připouštět výjimky. Je třeba rovněž zjistit blízkost sousedních letišť, aby jejich provozní oblasti se nekřížily.

Hospodářští činitelé

Jsou to investiční náklady a provozní výdaje. Investiční náklady se prokalkulují nejen pro první etapu výstavby letiště, ale též pro konečné stadium vývoje, aby budoucí rozšiřování nevedlo pro nepříznivé poměry k neúměrně vysokým nákladům. Do provozních nákladů patří výdaje spojené se správou a údržbou letiště a s vlastním provozem na letišti, s provozem zabezpečovací služby

a s dopravou cestujících a leteckého zboží z centra města na letiště a naopak. Nevhodně řešený systém VPD a pojezdových drah ve vztahu k odbavovacímu prostoru může zvýšit výdaje spojené s dlouhým neproduktivním pojížděním letadel po letištní ploše. Rovněž tak vzrůstají výdaje na dopravu leteckých cestujících a zboží při příliš velké vzdálenosti od města. Příklad provozního schéma, ve kterém jsou vyjádřeny délky pojíždění při různých směrech větru a poloha zastavovacího prostoru s ohledem na tyto pohyby je na obr.6-8.

Obr. 6-8 Provoz na dopravním letišti.

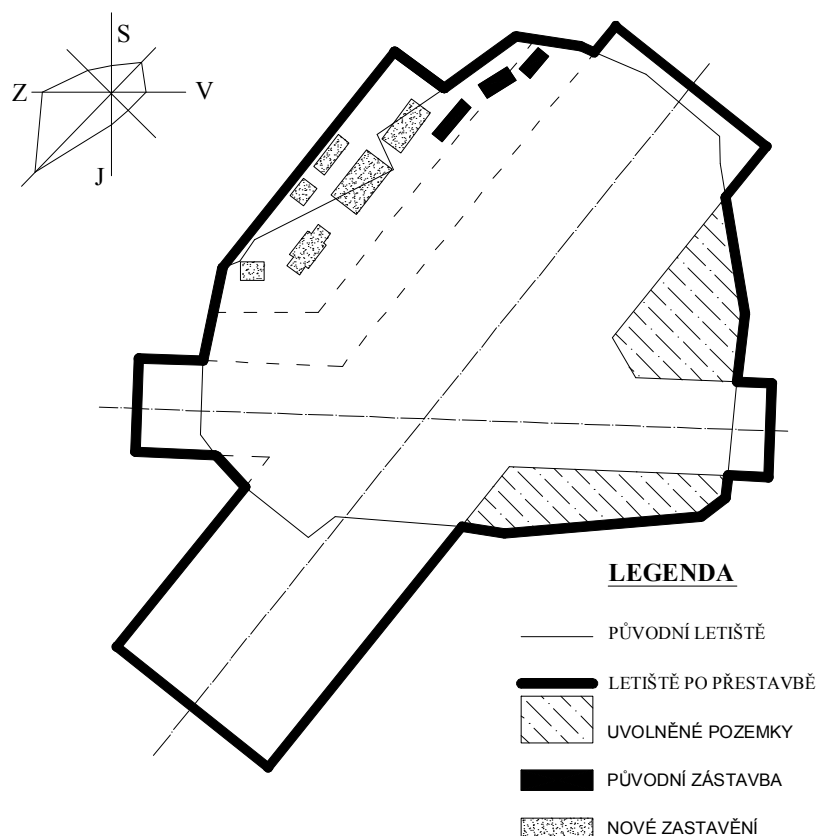


6.7.1. Typy letišť

Různé typy letišť se rozlišují podle počtu a vzájemného uspořádání VPD nebo pásů se vztahem k prostoru určenému pro zastavení letištními objekty sloužícími k odbavování, údržbě a uskladnění letadel.

Původním letišťem z počátků letecké dopravy bylo letiště všesměrové, kde na ploše zatravněného mnohoúhelníka se prováděly vzlety a přistání letadel tak, jak to momentálním povětrnostním podmínkám vyhovovalo (obr.6-9). Tato letiště byla vlastně stavěna pouze na základě citu a zkušeností pilotů a provoz na nich se odbyval vždy proti větru.

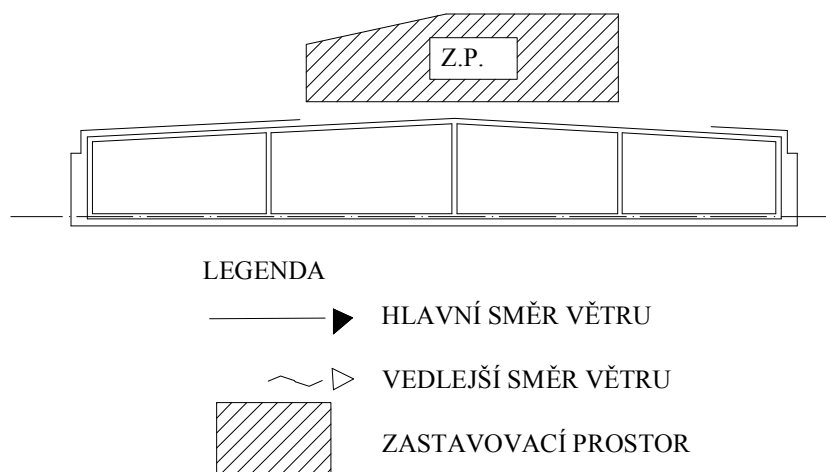
Později bylo vypořádáno, že některých směrů se používá více a některých vůbec ne, přišla těžší letadla, která snesla pohyby na letištní ploše částečně i s bočním větrem a z původního letiště všesměrového byly dále budovány jeden nebo dva hlavní směry a nepoužívaný zbytek plochy byl navrácen zemědělství jak ukazuje obr. 6-9. Později se zjistilo, že travnatý povrch letiště neumožňuje zaručit pravidelnost leteckého provozu a bylo přistoupeno k budování zpevněných VPD, PD a odbavovacích plošin.



Obr. 6-9 Umístění VPD s ohledem na vítr.

Jednopásové letiště

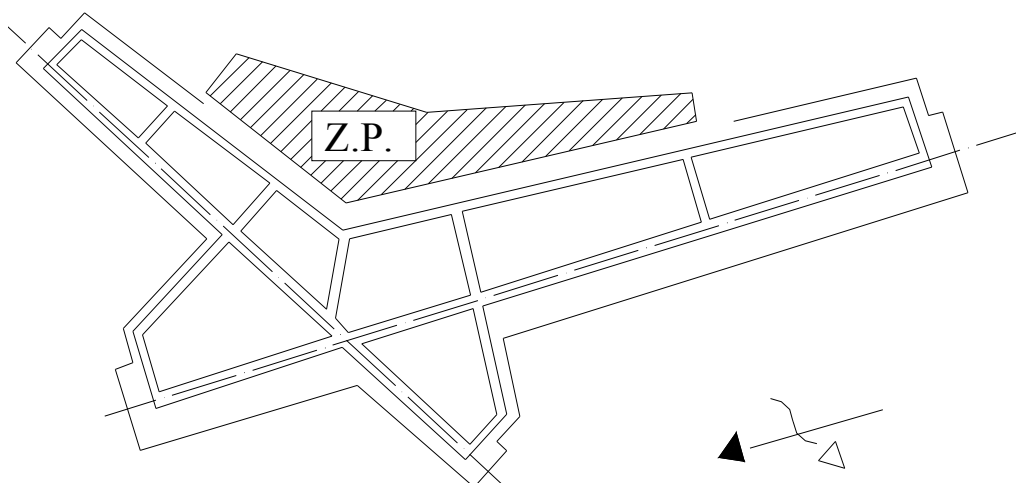
Se vrůstající hmotností letadel a praktickými i teoretickými poznatky o letištním provozu se ustálilo několik základních typů letišť převážně ovlivněných tvarem větrné růžice, hmotou letadel a konfigurací terénu. Nejjednodušším typem je letiště jedno-pásové, které je možno navrhnout všude tam, kde se vyskytují větry vyšších rychlostí v jednom směru, případně ve dvou směrech otočených o 180°. Příklad jednopásového letiště je na obr. 6-10.



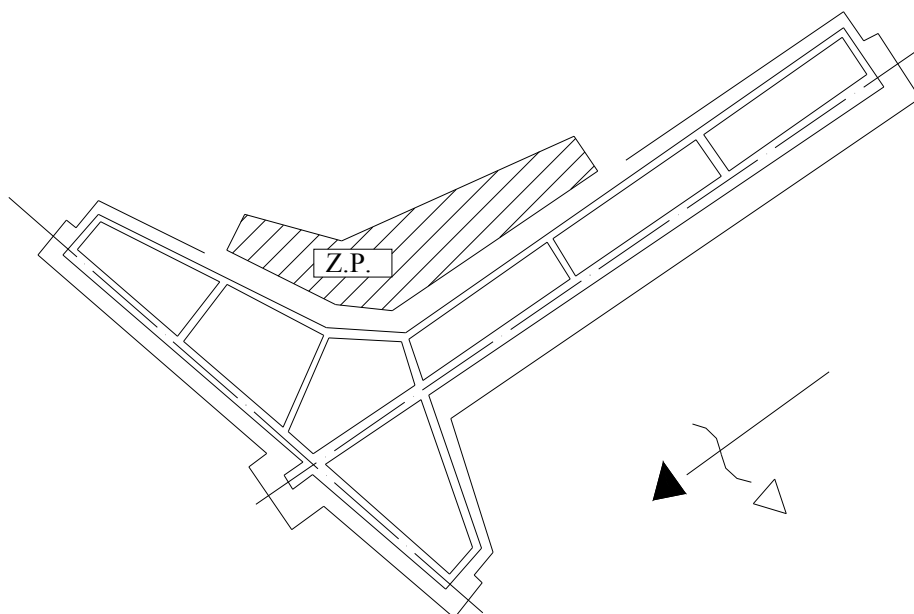
Obr. 6-10 Jednopásové letiště.

Dvoupásové letiště

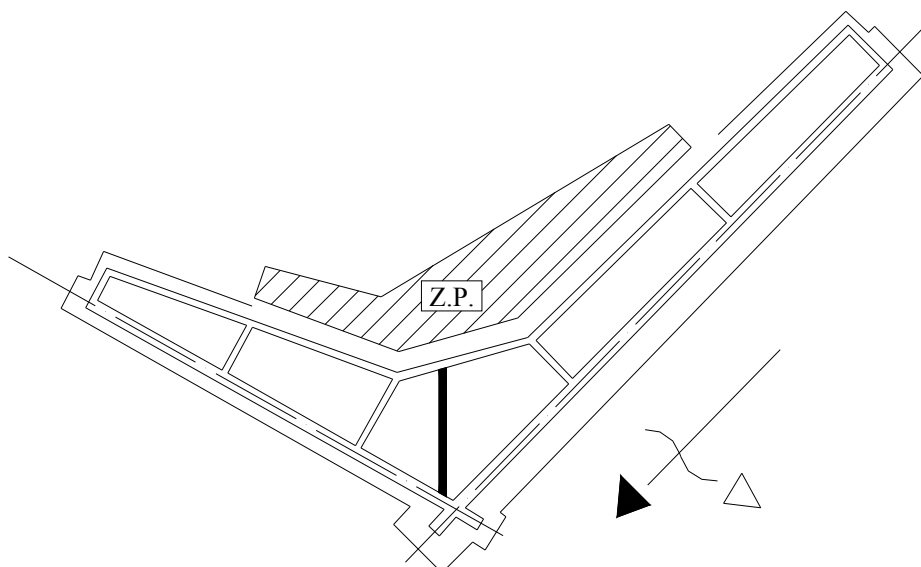
Zastavovací prostor u jednopásových letišť bývá navržen asi uprostřed podél některé strany VPD. V území, kde převládají větry ve dvou směrech, postačí navrhnout letiště dvoupásové, kde osy VPD svírají obvykle úhel 45-90°. Menší úhly bývají méně vhodné, poněvadž nezvyšují příliš celkovou provozní využitelnost. Dvoupásová letiště jsou podle stávajících zkušeností nejobvyklejším typem dopravních letišť. Tvary dvoupásových letišť bývají různé. Obecný tvar je letiště ve formě písmene "X" - křížové (obr. 6-11) s ostrým nebo pravým úhlem křížení os VPD tvaru písmene „T“ (obr. 6-12), ve formě písmene "L" (obr. 6-13), nebo ve tvaru šipky (obr. 6-14) s ostrým křížením os tvaru písmene „V“.



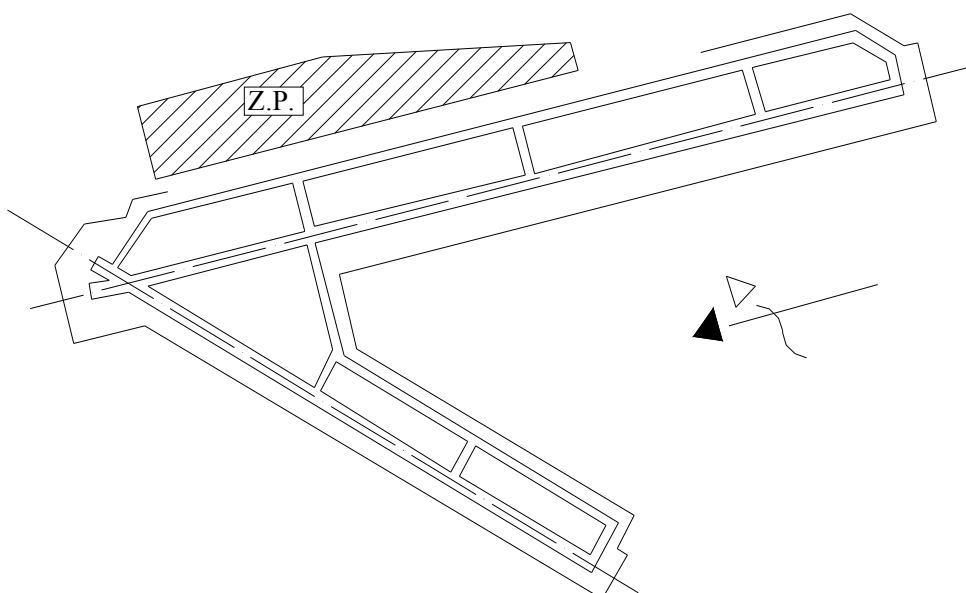
Obr. 6-11 Dvoupásové letiště tvaru „X“.



Obr. 6-12 Dvoupásové letiště tvaru „T“.



Obr. 6-13 Dvoupásové letiště tvaru „L“.



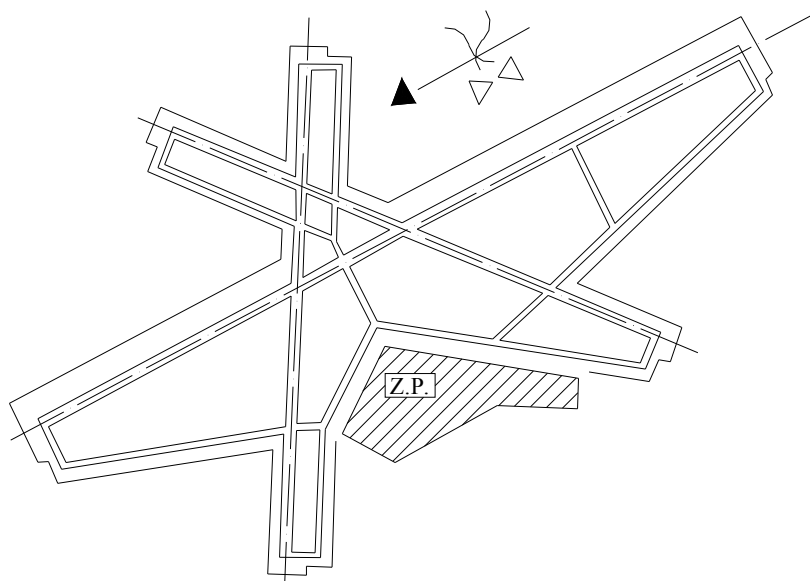
Obr. 6-14 Dvoupásové letiště tvaru „V“.

V některých případech, daných výškovým průběhem území a nebo též jednostranným usměrněním provozu převládajícími větry, se konce drah ve formě šipky nestýkají a mohou svírat ostrý pravý nebo tupý úhel. Zastavovací prostor je plošně ohraničen a přimyká se k podélným hranicím vzletových a přistávacích pásů a je omezen výškově zejména přechodovými překážkovými rovinami. U vícesměrových letišť se vyskytuje více možností situování zastavovacího prostoru. Je vždy výhodnější pro umístění volit prostor s větším (tupým) úhlem, který umožňuje příznivější vyvinutí zastavovacího prostoru a jeho přiblížení ke křížení os VPD oproti úhlu ostrému, který omezením přechodových překážkových rovin polohu odbavovacího prostoru od křížení značně oddaluje. Při situování zastavovacího prostoru je třeba vycházet z provozních schémat a umísťovat hlavní provozní plochu (odbavovací plošinu) do těžiště pohybů. Schéma postupu je na obr.6-8. V každém případě je třeba dát přednost takové poloze, která skýtá možnost ještě dalšího rozšíření. Systém pojezdových drah je ovlivněn a může být vhodně navržen až po

definitivním rozhodnutí a umístění odbavovací plochy a provozních plošin před hangáry.

Letiště trojúhelníková a třípásková

Ta je nutno navrhnout tam, kde se vyskytnou větry o vyšších rychlostech ve více směrech. Bývají to obvykle malé letiště, která používají lehká letadla citlivější na boční složku větru a nebo u dopravních letišť bývá v některém směru vybudován jen travnatý přistávací pás nebo kratší VPD pouze pro letadla lehčí. Na obr.6-15 je schematický náčrt trojúhelníkového letiště s úplným systémem pojezdových drah. Možnost umístění zastavovacího prostoru je podél kterékoli VPD s akceptováním požadavků tak, jak byly uvedeny u letišť dvoupásových.



Obr. 6-15 Letiště trojúhelníkové.

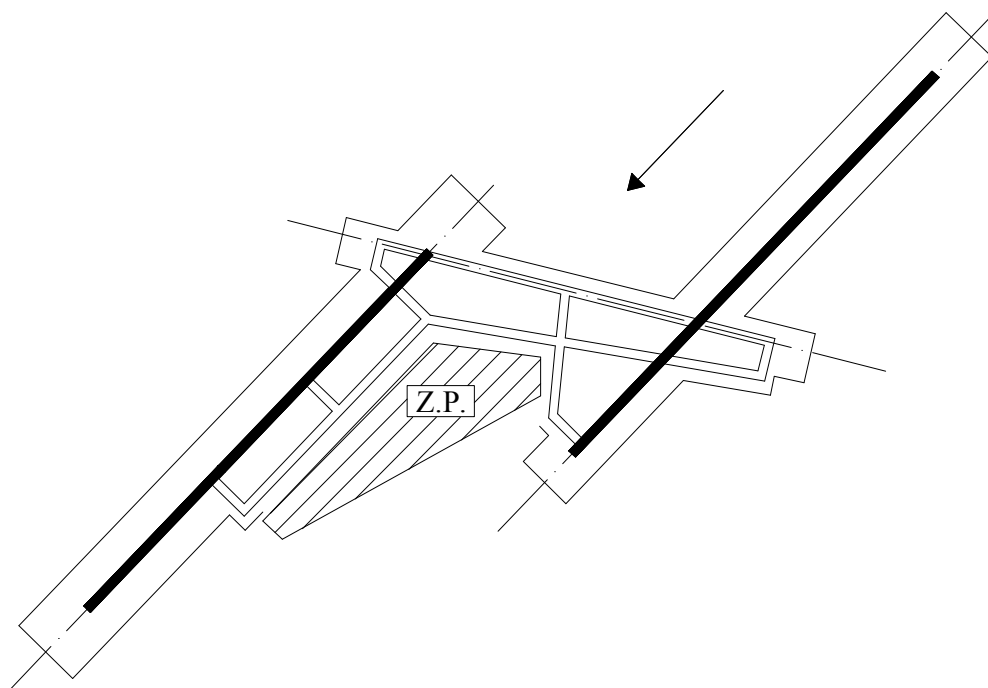
Některá letiště, která vznikla před druhou světovou válkou, byla původně navrhována jako letiště čtyřpásová. V pozdější výstavbě byl však některý směr se zřetelem na vývoj těžších a dokonalejších letadel mnohdy opuštěn. Příkladem je naše hlavní mezinárodní letiště Praha-Ruzyně, na kterém se při další výstavbě od původního čtyřdráhového systému upouští a přechází se na dva základní směry VPD, které jsou schopny plně zajistit pravidelnost letecké dopravy novodobými letadly.

Největší počet pohybů (vzletů nebo přistání), který může být za určitou časovou jednotku na letišti odbaven, určuje kapacitu letiště. U jednoduchých letišť, na kterých je současně v provozu pouze jedna VPD, vymezuje kapacitu tohoto letiště kapacita jedné VPD, tedy počet operací letadel, které je možno v určité době, obvykle za jednu hodinu, odbavit. Tam, kde je hustota leteckého provozu tak velká, že k jeho zvládnutí nepostačí jen jedna VPD, navrhují se v některém nebo ve všech směrech dvě, příp. i více VPD pro současný provoz. Taková letiště nazýváme letiště kapacitní. Bývají budována u největších měst. Návrh kapacitních letišť, na kterých jsou v provozu dvě nebo i více VPD současně je velkým problémem. Zejména správné rozmístění a směry VPD, z nichž jedna nebo i dvě mají být používány pro přistání za špatné dohlednosti, závisí na stupni dokonalosti světelných a radiových zařízení a musí být řešeny za úzké spolupráce odborníků pro tato zabezpečovací zařízení.

V zásadě se rozeznávají dvě základní skupiny velkých kapacitních letišť:

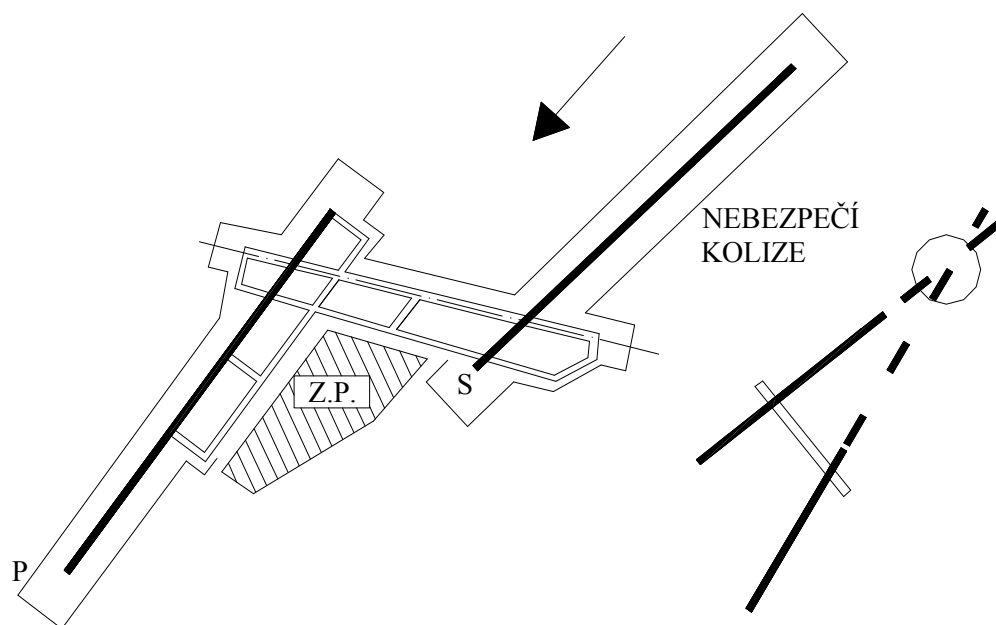
- typ letiště s drahami paralelními
 - typ letiště s drahami divergentními.
- Přechodným typem jsou letiště s drahami quasiparalelními.

Jak již plyne z jednotlivých typů, liší se vzájemnou polohou VPD určených pro současný provoz. Na obr. 6-16 je příklad kapacitního letiště s drahami paralelními, z nichž jedna je určena pro přistání a druhá pro vzlety.

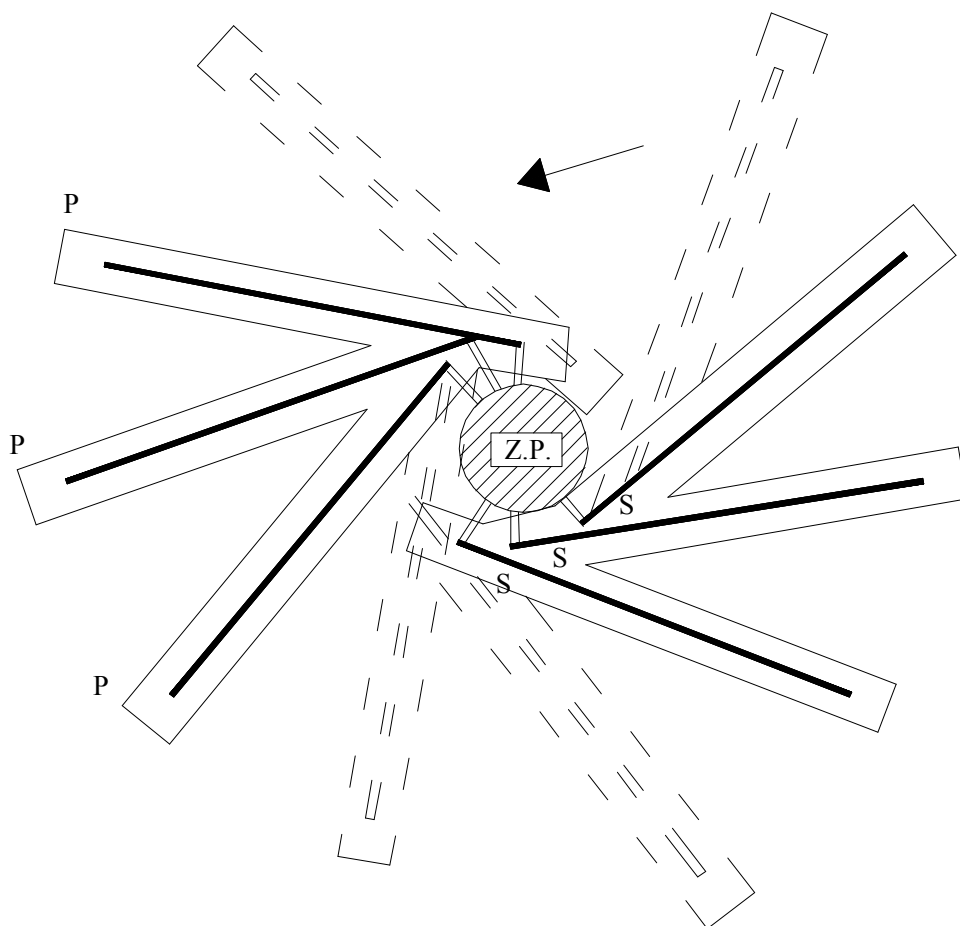


Obr. 6-16 Letiště kapacitní – paralelní.

Obr. 6-17 ukazuje divergentní dráhový systém, který je výhodný rozbíhavostí os při současném provozu na obou VPD, kde nebezpečí střetu letadel při např. nepodařeném přistání je poměrně malé. Tento systém se stává velice nevýhodným při opačném směru větru, kdy osy VPD se vzájemně protínají. U největších dopravních letišť se používá uspořádání VPD v tangencích k zastavovacímu prostoru, který je systémem VPD uzavřen. Při tomto řešení může sloužit několik VPD současně pro vzlety a přistání (obr.6-18) Typem letiště s drahami quasiparalelními se rozumí letiště, jehož VPD určené pro současný provoz svírají jen malý úhel.



Obr. 6-17 Letiště kapacitní – divergentní.



Obr. 6-18 Letiště kapacitní – tangenciální.

Letiště pro letadla se svislým vzletem a přistání (VTOL)

V posledních letech se začíná používat v letecké dopravě také vrtulníků jako leteckého dopravního prostředku. Oproti nejužívanějším letadlům s pevnými křídly je to letadlo s křídly otočnými, která se nazývají rotorem. Nevýhodou vrtulníků je jejich poměrně malá kapacita (kolem 15 - 20 cestujících) a poměrně krátký dolet.

pozemní uspořádání, a ochranná pásma tak, jak je ukazuje obr. 6-20. Délka VPD se předpokládá v rozmezí 450 až 750 m.

6.7.2. Zastavovací prostor dopravních letišť.

Letištním zastavovacím prostorem se nazývá část území přilehlého k systému vzletových a přistávacích drah nebo pásů a určeného pro výstavbu objektů potřebných pro výkon provozu letiště. Aby volba umístění, rozsah a kompozice letištního zastavovacího provozu byla správná, je třeba určit a zvážit tyto hlavní otázky:

- náplň zastavovacího prostoru,
- funkční vztahy mezi jednotlivými objekty,
- vztah zastavovacího prostoru k systému vzletových a přistávacích drah nebo pásů,
- systém pojezdových drah a schéma pohybů letadel na letišti,
- vztah k městu,
- základové poměry,
- rozsah a výškové členitosti území,
- světové strany,
- převážné směry větrů atd.

Druh, počet a velikost letištních objektů se určí podle účelů, kterým má letiště sloužit a podle očekávané hustoty provozu. Na dopravních letištích se budují objekty pro odbavování cestujících, zavazadel, zboží a pošty, pro úschovu, udržování, opravy a zásobování letadel pohonnými hmotami, pro řízení provozu, správu letiště a četné pomocné objekty a zařízení (obr.6-21) Na sportovních letištích se budují objekty, které slouží leteckému výcviku a provádění činnosti sportovního letectví. Mnohdy se vybavují také objekty pro účely nepravidelné aerotaxové dopravy.

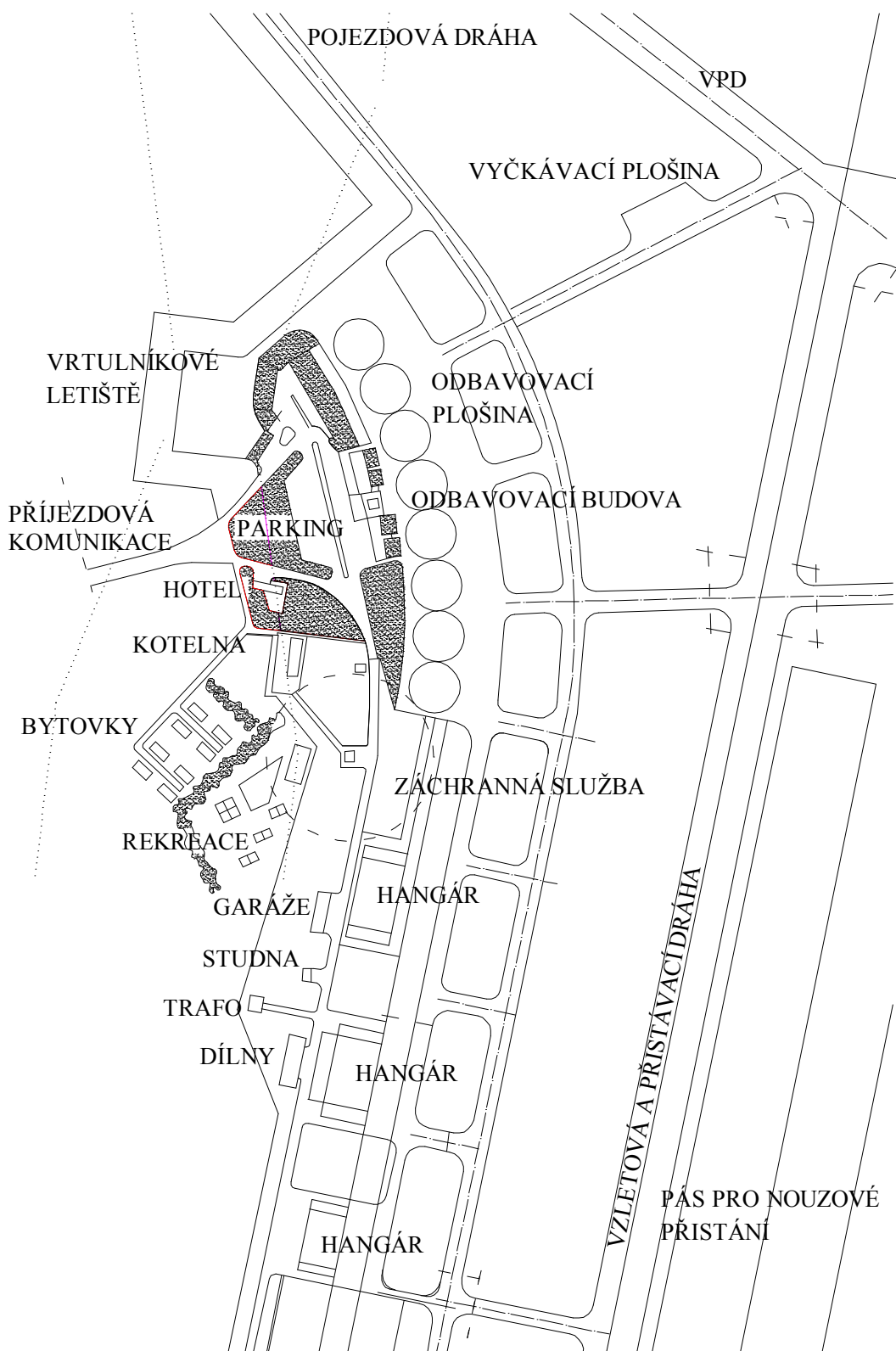
Letiště poprašovací letky se vybavují objekty pro provoz a udržování letadel pro zemědělské poprašování hnojiv a proti rostlinným škůdcům. Objekty na vojenských letištích slouží potřebám obrany státu. V mnoha případech slouží letiště současně více účelům. Při stanovení počtu a rozsahu letištních objektů na dopravních letištích se vychází od stanovené očekávané hustoty letecké dopravy. Směrodatný je počet pohybů letadel ve špičkové hodině. Veškeré služby řízení leteckého provozu, objekty a plochy pro přípravu a odbavování letadel, prostory pro odbavování leteckých cestujících a ostatního leteckého substrátu musí být dimenzovány tak, aby plynule zvládly špičkový provoz.

Centrálním objektem dopravního letiště je letištní odbavovací budova - letecké nádraží, jehož dispoziční řešení, zejména na velkých dopravních letištích, je velmi složitým a obtížným úkolem pro projektanta. Obsahuje prostory pro odbavování cestujících, zavazadel, zboží a pošty, čekárny a restaurace s příslušenstvím. Procházejí-li letištěm též linky do zahraničí, musí být pamatováno na celní a pasovou službu před odletem a po přiletu, na zvláštní čekárny, bufety a úpravny pro cestující již celně odbavené a pro transitní cestující, na celní skladiště, směnárnu aj. V odbavovací budově sídlí dále letištní a přibližovací dispečerská služba řídící provoz na letišti a v jeho nejbližším okolí. Její hlavní pracoviště je umístěno ve vyvýšené věži, která bývá někdy postavena samostatně (tvz. technický

blok). Z ostatních složek je třeba pamatovat na letištní povětrnostní službu, provozní styk s posádkami letadel, na správu letiště aj.

Obr. 6-21 Zastavovací prostor dopravního letiště.

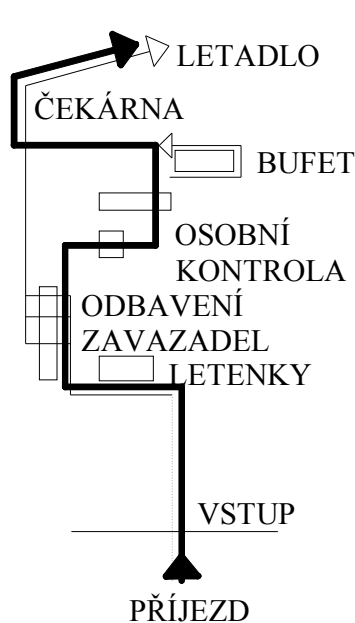
Směrem do letiště je před leteckým nádražím umístěna odbavovací plocha, na které jsou letadla odbavována a ošetřena před odletem a kam zajíždějí po přistání.



Počet stání letadel na odbavovací ploše se opět stanoví z hodinového špičkového provozu letadel, přičemž se počítá s kruhovou plochou stání pro 1 dopravní letadlo o

průměru 50 - 60 m a pro aerotaxové letadlo 20 - 25 m. Před průčelím leteckého nádraží obráceném k městu se zřizuje parkoviště pro autobusy, které dopravují cestující mezi letištěm a městem, a pro osobní vozy, případně pro městskou hromadnou dopravu.

Hlavními objekty dílenské části zastavovacího prostoru jsou hangáry, které slouží úschově, ošetření a opravám letadel. Před hangáry se budují rovněž zpevněné manipulační plochy. Důležitým objektem jsou podzemní sklady pohonných látek pro plnění letadel, které mají být z bezpečnostních důvodů vzdáleny od ostatních objektů nejméně 60 - 100 m. Další objekty, jež tvoří náplň zastavovacího prostoru, jsou ústřední kotelna, budova protipožární a záchranné služby, dílny, skladiště, garáže, vrátnice, stavby pro společenské a rekreační účely a řada jiných pomocných objektů. Je přirozeně třeba pamatovat na zásobování letiště pitnou a užitkovou vodou, elektřinou, případně svítiplynem a na splaškovou kanalizaci a čistírnu. Objekty jsou spojeny vnitřními silničními komunikacemi obdobně jako v průmyslových závodech. Tam, kde to lze ekonomicky zdůvodnit, zřizuje se železniční vlečka, které má v první řadě význam při stavbě pro dopravu stavebních hmot a za provozu zejména pro dopravu pohonných hmot a topiva. U velkých dopravních letišť se někdy zřizuje ještě letiště pro vrtulníky. Má být umístěno co nejbližně odbavovací budově, aby cestující nemuseli daleko přecházet. Vrtulníková doprava může sloužit pro spojení letiště s městem nebo s jinými letišti.



Obr. 6-22 Odbavení cestujících na domácích linkách.



Obr. 6-23 Odbavení cestujících na zahraničních linkách.

6.7.3. Projektování letišť

Při projektování letiště se postupuje podle stejných zásad jako u jiných stavebních objektů. Nutnou součástí generálního řešení letiště je posouzení překážek v okolí letiště, které se vypracovává v topografických mapách 1:25 000 a v podélných řezech osami všech vzletových a přistávacích pásů nebo drah a vzletových a přiblížovacích prostorů v měřítku délek 1:25 000 a výšek 1:1 000. Na obr. 6-24 je zakreslena v půdoryse část vzletového a přiblížovacího prostoru a podélný řez. Celkové posouzení se provede v rozsahu omezení všemi překážkovými rovinami a plochami stanovenými příslušnými směrnici. V topografické mapě

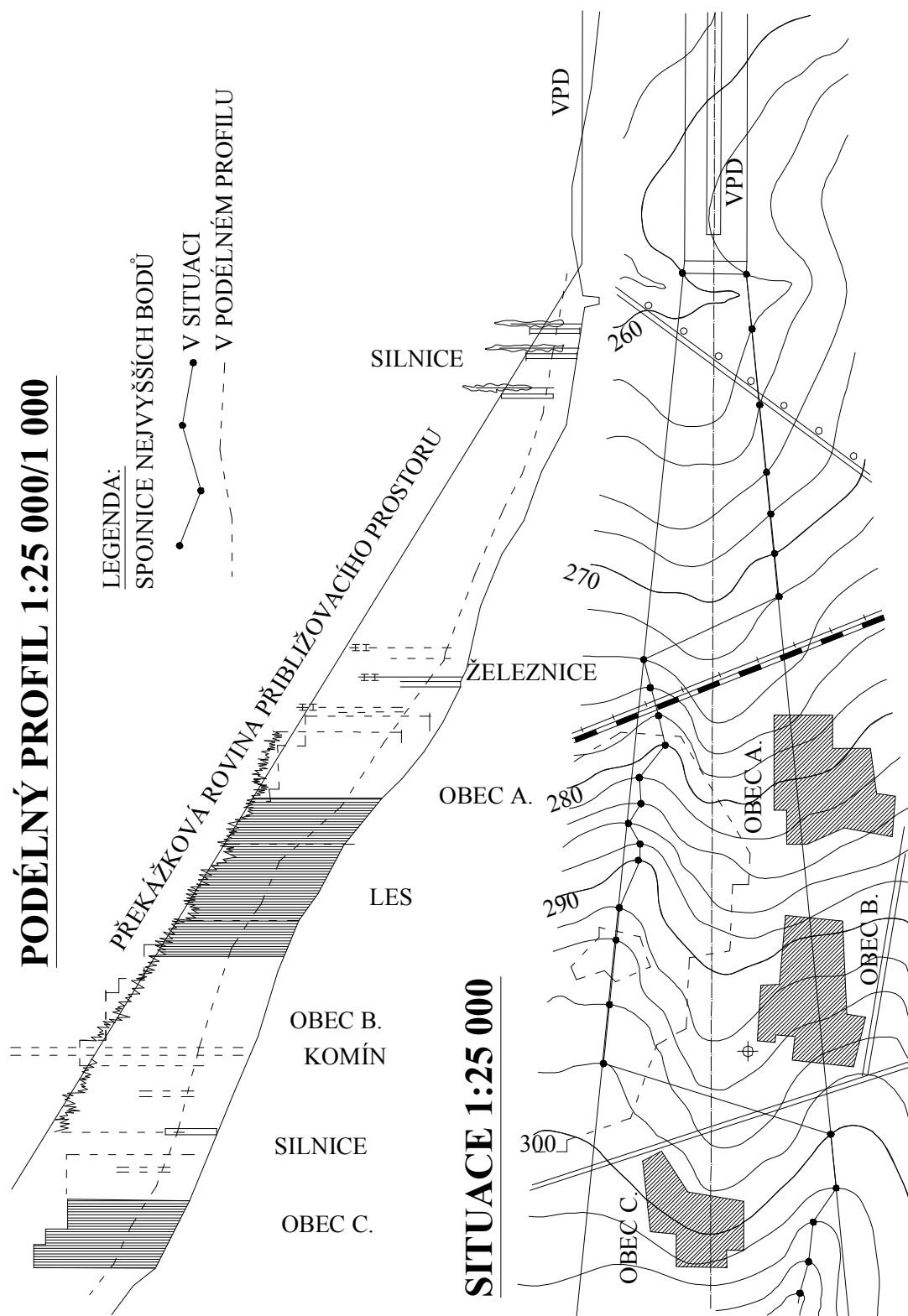
i v podélných řezech je nutno označit objekty, které mají být odstraněny, sníženy nebo přeloženy, poněvadž tvoří leteckou překážku.

