



Žilinská univerzita v Žiline
Fakulta špeciálneho inžinierstva
Katedra technických vied a informatiky



REKONŠTRUKCIA ŽELEZNIČNEJ A CESTNEJ SIETE PRE ŠPECIÁLNE INŽINIERSTVO

(koncept učebného textu – prednášky)

Doc. Ing. Jozef KOVAČIK, CSc.
Doc. Ing. Vladimír LÁSKA, CSc.
Ing. Jana Müllerová PhD.

Žilina 2008

1 ÚVOD	7
2 ZÁKLADNÁ STAVEBNÁ CHARAKTERISTIKA ŽELEZNIČNÝCH TRATÍ.....	8
2.1 Železničná trasa.....	9
2.1.1 Druhy železničných trás	9
2.1.2 Vinutie železničnej trasy v území	11
2.2 Projektovanie železníc.....	14
2.2.1 Príprava investičnej výstavby.....	15
2.2.2 Prieskumné práce a podklady pre návrh stavby	16
2.3 Geometrické usporiadanie koľaje.....	16
2.3.1 Rozchod koľaje	18
2.3.2 Smerové pomery	19
2.3.2.1 Prevýšenie koľaje	19
2.3.2.2 Vzostupnica a prechodnica.....	20
2.3.2.3 Kružnicové oblúky	22
2.3.3 Sklonové pomery.....	24
2.3.4 Pozdĺžny profil	25
2.4 Priestorové usporiadanie trate	26
2.4.1 Prechodný prierez.....	28
2.4.2 Mostný a tunelový prechodný prierez	29
2.5 Železničný zvršok	30
2.5.1 Koľajnice.....	30
2.5.2 Upevnenie koľajnic	31
2.5.3 Koľajnicový styk	33
2.5.4 Bezstyková koľaj.....	34
2.5.5 Podpery koľajnic	34
2.5.6 Koľajové lôžko.....	38
2.5.7 Výhybky	39
2.6 Železničný spodok.....	40
2.6.1 Zemné teleso	41
2.6.1.1 Tvar zemného telesa.....	41
2.6.1.2 Materiál zemného telesa.....	42
2.6.1.3 Sklony svahov zemného telesa.....	44
2.6.2 Umelé stavby železničného spodku	45
2.6.2.1 Odvodnenie zemného telesa.....	46

2.6.2.2 Oporné, zárubné, obkladné a ochranné múry.....	50
2.6.2.3 Podchody a nadchody.....	52
2.7 Križovanie železničných tratí s pozemnými komunikáciami, vodnými tokmi a inžinierskymi stavbami.....	53
2.8 Železničné stanice a uzly.....	54
2.8.1 Dopravne a šíra trať.....	55
2.8.1.1 Rozdelenie dopravní.....	55
2.8.1.2 Šíra trať.....	55
2.8.1.3 Stanice	56
3 ZÁKLADNÁ STAVEBNÁ CHARAKTERISTIKA CESTNÝCH KOMUNIKÁCIÍ... 59	
3.1 Cesta a jej súčasti	59
3.1.1 Trasa cestnej komunikácie	60
3.1.2 Teleso cestnej komunikácie	62
3.1.3 Kategorizácia a rozdelenie cestných komunikácií	65
3.2 Návrh trasy cestnej komunikácie	68
3.2.2 Smerové usporiadanie trasy cesty	68
3.2.2.1 Prostý kružnicový oblúk.....	70
3.2.2.2 Kružnicový oblúk s prechodnicami.....	71
3.2.2.3 Točky.....	73
3.2.2.4 Staničenie	74
3.2.3 Usporiadanie trasy v pozdĺžnom reze	74
3.2.3.1 Pozdĺžny sklon nivelety	75
3.2.3.2 Lomy a zaoblenie nivelety	75
3.3 Cestné a diaľničné teleso v priečnom reze.....	77
3.3.1 Jazdný pás a jeho navrhovanie	77
3.3.1.1 Rozšírenie jazdných pruhov v smerovom oblúku	77
3.3.1.2 Priečny sklon jazdných pásov	78
3.3.1.3 Klopenie, vzostupnica a zostupnica	79
3.3.2 Rozhľad na cestných komunikáciách.....	81
3.3.3 Zemné teleso	82
3.3.3.1 Výpočet objemu (kubatúry) zemného telesa a rozvoz hmôt.....	82
3.3.3.2 Využitie geotextílií v zemnom telese	86
3.4 Vozovky cestných komunikácií	88
3.4.1 Vozovka a druhy vozoviek.....	88

3.4.2 Zaťaženie vozovky	91
3.5 Križovatky cestných komunikácií	92
3.5.1 Úrovňové križovatky	93
3.5.2 Mimoúrovňové križovatky	97
3.6 Miestne komunikácie	98
4 MOSTY A TUNELY	104
4.1 Mosty	104
4.1.1 Základné pojmy	104
4.1.2 Rozdelenie a základná charakteristika mostov	106
4.1.2.1 Rozdelenie mostov	106
4.1.2.2 Názvoslovie a charakteristika hlavných častí mostov	113
4.1.3 Priestorová úprava, zaťaženie a statický výpočet mostov	120
4.1.4 Materiál a konštrukcie na obnovu železničných mostov	125
4.1.4.1 Materiál a konštrukcie na obnovu spodnej stavby	128
4.1.4.1.1 Krajné podpery (opory)	129
4.1.4.1.2 Medziľahlé podpery	138
4.1.4.1.3 Ľadolamy	154
4.1.4.2 Materiál a konštrukcie na obnovu nosných konštrukcií	155
4.1.4.2.1 Drevené nosníky	156
4.1.4.2.2 Ocelové nosné konštrukcie	159
4.1.4.3 Typizované masívne podpery a nosné konštrukcie	173
4.1.4.3.1 Masívne montovateľné podpery	174
4.1.4.3.2 Masívne nosné konštrukcie	175
4.1.5 Materiál a konštrukcie na obnovu cestných mostov	179
4.1.5.1 Normované mechanizované mosty	181
4.1.5.2 Normované plávajúce mosty	184
4.1.5.3 Normované skladacie mosty	188
4.1.5.4 Normové blokové mosty	193
4.1.5.4 Typizované masívne podpery a nosné konštrukcie	198
4.1.5.4.1 Masívne montované podpery	198
4.1.5.4.2 Masívne nosné konštrukcie	200
4.1.5.5 Podpery a nosné konštrukcie nemasívneho charakteru	204
4.2 Tunely	206
4.2.1 Rozdelenie podzemných stavieb	206

4.2.1.1 Rozdelenie podľa dispozičného usporiadania	206
4.2.1.2 Rozdelenie podľa spôsobu stavby	207
4.2.1.3 Rozdelenie podľa účelu použitia	207
4.2.2 Základné pojmy a názvoslovie	208
4.2.3 Zaťaženie a priestorová úprava tunelov	210
4.2.4 Metódy výstavby tunelov	212
5 PORUCHY NA ŽELEZNIČNÝCH TRATIACH A CESTNÝCH	
KOMUNIKÁCIÁCH, ICH PRÍČINY A NÁSLEDKY	214
5.1 Poruchy a závady spôsobené prírodnými živlami	214
5.2 Poruchy a závady spôsobené technickým a technologickým zlyhaním	217
5.3 Poruchy a závady spôsobené ľudskou činnosťou, resp. ľudským činiteľom	219
6 OBNOVA ŽELEZNIČNEJ A CESTNEJ SIETE	221
6.1 Obnova železničných tratí	221
6.1.1 Krátkodobá obnova železničného zvršku	222
6.1.1.1. Klasifikácia zničenia železničného zvršku	222
6.1.1.2 Základné technické pravidlá pre krátkodobú obnovu železničného zvršku	223
6.1.1.3 Spôsoby a technológia obnovy železničného zvršku	228
6.1.2 Krátkodobá obnova zemného telesa	233
6.1.2.1 Základné technické pravidlá pre krátkodobú obnovu zemného telesa	233
6.1.2.2 Technické prostriedky na obnovu zemného telesa	236
6.1.2.3 Spôsoby obnovy zemného telesa	239
6.1.3 Obnova malých umelých stavieb železničného spodku	250
6.1.3.1 Obnova priepustov	250
6.1.3.2 Obnova oporných a zárubných múrov	255
6.1.3.3 Obnova odvodňovacích zariadení	259
6.2 Oprava (obnova) a údržba cestnej siete	259
6.2.1 Oprava (obnova) cestnej siete	260
6.2.1.1 Obnova cestného zemného telesa a malých umelých stavieb	261
6.2.1.2 Obnova vozovky a vozovkového krytu	261
6.2.2 Údržba cestných komunikácií	265
6.2.2.1 Stavebná údržba	266
6.2.2.2 Zimná údržba	267
6.2.2.3 Čistenie	267
6.3 Brody, brodové prepravniská	268

7 ÚDRŽBA A OBNOVA MOSTOV A TUNELOV	272
7.1 Údržba a rekonštrukcia mostov	272
7.1.1 Spôsoby obnovy mostov a organizácia staveniska.....	274
7.1.1.1 Spôsoby obnovy mostov	274
7.1.1.2 Výber a organizácia staveniska	277
7.1.1.3 Montáž nosných konštrukcií	278
7.1.1.4 Obnova spodnej stavby	290
7.1.1.5 Obnova vozovky a železničného zvršku na moste.....	294
7.1.1.6 Odstraňovanie trosiek pri obnove v pôvodnej osi premostenia	295
7.1.1.7 Zosilňovanie mostných konštrukcií	296
7.1.1.8 Odhad zaťažiteľnosti mostov	297
7.1.1.9 Výber trasy a miesta premostenia na obchádzke	298
7.1.2 Plánovanie obnovy mostov	300
7.2 Údržba a rekonštrukcia tunelov.....	303

1 ÚVOD

Učebný text Rekonštrukcia železničnej a cestnej siete (RŽCS) je určený študentom denného i externého štúdia Fakulty špeciálneho inžinierstva na zabezpečenie výučby rovnomenného predmetu. Okrem tohto základného určenia je (v zúženom obsahu) určený aj pre študentov v odbore špeciálneho manažmentu pre predmet Dopravné stavby (DST).

Cieľom predmetov RŽCS, resp. DST, v uvedených odboroch štúdia na FŠI ŽU je formou prednášok zoznámiť študentov so základnou stavebnou charakteristikou železničných tratí a cestných komunikácií SR, s príčinami a následkami ich porúch a materiálmi, konštrukciami a spôsobmi obnovenia ich prevádzky v krízových situáciách.

Tomuto cieľu zodpovedá členenie a obsah tohto učebného textu, ktorý možno rozdeliť v zásade do dvoch častí:

1. Časť venovaná zoznámeniu sa so stavebnou infraštruktúrou železničných tratí a cestných komunikácií (kap. 2, 3, 4).
2. Časť o príčinách a následkoch rozrušenia železničných tratí a cestných komunikácií (kap. 5) a spôsoboch ich rýchlej (krátkodobej) obnovy v krízových situáciách (kap. 6, 7).

Po formálnej stránke je učebný text spracovaný podľa zásad edičnej činnosti na ŽU (názvy a označovanie kapitol, podkapitol, odsek a pod.), len s tým rozdielom, že každá z kapitol má dočasne vlastné označenie strán.

Pri spracovaní učebného textu sme vychádzali z osnovy (informačných listov) predmetov RŽCS a DST v oboch odboroch štúdia na FŠI-ŽU, ustálenej metodiky vyučovania týchto predmetov na technických vysokých školách v odboroch Dopravného staviteľstva a odbornej literatúry, najmä Stavebnej fakulty ŽU v Žiline.

Uvedený text, spracovaný vo forme prednášok vytvára, potrebné predpoklady na zadania a riešenie cvičení, ktorých spracovanie tvorí neoddeliteľnú časť vedomostí a zručností absolventov štúdia, ktorým je tento text na FŠI ŽU určený.

Za pomoc a spoluprácu pri tvorbe textu ďakujeme doc. Ing. Zdeňkovi Dvořákovi, PhD., Ing. Monike Pentekovej a Ing. Slavomíre Pachovej.

Autori.

2 ZÁKLADNÁ STAVEBNÁ CHARAKTERISTIKA ŽELEZNIČNÝCH TRATÍ

Na plnenie prevádzkových úloh majú ŽSR k dispozícii; tieto **železničné stavby a zariadenia**:

- železničné trate s koľajami vhodne rozvetvenými v železničných staniaciach a výhybniach, slúžiacich na zmenu sledu, križovanie, zostavovanie a rozraďovanie vlakov, na ich nakladanie a vykládanie a iné prevádzkové účely;
- budovy, stavby a zariadenia na prepravu cestujúcich a zariadenia na nakladanie, vykládanie a ukladanie tovaru;
- budovy, stavby a zariadenia na prevádzkové ošetrovanie a opravy hnacích vozidiel a vozňov, na dodávku elektrickej energie a zásobovanie palivom a vodou;
- spojovacie a oznamovacie zariadenia, vedenia a budovy pre tieto zariadenia;
- budovy, stavby, stroje a zariadenia slúžiace na prevádzku a údržbu;
- budovy, stavby a zariadenia slúžiace zdravotníckym, sociálnym a kultúrnym potrebám pracovníkov železníc;
- odvodňovacie stavby, mosty, tunely a iné.

Všetky železničné stavby a zariadenia musia mať také vlastnosti a byť v takom stave, aby ich prevádzka bola bezpečná a hospodárna. To predpokladá poznanie a široké vedomosti z rôznych odvetví o prevádzke jednotlivých stavieb a zariadení, rešpektovanie platných noriem (STN), služobných a odborných predpisov, nariadení a vzorových listov pri projektovaní, výstavbe, ako aj pri ich prevádzke, údržbe a opravách.

Základným poznatkom o vlastnostiach a nárokoch na prevádzku týchto stavieb a zariadení na železničných tratiach, mostoch a tuneloch zo stavebného hľadiska je venovaná nasledujúca časť tejto kapitoly.

2.1 Železničná trasa

Železničná trasa je priestorová čiara. Je zložená (smerovo) z priamky a zakrivených úsekov, resp. z výškovo vodorovných, stúpajúcich a klesajúcich úsekov.

2.1.1 Druhy železničných trás

Podľa charakteristiky terénu, ktorým trasa prechádza, môže byť:

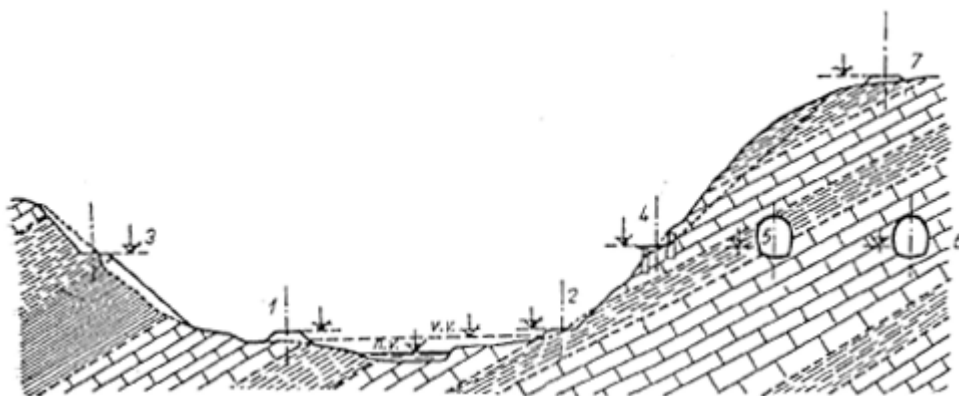
- rovinná,
- náhorná,
- údolná,
- svahová,
- tunelová,
- cez rozvodie (priečna).

Rovinná trasa je najjednoduchšia a preto pri návrhu trasy v teréne je žiadúce, aby priame úseky na nej boli čo najdlhšie.

Náhorné trasy (obr. 2.1/7) vedú po rozsiahlejších náhorných rovinách.

Situovanie údolných trás (obr. 2.1/1,2) závisí na veľkosti inundačného (zaplavovaného) územia a na výške hladiny vody.

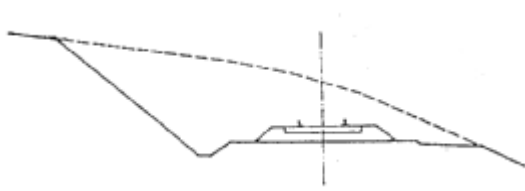
Vhodné je, keď náhorné a údolné časti trasy vedú po jednej strane údolia, pretože jeho prekonávanie vyžaduje výstavbu mostov.



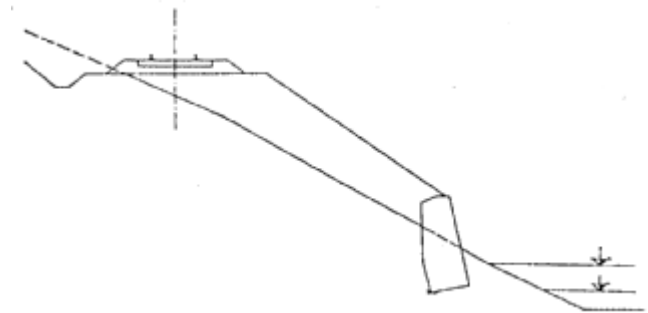
Obr. 2.1 Klasifikácia trasy v priečnom reze údolia

Pri situovaní svahovej trasy v záreze (obr. 2.1/3) je časť zemného telesa v záreze a časť na násype. Pri tomto vedení trasy v strmých svahoch vznikajú veľké nároky na zemné práce. Vedenie trasy v jednoduchom odreze (obr. 2.2a) je z tohto hľadiska ekonomickejšie.

Nároky na zemné teleso v násype možno znížiť, resp. teleso stabilizovať oporným múrom (obr. 2.2b).



Obr. 2.2a Železničné teleso v odreze

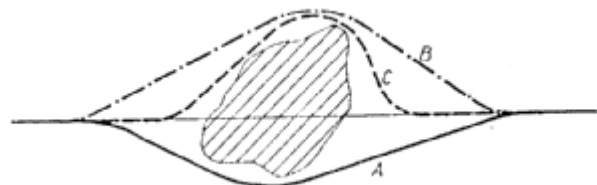


Obr. 2.2b Železničné teleso v záreze a na násype s použitím oporného múru

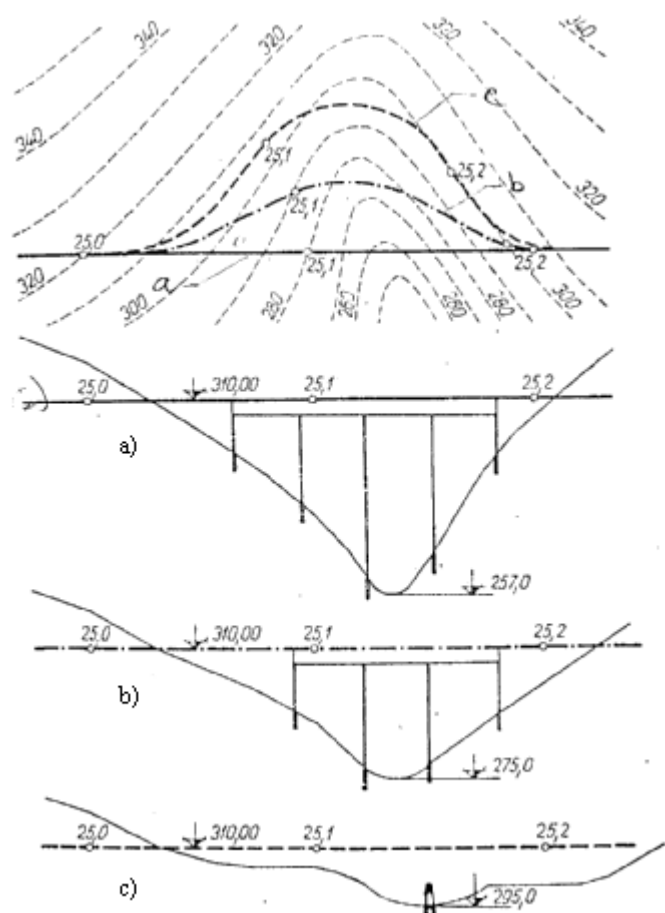
Len vtedy, keď to nie je možné, alebo by bolo neekonomické viesť trasu vo svahu po terénne, volí sa trasa tunelová (obr. 2.1/5,6).

Prechod priečne cez údolie sa uskutoční buď priamou trasou cez most, alebo pomocou oblúkov „vpísaných“ do svahov údolia (obr. 2.3).

Pozn.: Oblúky s menšími polomeri (obr. 2.3c) sa vyskytujú častejšie na trasách cestných komunikácií.



Obr. 2.2c Možnosti obchádzky v území



Obr. 2.3 Možnosť vnutia trasy v údolí

2.1.2 Vinutie železničnej trasy v území

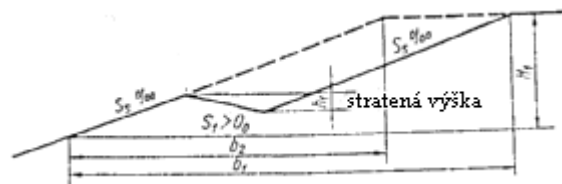
Podľa terénu, ktorým trasa prechádza a jej dovoleného **smerodajného stúpania** (klesania) môžu nastať dva prípady:

- trasa prechádza ľahkým (rovinatým) terénom s menším stúpaním ako je dovolené smerodajné stúpanie trasy,
- terén má väčšie stúpanie ako trasa, čo vyžaduje prekonávať často veľké výškové rozdiely.

V prvom prípade (v rovinatom teréne) sa trasa situuje v mape terénu pomocou priamych úsekov a oblúkov tak, aby sa vyhla veľkým zemným prácam, aby obchádzala osídlené a chránené územia a čo najmenej križovala vodné toky a existujúce komunikácie. Trasa má mať čo najdlhšie priame úseky a oblúky veľkých polomerov.

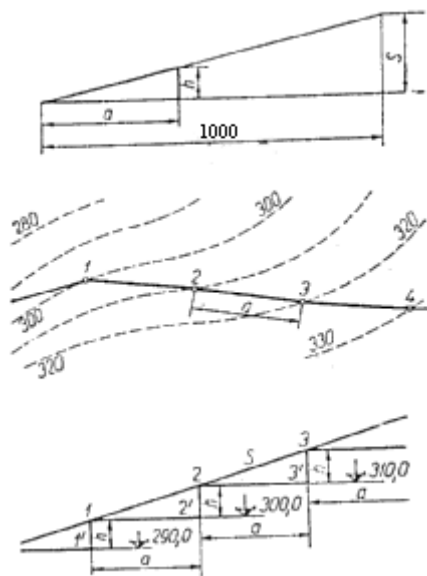
V druhom prípade pri prekonávaní veľkých výškových rozdielov pri vopred zadanom smerodajnom stúpaní je nutné trasu predĺžiť – vyvinúť.

Na trase by nemali byť **stratené spády** (obr. 2.4), t. j. úseky v opačnom sklone, ako je celková tendencia stúpania trasy.



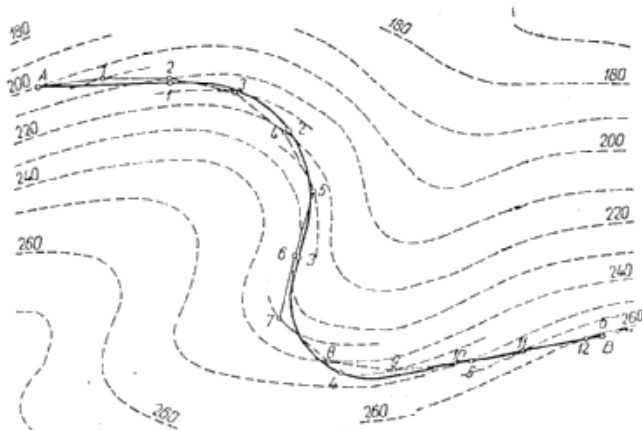
Obr. 2.4 Stratený spád

Vyvinutie trasy sa rieši pomocou riadiacej čiary. **Riadiaca čiara** (obr. 2.5) má predpísané smerodajné stúpanie a jej lomené úseky pretínajú susedné vrstevnice. Dĺžka pretínajúceho úseku sa určuje z podobnosti trojuholníkov a do mapy sa vynáša pri „ručnom“ trasovaní pomocou kružidla.

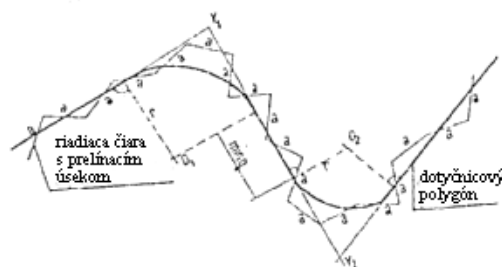


Obr. 2.5 Použitie pretínacieho úseku pri vynášaní riadiacej čiary

Riadiaca čiara je tým lomenejšia, čím komplikovanejší je terén, ktorým prechádza (obr. 2.6a). Z praktických dôvodov vynesenia trasy do terénu – **trasovaní** - sa riadiaca čiara nahradí tzv. **dotyčnicovým polygónom** (obr. 2.6b).



Obr. 2.6a Vyvinutie železničnej trasy pomocou riadiacej čiary



Obr. 2.6b Nahradenie riadiacej čiary dotyčnicovým polygónom

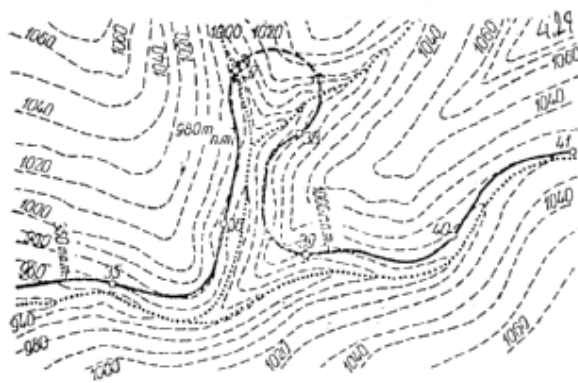
Kde: h ... je výškový rozdiel susedných vrstevníc mapy [m],
 a ... dĺžka pretínajúceho úseku [cm],
 s ... smerodajný sklon trasy [‰],
 M ... mierka mapy

Na novostavbách alebo pri rozsiahlejších rekonštrukciách sa nakoniec niveleta trate navrhne tak, aby jazdné odpory v priamych úsekoch a v oblúkoch boli približne rovnaké. Takto navrhnutá trasa sa nazýva **trasou konštantného odporu**.

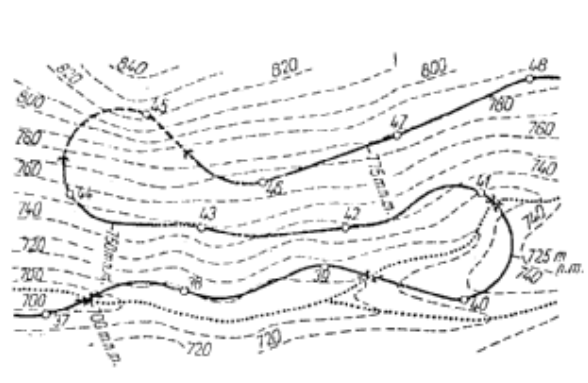
Navrhovaný variant vyvinutia trasy sa ďalej rozpracuje a vyhodnotí z hľadiska investičných nákladov (n_i), predpokladaných nákladov na údržbu (n_u), opravy (n_o) a prevádzku (n_p).

Prvý návrh nemôže byť optimálny a ani definitívny. Preto sa takto získaný návrh preveruje a robia sa v ňom opravy (optimalizuje sa), prípadne sa volia iné, ďalšie varianty vinutia trasy (pri zachovaní pôvodne stanovených podmienok!).

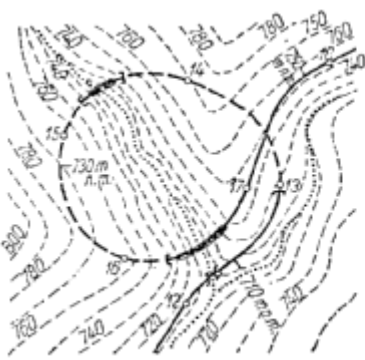
Do úvahy pripadajú viaceré spôsoby vinutia trasy, ako napr. vyvinutie trasy v priečnom údolí (obr. 2.7a), v etážach (obr. 2.7/b), slučkou (obr. 2.7c) alebo úvrat'ou (2.7d).



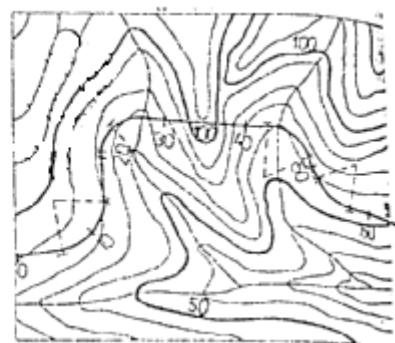
Obr. 2.7a Vyvinutie trasy
v priečnom údolí



Obr. 2.7b Vedenie trasy v etážach

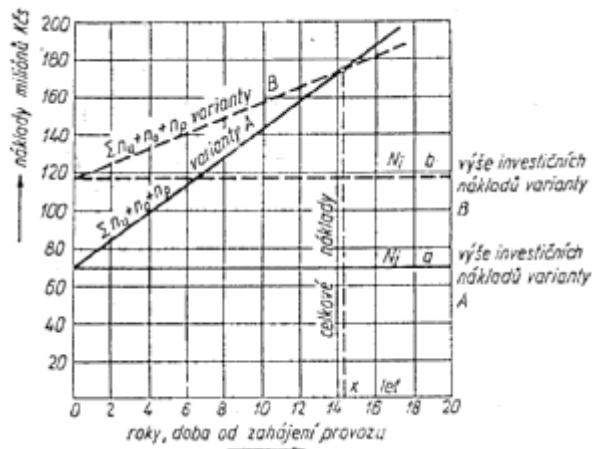


Obr. 2.7c Vyvinutie trasy
v slučke s tunelom



Obr. 2.7d Vyvinutie trasy
pomocou úvrate

Na realizáciu sa nakoniec odporučí ten variant, ktorý na základe vopred určených kritérií a metódy hodnotenia, je najlepší – optimálny. Z porovnania variantov (obr. 2.8)



v danom prípade vidieť, že napriek (alebo vďaka) vyšším investičným nákladom vo variante B (zrejme v dôsledku „veľkorysejšieho“ vynutia trasy) je variant B z dlhodobejšieho hľadiska (asi po 15 rokoch), výhodnejší.

Obr. 2.8 Porovnanie výhodnosti variantov vedenia trasy

2.2 Projektovanie železníc

Projektovanie železníc má za cieľ vypracovanie výpočtových, výkresových a písomných podkladov na vykonanie zamýšľanej novostavby, prestavby (rekonštrukcie, obnovy) alebo opravy železničných stavieb a zariadení.

Vzhľadom na široký, rozmanitý a zložitý systém vzájomne sa ovplyvňujúcich stavieb a zariadení, má projektovanie tímový charakter a vyžaduje, aby všetky jeho výsledky mali progresívny charakter a zabezpečovali bezpečnú a efektívnu prevádzku. To vyžaduje aby sa vo všetkých etapách projektovania dodržiavali zákony, všetky súvisiace technické normy (STN), rôzne odborné predpisy, vzorové listy, atď.

Výsledok projektovania závisí na erudícii a skúsenosti povereného riešiteľského tímu, od jeho všestranného (na súčasnej úrovni) technického zabezpečenia, na čase, ktorý má k dispozícii, na príprave výstavby a na správnosti a úplnosti podkladov z prieskumnej činnosti.

2.2.1 Príprava investičnej výstavby

Rozhodujúce postavenie v investičnej výstavbe má **investor**, z ktorého prostriedkov sa stavba financuje.

Investor uzatvára hospodársku zmluvu s **dodávateľom** na dodávku stavby, alebo jej časti. V prípade viacerých dodávateľov jednotlivých častí stavby preberá jeden z nich zodpovednosť za celú stavbu a plní tak funkciu **generálneho dodávateľa**.

Stavbou sa rozumie súhrn stavebných prác vrátane dodávok stavebných hmôt, dielcov, strojov a zariadení, vrátane montáže, náradia a inventára, vykonaných spravidla na súvislom mieste a čase. Účelom stavby je vybudovanie nových základných prostriedkov (novostavba), alebo zmena už existujúcich (rekonštrukcia).

Stavenisko je priestor určený na stavbu a zariadenie staveniska. Jeho obvod vymedzujú hranice **pozemkov**, ktoré dal investor na základe zmluvy k dispozícii dodávateľovi. Líniové (smerové) stavby, napr. železničná trať sa rozmerajú na pracovné úseky (približne 7 km).

Zariadením staveniska sa rozumejú dočasné objekty a zariadenia, ktoré počas realizácie stavby slúžia prevádzkovým a sociálnym účelom účastníkom výstavby.

Podľa platnej vyhlášky projektová príprava stavieb zahŕňa:

- zadanie stavby,
- projekt stavby,
- dokumentáciu skutočnej realizácie stavby.

Zadanie stavby – jej účel, základné parametre a požiadavky na užívateľské riešenie zabezpečuje investor.

Projekt stavby predstavuje súhrnné architektonické, technické, ekonomické, ekologické a výtvarné riešenie stavby, vrátane nárokov a podmienok na realizáciu stavby.

V priebehu realizácie výstavby sa spracováva **dokumentácia skutočnej realizácie stavby**, v ktorej sa uvádzajú všetky zmeny voči projektu, ku ktorým došlo v priebehu výstavby.

Dokončenú stavbu, prípadne jej časť spôsobilú na samostatné užívanie možno uviesť do prevádzky len na základe **kolaudačného rozhodnutia**, ktoré vydá stavebný úrad, ktorý vydal stavebné povolenie.

Skúšobnú prevádzku môže investor so súhlasom stavebného úradu začať pred vydaním kolaudačného rozhodnutia.

Záručná doba na stavbu trvá 1 rok po ukončení skúšobnej prevádzky.

Uvedený investičný cyklus sa uzatvára vyhodnotením stavby.

2.2.2 Prieskumné práce a podklady pre návrh stavby

Do širokého súboru prieskumných prác patria:

- **prieskumy prírodných podmienok** – inžiniersko-geologický, hydrogeologický, pôdne mechanický, z hľadiska ochrany prírody a prírodných zdrojov a iné,
- **prieskumy urbanistických a architektonických podmienok** stavby,
- **prieskum technicko-hospodársky** – napr. zásobovanie vodou, dopravných a energetických a spojovacích zariadení, miestnych zdrojov – vrátane pracovných síl a iné.

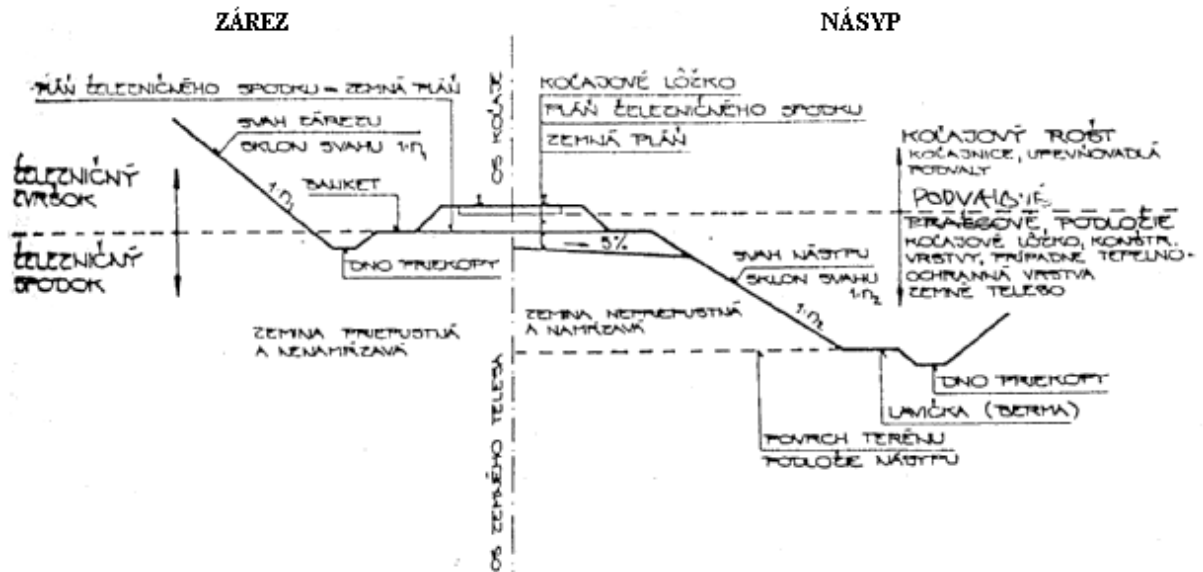
K najdôležitejším patrí **prieskum dopravy a prepravy** a podľa jeho výsledkov určenie parametrov stavby: záťaž, počty vlakov, cestujúcich, nakládky a vykládky, traťovej rýchlosti, dĺžky vlakov, dĺžky medzistaničných úsekov, počtu a dĺžky staničných koľají, smerodajného stúpania trasy a ďalších.

Do prípravy stavby patrí tiež získanie vhodných mapových podkladov na návrh trasy. Podľa štádia a podrobností rozpracovania dokumentácie sa využívajú na počiatku mierky máp M 1:200 000, M 1:50 000, M 1:25 000; pre podrobnejšie riešenia M 1:10 000, resp. 1:5000.

Treba mať na pamäti, že všetky získané údaje pred začatím stavby sa môžu počas realizácie meniť, a preto ich priebežná aktualizácia je neoddeliteľnou súčasťou vlastnej stavby.

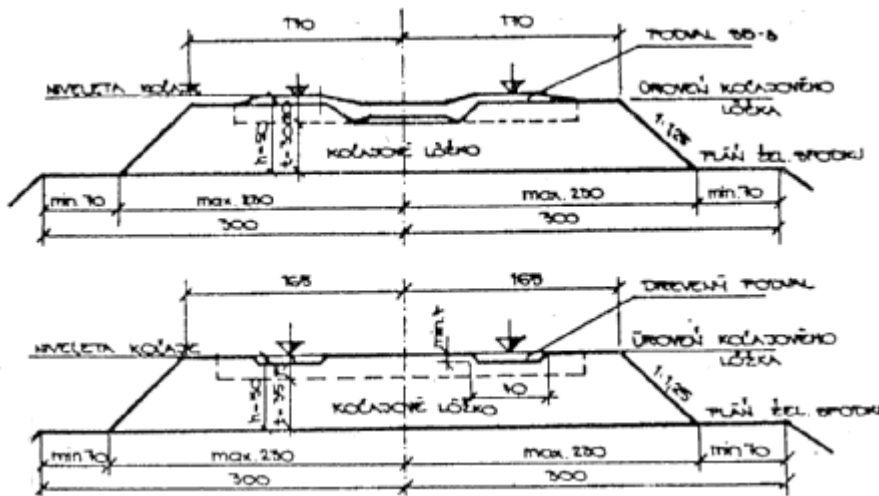
2.3 Geometrické usporiadanie koľaje

Geometrickú úpravu a konštrukčné usporiadanie koľaje na celoštátnych dráhach a vlečkách normálneho rozchodu pre rýchlosti do 160 kmh^{-1} stanovuje norma STN 736360, pre rýchlosti väčšie ako 160 kmh^{-1} služobný predpis ŽSR-S3. Základné usporiadanie a názvoslovie v priečnom reze jednokoľajnej trate je na obr. 2.9.



Obr. 2.9 Hlavné časti železničnej trate

Koľaj je tvorená z dvoch koľajníc upevnených pomocou upevňovadiel a podkladníc na podperách (napr. podvaloch), ktoré spočívajú v koľajovom lôžku (obr. 2.10).



Obr. 2.10 Konštrukčné usporiadanie, tvary a rozmery žel. zvršku na
a – betónových,
b – drevených podvaloch

Koľaj sa skladá

1. Z priamych úsekov – vodorovných,
 - klesajúcich,
 - stúpajúcich.
2. Z kruhových oblúkov – vo vodorovnej rovine, umožňujúcich zmenu smeru koľaje,
 - vo zvislej rovine, umožňujúcich prechod z jedného spádu do iného.

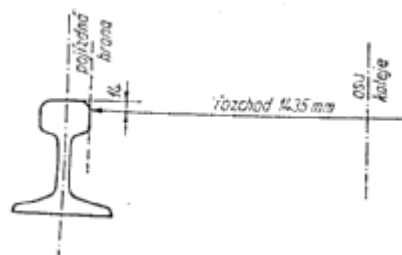
3. Z prechodníc a vzostupníc – umožňujúcich plynulý prechod z priamych úsekov do oblúkov.

Hlavné konštrukčné prvky, ktoré charakterizujú koľaj sú: - rozchod koľaje,
- smerové pomery,
- sklonové pomery.

2.3.1 Rozchod koľaje

Rozchod koľaje je vzdialenosť vnútorných (pojazdných) hláv koľajnic, meraná kolmo na os koľaje 14 mm pod temenom koľajnice (obr. 2.11).

Normálny rozchod je 1435 mm.