Pro přístrojové dráhy dopravního letiště se posoudí překážky případně i na větší rozsah podle druhu zamýšlených zabezpečovacích zařízení. Další součástí generálního řešení je leteckoprovozní posouzení obsahující rozbor pohybů letadel před přistáním, po vzletu a na letištní ploše.

Projekt zemních prací se vypracovává ve vrstevnicových mapách v měřítku 1:1 000 nebo 1:2 000. Po definitivním stanovení poloh vzletových a přistávacích pásů na podkladě schváleného návrhu posouzení překážek, vrstevnicových map 1:5 000 a po místní prohlídce vytyčí a zajistí se v přírodě osy všech pásů, které se naváží na stávající triangulační síť. Výškové zaměření území letiště se provádí nejčastěji pomocí čtvercové sítě o straně 50 m. Za osu sítě se volí osa vzletového a přistávacího pásu a vytyčí se příčné profily po 50 m, na nichž se zaměří výškové body na vzdálenosti po 50 m, případně i menší podle členitosti území letiště. Ve vynesené vrstevnicové mapě a z příčných profilů se navrhne niveleta povrchu letiště a přesun zemin, zjistí se kubatury výkopů a násypů a rozvozní vzdálenosti. Odděleně se zjistí kubatura získané ornice ve výkopech, která se uloží do mezideponií podél nulových čar a znovu rozprostře na povrchu celého přistávacího pásu mimo plochu letištních drah, pokud se zřizují, na které je nutno počítat též s výkopem pro uložení konstrukce vozovky. Tloušťka ornice po úpravě se navrhne nejméně 15 cm, aby mohla být oseta travou. Tloušťka ornice získaná z výkopů a složení půdy území letiště se zjistí sondami o hloubce nejméně 2 - 4 m pod očekávaný povrch letiště po úpravě ve vzdálenostech nejméně 100 - 200 m podle rozmanitosti, průběhu a složení půdních vrstev.

Od místa k místu se prohloubí sondy až na hladinu podzemní vody, aby se zjistil její průběh. Vlastnosti a únosnost základových zemin se stanoví rozбором odebraných vzorků půdy zejména v místech situování letištních drah a objektů, kde se zjistí únosnost zatěžovacími zkouškami. Při nedostatku ornice získané z výkopů, uváží se odebrání ornice i pod plochami násypovými. Ve výkopech, kde by nezůstalo na povrchu nejméně 15 cm ornice, navrhne se odkop o 15 cm hlouběji a povrch se pokryje ornici z mezideponií. V násypech pod letištními drahami se ornice vždy odstraní.

Projekt zemních prací je značně pracný, poněvadž je nutno vyrovnat kubatury výkopů a násypů i ornice vrstvy, nanejvýš navrhnout 5-10 % ní přebytek výkopů, poněvadž nedostatek zemních hmot by bylo nutno doplnit z výkopiště mimo letištní plochu, což by nebylo hospodárné. Při návrhu nivelety povrchu letištní plochy a drah je třeba dbát dovolených sklonů a zakřivení povrchu příslušných směrnic. Nesmí se navrhnout prohlubeniny, ze kterých by srážková voda neměla přirozený odpad, povrch letiště by rozmáčela a snižovala by jeho únosnost.

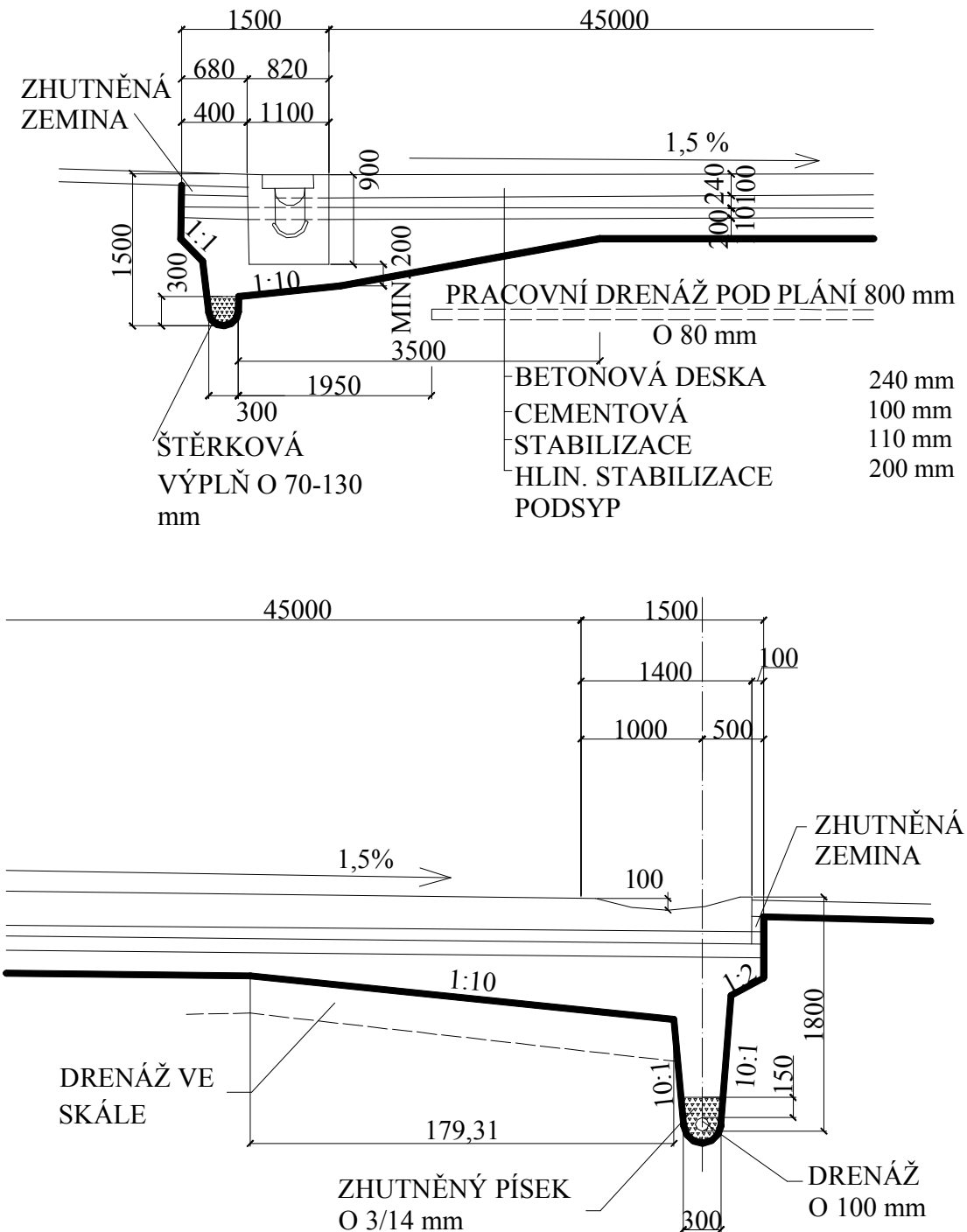


Obr. 6-24 Posouzení překážek v přibližovacím prostoru.

Návrh letištních drah a zpevněných ploch dopravního letiště je velmi závažným problémem, poněvadž jejich výstavba si obvykle vyžádá přes polovinu celého investičního nákladu letiště. Vozovky letištních drah a zpevněných ploch jsou vystaveny mnohem vyšším tlakům kol letadla, nežli působí na obdobné vozovky silniční. U nejvyšších tříd dopravních letišť způsobí zatížení nejtěžších letadel na povrch vozovek přibližně tytéž účinky jako osamělé kolo o zatížení až 45 000 kg při

huštění pneumatik až 1,2 MPa. Na toto zatížení lze navrhnout jen těžké vozovky betonové nebo ze živičných vozovek asfaltový beton na důkladném podkladu odpovídajícímu únosnosti půdy v podloží. U nás se používá nejčastěji vozovek betonových, poněvadž se mohou budovat vesměs jen z domácích stavebních hmot. Na obr.6-25 a 6-26 je zakresleno složení betonové vozovky letištních drah nejvyšší třídy na středně únosné půdě podloží a její odvodnění.

Obr. 6-25 Vzorové příčné řezy VPD.



Obr. 6-26 Vzorové příčné řezy VPD.

6.7.4. **Technické vybavení letišť**

Technické zařízení letiště je souhrnem elektrických, radiových a strojních zařízení, z nichž zejména zařízení radiová a světelná pro zabezpečování letů a přistávání letadel na dopravních letištích jsou vysoce specializovaná a technicky vysoce náročná. Ačkoliv většina z nich nespadá do stavebního oboru, musí se s nimi i projektant letištních staveb stručně seznámit, aby mohl komplexní projekt letiště v širokém kolektivu odborníků z těchto disciplin dokonale zvládnout.

7. Lodní doprava

7.1. Historie lodní dopravy

Vodní doprava je nejstarším druhem dopravy. Nejdříve byly k plavbě využívány jen přirozené vodní plochy, avšak již z doby před několika tisíci lety jsou známy první umělé vodní cesty. Roku 1974 před Kristem byly zahájeny práce na průplavu mezi Nilem a Rudým mořem a roku 485 př. Kr. započala výstavba tzv. Velkého (Císařského) průplavu v Číně, který po řadě rekonstrukcí slouží dopravě dodnes. Pro neznalost plavebních komor však byli starověcí stavitelé vodních cest odkázáni na využívání vodních toků s malým sklonem.

Historickým mezníkem pro rozvoj vodní dopravy byl vynález plavební komory. Její první realizaci provedli inženýři Filip z Modeny a Fioravante z Boloně v letech 1439 - 1443 ve městě Viarena na kanálu Naviglio Grande v severní Itálii. K vývoji svými návrhy přispěl také Leonardo da Vinci (1452 - 1519). Dalším mezníkem se stala průmyslová revoluce, která vyvolala ohromnou poptávku po přepravních výkonech. Ve Velké Británii, v zemi vynálezu parního stroje, se fenomén průmyslové revoluce prosadil nejdříve. Projevem byla výstavba husté a integrální plavební sítě průplavů. Typový člun zde používaný, tzv. „narrow boat“, měl nosnost jen 25 t. Vynález parní železnice však rozvoj plavby na umělých vodních cestách utlumil.

Pro polovinu 19. století je charakteristická výstavba plavební sítě souběžně s bouřlivým rozvojem železnic. Nosnost člunů se neustále zvyšovala. Pro francouzské průplavy byla určující nosnost 270 t. V Nizozemí a v Německu se přecházelo na nosnost až 500 t. První průplav v severoněmecké oblasti byl zbudován mezi Dortmundem a námořním přístavem v Emden (1899). Zde používané vlečné čluny měly nosnost 750 t.

V českých zemích má vnitrozemská vodní doprava tradici zejména na řekách Labi a Vltavě. Nejstarší písemné prameny o využívání Labe jako vodní cesty pocházejí z 10. století. Ve středověku se přepravovalo hlavně dřevo, sůl, ale i jiné zboží. V 19. století začaly první komerční projekty rekreačních plaveb. Koncem roku 1864 začal František Dittrich, tehdejší náměstek primátora a přední pražský obchodník se dřevem, prosazovat projekt vltavské paroplavby. Založil akciovou společnost s názvem Pražská společnost pro paroplavbu na řece Vltavě. Zahajovací plavba parníku pokřtěného jménem „Praha“ se konala dne 26. května 1865 na trase Praha – Štěchovice. Poptávka po rekreačních plavbách do středního Povltaví daleko převyšovala nabídku. Od r. 1919 bylo Labe od soutoku s Vltavou a Vltava od Prahy po soutok s Labem prohlášeny za mezinárodní řeky a podřízeny Mezinárodní komisi Labské, která vypracovala novou plavební chartu labskou, jež nabyla právní moci v r. 1923. Za této situace dochází k založení Československá plavební akciové společnosti Labské, která v r. 1922 provozovala plavbu po Labi. Versailleská smlouva nám poskytla jako vnitrozemskému státu v německém Hamburku místo pro bezcelní tranzit. Do začátku druhé světové války plulo pod čs. vlajkou 23 námořních plavidel.

Na Odře provozovala plavbu od roku 1924 Československá plavební akciová společnost Oderská, jejíž význam vzrostl s dodávkami švédské rudy do Vítkovických a Třineckých železáren. Na Dunaji pluly první lodě pod

československou vlajkou už v r. 1919. Provozovatelem plavby byl Dunajský dopravní úřad, který byl přeměněn v r. 1921 na Československou státní plavbu dunajskou.

V roce 1818 byly provedeny první regulační práce na řece Moravě, které sice zamezily škodám při záplavám, ale současně ovlivnily vodní režim celé krajiny, zejména pak úroveň hladiny spodní vody. Poslední regulovaný úsek byl dokončen v roce 1982 – 10 km řeky v úseku na soutoku s Dyjí. Jeden z mála pohledů na přirozený tok řeky lze spatřit mezi Strážnicí a Rohatcem. V červenci 1939 byla založena Moravská plavební akciová společnost, které bylo uděleno povolení k plavbě po Moravě a jejích přítocích. Společnost vlastnila dva vlečné remorkéry (označené Baťa I a Baťa II), několik nákladních člunů s nosností 150 tun a 1 motorovou osobní loď na přepravu lignitu.

Při událostech v roce 1948 byla i vodní doprava převedena pod státní správu. Roku 1949 byly dosavadní plavební podniky sloučeny ve tři národní podniky: Čs. plavbu labskou, Čs. plavbu oderskou a Čs. plavbu dunajskou. Posléze došlo ke sloučení labského a oderského podniku v jeden, který nesl název Československá plavba labsko-oderská (1952). Od poloviny padesátých let dochází k budování nové vlastní námořní flotily. V sedmdesátých letech se počet našich námořních lodí stabilizoval na celkovém počtu 12. Jejich provozování zařizovala akciová společnost Čs. námořní plavba, která byla řízena ministerstvem zahraničního obchodu.

7.2. Význam a rozdělení lodní dopravy

Z hlediska dopravní cesty rozlišujeme vodní dopravu říční (vnitrozemskou) a námořní, z hlediska přepravovaného nákladu na osobní a nákladní. Říční plavbě vyhovují jen velké vodní toky s dostatečnou hloubkou a stálým množstvím vody. Vodní cesty se dělí podle mezinárodní klasifikace do tříd a musí vyhovovat určitým podmínkám.

Osobní vodní doprava slouží v ČR jen pro rekreační účely po splavných řekách a vodních nádržích. Zvyšuje atraktivnost míst, kde je provozována, pro cestovní ruch a přináší i pozitivní multiplikační efekt v návazných službách (hotely, památky). Taktéž význam osobní námořní dopravy je v současnosti převážně rekreačního charakteru. Na obrovských plavidlech dálkových linek lze trávit dovolenou se zajištěním veškerého myslitelného komfortu. Význam si udržuje trajektová doprava překonávající průlivy a vnitřní moře.

Nákladní lodní doprava má značný hospodářský význam pro nejlevnější způsob hromadné přepravy zboží. Umožňuje dopravovat zboží nejen uvnitř země, ale především do oceánských přístavů, a tím do celého světa. Vodní doprava je efektivní pro hromadnou dopravu nákladů – substrátů (uhlí, ruda, dřevo, stavebniny, zemědělské produkty) či kusových zásilek (kontejnery, automobily, stroje). Při přepravě investičních celků a nadrozměrných strojírenských výrobků je její úloha téměř nezastupitelná. Po zastavení přepravy hnědého uhlí ze severočeské hnědouhelné pánve do tepelné elektrárny Chvaletice po vodě a jejím převedení na železnici od roku 1996 došlo k dalšímu poklesu tuzemských přeprav po řekách. Podíl vodní dopravy na přepravních výkonech v ČR je v současnosti, přes výhody které tento způsob dopravy přináší, poměrně malý (v roce 2003 1,02 %). Je to zčásti dáno

jediným napojením sítě vodních cest v ČR na Labe, které je vzhledem k regulačnímu způsobu splavnění části trati poněkud problematické.

Pozornost vodní dopravě v našich podmínkách je nutno věnovat jako výhodné alternativě v zahraničních přepravách (dnes zajišťuje cca 2-5 % objemu vývozu a dovozu ČR) směrem k německým přístavům a to v kombinaci s ostatními druhy dopravy, zejména železniční.

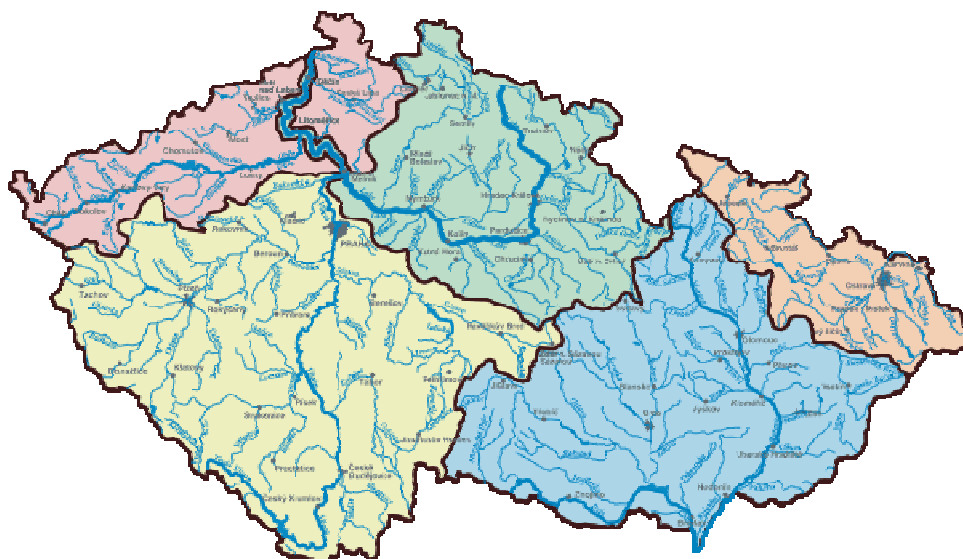
Námořní doprava vytváří celosvětově asi polovinu výkonu všech přeprav. Uplatňuje se především v nákladní přepravě materiálů s velkým objemem. Největší podíl má přeprava ropy a rud, které také výrazně určují hlavní tahy světové námořní dopravy – z míst těžby do míst největší potřeby, tj. do vyspělých zemí Severu. V těchto oblastech se také nacházejí největší světové přístavy. Nepřetržitě rostoucí nákladní dopravu na oceánech a mořích zajišťuje v současnosti asi 65 000 nákladních lodí.



Obr. 7-1 Klasifikační zařazení vodních cest s výhledem na průplav DOL.

7.3. Vodní cesty

Česká republika je významnou pramennou oblastí evropského kontinentu. Leží na rozvodnici tří moří: Severního, Baltského a Černého. Tvoří ji tedy tři hlavní hydrologická povodí: povodí Labe, povodí Odry a povodí Dunaje. Prakticky všechny její významnější toky odvádějí vodu na území sousedních států. Důsledkem této skutečnosti je naprostá závislost našich vodních zdrojů na atmosférických srážkách. Pod pojmem povodí rozumíme uzavřenou oblast, ze které srážková voda odtéká jedním závěrečným profilem. Vzhledem k velikosti území České republiky jsou dále hlavní povodí dělena do pěti oblastí povodí, které spravuje pět stejnojmenných společností Povodí: Povodí Vltavy, a.s. (na obr. 7-2 žlutě), Povodí Ohře, a.s. (růžově), Povodí Labe, a.s. (zeleně), Povodí Odry, a.s. (oranžově), a Povodí Moravy, a.s. (modře).



Obr. 7-2 Oblasti jednotlivých správ povodí.

Vnitrozemskými vodními cestami jsou zákonem č. 114/95 Sb. o vnitrozemské plavbě v paragrafu 2 definovány vodní toky a jiné vodní plochy, na kterých je možno provozovat plavbu. Délka využívaných vodních cest na území ČR je 663,6 km, z toho pro dálkovou vodní dopravu je využitelných 303 km souvislé labskovltavské vodní cesty (z toho 211 km na Labi a 92 km na Vltavě), která spadá do IV. třídy dle evropských dohod – viz kap. Parametry vodní cesty. Jejich provoz, včetně provozu 62 plavebních komor, zajišťují akciové společnosti Povodí Vltavy a Povodí Labe.



Obr. 7-3 Labsko-vltavská vodní cesta.

Jedním z důsledků nízkého využívání vodní dopravy je i mnohaleté období stagnace rozvoje, parametrů i spolehlivosti vodních cest v ČR, které přispívá k tomu, že jen malá část vodní sítě ČR může být zařazena do odpovídajících mezinárodních kategorií bez jistých přidavných omezení. Evropská dohoda o vnitrozemských

vodních cestách mezinárodního významu (AGN) zavazuje ČR k rozvoji vodních cest s odpovídajícími parametry. Součástí IV. multimodálního koridoru podle této dohody je labskovltavská vodní cesta. Tato jediná vodní cesta využitelná pro mezinárodní dopravu trpí v současnosti kolísáním přípustných parametrů na regulované vodním toku v délce 40 km mezi Ústím nad Labem a Hřenskem. Bez realizace stavby vedoucí ke zlepšení plavebních podmínek na tomto úseku bude i nadále znehodnoceno cca 260 km labsko – vltavské vodní cesty nad Ústím nad Labem a řada přístavů na této vodní cestě. Chybí také připojení ČR na oderskou a zejména na dunajskou a tím i rýnskou plavební oblast.

Mezi prioritní infrastrukturní projekty v oblasti vodní dopravy v ČR patří především zlepšení plavebních poměrů na regulovaném úseku dolního Labe, dokončení splavnosti středního Labe do Pardubic, odstranění úzkých míst a normalizace parametrů na stávající labsko-vltavské vodní cestě a dokončení splavnosti Vltavy v úseku Třebenice-České Budějovice. Ve výhledu je nutné uvažovat o připojení ČR na Dunaj a Odru. Pro rozvoj vodní dopravy mají velký význam investice do přístavní infrastruktury a do oblasti telematiky.

Nízká rychlost vodní dopravy nemusí nutně znamenat nevýhodu. Aby byl tento způsob dopravy konkurenceschopný musí být zajištěna jeho spolehlivost a flexibilita, což naráží na administrativní překážky a v našich podmínkách poměrně značné kolísání vodních stavů. Vodní doprava ovlivněna sezónními výkyvy klimatu. Nelze plout v zimě při zámruzi ani za povodňových průtoků, i při nízkých vodních stavech se plavba omezuje.

7.3.1. Parametry vodní cesty

Evropské vodní cesty se dělí do 7 tříd, jejichž dimenze jsou dány velikostí lodí. Třídy I až III odpovídají rozměry starým vodním cestám. Převládající třída pro nově budovanou síť evropských vodních cest je IV. třída.

Druh cesty	Třída cesty (I)	Motorové nákladní lodě a čluny				Tlačná sestava				Nejmenší výška pod mosty (m) (4)
		Hlavní charakteristika plavidla				Hlavní charakteristika sestavy				
		délka (m)	výška (m)	ponor (m) (2)	nosnost (t)	délka (m)	výška (m)	ponor (m) (2)	nosnost (t) (3)	
Místního významu	I	38,5	5,05	1,80	250-400					2,20-4,00
	II	50-55	6,60	2,50	400-650					4,00-5,00
	III	67-70	8,20	2,50	650-1000					4,00-5,00
Mezinárodního významu	IV	80-85	9,50	2,50	1000-1500	85	9,50	2,50-2,80	1250-1450	5,25 nebo 7,00 (5)
	Va	95-110	11,40	2,50	1500-2400	95-110	11,40	2,50-2,80	1600-1850	5,25 nebo 7,00 (5)
	Vb			2,80		172-185	11,40	2,50-2,80	3200-3700	

	VIa				95-110	22,80	2,50-4,50	3200-6000	7,00 nebo 9,10
	VIb				185-195	22,80	2,50-4,50	6400-12000	7,00 nebo 9,10
	VIc				270-280	22,80	2,50-4,50	9600-18000	9,10
	VII								

Tab. 7-1 Klasifikace vnitrozemských vodních cest (Zdroj Ročenka dopravy 2000).

Poznámky ke klasifikační tabulce:

- (1) Třída vodních cest je určena půdorysnými rozměry člunů nebo tlačných sestav.
- (2) Údaj ponoru pro konkrétní vodní cestu musí být určen s přihlédnutím k místním podmínkám.
- (3) Uvedené údaje jsou charakteristické pro sestavy s nejrozšířenější nosností používané na daných vodních cestách.
- (4) S přihlédnutím k bezpečnostní vzdálenosti, která je cca 30 cm mezi vrchním bodem konstrukce lodi nebo jejího nákladu a spodní hranou mostní konstrukce.
- (5) Pro přepravu kontejnerů jsou schváleny následující údaje:
5,25 m - pro plavidla přepravující kontejnery ve dvou vrstvách,
7,00 m - pro plavidla přepravující kontejnery ve třech vrstvách.
- (6) Prvé označení se uvádí podle současné situace, druhé s přihlédnutím k budoucím změnám a v některých případech současné situace.

7.3.2. Projektování vnitrozemských vodních cest

Síť vnitrozemských vodních cest tvoří ze stavebního hlediska přirozeně splavné vodní toky a jezera, toky splavněné regulačními úpravami, toky splavněné kanalizační metodou a průplavy (umělé vodní cesty).

Přirozeně splavné vodní toky jsou toky, které splňují podmínky pro plavbu (mají plavební dráhu přiměřené šířky a hloubky a rychlost proudění do 1,5 až 2,0 m.s⁻¹) bez jakýchkoliv technických zásahů. Takové řeky u nás nejsou. Toky splavněné regulací mají vytvořenou plavební dráhu regulačními prostředky – tj. zvětšením a prohloubením koryta, soustředěním průtoku koncentračními stavbami apod. Ani tento způsob nepřichází v našich podmínkách v úvahu (s výjimkou části dolního Labe). Toky splavněné kanalizační metodou umožňují plavbu vytvořením dostatečné plavební hloubky soustavou tzv. zdymadel. U vzdouvacích objektů – jezů – je vybudováno zařízení, umožňující lodím překonat rozdíl hladin – zpravidla plavební komora. Vytvořený spád se většinou současně využívá i k výrobě elektrické energie ve vodní elektrárně. Průplavy jsou uměle budované vodní cesty mimo přirozené vodní toky. Zpravidla spojují dva nebo více splavných toků nebo významná průmyslová centra. Jejich podélný profil je stupňovitě vodorovný. S ohledem na průběh terénu vytvářejí jednotlivé zdrže. Výškové rozdíly mezi zdržemi lodě překonávají pomocí plavebních komor, lodních zdvihadel nebo lodních železnic.

Plavební dráhou nazýváme souvislý plavební pás s dostatečnou hloubkou a šířkou. Hloubka plavební dráhy je dána ponorem zatíženého člunu a bezpečnou vzdáleností od dna, tzv. „marge“. Marge se požaduje u řek 0,3 m, u průplavů minimálně 0,5 m.

Trasa vodní cesty ve splavné řece (plavební dráha) je vedena zpravidla korytem řeky tak, aby sledovala nejhlubší místo koryta (proudnicí) a aby byly dodrženy základní parametry plavební dráhy. V řadě případů to vyžaduje průběžnou

údržbu koryta např. těžbu uložených splavenin. Trasa průplavu spojuje výchozí lokality s jednotlivými důležitými centry, pro něž zajišťuje dopravu. Hledáme zpravidla nejkratší spojnicí, která se však vyhýbá vysokým násypům, hlubokým zářezům a terénním překážkám. Trasu vedeme převážně po vrstevnici odpovídající výškové úrovni průplavu. Násypy ani výkopy při odchylce od vrstevnice by neměly překročit výšku 20 - 30 m. Při křížení průplavu a silnice či železnice, je průplav většinou veden pod touto komunikací, při křížení průplavu s vodním tokem převádíme průplav nad vodním tokem akvaduktem. Při vedení trasy průplavu je vhodné střídát přímé úseky trasy a odpovídající oblouky. Příliš dlouhá přímá trasa unavuje obsluhu člunu a mohou na ní vznikat velké větrové vlny při souběžném větru. Přímé úseky však musejí být zachovány před vjezdem a za výjezdem plavebních komor.

Minimální poloměry směrových oblouků volíme jako desetinásobek délky lodě, v nepřehledných místech se doporučuje hodnota 1.000 m. Maximální poloměr nemá přesáhnout 3.000 m. Šířku jednolodního průplavu stanovíme ze vztahu $B = 1,5$ až $2,0 b$, dvoulodního pro potkávání lodí $B = 1,4 \cdot (b_1 + b_2)$ a pro předjíždění $B = 2,2 \cdot (b_1 * b_2)$, kde b je šířka typové lodě a b_1 a b_2 jsou šířky míjejících se lodí. V oblouku se šířka zvětšuje o hodnotu $AB = L/2R + B$, kde L je délka lodě a R je poloměr oblouku v m.

Při vedení plavby splavnou řekou musí být podélný profil dna plavební dráhy pravidelný se zachováním minimálních plavebních hloubek po celé délce. Minimální hloubku kanálu stanovíme ze vztahu $h_p = t + \Delta t$, kde t je max. přípustný ponor a Δt je vzdálenost mezi dnem naložené lodě a dnem průplavu. Tato hodnota např. u IV tř. činí min. 1,5 m. U kanalizované řeky volíme přiměřené rozmístění plavebních stupňů (jezů) tak, aby jednotlivé zdrže nebyly příliš krátké, ale aby současně nebylo nutné v horní jezové zdrži budovat hráze. Průtokové poměry koryta je třeba uspořádat tak, aby v plavebním období byla zajištěna rychlost prodění vody v plavební dráze $v < 2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Dno umělého průplavu se navrhuje prakticky vodorovné $i = 0,00005$. Pro rozmístění stupňů na průplavu je nutno zvážit velikost výkopů a násypů (měly by být vyrovnané), výšky stupňů navrhnout přibližně stejné, stejně tak i délky zdrží (stejná doba proplavení zdrží a stupněm zajišťuje plynulost plavby) a rozmístění stupňů s ohledem na terénní překážky (křížení s řekami, komunikacemi). Stejná výška plavebních stupňů zajišťuje současně i optimální spotřebu plavební vody. Kanály se dělí podle podélného profilu na kanály s jednosměrným sklonem, průplavy s oboustranným sklonem a vrcholovou nádrží. Polohu vrcholové zdrže je třeba volit především s ohledem na možnost zásobování průplavu plavební vodou - nejlépe samospádem. Zpravidla je výsledný návrh trasy i podélného profilu vybrán z velké řady variant po zvážení ekonomické náročnosti a ekologických dopadů na okolní území.

U vodní cesty vedené řekou musí plavební dráha svými parametry splňovat podmínky daného lodního typu. Vlnění při plavbě obvykle vyžaduje výrazně mohutnější opevnění svahů v prostoru rozkyvu plavební hladiny. S výhodou se používá osázení vodními rostlinami (rákosem), které velmi dobře tlumí účinky vlnění, je však nutno je průběžně udržovat. U umělého průplavu volíme zpravidla příčný profil lichoběžníkový nebo miskovitý s lomeným sklonem svahu. I když z plavebního hlediska je vhodnější profil obdélníkový (nejmenší odpor při plavbě), používáme jej spíše výjimečně, neboť vyžaduje nákladné opevnění břehů (nábřežní opěrné zdi). Na rozdíl od řeky nedeformuje se dno a břehy v důsledku podélného

proudění - podélným směrem se pohybuje pouze průtok nutný k proplavování lodí ve stupních. Část trasy průplavu vedená nad úroveň terénu vyžaduje velmi dobré těsnění celého profilu. K těsnění se používá jílu, asfaltu, betonu, folií z umělých materiálů, vodního skla apod. Těsnicí vrstva z jílu (30 - 50 cm) nebo z plastické fólie či asfaltového koberce musí být chráněna před proražením kotvami či poškozením v důsledku činnosti lodního šroubu vrstvou písku, šterku či kamenného pohozu alespoň 70 cm tlustou. Betonové těsnění se ukládá na filtrační pískovou vrstvu a splňuje i funkci ochrannou. Může být betonováno na místě nebo složeno z prefabrikovaných betonových desek s těsněnými spárami např. asfaltem. Na svazích má ochranná vrstva zabránit poškození těsnění při promrzání průplavu a deformaci břehů, kde mohou vzniknout v důsledku vlnění hladiny (kolísá pouze v malém rozmezí), deformace dna provozem lodních šroubů.

7.4. Objekty na vodních cestách

7.4.1. Plavební komory

Plavební komora umožňuje vertikální přesun člunů (na výšku do 20 m) z níže položené zdrže do zdrže výše položené a obráceně. Vynález plavební komory se přisuzuje Leonardu da Vincimu (zachoval se jeho náčrtek funkce komory). Podle počtu plavebních komor na jednom stupni vedle sebe rozlišujeme komory na jednoduché a dvojité. Podle počtu plavebních komor na jednom stupni za sebou na komory jedno nebo vícestupňové. Podle počtu současně proplavovaných lodí na komory jednodílné či vlakové. Podle vzájemného propojení komor a úspory vody na komory sdružené a komory s úspornými nádržemi. Podle způsobu plnění a prázdnění komory rozlišujeme: komory s přímým plněním (prázdněním), komory s krátkými obtoky a komory s dlouhými obtoky. Přímé plnění se dnes používá pouze při nízkých malých komorách. Obvykle se komora plní nebo prázdní otvory ve vratech, které jsou ovládány uzávěry.

Vrata plavební komory jsou uzávěry, které oddělují plavební komoru od horní i dolní zdrže (rejdy). Nejčastěji se používají vrata vzpěrná, mohou však být použity i běžně používané jezové uzávěry jako vrata stavidlová, poklopová či segmentová. Každá komora je opatřena rovněž provizorním hrazením proti horní i dolní zdrži pro případ oprav uzávěrů a vrat. Vzpěrná vrata se skládají ze dvou křídel (vrátní) otočných kolem svislé osy osazených do výklenku ve zdi plavební komory. V uzavřené poloze jsou vrata střechovitě vzepřeny proti vodnímu tlaku - úhel vzepření je cca 20°. Na horní hraně vrat je osazena lávka, která umožňuje obsluhu přechod přes jejich korunu.

Kromě technologického vybavení (vrata s ovládním vrat, uzávěry obtoků a jejich ovládním, signalizace apod.) musí mít komora další výstroj umožňující přesun lodí do komory a jejich bezpečné upevnění během proplavení. Loď musí být během vertikálního pohybu v komoře upevněna pomocí lana. K tomu účelu se na komory umísťují po výšce pevná nebo pohyblivá pacholata. Pevná ocelová pacholata jsou umístěna na koruně zdi plavební komory. Pachole s vlastním motorickým pohonem sloužící ke vtahování člunů bez vlastního pohonu do komory se nazývá spil. Při pevných nikových pacholatech nebo vázacích trnech (zapuštěných v různých výškách za líc stěny komory) je třeba loď při vertikálním pohybu převazovat. Pohyblivá pacholata nebo vázací trny se pohybují zpravidla na plováku v drážce ve stěně komory současně s pohybem hladiny a lodí. Často bývají stěny komory (při

obkladu kamennou dlažbou) opatřeny dřevěnými svislými či vodorovnými třecími trámcí, které tlumí náraz lodí na stěny komory. V drážkách zdí jsou umístěny žebříky umožňující výstup po stěně komory.

Plavební komory jsou provedeny často z betonu s mohutnými navigačními opěrnými zdmi, dno je od zdí oddílováno. V mohutných zdech jsou obvykle vybudovány dlouhé plnicí obtoky. V případě založení na skále není dno třeba betonovat. Jinou možností je polorámová konstrukce komory ze železobetonu. V tomto případě je pak vhodnější přímé plnění nebo krátké obtoky v masivním betonovém horním a dolním ohlavi komory. Výjimečně je možno použít i kotvených ocelových štětových stěn s betonovým horním a dolním zhlavím. Vybavení je pak stejné jako u železobetonových polorámů.

7.4.2. **Lodní zdvihadla člunů**

Pro snížení spotřeby proplavovací vody byla vyvinuta zařízení s minimální spotřebou - lodní zdvihadla. Výškově přemísťují buď samotnou loď nebo loď i se žlabem naplněným vodou ve svislém nebo šikmém směru. Hmotnost naplněného žlabu s člunem dosahuje několika tisíc tun, tomu odpovídá mohutnost zařízení. Takto lze překonat velké spády při minimální spotřebě proplavovací vody - pouze ztráty při připojování žlabu na průplav.

Svislá lodní zdvihadla jsou tvořena vodorovným ocelovým žlabem naplněným vodou v čelech uzavřený vraty, zařízením na vyvážení, zvedání a spouštění tohoto žlabu vertikálním směrem, vedením žlabu ve svislém směru a jeho aretací. Svislá zdvihadla podle způsobu zdvihu dělíme na zdvihadla pístová, plováková a vyvázná. U pístového zdvihadla jsou dva žlaby vedle sebe usazeny na pístech pohybujících se ve studních naplněných vodou a navzájem propojených. Oba žlaby s vodou a lodí jsou v rovnováze. Připuštěním vody do horního žlabu se zvýší hmotnost, žlab klesá a zároveň vytlačuje druhý žlab i s lodí vzhůru. U plovákových zdvihadel je žlab s vodou a lodí vyvážen velikostí plováku. U vyvázného zdvihadla protizávažím zavěšeným na lanech. Pohyb dolů i vzhůru je možný úpravou hmotnosti žlabu vzhledem k vyvážení přidáním či vypuštěním vody ve žlabu, nebo motoricky.

7.4.3. **Lodní železnice**

Šikmá lodní zdvihadla – lodní železnice – překonávají libovolný rozdíl výšek mezi zdržemi pomocí kolového podvozku pohybujícího se po kolejích. Na podvozku je uložen žlab s vodou a lodí nebo pouze plošina s lodí uloženou napříč nebo podélně. I v tomto případě je systém vyvážen buď spojením dvou žlabů či protizávažím. U nás je možno „lodní železnici“ vidět na hrázi vodního díla Orlík pro občasnou přepravu sportovních lodí. Pro instalaci plovákového zdvihadla byl přizpůsoben prostor pravobřežního zavázání hráze Slapy.

7.4.4. **Rejdy plavebních komor**

Rejdy jsou vodní plochy před a za plavební komorou sloužící k manipulaci se čluny a soupravami při proplavování z jedné zdrže do druhé. Mohou sloužit i k překládání materiálu, přezimování lodí apod. Délka, šířka a hloubka rejdy se navrhuje podle lodního typu, způsobu a hustoty plavby. Rozměry musí umožňovat optimální manipulaci s čluny a plynulý provoz. Bezpečný vjezd a výjezd z plavební komory je

vymezen svodidly (s vodorovnými dřevěnými trámy) nebo dalbami (řady pilot). Na dalbách i svodidlech jsou umístěna pacholata k uvazování člunů.

7.4.5. Přístavy

Vnitrozemské přístavy na vodních cestách slouží k manipulaci s náklady (nakládání, vykládání a překládání mezi pevninou a lodí a mezi loděmi navzájem), jako útulky k ochraně lodí za nepříznivých podmínek (velká voda, zámrz vodní cesty), k opravě a údržbě lodí (dok). Přístavy se budují buď přímo na řece, nebo mimo ni. Přístavy mimo řeku se skládají ze soustavy přístavních bazénů šířek 50 až 100 m a délek 200 až 1000 m. Vjezd do přístavu má svírat s řekou ostrý úhel, max. 30°, šířka vjezdu musí být minimálně trojnásobek šířky plavidla. Za vjezdem se obvykle umístí uje obratiště.

Přístavy se vybavují jeřáby na nakládání a vykládání materiálu a zboží. Důležitou součástí přístavů jsou kontejnerová překladiště pro kombinovanou dopravu.

7.5. Křížení vodních cest

Na vodní cestě dopravně významné směřují být stavěny mosty o nejmenší podjezdové výšce 7,0 m nad nejvyšší plavební hladinou. Při rekonstrukci mostních objektů musí být dodržena podjezdová výška nejméně 5,25 m nad nejvyšší plavební hladinou. U obloukových mostů musí být tato výška dodržena v šířce nejméně dvou třetin přilehlé plavební dráhy. Pokud nemůže být dodržena hodnota podjezdové výšky, je nutno zřídit zvedací konstrukci mostu. Světlá vzdálenost mezi jednotlivými pilíři plavebního mostního otvoru, měřená kolmo na osu plavební dráhy, musí odpovídat šířce přilehlé plavební dráhy. Nad vodní cestou dopravně významnou směřují být zřizovány lanové dráhy a potrubí nejméně 12,0 m nad nejvyšší plavební hladinou, sdělovací vedení nejméně 15,5 m a elektrická vedení do napětí 110 kV nejméně 19,0 m nad nejvyšší plavební hladinou. Nad vodní cestou dopravně významnou pro plavidla o nosnosti do 300 tun směřují být stavěny mosty o nejmenší podjezdové výšce 4,0 m, lanové dráhy, sdělovací vedení a potrubí směřují být umístěna nejméně 10 m nad nejvyšší plavební hladinou, elektrická vedení do napětí 110 kV nejméně 12,0 m nad nejvyšší plavební hladinou.

Akvadukty nebo-li vodní mosty se používají při mimoúrovňovém křížení kanálu s vodním tokem nebo s jinými překážkami. Plavidla proplouvají těsným obvykle železobetonovým žlabem který se navrhuje jako jedno resp. dvojloďní. Největší akvadukt je postaven na Elbe-Havel-Kanalu severně od Magdeburg (délka 918 m, největší rozpon 109 m, užitná šířka 32 m, hloubka 3,5 m).

Průplavové štoly umožňují průchod průplavu místy s vysokým převršením. Velikost plavební štoly se navrhuje na rozměr směrného typu lodí, šířka štoly bývá shodná s šířkou plavebních komor.

7.6. Plavební prostředky a provoz

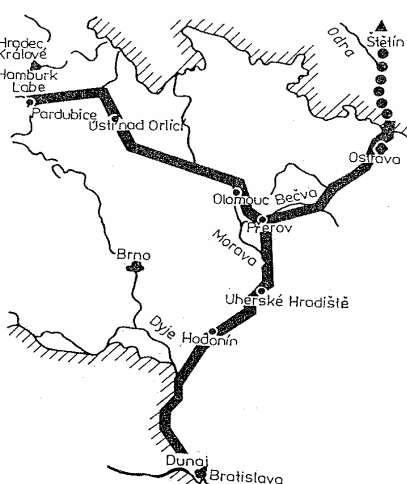
Plavidlo je plovoucí těleso určené pro službu na vodě. Jednu skupinu plavidel tvoří lodě. K dopravě po vnitrozemských vodních cestách používáme buď lodí s vlastním pohonem (motorové čluny), nebo bez vlastního pohonu (vlečné čluny). Vlečné čluny mohou být tažené nebo tlačené. Tažné či tlačné plavidlo se

nazývá remorkér. Způsob dopravy tlačáním nebo též postrkem má řadu předností a je využíván u moderní dopravy. Snižuje se především odpor při dopravě, zvyšuje se pohyblivost a ovladatelnost soulodí a je zapotřebí menší počet lidí k obsluze. Pro evropské vodní cesty byl doporučen jednotný typ lodí pro nákladní dopravu postrkem – Evropa II a Evropa IIA. Soulodí vytvořené z těchto lodí může mít, kromě tlačného remorkéru, jednu až devět lodí.

Malá plavidla členíme na malá plavidla bez vlastního strojního pohonu a bez plachet, malá plavidla s vlastním strojním pohonem, malá plavidla s plachtou (plachetnice). Posledními skupinami plavidel jsou plovoucí stroje a plovoucí zařízení.

7.7. Průplavy v Evropě

7.7.1. Průplav Dunaj – Odra – Labe (D-O-L)



Obr. 7-4 Schéma průplavu Dunaj – Odra – Labe.

O propojení Dunaj – Odra, případně i Dunaj – Odra – Labe, se uvažovalo již v 18. století. Tehdejší návrhy předpokládaly využívání řeky Moravy malými čluny bez jakýchkoliv změn a zdůrazňovaly, že právě Moravská brána umožňuje snadno zřídit průplavní spojení, kterými by tyto čluny překonaly rozvodí mezi Moravou a Odrou. Konec tehdejších snahám ovšem udělala železnice -Severní dráha císaře Ferdinanda z Vídně do Krakova, dokončená v roce 1841, sledovala totiž těsně právě řeku Moravu a nadlouho tak odsunula do pozadí úvahy o výstavbě vodní cesty. Nové studie se objevily až na počátku 20. století, tentokrát už počítaly s loděmi o nosnosti 600 tun. Tehdy se předpokládalo, že plavební kanál odbočí z Dunaje už u vídeňského předměstí Floridsdorf, výhodou projektu, který byl vypracován až po Hodonín byla skutečnost, že by celá vodní cesta procházela územím jediného státu, to znamená Rakousko-Uherska. Po rozpadu habsburské monarchie a vzniku samostatné Československé republiky v roce 1918 byl projekt přepracován tak, aby se celá trasa opět nacházela na území jediného státu, tentokrát ovšem už Československa. Odbočení z Dunaje bylo proto přesunuto do Děvína, to znamená do ústí řeky Moravy. Další etapa začala zánikem Československé republiky, obsazením Rakouska a vznikem Slovenského státu v roce 1939; předpokládané odbočení z Dunaje se tehdy vrátilo zase zpět do Vídně, jen o něco dál po proudu, do předměstí Lobau. V této trase dokonce došlo k zahájení stavebních prací přerušovaných až zákazem staveb za druhé světové války. Výsledkem je dodnes existující torzo nedokončené vodní cesty v úseku Lobau-Gross Enzersdorf dlouhé asi 6 km, které je využíváno k rekreaci. Až do 50. let 20. století se většinou uvažovalo o důsledném oddělení vodní cesty od přirozených vodních toků; vodní cesta měla být umělým průplavem a nepoužívala koryto řeky Moravy – pokud se s ní nebo s jinými toky křížovala, předpokládalo se zásadně mimoúrovňové

uspořádání. Teprve na sklonku 50. let se podařilo prosadit takzvanou říční variantu, proti ní se však začaly objevovat námitky zejména ekologické, proto současná představa počítá s kombinovanými říčně-průplavními variantami. Opět nová situace nastala na počátku 90. let 20. století po rozpadu Československa, kdy nově vzniklá Česká republika zcela ztratila možnost přímého napojení na Dunaj. Kanál by byl napojen u Vídně, odkud by vedl umělý průplav přes rakouské území až k Břeclavi. Přístavy pro nákladní lodě by pak měly - stejně jako u ostatních variant - vzniknout především v Uherském Hradišti, Přerově, který by se stal navíc i křižovatkou obou vodních cest, a v Pardubicích, jenž je už připraven. Vyrvalá snaha o vybudování plavebního kanálu Dunaj-Odra-Labe se může možná zdát až nepochopitelná, pohled na mapu střední Evropy však ukáže, že nikde jinde v Evropě nejsou geografické podmínky pro propojení hned tří moří tak výhodné jako právě v České republice. Zejména propojení Černého a Baltského moře, tedy Dunaje s Odrou, je relativně jednoduché právě přes Moravskou bránu, neboť nejvyšší místo na rozvodí obou řek, které by bylo třeba překonat, je ve výšce pouze 275 m nad mořem, což je nejnižší výška tohoto rozvodí v celé Evropě. Poněkud větší výšku, 395 m nad mořem, by bylo třeba překonat pro propojení této spojnice s Labem, stále je to však méně, než je běžné u podobných průplavů, v západní Evropě. Vodní cesta Dunaj-Odra-Labe by měla význam především ekonomický, neboť lodní doprava je nepochybně levnější než doprava železnicí či po silnicích (samozřejmě pokud nepočítáme náklady na vybudování vodní cesty), zkrátka by však nejspíš nepřišla ani turistika.

Návrhové parametry vodní cesty D-O-L jsou vcelku jednoznačně dány doporučeními dohody AGN, podle které mají nově budované úseky evropské plavební sítě (tj. průplavy a kanalizované toky) vyhovovat těmto podmínkám:

- Třídě vodních cest Vb, což odpovídá použitelnosti pro lodě s vlastním pohonem o rozměrech 110 x 11,4 metru, s ponorem 2,8 metru a výtlakem 2500 tun a pro tlačné soupravy o rozměrech 185 x 11,4 metru s výtlakem 4000 tun.
- Podjezdné výšce mostů nad nejvyšším plavebním stavem alespoň 7 m (což umožňuje ložení standardních kontejnerů ve třech vrstvách při jejich střední hmotnosti).
- Přípustnosti případného rozšíření lodí, určených pro přepravu kontejnerů, o 7 - 10 % (prakticky jde o to, aby plavební komory měly světlou šířku alespoň 12,5 m).
- Vyhovující spolehlivosti provozu, který má být nepřetržitý po celý rok (s výjimkou zcela extrémních a technicky nepřekonatelných meteorologických a hydrologických podmínek).

7.7.2. Rýn - Mohan - Dunaj (R-M-D)

Průplav Mohan – Dunaj spojuje rozsáhlou plavební síť navazující na Rýn s Dunajem. Je tedy základním integračním článkem evropských vodních cest. V důsledku rozšíření Evropské unie jeho význam v celoevropské dopravní infrastruktuře jistě dále vzroste. Myšlenka plavebního propojení Mohanu a Dunaje je prastará. Již v 8. století se Karel Veliký pokusil o propojení řek Altmühl a Schwábische Rezat průplavem, či spíše průkopem, který je dodnes v blízkosti obce Treuchtlingen v terénu dobře patrný a je turistickou atrakcí. Myšlenku se podařilo s úspěchem realizovat až v letech 1836 až 1845. Bavorskému králi Ludvíkovi I. se tedy naskytl vhodná příležitost k novému spojení Mohanu s Dunajem a překonání

evropského rozvodí. Definitivně byla tato vodní cesta zrušena v roce 1950. Důvodem byl nedostatečně dimenzovaný příčný profil a velký počet plavebních stupňů (na průplavu bylo 101 plavebních komor!). V roce 1992 byl otevřen nový kanál s výhodnějšími parametry. Současně je možno proplavit dvě motorové nákladní lodi o délce do 90 m nebo jednu tlačnou soupravu se dvěma čluny o celkové délce až 190 m. Plavební komory jsou opatřeny úspornými nádržemi, aby se dosáhlo co nejnižších nároků na proplavovací vodu. Příčný profil průplavu je zpravidla lichoběžníkový se šířkou hladiny 55 m. Svahy profilu mají sklon 1 : 3. Jen v městských úsecích se používá obdélníkového profilu. Na vrcholovou zdrž navazuje i boční nádrž Dürrioh s objemem cca 2 mil. m³. Ta umožňuje vyrovnání rozdílů mezi čerpaným množstvím a množstvím využitým pro proplavování nejen v denním, ale dokonce i v týdenním cyklu.

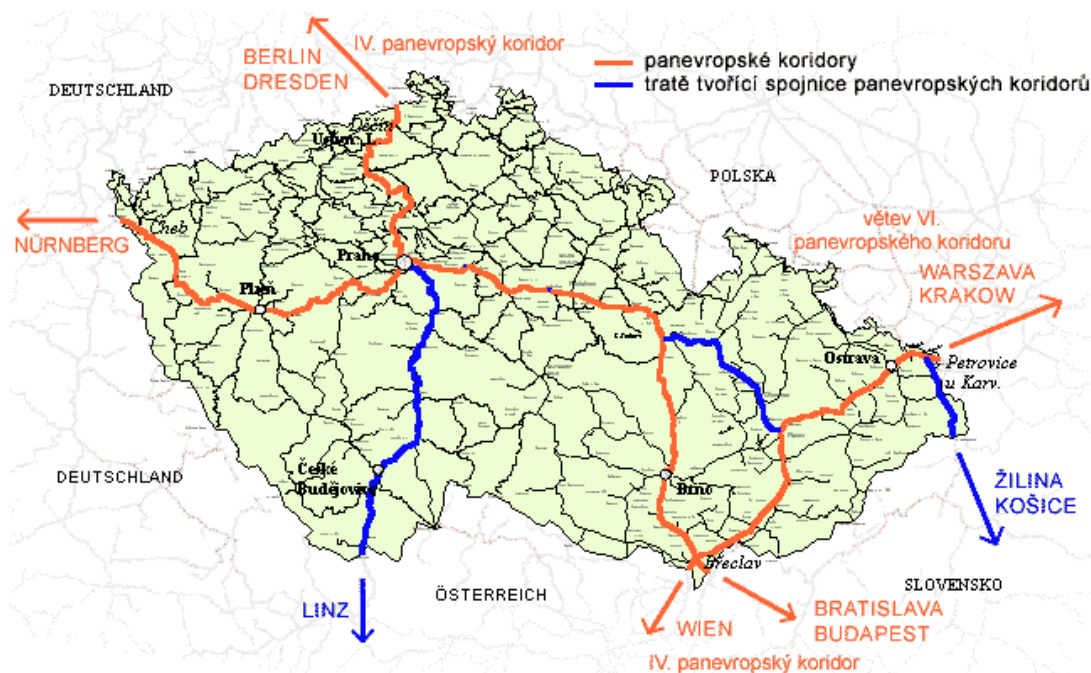
7.7.3. Schwarzenberský plavební kanál

Autor geniálního nápadu plavení dřeva byl inženýr Josef Rosenauer, který už v roce 1774 předložil projekt svému zaměstnavateli, knížeti Schwarzenbergovi. Prostřednictvím plavebního kanálu mělo být plaveno dříví ze severních úbočí Šumavy přes hlavní evropské rozvodí k řece Große Mühl a dále po Dunaji až do Vídně, která trpěla nedostatkem palivového dříví. Návrh byl nejdříve odmítnut, budovat se proto začalo až o 15 let později. Celková délka kanálu dosáhla téměř 52 kilometrů a na stavbě se podílelo až 1200 mužů, kteří pracovali v nepředstavitelných podmínkách uprostřed divokých šumavských pralesů. V oblasti Svatého Tomáše kanál překračuje evropské rozvodí, a spojuje tak povodí Labe (Vltavy) s povodím Dunaje.

Za zlatou dobu plavebního kanálu, která trvala od roku 1793 do roku 1892, kdy se dopravovalo palivové dříví z jižní části Šumavy do našeho tehdejšího hlavního města do Vídně, se splavilo zhruba 8 miliónů prostorových metrů dříví. Plavba dříví na českém území byla v provozu až do roku 1961.

8. Železniční doprava

Železniční doprava má oproti svým největším konkurentům – dopravě silniční a letecké – dvě nesporné a podstatné výhody. Způsobuje společensky významnou nižší negativní zátěž životního prostředí a poskytuje nesrovnatelně vyšší bezpečnost přepravovaných osob a zboží. V uplynulých desetiletích však docházelo ke zvyšování tržního podílu silniční dopravy na úkor železniční – to vše při celkově rostoucím dopravním trhu. Současná dopravní politika jak Evropské unie tak České republiky se snaží tento trend zvrátit. Budoucnost železniční dopravy v určitých segmentech dopravního trhu je předmětem současných odborných debat. Ačkoliv se dnes u nás nové železniční tratě nestaví, probíhá rozsáhlá modernizace a optimalizace vybraných tratí celostátního významu zařazené do evropských sítí dle mezinárodních dohod (tranzitní koridory). I s ohledem na budoucí výstavbu vysokorychlostních tratí na našem území je důležité se seznámit se základy železničního stavitelství.



Obr. 8-1 Trasování panevropských koridorů v České republice.

8.1. Rozdělení drah

Dráhy (železnice) můžeme rozdělovat z různých hledisek. Podle zákona o drahách jsou drahami železnice a tramvajové, trolejové a lanové dráhy (s výjimkou lanových vleků). Podle účelu zákon rozeznává:

- celostátní dráhy, které slouží všeobecným přepravním potřebám,
- regionální dráhy
- vlečky, které slouží především určitému podniku,
- městské dráhy, které slouží k přepravě obyvatel měst; jsou to tramvajové dráhy, trolejové dráhy a městské rychlodráhy,
- dráhy zvláštního určení, které slouží místním potřebám a nejsou zaústěny do celostátních drah (dráhy lesní, důlní atd.)

Podle provedení vodící dráhy jsou železnice adhezní a ozubnicové. Adhezní železnice využívají tření mezi kolejnicí a hnacími koly lokomotivy k překonání jízdního odporu vozidel. Pohon lokomotiv je parní, elektrický nebo motorový. Ozubnicové železnice mají položen mezi kolejnicemi pomocný ocelový hřeben - ozubnici, do které zapadá hnací ozubené kolo lokomotivy. Tohoto zařízení se používá k překonání velkých stoupání trati.

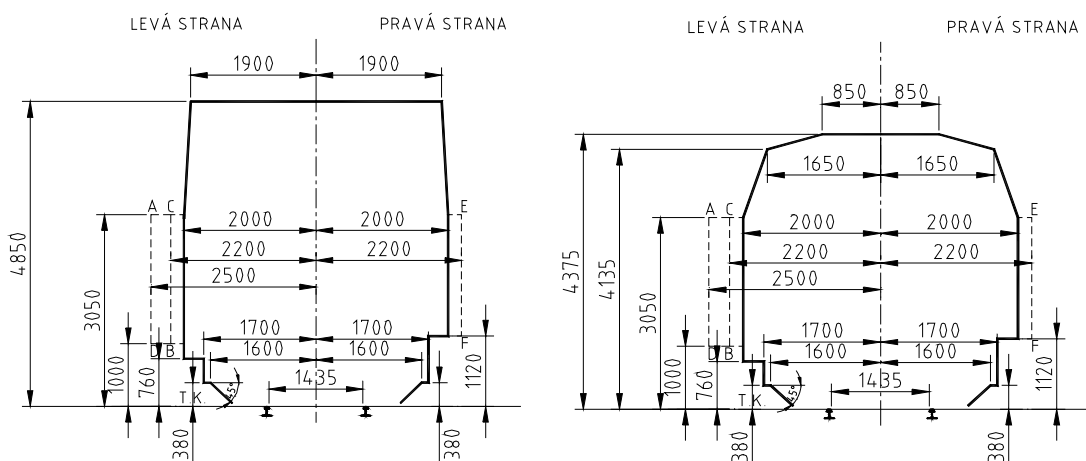
Podle rozchodu koleje dělíme železnice na:

- *normálně rozchodné*, s rozchodem v přímé 1 435 mm, kterých je u ČD téměř 98 %;
- *úzkorozchodné*, mají rozchod menší než 1 435 mm a kromě několika tratí u ČD (např. Jindřichův Hradec - Obrataň) jsou normalizovány rozchody 900 mm, 760 mm, 600 mm pro dráhy polní, průmyslové a důlní;
- *širokorozchodné*, mají rozchod větší než 1 435 mm (např. 1524 mm v Rusku a Finsku).

Hranice drážního pozemku je vyznačena mezníky a probíhá nejméně 1 m od paty náspu nebo hrany výkopu. K ochraně celostátních drah, drah zvláštního určení a vleček a jejich provozu slouží ochranné pásmo dráhy. Je určeno svislými rovinami, vedenými 60 m od osy krajní koleje pro dráhy celostátní a 30 m pro dráhy zvláštního určení a vlečky. V ochranném pásmu je zakázáno, s výjimkou drážních staveb, cokoliv stavět. Z tohoto nařízení se povolují výjimky.

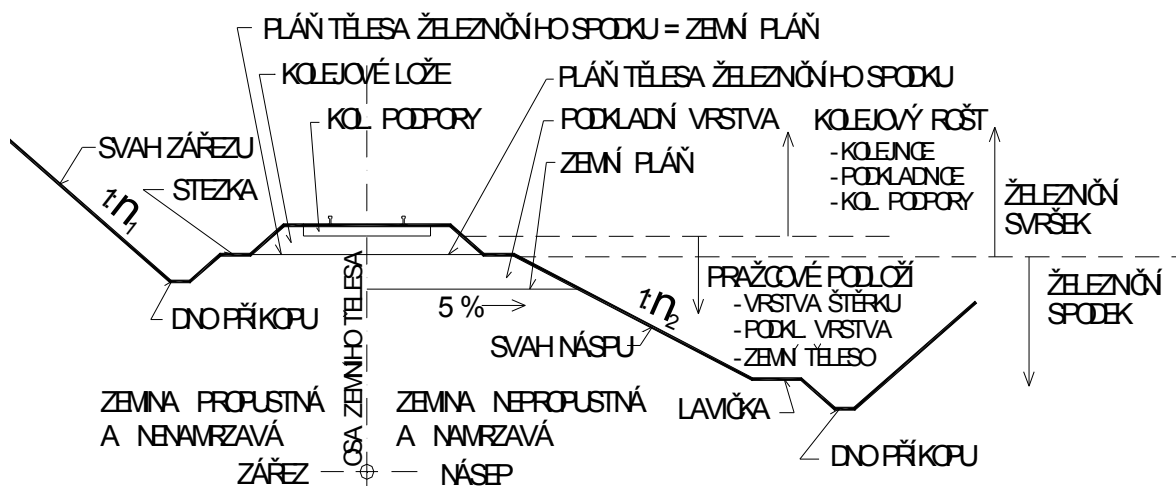
8.2. Průjezdny průřez

Průjezdny průřez je obrys obrazce v rovině kolmé k ose koleje, jehož osa je kolmá ke spojnicí temen kolejnic a prochází středem koleje. Pohybem průjezdního



Obr. 8-2 Tvary a rozměry průjezdního průřezu Z-GC a Z-G.

průřezu ve směru podélné osy je nad kolejí vymezen volný prostor pro bezpečný průjezd vozidel. Z průjezdního profilu se odvozuje prostorové uspořádání tratí, staveb a zařízení celostátních drah a vleček. Jeho základní tvary udává ČSN 73 6320 – Z-GC zahrnuje širší vozidla, dále Z-GB a Z-GČD. Pro elektrizovanou trať se k profilu přidává tzv. nástavec.



Obr. 8-3 Železniční trat' v příčném řezu – názvosloví.

8.3. Železniční spodek

Železniční spodek tvoří těleso železničního spodku, stavby železničního spodku, dopravní plochy a komunikace a drobné stavby a zařízení železničního spodku. Železničním spodkem rozumíme všechny stavby, které slouží k uložení železničního svršku.

Těleso železničního spodku je tvořeno zemním tělesem, konstrukčními vrstvami a odvodňovacím zařízením. Těleso železničního spodku má určený tvar, rozměry a dále musí splňovat požadovanou únosnost a stabilitu. Jeho funkcí je zajistit geometrickou polohu koleje, přenášet dynamické a statické zatížení bez trvalé deformace a dále přispívá k zajištění bezpečnosti a plynulosti žel. provozu.

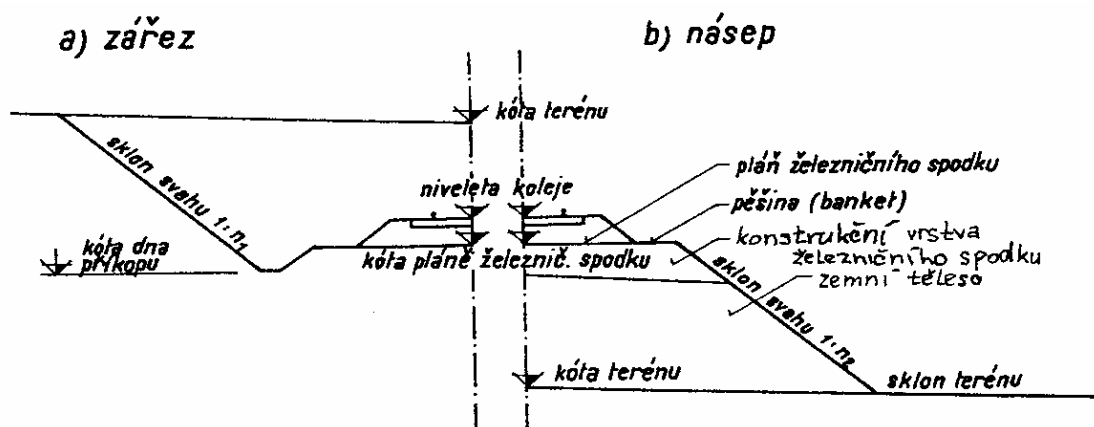
Stavby železničního spodku zahrnují propustky, mosty, objekty mostům podobné, tunely galerie, opěrné, zárubní a obkladní zdi, protihlukové stavby a další ochranné stavby. Tyto stavby nahrazují z části nebo úplně těleso železničního spodku, zvyšují jeho stabilitu nebo jej mají chránit.

Dopravní plochy a komunikace jsou myšleny jako dopravní plochy a komunikace určené k nastupování a vystupování cestujících, k manipulaci a zajištění obsluhy při provozu dráhy.

Drobné stavby a zařízení železničního spodku patří prohlídkové a čistící jámy, zarážedla, oplocení a zábradlí.

Konstrukčními vrstvami tělesa železničního spodku je zemní pláň a pláň tělesa železničního spodku a další pro dosažení požadované únosnosti pláne tělesa železničního spodku. Zemní pláň se provádí ve sklonu 5% (v odůvodněných případech lze 4%). Pokud je zemní pláň ze zemin nesoudržných a nenamrzavých, může se zřídit jako vodorovná. Aby nedošlo k promísení materiálu zemní pláne a konstrukčních vrstev, musí být splněno filtrační kritérium. Řešením může být pokládka geotextilie. U jednokolejné trati musí být šířka pláne tělesa železničního spodku nejméně 6 m. V obloucích se pláň tělesa železničního spodku rozšiřuje na vnější straně dle převýšení (od $p = 30$ mm). Šířka pláne tělesa železničního spodku u

dvou nebo více kolejné tratí je dána osovou vzdáleností kolejí a vzdáleností hran drážních stezek od os krajních kolejí.



Obr. 8-4 Části tělesa železničního spodku.

Únosnost konstrukčních vrstev se zjišťuje statickou zatěžovací zkouškou pomocí kruhové desky o průměru 0,30 m. Určujeme modul přetvárnosti na zemní pláni a povrchu konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku. Na základě únosnosti zemní pláně a pláně tělesa železničního spodku navrhujeme typ konstrukční vrstvy. Únosnost je závislá na návrhové rychlosti v daném úseku. V místech úrovnového křížení s komunikací a při přechodu tělesa na umělou stavbu musíme uvažovat se zesílenou konstrukční vrstvou. Dále nesmíme zapomenout na ochranu zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu.

Tvar zemního tělesa se odvíjí ze vzájemné polohy terénu a nivelety koleje. Dále závisí na podloží a na materiálech, ze kterých má být těleso vybudováno. Zemní těleso musí být vybudováno tak, aby byla zajištěna jeho stabilita. Je-li těleso vyšší než 6 m, musí být na základě geotechnického průzkumu ověřena stabilita výpočtem.

Nejvhodnějším materiálem jsou nezvětrávající horniny a dále nesoudržné a nenamrzavé zeminy. U soudržných zemin, které mění své vlastnosti při klimatických změnách je třeba ověřit jejich vhodnost.

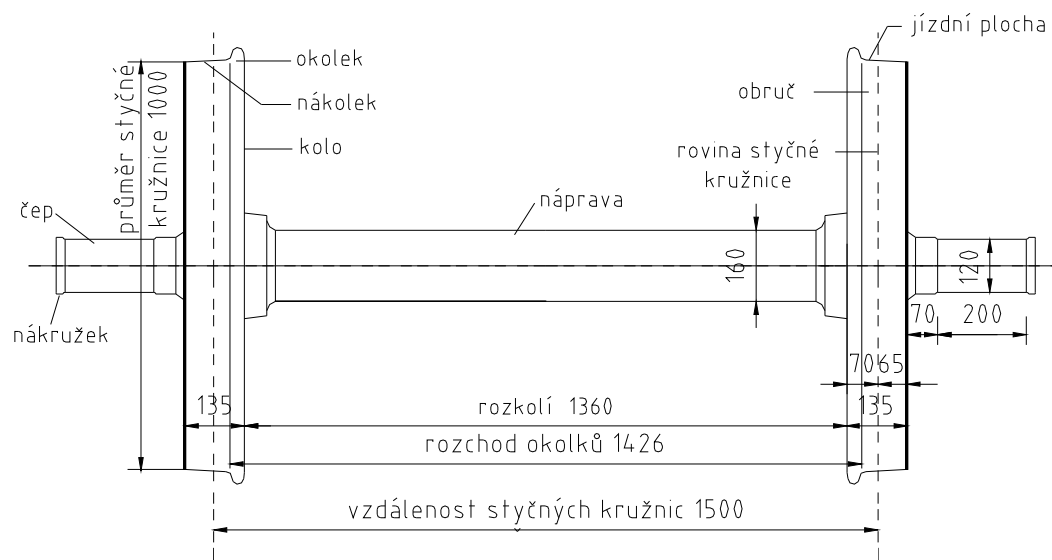
Před samotnou stavbou železničního tělesa je nutno odstranit původní vegetaci, případně sejmout ornici a odstranit nevhodné zeminy. U podloží je nejdůležitější jeho únosnost, která určuje tvar železničního tělesa. Nachází-li se v podloží náspe soudržné zeminy, zřídí se pod náspe konsolidační vrstva z nesoudržných zemin. Jsou-li v podloží náspe nepropustné zeminy a těleso je tvořeno z propustných zemin, vytvoří se v patě náspe odvodňovací rýha. Je-li sklon podloží větší než 1 : 6, vytvoří se stupně. Mezi patou náspe a patním příkopem musí být zřízena lavička o šířce 1,00 m se sklonem 5 % do příkopu. Je-li podloží málo únosné, je třeba ověření výpočtem. Do výšky 6 m se uvažuje jednotný sklon náspe. Při větší výšce než 6 m se zřizují lomené sklony s odstupňováním po 4 – 6 m. Nejstrmější sklon má vždy horní patro náspe. U zemin nesoudržných se zřizuje sklon od 1 : 1,25 do 1 : 1,75, u zemin soudržných se zřizuje sklon od 1 : 2 do 1 : 2,5 a u skalní sypaniny se zřizuje sklon 1 : 1,25

Tvar zářezu závisí na hloubce a druhu zemin a hornin, ve kterých je zářez zbudován. Nesmíme opomenout odvedení vod ze zářezu. Máme-li zářez hlubší než 5

m je třeba zřídit jednostranné nebo oboustranné ochranné prostory o šířce 3 m. Ve skalních zářezích je nutno tyto prostory zřídit vždy. Při hloubce zářezu více než 6 m je třeba provést geotechnické posouzení. Do hloubky 6 m se uvažuje jednotný sklon. Při větší výšce než 6 m se zřizují lomené sklony s odstupňováním po 4 – 6 m. Nejstrmější sklon má vždy horní patro zářezu. U zemin nesoudržných se zřizuje sklon od 1 : 1,25 do 1 : 1,75, u zemin soudržných se zřizuje sklon od 1 : 2 (hlíny) do 1 : 2,5 (jíly), u skalních hornin se zřizuje sklon od 1 : 1,25 do 1 : 5 (záleží na zvětrání horniny). U skalních zářezů hlubších než 6 m je nutno provést odstupňování s lavičkami o min. šířce 1,5 m.

Pro zemní těleso je nejdůležitější jeho odvodnění. Závisí na tom jeho stabilita a trvanlivost geometrické polohy koleje. Odvodňovací zařízení má za úkol odvedení vod povrchových a podzemních mimo těleso železničního spodku. Odvodňovací zařízení dělíme na otevřená a uzavřená. Otevřená jsou: příkopy, rigoly, náhorní příkopy, příkopové zídky, skluzy, kaskády, horské vpusti, a uzavřená: trativody, trativodní žebra, odvodňovací vrty, vsakovací jámky, geodrény, odvodňovací štoly. Důležitá je pravidelná údržba těchto zařízení.

Svahy zemního tělesa se musí chránit před nepříznivými povětrnostními vlivy, aby nedocházelo k narušení stability. Ochranu zřizujeme jako vegetační, technickou nebo kombinovanou. Jaký druh ochrany zvolíme záleží především na místních klimatických a geologických poměrech. Vegetační ochrana představuje zpevnění svahu pomocí kořenového systému. Vegetační ochranu lze zřídit rozprostřením ornice a osetím, hydroosevem, drnováním a vysázením dřevin. Technická ochrana představuje zpevnění svahu technickým způsobem: dlažby, šterkové koberce, obklady, gabiony, geomříže, geotextilie, hřebíkování, kotvení, plombování dutin, injektování (u skalních masívů). Kombinovaná ochrana představuje spojení vegetační a technické ochrany. Je-li zemní těleso ve styku s vodním dílem, musí být proti účinkům vody dostatečně chráněno.



Obr. 8-5 Pojmenování jednotlivých částí dvojkolí.

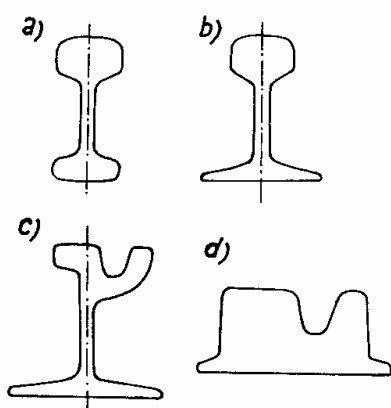
8.4. Železniční svršek

Železniční svršek tvoří jízdní dráhu pro železniční vozidla. Přenáší zatížení od vozidel na železniční spodek. Svršek se skládá z kolejového roštu (kolejnice, upevňovadla a pražce) a z kolejového lože, které slouží k roznášení tlaků pražců na pláš železničního spodku (min. tl. 300 mm pod pražcem), k výškové a směrové regulaci koleje a k odvodnění železničního svršku. Tvořeno je buď drceným štěrkem (nejčastěji frakce 32-63 mm) nebo kopaným štěrkem. Životnost lože je různá podle druhu použitého materiálu (čedičový, znělcový dioritový, porfyrový, diabázový, žulový, z nevrstvených rul atd.) od 10-14 let.

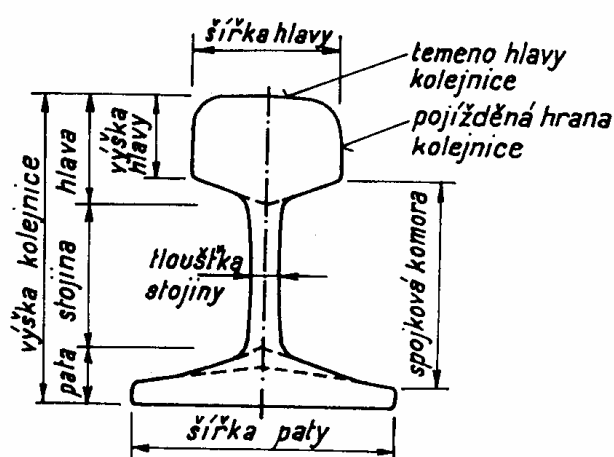
8.4.1. Kolejnice

Kolejnice zabezpečují vedení železničních vozidel a přenos veškerých sil vznikajících provozem na podpory. Kolejnice jsou nejvíce namáhaným prvkem koleje, přicházejí do bezprostředního styku s koly vozidel (konstrukčně dvojkolí), která jim předávají na malých styčných plochách velké statické tlaky a dynamické rázy, jejichž velikost, charakter a směr se neustále mění. Nejvíce namáhaným místem v koleji je kolejnicový styk. Koleje se podle stykování dělí na dvě skupiny. U stykované koleje je umožněna volná dilatace, tedy v kolejnici je namáhána nulovým napětím od teplotních změn. Zatímco bezstyková kolej neumožňuje dilatace, vzniká v ní napětí od teplotních změn. Hlavní síly působící na kolej je svislá kolová síla vyvozená nákolkem kola a vodorovná síla vyvozená okolkem kola, vodorovná síla řídící, která působí při průjezdu obloukem mezi okolkem a kolejnicí, natačí podélnou osu vozidla a vodorovná třecí síla, která vzniká mezi kolem a kolejnicí. Vodící síla je daná součtem všech vodorovných sil. Další podélné síly vznikají již zmíněnými teplotními změnami. Z hlediska průřezu rozlišujeme kolejnice (viz obr. 8-6):

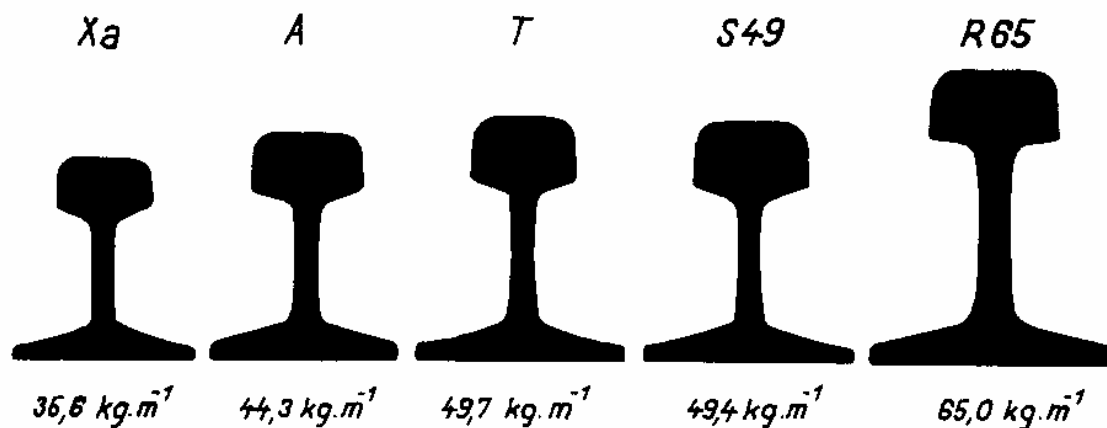
- Dvouhlavé - nejvíce v Anglii, vyžadují mohutné stolíčkové podkladnice,
- Širokopatní - nejpoužívanější kolejnice v dnešní době,
- Stojinová žlábkové - používají se pro tramvajové koleje,
- Žlábková blokové - využívají se pro konstrukci tramvajové koleje na panelech,



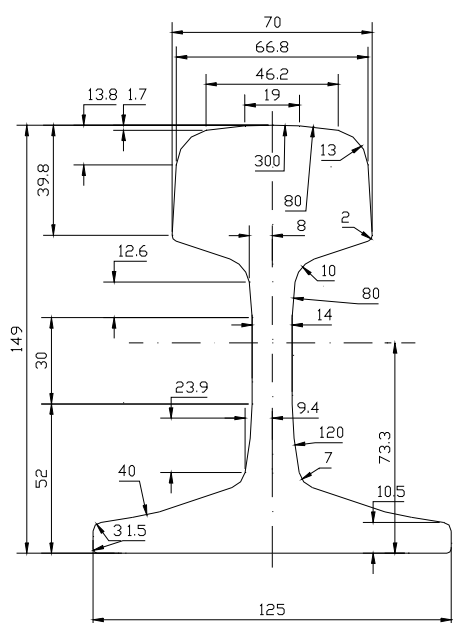
Obr. 8-6 Typy kolejnic z hlediska průřezu.



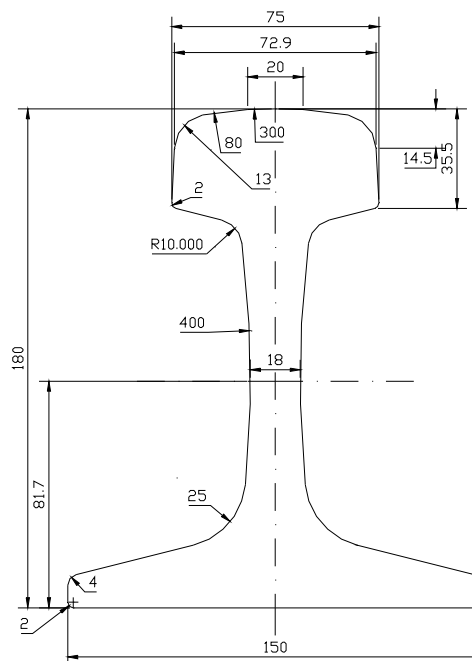
Obr. 8-7 Pojmenování jednotlivých částí dvojkolí.



Obr. 8-8 Typy širokopatních kolejnic s jejich hmotností na běžný metr používaných Československými drahami ve 20. století.



Obr. 8-9 Průřez a rozměry kolejnice S49.



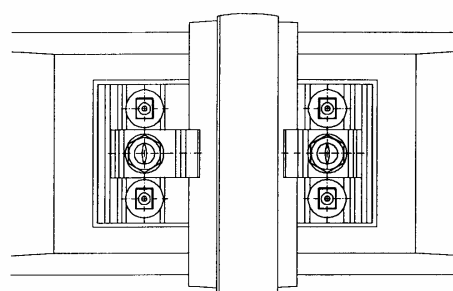
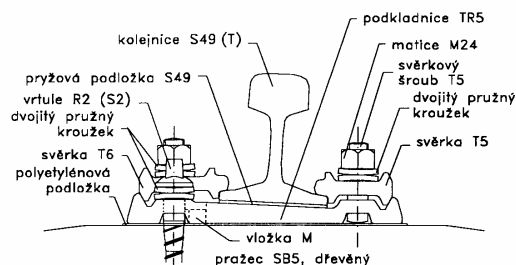
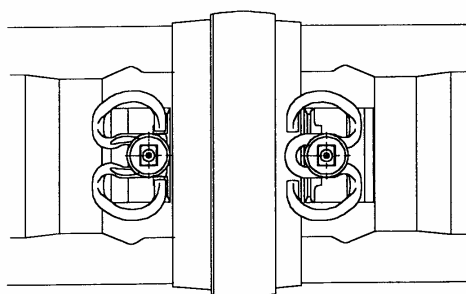
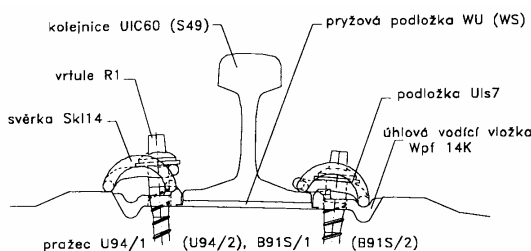
Obr. 8-10 Průřez a rozměry kolejnice R65.

V našich podmínkách se setkáváme se širokopatními kolejnicemi tvaru T, S49, R65 a UIC 60. Posledně jmenované se kladou na modernizované tratě. Kolejnice uvedených tvarů jsou charakterizovány především svými rozměry a hmotností na běžný metr. Rozchod kolejí je vzdálenost mezi hlavami kolejnic, měřená 14 mm pod temenem kolejnice. Normální rozchod činí 1 435 mm. V obloucích s poloměry menšími než 300 m se normální rozchod zvětšuje o příslušné rozšíření tak, že se vnitřní kolejnicový pás odsune ke středu oblouku. Na začátku oblouku musí mít rozšíření již plnou hodnotu.

8.4.2. Upevňovadla

Kolejnice jsou upevněny k prazců přímo, nepřímou nebo kombinací. U přímého je kolejnice přímo nebo s podkladnicí upevněna k podkladu společnými

upevňovadly. U nepřímého je kolejnice k podkladnici upevněna jedním druhem a podkladnice k podkladu dalším druhem upevňovadel.



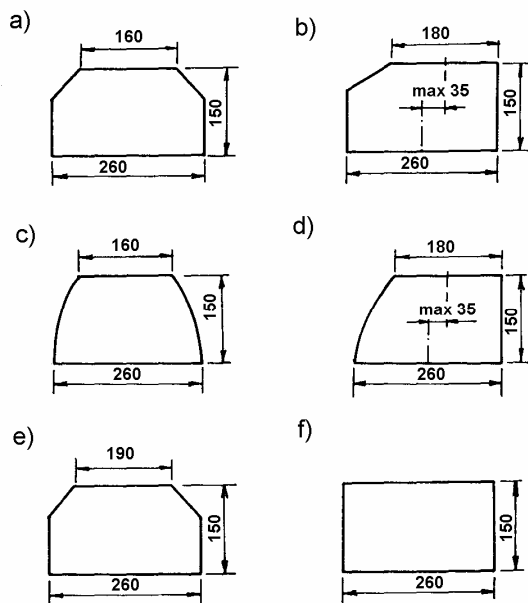
Obr. 8-11 Přímé bezpodkladnicové upevnění typu Vossloh

Obr. 8-12 Nepřímé upevnění kolejnice pomocí rozponové podkladnice

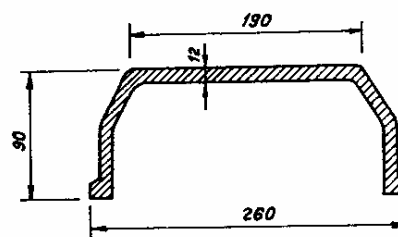
Z paty kolejnice se roznáší zatížení na větší plochu přes podkladnici, což jsou to ocelové desky. Horní plocha podkladnic má sklon 1:20 nebo 1:40; kolejnice tedy nestojí na pražci svisle, ale obě kolejnice jsou skloněny směrem k ose koleje. Sklon vyrovnává nákok kola, který je zkosen v opačném směru. Tato úprava zlepšuje jízdní vlastnosti a stabilitu vozidel. Vyrábějí se dva základní druhy podkladnic: klínové a rozponové. Klínová podkladnice slouží jen k roznášení zatížení a je současně s kolejnicí přichycena k pražci vrtulemi, popřípadě hřeby. Rozponová podkladnice je přichycena vrtulemi k pražci, kolejnice k podkladnici svěrkami a svěrkovými šrouby. U tohoto druhu podkladnic je umožněna změna rozchodu koleje, aniž je zapotřebí změnit upevnění podkladnice k pražci.