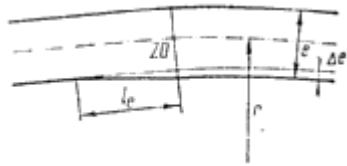
Obr. 2.11 Normálny rozchod koľaje

Normálny rozchod bol zavedený G. Stephensonom a pôvodne odvodený z konštrukcie podvozkov anglických dostavníkov 4 stopy a 8 ½ palca. Okrem normálneho rozchodu (asi 60%) je vo svete zavedených ďalších 30 druhov rozchodov, tzv. **úzke rozchody** (600 až 1067 mm) a **široké rozchody** (1524 až 1676 mm).

V oblúku s polomerom menším ako 300 m sa normálny rozchod koľaje rozširuje o **hodnotu rozšírenia** Δ_e podľa vzťahu

$$\Delta_e = \frac{7200}{r} - 24 \quad [mm]$$

a odsunutím vnútorného koľajnicového pásu ku stredu oblúka (obr. 2.12). **Max. hodnota rozšírenia je 16 mm.** Rozšírenie koľaje má za cieľ znížiť jazdné odpory a plynulý prejazd vozidiel oblúkom.



Obr. 2.12 Výbeh rozšírenia rozchodu
v oblúku bez prechodníc

Pozn.:

Dĺžka výbehu rozšírenia (l_e) závisí na riešení prechodnice Δ_e a na polomere oblúka.

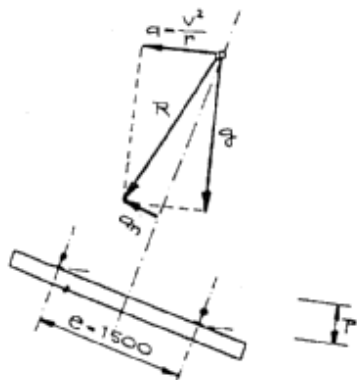
2.3.2 Smerové pomery

Na vytvorenie plynulého prechodu medzi dvoma priamymi úsekmi sa využívajú **kružnicové oblúky**. Veľkosť polomeru oblúka (r) je veľmi dôležitým parametrom, nakoľko určuje najväčšiu dovolenú rýchlosť, ovplyvňuje výber trakčných vozidiel i opotrebovanie železničného zvršku.

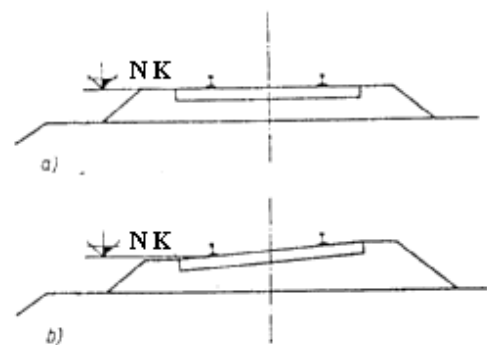
Kružnicové oblúky majú mať čo najväčšie polomery, aby sa uľahčil prejazd vozidla, nemuselo sa zriaďovať rozšírenie rozchodu, prevýšenie koľaje, vzostupnice, prechodnice, a aby aj náklady na údržbu trate v prevádzke boli čo najnižšie.

2.3.2.1 Prevýšenie koľaje

Na zníženie účinkov odstredivej sily pôsobiacej smerom do stredu oblúka sa v koľaji spravidla zriaďuje prevýšenie zvýšením vonkajšieho koľajnicového pásu voči vnútornému (Obr. 2.13), pričom **poloha vnútorného pásu je daná niveletou koľaje** (2.14).



Obr. 2.13 Pôsobenie síl v ťažisku
a prevýšenie koľaje



Obr. 2.14 Poloha nivelety v priamej (a)
koľaji a v oblúku (b)

Najväčšia hodnota prevýšenia koľaje je 150 mm.

V kružnicovej časti oblúka sa zriaďuje tzv. **teoretické prevýšenie** p_t [mm] podľa vzorca

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

Kde V ... traťová rýchlosť [kmh^{-1}]

r ... polomer kružnicového oblúka [m]

Keď vychádza hodnota teoretického prevýšenia p_t menšia ako 20 mm, koľaj sa upravuje bez prevýšenia.

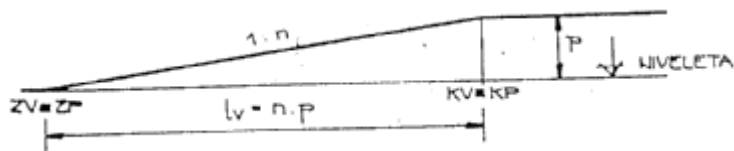
Spomínaná norma uvádza tiež prevádzkové podmienky, ktoré dovoľujú použiť aj iné hodnoty prevýšenia p_n (nižšie), p_z (znížené), p_{\min} (najmenšie).

2.3.2.2 Vzostupnica a prechodnica

A. Vzostupnica

Na plynulý výškový prechod medzi úsekom bez prevýšenia a úsekom koľaje s prevýšením sa (vo vertikálnej rovine) vytvorí vzostupnica.

Vzostupnica má v celej dĺžke jednotný sklon, ktorý je určený pomerom 1:n (obr. 2.15). Súčiniteľ n má mať hodnotu 10 V a nesmie byť menší než 300.



Obr. 2.15 Úprava vzostupnice

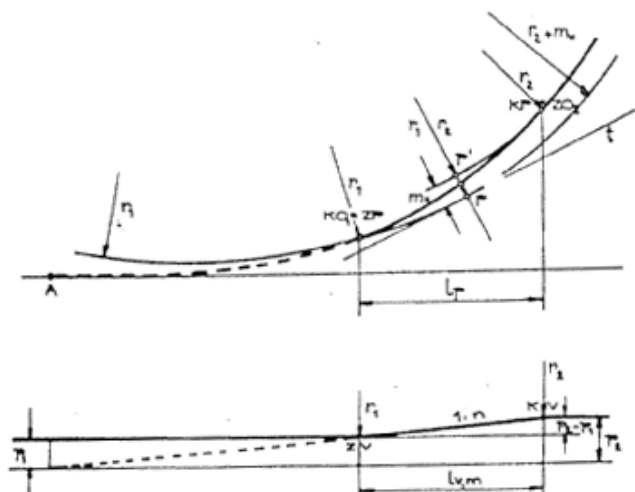
Dĺžka (krajnej) vzostupnice sa určí podľa vzťahu

$$l_v = \frac{n \cdot p}{1000}$$

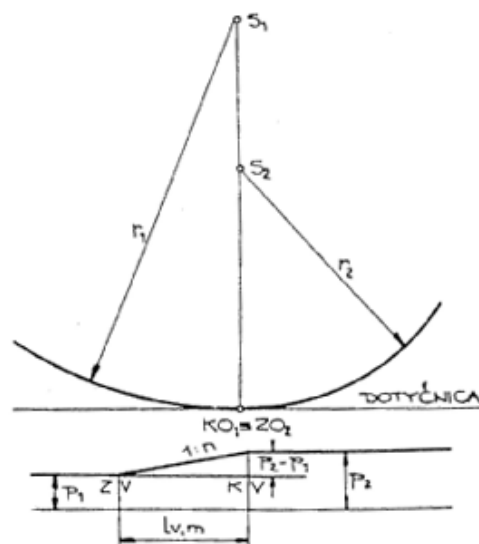
Kde l_v ... dĺžka vzostupnice v [m]

p ... prevýšenie v [mm].

Záväzné hodnoty súčiniteľa n (normálne, alebo znížené) v závislosti na traťovej rýchlosti a veľkosti prevýšenia v oblúkoch sú, rovnako ako dĺžky medziľahlých prechodníc v zložených oblúkoch (oblúk zložený z dvoch rozdielnych polomerov) – obr. 2.16, uvedené v STN 736330.



Obr. 2.16a Úprava vzostupnice v zloženom oblúku s medziľahlou prechodnicou



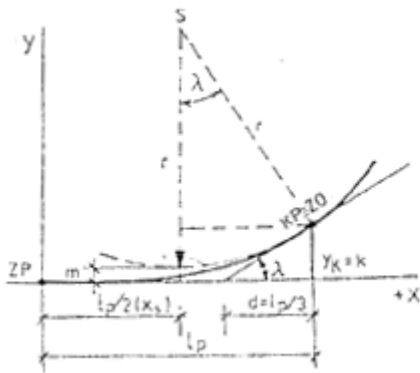
Obr. 2.16b Úprava vzostupnice v zloženom oblúku bez medziľahlej prechodnice

B. Prechodnica

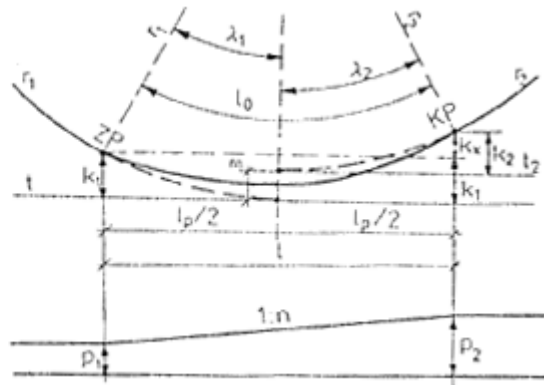
Na plynulý prechod medzi priamym úsekom koľaje a úsekom koľaje v kružnicovom oblúku (v horizontálnej rovine) sa vytvára **krajná prechodnica** (obr. 2.17a). Medzi susedné časti zloženého oblúka sa vkladá **medziľahlá prechodnica** (obr. 2.17b).

Prechodnica má tvar kubickej paraboly $y = \frac{x}{6r \cdot l_p} \cdot \gamma$.

Jej začiatok (ZP) a koniec (KP) je totožný so začiatkom a koncom vzostupnice. Koniec prechodnice je totožný so začiatkom kružnicového oblúka ($KP \equiv ZO$)



Obr. 2.17a Krajná prechodnica



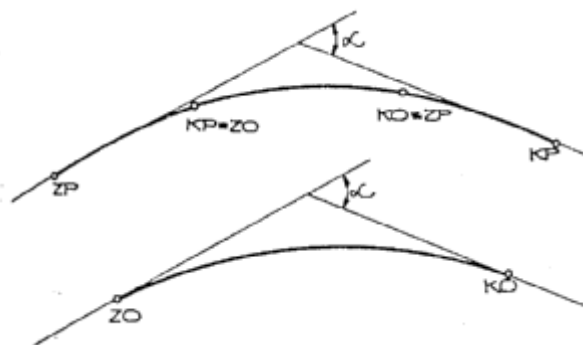
Obr. 2.17b Medziľahlá prechodnica

Prechodnicu je dovolené vynechať v stiesnených pomeroch; podrobnejšie viď STN 736330.

2.3.2.3 Kružnicové oblúky

Kružnicové oblúky umožňujú zmenu smeru koľaje. Majú mať čo najväčšie polomery, aby kládli menší odpor pri prejazde vozidla, minimalizovali bočné opotrebovanie koľajníc a náklady na údržbu koľaje.

Polomer kružnicového oblúka musí vyhovovať najväčšej dovolenej rýchlosti. Kružnicové oblúky s malým stredovým uhlom α sa upravia – ak to dovoľujú miestne podmienky – na taký veľký polomer, aby nebolo nutné ani prevýšenie a ani prechodnice (obr. 2.18a).

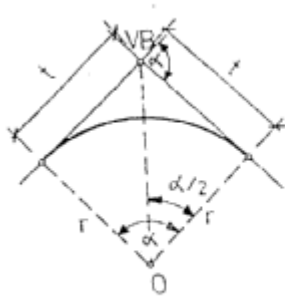


Obr. 2.18a Úprava kružnicového oblúka s malým stredovým uhlom

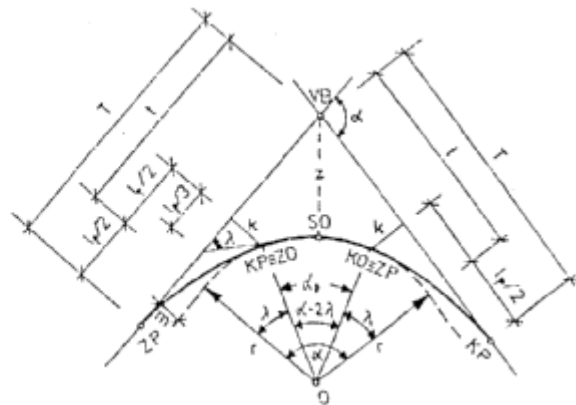
Hodnota polomeru (obr. 2.18b,c) sa volí podľa najväčšej traťovej rýchlosti a nesmie byť nikdy menšia:

- na hlavnej koľaji s traťovou rýchlosťou $V \geq 50 \text{ kmh}^{-1}$ ako 300 m,
- na tratiach s najväčšou rýchlosťou $V < 50 \text{ kmh}^{-1}$ ako 190 m.

Na tratiach s medzinárodnou osobnou prepravou a na hlavných ťahoch a elektrifikovanej prevádzke najmenej 500m, v rovinnatom území 1200 m.

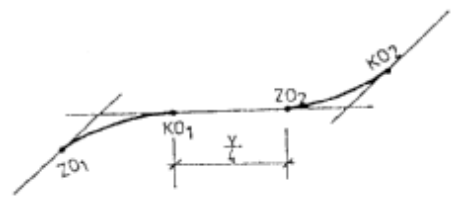
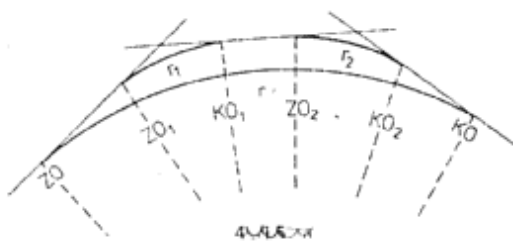


2.18b Kružnicový oblúk
bez prechodníc



2.18c Kružnicový oblúk
s prechodnicami

V úseku koľaje s oblúkom rovnakého smeru (obr. 2.19a) sa namiesto dvoch oblúkov s medziľahlou priamkou navrhuje jeden oblúk väčšieho polomeru.



Obr. 2.19 a – oblúky rovnakého, resp. b – opačných smerov

Riešenie dvoch za sebou idúcich kružnicových oblúkov rovnakého smeru (obr. 2.19b) alebo opačných smerov záväzným spôsobom určuje STN 736330.

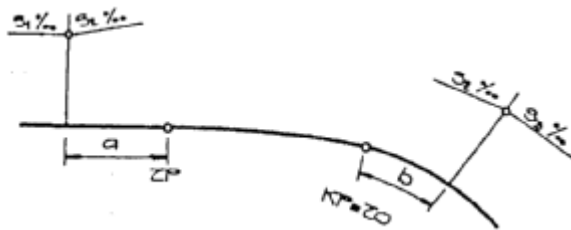
2.3.3 Sklonové pomery

Sklony (pozdĺž) trate majú byť čo najmenšie, a naopak, dĺžka vodorovných úsekov čo najdlhšia.

Maximálny sklon na širšej trati sa volí s ohľadom na maximálnu hmotnosť vlaku, navrhovanú rýchlosť a na výkon trakčného vozidla. Musí zaručovať plynulý rozjazd a bezpečné zastavenie najťažšieho vlaku na určitej dráhe – na tzv. **zábrzdnu vzdialenosť**.

Sklon trate sa udáva v promilách [‰].

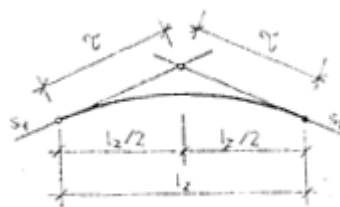
Miesto, kde sa stýkajú dva rôzne sklonené úseky koľaje, sa nazýva lomom sklonu, resp. **lomom nivelety koľaje** (obr. 2.20).



Obr. 2.20 Umiestnenie lomu nivelety.

Lom nivelety má byť podľa možnosti v priamom úseku trate. Nemá byť vo vzostupnici, a ak musí byť v oblúku, potom v takom mieste, aby jeho vzdialenosť od konca prechodnice bola čo najväčšia (v obr. 2.20 vyznačené vzdialenosti a, b).

Lomy sklonov nivelety sa zaoblujú kružnicovými oblúkmi (obr. 2.21) v závislosti na povolenej rýchlosti v danom úseku trate.



Obr. 2.21 Lom sklonu nivelety

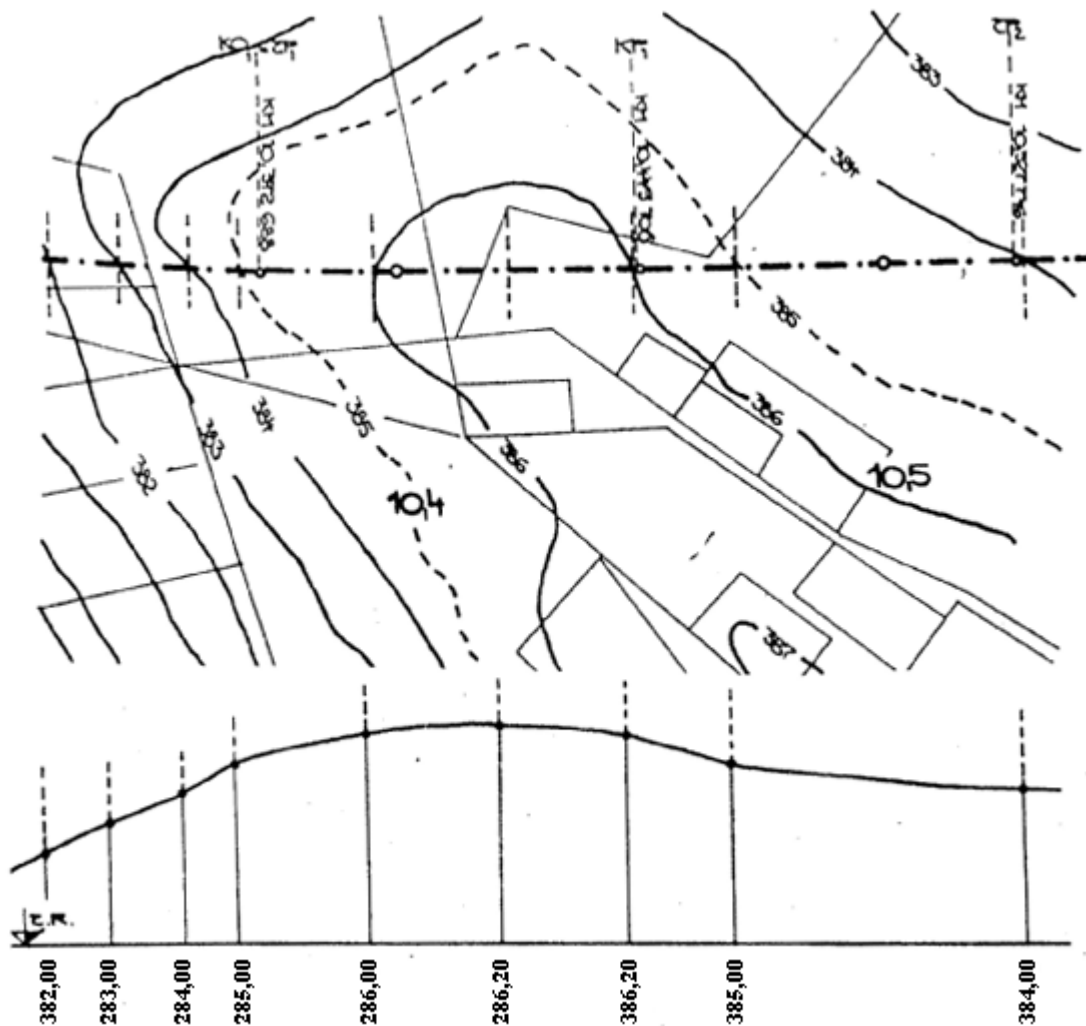
2.3.4 Pozdĺžny profil

Pozdĺžny profil zobrazujúci priebeh terénu v osi rozvinutej dĺžky trasy, s vyznačením charakteristických bodov trasy, napr. začiatkov a koncov prechodníc, oblúkov a iných bodov od začiatku úseku, s presnosťou na [mm] – tzv. **staničenie trasy** a priebeh nivelety koľaje (viď. 2.321, obr. 2.14) je nevyhnutný pre konečné posúdenie a návrh železničnej trasy.

Konštruuje sa v rovnakej dĺžkovej mierke ako návrh trasy M 1:1000 (2000) a rozdielnou mierkou výšok 1:100 (200), t. j. stručne zapísané - v mierkach M 1:1000/100, resp. 1:2000/200.

Základom konštrukcie pozdĺžneho profilu je vhodne zvolená **porovnávacia rovina**. Jej výška sa volí tak, aby v najnižšom mieste vedenia nivelety a terénu bol dostatočný priestor na popis kót nivelety a terénu.

Do takto pripravenej, dĺžkovo i výškovo členenej osnovy sa vynášajú kóty priesečníkov osi trasy s vrstevnicami (obr. 2.22a).



Obr. 2.22a Konštrukcia priebehu terénu v osi koľaje

Spojnicia týchto bodov udáva priebeh terénu v osi projektovanej trate. Takto znázornený priebeh terénu je podkladom pre návrh sklonových pomerov trate.

Konečné riešenie vyžaduje podľa potreby výpočet podrobných bodov nivelety v jednotlivých priečných profiloch vo vzdialenostiach po 20 m, vo všetkých bodoch ZP, KP, ZO, SO (stred oblúka) KO, lomy sklonov a v nulových bodoch, t. j. v miestach, kde zemné teleso prechádza z násypu do výkopu (a naopak). V konečnom riešení sa vyznačia typy a spôsob založenia objektov, poloha priekop a odvodnenie. Podľa potreby sa do pozdĺžneho profilu vyznačuje aj geologická štruktúra územia atď.

Údaje o teréne a podloží sa kreslia čierne, všetky navrhované zmeny (stavby a zariadenia) červene (obr 2.22b).

2.4 Priestorové usporiadanie trate

Priestorové usporiadanie trate (koľaje), jej základné rozmery a umiestnenie objektov a pevných zariadení na trati je unifikované a záväzné stanovené v STN 280315.

Priestorovú úpravu trate určujú:

- prechodný prierez
- obrys vozidla,
- ložná miera,
- voľný schodný a manipulačný priestor.

Rozhodujúcim pre usporiadanie trate je **prechodný prierez**, ktorým sa rozumie obrys obrazca v rovine kolmej na os koľaje, ktorého os je kolmá na spojnicu temien koľajníc (TK) a prechádza osou koľaje.

Obrys pre vozidlá je obrys obrazca, do ktorého osi a kolmo na os koľaje je vpísaný obrys vozidla, t. j. menší ako prechodný prierez.

Ložná miera je zhodná s obrysom vozidla a v hornej časti vymedzuje priestor na uloženie nákladu.

Voľný schodný a manipulačný priestor je priestor medzi stavbami, trvalými skládkami a zariadeniami a prechodným prierezom, ktorý musí byť zachovaný na bezpečný pohyb pracovníkov počas prevádzky.

ÚZEMNÁ EVIDENČNÁ JEDNOTKA

CAHOKA

CESTA

POZDĽZNÝ PROFIL KOLAJOU č. 1

KM 10,000⁰⁰⁰ - 11,099⁹⁹²

MIERKA 1:1000/100

OBJEKTY

FRIEKOPY

- ČIHOSTRANNÁ
- PRÁHOSTRANNÁ
- - - OBOJSTRANNÁ

TRATHOV

- OBOJSTRANNÁ

SONDY

KÓTY NIVELETY

KÓTY TERÉHU

POHOVŇAVÁCIÁ ROVIHOA

STÁHOIČENIE V KM

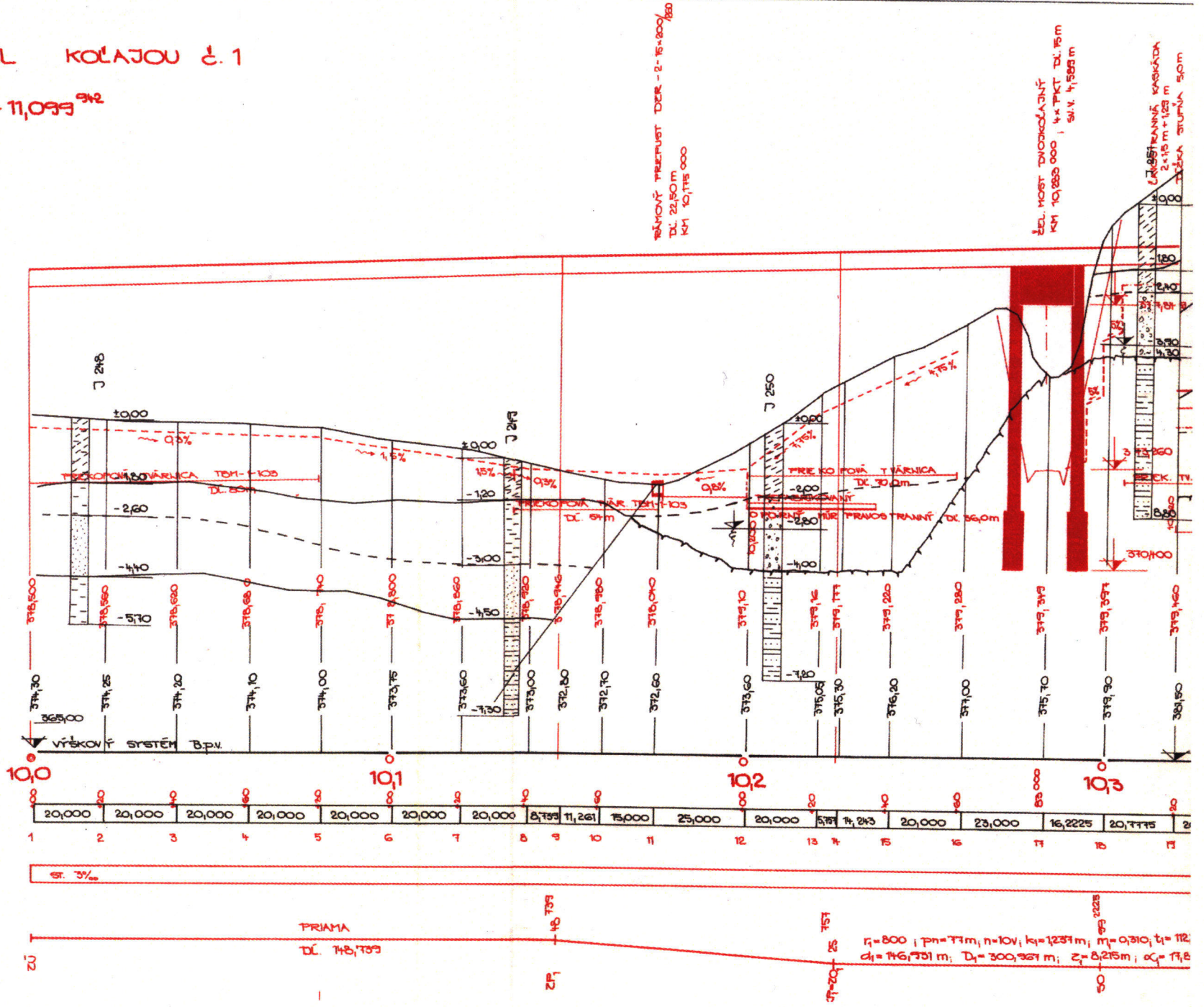
VEDIÁHOENOSŤ PROFILU

FRIEČHOE PROFILY

ČÍSLO PROFILU

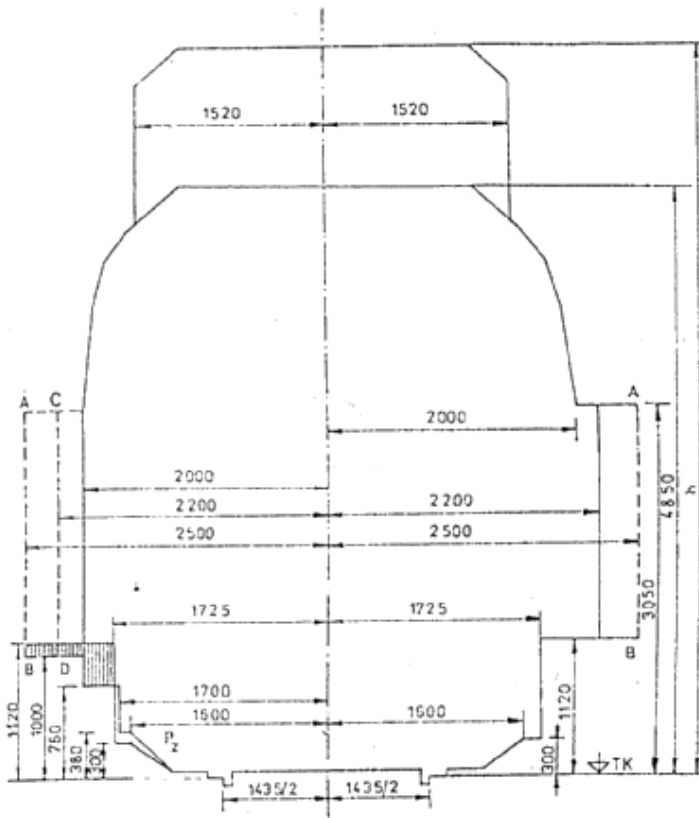
SKLONOÉ HOEERY

SHEROVÉ HOEERY



2.4.1 Prechodný prierez

Priestorové usporiadanie koľaje sa postupne menilo a vyvíjalo. Platný prechodný prierez UIC/OSŽD na ŽSR s označením PpC/1-SM pre rozchod koľaje 1435 mm v priamej a v oblúku s polomerom väčším ako 4000 m bez prevýšenia je na obr. 2.23.



Obr. 2.23 Prechodný prierez

Výška prechodného prierezu PpC/-SM je 4850 mm a na elektrifikovanej trati s nadstavcom (určuje polohu trolejového drôtu) 7000 mm.

Tvary a rozmery na ľavej strane platia pre hlavné koľaje a na pravej pre ostatné koľaje v staniaciach.

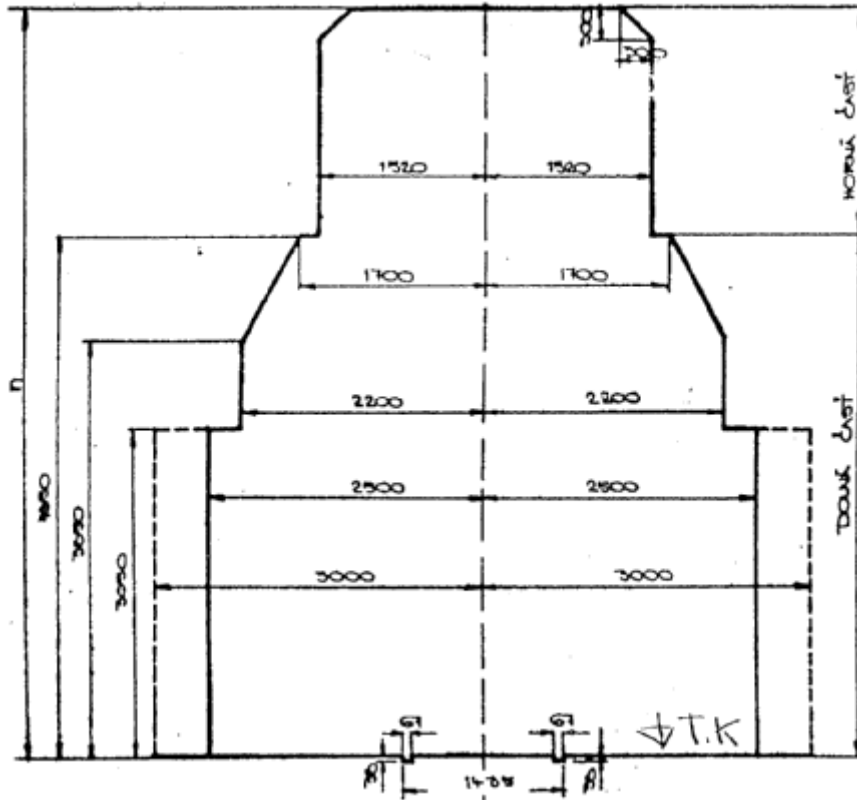
Rozšírenie prechodného prierezu v oblúkoch a výnimky tých zariadení, alebo ich častí, ktoré môžu do prierezu zasahovať sú podrobne určené STN.

Pre súbežné koľaje v priamej postačuje ich osová vzdialenosť 4000 mm. Z praktických príčin STN určuje osovú vzdialenosť koľají takto:

- na širšej trati v priamej a v oblúku s polomerom väčším ako 4000 m musí byť osová vzdialenosť aspoň 4000 mm (výnimočne 3750 mm),
- v oblúku s polomerom menším ako 4000 m, medzi železničnými stanicami jednotne v priamych úsekoch i vo oblúkoch takto:
 - $r \geq 700$ m na 4100 mm
 - $350 \text{ m} \leq r < 700$ m na 4200 mm
 - $r < 350$ m na 4300 mm.

2.4.2 Mostný a tunelový prechodný prierez

Mostný prechodný prierez pre jednu koľaj s rozchodom 1435 mm na širšej priamej trati a v oblúku s polomerom väčším ako 4000 m bez prevýšenia je na obr. 2.24.



Pozn.: Tvar a rozmery prechodného prierezu pre dve koľaje, tzv. združený mostný prechodný prierez určuje STN 280315.

Obr. 2.24 Mostný prechodný prierez

Tunelový prechodný prierez pre jednokoľajné tunely je totožný s mostným prechodným prierezom (obr. 2.23). Najmenšia výška **h** je bez ohľadu na dĺžku tunela:

- na elektrifikovaných tratiach 6000 mm (výnimočne 5800 mm),
- na neelektrizovaných tratiach 4580 mm.

Ochranné pásmo dráhy po oboch stranách od osi koľaje, do ktorého až na výnimky nesmú zasahovať iné objekty, je 30 m.

2.5 Železničný zvršok

Železničný zvršok (obr. 2.9;10) je konštrukcia dráhy koľajových vozidiel, vytvorená z koľajnic, upevňovadiel drobného koľajiva, koľajnicových podpier a koľajového lôžka. Jeho úlohou je niesť a viesť koľajové vozidlá.

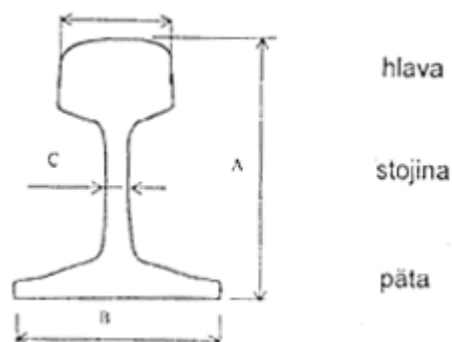
Železničný zvršok má byť jednoduchý a má sa skladať z malého počtu súčastí. Má umožňovať jednoduchú montáž, stavbu a rekonštrukciu, ľahkú opravu smerovej a výškovej polohy koľaje, a rýchlu výmenu jednotlivých opotrebovaných a poškodených súčastí vplyvom prevádzky.

2.5.1 Koľajnice

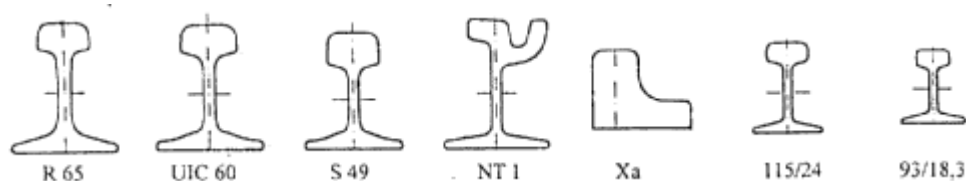
Koľajnica je základnou súčasťou jazdnej dráhy. Prenáša zaťaženie od koľajových vozidiel, tzv. **nápravový tlak** na podpery. Koľajnice sú najviac a najzložitejšie namáhanou a opotrebovávanou časťou železničného zvršku. Preto použitý typ koľajnic musí zodpovedať určenému prevádzkovému zaťaženiu (rádu) koľaje.

Tvar prierezu koľajnice, ktorý prešiel dlhým vývojom sa skladá z hlavy, stojiny a päty (obr. 2.25)

Obr. 2.25 Hlavné časti koľajnice



V sieti ŽSR je vďaka „dedičstvu“ historického vývoja stále ešte asi 20 rôznych typov koľajnic (obr. 2.26)



Obr. 2.26 Tvary niektorých typov koľajnic

Najčastejšie používané, tzv. širokopätné koľajnice staršieho (A, T) a novšieho prevedenia (S49, R65, UIC60) a niektoré údaje o nich, sú uvedené v v tab. 2.1:

Tab. 2.1

Typ	Rozmery v [mm]				Plocha prierezu [cm ²]	Max. modul odporu [mm ³].10 ⁻³	Hmotnosť kgm ⁻¹	Dĺžka [m]
	Výška	Šírka						
		päty	stojiny	hlavy				
A	140	112	14	68	56,60	205	44,35	15/20
T	150	128	15	64,5	63,68	242	49,71	25
S49	149	125	14	67	62,48	240	49,43	25
R65	160	150	18	75	82,92	363	64,98	20/25
UIC60	172	150	18	72	76,86	336	60,34	25

Koľajnice sa spájajú za sebou do koľajnicových pásov buď koľajnicovými spojkami, vtedy vznikne **styková koľaj**, alebo sa navzájom zvaria v tzv. **bezstykovú koľaj**.

Použitý tvar koľajnice určuje aj názov **sústavy železničného zvršku**, napr. sústava tvaru S49, R65, UIC60 atď.

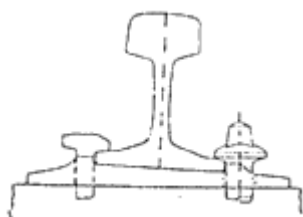
V oblúkoch sa na dosiahnutie kolmosti stykov (s max. odchýlkou ± 25 mm), používajú skrátené koľajnice odstupňované po 50 mm.

2.5.2 Upevnenie koľajnic

Upevnenie koľajnic k podperám (priečne podvaly, pozdĺžne podvaly, doskové konštrukcie a iné) je dôležitým prvkom konštrukcie železničného zvršku. Vývoj upevnenia prešiel a aj v súčasnosti prechádza veľkými zmenami. Upevnenie musí byť dostatočne tuhé, pružné, stabilné a jednoduché, s minimálnymi nákladmi na údržbu.

Podľa prevedenia sa rozdeľuje na:

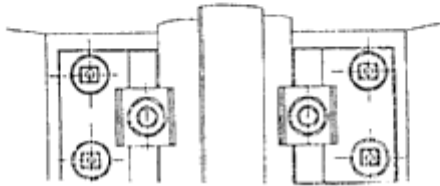
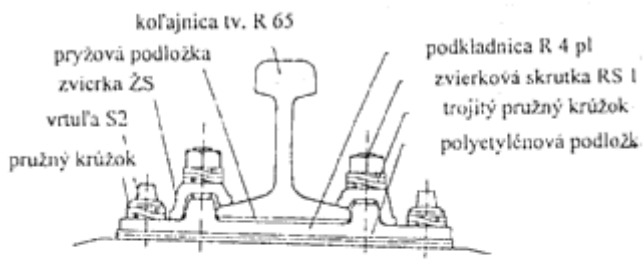
- **priame upevnenie** (obr. 2.27a) – päta koľajnice je na podval upevnená klincami, alebo



Obr. 2.27a Priame upevnenie koľaje

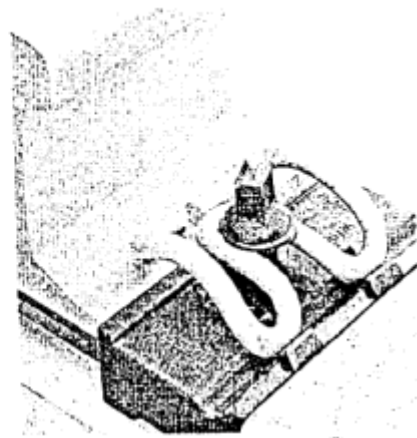
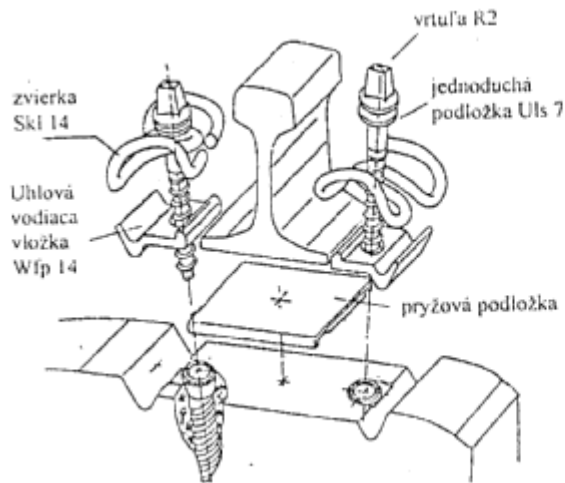
tzv. vrtuľami (vrtmi) priamo alebo aj s podkladnicou (podložkou). Priamy spôsob upevnenia je starší a vyskytuje sa väčšinou na úzkorozchodných tratiach.

- **nepriame upevnenie** (obr. 2.27b) v rôznom prevedení na drevených a betónových podvaloch má podkladnicu k podvalom upevnenú vrtuľami (klincami). K takto upevnenej podkladici je päta koľajnice pripravená zvierkami.