8.4.3. Železniční pražce

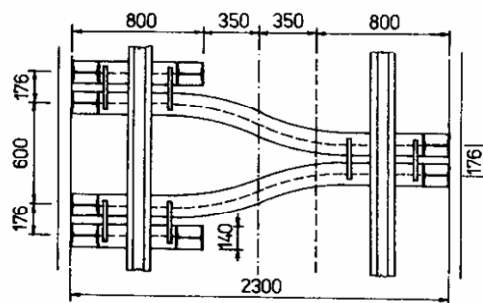
Železniční pražce zajišťují stálost rozchodu koleje a roznášení účinku zatížení od pohybujících se vozidel do pražcového podloží. Z hlediska tvaru jsou nejběžnější pražce příčné, dále rozlišujeme blokové či deskové. Z pohledu užitého materiálu se pražce člení na dřevěné (u nás borové, modřínové, bukové, dubové), ocelové, betonové (železobetonové nebo z předpjatého betonu) a plastové. Dnes jsou nejčastěji užívanými pražci pražce betonové SB8, B91S. Vzdálenost pražců se volí podle provozního zatížení. Počet pražců na 1 km koleje se označuje rozdělením b, c, d, e (při rozdělení b - 1240 ks, při rozdělení e - 1840 ks). Na modernizovaných tratích se používá rozdělení u, pražce jsou od sebe vzdáleny 600 mm. Přesné rozdělení pražců je vždy vyznačeno v montážních plánech kolejí. Obecně je rozdělení pražců u stykové koleje v oblasti styku zhuštěno, u bezstykové koleje je po celé délce pravidelné.



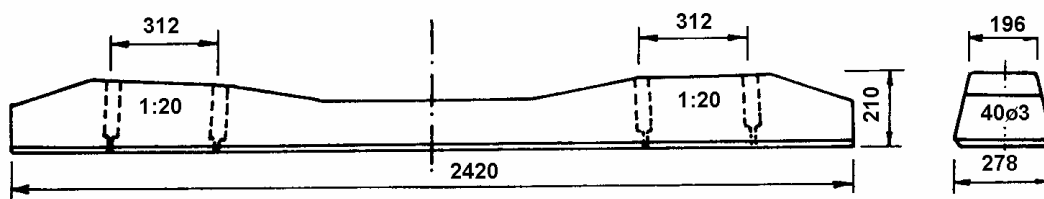
Obr. 8-13 Příčné řezy dřevěných pražců.



Obr. 8-14 Příčný řez ocelovým pražcem T3.



Obr. 8-15 Půdorys tratě na ocelových pražcích Y.



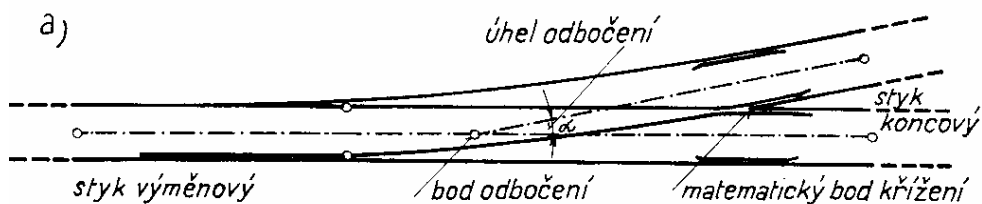
Obr. 8-16 Betonový pražec – SB 8.

Tvar kolejnic, jejich rozměry a únosnost, způsob připevnění k pražci, typ podkladnic a upevňovačů, druh pražců a jejich hustota v koleji, délka kolejnic, konstrukce styku, uspořádání kolejového lože závisí na:

- důležitosti trati,
- intenzitě provozu,
- velikosti nápravových tlaků,
- traťové rychlosti,
- sklonových poměrech.

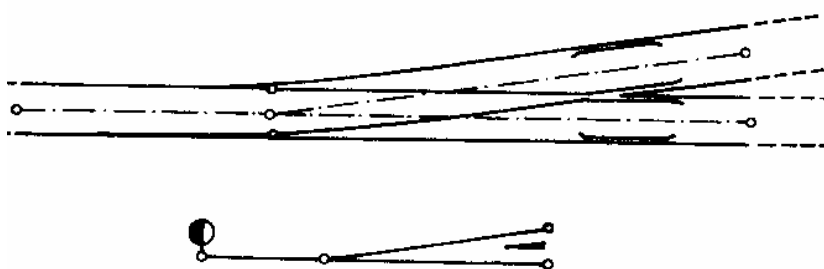
8.4.4. Výhybky

Výhybky jsou konstrukce železničního svršku používající se k rozvětvení koleje do dvou a více kolejí. Výměna je částí výhybky, ve které se rozvětjuje jedna kolej ve dvě, srdcovka je místo výhybky, ve které se protíná vnější kolejnicový pás odbočné koleje s vnitřním pásem hlavního směru výhybkové koleje – koleje ležící mezi výměnou a srdcovkou. Úhel odbočení je dán osami kolejí hlavního přímého směru a odbočné větve. Bod odbočení je průsečík os hlavního směru a odbočné větve. Matematický bod křížení je teoretický hrot srdcovky, průsečík pojízdné hrany vnějšího kolejnicového pásu odbočné větve a pojízdné hrany kolejnicového pásu hlavního směru. Stavební délka výhybky je určena délkou mezi výměnovým stykem (styk na začátku výhybky) a stykem koncovým v hlavní větvi.

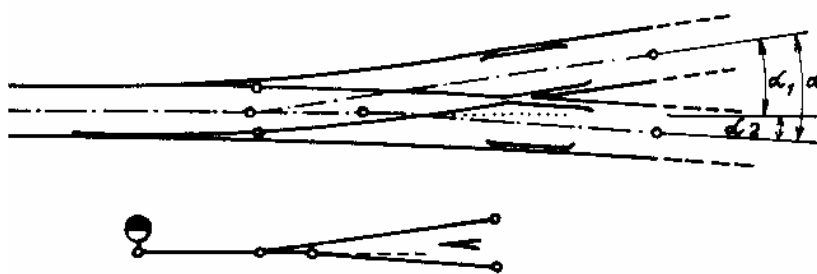


Obr. 8-17 Názvosloví výhybek.

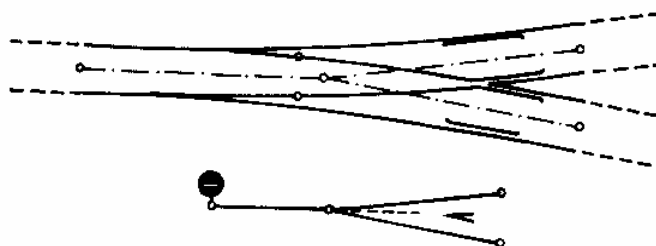
Podle směru odchýlení odbočné větve výhybky členíme na levé, díváme-li se od výměny k srdcovce, odchyluje se odbočná větev od přímé doleva, a pravé. Podle konstrukčního uspořádání na jednoduché s hlavní větví přímou a odbočnou větví obloukovou, oboustranné, kdy osy obou větví se odchylují od osy výměny, dvojitě oboustranně odsazené (symetricky, nesymetricky), které vznikly spojením levé a pravé jednoduché výhybky a dvojitě jednostranně odsazené, u kterých obě odbočující větve směřují na jednu stranu od hlavní koleje. Křižovatkové výhybky umožňují při křížování dvou přímých kolejí přechod z jedné do druhé koleje v obou směrech (celá křižovatková výhybka), nebo pouze v jednom směru (poloviční křižovatková výhybka). Obloukové výhybky vzniknou transformací jednoduchých výhybek, tak že původní přímá větev a tím i odbočná leží v oblouku.



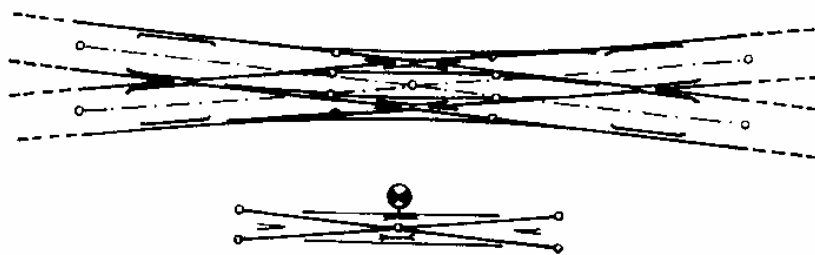
Obr. 8-18 Jednoduchá výhybka.



Obr. 8-19 Oboustranná výhybka.



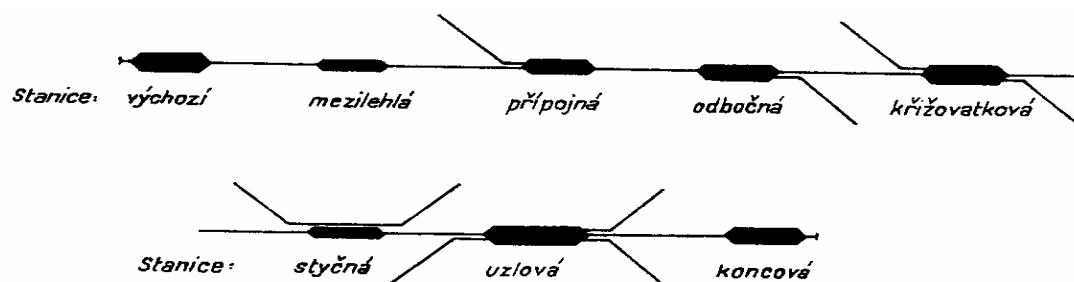
Obr. 8-20 Symetrická výhybka.



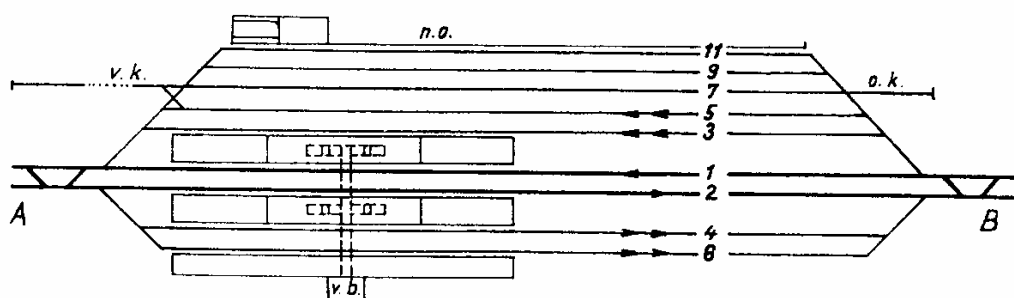
Obr. 8-21 Křížovatková výhybka.

8.5. Stanice

Železniční trať probíhá po širé trati a po dopravních, mezi které řadíme stanice, výhybny, hlásky, hradla, oddílová návěstidla automatického traťového zabezpečovacího zařízení. Dopravny jsou tedy místa pro řízení sledu vlaků. Stanice je doprava s kolejovým rozvětvením, umožňující předjíždění a křížování vlaků, přepravu cestujících, podej a výdej zboží a při větším kolejovém vybavení rozřídění a sestavování vlaků. Stanice dělíme podle uspořádání kolejiště na průjezdové (Brno, hl.n.), hlavové (Praha-Masarykovo nádraží) a smíšené; podle účelu a povahy práce na osobní, nákladní a smíšené; podle polohy v železniční síti na výchozí (koncové), mezilehlé, přípojně, odbočné, křížovatkové, styčné a uzlové.



Obr. 8-22 Členění stanic podle polohy v síti.



Obr. 8-23 Schéma stanice a číslování kolejí.

8.6. Trasování železničních tratí

Trasa je prostorová čára, určující směrové a výškové poměry železniční tratě. Směrově (osa) je trať složena z přímých úseků, kružnicových oblouků a přechodnic. Výšková poloha trasy se nazývá niveleta. Skládá se z vodorovných úseků a úseků ve sklonu. Lomy nivelety jsou zaobleny zakružovacími oblouky velkého poloměru.

Trasování železnic se svým charakterem zásadně liší od trasování jiných pozemních komunikací. Trasa železnice se vyznačuje relativně malými sklony stoupání a se stoupajícími rychlostmi také velkými poloměry oblouků. Odtud plyne nutnost použití relativně velkého počtu umělých staveb - mostů, estakád a tunelů. Trasa kapacitní železniční trati svou konstrukcí zabírá relativně méně prostoru než kapacitní pozemní komunikace - dálnice.

K optimálnímu provozně i stavebně vyhovujícímu vyhledání trasy je třeba stanovit:

- *přepravně provozní podmínky*, řeší otázky, kterými druhy dopravy se bude zboží nebo cestující přepravovat s ohledem na množství, vzdálenost a rychlost přepravy, časové údobí, složení a stav přepravovaných substrátů, vybudovanou síť dopravních cest, nutnost výstavby nových cest apod.
- *dopravně provozní podmínky*, jsou ovlivněny důležitostí a významem nově plánované železniční tratě. Trať s velkými nároky na nákladní přepravu se buduje pro těžké nákladní vlaky, z čehož vyplývají sklonové i směrové podmínky a hmotnost na nápravu. Na intenzitě provozu závisí volba počtu kolejí a druhu trakce.
- *stavební podmínky*, základním podkladem je mapa (1:10 000, 1:1000). Pro přesnou dokumentaci železničních tratí se dnes používají jednotné železniční mapy, v poslední době i v digitální formě. Digitální forma mapy umožňuje kromě grafického výstupu také práci s počítačovými systémy pro podporu projektování. Při trasování a projektování železniční tratí je důležitá geologická stavba území. Geologický průzkum se prolíná zpracováním projektové dokumentace. Posuzuje se návrh trasy se zřetelem na stabilitu svahů území, stabilitu výkopů, odvodnění zemního tělesa, únosnost a odolnost zemin proti mrazu, jejich vhodnost pro stavbu násypů.

Podle umístění trasy v příčném profilu území rozeznáváme trasu údolní, svahovou, tunelovou a náhorní.

8.6.1. Údolní trasa

Výhodou údolní trasy jsou malé podélné sklony koleje a absence ztracených spádů. Směrové poměry se odvíjejí od charakteristiky údolí a vodního toku. Situování údolní trasy je podmíněno rozsahem a tvarem inundačního území a výškou hladiny normální a stoleté vody. Strana údolí, po kterém je trasa vedena, se volí s ohledem na to, aby trasa co nejméně překračovala vodoteč, tedy aby byla co nejdéle vedena po jednom břehu. Při návrhu trasy je nutno přihlídnout k využití vodního toku pro dopravu, k pozdější možné regulaci vodního toku jezy a přehradami, k vedení pozemních komunikací, k umístění sídelních celků.

8.6.2. Svahová trasa

Při vedení trasy na svahu jsou rozhodující geologické podmínky, které určují stabilitu železničního tělesa. Při stejných geologických podmínkách se výhodněji jeví jižní svahy, které jsou zpravidla sušší a v zimním období dochází k rychlejšímu tání sněhu. Pro založení trasy se navrhuje zpravidla odřez nebo těleso částečně v zářezu a v násypu. Objemy zemních prací snižují použitím zárubních a

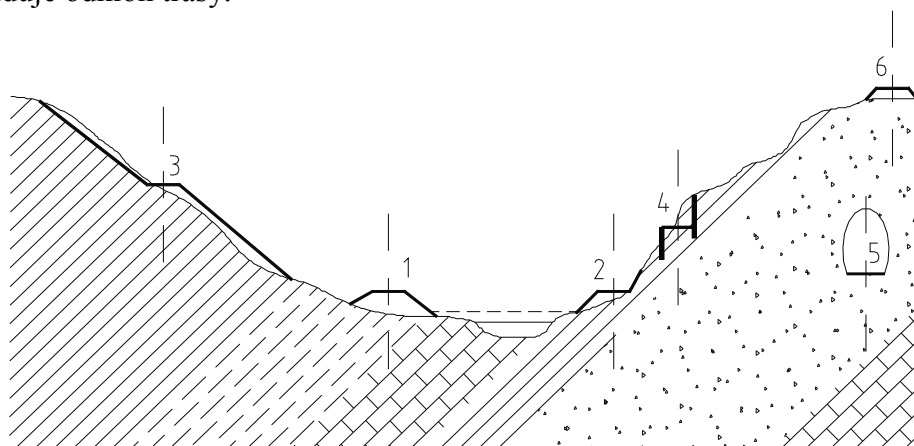
opěrných zdí. Na suťových svazích je vhodnější založení trasy na náspu s patou svahu na opěrné zdi nebo pateční rovině.

8.6.3. Tunelová trasa

V případech, kdy trasu nelze vést s ohledem na trasovací prvky po terénu, volí se trasa tunelová. Přednostně se přihlíží ke geologickým podmínkám, k vodnímu režimu, odtokovým poměrům, k členitosti a morfologii terénu, k umělým stavbám, k druhu a výši stavebních nákladů. Pomocí tunelu překonává trasa úzké skalního ostrohy u údolní a svahové trasy. Horská sedla v závěru údolí lze překonat s výhodou pomocí vrcholového tunelu, který je výhodný i z hlediska zpravidla nepříznivých horských klimatických podmínek. Na stoupacích rampách svahových tras se pro rozvinutí trasy volí smyčkové tunely. U vysokorychlostních a modernizovaných tratí, jejichž trasa překonává horský hřeben se v současné době zahajují výstavby patních tunelů délky řádově desítky km (např. patní tunel pod Gotthardským průsmekem, délka téměř 57 km).

8.6.4. Náhorní trasy

Náhorní trasy jsou vedeny po náhorních rovinách. V případě rozsáhlých náhorních rovin se vyznačují příznivými směrovými a sklonovými poměry a malým množstvím zemních prací. Překročení úzkých dělicích údolí si vyžaduje náročná a nákladná přemostění, široká údolí je nutné přecházet v místech, kde jsou sevřená, což si vyžaduje odklon trasy.



DRUHY TRAS

- 1,2 - údolní trasy
- 3,4 - svahové trasy
- 5 - tunelová trasa
- 6 - náhorní trasa

Obr. 8-24 Druhy tras.

Trasa železniční trati se navrhuje tak, aby byla z hlediska sklonových poměrů trasou konstantního odporu, trasou o co nejmenším sklonu, bez ztracených spádů, co nejprímější a její oblouky co největších poloměrů, co nejkratší, s nejmenšími zemními pracemi, které se mají vzájemně vyrovnávat a pokud možno bez nákladných umělých staveb a objektů (mosty a tunely). Vodičkem pro vyhledání trasy je řídicí čára. Řídicí čára je čára v topografické mapě, která se skládá z úseček o stejném sklonu. Tyto úsečky jsou zpravidla stejně dlouhé, přitom začínají a končí na sousedních vrstevnicích. Sklon se volí nižší než maximální, přitom je nutno zohlednit

skutečnost, že překonávaná výška se snižuje snižováním sklonu ve směrových obloucích a tunelech o traťové odpory. Pro trasu zpravidla konstruujeme několik řídicích čar pro různé sklony. Výslednou řídicí čáru vybíráme tu, která má hodnoty sklonu jsou co nejmenší, podélné sklony jsou jednotné v co nejdelších úsecích, jsou vyloučeny ztracené spády a trasa je co nejkratší. Vlastní trasa se při prvním vyhledání konstruuje z přímých a oblouků tak, aby se co nejvíce přimykala řídicí čáře a aby plochy, vymezené řídicí čarou a osou koleje, se po obou stranách vzájemně vyrovnávaly.

V členitém horském terénu mění řídicí čára často směr a návrh trasy nemůže řídicí čáru dostatečně sledovat. Trasa vychází podstatně kratší než řídicí čára a sklon koleje vychází vyšší než předpokládaný. V těchto případech se rozvíjí délka trasy (úvratě, smyčkový tunel).

Na rozdíl od silnic a dálnic má být u železnic délka přímých úseků co největší. Obě kolejnice jsou ve stejné výši. Směrovému oblouku odpovídá určitá největší dovolená rychlost. Poloměr oblouku a největší dovolená rychlost ovlivňují všechny geometrické úpravy trasy. Poloměr kružnicových oblouků má být co největší. Při průjezdu železničního vozidla obloukem určitou rychlostí působí na vozidlo odstředivá síla. Síla se zvětšuje se stoupající rychlostí a snižuje se zvětšováním poloměru oblouku. Výslednice odstředivé síly a tíhy vozidla musí působit mezi kolejnicemi, aby vozidlo bylo stabilní. Protože odstředivá síla působí od středu oblouku k vnějšímu kolejnicovému pásu, převyšuje se vnější kolejnice o hodnotu p . Teoretické převýšení je převýšení, při němž na vlak, jedoucí rychlostí V v kružnicovém obloukem poloměru r , nepůsobí nevyrovnané příčné zrychlení a_n a příčná odstředivá síla. Vypočte se ze vzorce:

$$p_t = \frac{11,8 \cdot V^2}{r} [mm]$$

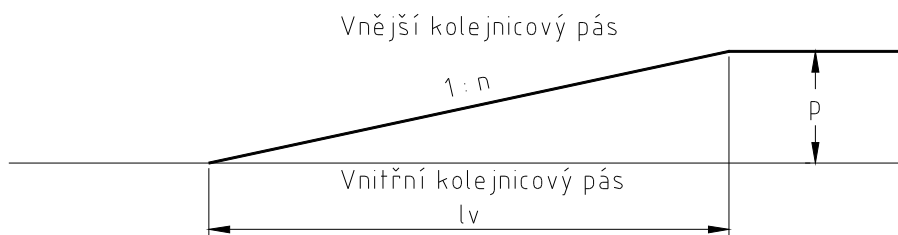
a zaokrouhlí na celý milimetr nahoru. Vychází-li hodnota menší než 20 mm, projektuje se kolej bez převýšení. Na tratích SŽDC, kde vlaky jezdí různými rychlostmi (osobní, nákladní), by se kolejnice nerovnoměrně opotřebovávaly, a proto se používá doporučené převýšení, které se počítá ze vzorce:

$$p_{d1} = \frac{7,1 \cdot V^2}{r} \quad \text{pro } V \leq 120 \text{ km/h nebo v kolejích s převážně osobní dopravou}$$

$$p_{d2} = \frac{6,5 \cdot V^2}{r} \quad \text{pro } 120 \text{ km/h} \leq V \leq 160 \text{ km/h}$$

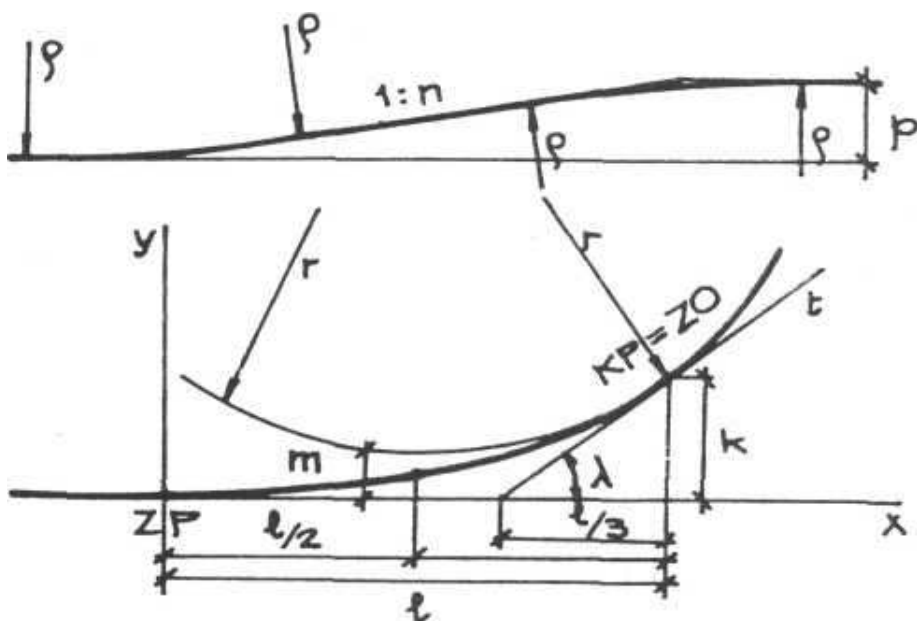
Převýšení na trati může být nejvýše 150 mm. Pro plynulý výškový přechod mezi úsekem koleje s převýšením a bez převýšení se projektuje krajní vzestupnice. U ČD se používá krajní vzestupnice s lineárním průběhem, nebo nelineární vzestupnice s průběhem podle Blossa. Vzestupnice je přímka o daném sklonu $1:n$. Součinitel n vyjadřuje strmost vzestupnice má mít hodnotu $10 \cdot V$, min. 400. Její délka vyplývá ze vztahu:

$$l_v = \frac{n \cdot p}{1000} [m]$$



Obr. 8-25 Lineární vzestupnice.

Krajní přechodnice je křivka proměnné křivosti, která tvoří plynulý přechod mezi přímou a kružnicovým obloukem. U ČD se pro lineární vzestupnice navrhuje přechodnice ve tvaru kubické paraboly, pro nelineární vzestupnici dle Blossse odpovídající přechodnice dle Blossse. Kolej se navrhuje směrově na stanovenou rychlost, pokud možno v co nejdelších přímých úsecích. Na dráze celostátní nesmí být v traťových kolejích poloměr oblouku menší než 500 m. Koleje železničních stanic se navrhují v přímých úsecích. S přihlédnutím k místním podmínkám smí být železniční stanice vložena do oblouku o poloměru 600 m. Na dráze regionální nesmí být poloměr oblouku menší než 190 m při traťové rychlosti do 50 km.h⁻¹ včetně. Při rychlosti nad 50 km.h⁻¹ nesmí být poloměr menší než 300 m. Na vlečce se zřizuje poloměr o oblouku 190 m a větší.



Obr. 8-26 Přechodnice – kubická parabola.

Podélný sklon kolejí se navrhuje v jednotném sklonu v co nejdelších úsecích. Podélný sklon koleje se udává v promilích [‰]. Sklony kolejí mají být co nejmenší. Největší sklon širé trati se stanovuje pro každou trať zvláště. Hodnota podélného sklonu kolejí se navrhuje s ohledem na plynulý rozjezd a bezpečné zastavování vlaků a případný posun v úsecích, přilehlých k dopravnám. Koleje s větším sklonem jak 40 ‰, nestačí-li tažná síla adhezních lokomotiv k překonání jízdnicích odporů, se vybavují ozubnicí.

Lomy podélného sklonu koleje se zaoblují parabolickými oblouky druhého stupně. Oblouk je určen poloměrem oskulační kružnice ve vrcholu paraboly, nebo

délkou zaoblení. Podle polohy vrcholu lomu sklonu rozlišujeme buď vypuklé lomy, které se zaoblují pod lomem sklonu, nebo vyduté lomy, které se zaoblují nad lomem sklonu. Minimální poloměr zaoblení nemá být menší než 2000 m. Lom nivelety musí ležet pokud možno v přímé.

9. Kosmická doprava

9.1. Historie

Kosmická doprava je nejmladším druhem dopravy. Přesto její kořeny sahají hluboko do minulosti. Teoretické problémy byly řešeny už ve středověku. V letech 1609-1618 Johannes Kepler publikoval tři základní zákony nebeské mechaniky. Vlastní dobývání kosmu začalo v roce 1957 prvními úspěšnými starty mezikontinentálních raket v SSSR i USA. 4. října 1957 byla v SSSR vypuštěna první umělá družice Země, Sputnik. Doba oběhu družice činila 96,2 min. Druhá družice Sputnik 2 vypuštěna 3. listopadu 1957 kromě přístrojů obsahovala i hermetickou kabinu s pokusným zvířetem – psem Lajkou. 12. dubna 1961 se J. A. Gagarin stal prvním kosmonautem světa v kosmické lodi Vostok. 19. srpna 1964 byla v USA vypuštěna první stacionární telekomunikační družice Syncom 3. 18. března 1963 uskutečnil A. A. Leonov první výstup člověka z kosmické lodi do volného prostoru. Drtivou převahu Sovětského svazu v prvotním dobývání vesmíru se podařilo USA zlomit až 20. července 1969, kdy N. A. Armstrong a E. E. Aldrin stanuli v rámci projektu Apollo poprvé na povrchu Měsíce. 19. dubna 1971 byla v SSSR vypuštěna první orbitální stanice Saljut 1. USA vypustily velkou orbitální stanici Skylab o dva roky později (14. května 1973). Roku 1975 se uskutečnil první společný sovětsko-americký let Sojuz – Apollo. Lety amerických raketoplánů byly zahájeny 12. dubna 1981 startem prvního z nich – Columbia. Velmi dlouho sloužící orbitální stanice Mir byla vypuštěna 19. února 1986. Nyní je již nahrazena Mezinárodní kosmickou stanicí ISS, s jejíž stavbou se začalo 20. listopadu 1998 vypuštěním modulu Zarja.

9.2. Význam kosmické dopravy

Kosmická doprava se v současné době rychle rozvíjí. Potřeba družicových služeb téměř ve všech oblastech vědy a techniky vyžaduje transport velmi drahých těles a součástí do kosmického prostoru. Průzkum planet sluneční soustavy a přípravy na pilotované kosmické mise jsou stále aktuální.

9.3. Kosmodromy

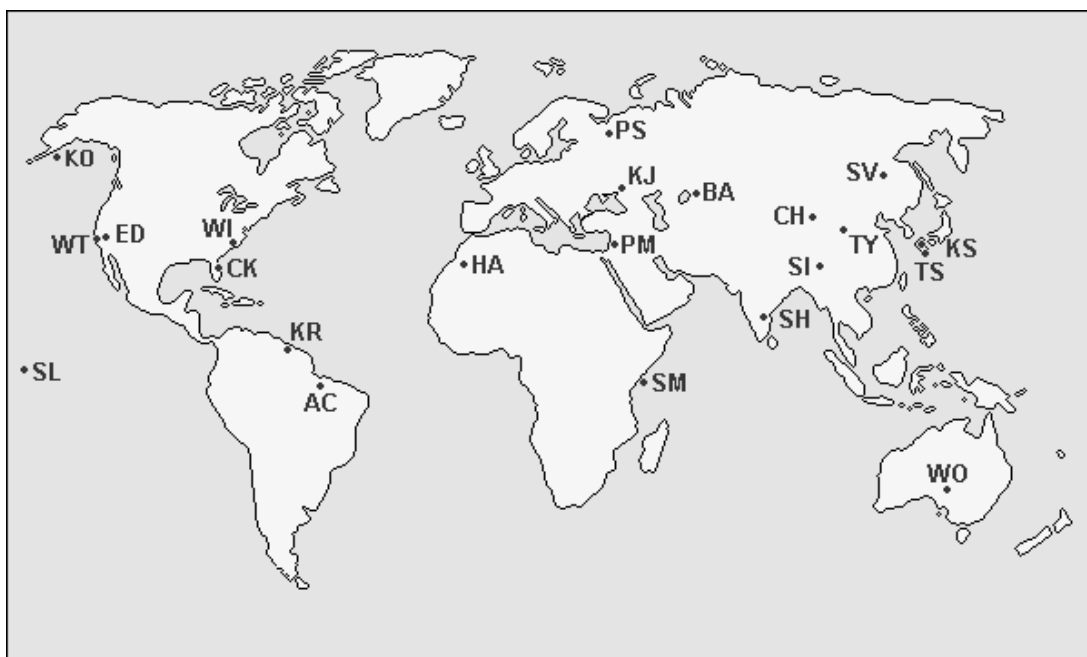
Startovací základny – kosmodromy – jsou branami do kosmického prostoru. Největší světové kosmodromy mají několik startovacích plošin. Mnoho týdnů před startem technici připravují kosmický dopravní prostředek v mnohaposchodových montážních halách. Nakonec se k plošině s připravenou raketou pomalu přisunou obrovské startovací rampy. Na kosmodromu jsou roztroušena operační centra, z nichž specialisté dohlížejí na závěrečnou předletovou přípravu, obrovské palivové nádrže, meteorologické stanice, jejichž úlohou je určit místní povětrnostní podmínky v den startu, a sledovací stanice monitorující první část výstupu rakety do kosmu.

Kosmodrom	Území	Majitel	První start	Náklad
Alcantara	Brazílie	Brazílie	1999	komerční, vědecký
Bajkonur	Kazachstán	Rusko	4. listopad 1957	posádka, vědecký, komerční
Jin Chuan	Čína	Čína	26. červenec 1975	komerční

Kagošima	Japonsko	Japonsko	11. únor 1970	komerční, vědecký
Kapustin Jar	Rusko	Rusko	16. březen 1962	vědecký
Kennedy	Florida	USA	9. listopad 1967	posádka, komerční, vědecký
Kourou	Francouzská Guyana	Francie	10. březen 1970	komerční, vědecký
Pleseeck	Rusko	Rusko	17. březen 1966	vojenský, aplikace
San Marco	Itálie	Itálie	26. duben 1967	rakety
Šríharikota	Bengálský záliv	Indie	18. červenec 1980	vědecký, aplikace
Tanegašima	Japonsko	Japonsko	11. únor 1975	vědecký, komerční
Vandenberg	Kalifornie	USA	28. únor 1959	vojenský
Si Čchang	Sečuan	Čína	29. leden 1984	vědecký, komerční
Zenit Sea Platform	na moři	obchodní konsorcium	27. březen 1999	komerční

Tab. 9-1 Světové kosmodromy.

Výběr startovacího místa ovlivňuje několik faktorů. Obrovské havárie v prvních 40 letech kosmické éry potvrdily, jak důležité je umisťovat startovací základny co nejdále od obývaných oblastí. Vybrané lokality musí být přístupné těžké technice a mechanismům potřebným pro start. V USA i v Evropě byl tento problém vyřešen stavbou kosmodromů na přístupných pobřežních místech a vypouštěním raket nad hladinou oceánů. Neméně důležitá je také geografická poloha základny. Upřednostňuje se například vypouštění raket směrem na východ, protože tímto směrem napomáhá rotace Země. Nejlepší je také umístit základnu těsně u rovníku, kde je rotace Země (obvodová rychlost) největší.



Obr. 9-1 Světové kosmodromy.

9.4. Kosmická plavidla

9.4.1. Kosmické rychlosti

Vypustíme-li těleso nad atmosférou vodorovným vrhem se suborbitální rychlostí (menší než $7,912 \text{ km.s}^{-1}$), tak po určité době dopadne zpět na zemský povrch. Při dosažení první kosmické rychlosti ($7,912 \text{ km.s}^{-1}$) obíhají družice okolo Země po kruhové dráze. Velikost první kosmické rychlosti závisí na hmotnosti vesmírného tělesa (např. Mars - $3,6 \text{ km.s}^{-1}$, Měsíc - $1,68 \text{ km.s}^{-1}$). Při dosažení druhé kosmické rychlosti ($11,189 \text{ km.s}^{-1}$) se družice pohybuje po parabole a uniká z gravitačního pole Země, proto se také nazývá úniková či parabolická rychlost. Této rychlosti se například používá k cestě na Měsíc. Družice je při průletu okolo Měsíce zpomalena na první kosmickou rychlost ($1,68 \text{ km.s}^{-1}$) a dostává se tak na oběžnou dráhu Měsíce. Třetí kosmickou rychlostí (42 km.s^{-1}) uniká těleso ze Sluneční soustavy.

9.4.2. Rakety

Aby vůbec bylo možné do kosmu létat, je nutné zkonstruovat motory s tahovou silou větší než milion Newtonů (10^6 N). Např. Sputnik 1 vynesla raketa Vostok, která vyvinula tahovou sílu přibližně 5.106 N .

Princip raketového motoru znali již staří Číňané. Je založen na známém zákonu – akce a reakce. Jestliže je jedno těleso uvedeno do pohybu silou jedním směrem, působí na druhé těleso stejně velká síla opačného směru a uvádí ho rovněž do pohybu. Základní částí raketového motoru je jedna nebo více spalovacích komor, do kterých se přivádí jednak palivo (může to být i letecký petrolej), jednak okysličovadlo (zkapalněný kyslík), které hoření umožňuje. Vlastní pohonnou látkou rakety jsou rozžhavené plyny, které při hoření vznikají ve spalovací komoře a unikají z ní tryskou trychtýřovitého tvaru. Plyny jsou z rakety vypuzovány obrovskou silou do okolního prostoru a podle zákona akce a reakce je stejně velkou tahovou silou uváděna do pohybu vlastní raketa. Unikání plynů má za následek postupné zmenšování hmotnosti celé rakety o hmotnost spáleného paliva. Jestliže však na raketu bude působit stále stejná tahová síla, pak se lehčí raketa bude samozřejmě stále více zrychlovat. Tento účinek bude tím větší, čím větší část počáteční hmotnosti rakety bude připadat na palivo a okysličovadlo, jejichž nádrže v raketě zaujímají největší část prostoru. Před startem může palivo činit 90 % hmotnosti rakety. Protože nemůžeme zkonstruovat raketu současně lehkou a dost pevnou, používá se systém vícestupňových raket – většinou dvou a třístupňových. V první fázi po startu pohání raketu nejmohutnější stupeň, který se po vyhoření paliva od ostatních stupňů rakety oddělí. Tím se zmenší hmotnost rakety a v další fázi letu pracuje motor druhého popř. třetího stupně. V závěru tzv. aktivní fáze letu se od posledního stupně oddělí užitečná zátěž v podobě umělé družice, kosmické lodi nebo sondy. Raketové motory jsou nutné nejen k vzletnutí, ale také k přistání a manévrování v kosmu.

Vývoj sovětských nosných raket spadá hluboko do padesátých let dvacátého století. Konstrukční kancelář vedená Sergejem Koroljovem dostala za úkol zkonstruovat mezikontinentální raketu. Jednalo se o vojenský projekt, který po nepatrné úpravě sloužil i kosmickým účelům. Tyto rakety sloužily jako nosiče prvních Sputniků. Byly tvořeny systémem pěti raket, z nichž centrální blok byl uložen v trupu rakety a čtyři přídatné bloky byly umístěny po jeho obvodu. Přidáním

třetího stupně vznikla série nosičů typu Vostok (váha 280 t, výška 38 m). Použitím silnějších nosičů byla vytvořena raketa Sojuz (výška 48 m) spolehlivě sloužící do dnešních dnů, kdy zajišťuje po katastrofě raketoplánu Columbia jediné spojení Mezinárodní stanice ISS se Zemí pro přepravu kosmonautů. K zásobování stanice se používá raketa Progress. Tato loď bez posádky řízená automatikou byla postavena na základě konstrukce Sojuzu. V podstatě zůstaly zachovány všechny důležité systémy, tvar lodě i celá vnější konstrukce. Jen střední část, původně pilotní kabina, nemá ochranný tepelný štít, s návratem Progressu se totiž nepočítá. Do nákladního prostoru Progressu 1 se vejde nejvýše 1300 kg nákladu. Nákladní lodě mohou létat samostatně v kosmu tři dny a při spojení s orbitální stanicí až 90 dnů.

Ve Spojených státech probíhal vývoj podobně. Také byla nejprve vyvinuta mezikontinentální raketa pro vojenské účely. Po vypuštění prvního sovětského Sputniku však vypukla mohutná kampaň, která měla za cíl dobýt pro Ameriku úspěchy na poli kosmonautiky. Pro start první družice byla upravena vojenská raketa Jupiter C, která vynesla Explorer 1. V roce 1958 vznikla společnost pro kosmický výzkum NASA. Byly vyvinuty kosmické rakety Redstone, Atlas, Titan a Saturn – nosná raketa při projektu Apollo. Nejúspěšnější raketou tohoto typu byla Saturn V, která dopravila první lidskou posádku na Měsíc. Jednalo se o třístupňovou raketu, která umožňovala vynést 45 t nákladu. Její výška byla 110,6 m (první stupeň 42,1 m, druhý 24,8 m, třetí 17,9 m, mezi třetím stupněm a kabinou je přístrojový úsek 0,9 m, užitečná zátěž 24,9 t).

V současné době se na vývoji raket podílejí další země. Je to především Evropská vesmírná agentura se svou raketou Ariane. Vývoj těchto raket probíhá již od roku 1973, kdy se evropské státy dohodly, že vyvinou nový model vesmírných raket. První se odpoutala od Země 24. prosince 1979 z rovníkové základny ve Francouzské Guyaně. Rakety Ariane vynášejí na oběžné dráhy více než polovinu všech vesmírných těles. V současnosti lze považovat za nejmodernější raketu právě Ariane s pořadovým číslem 5.

9.4.3. Raketoplány

Při startu se raketoplán skládá z orbitální části se třemi hlavními motory, dále ze dvou nosných raket a jedné vnější palivové nádrže. Jednoznačnou výhodou raketoplánu je vícenásobné použití orbitální části, ta se vrací zpět na Zemi a je tak znovu použitelná pro další mise. Raketoplány se používají pro vynášení sond a družic do vesmíru.

Tři hlavní motory se při startu zapalují v intervalech 0,12 sekundy s následným zapálením nosných raket. Po nastoupení do 45 km se odhodí nosné rakety a posléze i nádrž na palivo. Poté je raketoplán naveden na plánovanou oběžnou dráhu. Při návratu se teprve hodinu před přistáním pomocí manévrovacích motorů nasměruje na správnou dráhu. Poté vstoupí raketoplán do atmosféry a dosedá na 4,5 km dlouhou přistávací dráhu. Při proletu atmosférou vysokou rychlostí se povrch raketoplánu zahřívá na teploty od 300 °C až do 1500 °C. Při takto velkých teplotách by se celý raketoplán roztavil a shořel by, a tak je nutné ho chránit. Největším teplotám musí čelit špička čela a okraje křídél. Proto je celý raketoplán chráněn keramickými dlaždicemi, které vydrží rozmezí 370 - 1260 °C. Přední část čela a okraje křídél jsou navíc chráněny zesílenou uhlíkovou vrstvou, která odolá i vyšším teplotám než keramické dlaždice. Na méně namáhané části, jako je část trupu či ocas,

se používají dlaždice z křemičitých vláken, které odolávají teplotám mezi 370 – 648 °C.



Obr. 9-2 Start raketoplánu.

Raketoplány pojmu až sedmičlennou posádku, které mohou poskytnou zázemí na třech palubách až na dobu 16 dní. V letové palubě sedí pilot a velitel letu, nachází se zde také ovládání a výhled na hydraulické rameno, které je uloženo v nákladovém prostoru. Na střední palubě se nachází zázemí pro kosmonauty, spací kóje, kuchyňka, koupelna a také vzduchová komora, která umožňuje přechod do kosmického prostoru. Na spodní se nachází veškeré zařízení, které udržuje nezbytné životní podmínky.

První letové zkoušky raketoplánu Columbia (neboli STS – Space Transport System) roku 1981 předcházely šestileté práci na konstrukci a testování stroje. Během své dvacetileté historie podnikl 28 misí, včetně té poslední tragické. Raketoplán se 1. února 2003 pár minut před přistáním rozpadl ve výšce asi 62 km při rychlosti 20 000 km.h-1. Pravděpodobnou příčinou havárie bylo selhání tepelné ochrany. Druhou misí v historii letů raketoplánů, která skončila tragicky, byl let raketoplánu Challenger dne 28. ledna 1986. Zbývajících plavidly ve flotile jsou raketoplány Discovery (1983), Atlantis (1985) a Endeavour (1991).

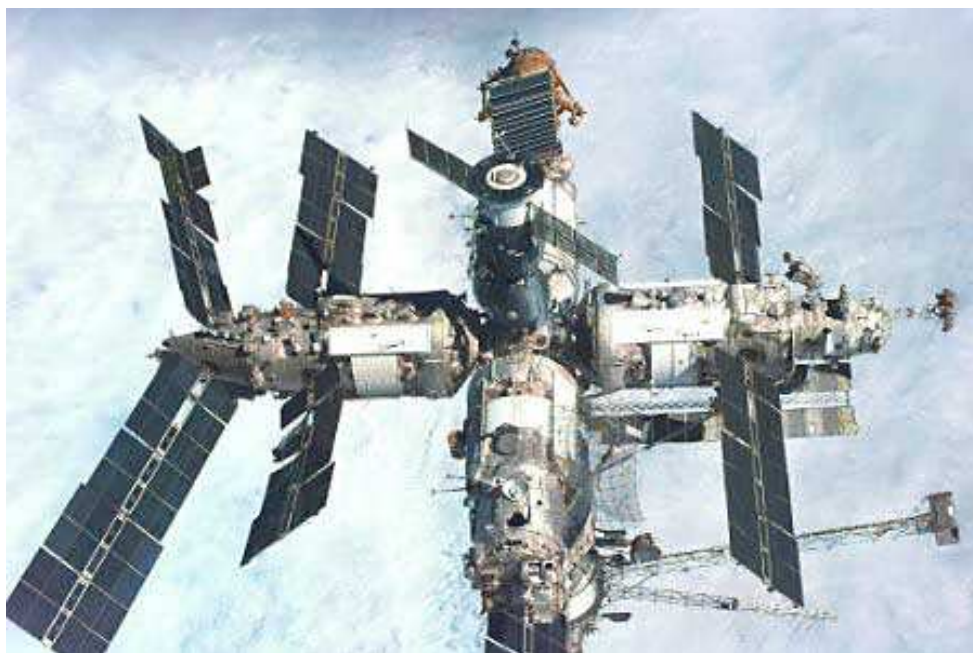
9.4.4. Kosmické stanice

Saljut 1 byl první ruskou kosmickou stanicí vypuštěnou roku 1971 a stal se tak vůbec první kosmickou stanicí, kterou člověk do vesmíru vyslal. Její historie však netrvala příliš dlouho. První americká vesmírná stanice nesla jméno Skylab. Na oběžnou dráhu byla vynesena 14. května 1973 upravenou raketou Saturn V. Na Skylabu působily celkem tři posádky od května 1973 do února 1974. Hlavním výzkumným programem, který na stanici probíhal bylo zkoumání chování lidí při dlouhodobém pobytu ve vesmíru.

Spacelab (projekt ESA) byl vesmírnou laboratoří vynášenou do vesmíru opakovaně americkými raketoplány. Během mise s ní zůstával spojen přechodovým tunelem. Kosmonauti tak spali na palubě raketoplánu a na práci přecházeli do Spacelabu. Laboratoře byly vybaveny celou řadou přístrojů, které umožňovaly zkoumání např. krystalů či vývoje buněk. Vnější plošiny nesly infračervený

dalekohled, přístroje na výzkum magnetického pole Země či zdroj energie. Poprvé startoval Spacelab roku 1983, naposledy 1997.

Mir se stal zatím nejdéle sloužící vesmírnou stanicí. Svou původně plánovanou životnost překonala asi třikrát. Základní modul ruské stanice byl 19. února 1986 vypuštěn nosnou raketou Proton-K z kosmodromu Bajkonur a postupnými manévry vlastních korekčních motorů dosáhl během několika týdnů operační dráhy ve výši 340 až 360 km. Konstrukteři předpokládali, že životnost základního bloku bude přibližně pět let a že v průběhu dvou tří let se k němu připojí zbývající moduly. Po uplynutí garanční doby se měla na oběžnou dráhu vydat další, dokonalejší stanice Mir-2. Nejen technické, ale především ekonomické problémy však nakonec vedly k tomu, že poslední z plánovaných šesti modulů vzletl do vesmíru teprve roku 1996, tedy deset let po vypuštění první části stanice. V prosinci 2000 se začaly systémy stanice hroutit. Zánik stanice začal začátkem roku 2001. Mir byl naveden do hustých vrstev atmosféry nad oceánem a ukončit tak definitivně svou činnost.



Obr. 9-3 Ruská, původně sovětská, kosmická stanice MIR.

Projekt International Space Station (ISS) je realizován v rámci spolupráce 16 států světa, zastoupených kosmickými agenturami. Jedná se o stálou modulární družicovou stanici, určenou především k provádění dlouhodobých materiálových, biologických a lékařských experimentů ve stavu beztíže, k dálkovému průzkumu Země, k uskutečňování fyzikálních, geofyzikálních, astronomických a astrofyzikálních pozorování a k poloprovozním zkouškám kosmické výroby. Základním konstrukčním prvkem je příhradová konstrukce, nesoucí panely slunečních baterií a radiátorů systému klimatizace, k níž je připojena soustava přetlakových propojených modulů, sloužících k pobytu posádky. Zásobována je pilotovanými raketoplány Space Shuttle, pilotovanými transportními loděmi Sojuz-TM a Sojuz-TMA, bezpilotními nákladními loděmi Progress-M, Progress-M1 a Progress-M2, nákladovými moduly MPLM, ATV a HTV a raketoplány HOPE.

9.5. Umělé družice

Umělé družice jsou tělesa o hmotnosti stovek i tisíců kilogramů, která byla raketou či raketoplánem dopravena na oběžnou dráhu okolo Země. Nejnižší výšky nad povrchem Země, ve kterých se družice pohybují jsou okolo 200 km. Většina družic se pohybuje ve výškách 250 - 400 km. Výška družic není stálá, protože jsou brzděny vzduchem, ač velmi řídkým. Družice tím ztrácí energii a pomalu sestupuje na nižší dráhy, kde nakonec v hustější atmosféře shoří. Rozlišujeme tyto hlavní oběžné dráhy:

- rovníkové (leží v rovině rovníku - je pozorovatelná jen v některých zeměpisných šířkách),
- polární (leží v rovině kolmé k rovníku - je pozorovatelná z celé Země),
- téměř kruhová (nízká dráha leží přibližně ve výšce do 250 km nad povrchem Země),
- výstřední eliptická (má velký rozdíl výšek v apogeu a perigeu).

Družice létající ve výšce 36 000 km jsou tzv. geostacionární. Na této dráze letí každá družice stejnou rychlostí, jakou se otáčí Země, nalézá se tedy nad jedním bodem zemského povrchu. Geostacionární dráhu využívají především spojové, meteorologické a navigační družice, protože z této výšky lze přehlédnout až třetinu zemského povrchu.

První umělá družice Země Sputnik 1 byla vypuštěna 4. října 1957. Měla kulovitý tvar s průměrem 83,6 cm. Plášť byl vyroben z lehké hliníkové slitiny skrýval přístrojovou sekci, rádiovou aparaturu a chemické články. Vysílala 22 dní pomocí čtyř prutových antén, dlouhých 2,6 m. Celková doba života byla 99 dní. Sputnik 1 měl následovníky - Sputnik 2 se psem Lajkou a Sputnik 3, který sbíral údaje o zemské atmosféře, vážil 1327 kg. Od té doby byly na oběžnou dráhu vypuštěny stovky umělých družic.

9.5.1. Spojovací družice

Telefonické hovory, televizní vysílání, mobilní telefony, internet - to vše by nemohlo existovat bez komunikačních družic. Tyto spojují vzdálená místa po celém světě. Většina z nich krouží kolem Země na geostacionární oběžné dráze, která je však již dnes značně přeplněná. V 90. letech se proto začaly družice vysílat i na nižší oběžné dráhy, aby se tak zabránilo jejich kolizím s ostatními satelity.

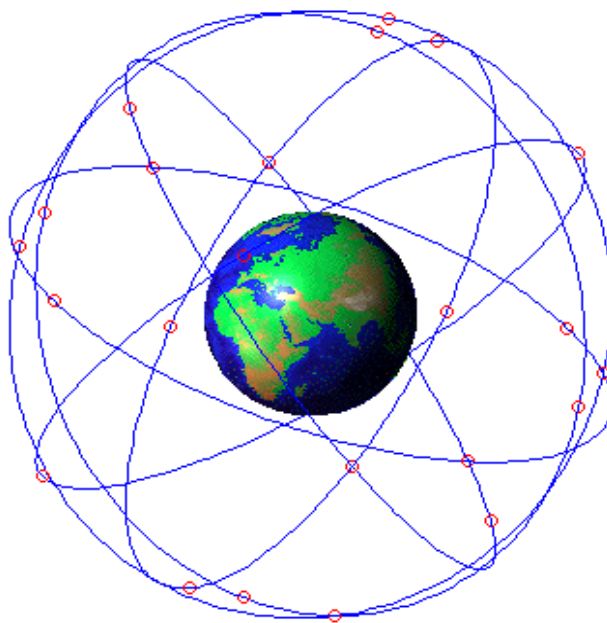
Projekt Iridium zajišťuje mobilní komunikaci po celém světě. Síť 66 družic obíhá Zemi ve výšce 780 km. Hmotnost každé z nich je kolem 690 kg. Na oběžné dráze po rozvinutí solárních panelů mají rozměr 4,6x4,6m. Celkového pokrytí se dosáhne tak, že každý mobilní telefon komunikuje přímo s příslušnou družicí.

9.5.2. Navigační GPS – Global positioning system

Aby na cestě udržel přesný kurs, potřebuje navigační důstojník znát přesnou polohu lodi či letadla. Po tisíce let mořeplavci určovali svoji polohu pomocí Slunce, Měsíce a hvězd. Pokud však byla obloha zatažená, nastaly problémy. V 90. letech Američané vyvinuli navigační systém GPS, který tvoří soustava 24 družic a mnoha pozemních stanic. GPS je schopen poskytovat 24 hodin denně a kdekoliv na zemském povrchu a přilehlém prostoru signály, které přijímače GPS zpracují a určí polohu v prostoru a přesný čas.

GPS je radionavigační systém pro civilní a vojenské použití, který je provozován vzdušnými silami USA a řízen vládou USA. Systém se skládá ze tří základních segmentů - kosmického, řídicího a uživatelského. Kosmický segment je tvořen v současné době 28 tzv. zdravými satelity na šesti oběžných drahách. Družice obíhají ve výšce cca 20 200 km s inklinací 55 stupňů a doba oběhu je přibližně 12 hodin. Tím je zajištěno, že prakticky všude v jakýkoliv okamžik jsou nad obzorem minimálně 4 viditelné družice. V praxi těchto viditelných družic může být až 12. V České republice je běžně k dispozici okolo 7 - 8 družic v daný okamžik. Pro určení polohy v prostoru je nutné přijímat signály ze čtyř družic, protože kromě tří neznámých souřadnic x, y, z je neznámou i čas t (respektive posun času přijímače GPS oproti času UTC GPS satelitů). Jakákoliv další viditelná družice zlepšuje konfiguraci a tím i výsledky měření. Od 1.5.2000 došlo k významným zlepšením v přesnosti GPS.

Řídicí segment je tvořen monitorovacími stanicemi po celém světě (Kwajalein, Diego Garcia, Ascension, Cape Canaveral, Hawaii) a hlavní řídicí stanicí (MCS) v Colorado Springs. Monitorovací stanice neustále provádí sběr dat z družic a předávají je do MCS. Zde jsou data zpracována a vypočteny přesné údaje o oběžných drahách a korekce času, které jsou zpětně přeneseny pozemními anténami do satelitů. Satelity je pak v rámci navigační zprávy vysílají a jsou přijímány GPS přijímači.



Obr. 9-4 Navigační systém GPS.

Uživatelský systém je pak tvořen širokou paletou GPS přístrojů, které poskytují údaje o poloze, rychlosti a čase uživatelům v nejrůznějších aplikacích.

Základním souřadným systémem je geocentrický souřadný systém WGS-84 (World Geodetic System) - Světový geodetický systém z roku 1984, který poskytuje údaje ve tvaru zeměpisné délky a šířky. Systém WGS-84 pracuje z kartografického hlediska s parametry elipsoidu WGS-84.

9.5.3. Navigační systém Galileo

Galileo je globální družicový navigační systém, který bude plně vyvinut a provozován Evropskou kosmickou agenturou a Evropskou unií. Bude využívat stejného principu jako nynější americký systém GPS a ruský GLONASS, se kterými se bude vzájemně doplňovat. Oba současné systémy jsou vojenské a ani jeden z provozovatelů nedává záruku, že v případě potřeby signály ze svých družic vypne. Pokud by na jejich využívání byla založena některá z dopravních služeb, měl by takový čin nebezpečné důsledky pro uživatele takové služby.



Obr. 9-5 Družice Galileo.

Proto již počátkem devadesátých let se objevily studie poukazující na potřebnost vlastního evropského civilního družicového navigačního systému. Podobně jako tomu bylo v případě nosné rakety Ariane nebo velkokapacitního dopravního letadla Airbus, přijala Evropská unie rozhodnutí vybudovat vlastní navigační systém, který bude garantovat trvalou provozuschopnost, potřebnou pro využívání v krizových situacích.

Kompletní systém Galileo bude zahrnovat 30 družic obíhajících ve třech rovinách po kruhových drahách ve výšce 23616 km. Každá z rovin dráhy bude svírat s rovinou rovníku úhel 56 stupňů, což umožní využívat navigační systém bez potíží až do míst ležících na 75 stupni zeměpisné šířky. Velký počet družic, z nichž tři budou záložní, zajistí spolehlivou funkci systému i když některá družice přestane správně pracovat. Galileo umožní každému držiteli přijímače signálu určit jeho aktuální polohu s přesností lepší než jeden metr. Jeho služby budou natolik spolehlivé, že na jeho základě bude možné řídit jízdu vlaků, navádět řidiče automobilů a dovést letadla na přistávací dráhu.

9.5.4. Navigační systém Glonass

Ruský, původně sovětský, satelitní navigační systém skomírá kvůli nedostatku financí.

9.5.5. Dálkový průzkum Země

Zjišťují, zda roztávají polární čepičky, nebo kde se nalézají dosud neznámá ložiska nerostných surovin. To vše geografické družice dokážou díky speciálním

přístrojům, které zkoumají záření odražené či vyslané zemským povrchem. Každá část povrchu, např. les, má totiž své charakteristické elektromagnetické záření.

Abychom porozuměli zemskému klimatu, je důležité poznat děje v oceánech a v atmosféře nad nimi. Základním měřením při výzkumu oceánů a klimatu se zjišťují hloubky oceánů.

9.5.6. Meteorologické družice

Meteorologické družice zaznamenávají snímky, které pak zpracované vidíme v televizi při předpovědi počasí. Zjišťují vývoj oblačnosti, monitorují vznik hurikánů a jejich pohyb nad oceány. Na meteorologických družicích bývají také přístroje registrující údaje o teplotě, tlaku a vlhkosti vzduchu.

9.5.7. Vědecké družice

Využívají je astronomové především k pozorování v těch oblastech spektra, které atmosféra pohlcuje, tj. v infračerveném, rentgenovém nebo gama oboru. V osmdesátých letech provedla kompletní prohlídku nebe v infračerveném oboru družice IRAS. Odhalila velké množství hustých prachových oblaků v pásu Mléčné dráhy.

První studie družice Hipparchos byla vytvořena již v roce 1977. O dvanáct let později, 8. srpna 1989, ji vynesla evropská raketa Ariane 4 na oběžnou dráhu. Úkolem družice bylo v letech 1989 až 1993 získávat nejen přesná měření poloh hvězd, ale také data o jejich jasnostech. Bylo to poprvé, kdy měla družice měřit polohy, vzdálenosti a pohyby hvězd z kosmického prostoru. Pro družici bylo vybráno téměř 120 000 objektů. Souběžně s tímto projektem bylo uskutečněno pozemské měření poloh a jasností hvězd. Výsledky byly publikovány v polovině května roku 1997 v katalogích Tycho a Hipparchos.

9.6. Kosmické sondy

Kosmické sondy jsou bezpilotní kosmická zařízení, vysílaná k průzkumu sluneční soustavy nebo hlubšího vesmíru. Na palubě nesou kamery a přístroje ke sběru informací, jež jsou vysílány na Zemi. Sondy již navštívily Halleyovu kometu, planetky, všechny planety s výjimkou Pluta a prolétly i blízko Slunce. Obvykle proletí kolem planety či měsíce nebo mapují povrch z oběžné dráhy. Někdy též přistávají na povrchu těchto těles a podrobně je studují.

Sonda Cassini-Huygens byla postavena ve spolupráci americké NASA a evropské ESA. Odstartovala z floridského kosmodromu 15. října 1996. Jejím cílem je zkoumat Saturn a jeho měsíc Titan. Na palubě nese v digitální podobě 616 400 podpisů pozemšťanů, které se vešly na jeden disk DVD. Na vnější straně disku je umístěna kresba projektu a 28 vlajek po obvodu, mezi nimiž nechybí ani česká. Modul Huygens se oddělí na konci prvního oběhu od sondy Cassini. Bude se věnovat výzkumu atmosféry měsíce Titanu. Má tepelný štít, který jej bude chránit až do výšky 170 kilometrů nad povrchem měsíce. Pak se otevřou brzdící padáky a sonda bude po dobu 150 minut vysílat informace o chemickém složení. Nepočítá se s tím, že by Huygens přistání na Titanu přežil.

Sonda Clementine dokonale zmapovala v roce 1994 v různých oborech spektra celý povrch Měsíce. Objevila nové impaktní struktury a zmapovala oblasti kolem pólů. Přesné údaje z Clementine potvrdily existenci největšího kráteru v celé sluneční soustavě na odvrácené straně Měsíce – South pole-Aitken (průměr 2 600 km, hloubka až 12 km).

Sonda Galileo odstartovala 18. října 1989 s raketoplánem Atlantis a druhý den byla vypuštěna. Jejím cílem byl detailní průzkum galileovských měsíců Jupiteru. K urychlení využila gravitace Venuše a Země, kdy snímkovala odvrácenou stranu Měsíce. Proletěla kolem planety Gaspra a opět okolo Země. V prosinci 1995 dorazila k Jupiteru. Při přiblížení k Jupiteru se z Galilea oddělila malá sonda s padákem, která vysílala naměřené údaje o vlastnostech jeho atmosféry na hlavní sondu, obíhající okolo planety. Ta pak vysílala naměřené údaje na Zem. Sonda navštívila čtyřikrát měsíc Europa, dvakrát Ganymedes a dvakrát Callisto a Io, kolem kterého prolétla 7. prosince 1995 ve vzdálenosti jen 1 000 kilometrů a sledovala jeho vulkanickou činnost. Sonda objevila velmi řídké atmosféry oxidu uhličitého, vodíku a kyslíku na Callistu, vlastní magnetické pole na Ganymedu, rozsáhlé oceány kapalné vody pod levým příkrovem měsíce Europa, vodní páru v Jupiterově atmosféře, pozorovala bouřkové výboje a polární záře na Jupiteru.

Sedm z deseti sond série Mariner, vyslaných k průzkumu Merkuru, Venuše a Marsu, bylo velmi úspěšných. Sonda Mariner 2 prolétla v prosinci 1962 kolem Venuše a potvrdila její vysokou povrchovou teplotu a oxid uhličitý v atmosféře. Mariner 4 byl první sondou, která 14. července 1965 úspěšně prolétla kolem Marsu ve vzdálenosti 10 000 km a odvěsila 21 snímků povrchu. Mariner 6 prolétl kolem Marsu ve vzdálenosti 3 390 km nad rovníkovou oblastí. Jeho dvojče, Mariner 7, v srpnu 1969 snímkoval jižní polokouli Marsu. Mariner 9 byl první sondou, která obíhala okolo jiné planety. Vyfotografovala v průběhu roku 1972 celý povrch Marsu a jeho dva měsíce, Phobos a Deimos. Sonda Mariner 10 startovala 3. listopadu 1973. V únoru 1974 prolétla kolem Venuše, v březnu kolem Merkuru (ve výšce 725 km nad povrchem). Další dva průlety byly vždy po 176 dnech. Byla zachycena polovina povrchu s rozlišením několika kilometrů. Nejjemnější detaily mají rozměry kolem 50 km.

4. prosince 1996 vystartovala z floridské základny Cape Canaveral Air Station sonda Mars Pathfinder, k Marsu dorazila 4. července 1997. Cesta dlouhá 497 mil. km trvala 212 dní. Sonda přistála v Ares Vallis v plánované oblasti. Po aerodynamickém brždění byl odhozen tepelný štít a sonda dále sestupovala na padáku. Ve výšce kolem 250 m se nafouklo šest kulovitých vaků o průměru 90 cm, které sondu zcela obalily. Necelých 100 m nad povrchem Marsu se zapálily tři malé motory na tuhé pohonné látky, které pád sondy téměř zastavily. Pak se přesekla lana padáku a Mars Pathfinder dokončil zbývající cestu volným pádem. Náraz byl utlumen nafouknutými balony. Po dopadu se sonda odrazila zpět do výšky asi 15 m a po dalších šestnácti skocích a dvou a půl minutách kutálení se zastavila asi kilometr od místa prvního kontaktu. 6. července bylo vysazeno na povrch vozítko Sojourner o hmotnosti 10,6 kg. Sonda nesla tyto přístroje: dvojici televizních kamer, soupravu meteorologických přístrojů na měření teploty a tlaku vzduchu, spektrometr na chemickou analýzu hornin. Spojení se sondou se ztratilo 27. září 1997. Nejvýznamnějším vědeckým výsledkem bylo zjištění, že údolím Ares skutečně v dávné minulosti proudila voda.

Ze série sond Pioneer je významná ta s pořadovým číslem 10. Byla vypuštěna 2. března 1972, jako první prolétla pásmem planetek a 4. prosince 1973 proletěla kolem Jupiteru ve vzdálenosti 1 131 400 km. Úkolem bylo měření magnetického pole, nabitých částic a odvysílala 300 snímků oblačné vrstvy. Pravidelné sledování bylo ukončeno 31. března 1997, kdy se sonda nacházelo ve vzdálenosti 10 miliard km od Země. Ještě koncem roku 1997 vysílala slabé a pravidelné signály. Sonda míří ven ze sluneční soustavy, a proto nese pozlacenou plaketu s rozměry 229x152 mm, na které je znázorněna postava muže a ženy, tedy tvorů, kteří poselství vyslali, spolu s údaji, jež mají pomoci případným nálezcům určit místo v Galaxii, odkud byla sonda vyslána, a ukázat způsob života i myšlení lidí. Pioneer 11 byl vypuštěn 5. dubna 1973, proletěl kolem Jupiteru (prosinec 1974), Saturnu (září 1979) a pokračoval dál ze Sluneční soustavy. Nyní již putuje vesmírem jako mrtvé těleso. Spojení bylo ztraceno v listopadu 1995.

Na výrobě sondy Soho (Solar and Helispheric Observatory) se podílely Evropská vesmírná agentura a americká NASA. Sonda byla 2. prosince 1995 umístěna na předem vypočítanou oběžnou dráhu okolo Země. Sonda s 12 měřícími přístroji se nachází v místě gravitační rovnováhy mezi Sluncem a Zemí (ve vzdálenosti 1,5 milionu kilometrů od Země). Monitoruje události na Slunci, především sluneční skvrny.

Obě sondy Viking odstartovaly z Kennedyho kosmodromu, 1. srpna 1975 Viking 1 a 2. září 1975 Viking 2. Jejich technická výbava obsahovala samostatný pohonný systém, brzdící motory, dvě televizní kamery a telekomunikační systém. Při přiblížení k Marsu v roce 1976 byly obě sondy Viking nejprve navedeny na oběžnou dráhu kolem planety. Odtud vypustily přistávací moduly, které na padácích sestoupily na povrch Marsu. Zkoumaly jeho půdu, hledaly známky života, získaly údaje o počasí. Oběžný modul fotografoval povrch Marsu a měsíce Phobos a Deimos.

Voyagery zkoumaly Jupiter, Saturn, Uran a Neptun a jejich měsíce. V dnešní době pokračují ve svém letu za hranici sluneční soustavy do hlubin vesmíru. Jejich přístroje stále pracují a předpokládá se, že zdroje proudu vydrží až do roku 2020. Voyager 1 byl vypuštěn 5. září 1977. Kolem Jupiteru proletěl v březnu 1979 ve vzdálenosti 280 000 km a kolem Saturnu v listopadu 1980. Voyager 2 byl vypuštěn 20. srpna 1979. Kolem Jupiteru proletěl v červenci 1979 ve vzdálenosti 645 000 km, kolem Saturnu v srpnu 1981, kolem Uranu v lednu 1986 a kolem Neptunu v srpnu 1989.

10. Nekonvenční doprava

10.1. Nekonvenční dráhy

Historie nekonvenčních drah v podstatě sahá až k počátkům drah klasických. Souběžně s prvními parními vlaky se začali množit odpůrci tratí s párem kolejnic. Jejich myšlenky byly soustředěné na nosný systém jen s jedinou osamocenou kolejnicí - vozy by byli buď v závěsu (a v takovém případě by dráha nekřížila cestu chodcům ani koňským povozům) anebo jako v sedle nad kolejnicí. Samotné úřady byli těmto myšlenkám vstřícné, protože se zdálo, že konstrukce vyjde levněji než klasická železnice.

Monoraily (mono – jedno, rail – kolej) byli jen jeden z druhů nekonvenčních drah. Francouz Girard navrhl vlaky poháněné vodou proudící žlabem, jeho krajané Barré a Laval doporučovali klouzání vozidel na vzduchovém polštáři. Do londýnského Crystal Palace se dalo už roku 1846 zajet kruhovým tunelem ve vozidle bez kol, které bylo hnané stlačeným vzduchem.

Po technické stránce se nejvíc prosadily dva typy jednokolejnicových drah - sedlové a závěsné. Jak už z názvu vyplývá, u sedlových bylo těžiště vozů nad dráhou, u závěsných pod. U prvních s pneumatikovými koly pojíždějícími po vrcholku betonových nosníků, druhé s více variantami kabin zavěšených na podvozcích pojíždějících uvnitř dutých nosníků visuté dráhy. Oba mají své přednosti i zápory a teprve potřeba dopravních systémů spojující velké mezinárodní letiště vzdálená desítky kilometrů od centra měst vyvolala zájem o monorailové systémy, které snadněji než povrchová rychlodráha a levněji než metro se mohou dostat až do historického centra měst nebo k hlavním nádražím bez toho, aby úrovně křížovaly komunikace v městě.

Nekonvenční dráhy je možno rozdělit do dvou základních skupin :

- s vozidly pohybujícími se v kontaktním dotyku s vodící drahou
 - zavěšenými
 - podepřenými
- s vozidly pohybujícími se v nekontaktním dotyku s vodící drahou
 - v magnetickém poli
 - na vzduchovém polštáři

10.1.1. ALWEG

Relativně hodně rozšířený systém sedlového monorailu dostal název po švédském inženýrovi Axel Lennert Wenner Greenovi – ALWEG. Samotnou konstrukci tvoří předpjatý železobetonový nosník, po jeho horní části pojíždějí pneumatiková nosná kola, o jeho boky se opírají menší kola vodící. Uvnitř nosníku jsou uloženy kabely řídicího a zabezpečovacího systému. Zkušební úsek byl postaven ve Fühligen nedeleko Kolína nad Rýnem. Smyčka dlouhá dva kilometry byla postavena ve zmenšeném měřítku a jezdila na ní třívozová souprava rychlostí až 145 km/h. O něco později byl na stejném místě postaven okruh ve skutečném měřítku.

Dráha pro alweg se montuje z přímých a obloukových prefabrikovaných nosníků dlouhých 15 až 20 metrů. Nevýhodou pneumatikových kol je jejich velký

valivý odpor, jenž neumožňuje dosahovat rychlostí větších než 100 km/h. Zároveň ale mají kola velkou adhezi, což umožňuje překonávat stoupání až do 6% kde u klasických železnic už musí být použita ozubnice. Jednou z výhod je také malá hlučnost pneumatikových kol. V zimě nebo za nepříznivého počasí je dráha elektricky vyhřívána aby kola neprokluzovala.

Poměrně složitou konstrukci představují výhybky. Jejich jazyk je ocelový nebo železobetonový, má délku až 20 metrů a posouvá se po příčnicích s množstvím opěr. Samotné přestavení výhybky trvá 10 až 15 sekund.

V 90. letech Alweg předběhly tzv. nové výkonnější dopravní systémy automatického lehkého metra a univerzální People-Mover. Alwegy od té doby získaly prioritu jako tzv. miniraily pro vyhlídkové jízdy na největších výstavách (EXPO apod.) a v zábavních nebo přírodních parcích světa.

10.1.2. MINIRAILY

Jde o lehké a levné visuté sedlové dráhy s rychle zmontovatelnou ocelovou mostní konstrukcí. Většinou využívají podvozek patentovaný Švýcarem Habeggerem a s jejich stavebnicovou montáží se prosadila renomovaná firma vyrábějící většinou lanové dráhy Von Roll-Habegger. Podvozky sestávají z páru ocelových kol s robustní pryžovou bandáží, trakční dvojkol je poháněno stejnosměrnými motory. Čtveřice bandážovaných kladek vede vozy po boku skříňového nosníku, proti nadzvednutí a převrácení je zabezpečují další kladky pojíždějící po spodku příruby. Měděná pásnicová trolej na boku nosníku je chráněna před povětrností pláštěm z izolačního plastu, který si sběrač při jízdě na krátký okamžik rozevívá.

Nejlehčí typy s vozy s plátěnou střešou přepraví při rychlosti 14 km/h asi 15 000 cestujících za hodinu, nejtěžší typy s vozy až pro 200 cestujících jezdí rychlostí 50 km.h⁻¹. Trať může mít minimální oblouky s radiem 20 až 25 m a stoupáním až do 10 %. Od roku 1967 se objevují na každém EXPU, v přírodním parku Sentoza v Singapuru, v americkém safari Kings Island a na řadě míst světa umožňují vláčky minirailů shlédnout z blízka zvířata, které nezaplášejí jejich poměrně tichá jízda.

10.1.3. MAGLEV

Magneticky nadnášený (magnetically levitated) dopravní prostředek, zkráceně maglev. Využívá působení magnetických sil kdy stejné póly magnetů se odpuzují silou pozoruhodné velikosti. Této síly je možné využít. Jedna řada magnetů se umístí do země a druhá do spodní části vozu lehké konstrukce. Dostáváme tak dopravní prostředek, který se doslova vznáší. Především tu chybí jakékoli tření. Vlak se nikdy nedostane do kontaktu s koleji - není tu žádné drncání typické pro železnice. Jedinou brzdicí sílu představuje odpor vzduchu. Maglev se může pohybovat tak rychle, jak je potřeba. Bohužel je tu však ještě jeden faktor, který jízdě vlaků brání, a tím jsou vysoké náklady. Maglev se pohybuje po speciálních kolejkách a potřebuje proto i zvláštní stanice u těchto drah. Maglev je zajímavý tím, že uvnitř stroje nenajdete žádný elektromotor. Ten se nachází na trati v rozvinuté a ploché podobě. Na rozdíl od elektromotoru se tu však nevyskytují pohyblivé prvky (kotva), protože zbylou část motoru tvoří elektromagnety umístěné na vlaku. Dodávkou střídavého proudu vzniká magnetické pole, které "běží" tratí a působí na elektromagnety na

spodku vlaku. Tak, jak se mění frekvence střídavého proudu, mění se i rychlost vlaku. Když se směr pole obrátí, vlak zpomalí a nepotřebuje tak vůbec brzdy. Jednou z výhod systému je možnost překonávat vyšší stoupání než běžný vlak. Zatímco ten zvládne maximálně čtyřprocentní stoupání, malgev si poradí i s desetistupňovým. Nevýhodou je skutečnost, že vlak musí být neustále připojen ke zdroji energie. Pokud by došlo k výpadku, stroj by udržely ve vzduchu akumulátory umístěné na jeho palubě. Dalším přínosem maglevu je nízká hlučnost. Působení hluku vlaku jedoucího rychlostí tři sta kilometrů v hodině ve vzdálenosti dvaceti pěti metrů je o polovinu nižší než u elektrických rychlovlaků, jakým je třeba francouzské TGV.

10.1.4. Ozubnicové a lanové dráhy

Řeší problém s návrhu a realizace tratí v horských oblastech, kde terén znemožňuje výstavbu klasické železniční dráhy. Jako nejlepší cesta se jeví použití ozubnicových drah, případně při největších sklonech drah lanových.

Ozubnicová železnice je tedy železnice s ozubnicovou tratí, která má velký sklon a na níž se vykonává provoz pomocí ozubnice a ozubeného kola na hnacím vozidle. Základní rozdělení ozubnicových drah:

- ÚPLNÉ – celá trať je vedena s ozubnicí
- KOMBINOVANÉ – část tratě je s ozubnicí, část je adhezní

Všechny typy mají společné hnací ozubené kolo. Může být svislé nebo vodorovné. Vodorovný systém použil roku 1889 Edward Locher pro 4,3 kilometru dlouhou ozubnici na vrch Pilatus ve Švýcarsku. Jeho hnací kola jsou umístěny vodorovně, vždy dvě a dvě - co umožňuje navrhnout větší podélné sklony. Zubačka na Pilatus má sklon až 480‰ co je největší sklon ozubnicové dráhy která vozí cestující. Největší sklon na ozubnici vůbec je dráha v Panamském průplavu pro přesun lodí mezi jednotlivými plavebními komorami, až 500‰. Funguje od roku 1912.

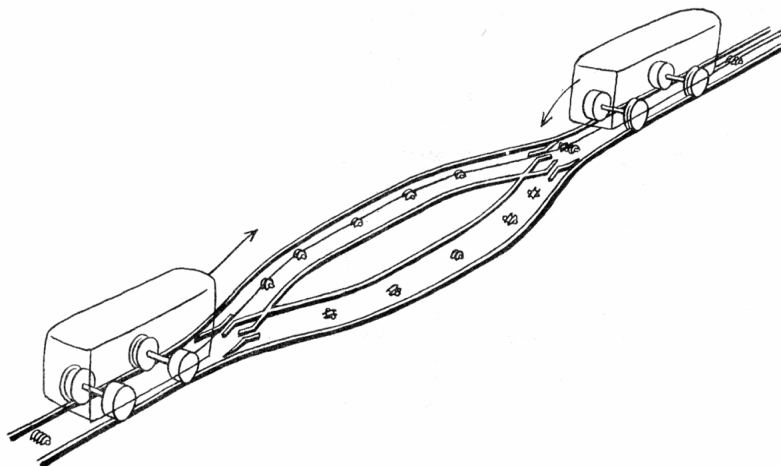
Lanová dráha – dopravní zařízení, kterého vozy jsou tahané anebo i nesené lanem po dráze, které sklon od vodorovné roviny zpravidla nepřesahuje 45°. Základní rozdělení lanových drah je na:

- POZEMNÍ – její vozy jsou tahané lanem po jízdni dráze, tvořené kolejnicemi, uloženými obvykle na běžném dráhovém tělese, přičemž těžiště vozů je nad jízdni dráhou
- VISUTÉ – její jízdni dráhu tvoří lano, přičemž těžiště vozů je pod jízdni dráhou

Při výstavbě horských drah s klasickým kolejovým roštem je možné využít dvou způsobů – dráhu ozubnicovou nebo při kratších vzdálenostech dráhu lanovou. Nevýhodou pozemních lanových drah je nemožnost nasazení více než dvou vozů kvůli jejich vzájemnému spojení lanem. Dráha je obvykle tvořena jednou kolejí, ve středě s tzv. Abtovou výhybnou, sklony zpravidla větší než u ozubnicových drah. Konstrukce svršku a spodku je přibližně stejná jako u klasické železnice. Strojovna s pohonem je umístěna v horní stanici, tažné lano je několikrát navinuto na hnací buben. Při jízdě se z jedné strany odvíjí a spouští jeden z vozů dolů, ze strany druhé táhne druhý vůz nahoru.

Abtova výhybna je nejrozšířenější systém míjení vozů u pozemních lanových drah. Vozidla mají speciálně upravené dvojkolí – na straně vnější kolejnice

mají vždy dva okolky, na vnitřní straně má kolo jen válcový tvar. Tím je snadno dosaženo aby každý vůz zajížděl vždy na stejnou kolej ve výhybně



Obr. 10-1 Schéma Abtovy výhybny.

1.1.1.1 Lanovka na Petřín

Poprvé vyjela lanovka na Petřín v roce 1891. Převážovala na vrchol Petřína zájemce o návštěvu tehdy zpřístupněné rozhledny, měla rozchod 1000 mm a sloužily na ní dva vozy. Nebyla ještě elektrická, její pohon obstarávala voda – v horní stanici se do nádrže ve voze napustila voda a vůz vlastní vahou vytáhl dolní vůz. Dole se pak voda vypustila. Zajímavé bylo, že kromě výhybny byla celá trojkolejnicová - prostřední kolejnice sloužila oběma vozům. V roce 1914 byl provoz zastaven a obnoven byl až v roce 1932 se dvěma novými elektrickými vozy. Obnovená trať lanovky byla delší než původní a fungovala až do roku 1965, kdy byl provoz zastaven kvůli sesuvům půdy. Rekonstruována byla až v roce 1984, kdy dostala podobu jakou známe dnes.

10.1.5. Visuté lanové dráhy

Když je nutné přepravit osoby nebo materiál na místa kde nelze trasovat kolejovou dráhu, jedna z možností je navrhnout visutou lanovou dráhu. Její výhodou je možnost překonávat téměř jakýkoli terén. Na něm jsou postaveny jedině spodní a horní stanice a podpěry, které podepírají nosná a tažná lana. Samotné stanice slouží nejen k nástupu a výstupu cestujících, případně k manipulaci s nákladem, ale i ke kotvení a napínání nosných a tažných lan a samozřejmě k pohonu.

Visuté lanové dráhy (osobní) můžeme rozdělit do dvou základních skupin:

- Kabinové – jedno/dvou lanové :
 - kyvadlové
 - oběžné
 - oběžné s přerušovaným pohybem
- Sedačkové – jedno/dvou lanové :
 - oběžné
 - oběžné s přerušovaným pohybem

Rozdělení na jednolanové a dvoulanové je podle funkce lana – u jednolanových lano plní jak nosnou tak i tažnou funkci, u dvoulanových je jedno

z lan nosné, nehybné, v jedné ze stanic pevně ukotveno a v další napínáno. Po něm jedou kladky běhounu závěsu kabiny. Druhé je tažné – pohybující se, které tahá kabiny, případně sedačky. U kyvadlových drah jsou dvě kabiny zavěšené proti sobě a míjejí se přesně ve středě dráhy. Vyšší přepravní kapacitu má řešení s oběžným systémem. Výhodou je, když je s přerušovaným pohybem kabinek nebo sedaček. V tomto případě se ve stanici kabinka odpojí z oběžného lana, najede na speciální kolejnici po které přejde a otočí se. Její rychlost je v těchto místech velmi malá, co umožní velmi pohodlné nastupování a vystupování cestujících. Naproti tomu rychlost tažného oběžného lana může být vyšší. Po obrátce se u výjezdu ze stanice znovu spojí s neustále běžícím lanem a jede nahoru. U oběžných lanovek bez přerušovaného pohybu jde nejčastěji o sedačky pevně připevněné k lanu. Nosným prvkem u lanových drah je lano. Nejvýhodnější je použití ocelových lan. Dnešní špičková lana mají hmotnost i přes sto tun při délce dva až tři kilometry. Původně se používaly nosná lana otevřená, spirálová, z drátů kruhového průřezu. V ose mají lana přímý střední drát a kolem něho navinuté další dráty ve dvou až čtyřech vrstvách. Dnes se častěji používají uzavřená lana profilová, mají poslední, nebo poslední dvě vrstvy z drátů profilových tvaru „Z“. Uzavřená lana mají hladší povrch, tím se zmenší odpor kladek běhounů kabin, dešťová voda nevnikne snadno do těsně zapadajících drátů pláště, který chrání i proti vysychání mazadla. Tažná lana musí být co nejvíce ohebná protože na rozdíl od lan nosných které jsou uloženy v botkách podpěr a nehýbou se, tyto běží po kladkových bateriích na podpěrách a po lanových kotoučích (tzv. lanáčích).

U nás:

- Janské Lázně – Černá Hora
- Horní Hanychov – Ještěd
- Tatr. Lomnica – Skalnaté Pleso
- Skalnaté Pleso – Lomnický štít

11. Geografické informační systémy v dopravě

11.1. Úvod do GIS

Teorie geografických informačních systémů (zkráceně GIS) je poměrně mladá a nemá jednotné třídění ani terminologii. Označení GIS zavedl v roce 1963 pan R. F. Tomlinsen. Dodnes však neexistuje jednoznačná standardní definice pojmu GIS, ačkoliv na stránkách odborné literatury a tisku probíhá již několik let diskuse jak o samotné definici, tak i o termínech problematiku provázejících. Situaci v naší republice komplikuje navíc skutečnost, že kolébkou GIS jsou anglicky mluvící země (první aplikace byly vytvořeny v polovině 70-ých let v Kanadě). Překlady anglických termínů se mnohdy velmi odlišují, často dochází k významově nepřesným překladům.