Obr. 2.27b Nepriame upevnenie koľaje železničného zvršku R65 na betónových podvaloch

K moderným a progresívnym spôsobom upevnenia patrí tzv. **pružné upevnenie** (obr. 2.27c)

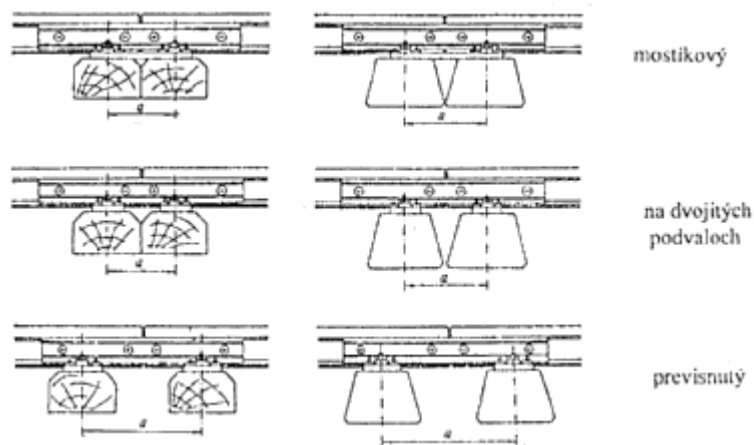


Obr. 2.27c Pružné (priame) upevnenie koľajníc železničného zvršku UIC60 na betónových podvaloch

2.5.3 Koľajnicový styk

Koľajnicový styk zabezpečuje spojenie susedných koľajníc v jednom koľajnicovom páse.

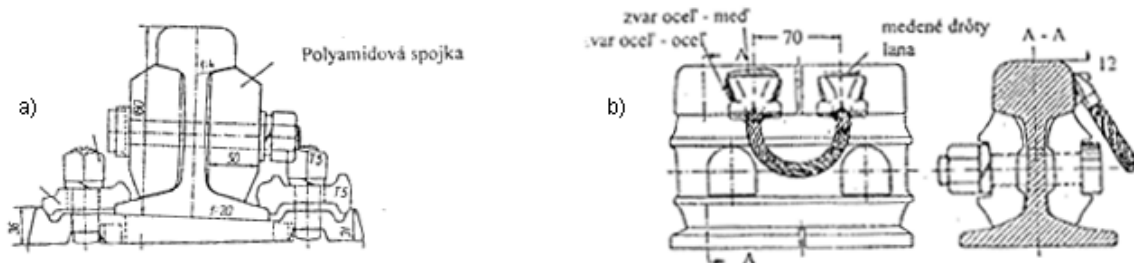
Osová vzdialenosť podvalov v koľajnicovom styku (a) závisí na tvare použitého podvalu a druhu koľajnicového styku, ktorý môže byť **môstkový**, na **dvojitých podvaloch** alebo **previsnutý** (obr. 2.28).



Obr. 2.28 Druhy koľajnicového styku

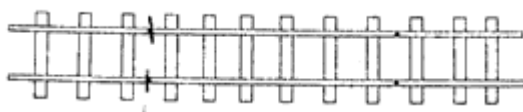
Koľajnicový styk zaisťuje plynulosť jazdy a dilatáciu (pohyb) koľajníc vplyvom zmeny teploty. Šírka dilatačnej škáry nemá byť väčšia ako 20 mm.

V koľaji (nielen) elektrifikovaných tratí sa z technických a prevádzkových dôvodov robia tiež izolované obvody s izolovaným stykom (obr. 2.29a), resp. koľajnicové styky elektrovodivé (obr. 2.29b).



Obr. 2.29 Izolovaný styk s polyamidovými spojkami (a), styk vodivý (b)

V koľaji sú (obr. 2.30) oba styky koľajníc situované kolmo proti sebe, resp. s maximálnou odchýlkou 25 mm.



Obr. 2.30 Protiľahlý koľajnicový styk

2.5.4 Bezstyková koľaj

Dilatačné styky boli od začiatku právom považované za najslabšie miesta v koľaji – zvyšujú hlučnosť, opotrebovanie vozidiel, koľajníc, náklady na údržbu koľaje atď. Zistenie, že zmena dĺžky koľajnice v dôsledku zmien teploty v koľaji nie je priamoúmerná jej dĺžke, viedlo k zavedeniu bezstykovej koľaje.

Bezstyková koľaj je koľaj bez stykov a dilatačných škár. Jednotlivé koľajnice sú zvarené a vytvárajú dlhé koľajnicové pásy. Aby nebola napätiami, ktoré v nich vznikajú narušená geometrická poloha koľaje, musí mať koľaj dostatočnú stabilitu voči pozdĺžnemu a priečnemu posunutiu (vybočeniu).

Stabilita koľaje sa dosahuje správne dotiahnutými upevňovadľami koľajníc k podperám, zvýšeným počtom podvalov a ich riadnym podbitím v koľajovom lôžku.

2.5.5 Podpery koľajníc

Podpery koľajníc prenášajú zaťaženie z koľajníc do koľajového lôžka a zabezpečujú vzájomnú polohu koľajnicových pásov v predpísanom rozchode.

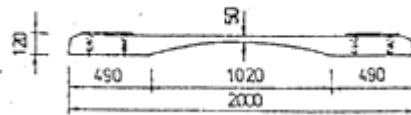
Podperami koľajníc môžu byť:

- ojedinelé podpery
- pozdĺžne podvaly
- priečne podvaly
- doskové konštrukcie.

Ojedinelé a pozdĺžne podvaly sa používajú len výnimočne, napr. pri montážnych jamách v opravárenských závodoch, rušňových depách a pod.

Najrozšírenejšie na železničiach v celom svete sú podvaly priečne. Poloha koľaje je na nich dostatočne stabilná, veľmi dobre sa na nich udržuje výšková a smerová poloha koľaje, ľahko ich možno napr. po opotrebovaní (aj jednotlivo) vymeniť, atď.

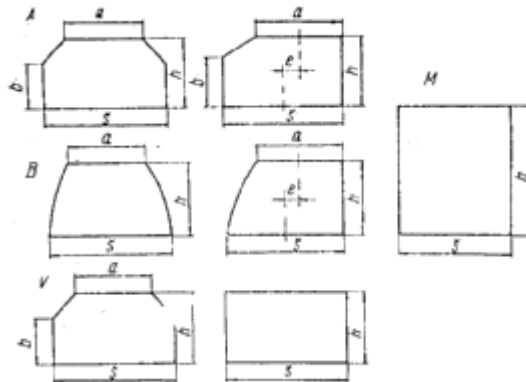
Doskové konštrukcie sú posledným vývojovým stupňom snahy zvýšiť stabilitu koľaje, roznášanie nápravových tlakov kolies do koľajového lôžka a jeho ochranu pred zrážkovou vodou a nečistotami. Používajú sa zatiaľ skôr výnimočne a väčšina je zatiaľ v štádiu skúšok (obr. 2.31).



Obr. 2.31 Škrupinová doska z predpätého betónu s rozmermi 2 x 12,5 m

Podvaly sa najskôr vyrábali z dreva, neskôr z ocele a betónu. Každý z uvedených materiálov má svoje prednosti a nedostatky, napr. nedostatok vhodného dreva, trvanlivosť, cena atď.

Drevené podvaly sa vyrábajú prevažne z tvrdého dreva (buk, dub) a impregnujú sa. Rozmery typizovaných priečných drevených podvalov a mostníc (tab. 2.2), ich tvarov (obr. 2.32), označovanie druhu dreva (tab. 2.3) a priemerné hmotnosti sú (tab. 2.4) nasledujúce:

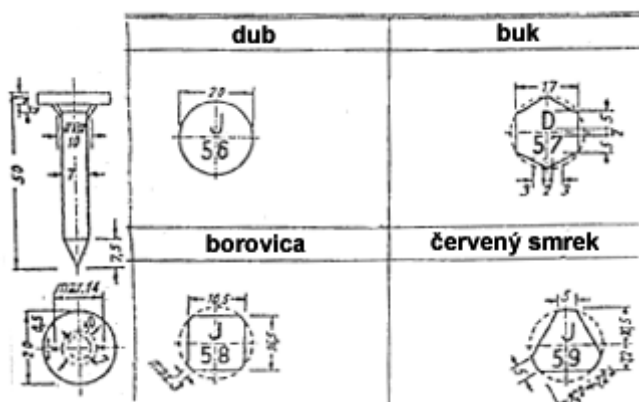


Obr. 2.32 Priečne rozmery podvaloch a mostníc

Tab. 2.2 Rozmery typizovaných drevených podvalov

Označenie pražca	Rozmery					
	a	b	h	e	š	dĺžka
	mm					
1A	160	100	150	-	260	2600
2A	150	100	150	-	240	2600
3A	150	100	150	-	200	2600
1A	180	100	150	35	250	2600
2A	170	100	150	30	230	2600
1B	160	-	150	-	250	2600
2B	150	-	150	-	230	2500
3B	150	-	150	-	200	2500
1B	180	-	150	35	250	2600
2B	170	-	150	30	230	2500
výhybkové	190	100	150	-	250	1900 až
	150	100	150	-	250	4700
	300	-	150	-	300	4700
	250	-	150	-	250	4700
mostnice	-	-	240	-	240	2400
	-	-	260	-	240	2400

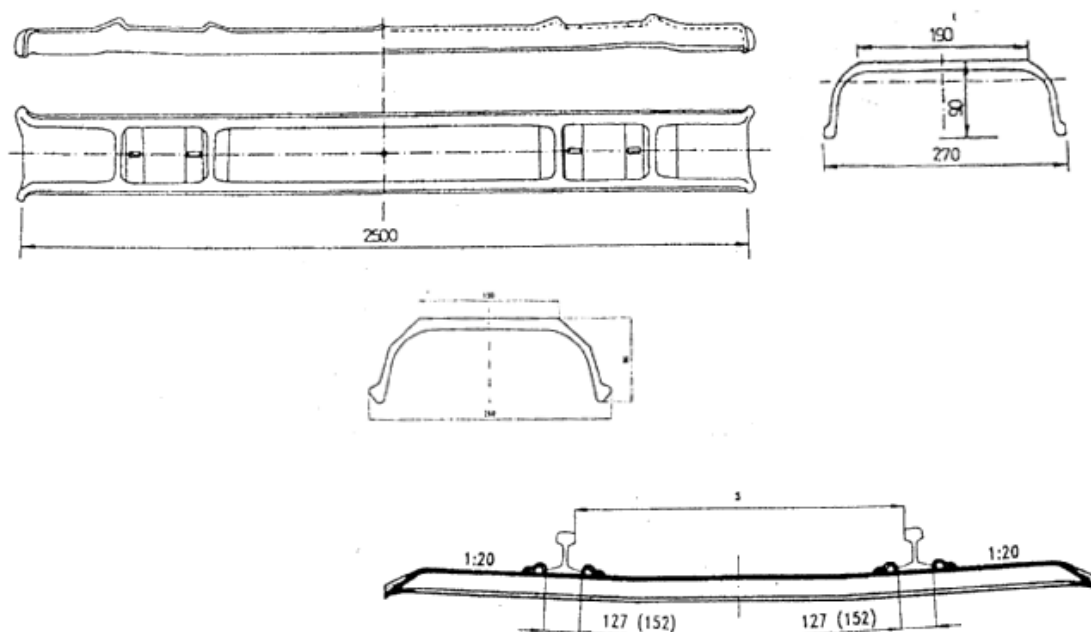
Tab. 2.3 Tvary a rozmery značkových klinec



Tab. 2.4 Priemerná hmotnosť impregnovaných drevených podvalov

Drevina	Priemerná hmotnosť impregnovaného dreveného podvalu tovaru				
	1A, 1B	2A, 2B	3A, 3B	IV	
				dl. 180 cm	dl. 160 cm
[kg]					
dub	85	79	64	41	38
buk	85	79	64	41	38
borovica	68	63	45	29	27
smrek	60	56	52	32	30

Oceľové podvaly sa pre veľkú hlučnosť a spotrebu ocele používajú iba výnimočne. Vyrábajú sa v niekoľkých tvaroch, napr. tvaru T3, UIC 865/2-1 upevnením Pandrol (obr. 2.33) a iné.

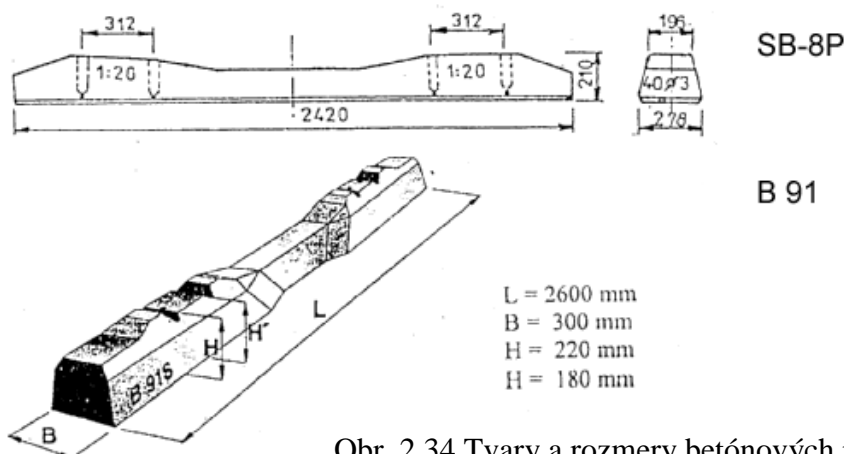


Obr. 2.33 Oceľový podval tvar T3 a UIC 865/2-1

Betónové podvaly sa začali u nás používať v roku 1950. Postupnosť ich vývoja sa prejavuje vo veľkom množstve rôznych tvarov, napr. PAB 2a, DOSTA, PB 2, SB 3, 4, 5, 6 atď.

Z novších typov betónových podvalov (obr. 2.31) sú to napr.:

- SB-8P monolitický podval z predpätého betónu, pre podkladnicové upevnenie, pre rýchlosť do 160 kmh^{-1} , $m = 260 \text{ kg}$,
- B 91 monolitický podval z predpätého betónu, pre bezpodkladnicové upevnenie, pre rýchlosť do 200 kmh^{-1} , $m = 312 \text{ kg}$.



Obr. 2.34 Tvary a rozmery betónových podvalov SB-8P a B91

Trvanlivosť (životnosť) betónových a oceľových podvalov je uvedená v tab. 2.5.

Tab. 2.5 Životnosť betónových a oceľových podvalov

Priemerná trvanlivosť (životnosť) podvalov		
oceľových	železobetónových (rokov)	z predpätého betónu
60	30-40	45-60

Vzdialenosti podvalov v koľaji (ich hustota – tzv. rozdelenie) sú záväzne určené v STN a záležia na druhu a type podvalov a zaradení trate podľa jej prevádzkového zaťaženia.

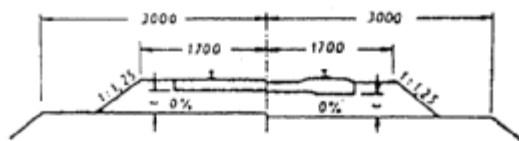
2.5.6 Koľajové lôžko

Koľajové lôžko (obr. 2.9), má rovnomerne roznášať zaťaženie z koľaje na plášť železničného spodku, má byť pružné, odolávať mechanickému opotrebovaniu, klimatickým zmenám (zmenám teploty, zrážkam), umožňovať kvalitnú a ekonomickú údržbu, smerovú a výškovú úpravu geometrickej polohy koľaje, atď.

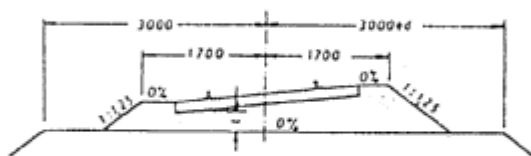
Najvhodnejším materiálom, ktorý spĺňa uvedené nároky je štrk z vyvretých hornín (čadič, andezit). Na širšej trati sa používa štrk frakcie 16/63 a pod výhybkami frakcie 16/32.

Správna funkcia koľajového lôžka závisí na:

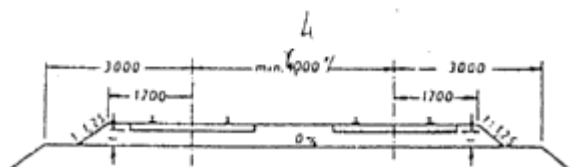
- na jeho tvare (obr. 2.35),
- hrúbke pod úložnou plochou podvalu (min. 30 cm),
- na kvalite zhutnenia a podbitia podvalov.



a) jednokoľajná trať - koľaj v priamej bez prevýšenia



b) jednokoľajná trať - koľaj v oblúku s prevýšením



c) dvojkolejová trať - koľaje v priamej bez prevýšenia

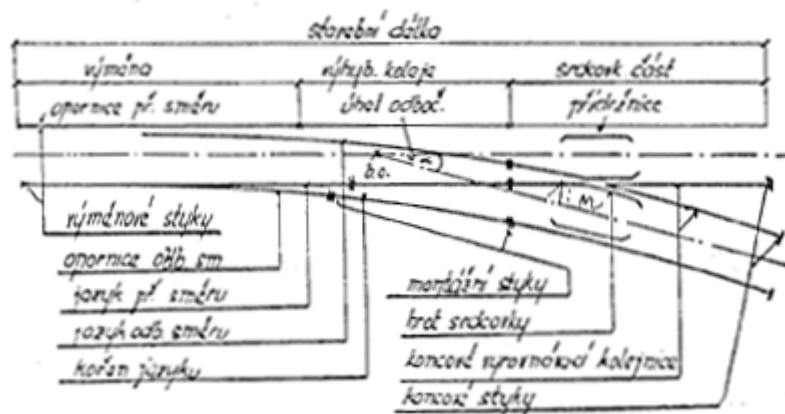
Pozn.: V železničných staniách sa v istých prípadoch využíva tzv. zapustený tvar koľajového lôžka, v prevedení podobnom ako je na obr. 2.35c.

Obr. 2.35 Tvar koľajového lôžka na tratiach ŽSR.

2.5.7 Výhybky

Výhybky sú dôležitou súčasťou železničného zvršku. Umožňujú plynulý prechod koľajových vozidiel z jednej koľaje na druhú. Plynulosť prejazdu výhybkou závisí na jej konštrukčnom usporiadaní, uložení v koľaji, technickom stave, údržbe atď.

V sieti ŽSR je mnoho rôznych konštrukcií a typov výhybiek. V jednoduchej výhybke (obr. 5.36) odbočuje z hlavného priameho smeru odbočný smer s polomerom r pod uhlom odbočenia α , alebo (novšie označovanie) pomerom 1:n.



Obr. 2.36 Konštrukčné usporiadanie jednoduchej výhybky

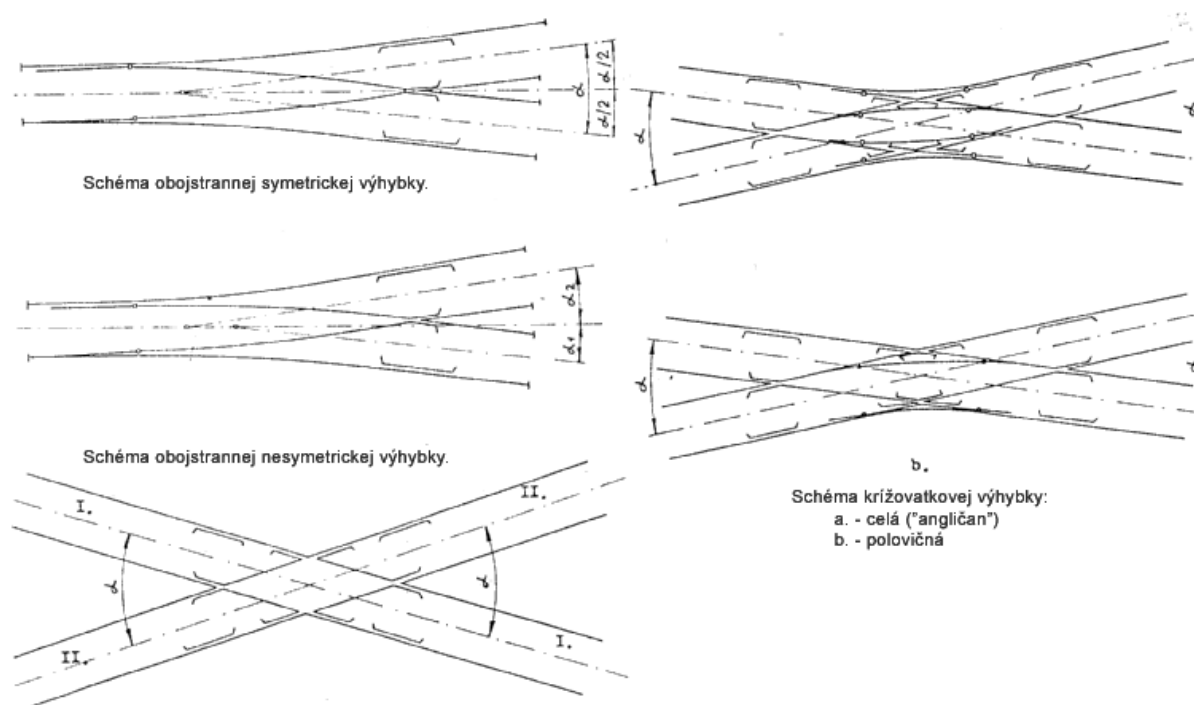
Jednoduchá výhybka sa skladá z troch častí:

- **výměny**, v ktorej sa rozvetvuje priamy smer do dvoch koľají,
- **výhybkových koľají** priameho a odbočného smeru, spájajúcich výmenu so srdcovkovou časťou,
- **srdcovkovej časti** – jej podstatnou časťou je **srdcovka**, v ktorej sa pretína vnútorný koľajnicový pás priameho smeru s vonkajším pásom odbočného smeru.

Výměnové a koncové styky slúžia na pripojenie výhybky ku priľahlým koľajám. Montážne styky spájajú navzájom tri časti výhybky.

Na obrázku 2.36 je jednoduchá výhybka pravá. Vtedy, keď z pohľadu pozorovateľa od výměny k srdcovke odbočuje smer vľavo, jedná sa o výhybku ľavú.

Na obr. 2.37 sú schematicky znázornené niektoré zložitejšie typy výhybiek, určené na rozvetvenie koľají v železničných staniciach.

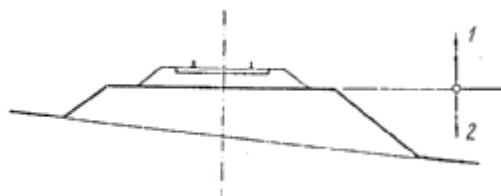


Obr. 2.37 Niektoré zložitejšie tvary výhybiek

Jednoduché výhybky s uhlom $\alpha < 5^\circ$, resp. pomerom menším ako 1:12 a polomerom odbočenia $r > 500$ m sa nazývajú štíhlymi. Používajú sa tak, ako aj väčšina tzv. oblúkových výhybiek (oba ich smery sú v oblúkoch v koľajách postavených, alebo rekonštruovaných na vyššiu rýchlosť trate (VRT) ako 120 kmh^{-1}).

2.6 Železničný spodok

Železničná trať sa skladá (obr. 2.9, resp. prehľadnejšie obr. 2.38) zo železničného spodku a železničného zvršku.



Obr. 2.38 Konštrukcia železničnej trate 1-žel. zvršok, 2 – žel. spodok

Železničný spodok je inžinierska konštrukcia vybudovaná v najväčšej časti stavebnou úpravou terénu. Je tvorený zemným telesom a umelými stavbami. Konštrukcia železničného spodku, jeho tvary a rozmery, požadovaná únosnosť a stabilita sú rozhodujúce pre zaistenie trvalej geometrickej polohy koľaje, a tým aj bezpečnosti a plynulosti železničnej prevádzky.

Stavba a údržba železničného spodku sa riadi podľa predpisu S4 železničný spodok.

2.6.1 Zemné teleso

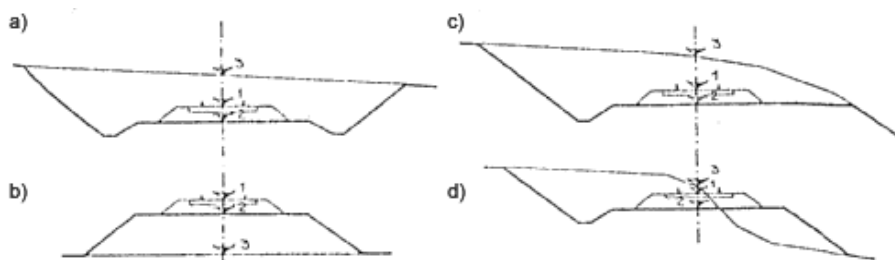
Základnou zložkou železničnej trate je zemné teleso. Hlavné požiadavky na zemné teleso sú:

- musí byť pevné (stabilné), nepodliehať zmenám (sadanie), nepodliehať pôsobeniu zrážkových a podzemných vôd a zaťaženiam od prevádzky,
- má byť vybavené zariadeniami na odvodnenie vody,
- má byť navrhnuté tak, aby jeho výstavba a údržba umožňovala použitie výkonnej mechanizácie (nakolko práve tieto náklady predstavujú jednu z najväčších položiek).

2.6.1.1 Tvar zemného telesa

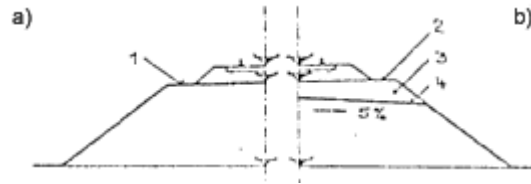
Tvar zemného telesa sa navrhuje podľa požiadaviek železničnej prevádzky s ohľadom na vlastnosti materiálu, z ktorého je vybudované a podľa únosnosti podložia, na ktorom je teleso zriadené (založené). Okrem toho tvar zemného telesa v rozhodujúcej miere závisí na vzájomnej polohe terénu (3) a nivelety koľaje (1) – obr. 2.39.

Zemné teleso je tvorené zárezmi vyhlbenými v teréne (obr. 2.39a), násypmi vybudovanými obyčajne z hornín vyťažených v zárezoch (obr. 2.39b), odrezmi (obr. 2.39c) a kombináciou odrezu a násypu (obr. 2.39d).



Obr. 2.39 Tvary zemného telesa

Ak je zemné teleso tvorené zo zeminy priepustnej a nenamrzavej, je pláň železničného spodku totožná so zemnou pláňou (obr. 2.40a). Vtedy, keď je zemné teleso vybudované zo zemín nepriepustných a namrzavých, zriaďuje sa pod štrkovým lôžkom priepustná podkladná vrstva (prípadne viaceré vrstvy), ktorá sa ukladá na zemnú pláň (obr. 2.40b).



Obr. 2.40 Časti násypu

- 1 – pláň železničného spodku, totožná so zemnou pláňou
 2 – pláň zemného telesa, 3 – podkladná vrstva, 4 – zemná pláň.

Pláň železničného spodku je buď vodorovná, alebo sklonená (- v tých úsekoch, kde je treba jej dokonalejšie odvodnenie). Šírka pláne závisí na jej sklone, úprave koľajového lôžka (nezapustené, zapustené), počte koľají a polomere oblúkov (rozšírenie).

V priamej trati normálneho rozchodu je stanovená šírka pláne 6,00 m.

Na dvojkolajnej, resp. viackolajnej trati je šírka pláne železničného spodku daná súčtom vzdialeností osí koľají a vzdialenosti hrán banketov od osi krajnej koľaje.

2.6.1.2 Materiál zemného telesa

Vhodnosť zemín alebo hornín použitých pre stavbu zemného telesa sa posudzuje pri geologickom prieskume

- *zeminy* (tab. 2.6) – Materiály na zemné teleso tvoria: skladajú sa z troch súčastí (pevné častice, voda, vzduch), ktorých vzájomný pomer ovplyvňuje ich fyzikálne vlastnosti.

Zeminy sa rozdeľujú na:

- **nesúdržné zeminy** (sypké, nekohézne):

- dobrý stavebný materiál,
- tvorené sú z úlomkov pevných hornín skalného podkladu,
- vylučujú možnosť plastických deformácií,

- **súdržné** (kohézne):

- obsahujú väčšie množstvo ílových súčastí,
- ich mechanické vlastnosti sa menia v závislosti na výške vody v póroch; s pribúdajúcou vodou sa stávajú plastickými.

Tab. 2.6 Zatriedenie zemín podľa vhodnosti ich použitia pri stavbe zemného telesa podľa STN 73 68 24

Skup. zemín	Názov zeminy	Vhodnosť použitia	Priepustnosť	Namrzavosť
Z ₁	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bahná, bahnité náplavy, organické bahná ▪ hnilokaly ▪ rašelina ▪ humus 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ úplne nevhodné 	-	-
Z ₂	<ul style="list-style-type: none"> ▪ íl, piesčité íl ▪ ílovitá hlina ▪ ílovitá hlina aj so štrkom 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nevhodné pre pláň Ž ▪ vhodné do jadra ZT 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nepriepustné ▪ veľmi málo priepustné 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nebezpečenstvo namrzania
Z ₃	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hlina, prachovitá hlina, piesčité hlina ▪ prachovitý piesok ▪ piesčité hlina so štrkom ▪ ílovitý piesok, ílovitý piesok so štrkom ▪ hlinitý piesok ▪ ílovitý a hlinitý štrk 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vhodné pre použitie do zemného telesa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ málo priepustné až priepustné 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ namrzavé až mierne namrzavé
Z ₄	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hlinitý piesok so štrkom ▪ ílovito-piesčité štrk ▪ hlinito-piesčité štrk ▪ piesok so štrkom, piesok, piesčité štrk ▪ štrk s prímiesou piesku ▪ štrk s prímiesou ílovitého (hlinitého) piesku 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vhodné pre použitie v pláni ŽS a do ZT 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ priepustné 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nenamrzavé

- *horniny* sú pevné alebo sypké zmesi zín jedného alebo viacerých minerálov, prípadne zmes minerálov a úlomkov starších hornín.

Rozdelenie a pomenovanie hornín je v STN 72 20 01.

Podľa trvanlivosti v konštrukcii zemného telesa sa horniny delia na:

- celistvé (odolné voči zvetrávaniu),
- ľahko zvetrávajúce (nevhodné, napr. bridlica, pieskovec ...).

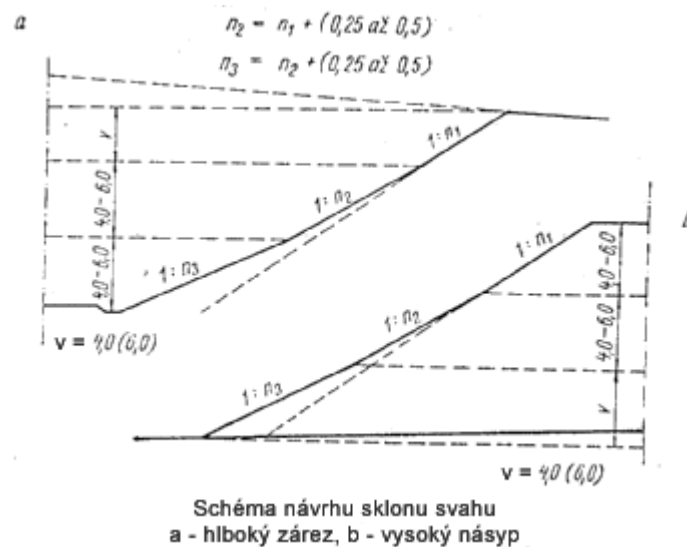
Celistvé horniny – vhodné na stavbu zemného telesa – sú podľa pôvodu:

- vyvreté (žula, andezit, syenit, ...)
- usadené (vápenec, dolomit)
- premenené (svor, kryštalická bridlica).

2.6.1.3 Sklony svahov zemného telesa

Hlboké zárezy a vysoké násypy sa na rozdiel od plytkých a nízkych, budujú s premenlivým sklonom. Svahy hlbokých zárezov majú postupne zhora smerom nadol (násypy naopak, zdola nahor) sklony miernejšie.

Svah sa rozdeľuje zdola na etáže (stupne) s rovnakou výškou 4 až 6 m, pričom u zárezov má najvyššia etáž (u násypov najnižšia etáž) výšku menšiu ako 4 m, prípadne 6 m (obr. 2.4.1). Priesečnice zalomených svahov sú zvyčajne rovnobežné s niveletou koľaje.

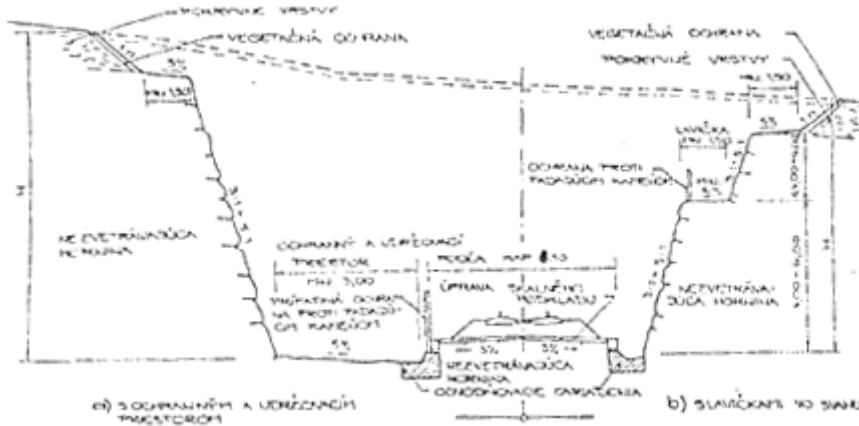


Obr. 2.41 Sklony svahov zemného telesa

Tab. 2.7 Sklony svahov a zárezov

Zemina	Sklon svahu
	1 : n
Piesok, Štrkopiesok	1 : 1,25
Hlina, Piesčitá hlina	1 : 1,5
Ílovitá hlina, íl	1 : 1,75

Sklony skalných svahov sú strmšie a závisia najmä na pevnosti a stupni zvetrania horniny, sklone a smere skalných puklín atď. V skalných horninách (obr. 2.42) sa sklony volia v rozsahu od 3 : 1 do 5 : 1. U ľahko zvetrávajúcich hornín sa odporúča voliť sklon 1 : 1,25.



Pri sklone terénu väčšom ako 1 : 6 je nutné zriadiť stupne v podloží (obr. 2.43).

Obr. 2.42 Skalný zárez v nezvetrávacej hornine



Obr. 2.43 Svahové stupne v podloží násypu

2.6.2 Umelé stavby železničného spodku

Umelé stavby železničného spodku sú **odvodňovacie stavby** (priekopy, trativody, priepusty), **múry** (oporné, zárubné, obkladové a záchytné), **stavby zaisťujúce ochranu** proti padaniu kameňov, snehových lavín a zaviatia trate, **prechody**, **priecestia**, **nákladiská**, **rampy** a pod.

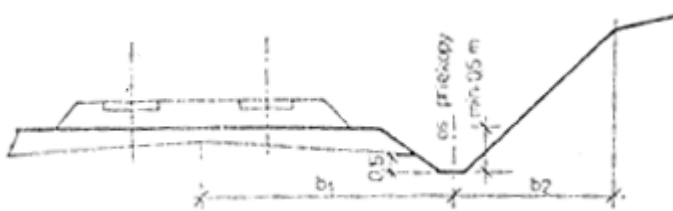
So železničným spodkom ďalej súvisia tiež umelé stavby – mosty, viadukty, tunely a galérie.

Umelé stavby sa navrhujú a zriaďujú len v nevyhnutných prípadoch, keď pri veľmi veľkých násypoch alebo zárezoch by výstavba zemného telesa bola ne hospodárna.

2.6.2.1 Odvodnenie zemného telesa

Účelom odvodňovania stavieb je zachytávať a odvádzať povrchové i podzemné vody pozdĺž trate, alebo priečne otvormi v zemnom telese mimo teleso do vodných tokov.

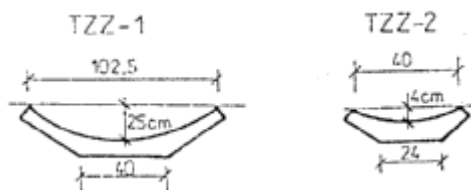
- *Priekopy* sa v zárezoch zriaďujú po oboch stranách koľaje a pozdĺž násypu na tej strane, kde je terén sklonený k násypu (obr. 2.44a).



Obr. 2.44a Priekopa pozdĺž násypu

Priekopy sa navrhujú v takom profile a spáde, resp. udržujú v takom stave, aby umožňovali odvedenie vypočítaného množstva vody.

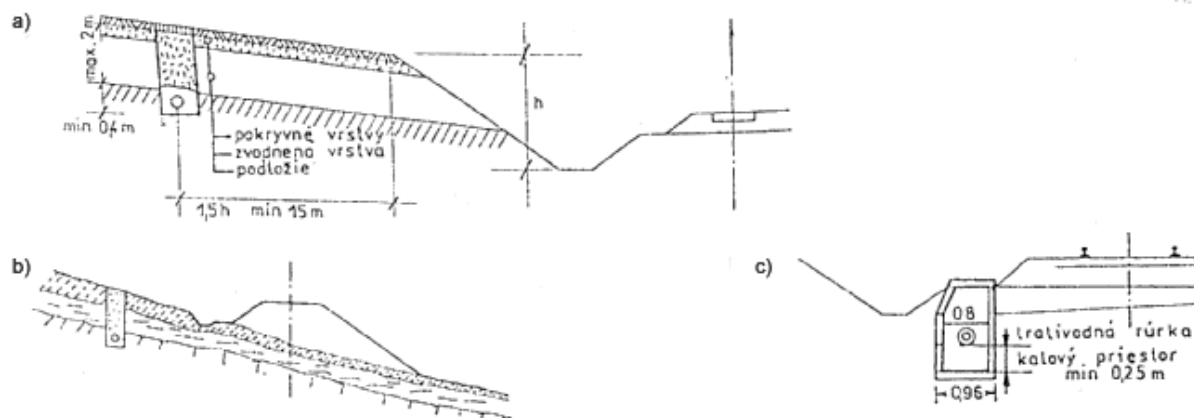
Tvar železničnej priekopy je väčšinou lichobežníkový a jej dno je min. 0,5 m pod úrovňou pláne železničného spodku. Pri sklone menšom ako 1% sa dno spevňuje buď



Obr. 2.44b Tvarovky na spevnenie dna priekop

kamennou dlažbou (staršie) alebo železobetónovými typizovanými tvarovkami (obr. 2.44b).

- *Trativody* slúžia na odvedenie presakujúcej a podzemnej vody. Navrhujú sa buď súbežne s osami koľají alebo priečne, na odvedenie vody z náhorného pozdĺžneho trativodu, svahovým rebrom do priekopy (obr. 2.45).

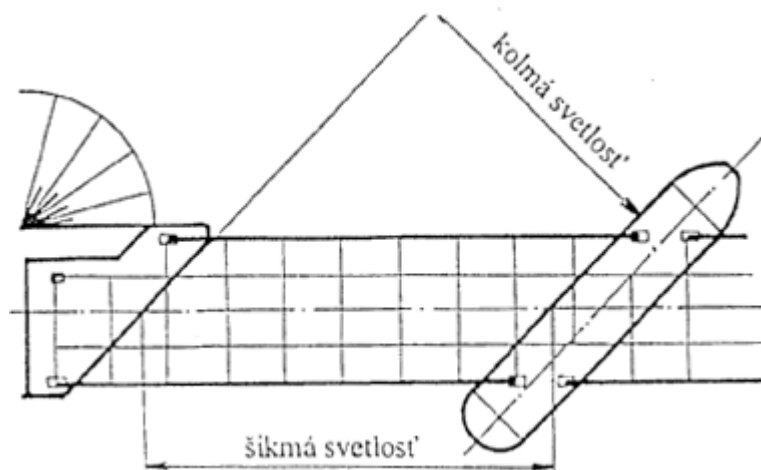


Obr. 2.45 Náhorný trativod nad zárezovým svahom (a), nad pätou násypu (b), kontrolná šachta(c)

Šírka dna trativodu musí byť min. 40 cm a trativod má mať sklon min 1 %. V trativode sa zriaďujú kontrolné šachty po 30 až 50 m.

Pozn: Tu spomínané spôsoby odvodnenia (priekopy a trativody) sa vyskytujú vo veľkej škále prevedení, najmä v závislosti na dobe ich zriadenia.

- **Priepusty** slúžia na prevádzanie vody z jednej strany železničného telesa na druhú. Z „čisto“ stavebného hľadiska sa priepustom rozumie mostný objekt (resp. jeho časť) s kolmou svetlosťou mostného otvoru menšou ako 2,01 m (obr. 2.46). Vzhľadom na rozmanitosť druhu a tvarov použitých konštrukcií sa ako priepusty (často, ale nepresne) označujú aj objekty so svetlosťou do 6 (10) m.



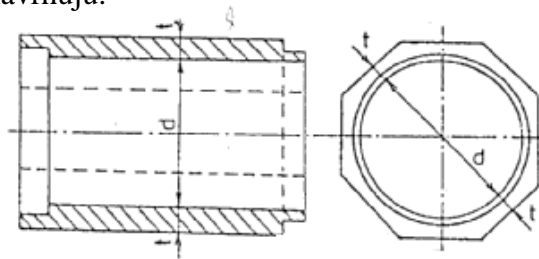
Obr. 2.46 Kolmá a šikmá svetlosť mostného otvoru

Vzhľadom na veľký počet priepustov (tvoria viac ako 80 % všetkých premostení) boli ich konštrukcie veľmi skoro typizované.