11.2. Dělení GIS

Jak bylo již zmíněno výše, definice GIS jsou problematické, neboť pojem GIS značí technologii, teorii, metodologii i vlastní aplikace. V dalším textu tedy bude nastíněno rozdělení GIS z hlediska technologie i aplikace. Hranice mezi jednotlivými skupinami je ale velmi nezřetelná. Množina GIS zahrnuje:

- **Systémy pro digitální mapování (CAM – Computer-Aided Mapping)**

Tyto pokrývají oblast pořizování a správy digitální mapy. Začínají nahrazovat klasické metody tvorby a údržby mapy. Mají rozsáhlé editační možnosti a jsou většinou součástí či nadstavbou CAD (Computer Aided Design, Drafting) systémů. Do skupiny *CAM* patří také systémy pro ruční, poloautomatickou a automatickou vektorizaci.

- **Informační systémy o území (LIS – Land Information System)**

Tyto systémy umožňují vedení a správu digitálních map. Mapy je možné doplnit o textová data, vesměs ve formě databázových tabulek, s možností jednodušších analýz. Většina těchto systémů pracuje s daty ve vektorové formě. Spojení databáze s prvky výkresu je prostřednictvím jednoznačného identifikátoru. Systémy neumí řešit topologické vztahy mezi objekty. Speciální variantou LIS systémů jsou AM/FM systémy (Automatic Mapping Facility Management) pro správu rozsáhlých sítí (komunikačních, inženýrských a pod.), především pro města a průmyslové podniky. Bývají problémově orientované.

- **Geografické informační systémy (GIS – Geographical Information System)**

Teprve v tomto případě je možné hovořit o tzv. "opravdových GISech". Jedná se zpravidla o složité, rozsáhlé systémy, často začleněné do počítačové sítě. Vektorově orientované systémy vycházejí z topologického datového modelu. Samozřejmě umožňují i některé operace a analýzy nad rastrem.

- **Systémy pro manažerské mapování (DMS – Desktop Mapping System)**

Jedná se vesměs o prohlížečky grafických i textových dat organizovaných v datových strukturách GIS, které navíc umožňují provádění analýz. Slouží především k dotazování a následnému rozhodování, dále pak k výběru a prezentaci

dat. Nedovolují sběr dat a zpravidla ani jejich editaci. Umožňují však zobrazit i multimediální data typu fotografie, zvuk a video-sekvence. Tyto systémy velmi dobře řeší výstup do tabulkových a textových procesorů.

11.3. Fáze tvorby GIS

Při pohledu na GIS z hlediska časového a logického postupu tvorby se rozlišují tyto fáze tvorby GIS:

- úvodní studie
- sběr dat
- správa dat
- analýza nad daty
- prezentace dat

Jednotlivé etapy tvorby GISu by měly následovat v uvedeném pořadí. V případě, že příslušná organizace prováděla sběr a organizaci dat v dřívějším období, je možné pořadí jednotlivých operací při vytváření GIS přehodnotit. Jakmile je základní struktura a datová základna GISu vytvořena, dochází k periodické obnově systému (aktualizace dat, modernizace hardware a software).

S využitím GISu se lze setkat zejména následujících oblastech:

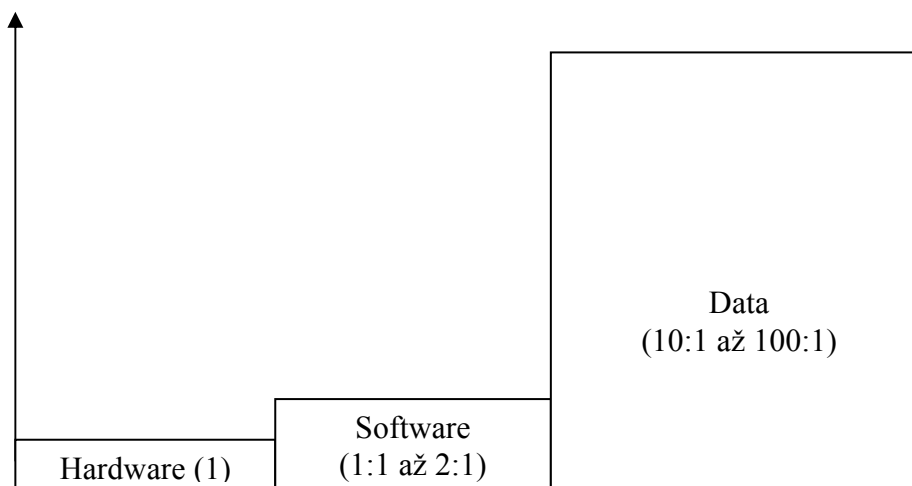
- městské inženýrské sítě - obvykle jsou součástí městských informačních systémů a vyžadují především propojení s informačním systémem správců sítí nebo alespoň pravidelnou aktualizaci datové základny
- územní plánování - obsahuje data o území, které lze využívat při formulování požadavků na využití území a polohu jednotlivých objektů
- katastrální a tematické mapování - prostorová data jsou již při získávání vhodně kombinovaná s daty statistickými (katastrální mapování ovšem v současnosti téměř neprobíhá)
- zpráva přírodních zdrojů - evidence oblastí, vyhodnocování změn a trendy vývoje
- demografické studie
- pasportizace staveb

11.3.1. Úvodní studie

Vybudování funkčního systému, který v dostatečné míře uspokojí požadavky uživatele, je finančně a časově náročnou záležitostí. Kritériem je poměr nákladů na systém a zisk, který tento systém přinese. Náklady tvoří pouze prvotní nákup hardwaru a softwaru, ale především obrovské investice do sběru, aktualizace a správy dat, vyškolení personálu, modernizace počítačového a programového vybavení a jeho údržba (obr. 11-1).

Rozhodující kritéria pro hodnocení kvality dat jsou:

- Obsahová úplnost vzhledem k požadavkům uživatele
- Geometrická přesnost dat a jejich věcná správnost
- Aktuálnost dat



Obr. 11-1 Srovnání vynaložených nákladů

11.3.2. Zdroje dat

Zdrojem dat jsou všechny dostupné a využitelné soubory informací o zájmovém území, především území (část geosféry) samotné. Jako zdroj dat slouží:

- mapy (základní, státní, topografické, tematické, účelové, geografické)
- plány, náčrty, výkresy
- výstupy z CAD (mapy a jiné výkresy v digitální formě, digitální modely terénu)
- informace z jiných informačních systémů, statistické ročenky, zprávy, slovníky, rejstříky, přehledy, archivní údaje aj.

Metody sběru dat pro GIS lze rozdělit do dvou základních skupin:

- Získávání dat přímo z reálného světa
- Přebírání dat z již dříve vytvořených souborů dat

1.1.1.2 Geodetické metody

Do geodetických metod se řadí jak klasická měření úhlů a délek, v současnosti realizovaná především pomocí elektronických dálkoměrů a totálních stanic, tak metody GPS, případně kombinace terestrických a družicových metod. Data jsou získávána v přímém kontaktu s objektem.

1.1.1.3 Fotogrammetrické metody

Data o rozměru, tvaru a poloze objektu v prostoru se nezískávají přímým měřením v terénu, nýbrž vyhodnocením měřických snímků. Při vyhodnocování snímků se dnes přechází od klasických analogových metod k analytickému zpracování měřických snímků (analytické "plotry").

1.1.1.4 Metody GPS

Další dnes velmi používanou metodou sběru dat je metoda GPS. Jde o známý navigační systém, který je tvořen 24 umělými družicemi Země, jež vysílají navigační signály. Pozemní přijímač vybavený příslušnou elektronikou může tyto signály zachytit a vypočítat z nich svou aktuální polohu (zeměpisnou šířku, délku, popř. i nadmořskou výšku) s přesností až na desítky centimetrů.

1.1.1.5 Přebírání již dříve vytvořených souborů dat

Tyto soubory mohou pocházet z různých zdrojů. Musí se převést do počítače, tzn. importovat, jde-li o digitální záznamy, digitalizovat, jedná-li se o analogové podklady. Digitalizace je převod dat do digitální formy.

1.1.1.6 Digitalizace

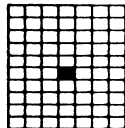

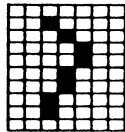

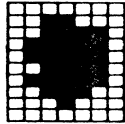
Výsledkem sběru dat, popsaného v předchozí kapitole jsou soubory informací v digitální (souřadnice, předpisy kresby, databázové tabulky, aj.) nebo analogové formě (snímky, mapy, zápisníky, atd.). Těmito daty je nutno naplnit datové struktury. Vstup negrafických informací do počítače se děje obvykle prostřednictvím klávesnice. Takto získané informace jsou v počítači uloženy v podobě databázových tabulek či textových souborů. Grafické předlohy se do počítače převádějí dvěma způsoby:

- Převod předlohy do rastrového formátu
- Převod předlohy do vektorového formátu

1.1.1.7 Rastrová struktura dat (bitmapy)

Pro sejmutý obrázek (bitmapu) je v paměti vyhrazena určitá oblast - matice paměťových buněk. Tato matice může mít charakter plošný či objemový. Rastrová buňka je určena svojí polohou v matici. Objekt mapy (linie, plocha) je definován jako množina pixelů (obr. 11-2).

Rastrová data slouží vesměs jako výchozí materiál k dalšímu zpracování v počítači. K jejich výhodám patří snadnost a rychlost pořizování. Nevýhodou je především paměťová náročnost, dále pak přesnost vyjádření objektů mapy.

prvek	vektor		rastr	
	forma digitální	analogová	forma digitální	analogová
bod	souřadnice x, y	•	pixel	
čára	posloupnost souřadnic x, y		pixel	
plocha	uzavřená posloupnost souřadnic x, y		pixel	

Obr. 11-2 Rastrová a vektorová data

1.1.1.8 Vektorová struktura dat

Základní jednotkou vektorových dat je souřadnicemi determinovaný bod. Množina bodů tvoří struktury vyšší - linii, plochu nebo prostorový útvar (obr. 11-2). Výhodou vektorových dat je přesnost, jednoduchá tvorba vyšších datových struktur, poměrně malé nároky na kapacitu paměti. Získávání vektorových dat je ale pracné, obtížné, časově náročné.

1.1.1.9 Technika získávání grafických dat

Skenování grafických předloh pro účely GIS se děje především prostřednictvím stolních skenerů. Prvním krokem při vektorizaci je výběr potřebných prvků z grafické předlohy (např. mapy). Je nutné mít na paměti její vlastnosti, tedy měřítko, přesnost, srážku a kvalitu obsahu. Převod předlohy do vektorového formátu lze uskutečnit dvěma způsoby:

- Vektorizací přímo z grafické předlohy
- Vektorizací naskenované předlohy, tzv.obrazkovkou vektorizací

K vektorizaci z grafické předlohy se používají přístroje zvané digitizéry (v malém provedení - tablety). Před vektorizací z obrazovky je grafická předloha nejdříve naskenována a uložena do počítače v některém ze standardních grafických formátů. Rastr je možné před vektorizací transformovat. Vlastní vektorizace může být ruční nebo poloautomatická. Někteří autoři zmiňují i vektorizaci automatickou.

1.1.1.10 Negrafičké informace

Negrafičké údaje GISu jsou uloženy ve formě databázových tabulek, v tabulkách atributů. Jejich svázání s prvky výkresu (map) zajišťuje jednoznačný identifikátor.

11.3.3. **Správa dat**

Správou dat se nazývá soubor technických, technologických a personálních opatření s cílem, co nejlépe organizovat data uložená v počítači, včetně jejich ochrany, zajištění přístupu k nim. Systém musí být otevřený s možností aktualizace dat. Základním atributem geografických dat je prostorovost. Prostorovost dat znamená jejich jednoznačnou polohovou lokalizaci pomocí souřadnic ve zvoleném souřadnicovém systému. Souřadnicový systém může být buď třírozměrný nebo rovinný. Třírozměrný systém bývá zpravidla kartézský nebo sférický. Aby byly jednoznačně definovány parametry zobrazení a zabezpečena stejná informační hodnota zobrazovaných elementů, měly by být všechny údaje v GISu součástí jednotného referenčního systému.

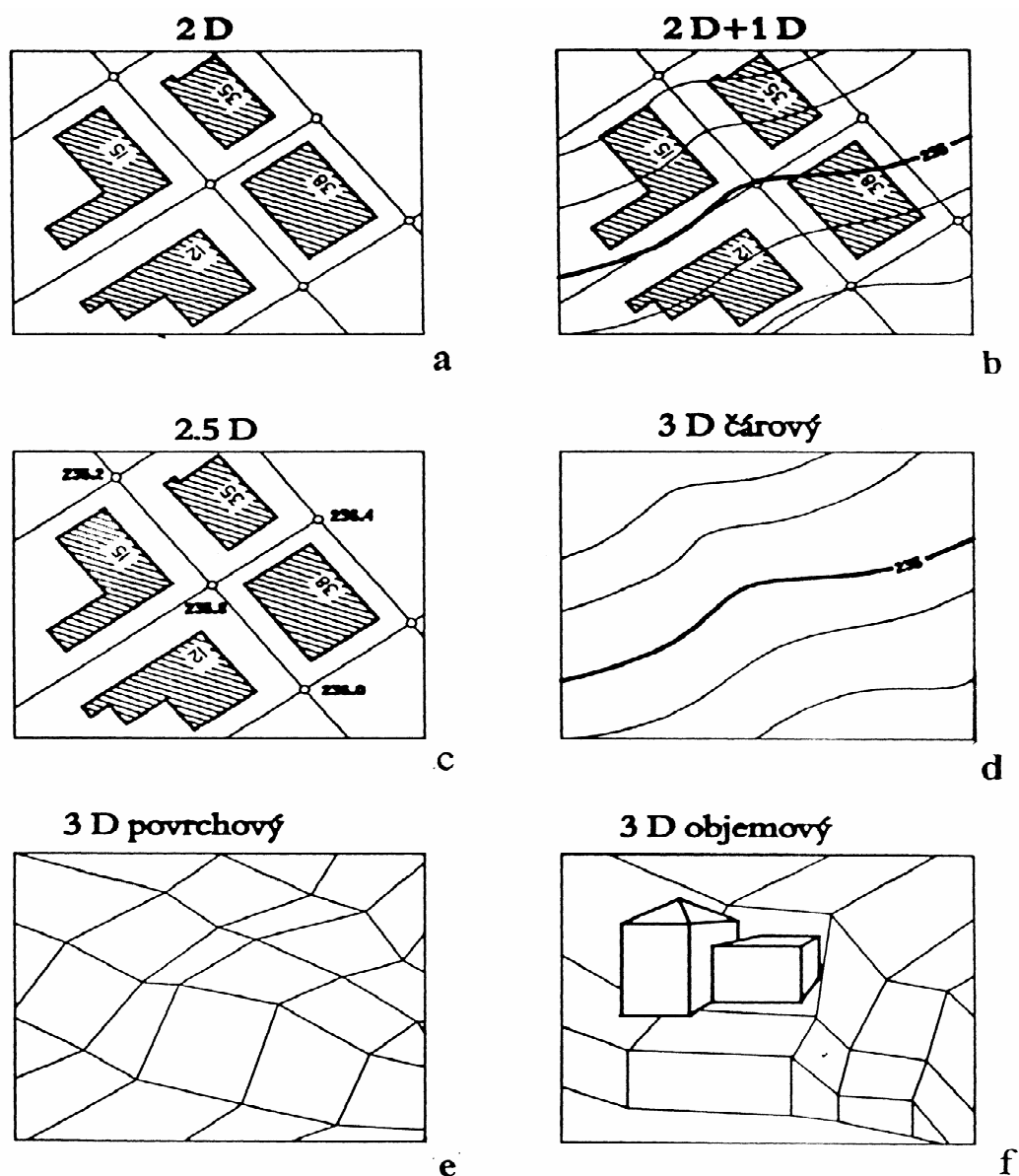
1.1.1.11 Objekt

Objektem se rozumí konkrétní kvalitativní a kvantitativní jednotka. Objekt má vlastní identitu, je fyzicky, geometricky a polohově určen, je tematicky jasně identifikovatelný. Objekt je součástí hierarchie (např. objekt "listnatý strom" je součástí skupiny objektů "les").

1.1.1.12 Rozdělení dat z hlediska geometrie:

- 2D (dvourozměrná) - jsou dané dvě souřadnice (X,Y) (obr.11-3-a).

- 2D+1D (dvou a jednorozměrná data) - k datům určených v rovině je přiřazena vrstva s informací o třetím rozměru (vrstevnice), neexistuje ale vztah mezi polohou a výškou (obr.11-3-b).
- 2.5D (dvou a půlrozměrná) - k polohovým datům je třetí rozměr (kóta) přiřazen jako atribut (obr.11-3-c).
- 3D (trojrozměrná) - existuje více možností struktury dat
- planimetrie a připojený digitální model terénu (obr.11-3-d).
- povrchový model (*surface model*) Jedná se o povrch generovaný ze čtvercové či trojúhelníkové sítě bodů (obr.11-3-e).
- objemový model (*volume model*), kde je terén modelován pomocí krychlí, kuželů (obr.11-3-f).
- 4D (čtyřrozměrná data) - jako čtvrtý rozměr funguje čas (časoprostorová informace)



Obr. 11-3 Dělení grafických dat z hlediska geometrie

11.3.4. Zdroje dat v ČR

V české republice je postupně dokončována tzv. Základní báze geografických dat (*ZABAGED 1 a 2*).

1.1.1.13 Archiv grafických dat KM

Týká se skenování katastrálních map. Skenovány jsou především mapy bývalých pozemkových evidencí, jejichž vedení bylo na střediscích geodézie (dnešních katastrálních úřadech) ukončeno v 50. letech, v menším rozsahu i vedené (evidenční) katastrální mapy.

1.1.1.14 Vojenský topografický informační systém

Vojenský topografický informační systém (VTIS) představuje soubor technicko-technologických (výpočetních, automatizačních a komunikačních) prostředků, programového vybavení, technologií a metodik zpracování informací o území, zvláště pak topografických a dalších grafických nebo alfanumerických souvisejících podkladů.

11.3.5. Analýzy nad daty

Jedním ze základních cílů budování GISu je zkvalitnění a zrychlení rozhodování. GIS má umožnit řešení problémů, které by bez jeho použití bylo velmi obtížné, ne-li nemožné.

1.1.1.15 Základní typy otázek

Systémy GIS i LIS dokáží zodpovědět dotazy, týkající se:

- polohy - dotaz zjišťuje, co se nachází na konkrétním místě
- podmínky - je třeba vyhledat místo, které splňuje jisté podmínky.

Pouze „velké“ GISy řeší i dotazy týkající se

- trendů - zahrnuje oba předchozí dotazy a zjišťuje změny v analyzované oblasti v průběhu času.
- prostorového uspořádání - zjišťuje se pravidelné prostorové uspořádání určitého jevu v závislosti na zadaných podmínkách.
- modelování - analýzy typu "*What if..*"

1.1.1.16 Nástroje pro analýzu

Kromě dotazování na tabulku atributů např. pomocí databázového jazyku SQL (Structured Query Language) s možností lokalizace vybraných objektů a jevů na mapě dovolují GISy i složitější analýzy. K nim patří především generování obalových zón (buffers). Tato funkce slouží k prostorovému vymezení dotazu. Zóna je plynule zakřivená obalová plocha ve vymezené vzdálenosti kolem mapových elementů, používaná pro analýzy typu vyhledání podle vzdáleností nebo analýzu koridoru. Klasickým příkladem je například dotaz: "*Vyber mi všechny parcely o rozloze větší než 4000 m², vzdálené 800 m od kostela a ležící na pravém břehu řeky.*"

1.1.1.17 Modelování jevů, které mají svoji analogii v reálném světě

Tyto modely jsou aplikovány především u environmentálních GISů, tedy při řešení problémů životního prostředí, územního plánování, prostorové ekonomice, deformací reliéfu aj. K dalším analytickým nástrojům patří funkce dovolující měření, výpočty, statistické funkce.

1.1.1.18 Dotazování a prostorové analýzy

Proces dotazování se realizuje funkcemi tzv. dotazovacího manažera (Query manager). Programy pro vytváření GIS umožňují následující druhy dotazů:

- Dotazy na mapové objekty
- Dotazy na tabulku atributů pomocí databázového jazyku SQL
- Dotazy na mapové objekty a datové tabulky
- Prostorové dotazy

1.1.1.19 Dotazy na mapové objekty a tabulky atributů

Před dotazem je nutno vybrat třídu mapových objektů a pokud daný druh mapového prvku má připojenou tabulku, je možné její zobrazení, či účast na podmínce podle potřeby potvrdit nebo zrušit. Všechny vybrané mapové objekty vyhovující vyhledávací podmínce se ve vybraném pohledu zvýrazní. Toto zvýraznění je možné nastavit obvykle výběrem barvy, tloušťky čáry apod. Pokud bylo nadefinováno i zobrazení tabulky atributů, při procházení vybranými mapovými prvky se zobrazí v definovaném formátu i tyto tabulky.

1.1.1.20 Prostorové dotazy

Prostorové dotazy jsou dotazy, pomocí kterých se můžeme dotazovat na prostorové vztahy mezi existujícími mapovými objekty. Dotazy tohoto druhu jsou tvořeny jako kombinace operátorů a kritérií nutných k vyhledání. Např. operátor "uvnitř" (Inside) a kritérium "ohrada" (Fence) způsobí vyhledání daných mapových objektů, které se nachází uvnitř dané "ohrady".

11.3.6. **Prezentace dat**

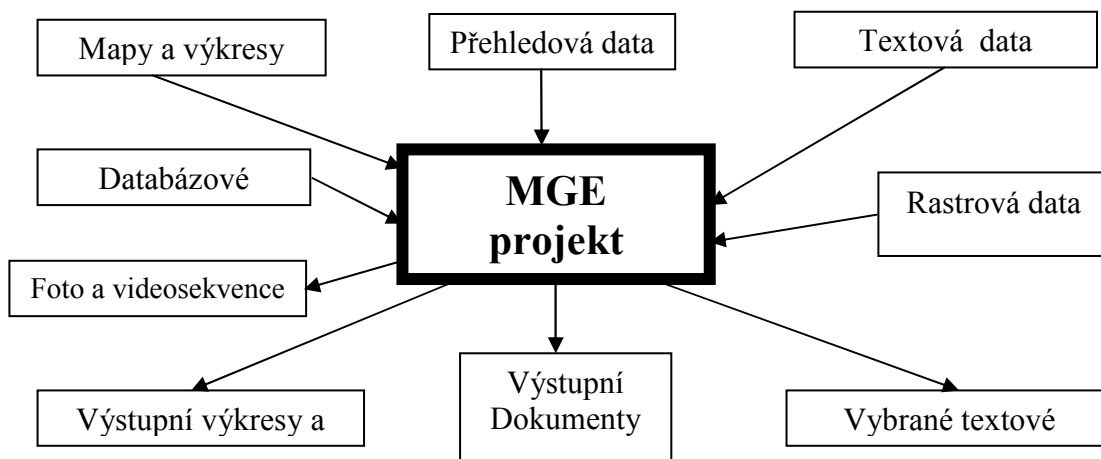
Poslední fází budování GISu je prezentace dat. Prezentace se děje buď pouhým výběrem požadovaných dat, nebo demonstrováním výsledků analýz v digitální nebo grafické podobě. Grafické výstupy pak představují především tematické mapy, plány, výkresy, tabulky, atlasy, statistické přehledy, databázové reporty, realizované na plotru (vektorovém či rastrovém) a tiskárně.

11.4. **Stručné charakteristiky některých komerčních programů**

11.4.1. **MGE-PC 2.0**

MGE-PC2 je nástroj pro vytváření GIS od firmy Intergraph, tedy pro sběr, modifikaci, dotazování a analýzu geografických dat. Je nadstavbou programu MicroStation. V této kapitole budou uvedeny s použitím dostupné literatury základní informace o software MGE – PC2. Hardwarové požadavky vyplývají z požadavků na

instalaci MicroStation 95 a použitý operační systém. Projekt (Project) se skládá ze dvou základních částí, tedy dvou základních adresářů umístěných v podstatě libovolně na pevném disku v počítači. Jejich spojení zajišťuje prostřednictvím nastavených cest schéma (scheme) projektu. Na obr.11-4 jsou schématicky znázorněny datové vstupy a výstupy do projektu v programovém systému MGE.



Obr. 11-4 Zdroje dat a výstupy systému MGE

Základní jednotkou projektu je objekt (feature). Ten je definován typem, kódem, barvou, umístěním do vrstvy, stylem a tloušťkou čáry. Informace o objektech sdružuje databázová tabulka feature.dbf. K objektu je pomocí jednoznačného identifikátoru navázána negrafická informace - záznam z tabulky atributů. Jeden objekt může nést pouze jeden databázový záznam. Tato úprava možností MicroStation má zřejmě za úkol zajistit jednoznačnost. S pohledu tvorby a zpracování GIS tuto vlastnost nelze považovat za příliš vhodnou.

Tabulky atributů jsou uživatelem vytvořené a vyplněné databázové tabulky. Pro jeden druh objektu lze definovat pouze jednu tabulku. Databázové tabulky lze vytvářet přímo v MGE-PC2. Druhou možností je připojení externě vytvořených tabulek.

MGE-PC2 obsahuje poměrně silný aparát pro tvorbu dotazů, jejich kopírování, provádění, ukládání a opětné vyvolání, založený na jazyku SQL (Structure Query language).

Dotaz (query) je možné prostorově determinovat následujícími způsoby:

- mapou
- ohradou (fence) – funkce shodná s MicroStation
- obalovou zónou (buffer zone) – obalové zóny je možno vytvářet kolem bodů, čar i areálových objektů. Zóny lze ukládat, znovu vyvolávat a slučovat (merge). Buferové zóny se mohou stát součástí mapy, dokonce i samostatným objektem.
- výběrovou množinou (selection set)

Samotné MGE-PC2 neobsahuje žádný modul určený k prezentaci. Program pouze využívá možnosti MicroStation (plotování, sejmutí obrazovky do bitmapy, export do výměnného formátu s příponou ".dxf"). Ideálním nástrojem pro prohlížení a

prezentaci projektů MGE-PC2 je prohlížečka VistaMap nebo poněkud komplexnější produkt GeoMedia.

11.4.2. MGE SX

MGE SX je opět program pro vytváření GIS od firmy Intergraph Je nadstavbou programu MicroStation. Zatím co produkt MGE PC 2.0 se používá při vytváření „menších“ GISů, dále pak na sběr a prvotní organizaci dat, MGE SX je ideální nástroj na tvorbu a správu tzv. velkých GISů s využitím v nejrůznějších aplikačních oblastech. Hardwarové požadavky vyplývají z požadavků na instalaci MicroStation 95 a použitý operační systém.

11.4.3. MicroStation Geographics (MSGeo)

MicroStation Geographics od firmy Bentley je komplexní programový produkt pro tvorbu GIS a mapových děl, vytvořený jako programová nadstavba nad systémem MicroStation 95. Přebírá všechny jeho funkce a navíc obsahuje další funkce pro vstup, kontrolu, zprávu, analýzu a vizualizaci geografických informací.

11.5. Nové trendy rozvoje GIS

Hlavním cílem dnes i v budoucnu je propojení GIS do počítačových sítí a tím zpřístupnění informací, jež jsou k dispozici v různých GIS, LIS či CAD, široké veřejnosti. Z tohoto propojení budou mít užitek jak uživatelé, tak i správci jednotlivých systémů. Tam, kde sítě nejen přenášejí různé druhy informací, ale vykonávají i funkce tvorby, zpracování a uchování informací, obohacují probíhající vědeckou nebo hospodářskou činnost.

Splnění požadavku lepšího propojení vyplývá z rostoucího množství rozmanitých aplikací, ale také vyžaduje integraci a sdílení dat. Zkušenosti z vyspělých států (Austrálie, Severní Amerika, Evropa) dokazují, že jakmile se zpřístupní soubory základních dat, vzápětí vzrostou mnohonásobně aplikace prováděné nad těmito daty. Je nutné rozvíjet integraci existujících heterogenních datových systémů a vývoj aplikačního software pro co největší využití informační báze, jež je často geograficky rozptýlená.

Dosažení lepšího propojení závisí jak na technických předpokladech, jimiž jsou vysoce rychlostní digitální telekomunikace, tak i problematice spojené s distribuovanými informačními systémy. Přitom jde o integraci dat z různých zdrojů, bez dříve nutné centralizace, více logickou, než fyzickou integraci. Vývoj tedy směřuje k distribuovaným informačním systémům. Jejich výhodou jsou zejména:

- Vysoký operační výkon
- Odolnost proti poruchám
- Sdílení datové základny

Vrcholným projevem sdílení dat je projekt "informační dálnice". Jde o komplikovaný a technicky náročný projekt, který zabezpečí nejen rychlý přenos velkého množství dat, ale zejména umožní uživatelům (i GIS) přístup do řady databank se standardizovanými a tedy obecně přístupnými daty. Za informační

superdálnici může být považován transparentní soubor odpovídajících si, vzájemně propojených a vysoce rychlých sítí, doporučujících aktuální interaktivní data, texty, hlas, video, film všem jejich tvůrcům a zákazníkům. Informační dálnice bude zahrnovat existující a budoucí sítě, technologie, mobilní sítě, GPS, "chytrý hardware", tedy vše, co umožní řadu operací na informační dálnici. Kombinace informační dálnice a GIS technologií umožní vznik mnoha nových aplikací, a to zejména vzájemné propojení a pružné sdílení dat velkých objemů lokalizovaných na různých místech v krátkém čase. K dispozici budou rozmanitá a aktuální data z nejrůznějších zdrojů (GIS, DPZ, digitální fotogrammetrie, GPS, statistiky aj.), přičemž data budou dostupná pro všechny uživatele. Schopnosti informační dálnice budou aplikovány v kombinaci s vlastnostmi GIS, včetně využití multimédií, vizualizace a dalších technologických prostředků. Kombinace GIS a informační dálnice umožní vznik mnoha nových aplikací:

- Vzájemné propojení mezi systémy umožní pružné sdílení dat mezi různými místy
- Technické prostředky umožní výměnu obrovských objemů GIS dat v relativně krátké době
- Pro použití v GIS budou k dispozici rozmanité zdroje dat
- Data budou dostupná pro všechny tvůrce i zákazníky, vlastnictví systémů a dat nepodmiňuje budování a využitelnost GIS.

12. Statistika sektoru dopravy

12.1. Výkony v osobní a nákladní přepravě

Dopravní systém zaznamenal v devadesátých letech přesun značné části dopravních výkonů nákladní dopravy ze železniční na silniční dopravu a výkonů osobní dopravy z veřejné dopravy železniční i silniční na individuální automobilovou dopravu. V důsledku tohoto vývoje se velmi výrazně zvýšila dopravní zátěž na silničních komunikacích. Prudké zvýšení stupně motorizace za minulé desetiletí způsobilo – při zastaralosti systémů dopravní regulace – velké dopravní problémy v dopravním provozu (kongesce), i v parkování vozidel. Intenzitě rozvoje těžké silniční nákladní dopravy neodpovídá vybavení potřebnými logistickými základnami s odpovídajícím technickým zázemím a existuje velmi malá možnost uplatnění kombinované dopravy.

Celkově vykazuje dopravní soustava zvýšení ekologické zátěže (exhalace, hluk), zastaralý vozový park železnice i autobusů, zanedbanost a nízkou kvalitu železniční sítě, včetně problémů s jejich financováním, nízkou kvalitu a rozsah příměstské železniční dopravy.

12.1.1. Objem osobní přepravy

Objem přepravy vykazoval u některých druhů od roku 1990 sestupný trend. Největší pokles zaznamenala železnice (jak osobní, tak i nákladní), silniční doprava veřejná (osobní) a vodní doprava. Naopak výrazně vzrostla doprava těžkými nákladními vozidly nad 12,5 t, individuální automobilová doprava a letecká doprava. Je nutno uvést, že stouply výkony neekologických druhů dopravy.

V průběhu let 1990 – 1997 došlo k poklesu poptávky po veřejné osobní dopravě cca o 48 %. V autobusové linkové dopravě poklesl index výkonů v oskm 97/90 na 0,538, v letech 2000-2001 došlo k mírnému vzestupu a index výkonů se pohybuje kolem hodnoty 1. V posledních letech poklesla vytíženost spojů, cca 80 % autobusových spojů v pracovní dny je pod hranicí rentability, přičemž za rentabilní provoz v současné době se pokládá doprava při 28 cestujících na jedno vozidlo. Ve dnech pracovního volna a klidu se tento podíl pohybuje okolo 80 %, počet spojů však byl výrazně zredukován a lze jej charakterizovat jako naprosto nedostačující.

U železniční dopravy došlo v roce 2001 v porovnání s rokem 1995 ke snížení přepravy osob o 16 %. Nejslabším byl rok 1999, v posledních dvou letech dochází ke zvyšování přepravních výkonů (oskm). V letecké osobní dopravě stoupl počet přepravených osob v roce 2001 oproti roku 1995 o 117 %.

Mění se ceny vstupů osobní dopravy (rostou náklady na provoz), dochází postupně ke zvyšování cen jízdného, ke snižování dotací a tím i k nepříznivé nepřímé podpoře rozvoje individuální automobilové dopravy. V období let 1990 – 1999 vzrostl počet osobních automobilů o téměř 50 % a v roce 2001 dosáhl již přes 3,5 mil. vozidel (zdroj: MV). Zvláště kritický stav je v hlavním městě Praze, kde připadají na jeden osobní automobil již 2,0 obyvatelé.

Do oblasti osobní dopravy náleží také městská hromadná doprava (MHD). Městská hromadná doprava je v ČR zajišťována na území 96 měst. Je provozována

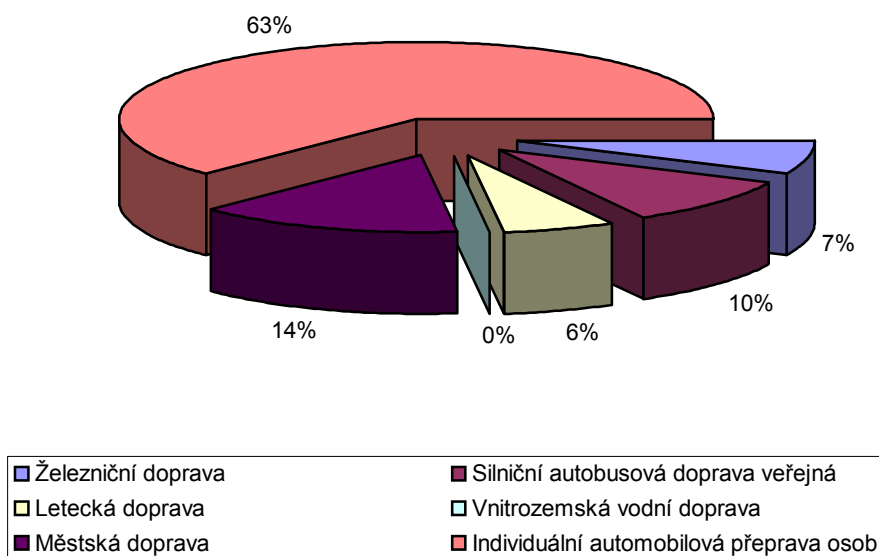
dopravou autobusovou, tramvajovou, trolejbusovou a v hlavním městě Praze i metrem. V roce 2000 se na MHD zúčastnily jednotlivé dopravní systémy následujícím podílem z celkového objemu přepravy MHD: autobusy 39,3 %, tramvaje 31,7 %, trolejbusy 10,7 % a metro 18,3 %. Současným trendem ve větších městech, případně v příměstských oblastech velkých aglomeračních center, je zavádění integrovaného dopravního systému hromadné dopravy. Tyto systémy integrují všechny dostupné druhy veřejné dopravy s preferencí kolejové dopravy a současně umožňují i integraci tarifní politiky.

Ukazatel	Jednotka	1995	1997	1998	1999	2000	2001
Přeprava osob							
Celkem	mil.osob	4 982,0	4 925,3	4 868,7	4 982,7	4 913,7	5 024,6
Železniční doprava	mil.osob	227,1	202,9	182,9	177,0	184,7	190,7
Veřejná autobusová doprava	mil.osob	644,2	465,0	456,0	446,9	438,9	435,6
Letecká doprava*	mil.osob	1,8	2,2	2,4	2,9	3,5	3,9
Vnitrozemská vodní doprava	mil.osob	0,9	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8
Městská hromadná doprava	mil.osob	2 408,0	2 404,5	2 341,7	2 425,2	2 309,8	2 365,5
Individuální automobilová doprava	mil.osob	1 700,0	1 850,0	1 885,0	1 930,0	1 976,0	2 028,1
Přepravní výkon							
Celkem	mil.oskm	91662,4	93 727,5	94 733,9	97 144,8	101 320,7	105 043,5
Železniční doprava	mil.oskm	8 005,0	7 721,0	7 018,0	6 954,0	7 299,6	7 298,6
Veřejná autobusová doprava	mil.oskm	11763,2	8 804,0	8 680,9	8 649,0	9 351,3	10 605,4
Letecká doprava*	mil.oskm	2 857,5	3 524,5	3 680,0	4 335,2	5 854,7	6 398,9
Vnitrozemská vodní doprava	mil.oskm	11,9	7,8	7,6	7,5	7,7	7,8
Městská hromadná doprava	mil.oskm	14 524,8	14 670,0	14 547,3	14 948,9	14 967,3	15 209,3
Individuální automobilová doprava	mil.oskm	54 500,0	59 000,0	60 800,0	62 250,0	63 840,0	65 523,5
Průměrná přepravní vzdálenost							
celkem	km	18,4	19,0	19,5	19,5	20,6	20,9
Železniční doprava	km	35,2	38,1	38,4	39,3	39,5	38,3
Veřejná autobusová doprava	km	18,3	18,9	19,0	19,4	21,3	24,3
Letecká doprava*	km	1 583,1	1 627,2	1 548,2	1 521,1	1697,0	1621,5
Vnitrozemská vodní doprava	km	13,9	11,1	10,9	11,9	9,9	10,0

Městská hromadná doprava	km	6,0	6,1	6,2	6,2	6,5	6,4
Individuální automobilová doprava	km	32,1	31,9	32,3	32,3	32,3	32,3

*údaje pouze českých dopravců

Tab. 12-1 Mezioborové porovnání přepravních výkonů v osobní dopravě, zdroj MD ČR.



Obr. 12-1 Mezioborové srovnání přepravních výkonů osobní dopravy v roce 2001.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Rakousko	9 628	9 689	8 140	7 971	7 997	8 206
Belgie	6 757	6 788	6 984	7 097	7 354	7 755
Česká republika	8 005	7 960	7 557	7 018	6 954	7 299
Německo	60 514	61 537	59 345	59 184	72 822	74 015
Dánsko	4 784	4 717	4 990	5 369	5 113	5 381
Španělsko	15 313	15 605	16 579	17 478	18 143	18 571
Finsko	3 184	3 254	3 376	3 377	3 415	3 405
Francie	55 563	59 773	61 573	64 186	66 298	69 571
Spojené Království	30 212	32 135	34 950	36 517	38 738	38 421
Řecko	1 568	1 751	1 884	1 552	1 583	1 886
Maďarsko	8 441	8 582	8 669	8 884	9 514	*
Irsko	1 291	1 295	1 387	1 421	1 458	1 389
Itálie	49 700	50 300	43 640	41 392	40 971	43 752
Lucembursko	286	284	295	300	*	*
Nizozemí	13 977	14 092	14 426	14 879	*	*
Polsko	26 635	26 569	25 806	20 553	21 518	*
Portugalsko	4 840	4 503	4 563	4 602	4 380	3 834
Švédsko	6 219	6 191	6 814	6 997	7 434	*
Slovenská republika	4 200	3 769	3 057	3 092	2 968	2 870

Tab. 12-2 Mezinárodní srovnání přepravy cestujících po železnici (mil. oskm), zdroj ČSÚ.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Rakousko	68 100	65 700	67 000	68 500	69 000	69 200
Belgie	91 160	92 420	94 030	103 830	104 876	105 900
Česká republika	54 500	57 900	59 000	59 740	62 380	63 920
Německo	741 500	730 800	735 300	738 800	745 200	723 400
Dánsko	54 300	55 800	57 100	58 500	66 500	66 600
Španělsko	262 000	272 000	283 000	296 000	325 200	331 600
Finsko	50 100	50 400	51 900	53 300	54 900	55 700
Francie	664 300	674 300	685 100	678 600	699 600	699 600
Spojené Království	618 804	632 878	619 000	630 000	626 000	625 000
Řecko	25 780	28 400	30 100	68 000	73 000	77 100
Maďarsko	44 100	43 280	43 200	46 500	46 550	*
Irsko	42 400	43 800	45 000	28 500	31 000	33 300
Itálie	614 700	627 400	638 800	662 600	663 300	665 200
Lucembursko	4 700	4 700	4 800	5 000	5 000	5 100
Nizozemí	146 800	145 900	151 200	146 400	150 600	151 500
Polsko	*	*	201 900	*	*	*
Portugalsko	99 530	105 000	70 800	75 600	81 600	86 500
Švédsko	88 400	88 800	88 900	89 500	92 000	92 900
Slovenská republika	17 977	17 993	18 568	19 302	21 541	23 929

Pozn.: Jedná se o odborný odhad EHK/OSN, Eurostatut

Tab. 12-3 Individuální automobilová přeprava osob vozidly registrovanými v zemi (mil.oskm), zdroj ŘSD.

Vývojová řada přepravních výkonů v osobní dopravě byla doplněna prognózou přepravy na nejbližší období, včetně předpokladu na budoucí výhled. Prognóza vychází z podkladů MD. Byla stanovena na základě předpokládaného vývoje dopravních výkonů, demografického vývoje, a dalších údajů.