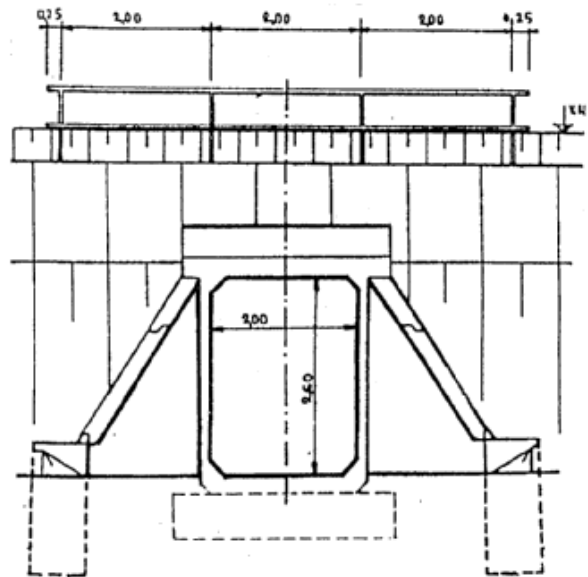
Podľa konštrukcie a druhu materiálu možno priepusty deliť na:

- rúrové kruhového (obr. 2.47a) a obdĺžnikového (rámového) prierezu (obr. 2.47b),
- doskové (obr. 2.48)
- betónové, kovové (Obr. 2.49), kamenné (drevené).

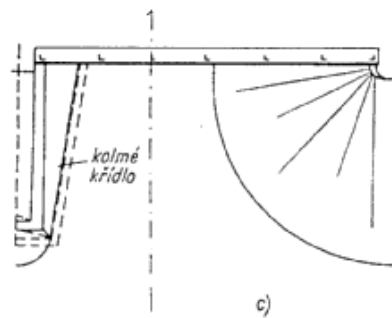
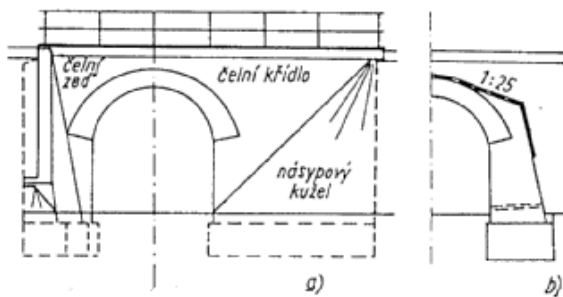
Klenbové (kamenné, betónové) priepusty (obr. 2.50) sa z dôvodov veľkej práce už nenavrhujú.



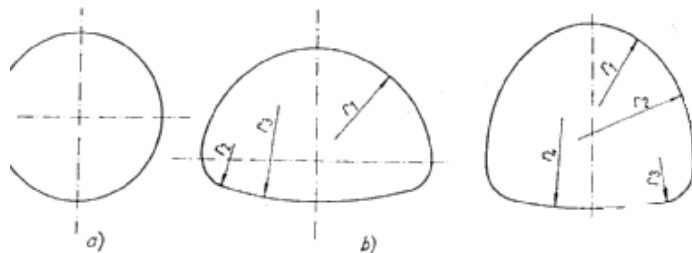
Obr. 2.47a Železobetónová rúra systému ROML RT



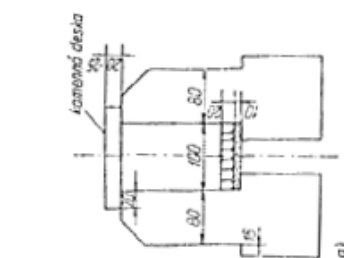
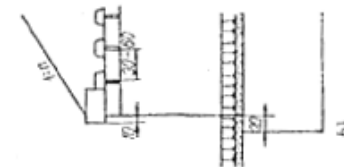
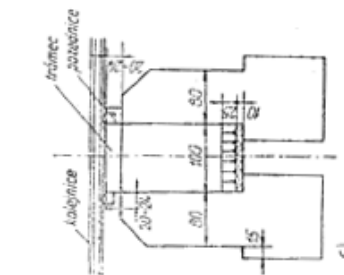
Obr. 2.27b Pohľad na čelo rámového priestoru



Obr. 2.50 Celkové usporiadanie klenutého priepustu
a) pohľad na vtok, b) priečny rez, c) pôdorys



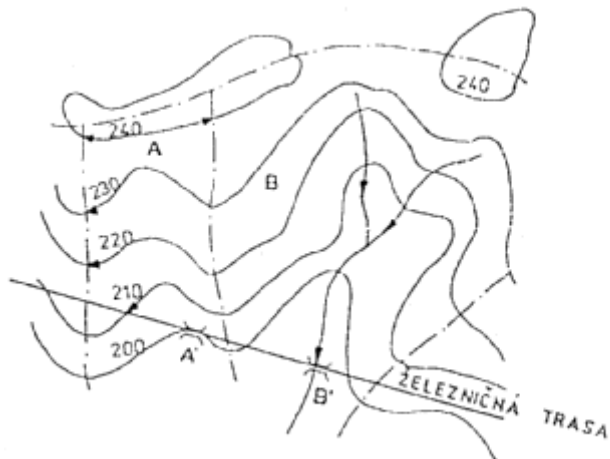
Obr. 2.49 Typy trub z vlnitého plechu
a) kruhový profil, b) oblúkový profil, c) tunelový profil



Obr. 2.48 Doskový priepustok z kamňa
a) priečny rez, b) podĺžny rez, c) otvorený priepustok - priečny rez

Rozmery a druh použitej konštrukcie sa určia podľa prietokového množstva vody, únosnosti základnej pôdy a zaťaženia (s prihliadnutím na priaznivý účinok nadložia – výšky zemného telesa nad priepustom atď.).

Hydrotechnický výpočet svetlosti otvoru priepustu vychádza z predpokladu odvedenia, maximálneho množstva odtokovej vody (Q_N – množstvo vody [$m^3 s^{-1}$] vyskytujúcej sa raz za zvyčajne N – 10, 50, 100 rokov) z plochy povodia (obr. 2.51). Údaje sa určia výpočtom alebo zo systematického sledovania v Hydrometeorologickom ústave.

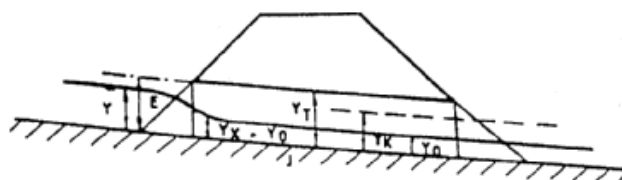


Obr. 2.51 Zakreslenie rozvodníc na zistenie hraníc povodia

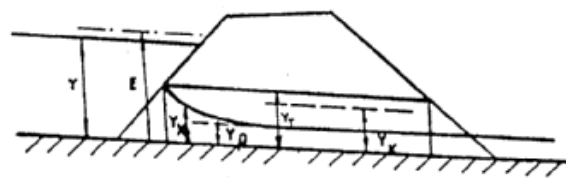
Okrem rozlohy plochy povodia má na množstvo zrážkovej odtokovej vody vplyv veľa ďalších okolností, napr: intenzita a doba trvania zrážok, charakter a spád územia, opakovanie zrážok a iné.

Mnohé vzorce, ktoré sa v hydrometeorologických výpočtoch používajú (napr. Lauterbergerov, Iszkovskiho, Čerkašina, Dubov,...) majú zabezpečiť, aby v priepuste nevznikol tlakový režim prúdenia, t. j. predísť tomu, aby bol prierez po celej dĺžke, pri maximálnom prietoku, zaplnený vodou).

Zo zostávajúcich dvoch možností je priepust s voľnou hladinou (obr. 2.52a) v železničnom telese riešením výhodnejším, ako priepust so zahlteným vtokom (obr. 2.52b)



Obr. 2.52a Prúdenie s voľnou hladinou

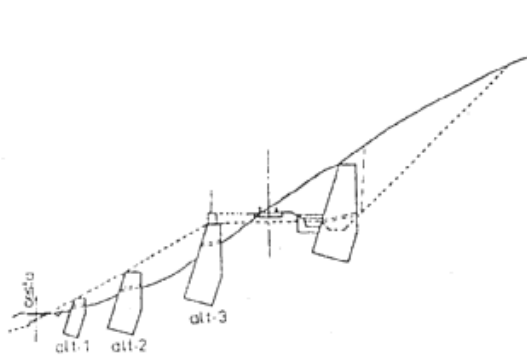


Obr. 2.52b Prúdenie so zahlteným vtokom

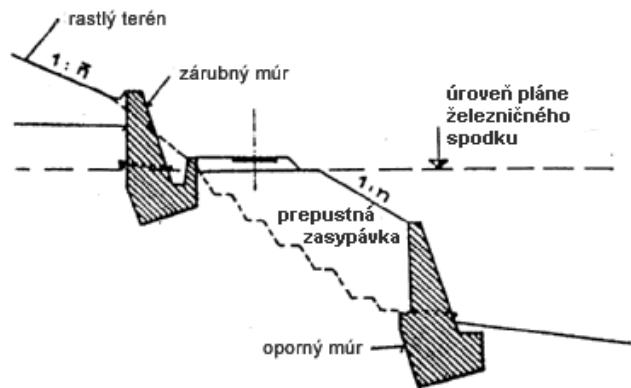
2.6.2.2 Oporné, zárubné, obkladné a ochranné múry

Oporné a zárubné múry sa budujú v zemnom telese za účelom zmenšenia záberu pôdy, alebo získanie miesta pri päte svahu na zachovanie terajších objektov (napr. cesty na obr. 2.53a, prípadne koryta rieky, zástavby a pod.).

Oporné a zárubné múry sa budujú aj vtedy, keď náklady na ich zriadenie vychádzajú lacnejšie, ako zemné práce.



Obr. 2.53a Skrátenie svahu múrom

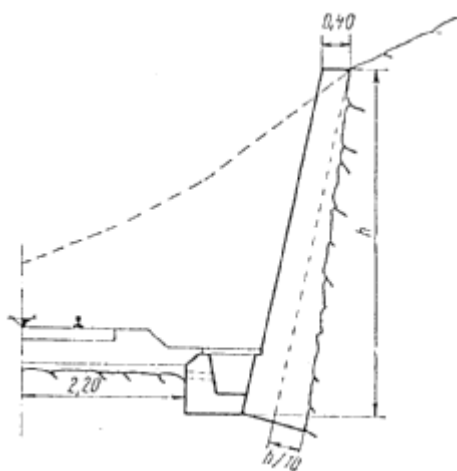


Obr. 2.53b Umiestnenie zárubného a oporného múra

Oporné múry sú umiestnené pod úrovňou pláne železničného spodku, zadržujú násypový materiál zemného telesa a účinky pohyblivého zaťaženia.

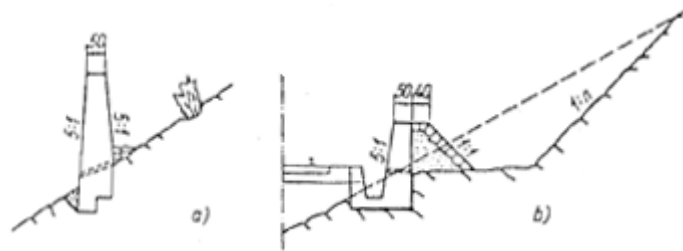
Zárubné múry sú umiestnené nad úrovňou pláne železničného spodku a zadržujú rastlý terén.

V skalných zárezoch, v ktorých sa očakáva rýchle zvetranie horniny sa zriaďujú obkladné múry (obr. 2.54). **Obkladné múry** neprenášajú tlaky z príľahlej horniny zárezu.



Obr. 2.54 Priečny rez obkladným múrom

Jednou z možností, ako chrániť železničnú trať pred padajúcimi úlomkami zvetranej horniny a kameňov (najčastejšie pri prudkých lejakoch a na jar pri odmäku), je zriadenie **ochranných múrov** (obr. 2.55).

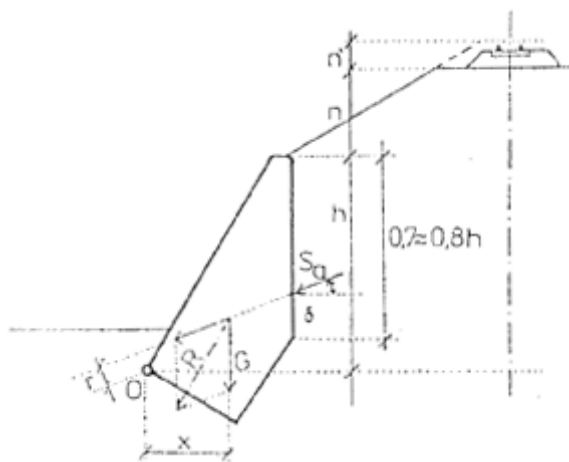


Obr. 2.55 Betónový ochranný múr (a) a ochranný múr chránený zahádzkou (b)

Podľa typu konštrukcie možno múry rozdeliť na:

- gravitačné (monolitické alebo montované z prefabrikátov),
- uhlové,
- pilótové.

Na obr. 2.53 až 2.55 sú naznačené gravitačné typy, ktoré vzdorujú zemnému tlaku svojou vlastnou tiažou (obr. 2.56).



Obr. 2.56 Posúdenie stability oporného múra

Múr sa považuje ako stabilný (zabezpečený proti prelomeniu) vtedy, keď stupeň stability múra je $\mu \geq 1,35 - 1,5$. Skutočný stupeň stability múra sa vypočíta z momentovej podmienky k bodu 0).

$$\mu = \frac{G \cdot X}{S_a \cdot r} \text{ (môže byť ... k bodu$$

0)

G ... tiaž múra na 1 bežný meter dĺžky,

S_a ... tzv. aktívny zemný tlak (určuje sa metódami mechaniky zemín),

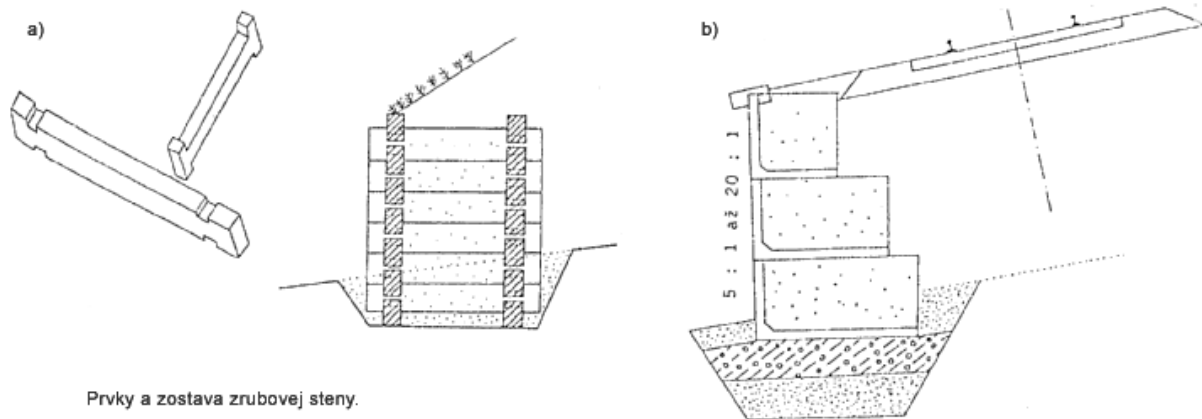
X a r ... ramená pôsobiacich síl G a S_a k bodu otáčania 0.

Uhlové a pilótové steny vo funkcii múrov pôsobia na inom princípe (obr. 2.57)..



Obr. 2.57 Uhlová a pilótová stena

Aby sa zo stavenísk čo najviac vylúčil mokrý proces a zvýšila sa efektívnosť ich priemyselnej výroby, boli navrhnuté viaceré typy múrov montovaných z prvkov, najmä krabicového a zrubového tvaru (obr. 2.58).



Obr. 2.58 Prefabrikované múry zrubového (a) a krabicového tvaru (b)

2.6.2.3 Podchody a nadchody

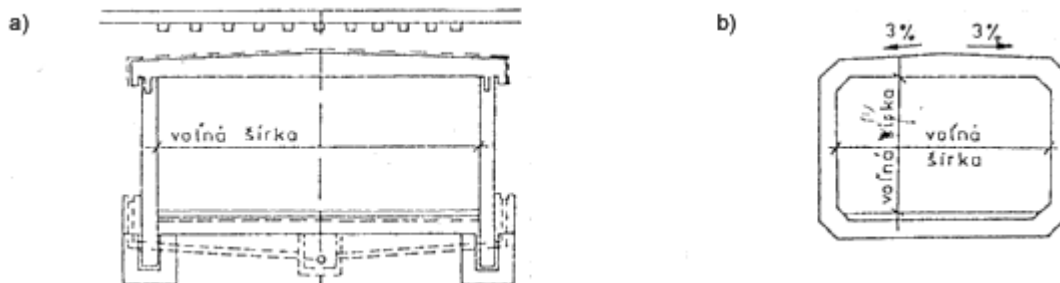
Podchody a nadchody sú konštrukcie mostného typu slúžiace pre chodcov. Sú navrhnuté tak, aby prenášali zaťaženie násypu a od prechádzajúcich vozidiel, alebo chodcov.

Podchody a nadchody sa najčastejšie navrhujú v železničných staniach ako spojenie medzi výpravnou budovou a nástupišťami.

Pri rozhodovaní sa medzi zriadením nadjazdu alebo podchodu v prípade inak porovnateľných nárokov, volí sa to riešenie, pri ktorom bude cestujúci v súčte prekonávať menší výškový rozdiel.

Lávky majú mať voľnú šírku min. 2 m a výšku 2,5 m. Šírka (lávky, prípadne počet jej pruhov), musí zodpovedať predpokladanej kapacite.

Základné typizované podchody sú (monolitické, častejšie prefabrikované) z doskových a rámových konštrukcií (obr. 2.59).



Obr. 2.59 Dosková (a), resp. rámová konštrukcia podchodu

Pri podchodoch sa vždy musí dbať na ich dobré odvodnenie a izoláciu voči zemnej vlhkosti alebo voči podzemnej vode.

2.7 Križovanie železničných tratí s pozemnými komunikáciami, vodnými tokmi a inžinierskymi stavbami

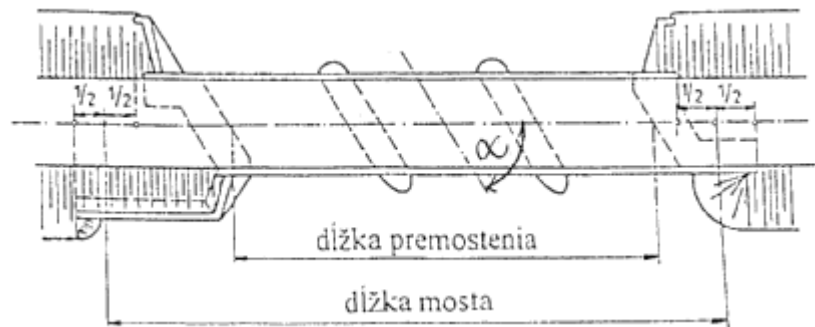
- *Križovanie železničných tratí s pozemnými komunikáciami* sa uskutočňuje **mimo úrovne koľají** (nadjazdy, podjazdy, lávky a podchody), alebo **v úrovni koľají** (železničné priestectia a prechody).

Nové križovania diaľnic, štátnych ciest a miestnych komunikácií so železnicou sa zásadne zriaďujú v rôznej úrovni.

Priestorová úprava priestectí a prechodov musí byť realizovaná podľa požiadaviek rešpektujúcich potreby oboch križujúcich sa komunikácií, vrátane rozhľadových pomerov na zabezpečených (závorami) a nezabezpečených prechodoch a priestectiach.

- *Križovaniu železničnej trate s vodným tokom* sa (pokiaľ je to možné) vyhýbame. Preklopenie vodného toku sa vykoná premostením mostnou konštrukciou. Prechod cez vodný tok by mal byť čo najkratší, najlepšie kolmý (obr. 2.60) s uhlom kríženia ($\alpha = 90^\circ$).

Niveleta trate musí byť navrhnutá tak, aby spodná hrana konštrukcie bola min. 0.5m nad najvyššie uvažovanou hladinou vody. Na splavných tokoch musí byť pod premostením zachovaný plavebný prierez.



Obr. 2.60 Uhol kríženia premostenia

- *Križovanie trate s elektrickým vedením* má byť na širšej trati (ods. 2.8.1.2) a kolmé. Stožiare musia byť na elektrifikovanej trati min. 7 m od osi krajnej koľaje, na neelektrifikovanej trati min. 3 m. Stožiare musia byť uzemnené. Pri krížení železnice s podzemným silnoprúdovým vedením musia byť káble uložené v ochranných potrubíach a nad nimi má byť farebná fólia. Na prevedenie káblov cez železničnú trať sa využívajú priepusty a mosty. Na ich umiestnenie a zabezpečenie platia osobitné predpisy.

2.8 Železničné stanice a uzly

Na jednokoľajných tratiach jazdia vlaky oboch smerov po jednej koľaji a preto križovanie vlakov je možné iba v staniciach (výhybniach). Na dvojkoloľajných tratiach jazdia vlaky jedného smeru po jednej koľaji, vlaky druhého smeru po druhej koľaji. Protismerná doprava je teda na dvojkoloľajných tratiach od seba oddelená a križovanie vlakov je možné nielen v staniciach, ale aj na širšej trati.

Vlaky jazda na dvojkoloľajných tratiach ŽSR vpravo, t.j. po tej koľaji, ktorá leží po pravej strane v smere jazdy.

Prevádzkové usporiadanie koľají v železničných staniciach je buď:

- **smerové**, v ktorom sú jednotlivé trate alebo traťové koľaje privedené alebo vyvedené tak, aby po každej strane pozdĺžnej osi stanice prebiehala prevádzka len jedného smeru,

- **traťové** (líniové), keď jednotlivé trate v stanici alebo uzle prebiehajú súbežne vedľa seba, bez ohľadu na smer prevádzky.

Výhodou smerového usporiadania je prehľadná prevádzka a odstránenie kolíznych miest; nevýhodou je nutnosť budovať nákladné objekty mimoúrovňového kríženia koľají. Traťové usporiadanie staníc je menej prehľadné, dochádza v nich vždy ku kríženiu tratí, čo si vyžaduje zložitejšie a drahšie zabezpečujúce zariadenie.

2.8.1 Dopravne a šíra trať

2.8.1.1 Rozdelenie dopravní

Patria k nim:

- **stanice** s koľajovým rozvetvením, umožňujúce predbiehanie a križovanie vlakov, prepravu cestujúcich, podaj a výdaj tovaru a pri väčšom koľajovom vybavení i roztriedenie a zostavovanie vlakov,
- **výhybne** s koľajovým rozvetvením na predbiehanie a križovanie vlakov,
- **hlásky** na šírej trati bez traťového zabezpečovacieho zariadenia,
- **hradlá** na šírej trati vybavené poloautomatickým zabezpečovacím zariadením,
- **oddielové návěstidla** autobloku (bez obsluhy) na šírej trati,
- **odbočky** umožňujúce vlakom vjazd na šírej trati na inú trať, pokiaľ sú zároveň hradlom alebo hláskou.

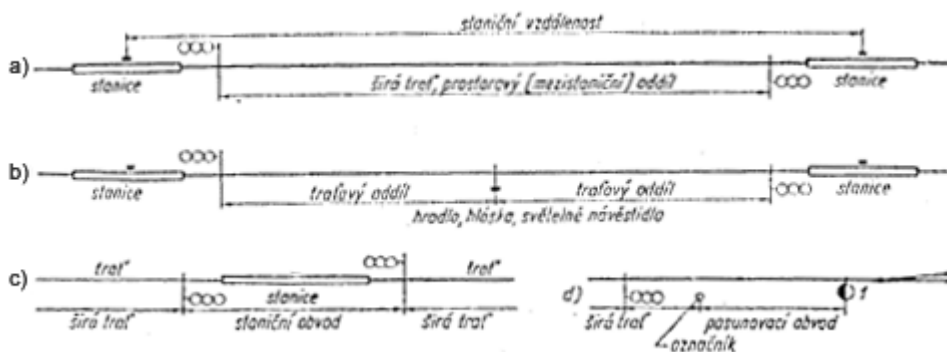
2.8.1.2 Šíra trať

Na šírej tratí môžu byť ešte stanovištia na obsluhu odbočky, koľajových križovatiek, koľajových spleť, vlečiek, nákladísk alebo závor a zastávky.

- **Koľajová križovatka** umožňuje križovanie dvoch tratí v úrovni koľají bez použitia výhybiek.
- **Koľajová spleť** je prípad, keď prechodné prierezy dvoch súbežných tratí do seba vzájomne zasahujú.

- **Nákladisko** je miesto s manipulačnou koľajou, kde sa vlaky obsluhujú bez toho, aby uvoľnili traťovú koľaj.
- **Vlečky** sú koľaje pre neverejnú prepravu,
- **Zastávky** nemajú koľajové rozvetvenie a slúžia najmä na prepravu cestujúcich.

Železničná trať sa rozdeľuje dopravňami na priestorové oddiely. Priestorové oddiely ohraničené na oboch stranách stanicami alebo výhybňami sa nazývajú medzistaničné oddiely (obr. 2.61).



Obr. 2.61 Rozdelenie širšej trate dopravňami

Priestorový oddiel ohraničený aspoň z jednej strany hláskou, hradlom alebo oddielovým návěstidlom autobloku sa nazýva **traťový oddiel** (obr. 2.61b).

Časť trate medzi dvoma susednými stanicami sa nazýva **široá trať**. Hranicou medzi širokou traťou a stanicou (staničným obvodom) je **vchodové návěstidlo** (obr. 2.61c).

Časť staničného obvodu obmedzená prvou výhybkou **zhlavia stanice** (miesta, v ktorom sú zaústené koľaje stanice pomocou výhybiek) a **označníkom**, umiestneným min. 50 m za vchodovým návěstidlom v smere jazdy, je **posunovací obvod**.

2.8.1.3 Stanice

V staniaciach sa vykonávajú hlavné úkony spojené s riadením vlakovej dopravy, nakládka a vykládka vozňov, nastupovanie a vystupovanie a prestupovanie cestujúcich, rozpúšťanie a zostavovanie vlakov, výmena lokomotív, strojných a vlakových čiar., technické a komerčné prehliadky vozidiel.

Rozvinutá koľajová sieť železničných tratí presahuje polovicu z celkovej dĺžky ~ 3670 km ŽSR. V staniciach sa spracováva (nakladá, vykladá, posunuje) denne tisíce vozňov, pričom ich zdržanie v stanici činí asi 70% z celkovej doby obehu vozňov. Náklady na prácu v staniciach tvoria väčšinu nákladov na železničnú prevádzku.

Stanice možno rozdeliť podľa:

- **Polohy** v železničnej sieti (obr. 2.62) na:
 - **medzil'ahlé**, ležiace v traťovom úseku,
 - **prípojné**, ležiace na hlavnej trati, v ktorých sa k hlavnej trati pripájajú vedľajšie trate.



Obr. 2.62 Rozdelenie staníc podľa polohy

- **Usporiadania koľajiska** na:
 - **prechodové**, v ktorých vlaky prechádzajú oboma smermi,
 - **hlavové**, odkiaľ vlaky odchádzajú opačným smerom než prišli,
 - **zmiešané**.
- **Účelu a povahy práce** na:
 - **osobné**, slúžia na prepravu osôb a batožín v osobnej doprave,
 - **nákladné**, slúžia na prepravu zásielok v nákladnej doprave,
 - **zmiešané**.
- **Pri styku so železničnou správou susedného štátu**:
 - **Prechodové – podvojn**, v ktorých každá správa vykonáva colnú a pasovú kontrolu vo svojej stanici a **výmenné**, so spoločnými službami v tej istej stanici.

- Koľaje v staniciach sa delia na:
 - **Trat'ové koľaje** sú priebežné koľaje na širšej trati, na ktoré nadväzujú v stanici v priamom smere na oboch zhlaviach koľaje hlavné.
 - **Dopravné koľaje** sú určené na vchádzanie a odchod vlakov. Koľaje predchádzacie slúžia na predchádzanie a križovanie vlakov v stanici.
 - **Manipulačné.** Druhy manipulačných koľají vyjadruje ich názov: odstavné, výťahové, čakacie, zriaďovacie, lokomotívne, nákladkové, výkladkové, vlečkové atď.

Číslovanie koľají. Každá koľaj má v stanici i na širšej trati svoje číslo. Koľaje v staniciach **na jednokoľajnej trati** sa číslujú arabskými číslicami, a to postupne nepárnymi číslami, ak ležia vľavo od hlavnej koľaje (ktorá je očíslovaná číslom 1) a párnymi číslami, ak ležia vpravo od hlavnej koľaje – v smere od začiatku trate ku koncu trate (obr. 2.63a)



Obr. 2.63 Číslovanie koľají v staniciach

Užitočná dĺžka koľaje je vymedzená hlavnými alebo zriaďovacími návěstidlami, uzáverami koľaje, a tam, kde nie sú, námedzníkmi alebo hranicami izolovaného úseku. Jej dĺžka v stanici musí byť taká, aby pri plnom obsadení vozidlami, umožňovala bezpečné súčasné jazdy vozňov alebo vlakov po susedných koľajách. Užitočné dĺžky koľají na hlavných tratiach dosahujú dĺžky 800 m, na iných 700 m.

Osové vzdialenosti koľají a (mnohé) ostatné technické údaje o staniciach sú uvedené v služobných predpisoch ŽSR.

3 ZÁKLADNÁ STAVEBNÁ CHARAKTERISTIKA CESTNÝCH KOMUNIKÁCIÍ

3.1 Cesta a jej súčasti

Cesta je podľa technického názvoslovia cestná komunikácia určená na vzájomné dopravné spojenie medzi sídelnými útvarmi, prípadne ich záujmovými územiaми.

Cesta môže byť prístupná buď len pre motorové vozidlá, alebo môže poskytovať **neobmedzený prístup vozidiel** a osôb. Ďalej rozoznávame cestné komunikácie **smerovo nerozdelené** (napr. dvojpruhové) a **smerovo rozdelené**.

Vo všeobecnosti do cestných komunikácií patria všetky pozemné komunikácie určené prevažne alebo výlučne na premávku motorových vozidiel so spevnenou vozovkou, po ktorej sa uskutočňuje pohyb vozidiel. Patria sem **diaľnice**, **miestne komunikácie** a **účelové komunikácie** (poľné cesty, lesné cesty a pod.).

Pre výhradne nemotoristickú prevádzku slúžia nemotoristické komunikácie, t. j. **komunikácie s obmedzeným prístupom** pre peších, cyklistov a zvieratá.

Cestná komunikácia je inžinierske dielo vybudované na vymedzenom pozemku. **Cestná komunikácia obsahuje:** - **vlastné súčasti:** zemné teleso, vozovku, odvodňovacie zariadenia, vybavenie cestnej komunikácie, cestný pozemok, cestnú zeleň, dopravné plochy, osvetlenie komunikácie, atď.,

- **cudzie zariadenia** potrebné väčšinou na iné účely, napr.: energetické, telekomunikačné a iné inžinierske vedenia, čerpacie stanice, opravárenské stanice, autobusové nástupištia a pod.

Vlastné súčasti cestnej komunikácie možno ďalej rozdeliť na:

- základné súčasti komunikácie
- pomocné súčasti cestnej komunikácie.

Základné súčasti cestnej komunikácie tvoria vlastné teleso cestnej komunikácie a možno ich rozdeliť ďalej na **dve skupiny súčastí:**

- **vrchnú stavbu**, ktorú tvorí vozovka, vodiace pružky a spevnené časti krajníc,
- **spodnú stavbu**, ktorú tvorí zemné teleso, odvodňovacie zariadenia a objekty.

Ostatné zariadenia cestnej komunikácie patria do skupiny pomocných súčastí.

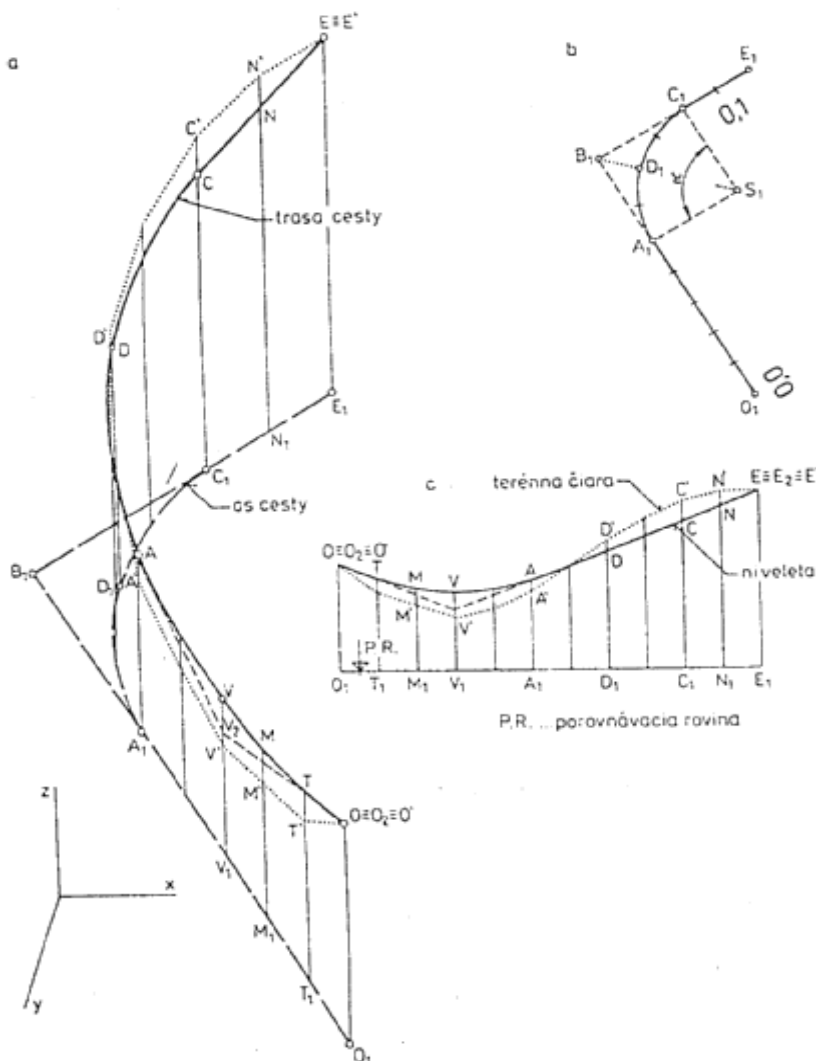
Geometrický tvar a rozmery cestnej komunikácie sú určené:

- trasou cestnej komunikácie,
- priečnym rezom telesa cestnej komunikácie.

Pozdĺžne usporiadanie a priečne usporiadanie (dané smerovými a výškovými rozmermi priečného rezu) určujú **priestorové usporiadanie cestnej komunikácie**.

3.1.1 Trasa cestnej komunikácie

Trasa cestnej komunikácie je priestorová čiara, ktorá určuje smerový a výškový priebeh komunikácie (obr. 3.1). Vzniká spojením stredov povrchu nerozšíreného pásu, resp. koruny cestnej komunikácie v jednotlivých priečných rezoch telesa komunikácie. Prechody z jedného do druhého smeru alebo sklonu cestnej komunikácie sa tvoria kvôli plynulosti trasy vhodnými geometrickými krivkami.



Zložkami trasy sú **os** a **niveleta cestnej komunikácie**. Tvar a priebeh oboch zložiek trasy závisí od návrhu prvkov, t. j. na druhu cestnej komunikácie.

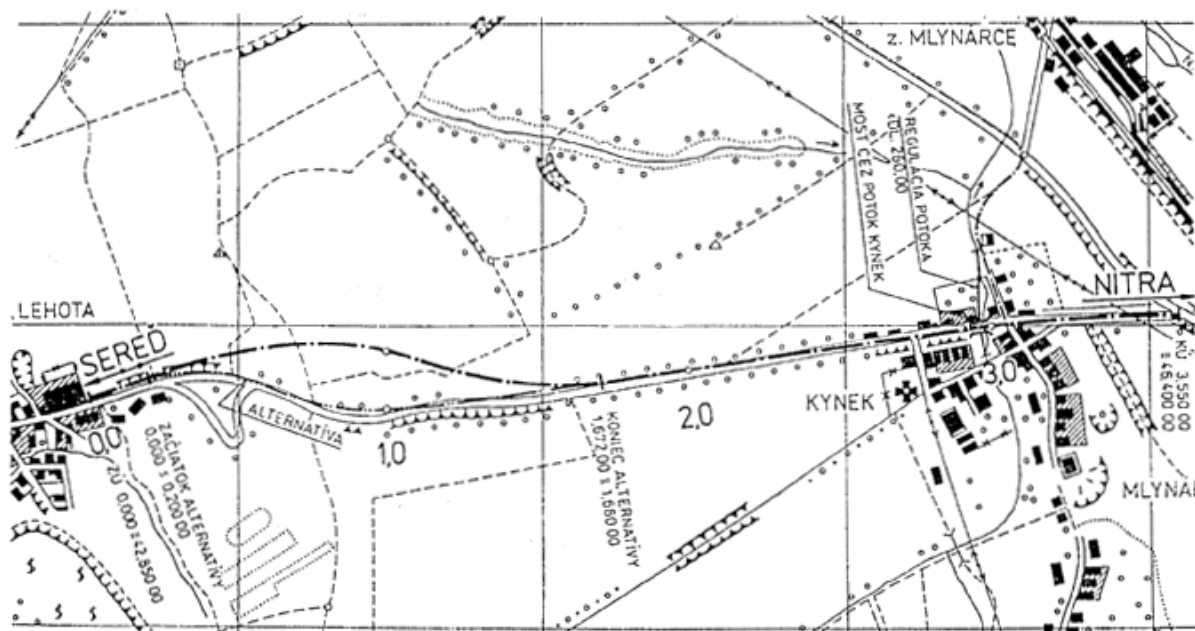
Činnosť, ktorou sa určuje budúci priebeh trasy na mape (v kancelárii) sa nazýva **trasovanie**.

Vyznačovanie trasy v teréne pomocou geodetických metód a prístrojov (pomôcok) sa nazýva **vytyčovanie trasy**.

Obr. 3.1 Trasa (a), os (b) a niveleta cestnej komunikácie

Os cestnej komunikácie je smerová zložka, alebo pôdorysný priemet jej trasy do vodorovnej roviny. Vytvára ju **smerový polygón trasy**, do ktorého sa vkladajú smerové oblúky (obr. 3.1b). Os cestnej komunikácie teda udáva **smerové vedenie trasy**.

Výkres, na ktorom je určený priestorový vzťah komunikácie k okoliu sa nazýva **situácia**, alebo situačný výkres (obr. 3.2).



Obr. 3.2 Situácia cestnej komunikácie

Niveleta cestnej komunikácie je výškovou zložkou trasy. Predstavuje priesečnicu povrchu cestnej komunikácie v osi so zvislou premietacou plochou rozvinutou do nárysne. Pozostáva z **výškového polygónu**, do lomov ktorého sa vkladajú oblúky (obr. 3.1c). Niveleta môže prechádzať nad alebo pod povrchom územia, prípadne po povrchu územia. Priesečnica terénu so zvislou premietacou plochou preloženou osou cestnej komunikácie rozvinutá do roviny nárysne sa nazýva **terénna čiara**. Miestny odklon nivelety od vodorovnej roviny sa nazýva **pozdĺžny sklon nivelety** a udáva sa v percentách (%).

Niveleta sa zobrazuje v pozdĺžnom profile (obr. 3.3). **Pozdĺžny profil** je zobrazením skutočného pozdĺžneho rezu komunikácie vytvoreného zvislou premietacou plochou preloženou osou komunikácie do roviny nárysne, s (vynúteným) použitím inej mierky na zakreslenie výšok a inej mierky na zakreslenie dĺžok komunikácie (a jej vlastných súčastí i cudzích zariadení).

Je v ňom niveleta, terénna čiara, porovnávacia rovina a všetky ďalšie náležitosti. Mierka výšok sa v pozdĺžnom profile volí spravidla ako desaťnásobok použitej mierky dĺžok (napr. dĺžky 1:1000, výšky 1:100).