Ukazatel	Jednotka	Predikce			
		2005	2010	2015	
Přeprava osob					
	celkem	mil.osob	5 246,90	6 029,67	6 857,99
Železniční doprava		mil.osob	207,85	248,00	279,00
Veřejná autobusová doprava		mil.osob	430,60	480,00	490,00
Letecká doprava		mil.osob	6,87	8,20	10,40
Vnitrozemská vodní doprava		mil.osob	2,17	1,20	1,20
Městská hromadná doprava		mil.osob	2 329,00	2 632,00	2 958,00
Individuální automobilová doprava		mil.osob	2 270,42	2 660,27	3 119,39
Přepravní výkon					
	celkem	mld.oskm	118,82	138,75	160,96
Železniční doprava		mld.oskm	7,87	9,56	10,86
Veřejná autobusová doprava		mld.oskm	10,76	11,24	11,52
Letecká doprava		mld.oskm	10,40	13,03	15,59
Vnitrozemská vodní doprava		mld.oskm	0,02	0,02	0,02
Městská hromadná doprava		mld.oskm	16,42	18,95	22,19
Individuální automobilová doprava		mld.oskm	73,35	85,95	100,78
Podíly na přepravních výkonech					

Železniční doprava	%	6,62	6,89	6,74
Veřejná autobusová doprava	%	9,06	8,10	7,15
Letecká doprava	%	8,75	9,39	9,69
Vnitrozemská vodní doprava	%	0,02	0,02	0,01
Městská hromadná doprava	%	13,82	13,66	13,79
Individuální automobilová doprava	%	61,73	61,94	62,61

Tab. 12-4 Prognóza výkonů v osobní dopravě, zdroj: MD ČR.

Nárůst v železniční osobní dopravě se očekává z důvodů lepšího zapojení tohoto druhu dopravy do celé soustavy osobní dopravy. To se projeví především v sídelních aglomeracích a v jejich bezprostředním okolí, kde postupně vznikají integrované dopravní systémy. V těchto systémech je železnice stále více chápána jako páteř dopravní soustavy, na kterou navazují ostatní druhy dopravy, a to včetně dopravy individuální (parkoviště P&R). S tím je spojeno i zavádění intervalového jízdního řádu, který je pro veřejnost velice atraktivní. Zároveň lze očekávat větší zapojení i do systémů městské hromadné dopravy velkých měst. V oblasti dálkové dopravy umožní zvýšení konkurenceschopnosti železniční dopravy dokončení modernizace dalších úseků železničních koridorů.

Pozvolný růst linkové veřejné autobusové dopravy bude rovněž dán zvýšením zapojení do integrovaných dopravních systémů, kde kapacitní linky doplní páteřní síť železniční dopravy o chybějící segmenty a kde bude také plnit funkci plošné obsluhy území s vazbou na páteřní síť. Zvýšení významu lze očekávat v mimoaglomeračním osídlení, kde se budou zlepšovat standardy dopravní obsluhy garantované veřejnou správou. Rozvoj autobusové dopravy bude závislý na hospodářské síle státu a na prostředcích, které bude možné do systému vkládat, a bude proto kopírovat růst HDP. V oblasti dálkové dopravy bude i nadále růst segment nedotované dopravy z důvodů výstavby nových dálnic a rychlostních silnic, a to především v těch směrech, kde zároveň neproběhne výstavba železničních koridorů.

Nárůst výkonů městské hromadné dopravy bude dán všeobecnou podporou ze strany místních správ, které touto cestou budou řešit problémy nedostatečné kapacity městských komunikací a problémů v životním prostředí. Výrazným způsobem se zvýší atraktivita díky opatřením na zvýšení spolehlivosti a pravidelnosti hromadné dopravy, jejichž první výsledky jsou patrné již v současnosti.

Velký nárůst individuální automobilové dopravy není ve veřejném zájmu, avšak obliba tohoto druhu dopravy vzrůstá. Individuální doprava roste nejen na úkor dopravy hromadné, ale i na úkor dopravy pěší. K důležitým faktorům růstu individuální dopravy patří rovněž tlaky na zrychlení suburbanizačního procesu (city sprawl).

Předpokládanému nárůstu přepravních výkonů v osobní dopravě bude třeba přizpůsobit i rozvoj dopravní infrastruktury, včetně ohledu na dopady na životní prostředí. V případě nedostatečného uplatňování finančních prostředků v těch druzích dopravy, které jsou šetrnější k životnímu prostředí, může docházet ke zvýšení negativních důsledků rostoucí dopravy na životní prostředí.

12.1.2. Nákladní doprava

Po roce 1990 byly přijímány nové zákony, které maximálně liberalizovaly přístup k trhu. Počet nákladních automobilů všech kategorií od r. 1990 vzrostl téměř o 100 %. V roce 2001 dosáhl celkem 296 412 nákladních vozidel a 24 823 tahačů. Dopravní zatížení silniční sítě podle výsledků celostátního sčítání dopravy např. v r. 1995 vzrostlo oproti roku 1990 o 26 %, přičemž největší nárůst je patrný na dálnicích (až o 34 %). Tento trend nadále pokračuje. Mírné snížení dopravního zatížení silniční sítě bylo zaznamenáno v roce 2000, kdy byly zvýšeny ceny pohonných hmot. Skokový nárůst ale nastal po přistoupení ČR k EU k 1. květnu 2004.

Vývoj silniční nákladní a individuální osobní dopravy se na nově vybudovaných dálnicích a rychlostních silnicích i na další silniční síti projevuje prudkým nárůstem intenzity, což vyžaduje řešení této situace vhodným převedením na ekologické druhy dopravy. Značně se zvýšila tranzitní doprava a zatížení silničních hraničních přechodů. V období 1990 – 1999 se výrazně zvýšil přepravní podíl silniční dopravy, který se téměř ztrojnásobil. Z celkového dopravního výkonu za rok 2000 připadá na silniční veřejnou dopravu a přepravu na vlastní účet 66,2 % a v roce 2001 to bylo 67,7 %, přičemž přepravní výkony v železniční dopravě byly v roce 2001 necelých 29 %.

Při porovnání podílů druhu jednotlivých doprav v ČR a v některých evropských vyspělých státech si udržuje železniční doprava v ČR stále poměrně silný podíl přepravního výkonu. Porovnání se SRN může být ale zavádějící, neboť zde tvoří velký podíl vodní doprava. Vhodnější je porovnávat procenta silniční dopravy, kde ve srovnání se všemi státy CEMTu je podíl silniční dopravy v ČR nižší o 3,5 % než v těchto státech.

Druh Dopravy	Vybrané státy CEMT - 19 států ¹		Německo		Rakousko ²		Francie		ČR	
	výkon (mil.tkm)	podíl (%)	výkon (mil.tkm)	podíl (%)	výkon (mil.tkm)	podíl (%)	výkon (mil.tkm)	Podíl (%)	výkon (mil.tkm)	podíl (%)
Železnice										
Národní	132861	9,727	34556	8,189	3876	7,316	25193	10,260	7081	12,262
mezinárodní	117626	8,611	39703	9,409	13020	24,575	25204	10,264	9801	16,972
Celkem	250487	18,338	74259	17,599	16896	31,891	50397	20,524	16882	29,234
Silnice										
Národní	786327	57,567	230008	54,510	12389	23,384	168604	68,663	16082	27,849
mezinárodní	212644	15,568	52871	12,530	21139	39,900	19837	8,078	24178	41,869
Celkem	998971	73,134	282879	67,040	33528	63,284	188441	76,741	40260	69,718
Voda										
Národní	25405	1,860	11770	2,789	94	0,177	3594	1,464	22	0,038
mezinárodní	91079	6,668	53047	12,572	2462	4,647	3122	1,271	583	1,010
Celkem	116484	8,528	64817	15,361	2556	4,824	6716	2,735	605	1,048
CELKEM:	1365942	100	421955	100	52980	100	245554	100	57747	100
Poznámky:										
1) vybrané státy CEMT: Německo, Rakousko, Belgie, Dánsko, Španělsko, Finsko, Francie, Řecko, Irsko, Island, Itálie, Lucembursko, Nizozemí, Norsko, Portugalsko, Švédsko, Švýcarsko, Turecko a Velká Británie.										
2) v Rakousku byly v oblasti silniční dopravy k dispozici pouze data za rok 2000										

Tab. 12-5 Porovnání přepravních výkonů v ČR s vybranými státy, zdroj: statistika CEMT.

V roce 1999 došlo k poklesu u železniční dopravy a v dalších letech se situace rovněž ustálila. Pro ilustraci např. u železnice nakládka tuhých paliv v roce 2001 poklesla oproti r. 1992 o 50,6 % (byly sníženy dodávky zejména hnědého uhlí na Slovensko, zvýšil se dovoz elektřiny do ČR, atd.), dále došlo k podstatným změnám v přepravě hutních a strojírenských výrobků, atd. V železniční dopravě jsou hlavním dopravcem České dráhy a.s. (v roce 2001 to bylo 90,6 % z nákladní přepravy). Na železnici působí několik externích dopravců.

U vodní dopravy, která byla v posledním období vyrovnána rovněž poklesly přepravní výkony v r. 2001 téměř o 48 % oproti roku 1995 (podíl na přepravním trhu však tvoří pouze 1,02 %). Ve vnitrozemské vodní dopravě provozovalo nákladní dopravu 10 dopravců (stav k r. 2001).

V letecké dopravě je k roku 2001 v provozu 85 letišť z nichž 12 slouží veřejnému mezinárodnímu provozu. Mezi největší letiště patří Praha – Ruzyně, Ostrava – Mošnov, Brno – Tuřany, Pardubice a Karlovy Vary. Praha - Ruzyně zajišťuje přes 94 % výkonů v osobní a 84 % výkonů v nákladní dopravě.

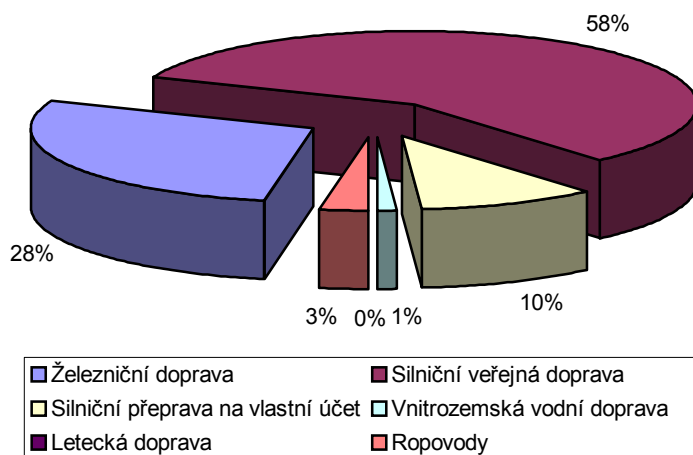
V kombinované dopravě dochází k pomalému, ale trvalému růstu přepravy. Zboží přepravené v kontejnerech po železnici má průměrný indexový roční nárůst 1,1. V r. 2001 bylo přepraveno celkem 2773 tisíc tun zboží (včetně hmotnosti kontejnerů). Z ekologických důvodů byla v roce 1994 v úseku Lovosice - Drážďany zavedena přeprava silničních nákladních automobilů po železnici systémem Ro - La. Počet přepravených vozidel za rok se pohybuje v rozmezí 80 - 100 tisíc. Dnes již je po vstupu ČR do EU tento projekt zastaven. Kombinovaná doprava se používá v ČR (resp. Československu) již od počátku 70. let, přičemž se prakticky jednalo pouze o přepravy ve velkých kontejnerech. V ČR se po roce 1993 z dalších technologií postupně uplatnil již zmíněný systém doprovázené kombinované dopravy (Ro-La), systém ACTS (odvalovací kontejnery – těžební firma OKD, a.s.) a v menším rozsahu též výměnné nástavby. Kombinovaná doprava je v celém rozsahu zajišťována jednotlivými privátními společnostmi kombinované dopravy. Objemy kombinované dopravy po železnici neustále rostou (v roce 1999 to bylo 5,198 mil. tun). Nejvýraznější nárůst je u tranzitu, kde přepravní objemy v roce 1999 byly téměř šestinásobné ve srovnání s rokem 1993 a dále u dovozu, kde byly pětinašobné. U kombinované dopravy po vnitrozemských vodních cestách jsou přepravní objemy poměrně malé.

Ukazatel	Jednotka	1995	1997	1998	1999	2000	2001
Přeprava zboží							
celkem	tis.tun	692 125	634 703	577 366	540 928	514 902	537 511
Železniční doprava	tis.tun	108 871	111 379	104 788	90 734	98 253	97 218
Silniční veřejná doprava	tis.tun	360 644	222 642	201 933	207 763	199 565	248 490
Silniční doprava na vlastní účet	tis.tun	218 152	298 840	268 954	240 537	215 159	190 193
Vnitrozemská vodní doprava	tis.tun	4 441	1 828	1 678	1 877	1 906	1 594
Letecká doprava*	tis.tun	18	14	13	17	19	16
Přepravní výkon							
celkem	mil.tkm	55 272	62 460	53 592	54 620	57 343	57 777

Železniční doprava	mil.tkm	22 623	21 010	18 709	16 713	17 496	16 882
Silniční veřejná doprava	mil.tkm	26 577	30 781	24 489	26 039	31 363	34 212
Silniční doprava na vlastní účet	mil.tkm	4 691	9 859	9 423	10 925	7 673	6 048
Vnitrozemská vodní doprava	mil.tkm	1 348	783	915	913	773	606
Letecká doprava*	mil.tkm	33	27	56	30	38	29
Průměrná přepravní vzdálenost							
celkem	km	81,4	98,4	92,8	101,0	111,4	107,5
Železniční doprava	km	207,8	188,6	178,5	184,2	178,1	173,7
Silniční veřejná doprava	km	74,5	138,3	121,3	125,3	157,2	137,7
Silniční doprava na vlastní účet	km	22,4	33,0	35,0	45,4	35,7	31,8
Vnitrozemská vodní doprava	km	303,6	428,3	545,2	486,4	405,6	380,2
Letecká doprava*	km	1833,3	1928,6	4 307,7	1 764,7	2 000,0	1 812,5

*údaje pouze českých dopravců

Tab. 12-6 Mezioborové porovnání přepravních výkonů nákladní dopravy, zdroj: MD ČR.



Obr. 12-2 Mezioborové srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy v roce 2001.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Přeprava zboží celkem (v tis.tun)	108 871	90 734	98 253	97 218	92 005	93 293
vnitrostátní	54 562	43 229	46 040	45 196	42 741	40 849
mezinárodní celkem	54 309	47 506	52 213	52 022	49 247	52 447
v tom: vývoz	27 246	24 661	24 579	23 759	21 913	22 692
dovoz	21 466	17 627	20 908	21 167	20 301	22 442
tranzit přes ČR	5 597	5 218	6 726	7 095	7 033	7 313
Přepravní výkony (v mil.tkm)	22 623	16 713	17 496	16 882	15 810	15 862
vnitrostátní	10 330	7 117	7 399	7 091	6 658	6 531

mezinárodní celkem	12 293	9 596	10 097	9 791	9 152	9 330
v tom: vývoz	7 751	5 796	5 690	5 342	5 073	5 104
dovoz	2 998	2 333	2 587	2 597	2 368	2 320
tranzit přes ČR	1 544	1 467	1 820	1 852	1 711	1 907

Tab. 12-7 Přeprava zboží po železnici (nejsou zahrnuty prázdné soukromé vozy), zdroj ČSÚ.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Přeprava zboží celkem (v tis.tun)	54 562	43 229	46 040	45 196	42 741	40 849
podle kategorií přepravní vzdálenosti						
0 - 50 km	*	10 946	11 117	11 373	11 405	9 709
51 - 150 km	*	11 644	13 204	13 166	12 324	12 478
151 - 300 km	*	13 768	14 586	13 914	12 822	12 516
301 - 500 km	*	6 218	6 557	6 167	5 705	5 710
501 km a více	*	653	575	577	485	437
Přepravní výkon celkem (v mil.tkm)	10 330	7 117	7 399	7 092	6 658	6 531
podle kategorií přepravní vzdálenosti						
0 - 50 km	*	197	176	199	223	197
51 - 150 km	*	1 198	1 297	1 320	1 225	1 255
151 - 300 km	*	3 021	3 166	2 960	2 783	2 689
301 - 500 km	*	2 345	2 447	2 298	2 163	2 151
501 km a více	*	356	313	314	265	240

Tab. 12-8 Vnitrostátní nákladní železniční doprava (nejsou zahrnuty prázdné soukromé vozy), zdroj ČSÚ.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Přeprava zboží celkem (v tis.tun)	578 796	448 300	414 725	438 683	474 883	447 956
podle druhu přepravy						
vnitrostátní	566 017	416 720	382 287	403 932	439 725	411 367
mezinárodní celkem	12 779	31 580	32 437	34 751	35 158	36 589
v tom: vývoz	5 540	16 751	18 346	19 014	19 007	19 313
dovoz	6 083	13 444	12 341	14 196	13 768	15 070
tranzit ve třetích zemích	1 156	1 385	1 750	1 533	2 383	2 205
kabotáž na území cizích států	0	0	0	8	0	0
podle způsobu provozování						
na cizí účet	360 644	207 763	199 566	248 490	263 910	264 783
na vlastní účet	218 152	240 537	215 159	190 193	210 972	183 173
Přepravní výkony (v mil.tkm)	31 268	36 964	39 036	40 260	45 059	46 564
podle druhu přepravy						
vnitrostátní	14 696	16 930	15 986	16 082	17 411	17 395
mezinárodní celkem	16 572	20 034	23 050	24 178	27 648	29 169
v tom: vývoz	7 184	10 161	11 595	12 238	13 816	13 913
dovoz	7 888	8 451	8 887	9 964	10 130	12 109

tranzit ve třetích zemích	1 500	1 421	2 568	1 975	3 702	3 147
kabotáž na území cizích států	0	0	0	1	0	0
podle způsobu provozování						
na cizí účet	26 577	26 039	31 363	34 212	37 777	39 117
na vlastní účet	4 691	10 925	7 673	6 048	7 282	7 447

Tab. 12-9 Přeprava zboží po silnici (pouze vozidly registrovanými v ČR), zdroj ČSÚ.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Přeprava zboží celkem (v tis.tun)	566 017	416 720	382 287	403 932	439 725	411 367
podle kategorií přepravní vzdálenosti						
0 - 49 km	*	326 799	289 796	316 405	347 705	316 376
50 - 149 km	*	59 108	65 888	59 515	59 770	65 736
150 - 299 km	*	22 155	19 724	21 545	24 740	21 154
300 - 499 km	*	7 794	5 518	5 892	6 800	7 612
500 km a více	*	865	1 360	576	710	489
podle způsobu provozování						
na cizí účet	356 591	182 223	169 579	215 696	231 387	231 850
na vlastní účet	209 426	234 497	212 708	188 236	208 338	179 517
Přepravní výkon celkem (v mil.tkm)	14 696	16 930	15 986	16 082	17 411	17 395
podle kategorií přepravní vzdálenosti						
0 - 49 km	*	3 830	3 431	4 015	4 034	4 169
50 - 149 km	*	5 127	5 595	5 086	5 254	5 662
150 - 299 km	*	4 681	4 009	4 460	5 191	4 460
300 - 499 km	*	2 740	2 056	2 177	2 512	2 826
500 km a více	*	552	896	345	421	278
podle způsobu provozování						
na cizí účet	10 555	8 854	9 104	10 824	11 401	11 882
na vlastní účet	4 142	8 076	6 882	5 258	6 010	5 513

Tab. 12-10 Vnitrostátní nákladní silniční doprava (pouze vozidly registrovanými v ČR), zdroj ČSÚ.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Přeprava zboží celkem (v tis.tun)	4 440,5	1 889,9	1 906,0	1 910,1	1 685,5	1 276,1
podle druhu přepravy						
vnitrostátní	2 770,5	418,8	634,7	750,4	760,3	558,0
mezinárodní celkem	1 670,0	1 471,1	1 271,3	1 159,7	925,3	718,1
v tom: vývoz	1 179,0	720,9	621,4	515,2	417,5	374,6
dovoz	438,7	575,2	482,3	481,5	384,2	239,6
přeprava ve třetích zemích	26,0	120,9	120,8	113,1	73,2	58,5
kabotáž	26,3	54,0	46,9	49,9	50,3	45,3
podle typu pohonu plavidel						
tlačná/vlečná	*	1 017,7	1 123,1	1 144,9	1 155,8	835,9
s vlastním pohonem	*	872,1	782,9	765,2	529,7	440,2
Přepravní výkon celkem (v	1 348,2	914,8	773,0	699,7	589,3	512,4

mil.tkm)						
podle druhu přepravy						
vnitrostátní	353	29,1	36,6	27,3	33,9	31,0
mezinárodní celkem	995	885,7	736,4	672,4	555,5	481,4
v tom: vývoz	647	418,7	353,0	292,8	264,1	233,0
dovoz	319	365,2	289,2	286,3	218,7	191,1
přeprava ve třetích zemích	17	78,1	75,1	70,6	49,6	36,3
kabotáž	12	23,7	19,2	22,7	23,0	21,0
podle typu pohonu plavidel						
tlačná/vlečná	*	356,2	302,2	239,6	242,0	224,6
s vlastním pohonem	*	558,6	470,8	460,2	347,3	287,8

Tab. 12-11 Přeprava zboží po vnitrozemských vodních cestách (pouze plavidly registrovanými v ČR), zdroj ČSÚ.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Náklad celkem (t)	34 805	33 488	37 807	35 877	44 126	53 485
z toho odlety	19 497	15 483	18 857	16 725	22 712	27 687
přílety	15 308	18 005	18 950	19 152	21 414	25 798
pošta (z celku)	*	5 062	4 589	5 300	5 495	5 449
Mezinárodní provoz						
Náklad celkem (t)	33 938	31 985	36 371	34 800	43 073	52 495
z toho odlety	19 087	14 731	18 133	16 194	22 169	27 206
přílety	14 851	17 254	18 238	18 606	20 904	25 289
pošta (z celku)	*	3 829	4 607	4 391	4 751	4 758
Vnitrostátní provoz						
Náklad celkem (t)	867	1 503	1 436	1 077	1 052	990
z toho odlety	410	752	724	531	542	481
přílety	457	751	712	546	510	509
pošta (z celku)	*	760	693	738	744	691

Tab. 12-12 Výkony letišť v letecké obchodní nákladní dopravě, zdroj ČSÚ.

Vývojová řada přepravních výkonů v nákladní dopravě byla doplněna prognózou přepravy na nejbližší období, včetně předpokladu na budoucí výhled. Prognóza vychází z vlastních podkladů MD. Prognóza byla stanovena na základě předpokládaného vývoje dopravních výkonů, vývoje HDP a dalších údajů.

Ukazatel	Jednotka	Predikce		
		2005	2010	2015
celkem	tis.tun	582 720	652 400	719 480
Železniční doprava	tis.tun	90 930	95 630	98 360
Silniční veřejná doprava	tis.tun	303 750	365 610	432 600
Silniční doprava na vlastní účet	tis.tun	186 170	188 340	185 400
Vnitrozemská vodní doprava	tis.tun	1 850	2 800	3 100
Letecká doprava	tis.tun	10	20	20
celkem	mil.tkm	55 510	61 100	65 650

Železniční doprava	mil.tkm	13 960	16 950	19 380
Silniční veřejná doprava	mil.tkm	35 350	37 280	39 050
Silniční doprava na vlastní účet	mil.tkm	5 430	5 670	5 900
Vnitrozemská vodní doprava	mil.tkm	740	1 120	1 230
Letecká doprava	mil.tkm	30	80	90
Železniční doprava	%	25,15	27,74	29,52
Silniční veřejná doprava	%	63,68	61,01	59,48
Silniční doprava na vlastní účet	%	9,78	9,28	8,99
Vnitrozemská vodní doprava	%	1,32	1,83	1,87
Letecká doprava	%	0,07	0,14	0,14

Tab. 12-13 Prognóza výkonů v nákladní dopravě, zdroj: MD ČR.

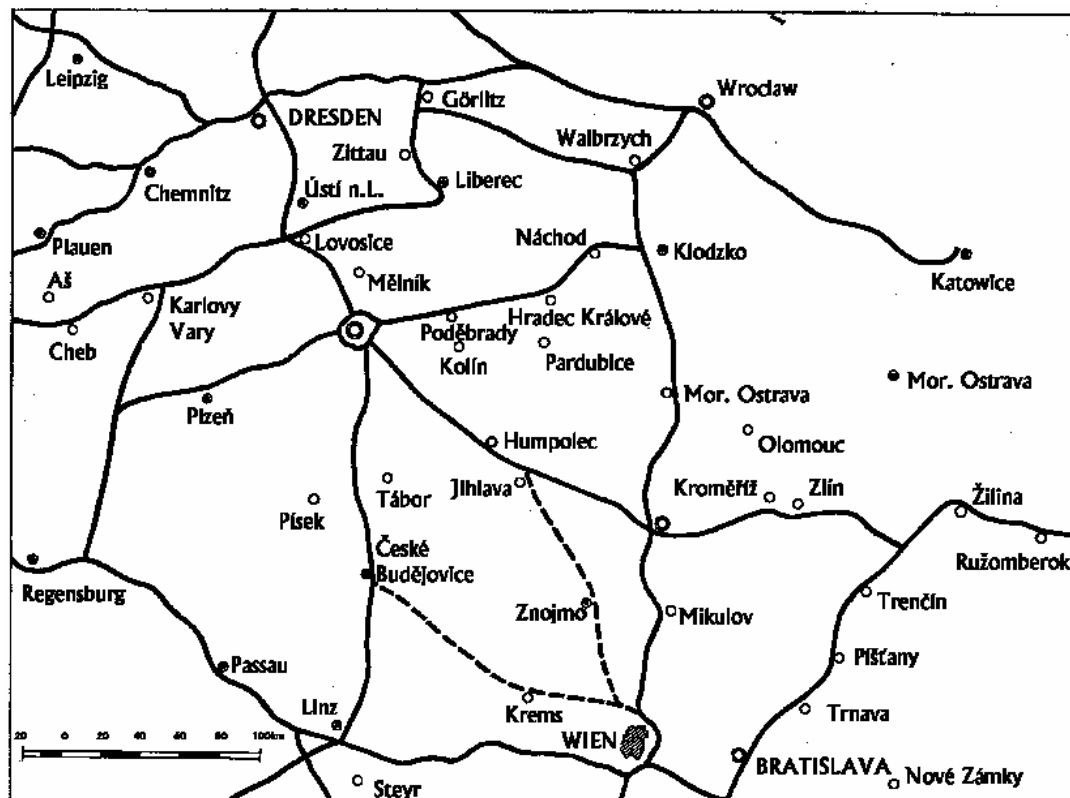
Zvyšování podílu silniční dopravy (velký růst) na úkor dopravy železniční (stagnace) je dán rozvojem logistických technologií, kdy velká distribuční centra a průmyslové zóny jsou budovány výhradně s ohledem na připojení komunikací dálničního typu. Nové logistické postupy vyžadují dodávky na čas s minimalizací doby přepravy, a zároveň přepravu menších sérií v kratších intervalech. Nepříznivý trend je možné ovlivnit zdokonalením technologií kombinované dopravy a podporou logistiky založené na regionálním principu, jejíž efektem by byla opětovná koncentrace přepravních proudů. Prognóza nárůstu vodní dopravy je založena na předpokladu, že dojde ke zlepšení plavebních podmínek na Labi, a tím ke zvýšení počtu plavebních dní, kdy je provoz hospodárný. Dalším předpokladem je splavnění Labe do Pardubic, které by umožnilo prodloužit přepravní vzdálenost vodní dopravy u multimodálních přeprav ve směru od Spolkové republiky Německo na Moravu a zpět.

Pro předpokládané zvýšení přepravních výkonů je nutno připravit i potřebnou dopravní infrastrukturu. Lze počítat s tím, že dosavadní podíl silniční a železniční dopravy z celkové přepravy se bez restrikcí ze strany státu bude vyvíjet v neprospěch železniční dopravy. Z tohoto hlediska je nutno aktivně podporovat druhy dopravy, šetrnější k životnímu prostředí (železniční, kombinovanou, vodní), jak je běžné ve státech Evropské unie.

12.2. Dopravní infrastruktura v ČR

12.2.1. Silnice a dálnice

První koncepce budování dálnic na území Československa pochází z předválečného období. Dne 23. prosince 1938 bylo vydáno vládní nařízení č. 372/1938 Sb. vlády republiky Česko-Slovenské o stavbě dálnic, o zřízení generálního ředitelství stavby dálnic a o jeho organizaci (zrušeno 30. 6. 1939). Pro stavbu dálnic byla od samého začátku přípravných prací zajišťována spolupráce generálního ředitelství stavby dálnic s vědeckými ústavami a odbornými korporacemi, aby se dosáhlo správného začlenění dálnice do krajiny a maximálního hospodářského využití všech volných ploch. Do těchto příprav přišly politické události v březnu 1939, které měly velký vliv na plánování československých dálnic. Zřízením protektorátu Čechy a Morava se tyto dálnice na území protektorátu staly součástí dálniční sítě nacistické III. Říše, což zbrzdilo postup všech projekčních prací.



Obr. 12-3 Mapa plánované sítě dálnic na území dnešní České republiky (1938).

Na území dnešní ČR se tehdy uvažovalo s následujícími trasami dálnic (podle původního plánu výstavby československých dálnic) - viz obr. 13-1.:

- Praha - Jihlava - Brno - Zlín - slovenská hranice
- Pražský okruh
- Praha - Terezín - tehdejší říšská hranice - Lovosice - Ústí nad Labem - Drážďany
- Praha - Plzeň - tehdejší říšská hranice - Rozvadov
- Praha - Poděbrady - Hradec Králové - Náchod - tehdejší říšská hranice - Vratislav

- Jihlava - Znojmo - tehdejší říšská hranice - Vídeň
- Praha - České Budějovice - tehdejší říšská hranice - Linec s odbočkou na Vídeň
- Vratislav - Moravská Třebová - tehdejší říšská hranice - Brno - tehdejší říšská hranice - Vídeň.

Další vliv na výstavbu českých (československých) dálnic měly válečné události a poté politická situace v Československu po roce 1948.

Koncepce výstavby dálnic v tehdejší ČSSR byla schválena vládou ČSSR v roce 1963. Od té doby došlo k dílčím změnám v rozsahu dálniční sítě (např. změna dálnice D 35 na R 35, změna dálnice D 1 v úseku Hulín - Slovensko na R 49 a oddálení stavby dálnice D 3 v harmonogramu výstavby do roku 2005). Na základě schválení rozvoje výstavby dálnic z roku 1963 byla dálniční síť postupně budována a v současné době je v provozu 500 km dálnic, což představuje 49% plánované délky dálniční sítě.

Dálnice jsou tedy plánovány a postupně budovány ve směru nejzatíženějších dopravních směrů silniční dopravy, zejména při vzájemném propojení hl.m. Prahy jako nejvýznamnějšího zdroje a cíle dopravy s nejvýznamnějšími aglomeracemi a propojení na dálniční síť sousedních zemí ve směru hlavních mezinárodních tahů podle dohody AGR a stanovených pan-evropských multimodálních koridorů nejvyššího dopravního významu. Místa přechodu dálnic přes státní hranice se stanovily a stabilizovaly na základě dohod mezi vládami. Prognóza zatížení silnic a dálnic je ověřováno pravidelnými celostátními sčítáními prováděnými v pětiletých intervalech, vývoj a směřování dopravy překračující státní hranice pak speciálními šetřeními prováděnými převážně v intervalu dvou let.

Dálnice D1

Stavba dálnice D1 byla schválena již 4.listopadu 1938. Tehdy se počítalo s dálničním propojením Prahy a Podkarpatské Rusi. Se stavbou první české dálnice (nepočítáme-li stavbu "německé" dálnice Vídeň - Wróclav na Moravě, jež začala asi o měsíc dříve než stavba D1) se započalo 2.května 1939, ale práce byly přerušeny 2.světovou válkou. I když byla výstavba po válce v omezeném rozsahu obnovena, došlo v roce 1950 k jejímu definitivnímu zastavení. V roce 1963 byla schválena základní síť dálnic bývalého Československa a počítalo se samozřejmě i se stavbou D1. Oproti původním plánům z roku 1939 se trasa i parametry drobně změnila, proto můžeme ještě dnes nalézt opuštěné a nepoužívané mosty z třicátých a čtyřicátých let minulého století v okolí vodní nádrže Švihov - Želivka. Výstavba dálnice D1 (jak ji známe dnes) začala v roce 1967, 12.července 1971 byl otevřen vůbec první dálniční úsek u nás a to mezi Prahou a Mirošovicemi. Tento úsek prodělal mezi lety 1996-9 úpravu ze čtyř jízdních pruhů na šest. V budoucnu by úseku Praha - Mirošovice (1.-21. kilometr) měla ještě ulevit dálnice D3 (jižní směr přímo z Prahy). Souvislý dálniční tah mezi Brnem a Prahou byl dokončen 7.listopadu 1980, kde jako poslední se stavěla část dálnice u Humpolce. V letech 1988 a 1992 byly do provozu uvedeny dva úseky od Holubic u Brna až k Vyškovu. Z níže popsaných důvodů se tehdy jednalo o D47. Podle původních (federativních) plánů měla dálnice D1 vést na Slovensko a končit na hraničním přechodu Starý Hrozenkov, ale toto rozhodnutí bylo v roce 1996 změněno. Dálnice D1 bude končit u Lipníka n.B. a tam se bude plynule napojovat na budoucí dálnici D47 (do Ostravy a Polska). Na slovenskou hranici povede místo D1 rychlostní silnice R49, která se od D1 odpojí u Hulína. Nová

pokračující stavba dálnice D1 od Vyškova přes Kroměříž do Lipníka n.B. byla zahájena v roce 2001 a uvedení do provozu proběhne postupně od roku 2005. Poslední úsek má být otevřen v roce 2010. Pravděpodobné je i to, že po dostavbě dálnice D47 bude celý tento úsek označen jako D1 a tak by dálnice D1 vedla v délce 360 km z Prahy až na polské hranice.

Dálnice D2

Dálnice D2 byla podle plánů z roku 1963, kdy vznikla základní síť dálnic Československa stavěna jako propojení Brna a Bratislavy. Spolu s D1 byly v tehdejší Československu spojena dvě největší města - Praha a Bratislava. Jednotlivé úseky byly od Brna otevírány v letech 1978 a 1980 a v současné době vede dálnice z Brna na hranice se Slovenskem. Na trase dálnice D2 je plánována výstavba dálniční křižovatky Břeclav R55-D2.

Dálnice D3

Dálnice D3 (a na ní navazující rychlostní silnice R3) propojí Prahu a oblast jižních Čech, napojí oblast Tábora a Českých Budějovic na republikovou síť dálnic a rychlostních silnic a ve směru na jih na silniční a dálniční síť Rakouska přes hraniční přechod Dolní Dvořiště díky návaznosti rakouské vysokokapacitní komunikace S10, která povede do Unterweisersdorfu, kde začíná dálnice A7 (ta se v Linci napojuje na A1). Navržená trasa D3 (i D8) leží na hlavním mezinárodním silničním tahu E 55, který vede ze Skandinávie do Řecka. O dálnici v trase dnešní D3 (první kilometry spíše v trase dnešní R4) se uvažovalo již v roce 1939, v roce 1963, kdy vznikla základní síť dálnic bývalého Československa D3 ovšem chyběla. D3 byla přidána až v roce 1987. První část budoucí D3 byla v roce 1991 otevřena v podobě obchvatu města Tábor. V roce 2004 na ní severně navázala další část. V současné době ještě nelze s určitostí stanovit přesné parametry jako např. délka trasy, kategorie apod., protože tato dálnice není zatím pevně trasově stanovena. Problémy jsou hlavně ve Středočeském kraji, kde zatím stále nejsou schválené územní plány vyšších územněsprávních celků Pražský region a Benešovsko, kde by měla být dálnice D3 zakotvena. Za tohoto stavu nelze dále pokračovat v investorské přípravě dálnice, čímž se termín realizace, resp. zprovoznění dále posouvá. Otázkou zatím zůstává i způsob financování; v současné době se mluví o modelu PPP (Public Private Partnership) - společné financování státu a soukromého sektoru. Pokud se tedy územní plány Benešovska (stavby 0303 - 0305) a Pražského regionu (stavby 0301 a 0302) neschválí ani v roce 2005, což se předpokládá, hrozí, že by dálnice D3 v uvedených úsecích mohla být velmi dlouho pouze "čára v mapě". Už dnes je jisté, že nejméně do roku 2010 bude nejsevernější bod dálnice u obce Nová Hospoda, kde bude v roce 2006 vybudován provizorní sjezd z hotové části D3 na stávající silnici I/3 (v rámci stavby 0305-II, viz dále).

Dálnice D5

O dálnici v trase dnešní D5 se uvažovalo již v roce 1939, dálnice se měla napojit na německou plánovanou dálnici Regensburg - Karlovy Vary. O D5 do Rozvadova bylo rozhodnuto v roce 1963, kdy vznikla základní síť dálnic bývalého Československa. Stavební práce na D5 byly zahájeny stavbou mostu v Berouně v roce 1976. Se stavbou úseku Praha - Vráž (13,4 km) se začalo v roce 1977 a uvedení do provozu proběhlo v roce 1982. V roce 1995 spojila D5 Prahu s Plzní. V roce 1997 byl zprovozněn také úsek Plzeň - Německo (62 km). Rychlost porevoluční stavby dálnice D5 vypovídá o faktu, že snaha o dálnici na západ byla skutečně značná. Vzhledem ke známým komplikacím se stavbou plzeňského obchvatu došlo ovšem k

situaci, kdy byl do konce roku 2003 sváděn tranzit z dálnice před i za Plzní přes centrum města. Podrobné informace o plzeňském obchvatu, který byl zprovozněn 15.12.03, naleznete níže v jednotlivých úsecích. Dálnice D5 spojuje Prahu s Německem, konkrétně s Bavorskem, kde je na hranicích (Rozvadov/Waidhaus) návaznost na německou dálnici A6. Tato dálnice vede od českých hranic přes celé Německo až do Francie. V současnosti ovšem není A6 v blízkosti našich hranic zcela dokončená. V nejbližším okolí navazuje A6 na dálnice A93 a A3. Jediná dosud chybějící část dálnice D5 je 3,5km dlouhá "střední" část plzeňského obchvatu. Podrobné informace hledejte níže pod stavbou s označením 0510/IB.

Dálnice D8

O dálnici v trase dnešní D8 se uvažovalo již v roce 1939, v roce 1963, kdy vznikla základní síť dálnic bývalého Československa D8 nechyběla. První otevřený úsek dálnice D8 nevedl překvapivě z Prahy, ale jednalo se o úsek Řehlovice - Trmice, byl otevřen v roce 1990. Tento úsek měří pouhých 4,53 km a vede od hranic CHKO České Středohoří k Ústí n.L. V roce 1993 a 1996 následovalo otevírání úseků od Prahy. Ten první byl Zdiby - Úžice (výjezd 9) a druhý Úžice - Nová Ves (výjezd 18), jehož součástí je dlouhé přemostění Vltavy. 2 roky na to, tedy v roce 1998 byl otevřen již druhý osamocený úsek (po úseku Řehlovice - Trmice), a to Doksany - Lovosice (výjezdy 35 - 45). Ten byl ale v roce 2001 spojen 17-ti kilometrovým úsekem Doksany - Nová Ves, čímž vzniklo celistvé dálniční spojení Praha - Lovosice (52 km dlouhé). V současnosti tedy chybí ještě dva úseky k tomu, aby D8 vedla z Prahy až na státní hranice s Německem. Jedná se o úsek přes CHKO České Středohoří a od Ústí n.L. k hranicím. Zprovoznění severnějšího úseku by mělo proběhnout v roce 2006 a úseku přes CHKO o rok později. Na hranicích s Německem je plánovaná návaznost na německou dálnici A17, která je ve stavbě současně s D8. V nejbližším okolí pak bude z A17 návaznost na dálnice A4, A13 a A14.

Dálnice D11

První plány dálnice D11 jsou z roku 1938, kdy se počítalo s napojením na plánovanou dálnici Vídeň - Wroclaw, celý projekt ovšem zničila 2.sv.válka. Plány z roku 1963 počítaly s koncem D11 na křižovatce s dálnicí D35. V roce 1978 byla zahájena stavba v úseku Praha - Jirny (8,3km) v šířce 34m (počítalo se z budoucím zkapacitněním pro tzv. severní cestu Praha - severní Morava, dodnes je zde velmi široký střední dělicí pás připravený pro rozšíření dálnice na 2x3 pruh). D11 v roce 1985 vedla do Sadské (výjezd 25) a v roce 1990 byl otevřen úsek do Poděbrad (výjezd 42). Dnešní délka dálnice je tedy stejná jako v roce 1990. V současnosti čeká D11 na dostavbu svých zbývajících 112-ti km do Polska. Od Poděbrad povede dálnice kolem Chlumce n.C. do Hradce Králové, kde bude vybudován dálniční křižovatka Sedlice R35-D11 (R35 směr Olomouc). Součástí stavby bude i výstavba čtyř kilometrů rychlostní silnice R35 směrem na jihovýchod až k silnici I/37 kvůli propojení D11 a krajského města Pardubice. Kolem Hradce Králové povede D11 společně s R35 až k druhé dálniční křižovatce R35-D11, zde se R35 odpojí směrem na Liberec. Dál povede D11 přes Jaroměř a Trutnov na polské hranice (od Jaroměře už jen jako rychlostní komunikace R11), kde se napojí na plánovanou polskou dálnici A3 (či rychlostní silnici S3), která je plánována až do severopolského přístavu Štětín (Szczecin). Podle polských plánů bude dálnice A3 křižovat všechny polské dálnice v ose východ-západ, tudíž bude pro český tranzit do a přes Polsko napojení D11-A3 klíčové.

Holubice. Odsud byla také dnešní D1 až k Vyškovu jako D47 stavěna. V roce 1996 se ale plány změnilly. Dálnice D1 bude končit u Lipníka n.B. a tam se bude plynule napojovat na budoucí dálnici D47 (do Ostravy a Polska). Na slovenskou hranici povede místo D1 rychlostní silnice R49, která se od D1 odpojí u Hulína. Pravděpodobné je i to, že po dostavbě dálnice D47 bude celý tento úsek označen jako D1 a tak by dálnice D1 vedla v délce 360 km z Prahy až na polské hranice. Ve směru na Katovice a Varšavu má dálnice pokračování v polské dálnici A1. Propojení D47 a A1 ukládá mezivládní dohoda z května 2002. Vyplývá z ní, že obě dálnice budou propojeny mezi obcemi Věřňovice a Gorzyczki a bude vyvinuta snaha, aby propoje ní dálnic bylo dokončeno do roku 2008. Vnitrostátní význam dálnice D 47 spočívá především ve zpřístupnění ostravsko-karvinského regionu, očekává se výraznější ekonomické oživení a zlepšení dostupnosti regionu. Dálnice je technicky náročnou stavbou a to ji bohužel značně prodražuje. Projekt přes 80 km dlouhé dálnice obsahuje 155 objektů, z toho 14 velkých mostů 14 mimoúrovňových křižovatek, jeden ražený tunel (1,08 km dlouhý). 13% délky trasy tvoří mosty a estakády. Je počítáno s odpočívkami u Suchdola nad Odrou a u Antošovic a také se budou stavět 2 střediska správy a údržby dálnice (SSÚD) v Mankovicích a v Ostravě. S dálnicí bude spojeno pět rozvojových komplexů, zahrnujících obchodní centra, čerpací stanice, logistická centra a služby.

Rozsah staveb rychlostních silnic byl stanoven usnesením vlády z roku 1993 a následně upřesněn roku 1996. Plně je dokončena výstavba rychlostní silnice R 10 Praha - Turnov, zčásti jsou v provozu či rozestavěny R 1, R 4, R 6, R 7, R 35, R 46, R 48, R 52 a R 55. Rychlostní silnice jsou plánovány a postupně budovány ve směru dopravně významných silničních tahů zajišťujících vzájemné propojení sídelních aglomerací ČR při vysokém dopravním zatížení a návaznost na rychlostní silnice sousedních států.

Rychlostní komunikace R4

Rychlostní silnice R4 v současnosti spojuje Prahu s Příbramí. Plánuje se ovšem prodloužení až k silnici I/20 u Nové Hospody. Přesto, že tato čtyřpruhová komunikace začíná již na křižovatce MO-R4 v Praze, skutečně rychlostní silnice R4 začíná až u Jíloviště za Prahou. První kilometry silnice I/4 totiž nesplňují parametry rychlostní silnice. Právě v tomto úseku bude v příštích letech vznikat dálniční křižovatka R1-R4 Praha-Lahovice. Jižní část Pražského okruhu (R1) by měla být zprovozněna v roce 2008 a v těchto místech vznikne složitá křižovatka těchto dvou komunikací. Další stavba R4 se připravuje na rok 2005 hned na dvou úsecích. První je 4,8km dlouhý úsek Příbram-Skalka (kde dnes R4 končí) k silnici II/118. V současné době se obnovuje příprava stavby žádostí o vydání nového územního rozhodnutí. Dokončení přípravy je reálné nejdříve v roce 2005, zahájení stavby koncem roku 2005 (spíše 2006) a její cena bude přibližně 700 milionů korun. Druhý úsek je Nová Hospoda - křižovatka s I/20, který se bude též realizovat od roku 2005. Zbylé úseky, tedy mezi silnicemi II/118 a I/20 (Příbram - Nová Hospoda) by se měly začít stavět v letech 2006 až 2008.

Rychlostní komunikace R6

Z celé délky R6 jsou v provozu pouze dva kratší úseky. První je úsek Pavlov - Nové Strašecí, na nějž bude v budoucnosti přistavěn úsek Pavlov - Praha. Ten bude dlouhý 10,38 km a spojí u Pavlova provizorně končící R6 s Pražským okruhem R1 na dálniční křižovatce v Praze Řepích. Tento úsek bude vůbec dopravně nejzatíženější v trase rychlostní silnice R6. Stavba ovšem nebyla zahájena v roce

2003, jak bylo původně plánováno, protože její realizace nebyla finančně pokryta. Stavba začne v září roku 2004, dokončení je plánováno na září 2009, a odhad nákladů je cca 2,9 mld. korun. Druhý úsek, který je v rámci R6 již v provozu je Cheb - Kamenný Dvůr, přičemž úsek "křížovatka Y" - Kamenný Dvůr byl zprovozněn 24.11.03. Předpokládané datum zahájení stavby navazujícího úseku Kamenný Dvůr - Tisová je rok 2005. Úsek Nové Strašecí - Karlovy Vary by se měl stavět nejdříve v polovičním profilu.

Rychlostní komunikace R7

První kilometry této čtyřproudé komunikace v Praze nejsou plnohodnotnou rychlostní silnicí, protože zde nesplňuje nutné parametry a tak Prahu a své mezinárodní letiště spojuje pouze I/7. Skutečná R7 tedy začíná až u Kněževsi a spojuje tak v současnosti Prahu a Slaný. Prvních 8km do Buštěhradu bylo postaveno ještě v 70-tých letech, stavba úseku Buštěhrad - Slaný proběhla v 80-tých letech. Další realizace rychlostní silnice ze Slaného až do Chomutova bude pobíhat pouze v polovičním profilu a ke zkapacitnění na čtyřpruh dojde v závislosti na dopravních potřebách. Momentálně je v realizaci v polovičním profilu úsek mezi Hořešovicemi a Panenským Týncem v délce 2,16 km. Stavba bude dokončena v roce 2004 v nákladech přibližně 160 milionů korun.

Rychlostní komunikace R10

Díky rychlostní silnici R10 byla v roce 1982 kompletně propojena Praha s Mladou Boleslaví, výstavba probíhala převážně v 70tých letech. Poslední část R10 na hranici krajů Středočeského a Libereckého byla dokončena v roce 1990. R10 je v provozu po celé délce a spojuje tak Prahu a Turnov, kde na Turnovské dálniční křížovatce končí. Odsud se rychlostní silnice mění ve čtyřproudý přivaděč do centra města. Jelikož z uvedené dálniční křížovatky vede do Liberce rychlostní silnice R35, je R10 součástí dálničního spojení mezi Prahou a Libercem. V období 26.7.1999 – 30.9.2001 prodělala většina délky R10 celkovou rekonstrukci. Jednalo se o úsek mezi kilometry 14 a 66 a cena rekonstrukce dosáhla 1,4 miliardy korun. V roce 2003 prodělaly rekonstrukci i poslední kilometry R10 před Turnovem.

Rychlostní komunikace R35

Lipník nad Bečvou – Olomouc – Hradec Králové – Turnov – Liberec – Hrádek nad Nisou – státní hranice ČR/SRN (celková délka 276 km).

Rychlostní komunikace R43

Tato silnice bude spojnicí mezi rychlostní silnicí R35 a dálnicí D1 mezi Moravskou Třebovou a Brnem. Problematický je úsek průchodu této silnice městskou částí Brno – Bystrc, kde je v dotyku se sídlištěm a brněnskou přehradou. Proti této trase, která je ve schváleném územním plánu města Brna z roku 1994 se postavila ekologická a občanská sdružení.

Rychlostní komunikace R46

Rychlostní silnice R46 Vyškov – Olomouc je postavena v kategorii R24,5/120.

Rychlostní komunikace R49

Historie rychlostní silnice R49 sahá pouze do roku 1996, kdy byla změněna trasa pokračování dálnice D1 od Vyškova. Podle plánů nepovede dál na Slovensko (jak bylo rozhodnuto ještě za Československa), ale bude se napojovat na D47, tudíž

směr Ostrava a Polsko. Druhé dálniční spojení se Slovenskem (první je D2 s D2) se ale nezavrhl. Plánovaná část trasy D1 na Slovensko bude od budoucí Hulínské křižovatky (u Kroměříže) nahrazena rychlostní silnicí R49. Ta se stane významnou trasou na území východní Moravy a na hranicích bude navazovat na 19 km dlouhou slovenskou rychlostní silnici R6. Ta se bude u Púchova napojovat na slovenskou dálnici D1 a tak se zabezpečí spojení s Tatrami či Košicemi.

Rychlostní komunikace R55

Olomouc – Otrokovice – Napajedla – Břeclav (celková délka 86 km) Rychlostní silnice je trasována v úseku Olomouc – Přerov – Hulín – Otrokovice – Uherské Hradiště – Hodonín – dálnice D2. Problematické je vedení této komunikace v tzv. napajedelském profilu mezi Otrokovicemi a Uherským Hradištěm. Tento úsek je studijně prověřován s cílem nalezení nejméně konfliktní trasy v tomto ekologicky a vodohospodářsky exponovaném území. V úseku Skalka - Hulín byla zpracována archeologická prospekce pro záchranný archeologický průzkum. Na tuto stavbu bylo vydáno územní rozhodnutí.

Rychlostní komunikace R56

R56 byla postavena v 70. a 80. letech a spojuje Ostravu s Frýdkem-Místkem. Na obou koncích se mění ve čtyřpruhovou a následně dvoupruhovou silnici I.třídy I/56.

Z provedených měření a vyhodnocení vyplývá neuspokojivý stav silniční sítě. Opatření silnic se vlivem prudkého růstu silniční dopravy stále zhoršuje. Ze zhodnocení a porovnání je zřejmé, že od roku 1989 výše prostředků vkládaných do silničního hospodářství neodpovídá potřebám rychle rostoucí silniční automobilové dopravy. Zatímco na začátku devadesátých let se výrazně posílila investiční výstavba dálnic a čtyřpruhových silnic v zájmu urychleného propojení české dálniční sítě na evropskou dálniční síť, **došlo k nepříznivému vývoji dělby prostředků v silničním hospodářství mezi investice a oblast neinvestiční**, tedy údržbu a opravy silniční sítě. I tato skutečnost vedla k tomu, že se technický stav silniční sítě neustále zhoršuje.

Vývoj délkového rozsahu silnic a dálnic v České republice za poslední roky a porovnání se zahraničím je možno vypořádat z následujících tabulek.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Délka silnic a dálnic celkem	55 500	55 432	55 408	55 427	55 422	55 447
z toho evropská silniční síť typu E	2 655	2 655	2 644	2 637	2 599	2 599
Dálnice v provozu	414	499	499	517	518	518
Rychlostní komunikace¹⁾	*	*	299	300	305	320
Silnice²⁾	55 086	54 933	54 909	54 910	54 904	54 929
v tom silnice I. třídy	6 459	6 005	6 031	6 091	6 102	6 121
silnice II. třídy	14 273	14 686	14 688	14 636	14 668	14 667
silnice III. třídy	34 354	34 242	34 190	34 183	34 134	34 141
Místní komunikace	66 449	72 300	72 300	72 300	72 300	72 300
1) Délka rychlostních komunikací je obsažena v délce silnic I. třídy						
2) V roce 1997 došlo ke změně číslování silnic I, II a III třídy						

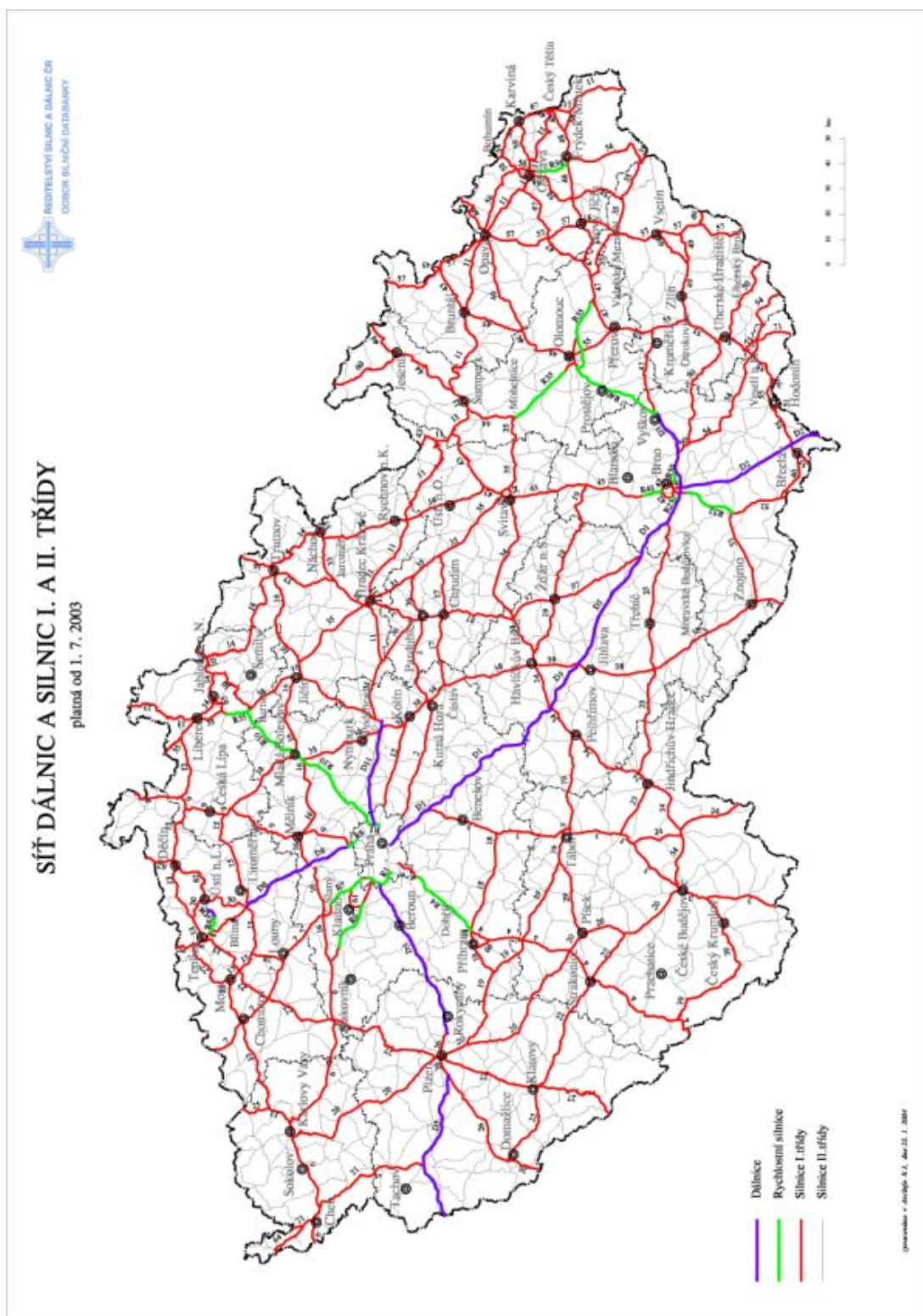
Tab. 12-14 *Infrastruktura silniční dopravy (v km), zdroj ČSÚ.*

	1995	1997	1998	1999	2000	2001
Rakousko	1 596	1 613	1 613	1 634	1 633	1 645
Belgie	1 674	1 679	1 691	1 702	*	*
Česká republika	414	485	498	499	499	517
Německo	11 190	11 309	11 427	11 515	11 712	11 786
Dánsko	786	855	861	892	*	*
Španělsko	7 747	7 750	8 269	8 893	9 049	*
Finsko	394	444	473	512	549	*
Francie	8 275	8 864	9 303	9 626	9 766	*
Spojené Království	3 307	3 412	3 473	3 579	3 612	3 605
Maďarsko	335	382	448	448	*	*
Irsko	70	94	103	103	103	*
Itálie	8 860	6 469	6 478	6 478	*	*
Lucembursko	115	115	115	115	*	*
Nizozemí	2 207	2 235	2 225	2 291	2 289	115
Polsko	246	264	268	268	*	*
Portugalsko	687	797	1 252	1 441	1 482	*
Švédsko	1 262	1 428	1 439	1 484	1 506	1 659
Slovenská republika	198	219	288	295	*	1 529

Tab. 12-15 Srovnání celkové délky dálnic mezi vybranými evropskými státy (v km), zdroj ČSÚ.

	1995	1997	1998	1999	2000	2001
Rakousko	33 715	33 739	33 748	33 325	33 366	*
Belgie	13 909	13 835	13 868	13 891	*	*
Česká republika	55 086	54 908	54 895	54 933	54 909	54 910
Německo	217 670	219 765	219 238	219 220	219 062	219 062
Dánsko	10 814	13 721	10 707	10 704	*	*
Španělsko	88 671	88 264	86 505	86 716	86 382	*
Finsko	77 722	77 796	77 894	77 900	77 993	*
Francie	388 097	385 236	385 164	385 388	384 775	*
Spojené Království	48 066	48 103	48 232	46 644	46 624	48 948
Maďarsko	29 738	29 749	29 797	*	*	*
Irsko	15 860	17 040	17 019	17 016	17 016	*
Itálie	163 500	159 654	158 102	158 541	*	*
Lucembursko	2 730	2 748	2 748	2 748	*	*
Nizozemí	10 625	7 565	*	*	*	*
Polsko	174 055	173 668	173 953	174 110	*	*
Portugalsko	68 045	67 973	14 961	18 627	18 382	*
Švédsko	97 908	98 062	98 093	98 049	82 892	14 851
Slovenská republika	6 952	6 990	6 996	7 046	*	98 294

Tab. 12-16 Srovnání celkové délky státních a regionálních silnic mezi vybranými evropskými státy (v km), zdroj ČSÚ.



Obr. 12-5 Aktuální rozsah dálnic a silnic I. a II. třídy, zdroj ŘSD.

Vzhledem k růstu provozu v některých přepravních směrech dochází k disproporcím mezi poptávkou a existující kapacitou. Přitom se však výstavba nových komunikací spíše zpomaluje z důvodu nedostatku finančních prostředků. Důležitou oblastí je rovněž výstavba obchvatů měst a obcí, která je nutná především z důvodů negativních vlivů na životní prostředí a rovněž z důvodů bezpečnosti. Průjezdy městy a obcemi na stávajících trasách silnic I. třídy mají vliv na plynulost

provozu na těchto komunikacích, a tak značně zhoršují kvalitu životního prostředí obyvatel. Jen 44,4 % délky silnic I. třídy je upraveno v normových parametrech, zbytek je pak veden v historických trasách s velkým počtem dopravních závad zejména v průtazích měst a obcí. Důsledkem narůstajícího provozu a klesající údržby je zhoršování technického stavu komunikací. V roce 2000 bylo 33,2 % délky silnic I. třídy hodnoceno jako nevyhovujících nebo havarijních. Za rok 2001 byla pak zjištěna potřeba na opravy havarijních úseků silnic I. třídy ve výši 4,7 mld. Kč, skutečně bylo vyčerpáno pouze 3,4 mld. Kč. Důležitou oblastí je rovněž údržba svislého a vodorovného dopravního značení, jehož nedostatečná údržba může mít také dopady na bezpečnost provozu.

Silnice II. a III. třídy mají hlavní význam pro plošnou obsluhu území. Podle finančních požadavků krajů by bylo na silnicích II. a III. třídy potřeba provádět ročně stavby v objemu 4,8 mld. Kč. Přitom skutečnost představovala v roce 2001 pouze 1,4 mld. Kč. Celkově se dá říci, že stavební stav silnic II. a III. třídy je ještě horší než je tomu u silnic I. třídy. V roce 2000 bylo 40,3 % délky silnic II. třídy hodnoceno jako nevyhovující. U silnic III. třídy to pak bylo 49,9 % jejich délky.

Pokud jde o srovnání krajů, pak k nejhůře vybaveným patří kraje Zlínský, Karlovarský, Jihočeský a Pardubický. Tyto kraje dosud nemají dálnici ani rychlostní komunikaci. K podprůměrným patří kraje Moravskoslezský a Královéhradecký (zde je potřebné dokončit dálnici D 11).

12.2.2. Městská hromadná doprava

	2000	2001	2002	2003
Celková délka provozované sítě - osa	774,2	819,0	822,7	825,7
v tom:				
trolejbusy	386,1	404,5	408,7	408,8
tramvaje	338,3	364,7	364,2	367,1
metro	49,8	49,8	49,8	49,8

Tab. 12-17 *Infrastruktura elektrické trakce městské hromadné dopravy (km), zdroj ČSÚ.*

12.2.3. Železnice

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Stavební délka kolejí celkem	16 884	17 025	16 494	16 447	16 506	16 290
podle typu trakce						
neelektrizované	10 337	10 265	10 412	10 194	9 980	9 817
elektrizované	6 547	6 760	6 082	6 253	6 526	6 473

Tab. 12-18 *Stavební délka kolejí, zdroj ČSÚ.*

	1995	1999 ¹⁾	2000	2001 ¹⁾	2002	2003
Provozní délka tratí celkem	9 430	9 444	9 444	9 523	9 600	9 602
podle počtu kolejí						
jednokolejné	7 497	7 515	7 515	7 645	7 725	7 757
dvou a vícekolejné	1 933	1 929	1 929	1 878	1 875	1 845
podle rozchodu kolejí						
normální rozchod	9 336	9 342	9 342	9 421	9 498	10 500

úzký rozchod	94	102	102	102	102	102
podle povahy provozu						
pouze pro osobní dopravu	41	427	474	474	486	486
pouze pro nákladní dopravu	37	185	170	150	211	211
pro osobní i nákladní dopravu	9 352	8 832	8 800	8 899	8 903	6 111
Neelektrizované tratě celkem	6 687	6 601	6 601	6 630	6 674	6 659
podle počtu kolejí						
jednokolejné	6 439	6 385	6 385	6 413	6 498	6 502
dvou a vícekolejné	248	216	216	217	176	157
podle rozchodu kolejí						
normální rozchod	6 593	6 499	6 499	6 530	6 574	6 559
úzký rozchod	94	102	102	100	100	100
podle povahy provozu						
pouze pro osobní dopravu	41	424	462	462	474	474
pouze pro nákladní dopravu	37	82	88	78	138	138
pro osobní i nákladní dopravu	6 609	6 095	6 051	6 090	6 062	6 047
Elektrizované tratě celkem	2 640	2 843	2 843	2 893	2 926	2 943
podle počtu kolejí						
jednokolejné	971	1 130	1 130	1 232	1 227	1 255
dvou a vícekolejné	1 669	1 713	1 713	1 661	1 699	1 688
podle rozchodu kolejí						
normální rozchod	2 640	2 843	2 843	2 891	2 924	2 941
úzký rozchod				2	2	2
podle povahy provozu						
pouze pro osobní dopravu	*	3	12	12	12	12
pouze pro nákladní dopravu	*	103	82	72	73	73
pro osobní i nákladní dopravu	2 640	2 737	2 749	2 809	2 841	2 858
podle typu proudové soustavy						
50 Hz/25 000 V_{ST}	975	1 152	1 152	1 256	1 254	1 263
3 000 V_{SS}	1 619	1 645	1 645	1 591	1 626	1 633
1 500 V_{SS}	46	46	46	46	46	47

1) změna metodiky inventarizace železničních tratí

Tab. 12-19 Tratě (km), zdroj ČSÚ.

	1995	1997	1998	1999	2000	2001
Rakousko	5 672	5 672	5 643	5 618	5 563	5 980
Belgie	3 368	3 422	3 470	3 472	3 471	3 454
Česká republika	9 430	9 430	9 430	9 444	9 444	9 523
Německo	41 718	38 385	38 126	37 525	36 588	*
Dánsko	2 349	2 248	2 264	2 756	2 768	*
Španělsko	12 280	12 478	12 303	12 319	12 310	12 310
Finsko	5 859	5 865	5 867	5 836	5 854	*
Francie	31 939	31 821	31 770	31 735	31 554	*
Spojené Království	16 875	17 014	16 994	16 984	16 994	16 994
Řecko	2 474	2 503	2 299	2 299	2 385	*
Maďarsko	7 715	7 826	7 642	7 652	*	*
Irsko	1 954	1 908	1 909	1 919	1 919	*
Itálie	16 003	16 031	16 080	16 108	16 147	*
Lucembursko	275	274	274	274	*	*
Nizozemí	2 739	2 805	2 808	2 808	2 802	2 809

Polsko	23 986	23 328	23 210	22 891	*	*
Portugalsko	2 850	3 038	2 794	2 814	2 814	2 814
Švédsko	9 782	9 759	9 855	9 884	*	*
Slovenská republika	3 665	3 673	3 665	3 665	3 662	3 662

Tab. 12-20 Porovnání provozní délky tratí (km), zdroj ČSÚ.

	1995	1997	1998	1999	2000	2001
Rakousko	3 418	3 418	3 384	3 236	3 337	3 584
Belgie	2 371	2 507	2 643	2 701	2 705	2 701
Česká republika	2 640	2 859	2 895	2 843	2 843	2 893
Německo	18 164	18 653	18 857	18 934	19 079	*
Dánsko	434	601	617	612	624	*
Španělsko	6 854	7 042	6 950	6 959	6 942	6 942
Finsko	2 054	2 061	2 197	2 234	2 372	*
Francie	13 799	14 180	14 153	14 206	14 220	*
Spojené Království	4 970	5 176	5 166	5 166	5 167	5 167
Řecko	0	0	0	0	82	*
Maďarsko	2 353	2 444	2 594	2 620	*	*
Irsko	37	37	37	47	47	*
Itálie	10 203	10 359	10 488	10 688	10 734	*
Lucembursko	262	261	261	261	*	*
Nizozemí	1 991	2 058	2 061	2 061	*	*
Polsko	11 627	11 626	11 614	11 967	*	*
Portugalsko	522	731	873	901	904	905
Švédsko	7 317	7 360	7 360	7 372	*	*
Slovenská republika	1 472	1 516	1 535	1 535	1 536	1 536

Tab. 12-21 Mezinárodní srovnání provozní délky elektrizovaných tratí (km), zdroj ČSÚ.

12.2.4. Říční doprava

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Délka labsko-vltavské vodní cesty	303,0	303,0	303,0	303,0	303,0	303,0
v tom:						
kanalizované vodní cesty	263,0	263,0	263,0	263,0	263,0	263,0
regulované vodní cesty	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Celková délka splavných vodních cest*	677,0	663,6	663,6	663,6	663,6	663,6
Kanály						
celkem	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6
podle klasifikace vnitrozemských vodních cest (viz příloha)						
třída I až IV	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6
Splavné řeky a jezera						
celkem	638,4	625,0	625,0	625,0	625,0	625,0
podle klasifikace vnitrozemských vodních cest						
třída I až IV	529,1	515,7	515,7	515,7	515,7	515,7
třída Va	109,3	109,3	109,3	109,3	109,3	109,3

* včetně cest na nádržích a jezerech sloužících převážně k rekreační osobní dopravě a sportovní plavbě

Tab. 12-22 Splavné vodní cesty pro pravidelnou dopravu (km), zdroj ČSÚ.

12.2.5. Letecká doprava

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Počet letišť celkem	73	84	86	85	85	87
v tom:						
Letiště veřejné mezinárodní	10	11	12	12	14	9
Letiště veřejné vnitrostátní	58	59	57	57	56	59
Letiště neveřejné mezinárodní	2	3	6	6	6	7
Letiště neveřejné vnitrostátní	3	11	11	10	9	12

Tab. 12-23 *Infrastruktura letecké dopravy.*

12.2.6. Potrubní doprava

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Délka ropovodů celkem (km)	581	736	736	736	736	736
Provozní kapacita ropovodů (tis tun/den)	30	53	53	53	53	53

Tab. 12-24 *Infrastruktura potrubní dopravy.*

12.2.7. Kombinovaná doprava

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Počet překladišť kombinované dopravy celkem	23	14	14	13	11	13
podle kombinace druhů dopravy						
železnice - silnice	19	10	10	9	7	9
železnice - silnice - voda	4	4	4	4	4	4
podle možnosti manipulace s přepravními jednotkami						
velké kontejnery	22	13	13	12	10	12
výměnné nástavby	6	7	7	7	5	5
Ro-La	2	1	1	1	1	1
podle maximální nosnosti manipulačních zařízení						
do 34 tun	10	-	-	4	2	3
nad 34 tun	12	13	8	8	8	10

Tab. 12-25 *Infrastruktura kombinované dopravy.*

12.3. Nehodovost

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Počet vážných nehod	*	333	283	309	241	290
v tom:						
srážky	*	*	*	*	*	14
vykolejení	*	*	*	*	*	28
nehody na úrovňových přejezdech	*	*	*	*	*	88
nehody osob způsobeny pohyblivými se železničními vozidly	*	*	*	*	*	158
požáry v pohyblivých se železničních vozidlech	*	*	*	*	*	2
ostatní	*	*	*	*	*	0

Tab. 12-26 Počet vážných nehod v železničním provozu, zdroj ČSÚ.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Oběti (mrtví a zranění) celkem (Počet)	265	240	229	193	367	603
podle druhu oběti						
cestující	64	19	15	22	50	57
zaměstnanci	20	10	19	17	13	31
ostatní (osoby v silničních vozidlech a osoby přejeté na trati)	181	211	195	154	304	515
podle druhu nehody						
srážky	*	*	*	*	*	0
vykolejení	*	*	*	*	*	0
nehody na úrovňových přejezdech	*	*	*	*	*	244
nehody osob způsobeny pohyblivými se železničními vozidly	*	*	*	*	*	237
požáry v pohyblivých se železničních vozidlech	*	*	*	*	*	1
ostatní	*	*	*	*	*	121
Mrtví (Počet)	63	81	74	69	110	226
podle druhu oběti						
cestující	17	1	0	0	4	2
zaměstnanci	3	0	2	0	2	0
ostatní (osoby v silničních vozidlech a osoby přejeté na trati)	43	80	72	69	104	224
podle druhu nehody						
srážky	*	*	*	*	*	0
vykolejení	*	*	*	*	*	0
nehody na úrovňových přejezdech	*	*	*	*	*	67
nehody osob způsobeny pohyblivými se železničními vozidly	*	*	*	*	*	159

požáry v pohybujičích se železničnich vozidlech	*	*	*	*	*	0
ostatní	*	*	*	*	*	0
Zranění (Počet)	202	159	155	124	257	377
podle druhu obětí						
cestující	47	18	15	22	46	55
zaměstnanci	17	10	17	17	11	31
ostatní (osoby v silničnich vozidlech a osoby přejeté na trati)	138	131	123	85	200	291
podle druhu nehody						
srážky	*	*	*	*	*	0
vykolejení	*	*	*	*	*	0
nehody na úrovňových přejezdech	*	*	*	*	*	177
nehody osob způsobeny pohybujičimi se železničnimi vozidly	*	*	*	*	*	78
požáry v pohybujičích se železničnich vozidlech	*	*	*	*	*	1
ostatní	*	*	*	*	*	121

Tab. 12-27 Oběti nehodových událostí v železničnim provozu, zdroj ČSÚ.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Nehodové události celkem	28 746	26 918	25 445	26 027	26 586	27 320
Nehody na dálnicích	343	431	396	415	442	444
Nehody v obcích (mimo dálnice)	19 310	16 970	16 426	16 557	16 901	16 936
Nehody mimo obce (mimo dálnice)	9 093	9 517	8 623	9 055	9 243	9 940
Nehody mezi vozidlem a chodcem	6 424	5 185	4 923	5 074	4 959	4 515
Nehody jednotlivých vozidel	8 154	3 306	3 077	3 113	3 263	3 473
Nehody mezi vozidly	14 168	12 427	11 705	11 757	12 388	12 716
Nehody způsobené pod vlivem alkoholu	4 380	3 714	3 566	3 557	4 239	3 404

Tab. 12-28 Počet nehod v silničnim provozu podle místa a druhu nehody, zdroj ČSÚ.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Usmrcené osoby při nehodách celkem (počet)	1 588	1 455	1 486	1 334	1 431	1 447
Při nehodách na dálnicích	35	44	45	43	53	48
Při nehodách v obcích (mimo dálnice)	741	584	613	526	571	556
Při nehodách mimo obce (mimo dálnice)	812	827	828	765	807	843
Při nehodách mezi vozidlem a chodcem	421	334	353	198	304	285

Při nehodách jednotlivých vozidel	461	111	129	97	105	146
Při nehodách mezi vozidly	706	548	569	524	595	568
Při nehodách způsobených pod vlivem alkoholu	224	160	126	112	136	127
Zraněné osoby při nehodách celkem (počet)	36 967	34 710	32 439	33 676	34 389	35 438
Při nehodách na dálnicích	490	625	563	589	643	664
Při nehodách v obcích (mimo dálnice)	23 192	20 398	19 661	19 795	20 506	20 617
Při nehodách mimo obce (mimo dálnice)	13 285	13 801	12 215	13 292	13 240	14 157
Při nehodách mezi vozidlem a chodcem	6 408	5 227	4 921	4 642	5 016	4 604
Při nehodách jednotlivých vozidel	11 115	4 308	3 829	3 949	4 067	4 373
Při nehodách mezi vozidly	19 444	17 261	16 204	16 614	17 443	17 840
Při nehodách způsobených pod vlivem alkoholu	5 967	4 910	4 677	4 723	5 084	4 570

Tab. 12-29 Počty usmrcených (do 30 dní od data nehody) a zraněných osob podle místa a druhu nehody v silničním provozu, zdroj ČSÚ.

	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Celkem rok	28 746	26 918	25 445	26 027	26 586	27 320
v tom:						
Pondělí	3 251	3 184	3 671	3 410	3 860	4 042
Úterý	3 960	3 769	3 652	3 483	3 144	3 624
Středa	3 981	3 706	3 908	3 557	3 594	3 879
Čtvrtek	4 248	3 788	3 783	3 619	3 361	3 649
Pátek	4 275	4 104	4 489	4 303	3 719	4 669
Sobota	5 031	4 627	4 060	3 958	3 892	4 110
Neděle	4 000	4 029	3 355	3 115	4 457	3 347

Tab. 12-30 Počet nehod v silničním provozu podle jednotlivých dnů v týdnu, zdroj ČSÚ.

Seznam použité literatury

- [1] Krajčovič, M. Dopravní stavby, VUT Brno, 1998
- [2] Puchřík, J. Silnice a dálnice, Klotoida, VUT Brno, 1987
- [3] Tyc P., Kubát B., Dostál K., Havíř B.: Železniční stavby. Projektování železničních tratí. Železniční spodek a svršek, Dh-Press, Bratislava 1993
- [4] Plášek, O. Železniční stavby, Návody do cvičení, VUT Brno, 1998
- [5] Medelská, Jirava, Nop, Rojan: Dopravní inženýrství, ALFA Bratislava 1991
- [6] Pavlíček. J: Městské komunikace, VUT Brno 1990
- [7] Procházka J., Puchřík J.: Projektování pozemních komunikací, Oblouk kružnice – vytyčovací tabulky SNTL 1976
- [8] Jůza P., Adámková I., Puchřík J.: Silnice a dálnice – návody do cvičení ES VUT 1987
- [9] Vaníček V. :Silnice a krajina SNTL 1956
- [10] Švejda V. : Stavba letišť I, SNTL Praha 1960
- [11] Švejda V. : Stavba letišť II, SNTL Praha 1963
- [12] Raplík, M.; Výbora, P.; Mareš, K.: Úprava tokov. Učebnice. Alfa Bratislava, 1989.
- [13] Mareš, K.: Úpravy toků. Skriptum. ČVUT Praha, 1993
- [14] Výbora, P.; Podsedník, O.:Navrhování jezů. Skriptum. VUT Brno, 1985
- [15] Čábelka, J.: Vodní cesty a plavba. Učebnice. SNTL Praha, 1976
- [16] TŮMA Jan.: Nekonvenční dráhy, edice Směr, NADAS, 1987,
- [17] Hons J.: Horské dráhy světa, Knižnice populárně technické literatury, NADAS, 1985
- [18] Janoščík D. : Disertační práce VUT FAST 2004

Seznam doplňkové studijní literatury

- [1] ČSN 01 3466 Výkresy pozemních komunikací
- [2] ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
- [3] ČSN 73 6100 Názvosloví silničních komunikací
- [4] ČSN 73 3050 Zemní práce
- [5] ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha, Část 1: Projektování
- [6] ČSN 73 6320 Průjezdné průřezy na dráhách celostátních, dráhách regionálních a vlečkách normálního rozchodu
- [7] Služební rukověť SR 103/3 (S) Výkresy materiálu pro železniční svršek
- [8] ČSN 72 6110 Projektování místních komunikací

- [9] ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na silničních komunikacích
- [10] předpis L-14 Ministerstva dopravy – Letiště
- [11] ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- [12] ČSN 73 6380 Železniční přejezdy a přechody
- [13] ČSN 73 6425 Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky
- [14] ČSN 73 6114 Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování
- [15] ČSN 73 6057 (736057) Jednotlivé a řadové garáže. Základní ustanovení

Internet

<http://www.mdcz.cz/>

<http://www.rsd.cz/>

<http://czso.cz/>

<http://www.kosmo.cz/>

<http://www.techtydenik.cz/>

<http://bryn.webz.cz/>

OBSAH

1.	Úvod.....	5
2.	Historický vývoj dopravy.....	6
2.1.	Historie stezek, cest a silnic na našem území	8
3.	Rozdělení dopravy	14
3.1.	Definice	14
3.2.	Členění z dopravně-technického hlediska.....	14
3.3.	Další členění.....	14
4.	Silniční doprava	15
4.1.	Silniční názvosloví.....	15
4.2.	Rozdělení silničních komunikací	16
4.2.1.	Kategorie silnic a dálnic.....	17
4.2.2.	Vlastnictví pozemních komunikací.....	19
4.3.	Dopravní prostředky na pozemních komunikacích.....	20
4.4.	Silniční trasa.....	21
4.4.1.	Směrové návrhové prvky	22
4.4.2.	Délka rozhledu	29
4.4.3.	Výškové návrhové prvky	30
4.4.4.	Příčný, dostředný a výsledný sklon povrchu vozovky.....	34
4.4.5.	Návrh zemního tělesa.....	36
4.4.6.	Odvodňovací zařízení	41
4.4.7.	Bezpečnostní zařízení	50
4.4.8.	Silniční objekty	56
5.	Místní komunikace.....	57
5.1.	Historický vývoj měst, komunikační sítě.....	57
5.2.	Rozdělení místních komunikací, funkční třídy.....	59
5.3.	Návrhové prvky a příčné uspořádání	61
5.4.	Křižovatky.....	64
5.5.	Zklidněné komunikace a ostatní veřejné prostory	67
5.6.	Pěší a cyklistická doprava	69
5.7.	Městská hromadné doprava.....	71
5.8.	Statická doprava	72
6.	Letecká doprava	76
6.1.	Význam letecké dopravy.....	76
6.2.	Podmínky rozvoje letecké dopravy.....	77
6.3.	Letadla.....	78
6.3.1.	Rozdělení letadel.....	78
6.3.2.	Pohonné jednotky letadel	79
6.3.3.	Letadla těžší vzduchu.....	79
6.3.4.	Letadla typu STOL a VTOL.....	80
6.4.	Délka dráhy pro vzlet a přistání	80
6.4.1.	Vliv rychlosti a směru větru na pohyby letadel	82
6.5.	Letiště.....	84
6.5.1.	Letištní názvosloví.....	84
6.5.2.	Předpisy pro výstavbu letišť	85
6.6.	Ochranná pásma dopravních letišť.....	87
6.7.	Volba polohy letiště	88
6.7.1.	Typy letišť.....	90
6.7.2.	Zastavovací prostor dopravních letišť.....	98

6.7.3.	Projektování letišť	100
6.7.4.	Technické vybavení letišť	104
7.	Lodní doprava	105
7.1.	Historie lodní dopravy	105
7.2.	Význam a rozdělení lodní dopravy	106
7.3.	Vodní cesty	107
7.3.1.	Parametry vodní cesty	109
7.3.2.	Projektování vnitrozemských vodních cest	110
7.4.	Objekty na vodních cestách	112
7.4.1.	Plavební komory	112
7.4.2.	Lodní zdvihadla člunů	113
7.4.3.	Lodní železnice	113
7.4.4.	Rejdy plavebních komor	113
7.4.5.	Přístavy	114
7.5.	Křížení vodních cest	114
7.6.	Plavební prostředky a provoz	114
7.7.	Průplavy v Evropě	115
7.7.1.	Průplav Dunaj – Odra – Labe (D-O-L)	115
7.7.2.	Rýn - Mohan - Dunaj (R-M-D)	116
7.7.3.	Schwarzenberský plavební kanál	117
8.	Železniční doprava	118
8.1.	Rozdělení drah	118
8.2.	Průjezdny průřez	119
8.3.	Železniční spodek	120
8.4.	Železniční svršek	123
8.4.1.	Kolejnice	123
8.4.2.	Upevňovadla	124
8.4.3.	Železniční pražce	125
8.4.4.	Výhybky	126
8.5.	Stanice	128
8.6.	Trasování železničních tratí	128
8.6.1.	Údolní trasa	129
8.6.2.	Svahová trasa	129
8.6.3.	Tunelová trasa	130
8.6.4.	Náhorní trasy	130
9.	Kosmická doprava	134
9.1.	Historie	134
9.2.	Význam kosmické dopravy	134
9.3.	Kosmodromy	134
9.4.	Kosmická plavidla	136
9.4.1.	Kosmické rychlosti	136
9.4.2.	Rakety	136
9.4.3.	Raketoplány	137
9.4.4.	Kosmické stanice	138
9.5.	Umělé družice	140
9.5.1.	Spojovací družice	140
9.5.2.	Navigační GPS – Global positioning system	140
9.5.3.	Navigační systém Galileo	142
9.5.4.	Navigační systém Glonass	142
9.5.5.	Dálkový průzkum Země	142
9.5.6.	Meteorologické družice	143

9.5.7.	Vědecké družice.....	143
9.6.	Kosmické sondy.....	143
10.	Nekonvenční doprava.....	146
10.1.	Nekonvenční dráhy.....	146
10.1.1.	ALWEG.....	146
10.1.2.	MINIRAILY.....	147
10.1.3.	MAGLEV.....	147
10.1.4.	Ozubnicové a lanové dráhy.....	148
10.1.5.	Visuté lanové dráhy.....	149
11.	Geografické informační systémy v dopravě.....	151
11.1.	Úvod do GIS.....	151
11.2.	Dělení GIS.....	151
11.3.	Fáze tvorby GIS.....	152
11.3.1.	Úvodní studie.....	152
11.3.2.	Zdroje dat.....	153
11.3.3.	Správa dat.....	155
11.3.4.	Zdroje dat v ČR.....	157
11.3.5.	Analýzy nad daty.....	157
11.3.6.	Prezentace dat.....	158
11.4.	Stručné charakteristiky některých komerčních programů.....	158
11.4.1.	MGE-PC 2.0.....	158
11.4.2.	MGE SX.....	160
11.4.3.	MicroStation Geographics (MSGeo).....	160
11.5.	Nové trendy rozvoje GIS.....	160
12.	Statistika sektoru dopravy.....	162
12.1.	Výkony v osobní a nákladní přepravě.....	162
12.1.1.	Objem osobní přepravy.....	162
12.1.2.	Nákladní doprava.....	167
12.2.	Dopravní infrastruktura v ČR.....	174
12.2.1.	Silnice a dálnice.....	174
12.2.2.	Městská hromadná doprava.....	184
12.2.3.	Železnice.....	184
12.2.4.	Říční doprava.....	186
12.2.5.	Letecká doprava.....	187
12.2.6.	Potrubní doprava.....	187
12.2.7.	Kombinovaná doprava.....	187
12.3.	Nehodovost.....	188
	Seznam použité literatury.....	191