DRUH POVRCHU ÚZEMIA
KATASTRÁLNE ÚZEMIE
OKRES LIPTOVSKÝ MIKUŠÁŠ
KRAJ STREDOŠLOVENSKÝ

SKLONOVÉ POMERY

ZMENA PRIÉCNEHO SKLONU
VOZOVKY

KÓTY NIVELETY

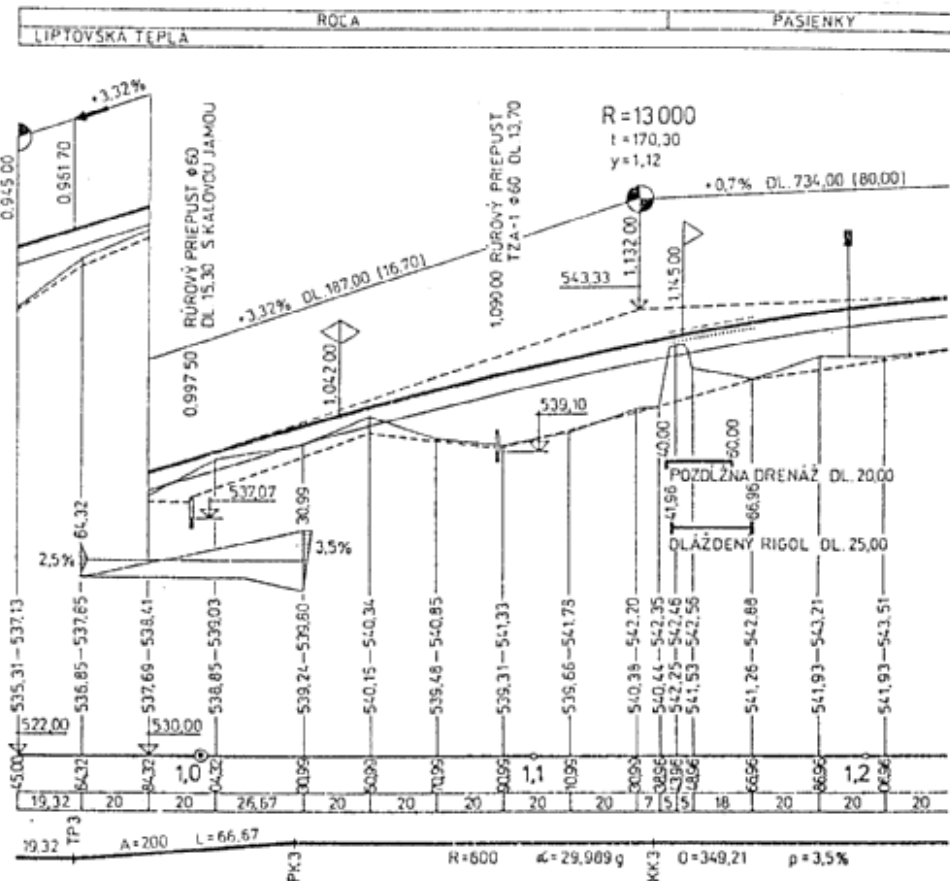
KÓTY TERÉNU

POROVNÁVACIA ROVINA

STANIČENIE v km

VZDIALENOSŤ PRIÉCNYCH
REZOV v m

SMEROVÉ POMERY

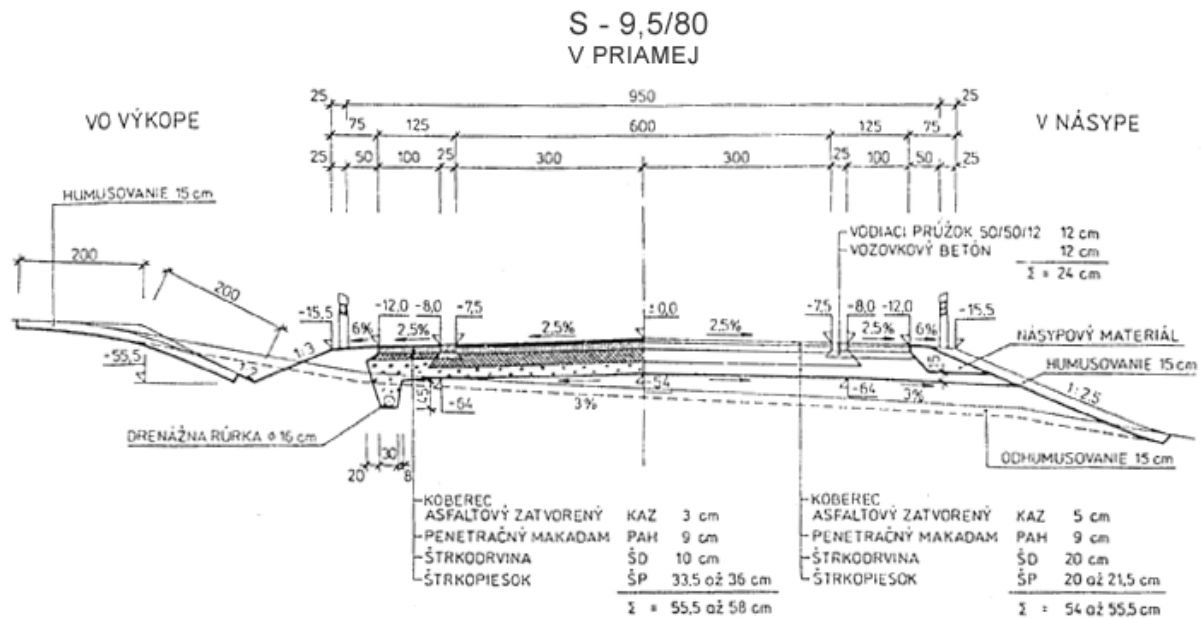


Obr. 3.3 Pozdĺžny profil cestnej komunikácie

3.1.2 Teleso cestnej komunikácie

Teleso cestnej komunikácie tvorí stavebná časť cestnej komunikácie pozostávajúca z jej spodnej a vrchnej časti (zemné teleso, odvodňovacie zariadenia a objekty, vozovka, vodiace pružky a spevnená časť krajníc a dopravných plôch).

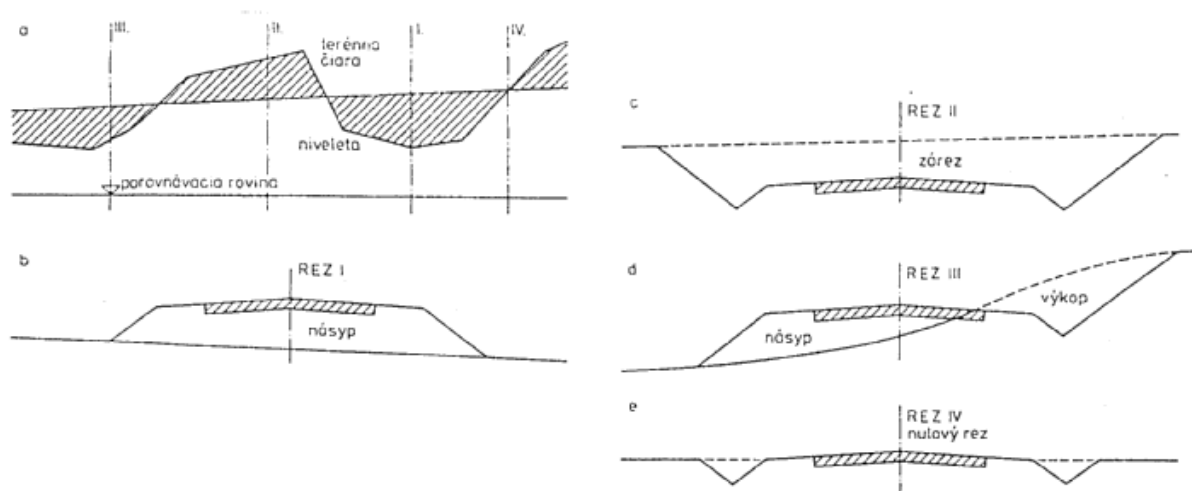
Šírkové a výškové členenie priečného rezu cestnej komunikácie vytvára **priečne usporiadanie komunikácie** (obr. 3.4).



Obr. 3.4 Vzorový priečný rez cestnej komunikácie

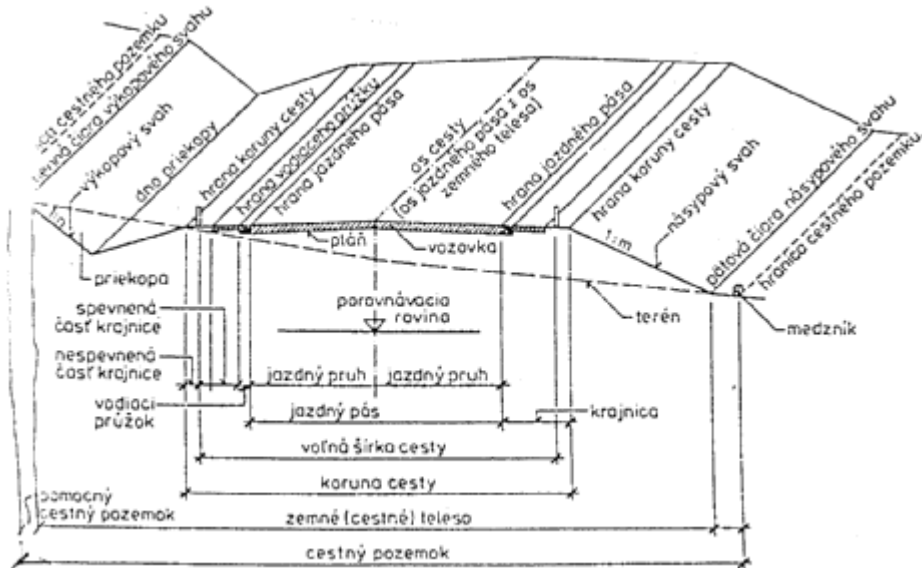
Súčasť telesa cestnej komunikácie, ktorá vzniká zemnými prácami, zemnými a sadovníckymi úpravami sa nazýva **zemné teleso**. Druh zemného telesa je určený polohou nivelety v pláne zemného telesa vzhľadom na povrch terénu (obr. 3.5). Plánou zemného telesa sa rozumie upravená plocha zemeného telesa, na ktorú sa kladie vozovka, spevnenie krajnice, dopravných plôch a pod.

Podľa toho zemné teleso môže byť v násype (b), záreze (výkope, c) alebo v odreze (d). Ak zemné teleso tvorí povrch územia upravený do tvaru pláne a priekop, ide o tzv. **nulový priečný rez** (e). Vrstva zeminy, ktorá tvorí základ násypu sa nazýva **podložie násypu**.

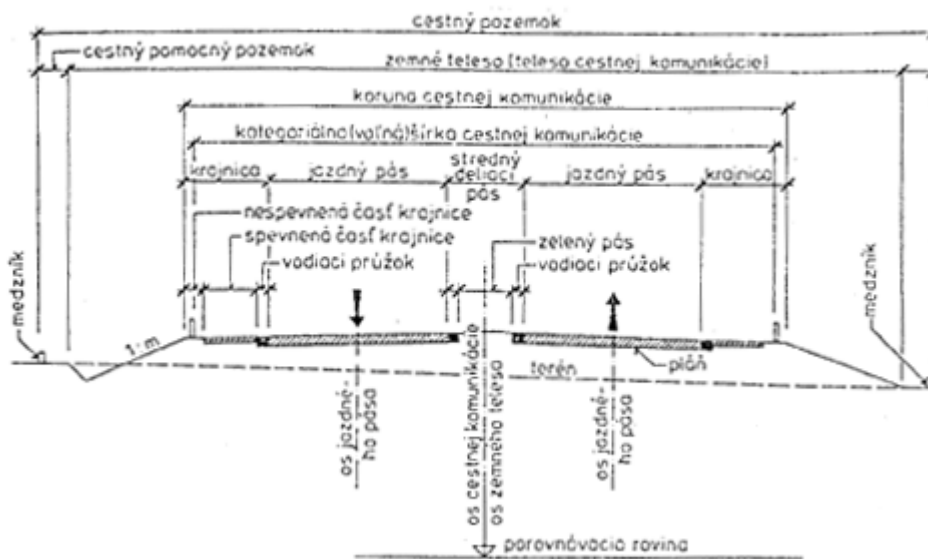


Obr. 3.5 Druhy zemného telesa

Najdôležitejším prvkom cesty v priečnom reze je **jazdný pás** (tiež šírka vozovky). Skladá sa z **jazdných pruhov** určených pre jednotlivé **jazdné prúdy** dopravných prostriedkov (obr. 3.6). U nás sú najčastejšie jazdné pásy dvojpruhové obojsmerné (smerovo nerozdelené cesty).



Obr. 3.6 Názvoslovie dvojpruhovej smerovo nerozdelenej cesty



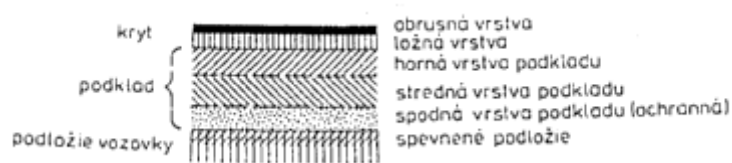
Smerovo rozdelené komunikácie majú **dva samostatné jazdné pásy** (zdvojené jazdné pásy), každý pre jeden dopravný smer (obr. 3.7).

Obr. 3.7 Názvoslovie smerovo rozdelenej cestnej komunikácie

Po stranách jazdného pásu sú **krajnice** (spevnené alebo nespevnené). Jazdný pás po stranách obyčajne lemujú **vodiace pružky**. Niekedy sú na telese cestnej komunikácie **osobitné cyklistické pásy, pásy pre peších**, prípadne **chodníky**. Vonkajšia časť krajnice môže byť upravená ako **rigol** na odvedenie vody z jazdného pásu (namiesto priekopy).

Celá povrchová časť cestnej komunikácie po šírke, zahrňujúca jazdný, prípadne dopravný pás, krajnice a stredný deliaci pás (pri smerovo rozdelených komunikáciách sa nazýva **koruna cestnej komunikácie**).

Dopravné pásy alebo pruhy – vyhovujúce požiadavkám prevádzky a klimatických podmienkam sa vytvárajú spevnením a nazývajú sa **vozovkou** (obr. 3.8).



Vozovka sa konštrukčne skladá z **krytu a podkladu**. Každý z nich sa skladá z jednej alebo viacerých

Obr. 3.8 Názvoslovie vozovky

vrstiev. Pod vozovkou je vrstva zeminy, nazývaná **podložie vozovky**.

Teleso cestnej komunikácie je vybudované na cestnom pozemku, ktorý je ohraničený **medzníkmi**.

Pomocné súčasti cestnej komunikácie nemajú väčšinou stavebný charakter.

3.1.3 Kategorizácia a rozdelenie cestných komunikácií

Pri projektovaní, rekonštrukcii alebo výstavbe cestnej komunikácie treba vždy vychádzať z návrhových prvkov jej kategórie. **Kategóriou cestnej komunikácie** (tab. 3.1) sa rozumie jej dopravno-technická hodnota.

Podľa kritérií v príslušných technických normách sa cestné komunikácie **delia do štyroch kategórií** na:

- diaľnice,
- cesty I. triedy,
- cesty II. triedy,
- cesty III. triedy.

Podľa charakteru prevádzky sa cestné komunikácie delia na:

- cesty s neobmedzeným prístupom (S),
- cesty s obmedzeným prístupom (R) a (D).

Tab. 3.1 Rámcová kategorizácia cestných komunikácií

Rozdelenie cest. komunikácií	Zodpovedajúce kategórie cestných komunikácií
Diaľnice vrátane medzinárodných T/A	D 26,5/120, 100 a 80
Cesty I. triedy a medzinárodné cesty T/B	R 26,5/120, 100 a 80; R 24,5/120, 100 a 80 R 22,5/120, 100 a 80; R 11,5/100, 80, 70; S 24,5/100 a 80; S 22,5/100, 80 a 70; S 11,5/80, 70 a 60; výnimočne S 10,5/80, 70 a 60 a S 9,5 ¹ /80, 70 a 60
Cesty II. triedy a medzinárodné cesty T/C	S 22,5/100, 80 a 70; S 11,5/80, 70 a 60; výnimočne S 10,5/80, 70 a 60; S 9,5/80, 70 a 60, výnimočne S 7,5 ¹ /70, 60 a 50
Cesty III. triedy	S 11,5/80, 70 a 60; výnimočne S 10,5/80, 70 a 60 a S 9,5/80, 70 a 60; S 7,5/70, 60 a 50

Pozn.:

Kategória cesty s označením napr. S 7,5/70 znamená cestu pre všetky druhy dopravy so šírkou 7,5 m s návrhovou rýchlosťou 70 kmh⁻¹.

Základné kategórie cestných komunikácií majú šírkové usporiadanie ako je uvedené v tab. 3.2 a 3.3 a podľa obr. 3.9 a 3.10.

Tab. 3.2 Šírkové prvky základných kategórií dvojpruhových ciest

písmenový znak	Kategória		Šírka (m)			
	b (m)	návrhová rýchlosť (km/h)	a	v	c	e
S	7,5	70,60,50	3,00	0,25	0,25	0,25
	9,5	80,70,60	3,50	0,25	0,50	0,50
	10,5				1,00	
	11,5				1,50	
R	11,5	100,80,70	3,50	0,25	1,50	0,50
Pozn.: Pri intenzite cestnej premávky do 1500 voz/24 h sa kategoriálny typ S 7,5 robí v tomto šírkovom usporiadaní:						
S	7,5	70, 60,50	3,00	0,00	0,00	0,75

Vysvetlivky: b – kategoriálna šírka (voľná šírka cesty),

a – šírka jazdného pruhu bez rozšírenia v smerovom oblúku,

v – vodiaci prúžok,

c – časť spevnenej krajnice,

e- časť nespevnenej krajnice (pozri aj obr. 3.9).

Tab. 3.3 Šírkové prvky základných kategórií štvorpruhových ciest

Kategória			Šírka (m)						
písmenový znak	b (m)	návrhová rýchlosť (km/h)	a	v ₁	v ₂	c	d	e	b ₁ b ₂
S	22,5	100,80,70	3,5	0,25	0,50	1,50	3,00	0,50	10,25
R		120,100,80							
S	24,5	100,80	3,75	0,25	0,50	2,00	3,00	0,50	11,25
R		120,100,80							
D a R	26,5	120,100,80	3,75	0,25	0,50	2,50	4,00	0,50	11,75

Vysvetlivky: b – kategoriálna šírka (voľná šírka cesty),

a – šírka jazdného pruhu bez rozšírenia v smerovom oblúku,

v₁ – šírka vonkajšieho vodiaceho prúžku,

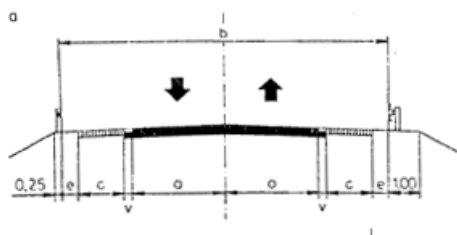
v₂ – šírka vnútorného vodiaceho prúžku

c – časť spevnenej krajnice,

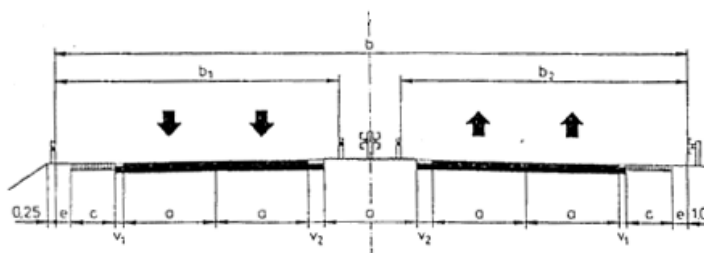
e – časť nespevnenej krajnice,

d – šírka stredného (zeleného) deliaceho pásu,

b₁b₂ – čiastkové voľné šírky smerovo rozdelenie cestnej komunikácie (pozri aj obr. 3.10).



Obr. 3.9 Schéma šírkového usporiadania dvojpruhovej cesty



Obr. 3.10 Schéma šírkového usporiadania štvorpruhovej cesty

Na projektovanie, rekonštrukciu alebo preložku cestnej komunikácie má okrem kategorizácie a charaktere prevádzky (prístupu) i celý rad ďalších kritérií, s ktorými sa možno stretnúť v cestnej praxi, napr.: náklady (cena), právne vzťahy (verejné a neverejné komunikácie), vzťah ku krajine (vo voľnej krajine, v zastavanom území, či podľa členitosti terénu), dopravných predpisov (hlavné, vedľajšie), nezriedka regionálnych požiadaviek, atď.

Pri riešení krízových (výnimočných) situácií stavebného charakteru na cestných komunikáciách má vo väčšine prípadov na ich obsah, rozsah a priebeh rozhodujúci **význam kritérium (nedostatku) času**.

3.2 Návrh trasy cestnej komunikácie

Na počiatku určenia trasy sú prevažne **ekonomické požiadavky**, pretože z množstva alternatívnych riešení treba vybrať na realizáciu tú alternatívu vedenia trasy, ktorá najlepšie vyhovuje hospodárnosti a účelnosti. To vyžaduje vykonať často veľmi náročný prieskum ekonomických a miestnych podmienok. Jeho prvoradým cieľom je čo najobjektívnejšie určiť **výhľadovú intenzitu dopravy**.

Druhým rozhodujúcim podkladom je charakter územia (rovinný, pahorkový, horský terén) a z neho vyplývajúca **návrhová rýchlosť**.

Aby bola trasa čo najvýhodnejšie navrhnutá, musí sa spojnica jej východzieho a koncového bodu preskúmať vo viacerých variantoch. Tieto sa vypracovávajú v **mapových podkladoch**.

Na podrobné navrhovanie komunikácií slúžia špeciálne mapy v mierke 1:10 000, s vrstevnicami 1 a 5 m. Podrobnejšie mapy 1:2000 a 1:1000 sa využívajú na riešenie jednotlivých inžinierskych stavieb telesa cestnej komunikácie.

Na konečný návrh trasy majú ďalej vplyv údaje o geologickej a hydrologickej charakteristike územia, enviromentálne požiadavky, klimatické podmienky (intenzita zrážok, prevládajúce vetry, rozdiel ročných teplôt, údaje o vytváraní sa snehových závejov atď.).

V súčasnosti sa už pri príprave a spracovávaní projektovanej dokumentácie využíva výpočtová technika.

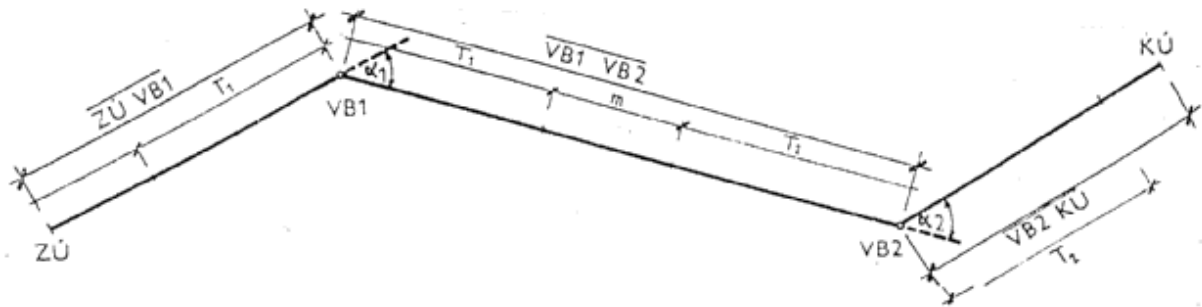
3.2.2 Smerové usporiadanie trasy cesty

V rovinných územiach možno viesť trasu takmer ako priamku. V horských kopcovitých terénoch musí trasa prekonávať výškové rozdiely a obchádzať často veľké umelé alebo prírodné prekážky. V takom prípade je nutné navrhnuť niekoľko možných spojení. Aby sme mohli vybrať to, ktoré je najvýhodnejšie, potrebujeme poznať smerové a výškové pomery jednotlivých alternatív, ich celkové dĺžky, veľkosť zemných prác a z toho potrebné investičné náklady.

Návrh trasy v mape alebo v teréne sa vykonáva pomocou riadiacej čiary – lomenej línie s rovnakým sklonom.

Vieme už (ods. 2.1.2), že riadiaca čiara slúži ako podklad pre návrh dotyčnicového polygónu trasy (obr. 3.1.1), do ktorého sa v jeho lomoch vkladajú:

- prosté kružnicové oblúky,
- kružnicové oblúky s prechodnicami,
- prechodné oblúky,
- zložené oblúky.



Obr. 3.11 Schéma smerového polygónu

Pri návrhu trasy sa majú používať čo najväčšie polomery. Najčastejšie sa navrhujú kružnicové oblúky so symetrickými prechodnicami.

V trase môže byť navrhnutý aj prostý kružnicový oblúk (tab. 3.4, obr. 3.12).

Zložené oblúky vznikajú:

- vystriedaním kružnicových oblúkov a krajných a medziľahlých prechodníc,
- vystriedaním výnimočne len prostých kružnicových oblúkov.

Prechodnica sa vkladá buď medzi priamy a kružnicový oblúk (krajná prechodnica) alebo medzi dva kružnicové oblúky rôznych polomerov (medziľahlá prechodnica). Dĺžka medziľahlej prechodnice L_M zloženého oblúka sa vypočíta zo vzťahu

$$L_M = \frac{L(R_2 - R_1)}{R_2} \quad [\text{m}]$$

Kde L ... je dĺžka krajnej prechodnice menšieho polomeru oblúka v [m],
 R_2 ... väčší, resp. R_1 menší z dvoch po sebe nasledujúcich kružnicových smerových oblúkov v [m].

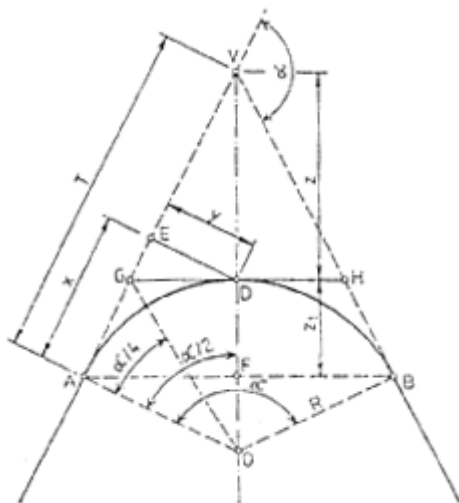
3.2.2.1 Prostý kružnicový oblúk

Tab. 3.4 Najmenšie dovolené polomery smerových kružnicových oblúkov vo vzťahu k navrhovanej rýchlosti a dostrednom sklone.

návrhová rýchlosť	Polomer kružnicového oblúka v m											bez dostre- divého sklonu
	pri dostrednom sklone vozovky v %											
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	
120	2200	1750	1450	1250	1100	975	875	800	725	-	-	3500
100	1500	1200	1000	875	750	675	600	550	500	-	-	2500
80	1000	775	650	550	500	450	400	350	325	-	-	1500
70	750	600	500	425	375	330	300	270	250			1500
60	550	450	375	325	270	240	220	200	180	170		1500
50	375	300	250	220	190	170	150	140	125	120	110	1500

Pozn.: 1. Hodnoty za tučnou čiarou je potrebné preskúmať z hľadiska rozhľadu pre zastavenie, za plnou čiarou z hľadiska výsledného sklonu.
2. Návrhová rýchlosť je v kmh^{-1} .

Výpočet kružnicového oblúka vychádza z veľkosti polomeru oblúka a stredového uhla α . Z obr. 3.12 je podľa trigonometrických funkcií:



Obr. 3.12 Prostý kružnicový oblúk

Dĺžka tetivy \overline{AB} je

$$T_e = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$$

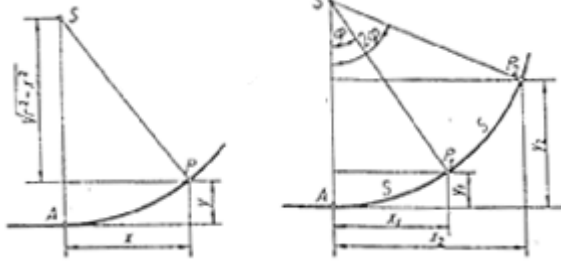
Vzopätie oblúka \overline{FD} je

$$Z_1 = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

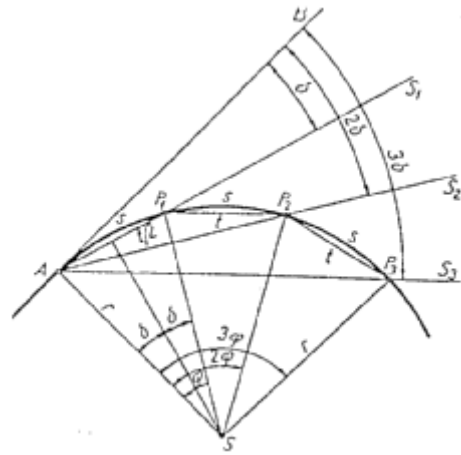
Dĺžka oblúka \overline{ACD} je

$$O = \frac{\pi R \alpha}{180} = R \text{ arc } \alpha$$

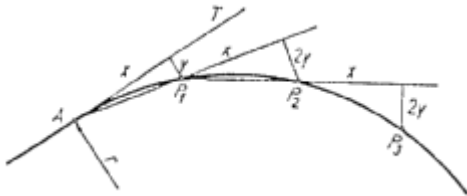
Hlavné body (A,D,B) a podrobnejšie body oblúka sa v závislosti na situácii v teréne môžu vytýčiť pravouhlou metódou (obr. 3.13a), polárnou metódou (obr. 3.13b), alebo vytyčovacou metódou po obvode (obr. 3.13c).



Obr. 3.13a Vytýčenie bodov kruhového oblúka pravouhlými súradnicami od dotyčnice
 a) pri rovnakých úsečkách
 b) pri rovnosti dĺžok oblúka



Obr. 3.13b Vytýčenie bodov kruhového oblúka polárnou metódou



Obr. 3.13c Vytýčenie kruhového oblúka po (postupne) obvode pomocou pravouhlých súradníc a nie od predĺženej dotyčnice.

Pozn.: Hodnoty potrebné pre vytýčenie oblúkov pre jednotlivé metódy a polomery sú zostavené v rôznych „vytyčovacích tabuľkách“.

3.2.2.2 Kružnicový oblúk s prechodnicami

Kružnicový oblúk s prechodnicami sa skladá z prostého kružnicového oblúka a obojstranných prechodníc (obr. 3.14).



Obr. 3.14 Schéma kružnicového oblúka s prechodnicami

Dĺžka prechodnice závisí od rozličných faktorov, najmä na:

- bočnom ráze,
- časovom rozvinutí trasy,
- priečnom sklone,
- spôsobe klopenia priečneho rezu (okolo osi, resp. hrany),
- estetických dôvodoch, atď.

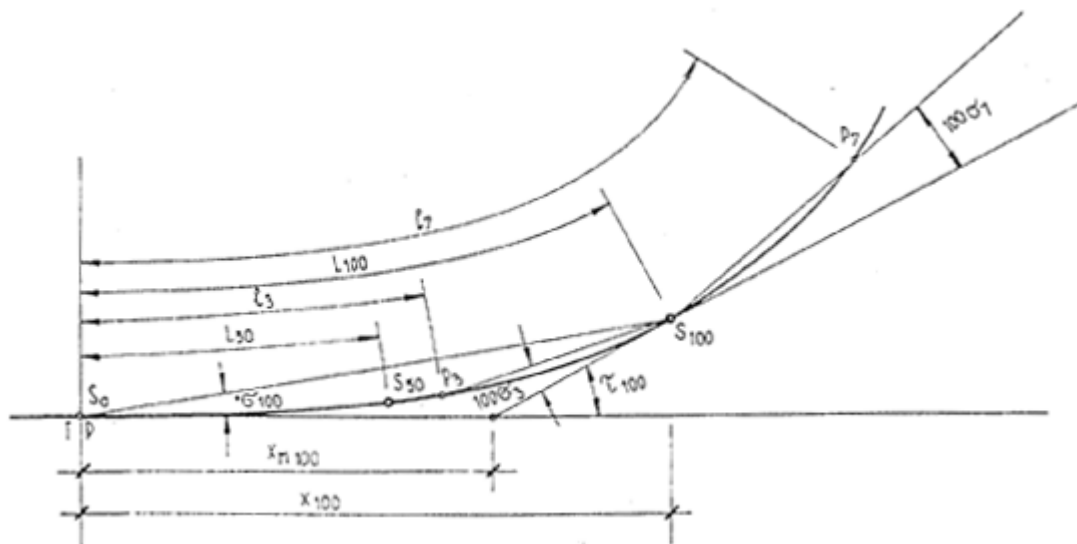
Prechodnica v cestnom stavitel'stve má tvar klotoidy a jej dĺžka (L) má byť z estetických dôvodov v závislosti na polomere oblúka (R) podľa tab. 3.5.

Tab. 3.5 Odporúčané dĺžky prechodníc

R [m]	100	200	300	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000
L [m]	60	80	100	120	160	210	290	430	500	550

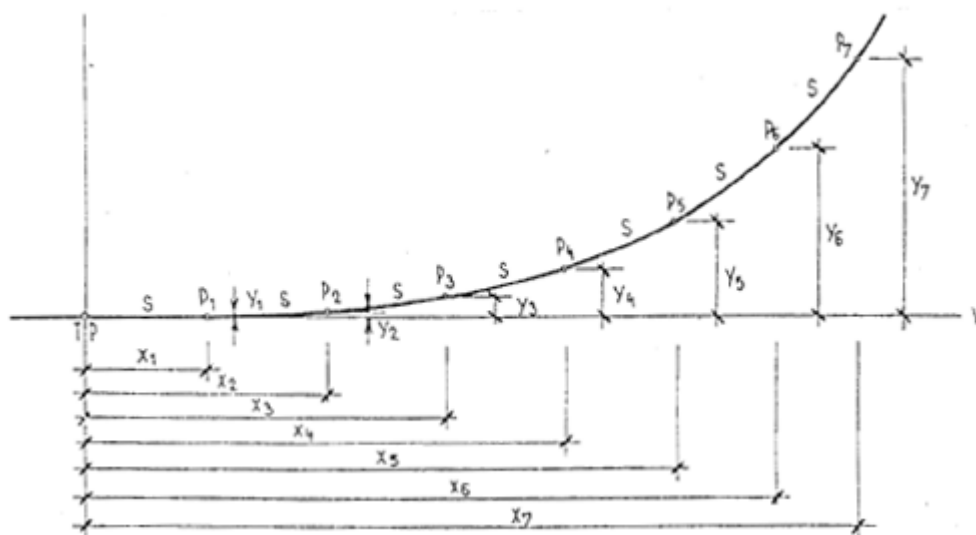
Ak vyjde odsun kružnicového oblúka od dotyčníc $\Delta l \leq 0.25$ m nie je potrebné prechodnice navrhovať. Minimálny polomer je potom 800 m.

Na vytýčenie podrobných bodov prechodnice sa s výhodou používajú tabuľky s hodnotami x pre rôzne parametre prechodníc, vyhovujúcich daným faktorom (obr. 3.14a).



Obr. 3.14a Prechodnica

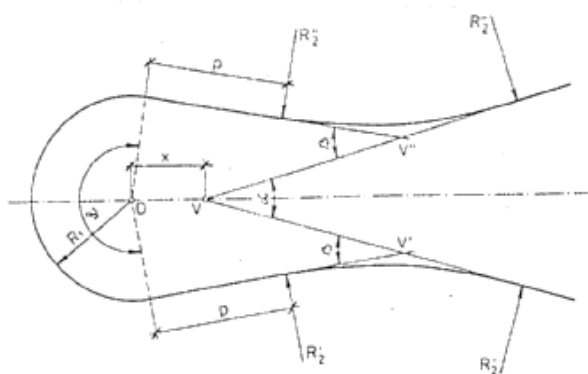
Vlastné vytýčenie sa vykoná niektorou z geodetických metód (spomínaných v odst. 3.2.2.1, obr.3.13a,b,c), napr. pomocou pravouhlých súradníc (obr. 3.14b).



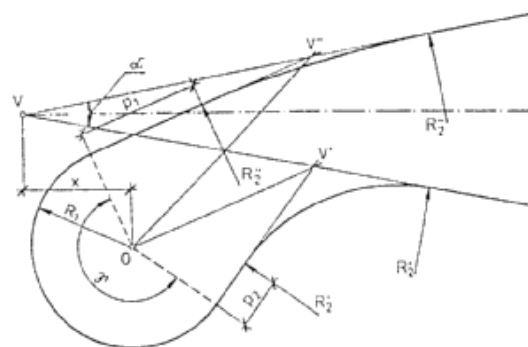
Obr. 3.14b Vytyčovací schéma súradníc

3.2.2.3 Točky

Točky, t. j. smerové oblúky s malým polomerom a veľkým stredovým uhlom sú núdzové riešenia zmeny smeru a sú prípustné len v územiach horského charakteru (obr. 3.15a,b). Polomery aj v točkách majú byť čo najväčšie, aby sa jazdná rýchlosť znížila čo najmenej.



Obr. 3.15a Súmerná točka



Obr. 3.15b Nesúmerná točka

Na zmenšenie polomerov v točkách sa navrhujú dostredné sklony väčšie ako 6%. Najmenšie polomery točiek pre znížené rýchlosti a dostredné sklony 7% a 8% sú uvedené v tab. 3.6.

Tab. 3.6 Najmenšie dovolené polomery točiek v [m]

Dostredný sklon [%]	Návrhová rýchlosť [kmh ⁻¹]			
	45	40	35	30
7	75	60	45	35
8	65	50	40	30

3.2.2.4 Staničenie

Všetky dôležité body vynesené na osi v mapovom podklade a vytýčené v teréne označujeme staničením.

Pri práci na mapovom podklade sa najskôr vynesú hlavné body trasy pomocou súradníc do osového polygónu. Potom sa spresňuje jej priebeh krivkami (prechodníc, kružníc) medzi hlavnými bodmi, vynesením podrobných bodov, zväčša priesečníkov osi s priečnymi rezmi. Spojením hlavných a podrobných bodov sa získa os cesty.

Začiatok úpravy (úseku), bod ZÚ má svoje staničenie, ktoré s presnosťou 10^{-5} km určuje jeho skutočnú polohu. Ak jeho skutočná poloha nie je známa, vtedy sa zvolí jeho relatívne staničenie $ZÚ = 0,00000$ km. Potom, až do určenia skutočnej polohy bodu ZÚ, majú aj všetky ostatné body trasy svoju polohu na trase určené len relatívne.

Okrem staničenia hlavných bodov trasy (PK, KP, PP apod.), priečných rezov a oblúkov, označujeme vpravo od osi v smere staničenia tiež polohu hektometrovníkov a kilometrov, ako napr. na obr. 3.2 – 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; resp. ako v situácii na železničnej trati obr. 2.34 – 10,4; 10,5... .

3.2.3 Usporiadanie trasy v pozdĺžnom reze

Zobrazenie trasy cestnej komunikácie v náryse, resp. v pozdĺžnom reze (obr. 3.1) nazývame **niveletou trasy**. Jej poloha a priebeh ovplyvňuje celý rad činiteľov. Rýchlosť pohybu vozidiel, bezpečnosť prevádzky, hospodárnosť jazdy, a pod.

Niveleta musí byť preto navrhnutá čo najvhodnejšie. Dlhé, strmé stúpania nivelety a malé polomery oblúkov spomaľujú rýchlosť vozidiel. Chyby v jej umiestení môžu zapríčiniť vznik závejov, zosuny svahov, atď.

3.2.3.1 Pozdĺžny sklon nivelety

Pozdĺžny sklon- veľkosť stúpania alebo klesania sa volí podľa:

- členitosti územia,
- požadovanej návrhovej rýchlosti (tab. 3.7).

Tab. 3.7 Návrhové rýchlosti podľa druhu územia a najväčšie dovolené pozdĺžne sklony (s) základných kategórií cestných komunikácií

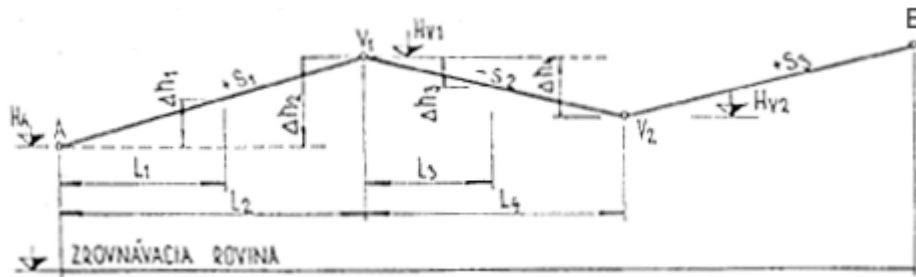
Kategória cestnej komunikácie	Návrhová rýchlosť v km/h pre územie		
	rovinaté alebo miere zvlnené	pahorkovité	horské
	pozdĺžny sklon (s) v %		
D 26,5	120 3	120 4	100 4,5 80 4,5
R 26,5 R 24,5 a R 22,5	120 3,5	100 4,5	80 4,5
R 11,5	100 3,5	80 4,5	70 4,5
S 24,5	100 3,5	80 4,5	80 6
S 22,5	100 4	80 4,5	70 6
S 11,5; S 10,5 S 9,5	80 4,5	70 6	60 7,5
S 7,5	70 4,5	60 7	50 9

Pri navrhovaní nivelety sa musí prihliadať tiež na dĺžku stúpania. Pri dlhých stúpaniach, na ktorých sa znižuje rýchlosť najmä nákladných vozidiel, sa zriaďujú na predbiehanie prídavné jazdné pruhy.

3.2.3.2 Lomy a zaoblenie nivelety

Niveleta sa začne navrhovať tak, že sa najskôr zostrojí výškový polygón, t. j. lomená čiara, ktorej priesečníky sa nazývajú lomami nivelety (obr. 3.16a). Výškové rozdiely a kóty nivelety sa vypočítajú zo vzťahov:

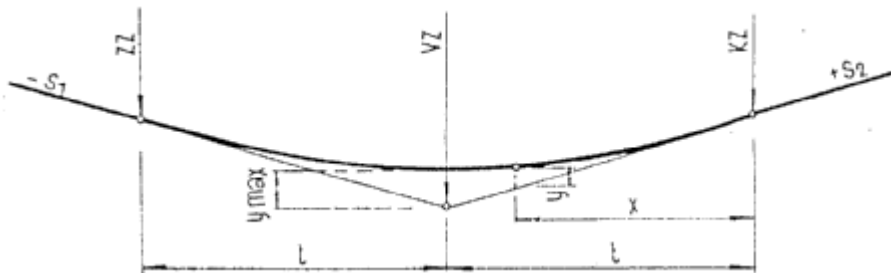
$$\Delta h_1 = \frac{s_1 \cdot l_1}{100}; \quad \Delta h_2 = \frac{s_1 \cdot l_2}{100}, \quad \text{potom} \quad H_{V1} = H_A + \Delta h_2, \quad \text{atď.}$$



Obr. 3.16a Výškový polygón nivelety

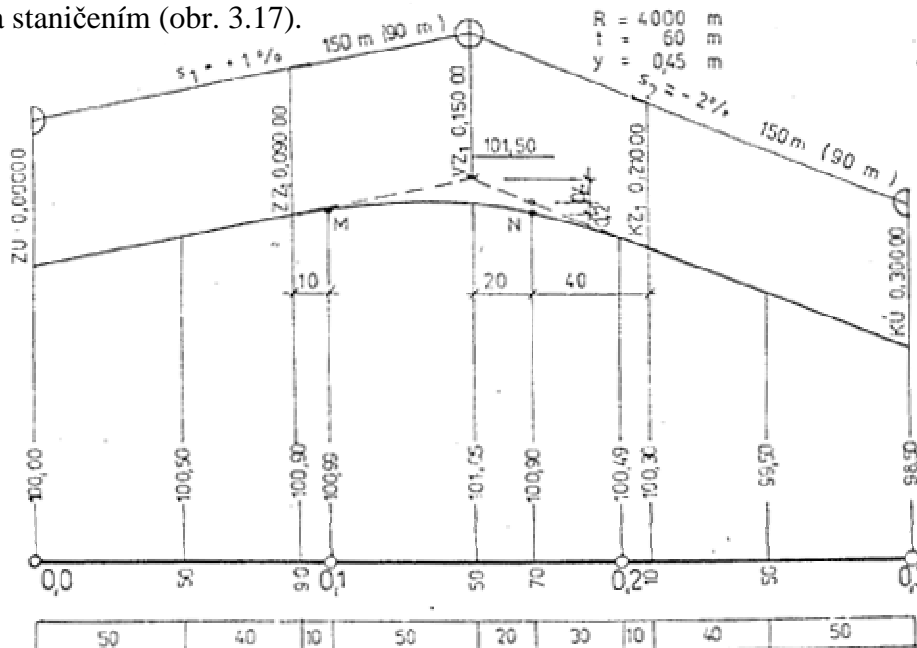
Zaoblenie lomov na našich cestných komunikáciách sa vykonáva parabolickými oblúkmi.

Zakrivenie lomov nivelety (R – rádovo 10^3m) závisí na uhle lomu (vypuklý, vydutý) a jeho poradnice zakrivenia y sa určia (obr. 3.16b) zo vzorca $y = \frac{x^2}{2R}$.



Obr. 3.16b Schéma výpočtu zaoblenia vydutého oblúka nivelety

Navrhnutý výškový polygón a zaoblenie nivelety sú udané v návrhu pozdĺžnymi sklonmi a staničením (obr. 3.17).



Obr. 3.17 Výškový polygón a návrh vypuklého zaoblenia nivelety

3.3 Cestné a diaľničné teleso v priečnom reze

Cestné (zemné) teleso v priečnom reze vytvárajú svahy zemného telesa s odvodnením a korunou cesty (ods. 3.1.2;3.1.3).

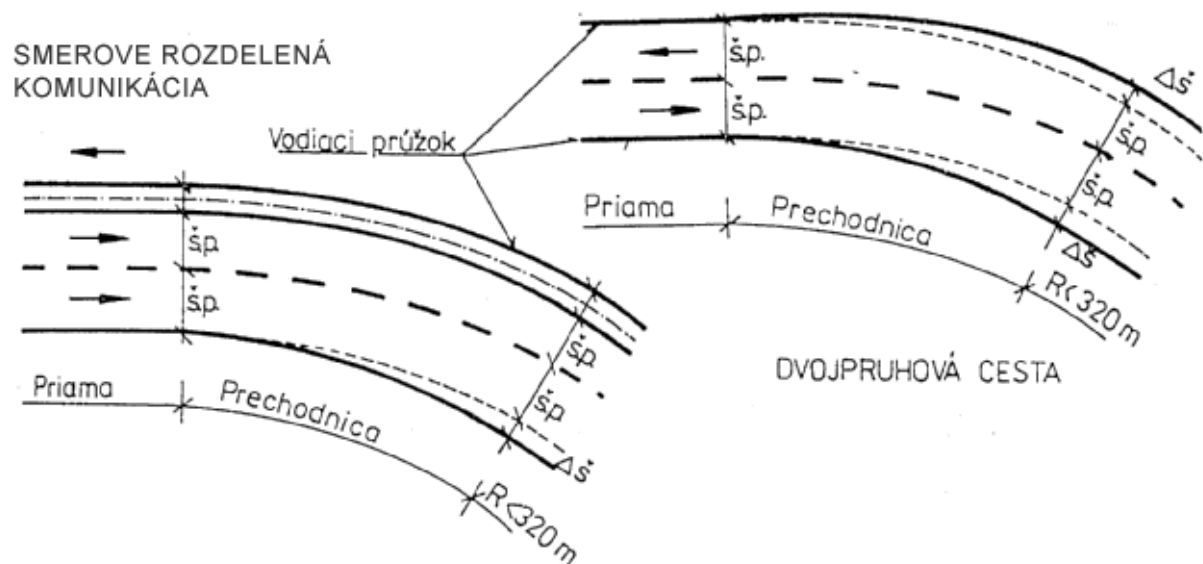
3.3.1 Jazdný pás a jeho navrhovanie

Šírka jazdného pásu v závislosti na kategórii cesty sa realizuje v troch hodnotách (tab. 3.2, 3.3) – 3,0 m, 3,5 m a 3,75 m.

3.3.1.1 Rozšírenie jazdných pruhov v smerovom oblúku

Podľa normy sa rozšírenie jazdných pásov realizuje vo všetkých oblúkoch s polomerom $R_0 < 320$ m a so šírkami jazdných pruhov 3,5 alebo 3,0 m (obr. 3.18).

Predpísané rozšírenie (tab. 3.8) v smerovom oblúku sa robí klinovým nábehom podľa priamky na dĺžku prechodnice.



Obr. 3.18 Schéma rozšírenia jazdného pásu

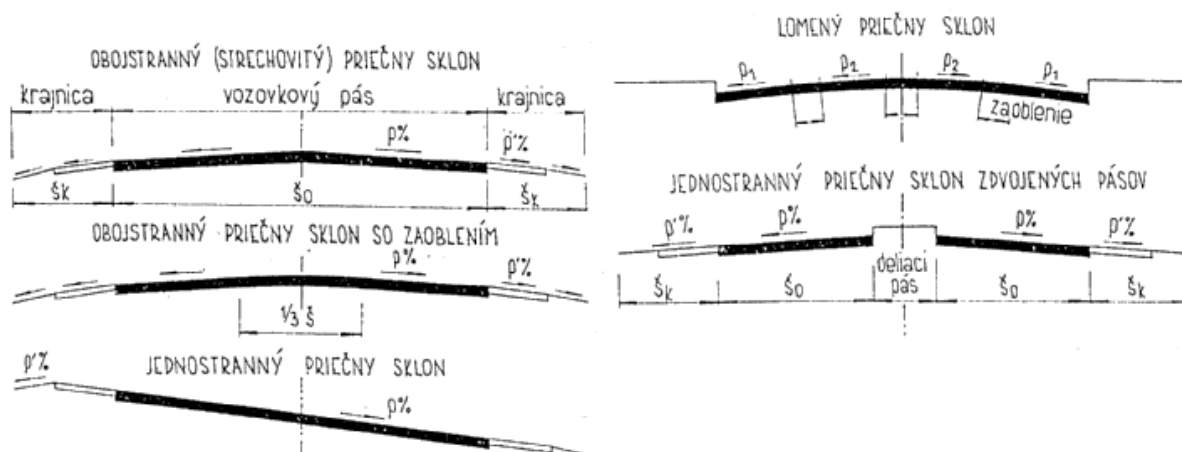
Tab. 3.8 Rozšírenie jazdného pruhu v smerovom oblúku cestnej komunikácie so základnou šírkou pruhu 3,5 a 3,0 m.

Polomer smerového oblúka v osi jazdného pruhu R_o [m]	Rozšírenie v m jazdného pruhu	Poznámka
$320 > R_o \geq 250$	0,15	Rozšírenie jazdných pruhov menších polomerov sa vykoná v tých hodnotách ako na vetvách križovatiek podľa STN 73 6101.
$250 > R_o \geq 200$	0,20	
$200 > R_o \geq 170$	0,25	
$170 > R_o \geq 141$	0,30	
$141 > R_o \geq 125$	0,35	
$125 > R_o \geq 110$	0,40	

3.3.1.2 Priečný sklon jazdných pásov

Na zabezpečenie odtoku vody z povrchu vozovky sa jej povrch vozovky zriaďuje v priečnom sklone. Základný priečný sklon jazdných pruhov v priamom úseku je 2% a sklon (nespevnených) krajníc 8%.

Schémy a spôsoby riešenia priečných sklonov jazdných pásov a krajníc sú na obr. 3.19.



Obr. 3.19 Schémy priečných sklonov jazdných pásov a krajníc

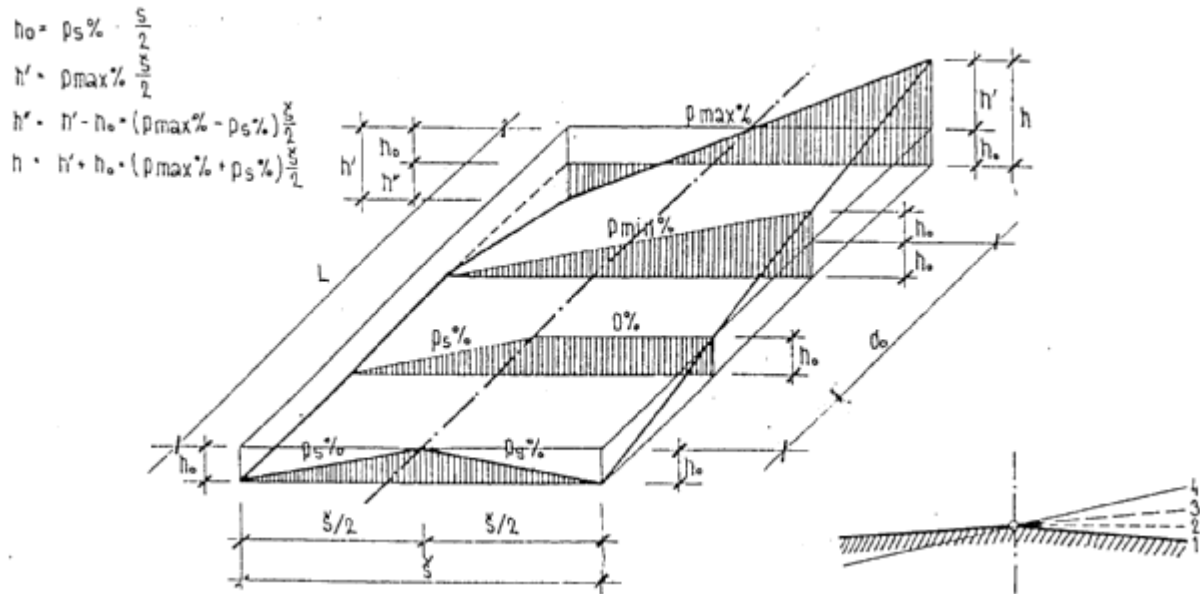
V smerových oblúkoch sa zriaďuje dostredný sklon vozovky (p). Výsledný sklon jazdného pásu (m) sa určí zo vzťahu $m = \sqrt{s^2 + p^2}$, v ktorom s , p sú hodnoty pozdĺžneho a priečného sklonu jazdného pásu v [%].

Výsledný sklon nesmie presúpiť v závislosti od kategórie cestnej komunikácie a charakteru územia 6,5 až 10% a nemá klesnúť pod 0,5, resp. 0,3%.

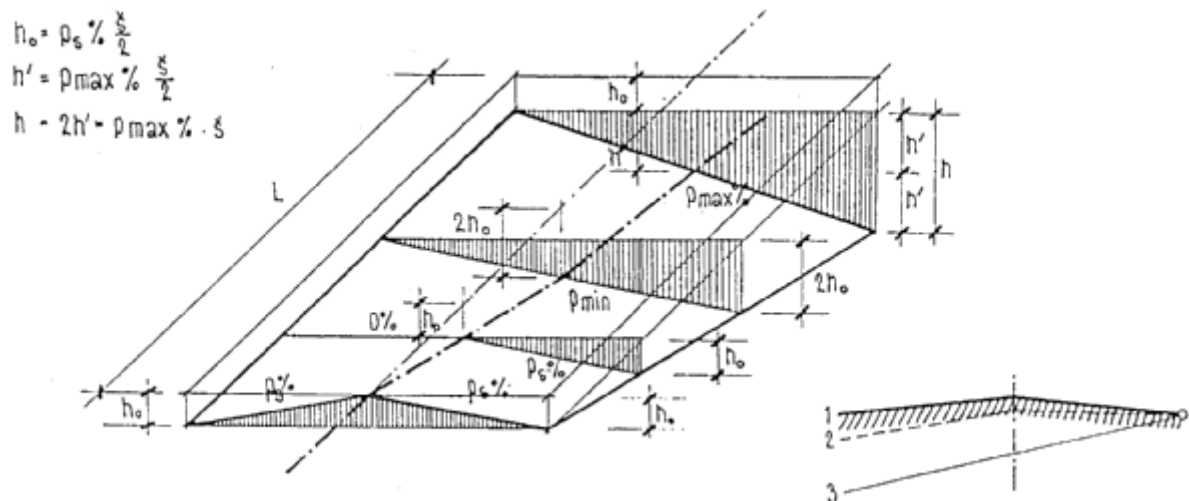
3.3.1.3 Klopenie, vzostupnica a zostupnica

Dostredný sklon sa vytvorí otáčaním priečného rezu okolo:

- osi jazdného pásu (obr. 3.20a),
- vonkajšieho okraja vodiaceho prúžku (obr. 3.20b).

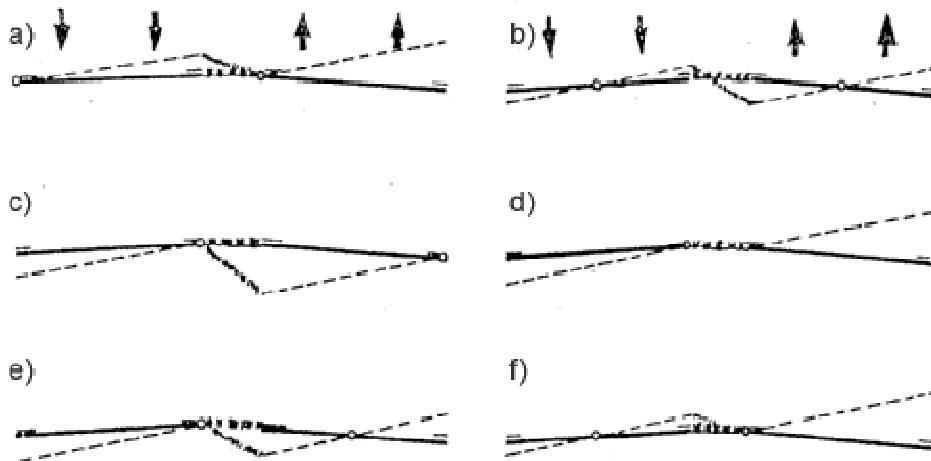


Obr. 3.20a Schéma klopenia okolo vnútornej hrany



Obr. 3.20b Schéma klopenia okolo vonkajšej hrany

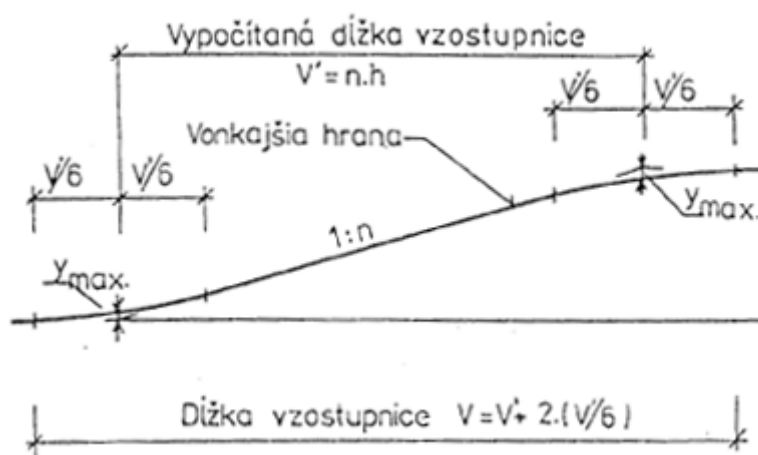
Na smerovo rozdelených komunikáciách sa klopí každý jazdný pás samostatne (obr. 3.21). Vo všetkých prípadoch je potrebné preveriť, či je zabezpečený odtok zrážkovej vody aj z najnižších miest koruny cestnej komunikácie.



Or. 3.21 Spôsoby klopenia smerovo rozdelených ciest

Vzostupnica, resp. zostupnica mení svoju výškovú polohu zásadne v jednotnom sklone podľa priamky (obr. 3.22a). Lomy na začiatku a na konci sa výškovo zaoblia na dĺžku dotyčnice ($t = 1/6 V$). Od zaoblenia sa upustí vtedy, keď najväčšia poradnica zaoblenia

$$y_{\max} = \frac{t^2}{2R} \text{ je menšia ako } 0,025 \text{ m.}$$



Obr. 3.22a Konštrukcia vzostupnice

Dĺžka vzostupnice (V') sa vypočíta z podmienky , aby zmena priečného sklonu jazdného pásu (zo základného sklonu do požadovaného dostredného sklonu) bola rovnaká ako sklon vzostupnice ($1:n$) s minimálnou hodnotou n , podľa tab.3.9.

Tab. 3.9 Minimálne hodnoty strmosti vzostupnice (n)

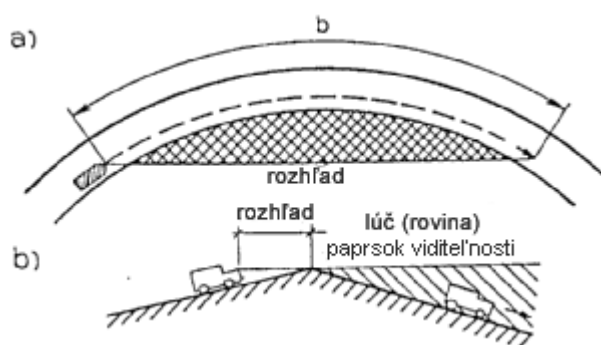
Návrhová rýchlosť [kmh ⁻¹]	Spôsob klopenia jazdného pásu podľa			
	vnútorného vodiaceho prúžku ulíc a diaľníc	vonkajšieho vodiaceho prúžku ciest dvojpruh. ciest	vonkajšieho vodiac. prúžku diaľníc a smer. rozd. ciest pre mot. vozidlá	osi jazdného pásu
≤ 30	150	150	200	75
> 30	300	300	400	150

3.3.2 Rozhľad na cestných komunikáciách

Z hľadiska bezpečnosti a plynulosti cestnej premávky je veľmi dôležité, aby vodič videl na možné prekážky na cestnej komunikácii a aby mohol vozidlo bezpečne:

- **zastaviť** – táto vzdialenosť sa nazýva **dĺžkou rozhľadu na zastavenie** (l_{rzp}),
- **predbiehať** (na dvojpruhových cestných komunikáciách) – táto vzdialenosť sa nazýva **dĺžkou rozhľadu na predbiehanie** (l_{hp}).

Dĺžky rozhľadu na cestných komunikáciách treba dodržať nielen v osi vinutia cesty (obr. 3.22a), t. j. v pôdoryse (v smerových oblúkoch), ale aj vo vertikálnej rovine (obr. 3.22), v zaoblení vypuklých lomov nivelety. Dôvody pre dostatočnú dĺžku na bezpečné zastavenie v smerových (a) a vrcholových oblúkoch zakrivenia (b) možno zjednodušene (obr. 3.22) vyjadriť takto:



Obr. 3.22 Bezpečný rozhľad v smerovom (a) a vo vrchole lomu (b) komunikácie

Vo výpočtoch dĺžky rozhľadu (podľa záväzných vzťahov) sa berú do úvahy všetky známe objektívne vplyvy (brzdná dráha, min. vzájomný odstup a rýchlosť vozidiel, výška vodiča nad vozovkou, polomery zakrivenia, intenzita prevádzky, atď.) – vrátane psychológie a počínanie vodiča (jeho postreh a reakcia).

3.3.3 Zemné teleso

Zemné teleso je jednou z hlavných súčastí telesa cestnej komunikácie. Na jeho kvalite – pevnosti, pružnosti, stabilite a odvodnení – závisí kvalita, trvácnosť a výkonnosť celej komunikácie.

So všeobecnými požiadavkami na tvar, materiál a umelé stavby spodku: priekopy, rigoly, drenáže, priepusty, múry, podchody a nadchody sme sa už (v rozsahu podľa študijného programu Doprava v krízových situáciách na FŠI ŽU) zoznámili v odst. 2.6 (- železničný spodok).

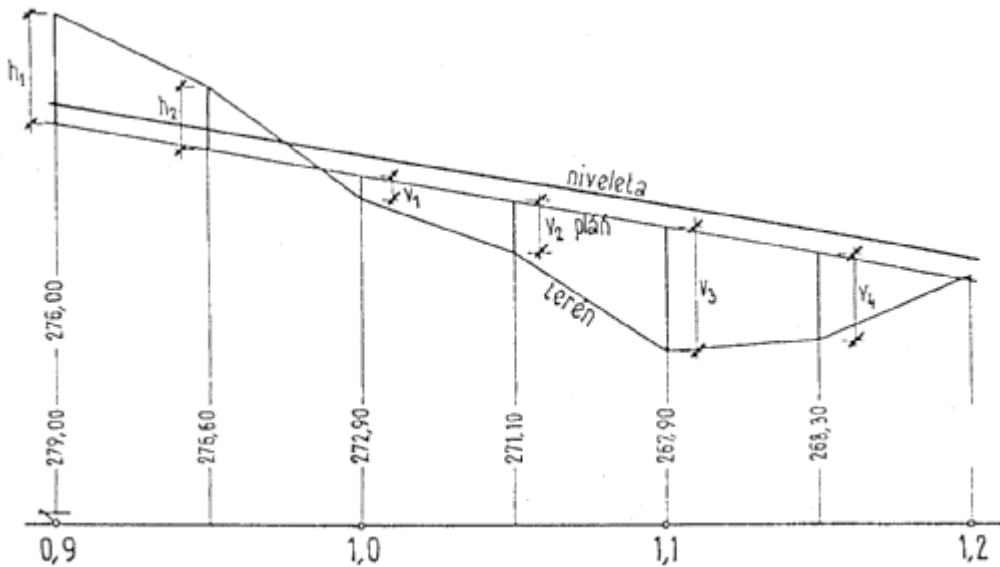
3.3.3.1 Výpočet objemu (kubatúry) zemného telesa a rozvoz hmôt

Odlíšnosti v tvare zemného telesa a vo vinutí trasy cestnej komunikácie a železničnej trate nie sú z vecného hľadiska podstatné.

To umožňuje, aby sme tu a takto „získaný priestor a čas“ venovali **výpočtu objemu (kubatúry) zemných prác a efektívnemu rozvozu hmôt pri stavbe zemného telesa** (podľa spoločnej metodiky, s akou sa výpočet kubatúry zemného telesa rieši i v prípade železničnej trate).

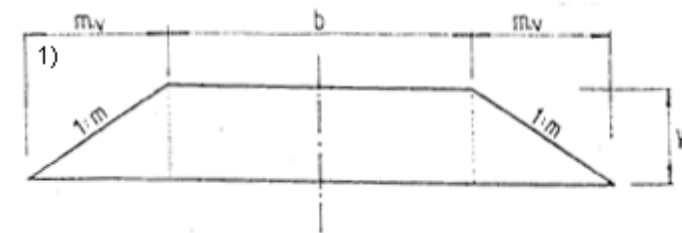
Presnosť stanovenia rozsahu stavebných prác závisí od stupňa projektovej dokumentácie. Pre predbežné štúdie, pri ktorých sa vyhodnocujú viaceré trasy, stačí približný odhad; pre podrobný vykonávací projekt je treba rozsah zemných prác vypracovať presnejšie.

Základnom výpočtu kubatúr je pozdĺžny rez temenom v osi komunikácie a návrh nivelety vozovky alebo pláne (odst. 3.1.1, obr. 3.3). V každom hlavnom, resp. charakteristickom priečnom reze (obr. 3.23a) je treba zistiť rozdiel výšok (h , v).



Obr. 3.23a Pozdĺžny rez terénom s niveletou vozovky a pláne

Podľa druhu zemného telesa (násyp, zárez), šírky koruny a sklonu svahov sa buď graficky (z tabuliek, grafov, nomogramov) alebo výpočtom (obr. 3.23b) zistia plochy priečných rezov.



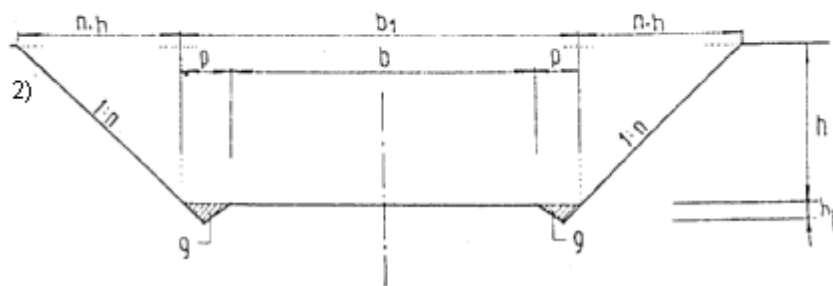
Plochy rezov vo výkope F_V

a v násype F_N sa určia zo vzťahov:

$$F_V = b_1 h + 2g + nh^2; F_N = bv + mv^2 \quad [m^2]$$

$$b_1 = b + 2p + 2np(n + 3) \quad [m]$$

$$2g = hp^2(n + 3) \quad [m^2]$$



Obr. 3.23b Ideálne priečne rezy

násypu (1), zárezu (2)

Vzdialenosti medzi priečnymi rezmi a vypočítané plochy priečných rezov sa zapíšu spravidla do tabuľky pre výpočet kubatúr zemného telesa.

Kubatúra medzi dvoma susednými priečnymi rezmi trasy sa vpočíta zo vzťahu:

$$V = \frac{F_n + F_{nt1}}{2} l_n \quad [\text{m}^3]$$

Kde F_n, F_{nt1} ... plochy susedných priečných rezov vo výkope (F_V) alebo násype (F_N) v $[\text{m}^2]$
 l_n ... vzdialenosti medzi susednými rezmi [m].

Výkopové hmoty sa používajú podľa potreby, buď na zriadenie násypu v susednom úseku, alebo sa premiestnia dopravnými prostriedkami do vzdialenejšieho úseku, príp. na skládku ako prebytočná zemina (na použitie v inom mieste).

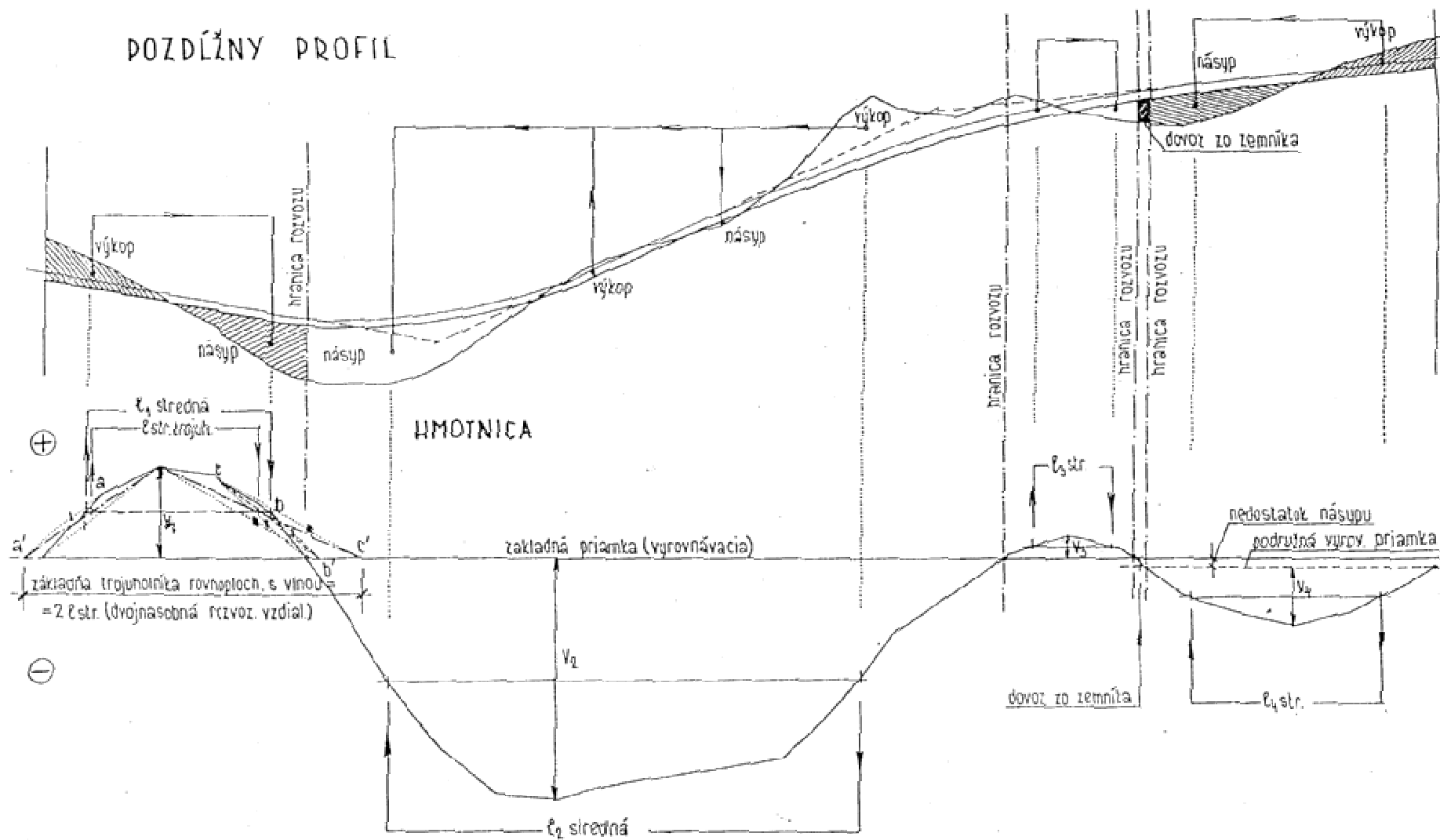
Hmotnica (obr. 3.24) je (lomená) čiara, ktorej poradnice udávajú kubatúru zeminy v danom mieste staničenia trasy. Súradnice hmotnice sa získajú postupným sčítaním prebytkov (+) a nedostatkov (-) kubatúr po sebe idúcich úsekoch.

Posledný údaj v stĺpci „súradnice hmotnice“ udáva buď celkový prebytok alebo nedostatok hmôt.

V prípade nedostatku hmôt sa hmoty ťažia a dovážajú z okolia trasy, z tzv. zemníkov.

Ľubovoľná priamka, vedená rovnobežne so základnou vodorovnou osou hmotnice vytína na hmotnici body, ktoré určujú hranice úsekov, kde sa vzájomne vyrovnávajú hmoty výkopu a násypu. To je východisko pre splánovanie odvozu hmôt, pričom dĺžka rozvozu hmôt je určená vzdialenosťami ťažiska medzi združenými výkopmi a násypmi. Ťažiská sa stanovia obyčajne graficky zo zostrojenej hmotnice.

Na výpočet a zostrojenie hmotnice sa v praxi využívajú na tento účel spracované výpočtové programy.



Obr. 3.24 Príklad konštrukcie hmotnice a jej súvislosť s pozdĺžnym profilom

3.3.3.2 Využitie geotextílií v zemnom telese

Geotextílie sa používajú pri výstavbe a sanácii porušených násypov na málo únosnom podloží. Umožňujú:

- zvýšiť únosnosť zemného telesa,
- realizovať strmšie sklony násypov a zárezov,
- rovnomerné sadanie,
- využiť menej vhodné alebo odpadové materiály.

Vo všetkých odboroch stavebníctva geotextílie môžu byť využité na zabezpečenie viacerých úloh:

- *separáciu* – odrezanie vrstiev zeminy, napr. v podloží v konštrukčných vrstvách rôznej zrnitosti,
- *spevnenie* – (vystuženie) a zlepšenie roznášania napätí medzi vrstvami,
- *filtráciu* – pretekajú vody medzi jednotlivými vrstvami bez vyplavovania najmenších zrn zeminy,
- *drenáž* – odvádzanie zrážkovej vody,
- *izoláciu* – proti dažďu a mrazu,
- *prerušenie a prevzdušnenie* – prerušenie vzlínania spodnej vody a presychania vlhkého podložia,
- *antikontamináciu* – zamedzenie prenikania (kontamináciu) jemnozrnných materiálov.

Podľa spôsobu výroby sa geotextílie rozdeľujú na:

- *tkaniny* – plošné textílie z jednej alebo viacerých sústav (osnov) nití, spojených navzájom v kolmom smere,
- *pleteniny* – plošné textílie vyrobené z nití so vzájomne prepletenými očkami,
- *netkané* – vytvorené iným spôsobom ako tkaním alebo pletením.

Nakoľko sa pleteniny príliš neosvedčili (hospodárnosť) vyrábajú sa v súčasnej dobe geotextílie iba tkané (tab.3.10a) a netkané (tab. 3.10b – spojenie vlákien viazaním, zvarom alebo impregnáciou).

Tab. 3.10a Orientačné vlastnosti niektorých druhov tkaných syntetických geotextílií

Druh textílie	Hmotnosť v g m ⁻²
tkaná z polyamidových vlákien	35
tkaná z polyetylénových vlákien	100
tkaná z monofilových polypropylénových vlákien	240
tkaná z polypropylénových pásikov	120
tkaná z polypropylénových pásikov	220

Tab. 3.10b Orientačné vlastností niektorých druhov netkaných syntetických geotextílií

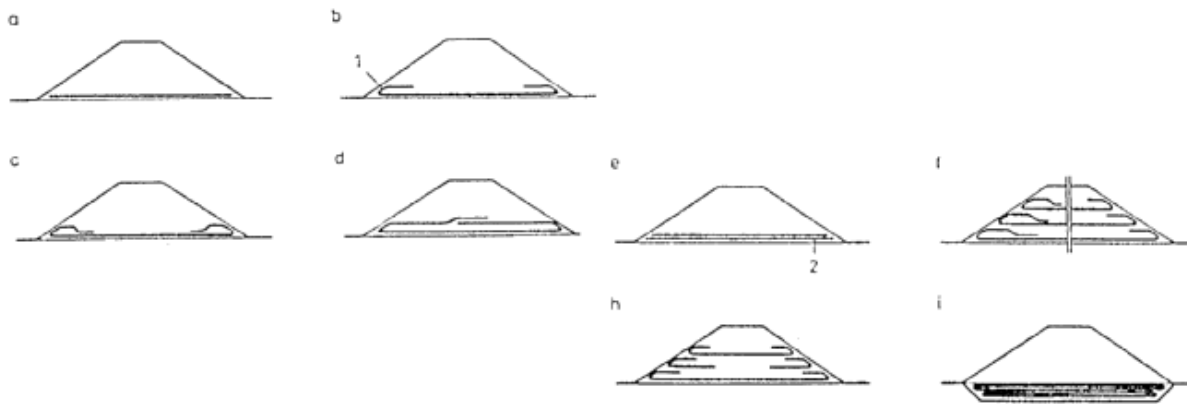
Druh textílie	Hmotnosť v g m ⁻²
Polyester viazaný	200,400,600
Polyester impregnovaný metacrylom	500
Polypropylen viazaný	400
Polypropylen viazaný polyesterom	160
Polyamid impregnovaný latexom	100,300
Zmes nylónu a polypropylénu povrchovo tepelne spracovaná	140

Na trhu je t. č. viacero druhov geotextílií a ich vývoj ďalej pokračuje. V tab. 10c sú uvedené napr. dva netkané typy vyrábané v SR (najmodernejšou technológiou – tzv. zvlákňovaním pod tryskou a s dodatočným zaihlovaním) v TATRATEXTE, š.p. Kežmarok.

Tab. 10c Geotextílie vyrábané v TATRATEXTE, š.p. Kežmarok

	TATRATEX PP 300	TATRATEX PP 400
Hmotnosť g m ⁻²	300	400
pevnosť na 5 cm v N	449	400
- pozdĺžna	354	455
- priečna		
ťažnosť v %	118	132
- pozdĺžna	118	155
- priečna		
hrúbka v mm	3,3	3,5

Na spevnenie zeminy násypu sa vystužené geotextílie ukladajú v jednej alebo vo viacerých vodorovných vrstvách, najčastejšie v spodnej časti telesa. Spôsoby uloženia geotextílií v násypoch sú schematicky znázornené na obr. 3.25.



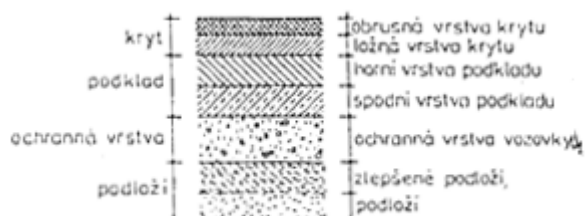
Obr. 3.25 Vystužené geotextílie v násype

3.4 Vozovky cestných komunikácií

Najdôležitejšou časťou cestnej komunikácie je vozovka. Vozovka je viacvrstvová konštrukcia na povrchu cestného telesa, ktorej únosnosť a rovný povrch umožňuje bezpečnú, rýchlu a hospodárnu jazdu motorových vozidiel po celú dobu jej životnosti.

3.4.1 Vozovka a druhy vozoviek

- *Cestná vozovka* sa spravidla skladá z krytu, podkladu a ochrannej vrstvy (obr. 3.26).



Kryt a podkladné vrstvy vozovky sa skladajú z jednej, dvoch alebo výnimočne z troch vrstiev.

Obr. 3.26 Konštrukcia cestnej vozovky

Jednotlivé vrstvy sa líšia funkciou, materiálom a spracovaním. Hornú vrstvu krytu tvorí **obrusná vrstva**, ktorá priamo prenáša účinky dopravného zaťaženia na nižšie vrstvy vozovky, pričom je bezprostredne vystavená aj účinkom atmosférických vplyvov. **Spodná vrstva** krytu (ložná vrstva) vytvára priaznivé podmienky pre uloženie obrusnej vrstvy. Kryt má byť preto rovný, dostatočne drsný (odolný proti šmyku), nepriepustný a stabilný (voči účinkom tangenciálnych síl); kryt vozovky sa preto vždy navrhuje z materiálov najlepšej akosti.

Počet a hrúbka podkladových vrstiev závisia na veľkosti dopravného zaťaženia, druhu, krytu a na materiáli, ktorý sa na ich stavbu použije.

Spodnú vrstvu vozovky tvorí ochranná vrstva, ktorá izoluje vozovku proti účinkom premrzania podložia.

Podložie významne ovplyvňuje skladbu vozovky. Ak je únosnosť podložia nízka alebo je z nevhodnej zeminy, upravuje sa jej horná vrstva pridaním zrnitého materiálu alebo chemicky (cementom, vápnom, živicom), popr. sa zemina vymení.

Charakteristické typy konštrukcie vozoviek sú na obr. 3.27.



Obr. 3.27 Typické skladby vozoviek

- *Druhy vozoviek*

Vozovky sa rozdeľujú podľa rôznych hľadísk, avšak najčastejšie podľa týchto kritérií:

- **deformačná charakteristika krytu,**
- **materiál krytu,**
- **druh podkladu,**
- **dopravné zaťaženie.**

- a) **Podľa deformačných vlastností**, t. j. podľa hodnoty modulu pružnosti krytu sa vozovky (E_V) delia na:
- **tuhé** – s krytom cementobetónu (pri krátkodobom zaťažení $E_V \geq 2,5 \cdot 10^3$ MPa),
 - **netuhé** – vrstvy stmelené živicom ($E_V = (5 \text{ až } 20) \cdot 10^3$ MPa),
 - **hybridné** (zmiešané) – s podkladnou vrstvou z cementového betónu a kryt z materiálu stmelého živicom.
- b) **Podľa materiálu krytu** sa vozovky delia na:
- **stabilizované** – pomocou cementu, živice alebo mechanicky. Považujú sa ako dočasné na staveniskách, malo zaťažených komunikáciách a pod.,
 - **štrkové** – majú kryt z vrstvy štrku stmelého hlinitým (niekedy živičným; inokedy lignitickým kalom. V minulosti bol tento druh vozovky najčastejším riešením; v súčasnosti sa používa už iba na málo zaťažených účelových (lesné, poľné cesty ...) a miestnych komunikáciách,
 - **dláždené** – z prirodzeného alebo umelého kameňa. V súčasnosti sa na súvislých úsekoch už nepoužívajú,
 - **živičné** – vozovky sú v súčasnosti najrozsiahlejšie. V minulosti sa používali v jednoduchej úprave (živičné nátery ...). V súčasnosti sa používajú v tzv. úprave ťažkého typu – s obrusnou vrstvou z asfaltového betónu, liateho asfaltu a niekedy z obaleného kameniva.

Pozn.: Stabilizované a štrkové vozovky sa považujú za **prašné**, dláždené a **živičné** ako neprašné.

- c) **Podľa druhu podkladu** sa vozovky delia na:
- **vozovky s nestmelenými podkladnými vrstvami** (len mechanicky spevnená zemina, štrkopiesok); sú vhodné len na nižšie dopravné zaťaženie,
 - **vozovky so stmelenými podkladnými vrstvami,**
 - **celoživicové vozovky**
- d) **Podľa dopravného zaťaženia** sa vozovky delia do 7 skupín, tab. 3.11.

Tab. 3.11 Druhy vozoviek podľa dopravného zaťaženia (TNT – počet prejazdov ťažkých nákladných vozidiel, N_C – prevádzková výkonnosť, vyjadrená počtom prejazdov tzv. návrhovej nápravy).

Klasifikácia vozovky podľa dopravného zaťaženia	Skupina dopravného zaťaženia	Priemerný počet TNV za 24 h v jednom smere	Prevádzková výkonnosť N_C , do
Veľmi ťažká	A	2000	3×10^7
Ťažká	B	751 až 2000	1×10^7
Stredná	C	251 až 750	3×10^6
Lahká	D	51 až 250	1×10^6
Veľmi ľahká	E	26 až 50	1×10^5
Pre malé dopravné zaťaženie	F	5 až 25	5×10^4
Pre veľmi malé dopravné zaťaženie	G	5	1×10^4

3.4.2 Zaťaženie vozovky

Zaťaženie vozovky patrí medzi základné technické faktory, z ktorých je treba vychádzať pri návrhu vozovky, resp. ktoré majú vplyv na jej prevádzkové vlastnosti, údržbu a životnosť. Faktory, ktoré pritom treba rešpektovať možno rozdeliť do troch skupín, na:

- **technické** – výkonnosť vozovky, klimatické podmienky, geologické podmienky v podloží, vlastnosti stavebných materiálov,
- **technologické** – možnosť dodávateľa pri zriaďovaní vozovky,
- **spoločenské a ekonomické** – vplyv na životné prostredie, využitie miestnych materiálov, investičné náklady, atď.

Na základe analýzy veľkosti zaťaženia cestných vozoviek možno v jednotlivých vrstvách predpokladať namáhanie podľa obr. 3.28.

Názov vrstiev podľa funkcie	Vertikálne	Horizontálne	Názov vrstvy podľa umiestnenia na vozovke
krycia vrstva	veľké napätie v tlaku	veľké napätie v tlaku stredné napätie v tlaku	obrusná vrstva
krycia vrstva	veľké napätie v tlaku (veľké napätie v šmyku)	stredné napätie v tlaku malé napätie v tlaku (ťahu)	ložná vrstva
nosná vrstva	stredné napätie v tlaku	malé napätie v tlaku veľké napätie v ťahu	horná podkladová vrstva
nosná vrstva	malé napätie v tlaku	malé napätie v ťahu stredné napätie v ťahu	spodná podkladová vrstva
ochranná vrstva	veľmi malé napätie v tlaku	veľmi malé napätie v ťahu	stredná vrstva vozovky
podložie	veľmi malé napätie v tlaku		podložie

Obr. 3.28 Schéma namáhania jednotlivých vrstiev vozovky od zaťaženia

Pri navrhovaní (posudzovaní) vozovky možno postupovať dvoma spôsobmi: empiricky alebo teoreticky (na základne napätí a deformácií, ktoré vznikajú vo vozovke pri statickom a dynamickom zaťažení).

Výber spôsobu, resp. konkrétnej metodiky riešenia je zložitým a čo do podrobnosti už špecifickým odborným problémom (podrobnejšie viď. napr. lit. 4, ods. 5.3).

3.5 Križovatky cestných komunikácií

Križovatka je miesto, v ktorom sa v pôdorysnom priemete pretínajú (priesečná križovatka), alebo stýkajú (styková križovatka) dve alebo viac cestných komunikácií, pričom aspoň dve z nich sú navzájom prepojené.

Podľa vzájomnej výškovej polohy križujúcich sa cestných komunikácií rozoznávame križovatky:

- **úrovňové**, na ktorých sa pozemné komunikácie pretínajú alebo stýkajú v tej istej úrovni,
- **mimoúrovňové**, na ktorých sú križujúce sa komunikácie prepojené v rôznych úrovniach.

Podľa uhlu kríženia rozoznávame križovatky kolmé a šikmé; podľa umiestnenia mestské (intravilán) a mimomestské (extravilán) a podľa pohybu dopravných prúdov (vozidiel pohybujúcich sa tým istým smerom) na križovatky s neusmerneným alebo usmerneným prúdom (prúdmi).

Kríženie (na rozdiel od križovatky) je miesto, v ktorom sa komunikácie pretínajú bez vzájomného prepojenia (prejazdy, prechody a mimoúrovňové kríženia).

Križovatky na cestách a diaľniciach majú zvláštny význam a dôležitosť. Ich nesprávne umiestnenie môže vážne ohroziť plynulosť, bezpečnosť a prepravnú výkonnosť na prepojených komunikáciách. Rovnaký význam majú aj úrovňové kríženia ciest so železnicou (viď. ods. 2.7), pretože nepriaznivé dôsledky takéhoto kríženia sa dotýkajú predovšetkým cestnej dopravy.

Je snaha odstrániť železničné priecestia a nahradiť ich mimoúrovňovým krížením.

3.5.1 Úrovňové križovatky

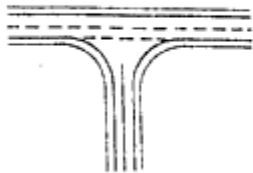
Hlavné typy stykových križovatiek sú schematicky znázornené v tab. 3.12. Názvoslovie a hlavné typy úrovňových križovatiek sú nasledujúce:

- kolmá styková križovatka (a, b),
- priesečná križovatka (c, d),
- vidlicová križovatka (e),
- zvláštna križovatka (f, g),
- okružná križovatka (h).

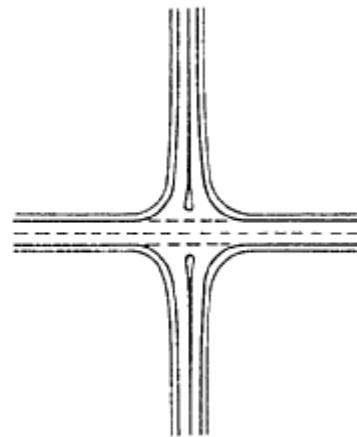
Tab. 3.12 Schémy hlavných typov úrovňových križovatiek

a	e
b	f
c	g
d	h

Príklady neusmernených a usmernených križovatiek sú na obr. 3.29.

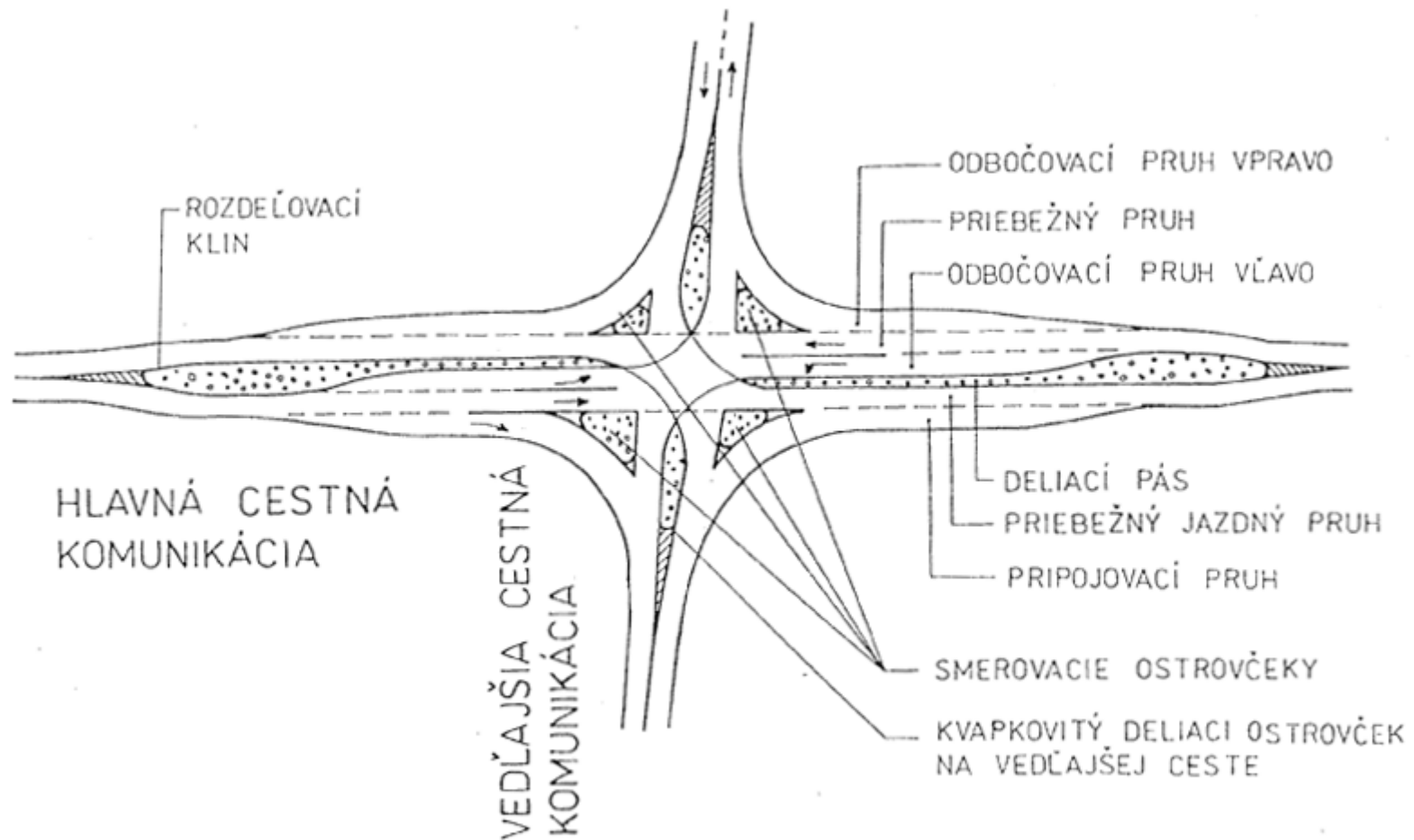


Obr. 3.29a Neusmernená styková križovatka



Obr. 3.29b Usmernená križovatka s pruhom na odbočenie vpravo a vľavo na priebežnej komunikácii

Názvy jednotlivých častí a prvkov usmernenej úrovňovej križovatky sú na obr. 3.30.



Obr. 3.30 Schéma usmernenej úrovňovej križovatky a názvy jej jednotlivých častí

Úrovňové križovatky majú vždy jednu komunikáciu hlavnú a druhú ako vedľajšiu. Hlavná komunikácia je spravidla vyššej dopravnej dôležitosti alebo kategórie.

Úrovňové kríženie osí hlavnej a vedľajšej komunikácie má byť v pravom uhle (α). Pri šikmom krížení sa odporúča, aby uhol kríženia bol v intervale $75^\circ < \alpha < 105^\circ$. Keď nie je možné túto požiadavku splniť, potom sa na vedľajšej komunikácii zriadi smerový oblúk s polomerom $R = 150$ m, min. však $R = 50$ m (obr. 3.31).



Obr. 3.31 Úprava šikmých úrovňových priesečných križovatiek (a,b), resp. s odsadenými odbočnými pruhmi (c)

Vzájomná vzdialenosť križovatiek na cestnej sieti a diaľniciach je stanovená nasledovne:

- na diaľniciach a smerovo rozdelených cestách od 5 do 15 km,
- na smerovo nerozdelených cestách a cestách s neobmedzeným prístupom podľa tab. 3.12.

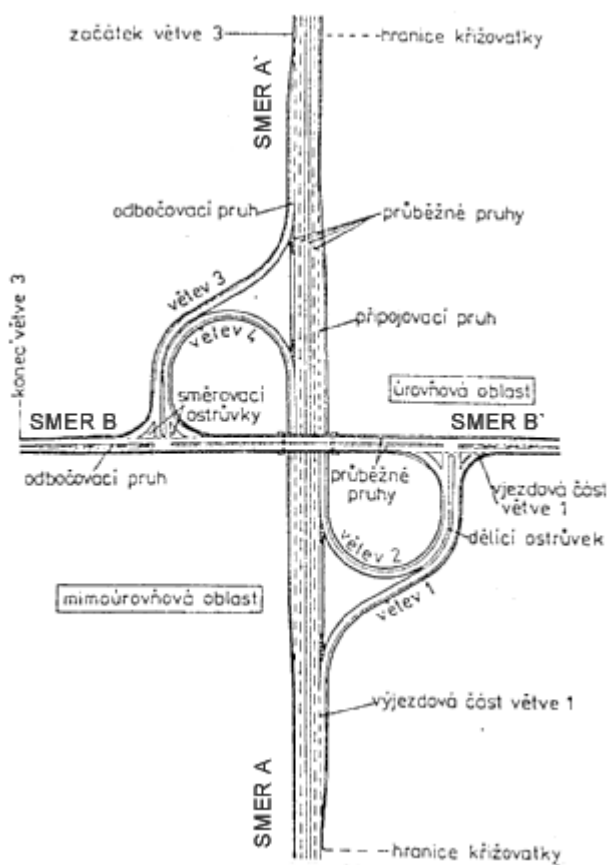
Tab. 3.12 Najmenšia dovolená vzdialenosť križovatiek

Návrhová rýchlosť V_n [kmh^{-1}]	Vzdialenosť križovatiek v km na cestách kategórie		
	Smerovo nerozdelené cesty pre motorové vozidlá (R)	Cesty s neobmedzeným prístupom – smerovo (S)	
		rozdelené	nerozdelené
100	4,0	3,0	-
80	3,0	2,5	2,0
70	2,5	2,0	1,5
60	-	-	1,0
50	-	-	0,5 – 1,0

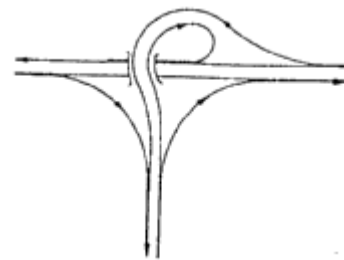
3.5.2 Mimoúrovňové križovatky

Na mimoúrovňovej križovatke je v dôsledku rozdelenia dopravných prúdov do dvoch alebo viac úrovní vylúčené priame stretnutie vozidiel. Navrhujú sa zásadne na komunikáciách veľkého dopravného významu a vtedy, keď vzhľadom na konfiguráciu terénu je mimoúrovňové riešenie ekonomicky výhodnejšie.

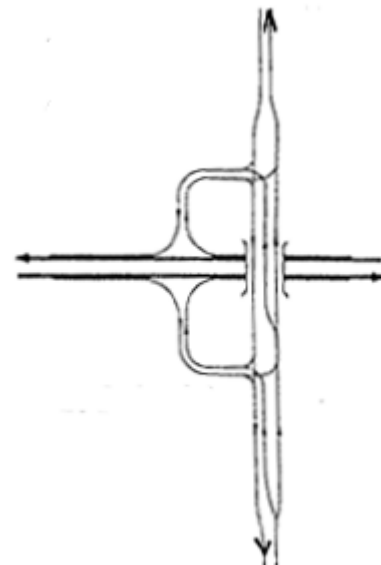
Norma odporúča celkom 12 vzorov usporiadania mimoúrovňových križovatiek. Názvoslovie a niektoré typy úrovňových križovatiek sú schematicky znázornené na obr. 3.32. Pri križovaní križovatiek na cestnej komunikácii sa dbá na jednotnosť a homogenitu riešenia celého cestného ťahu.



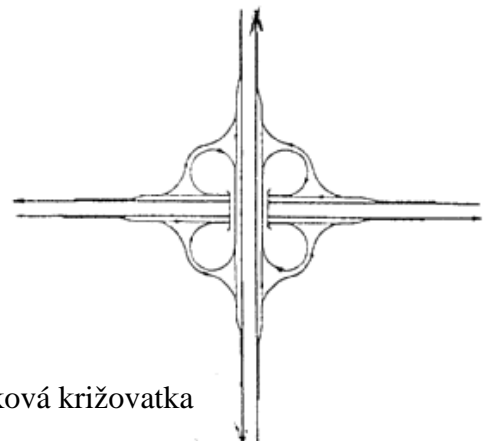
Obr. 3.32a Schematické znázornenie základných prvkov mimoúrovňovej cestnej križovatky



Obr. 3.32b Trúbkovitá križovatka



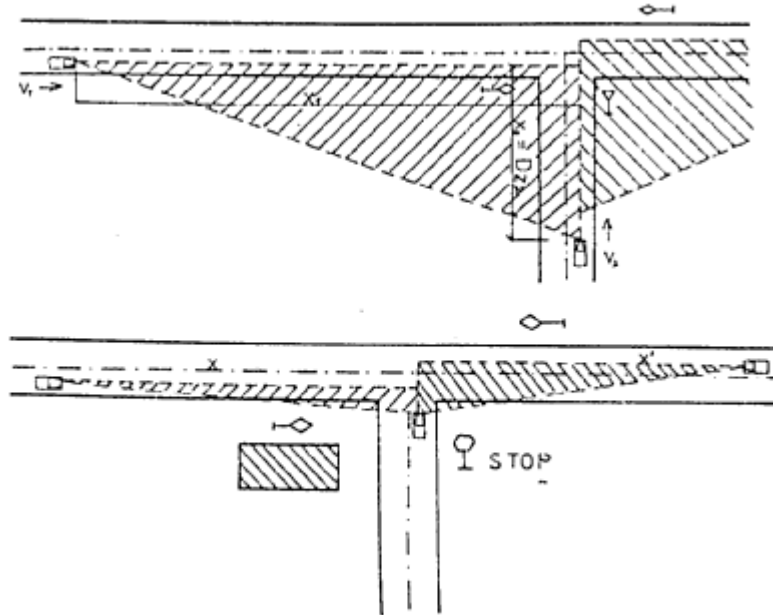
Obr. 3.32c Deltová križovatka



Obr. 3.32d Štvorlístková križovatka

Každú križovatku je potrebné posúdiť aj z hľadiska rozhl'adu (obr. 3.33). Plochy rozhl'adových trojuholníkov sa vypočítajú podľa normy.

Výška prekážky v rozhl'adových trojuholníkoch musí byť menšia ako 0,9 m.



Obr. 3.33 Rozhl'adové trojuholníky na križovatke

Pozn.: Úplný návrh a výpočet križovatiek je špecifická odborná úloha cestného staviteľstva a ako taká presahuje už zjavne určenie tohto textu v danom študijnom odbore.

3.6 Miestne komunikácie

Miestne komunikácie sú verejne prístupné a používané ulice, cesty a priestranstvá, ktoré slúžia miestnej doprave a sú na zastavanom území. Medzi miestne komunikácie môžu byť zaradené aj niektoré dôležité **účelové komunikácie**, ktoré zabezpečujú dopravné spojenie s uzavretými priestormi (skladov, objektov, výrobných závodov a pod.).

Základné charakteristiky miestnych komunikácií podľa jednotlivých tried (A,B,C) a dopravného významu sú uvedené v tab. 3.13.

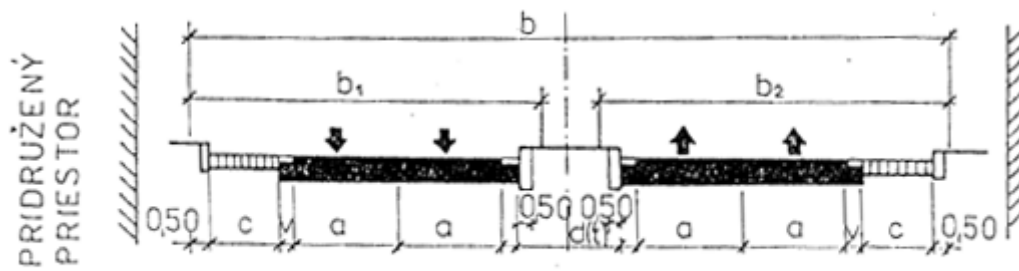
Podľa funkcie sa miestne komunikácie delia na päť kategórií (obr. 3.37a,b,c,d):

- MR – miestne rýchlostné komunikácie,
- MS – mieste zberné komunikácie,
- MO – miestne obslužné komunikácie,
- MST – mestské zberné komunikácie so zvýšeným električkovým pásom,
- MOK – sídelné obslužné komunikácie s krajinou.

Návrh šírkového usporiadania miestnej komunikácie závisí na výhľadovej intenzite dopravy [$\text{voz} \cdot \text{h}^{-1}$] a na počte a druhu zvolených skladobných prvkov (tab. 3.14).

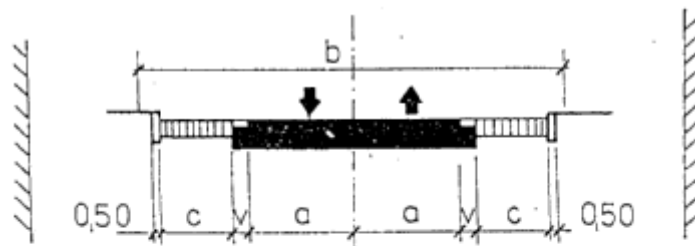
Tab. 3.13 Charakteristiky miestnych komunikácií (pre motorovú dopravu)

Označenie komunikácie		A - rýchlostné		B - zberné		C – obslužné		
		A1 autodráhové	A2 prejazdne	B1 prípojné	B2 spojovacie	C1 tepnové	C2	C3 Prístupové
Usporiadanie jazdných pásov	smerovo rozdelené smerovo nerozdelené	Zásadne rozdelené	Rozdelené Výnimočne (nerozdelené)	Rozdelené (nerozdelené)	Rozdelené (nerozdelené)	Rozdelené (nerozdelené)	Rozdelené (nerozdelené)	nerozdelené
Pridružené pruhy	Núdzový	nutné	nutné	zriaďuje sa	možné	-	-	-
	Zastavovací	-	-	zriaďuje sa	zriaďuje sa	zriaďuje sa		
	Parkovací	-	-	-	-	zriaďuje sa	zriaďuje sa	zriaďuje sa
Návrhová rýchlosť [kmh ⁻¹]	Priaznivé podmienky	100	80	80 (70)	60	60	60	50
	Bežné podmienky	80	80	70 (60)	60	50	50	40
	Obťažne podmienky	70	60	60 (50)	50	40	40	neurčuje sa
Požadovaná jazdná rýchlosť [kmh ⁻¹]	Priaznivé podmienky	70	60	50 (50)	50	neurčuje sa	neurčuje sa	neurčuje sa
	Bežné podmienky	60	50	50 (40)	40	neurčuje sa	neurčuje sa	neurčuje sa
	Obťažne podmienky	50	50	40 (40)	40	neurčuje sa	neurčuje sa	neurčuje sa
Usporiadanie križovatiek		mimoúrovňové	mimoúrovňové, výnimočne úrovňové	mimoúrovňové (úrovňové)	úrovňové	úrovňové	mimoúrovňové (úrovňové)	úrovňové
Vzdialenosť križovatiek [m]	odporúčaná	1200	800	600 (500)	300	600 (400)	500 (300)	bez obmedzenia
	najmenšia	800	600	400 (300)	150	400 (200)	300 (150)	
Použiteľná kategória MK		MR 26,5	MR 25,5	MS 25	MST 33	MO 25	MO 25	MO 8
		MR 25,5	MR 24,4	MS 14	MS 14, MS 9	MO 14	MO 14	MOK 7,5



ZÁKLADNÁ KATEGÓRIA			ŠÍRKA [m]						
OZNAČENIE	b [m]	v_n [km.h ⁻¹]	a	v_1	v_2	c	d	t	b_1, b_2
MR	26,50	100	3,75	0,25	0,50	2,50	4,0	-	11,75
MR	24,50	80 70 60	3,50	0,25	0,50	2,50	3,0	-	11,25
MO MS	25,00	80 70 60	3,50	0,25	0,50	2,75	3,0	-	11,50
MS	20,00	80 70 60	3,50	0,50	0,50	-	3,0	-	9,00
MS	16,50	80 70 60	3,50	0,50	0,25	-	-	-	8,25
MO MS	21,50	80 70 60	3,50	0,25	0,25	2,75	-	-	10,75
MST	33,00	80 70 60	3,50	0,25	0,50	2,75	-	11,0	11,50

Obr. 3.37a Základné kategórie štvorpruhových mestských komunikácií



ZÁKLADNÁ KATEGÓRIA			ŠÍRKA [m]		
OZNAČENIE	b [m]	v_n [km.h ⁻¹]	a	v	c
MS MO	14	70 60 50	3,50	0,25	2,75
MO	12	60 50 40	3,00	0,25	2,25
MS	9	50 40	3,50	0,50	-
MO	8	50 40 30	3,00	0,50	-
MS	7	40 30	3,00	-	-

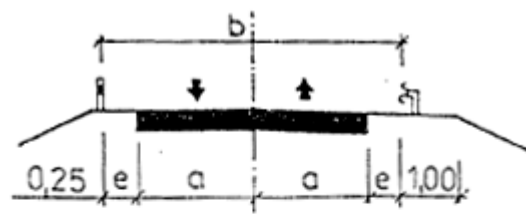
Obr. 3.37b Základné kategórie dvojpruhových mestských komunikácií



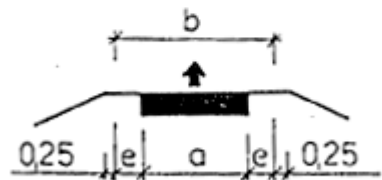
ZÁKLADNÁ KATEGÓRIA		ŠÍRKA [m]			
OZNAČ.	b [m]	v_n [kmh ⁻¹]	a	v	c
M0	5,50	30	3,00	0,25	2,25

OZNAČ.	b [m]	v_n [kmh ⁻¹]	a	v
M0	5,0	30 40	3,50	0,50

Obr. 3.37c Jednopruhové mestské komunikácie s parkovacím pruhom















OZNAČ.	b [m]	v_n [kmh ⁻¹]	a	e
MOK	7,50	40 30	3,00	0,75



OZNAČ.	b [m]	v_n [kmh ⁻¹]	a	e
MK	4,0	30	3,0	0,50

Obr. 3.37d Sídlné komunikácie s krajinou

Tab. 3.14 Skladobné prvky šírkového usporiadania miestnych komunikácií

Označenie	Názov skladobného prvku	Schéma	Šírka m	Použitie	Poznámka
a	Jazdný pruh		3,75	na komunikáciách A1, A2, $v_n = 10 \text{ kmh}^{-1}$	
			3,50	na komunikáciách B1, B2, C1	
			3,25	pri rekonštrukciách komunikácií B2, C1	
			3,00	na komunikáciách C1, C2	
c	Núdzový druh		2,50 2,00	komunikácie A1, A2 B1, B2	
c	Parkovací a zastavovací pruh		2,75 2,25	na komunikáciách B1, B2 C1, C2	
	Električkový pás zvýšený		7,50	pri rekonštrukciách v existujúcej zástavbe	v smerových oblúkoch treba rozšíriť
t	Električkový pás zvýšený	 	11,00	použitie pri trolejovom stožiaru v osi zvýšeného pásu pri električkovom páse bez stožiaru	v úsekoch mimo zastávky možno zúžiť na 8,20 m a 7,20 m
			10,00		
a	Autobusový alebo trolejbusový pruh		3,5	na komunikáciách A, B	dopravne vyznačený a oddelený opticky
	Cyklistický pruh		1,50	obojsmerný v pridruženom dopravnom priestore jednosmerný v pridruženom dopravnom priestore pri oddelení deliacim pásom	najmenej 2 pruhy
1,25					
1,00					
	Pruh pre chodcov		0,75	na peších komunikáciách	najmenej 2 pruhy a 0,50 m bezpečnostný odstup
d	Stredný deliaci pás		4,00 3,00	na komunikáciách A1 A2, B1, B2	možno znížiť až na 1,5
	Deliaci alebo pomocný pás		min. 1,50	medzi hlavným a pridruženým dopravným priestorom	
v v ₁ v ₂	Vodiaci prúžok		0,25	len v styku s núdzovými, s prídavnými pruhmi pridruženými pruhmi alebo spevnenou krajinou	
			0,50		

4 MOSTY A TUNELY

Mosty a tunely patria medzi najnáročnejšie stavebné diela a patria k vrcholom inžinierskej praxe. Ich staviteľstvo stálo vždy v popredí poznania a využitia stavebných materiálov a v rozvoji technológií v celom staviteľstve.

Mosty a tunely ako súčasť komunikácie slúžia na preklopenie prekážok na jej trase.

Najstarším „staviteľom“ mostov a tunelov bola príroda. Jej diela – vyvrátené stromy, skalné (krásne) útvary ponad korytá riek, či jaskyne a chodby v podzemí – využíval človek od nepamäti.

V ďalšom však pod pojmom most či tunel, budeme tak, ako je to v technickej praxi bežné, rozumieť (zúžene) len také dielo, ktoré vzniklo umelo, zámernou činnosťou človeka.

Mostné a tunelové staviteľstvo prešlo dlhým vývojom. Obe sa rozvíjali relatívne samostatne a v súčasnej dobe dosahujú úroveň dobre porovnateľnú s prevratným rozvojom techniky a technológie v ostatných odboroch.

4.1 Mosty

Mostný objekt je súčasť komunikácie nahradzujúca jej zemné teleso v mieste, v ktorom je treba prekonať prírodnú alebo umelú prekážku premostením.

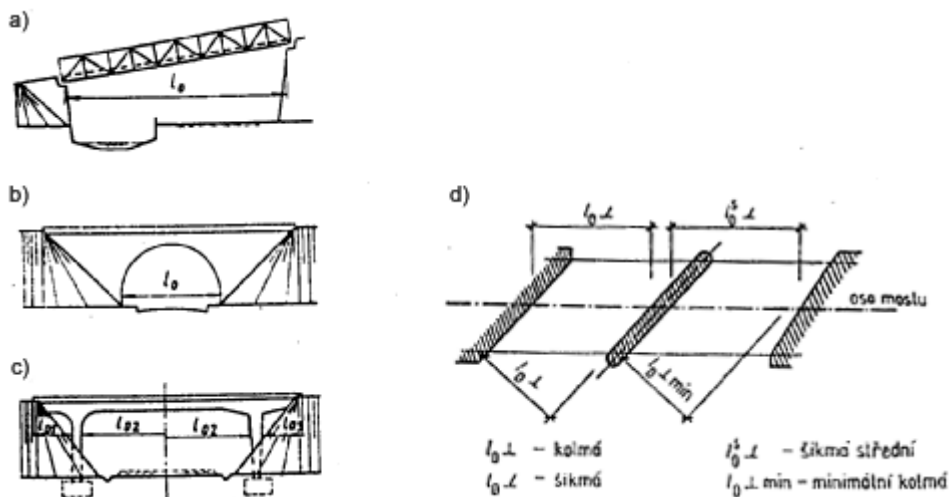
Podľa druhu premostenia sa mostné objekty delia na:

- mosty
- priepusty
- lávky.

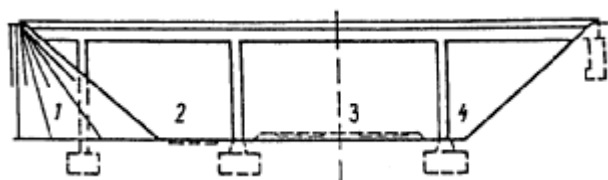
4.1.1 Základné pojmy

Most je mostný objekt, alebo jeho časť s kolmou svetlosťou (obr. 4.1) aspoň jedného mostného otvoru (obr. 4.2) rovnajúcou sa **najmenej 2,01 m**. Slúži na prevedenie dopravných ciest, vodných koryt a potrubných komunikácií cez prekážky alebo len na stavebne montážne účely.

Mostné objekty s rozpätím do 2,00 m sa nazývajú **priepusty**. **Lávky** slúžia chodcom, alebo na mostoch na revízie, prípadne iné účely.



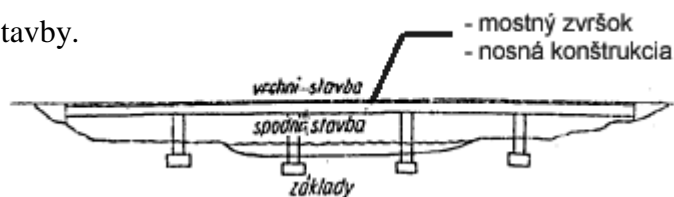
Obr. 4.1 Svetlosť mostných otvorov



Obr. 4.2 Most so štyrmi mostnými otvormi

Každý most sa skladá z troch hlavných častí (obr. 4.3):

- mostného zvršku
- nosnej konštrukcie
- spodnej stavby.



Obr. 4.3 Hlavné časti mosta

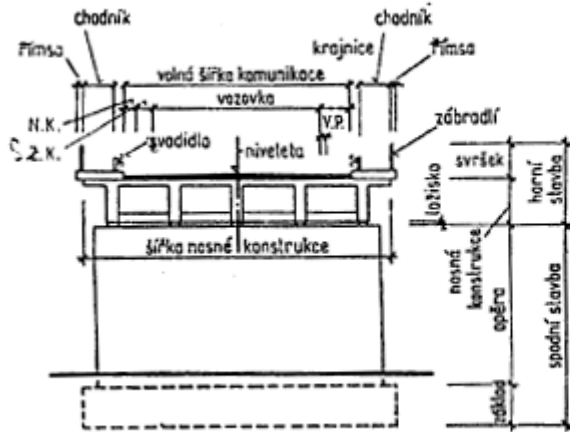
Mostný zvršok – jeho úlohou je prenášať vlastnú tiaž a účinky od náhodného zaťaženia (koľajových a cestných vozidiel) s ktorými je priamo v kontakte do nosnej konštrukcie.

Nosná konštrukcia prenáša vlastnú tiaž a zaťaženie z mostného zvršku do spodnej stavby.

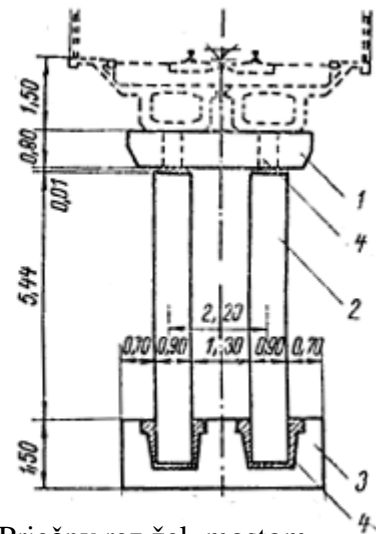
Spodná stavba prenáša zaťaženie z celého mosta do základovej pôdy.

Na obr. 4.3a je cestný most s monolitickou spodnou stavbou a na obr. 4.3b železničný most s montovaným pilierom.

Na obr. 4.3b si možno tiež všimnúť (na rozdiel do cestného mosta), charakteristické sústredenie hlavných nosníkov nosnej konštrukcie i stĺpov piliera do osi železničného mosta, resp. pod koľajnicové pásy.



Obr. 4.3a Priečný rez cestným mostom



Obr. 4.3b Priečný rez žel. mostom

Pozn.: Diely spodnej stavby; v poradí prah (1), stĺpový dielec piliera (2), základný blok (3) a dodatočne zmonolitnené podpery (4)

4.1.2 Rozdelenie a základná charakteristika mostov

Mosty sa rozdeľujú podľa viacerých kritérií, pričom na úplné zatriedenie mosta treba použiť spravidla viacero kritérií súčasne.

Najvýstižnejšie možno druh mosta určiť jeho náčrtom (schémou) a úsporným slovným (technickým) popisom.

Z mnohých kritérií rozdeľovania mostov sa v tejto časti budeme zaoberať len tými, ktoré majú z hľadiska určenia tohto textu v danom odbore štúdia väčší význam. O niektorých ďalších bude ešte zmienka v ďalších odstavcoch tejto kapitoly a v kapitole 5.

4.1.2.1 Rozdelenie mostov

- Podľa druhu prevádzanej komunikácie na:

- *mosty železničnej komunikácie* určené na prevedenie železnice, električky, poľnej, lesnej alebo banskej trate cez prekážku,

- *mosty pozemnej komunikácie* určené na prevedenie cesty, diaľnice, miestnej alebo účelovej komunikácie cez prekážku,
- ďalšie mosty, ako napr. *vodohospodárske, združené, priemyslové* a iné, ktorých účel vyplýva zo samotného názvu.

- **Podľa veľkosti premostenia.** Mierou veľkosti mosta je dĺžka premostenia (L) – obr. 4.9 a výška premostenia (p), t. j. rozdiel medzi úrovňou nivelety mosta a najnižšou úrovňou terénu v miestach založenia podpier (spodnej stavby). Podľa tohto kritéria sa mosty delia na:

- *mimotriedne*, pri $L \geq 220$ m, alebo $100 \text{ m} \leq L < 220$ m s výškou $p \geq 30$ m,
- *veľké*, pri $L \geq 100$ m, alebo $60 \text{ m} \leq L < 100$ m a súčasne s $p \geq 8$ m a ktoré nie je možné podľa predchádzajúceho kritéria zaradiť medzi mimotriedne,
- *stredné mosty*, pri $L \geq 25$ m a ktoré nie je možné zaradiť medzi mosty veľké,
- *malé*, pri $L < 25$ m.

Pozn.: V odbornej literatúre a aj v mostnej praxi sa však často možno stretnúť s rozdielnym hodnotením a kategóriami mostov (podľa veľkosti.)

- **Podľa doby prevádzky, na ktorú bol most vybudovaný na:**

- *trvalé*,
- *povizórne*, u ktorých sa už počas ich stavby uvažuje s ich odstránením. Rôzne provizórne konštrukcie, patriace alebo predurčené vojenskej správe sa označujú názvom **vojenské mosty**. Podľa predpokladanej doby používania sa ďalej delia na:
 - **krátkodobé**, na dobu do 5 rokov,
 - **dlhodobé**, na dobu dlhšiu ako 5 rokov.

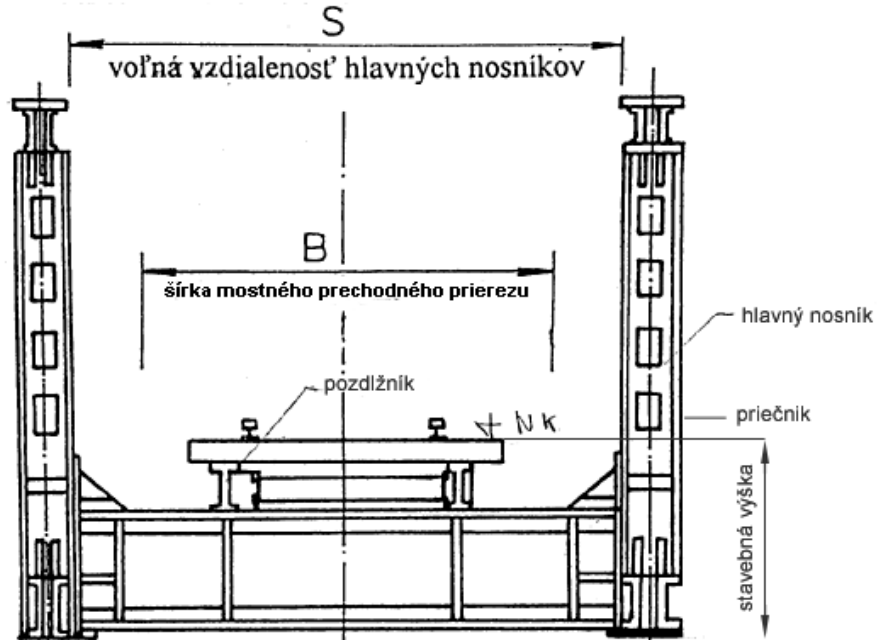
- **Podľa hmotnej podstaty hlavnej nosnej konštrukcie na:**

- *masívne* – kamenné, tehlové, betónové – z prostého betónu, železobetónové, z predpätého betónu, oceľobetónové,
- *nemasívne* – drevené (tesané, zbíjané, lepené, skrutkované),
 - kovové (nitované, skrutkované, zvarové).

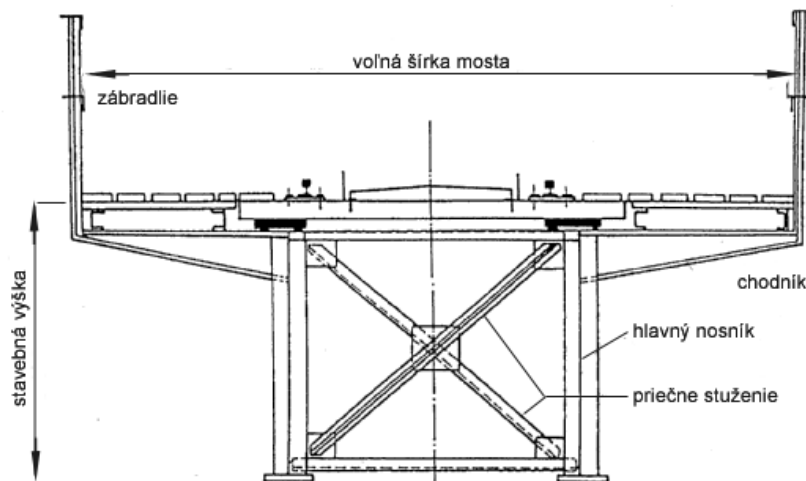
Pozn.: Mnohé mosty majú v jednotlivých poliach nosné konštrukcie z rozdielneho materiálu, resp. aj v nemasívnych mostoch má v úplnej väčšine spodná stavba charakter masívny.

- Podľa výškovej polohy alebo postrádateľnosti mostovky na:

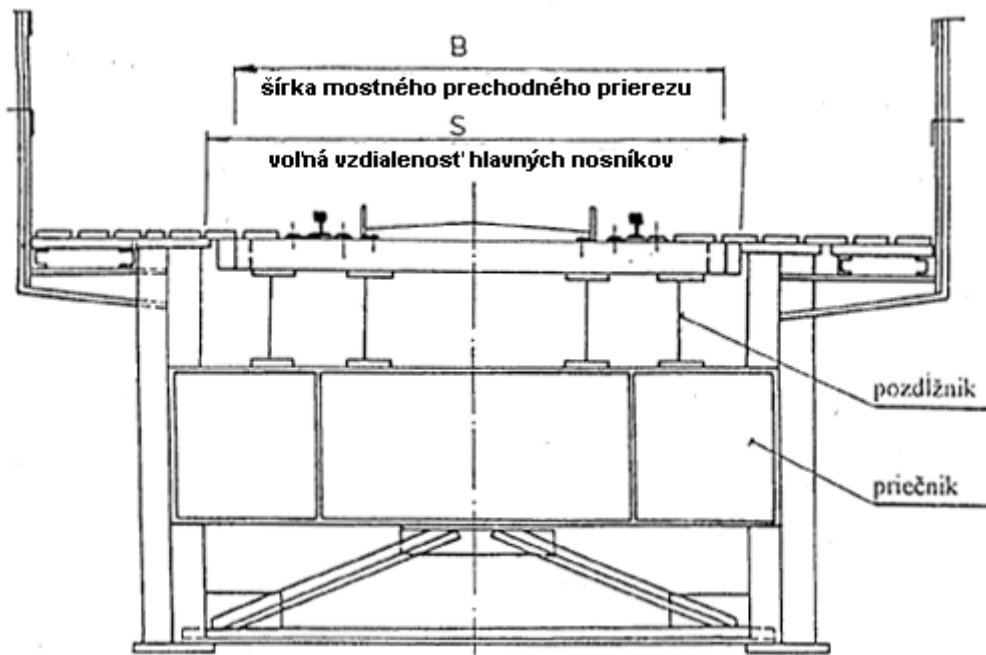
- mosty s dolnou mostovkou (obr. 4.4.a)
- mosty s hornou mostovkou (obr. 4.4b)
- mosty s medziľahlou mostovkou (obr. 4.4c).



Obr. 4.4a Príklad priečného rezu železničným mostom s dolnou mostovkou (a dôležitá podmienka priestorového usporiadania mosta – zachovanie vzťahu $S > B$)

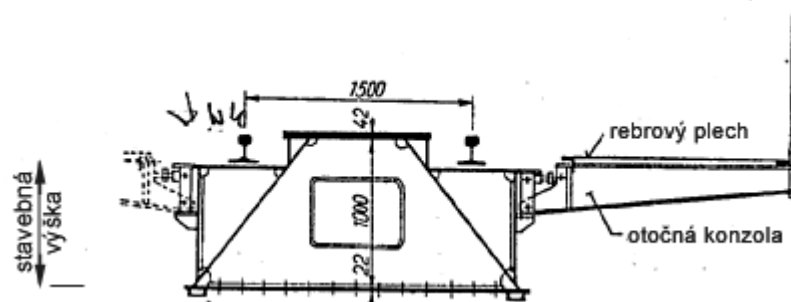


Obr. 4.4b Príklad priečného rezu železničného mosta s hornou mostovkou (viď tiež obr. 4.3a,b)



Obr. 4.4c Príklad priečného rezu železničného mosta s medzil'ahlou (zapustenou) mostovkou

Mosty môžu byť (výnimočne) aj **bez mostovky**, s koľajou upevnenou priamo na hlavných nosníkoch (obr. 4.4d). Mosty s **priamym upevnením** koľaje sa vyznačujú malou stavebnou výškou.

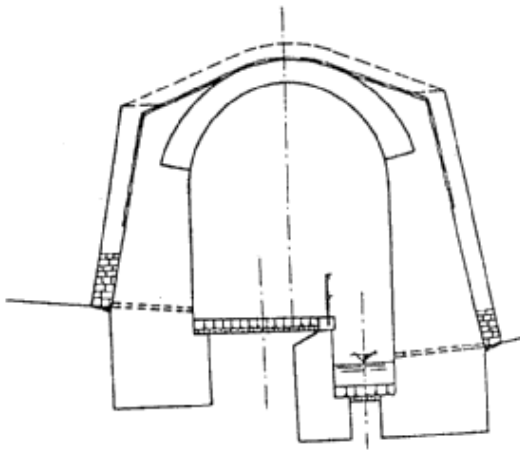


Obr. 4.4d Príklad železničného provizórneho mosta s priamym upevnením koľaje

Na obrázku 4.3b je **most s vozovkou uloženou v priebežnom štrkovom lôžku**, na obr. 4.3a, 4.4a,b,c,d sú mosty bez štrkového lôžka.

Masívne mosty menších rozpätí vo vysokých násypoch bývajú často riešené s tzv. presypávkou (obr. 4.4e).

Niveleta trasy cestnej komunikácie

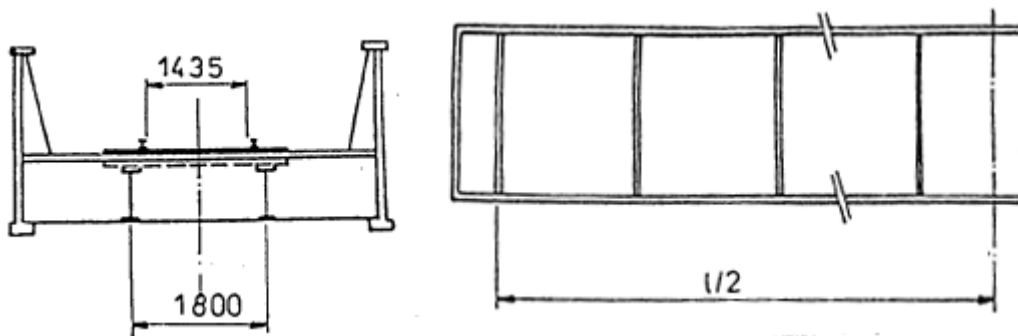


Obr. 4.4e Cestný most s presypávkou

Presypávka má priaznivý roznášací účinok. Takéto mosty spoločne s mostami s priebežným štrkovým lôžkom sú menej hlučné.

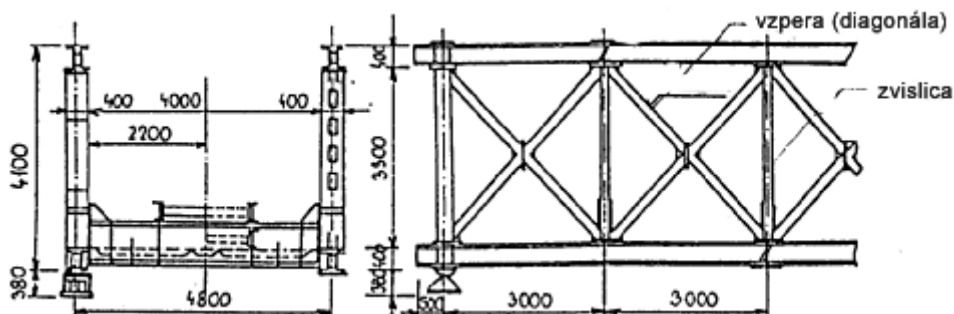
- Podľa členitosti hlavnej nosnej konštrukcie na:

- *mosty plnostenné*, ktorých hlavnú konštrukciu tvoria plnostenné nosníky (obr. 4.5a),



Obr. 4.5a Príklad plnostenného mosta

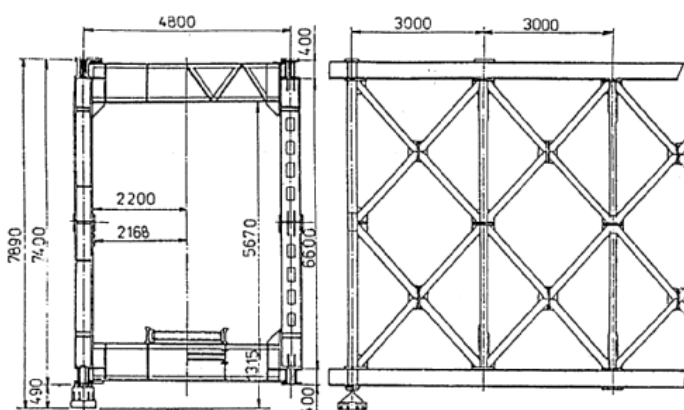
- *mosty priehradové*, ktorých hlavnú konštrukciu tvorí prúťová sústava telies (pásky, diagonály, styčníky atď.), obr. 4.5b



Obr. 4.5b Príklad priehradového mosta

- Podľa konštrukčného usporiadania priečneho rezu na:

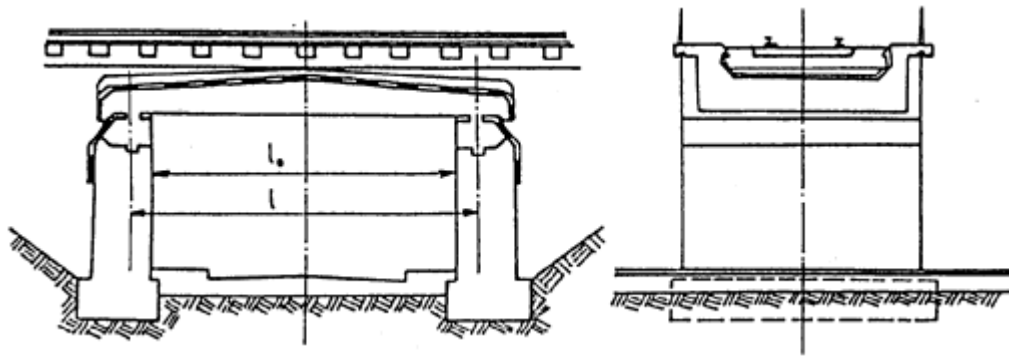
- *mosty otvorene usporiadané* bez nadmostovkového stuženia, prípadne iných súčastí nosnej konštrukcie, ktoré by obmedzovali voľnú výšku na moste (obr. 4.4a,b,c,d; 4.5a,b),
- *mosty uzavreto usporiadané*, na ktorých je voľná výška mosta obmedzená niektorými súčast'ami priečneho stuženia (or. 4.6).



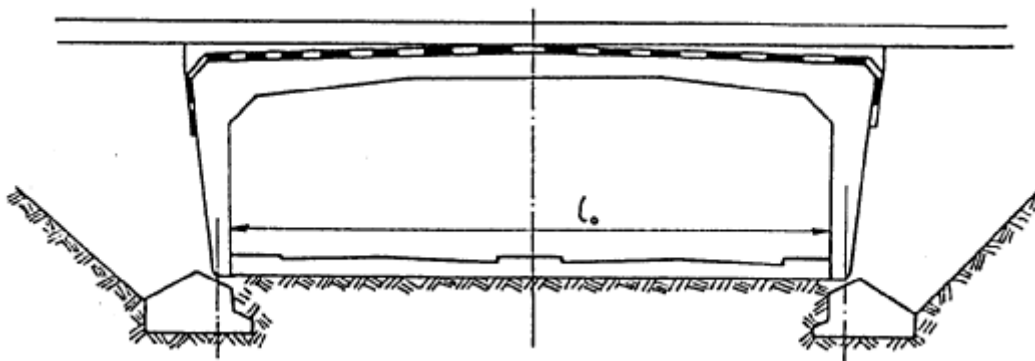
Obr. 4.6 Príklad uzavreto usporiadaného provízórneho priehradového mosta

- Podľa východiskovej charakteristiky alebo statickej funkcie mostnej konštrukcie na:

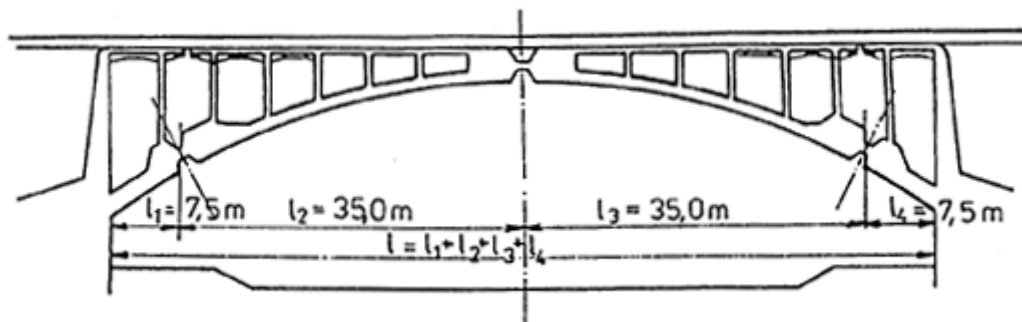
- mosty doskové (obr. 4.7a),
- mosty trámové (obr. 4.5a),
- mosty rámové (obr. 4.7b),
- mosty oblúkové (obr. 4.7c),
- mosty klenbové (obr. 4.4e),
- a ďalšie: napr. vešadlové, vzpínadlové, zavesené, potrubné,...



Obr. 4.7a Příklad doskového mosta



Obr. 4.7b Příklad rámového mosta



Obr. 4.7c Příklad oblúkového mosta

- Podľa počtu mostných otvorov alebo polí:

- mosty s jedným otvorom (poľom) – obr. 4.1a,b,c; 4.4,
- mosty s dvoma, troma alebo viacerými otvormi (poľami) – obr. 4.2;4.3.

- Podľa situačného usporiadania (obr. 4.2d) na:

- mosty kolmé,
- mosty šikmé.

Pozn.: Železničná trať je východiskom pre určenie druhej križujúcej komunikácie; preto označujeme mosty ako podjazdy, keď je komunikácia vedená pod železnicou, všetky ostatné sú nadjazdy.

4.1.2.2 Názvoslovie a charakteristika hlavných častí mostov

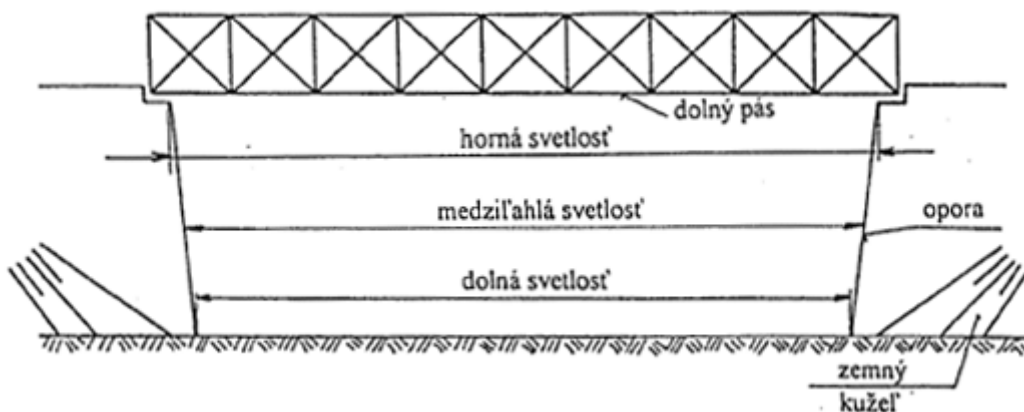
Konštrukčný priestor je priestor, ktorý je v mieste kríženia prevádzanej komunikácie a premostovanej prekážky k dispozícii pre umiestnenie mostnej konštrukcie. Môže byť obmedzený, alebo členený výškovo, dĺžkovo alebo šírko. Do konštrukčného priestoru nepatrí napr. dopravný priestor, premostovaná komunikácia, plavebný priestor a pod.

Mostný otvor je každý voľný priestor pod premostením, ohraničený hore nosnou konštrukciou, po stranách dvoma alebo aspoň jednou mostnou podperou, príp. aj čiastočnou pätkou klenby alebo oblúka, svahom zemného telesa alebo terénom, dnom vodného toku, alebo povrchom komunikácie. Pri mostoch s viacerými otvormi sa rozoznáva podľa svetlosti **otvor hlavný a vedľajší** a podľa umiestnenia potom **krajný a medziľahlý**.

Svetlosť mostného otvoru je vodorovná vzdialenosť medzi lícami podpier, ktoré ohraničujú po stranách mostný otvor. Svetlosť môže byť podľa úrovne, v ktorej sa meria **horná, dolná a medziľahlá** (obr. 4.8) a podľa smeru **kolmá a šikmá** (obr. 2.4.6).

Mostné pole je úsek hlavnej nosnej konštrukcie, ktorý premostuje priestor medzi dvoma susednými mostnými podperami, alebo ktorý tvorí previsnutý koniec hlavnej nosnej konštrukcie za krajnou podperou (krakorcové pole). Podľa umiestnenia v pozdĺžnom smere môžu byť mostné polia **krajné a medziľahlé**.

Mostné pole, ktoré má zo všetkých polí toho istého mosta najväčšie rozpätie sa nazýva **hlavné**; ostatné sú vedľajšie.



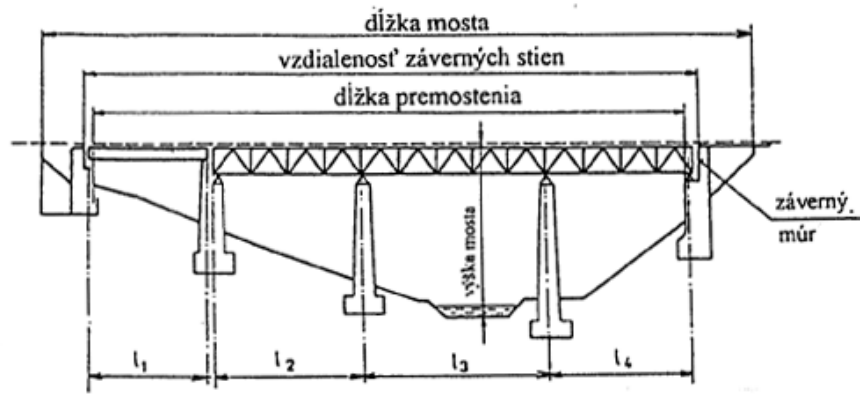
Obr. 4.8 Svetlosť mostného otvoru trámového priehradového mosta tzv. násobnej sústavy

Dĺžka premostenia (obr. 4.9, 4.10) je vodorovná vzdialenosť medzi lícami krajných podpier, meraná v osi mosta pri hornej hrane úložných prahov, blokov alebo kvádrov, pod pätkami klenieb alebo oblúkov a pod.

Dĺžka mosta (obr. 4.9, 4.10) je priemerná pozdĺžna vzdialenosť medzi koncami mostných krídel, alebo medzi inými ukončeniami mosta, meraná v osi mosta.



Obr. 4.9 Dĺžka premostenia a dĺžka mosta

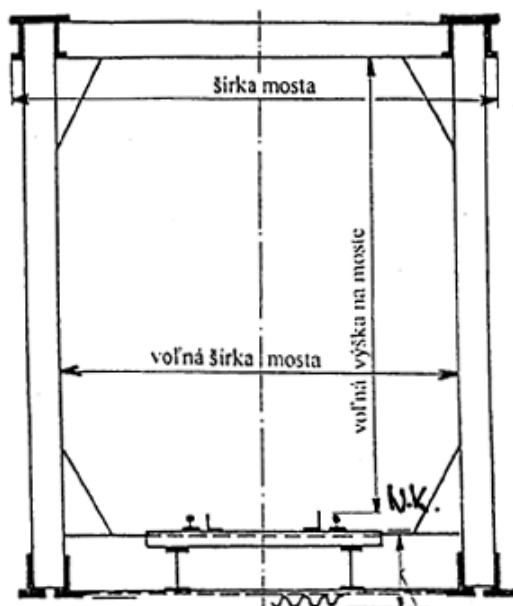


Obr. 4.10 Trámový spojitý most

Rozpätie (obr. 4.10) je vzájomná vzdialenosť dvoch susediacich teoretických bodov podopretia nosnej konštrukcie alebo konštrukčného dielu. Pri votknutých oblúkoch sa za rozpätie považuje vzájomná vzdialenosť medzi pätami strednice.

Nájazd mosta tvorí úsek prevádzkovej komunikácie pred mostom alebo za ním, obmedzený z jednej strany pričným rezom, v ktorom sa začína meniť jej priestorové usporiadanie alebo aspoň stavebná úprava telesa, z druhej strany potom zvislou rovinou preloženou mostným záverom.

Šírka mosta je najmenšia priečna vzdialenosť medzi vonkajšími lícami oboch mostných ríms, pri mostoch bez ríms medzi vonkajšími plochami, príp. hranami nosnej konštrukcie. Vo vnútri šírky mosta ešte rozlišujeme voľnú šírku mosta (obr. 4.11) a šírku medzi zábradliami (obr. 4.4b).



Obr. 4.11 Voľná šírka a výška mosta

Niveleta mosta je totožná s niveletou prevádzanej komunikácie (pri združených a viacpodlažných mostoch potom s niveletou najvyššie položenej komunikácie, s výnimkou zvýšených chodníkov) – obr. 4.12.

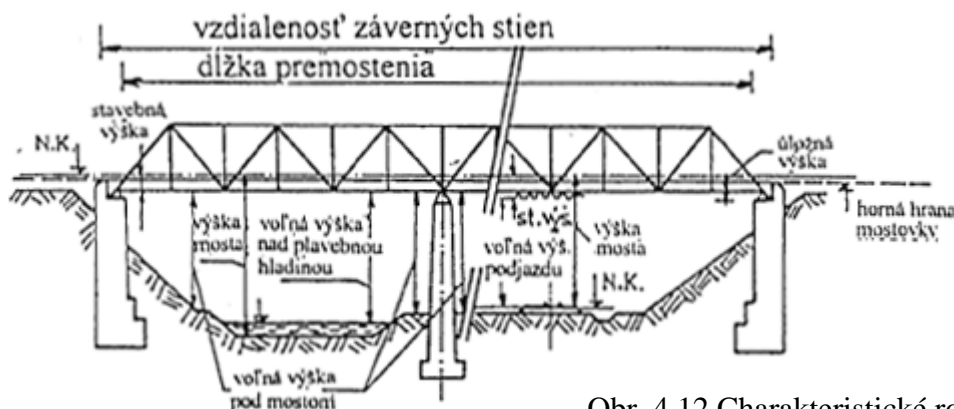
Voľná výška na moste (obr. 4.11) je najmenšia výška medzi temenom koľajnice alebo povrchom dopravného pásu a medzi najnižším miestom prekážky nad dopravným priestorom uvažovanej časti komunikácie.

Výška mosta (obr. 4.12) je najväčší výškový rozdiel medzi niveletou mosta a medzi povrchom premostovanej pozemnej komunikácie, niveletou premostovanej dráhy, terénom, dnom vodného toku, nádrže apod.

Stavebná výška (obr. 4.11,4.12) je výškový rozdiel medzi niveletou mosta a najnižším bodom na nosnej konštrukcii mosta (spodný povrch nosníka, hlava nitu, spodná plocha protidymovej zábrany alebo pevného revízneho zariadenia v tom istom pričnom reze). Výška ložísk sa do stavebnej výšky nezapočítava.

Úložná výška (obr. 4.12) je výškový rozdiel medzi niveletou mosta a spodnou plochou ložiska vrátane prípadných podložík pod ním.

Voľná výška pod mostom (obr. 4.12) je najmenší výškový rozdiel medzi temenom koľajnice, príp. povrchom premostovanej komunikácie, hladinou vodného toku, terénom a pod. a medzi najnižším miestom na premostujúcej konštrukcii v rozhodujúcom pozdĺžnom reze premostovanej prekážky, zmenšený o tú časť priehybu, ktorá nie je vyrovnaná výrobným nadvýšením. Určuje sa pre každý mostný otvor zvlášť. V prípadoch, keď sa jedná o výšku nad komunikáciami, hovoríme o voľnej výške podjazdu.



Obr. 4.12 Charakteristické rozmery mosta

Základ mosta je súhrn základov jednotlivých podpier, príp. súvislý základ celého mosta.

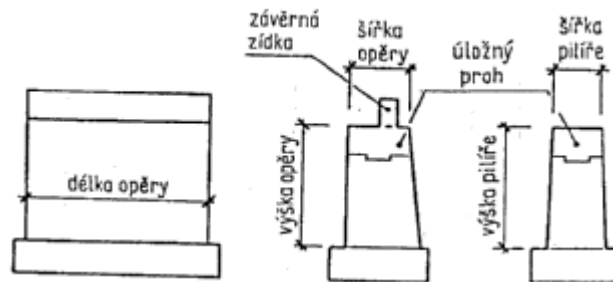
Dĺžka podpery (obr. 4.13) je vodorovný rozmer podpery meraný v smere jej (bočného) líca v hornej úrovni úložného prahu alebo úložných blokov.

Šírka podpery (obr. 4.13) je vodorovný rozmer podpery meraný v hornej úrovni úložného prahu alebo úložných blokov v polovici jej dĺžky a kolmo k lícu podpery.

Výška podpery (obr. 4.13) je zvislý rozmer podpery meraný od horného povrchu základu po hornú úroveň úložného prahu alebo úložných blokov. Pri bárkach potom od povrchu terénu po hornú plochu staviva.

Driek podpery (obr. 4.13) je časť masívnej podpery medzi základom mosta a spodnou úrovňou úložného prahu alebo úložných blokov.

Úložný prah (obr. 4.13) je časť podpery tvorená súvislým prahom, na ktorý sa prenášajú priamo podporové tlaky od ložísk, alebo priamo od hlavých nosníkov ukladaných bez ložísk (pri bárkach sa označuje výrazom stavivo).



Obr. 4.13 Názvoslovie častí podpery

Záverný múr (obr. 4.10) je časť opory, ktorá oddeľuje prilahlé zemné teleso voči nosnej konštrukcii.

Pilóta je základový prvok, navrhnutý podľa teórie výpočtu únosnosti pilót. Prenáša zaťaženie zo stavby do hĺbky základnej pôdy. Jej celá dĺžka, alebo jej značná časť je zapustená do základovej pôdy. Rozoznávame osamelé pilóty a skupiny pilót.

Mostovka (obr. 4.3a,b; 4.4a,b,c,d) zabezpečuje prenos účinkov zaťaženia z mostného zvršku na hlavnú nosnú konštrukciu. Podľa konštrukčnej povahy je mostovka **prvková** (priečniky, pozdĺžniky), alebo **dosková** (tvorená výhradne doskou).

Priečnik (obr. 4.4a; 4.4c) je nosník, ktorý spája buď hlavné nosníky naprieč mosta, alebo je uložený na mostových vzperách, poprípade je zavesený na mostovkových závesoch.

Pozdĺžnik (obr. 4.4a,c; 4.5b) je tvorený nosníkom, ktorý prenáša účinky zaťaženia z mostného zvršku, na priečniky.

Nosný podklad mostného zvršku je časť prvkovej mostovky prenášajúcej účinky zaťaženia z mostného zvršku (vozovky) na pozdĺžniky, poprípade na priečniky. Tvorí ju mostovková doska, mostovkové klenby, mostiny, podlažnice, mostovkový plech alebo mostovková tvárnica.

Mostina je drevený, spravidla dubový alebo bukový trámec obdĺžnikového, guľatinového alebo podvalového prierezu, ktorý sa ukladá priečne (výnimočne aj pozdĺžne) na hlavné nosníky. V prípade, keď tvoria priamo vozovku, bývajú mostiny väčšinou pokrývané ochrannými podlažinami (fošne kladené na doraz spravidla naprieč mosta, tvoriace priamo povrchovú a po opotrebení ľahko vymeniteľnú obrusnú vrstvu).

Stuženie zabezpečuje zachytenie vodorovných účinkov zaťaženia, resp. zaisťuje priestorový tvar nosnej konštrukcie. Podľa účelu sa rozoznáva priečne, pozdĺžne a u mostovky mostovkové:

- *Priečne stuženie* zaisťuje priestorový tvar nosnej konštrukcie v priečnom smere (obr. 4.4b,c).
- *Pozdĺžne stuženie* prenáša vodorovné účinky vetra, odstredivé sily, bočných rázov vozidiel, brzdných a rozjazdových síl na hlavné nosníky a po ich dĺžke do ložísk a podpier. Podľa umiestenia v konštrukcii potom rozoznávame stuženie nadmostovkové, podmostovkové, resp. horné, dolné.
- *Mostovkové stuženie* zabezpečuje priečne a pozdĺžne stuženie pozdĺžnikov.

Stužidlo je prvok stuženia plniaci spevňovaciu funkciu len v určitom priečnom reze, prípadne v dĺžkovom úseku nosnej konštrukcie.

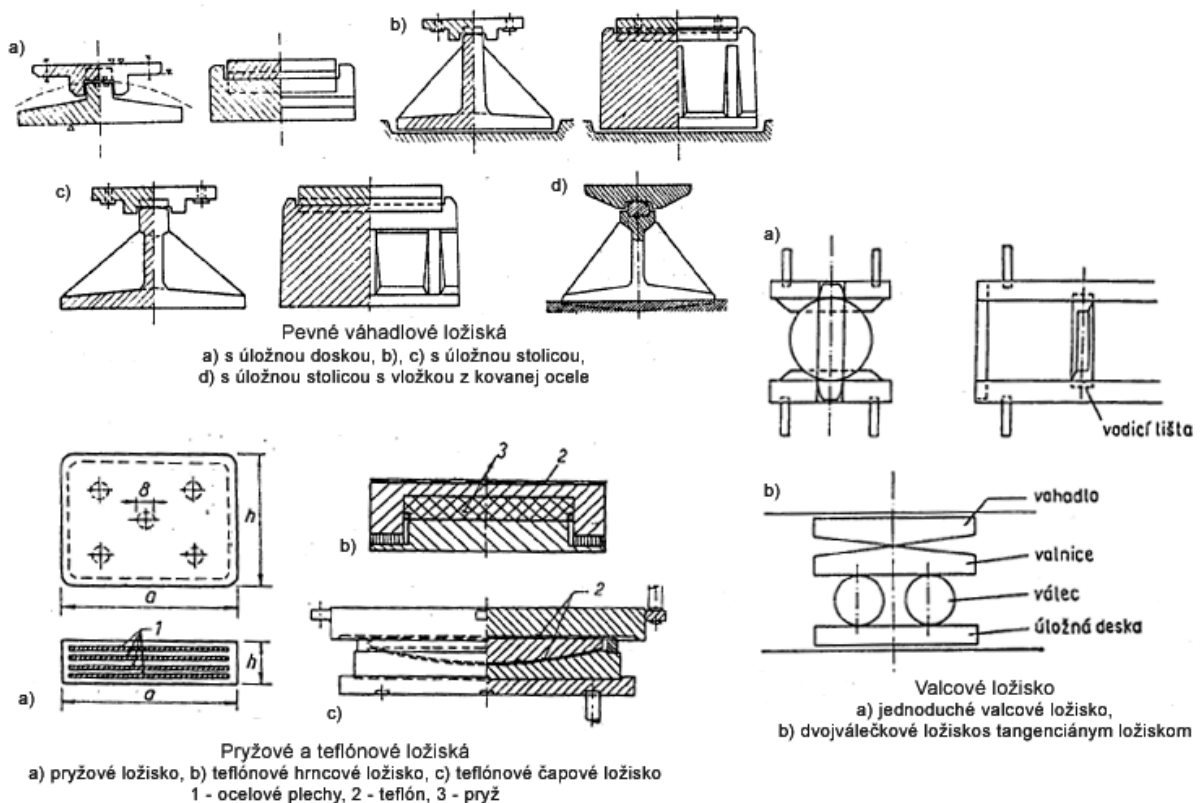
Výstuha je priečny, alebo pozdĺžny prvok zaisťujúci stabilitu steny nosníka proti vydutiu. Môže byť podľa umiestnenia vonkajšia a vnútorná.

Ložisko (obr. 4.14) je súčasť nosnej konštrukcie mosta, ktorá prenáša podporový tlak na podperu, zaisťuje určitú polohu a umožňuje žiadúcu pohybovú voľnosť jednotlivých konštrukčných častí.

Ložiská rozoznávame:

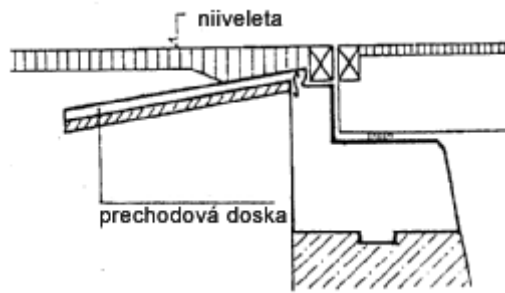
- podľa miery pohybových možností: - pevné
- pohyblivé – klzné, valcové, kyvné, guľové,
- podľa teoretického rozsahu dotyku: - plošne, priamkové, bodové
- podľa materiálu: - ocelové, železobetónové, teflónové.

Ložisko plniace funkciu kĺbu sa nazýva kĺbové.



Obr. 4.14 Príklady niektorých druhov ložísk

Prechodové dosky (obr. 4.15) patria medzi časti konštrukcie, ktoré zabezpečujú plynulý prechod z mostného objektu na zemné teleso. Ich účelom je preklenúť nielen rôzne výškové pohyby, ale aj rozdielnu pružnosť mosta a príľahlého zemného telesa.



Obr. 4.15 Prechodová doska

Mostné vybavenie je súbor zariadení, ktorým sa mostný objekt dopĺňa z hľadiska zvýšenia bezpečnosti jeho užívateľov, k uľahčeniu prehliadky alebo údržby a k predĺženiu jeho životnosti. Je tvorené všetkými, alebo len niektorými nasledujúcimi zariadeniami:

- mostné zábradlie,
- záchytné bezpečnostné zariadenie,
- odpadové zariadenie,
- zábrany,
- osvetľovacie zariadenie,
- revízne zariadenie.

Nepatria sem tzv. **cudzí zariadenia**, ktoré slúžia na iné než mostné účely a sú umiestnené na moste na základe zvláštného povolenia, alebo nie sú udržiavané organizáciou, ktorej prináleží správa a údržba mosta (rôzne potrubia, energetické a telekomunikačné vedenia, atď.).

V predchádzajúcej časti sú zhrnuté len základné pojmy z mostného názvoslovia. Ďalšie, prípadne podrobnejšie vysvetlenie pojmov je uvedené v STN 73 6200.

4.1.3 Priestorová úprava, zaťaženie a statický výpočet mostov

Požiadavky na priestorovú úpravu, zaťaženie a statický výpočet mostov prešli dlhým vývojom.

Navrhovanie mostov, pôvodne na základe konštrukčného citu a skúseností bolo postupne (od začiatku novoveku) doplňované a objektivizované poznatkami z mechaniky (L. da Vinci, Galilei ...) a neskôr výsledkov vedeckého výskumu materiálov a konštrukcií (Hooke, Euler, Navier, ...).

Staviteľstvo mostov sa postupne špecializovalo, aby sa v ňom, ako je tomu t.č., optimálne skĺbili poznatky o vlastnostiach stavebných materiálov, o navrhovaní a deformácii konštrukcií od účinkov pôsobiacich síl a prírodných vplyvov.

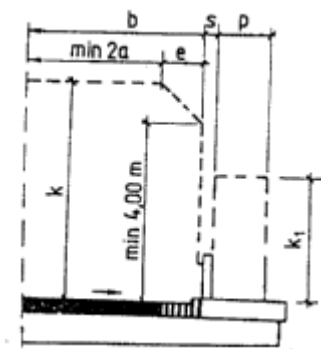
Túto náročnú a dôležitú stránku poznania a skúseností mostného staviteľstva obsahuje, resp. záväzným spôsobom stanovuje súbor technických noriem, ktoré postupne vydáva a novelizuje Slovenský ústav technickej normalizácie (SÚTN) ako STN 7362, v skupinách noriem označených posledným dvojčíslím, od 00 až 99. Prvá norma STN 736200 obsahuje mostné názvoslovie, druhá – STN 736201 projektovanie a priestorovú úpravu mostov. Normy 736202 až 10 obsahujú zásady pre zaťaženie a statický výpočet mostov, STN 736211-16 stavbu mostných konštrukcií a konečne STN 736217 a ďalšie, správu a údržbu mostov, odhad zaťažiteľnosti starších mostov a pod.

- *Priestorová úprava mostov*

Na **priestorové usporiadanie** na moste a pod mostom sa vzťahujú určité pravidlá. Do vymedzeného priestoru nesmie zasahovať žiadna súčasť mostnej konštrukcie ani ostatné časti potrebné na prevádzku (osvetľovacie stožiare, návěstidlá a pod.) komunikácií. Treba uviesť, že s rozvojom dopravy sa menili a stále zvyšovali požiadavky na tzv. prechodný prierez.

Mostný prechodný prierez na železničných mostoch (ods. 2.4) a jeho rozmery sú orientované dolnou časťou na úroveň hláv koľajníc.

Priestorovú úpravu **na cestných komunikáciách** najskôr určovala iba šírka vozovky a chodníkov a ich voľná výška nad vozovkou. Neskôr záväzný cestný mostný prechodný prierez bol (v. r. 1980) nahradený **cestným dopravným priestorom** (obr. 4.16). Dopravný priestor je vymedzený šírkou a výškou v závislosti na kategórii cesty (ods. 3.1.3).



Obr. 4.16 Cestný dopravný priestor
STN 73 6201 z roku 1980

Priestorová úprava pod mostom sa riadi podľa rovnakých noriem ako na mostoch. V zásade ide o dva druhy prekážok:

- trvalé a občasné vodné toky (nádrže),
- otvory mostných objektov ponad železniciu alebo pozemné komunikácie a ich kombinácie.

Pre trvalé mosty je nad vodnými tokmi predpísaný taký otvor, aby cez neho mohol pretiecť aspoň storočný prietok (označovaný často ako veľká voda – obr. 2.6.2.1) pri zachovaní voľnej výšky (obr. 4.12).

- *Zaťaženie mostov*

V záujme jednotnosti pri navrhovaní a prevádzke mostov bola zaťažiteľnosť mostov už na počiatku záväzne určená. Vo všetkých našich mostných predpisoch a normách sa uvažovalo so zaťažením stálym, pohyblivým, vetrom, brzdnými silami, bočnými rázmi vozidiel, tepelnými zmenami a zemným tlakom. Ich súčasný výskyt, určovala norma, ako napr. (do zavedenia metodiky navrhovania podľa medzných stavov) na tzv.

- **hlavné zaťaženie**, t. j. najúčinnejšia kombinácia stálych a občasných zaťažení,
- **celkové zaťaženie**, ako najúčinnejšia kombinácia hlavného zaťaženia a vedľajšieho zaťaženia (vietor, bočné rázy, brzdné sily atď.).

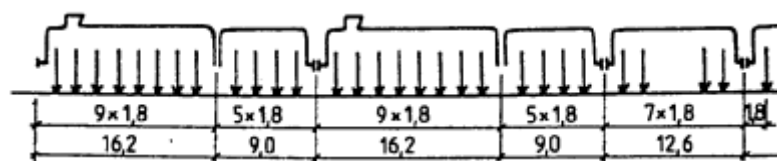
- **Zaťaženie železničných mostov** tvorili vždy v normách určené tzv. **normové vlaky** – popísané sústavou nápravových síl – ich počtom, veľkosťou a vzájomnou vzdialenosťou. Účinok pohybujúcich normových vlakov sa (na rozdiel od stálych zaťažení) vo výpočtoch vynásobil tzv. dynamickým súčiniteľom ($\delta > 1$).

Až do roku 1969 boli normou predpísané vlaky s jednotnou schémou (obr. 4.17a), ale s odlišnými nápravovými silami:

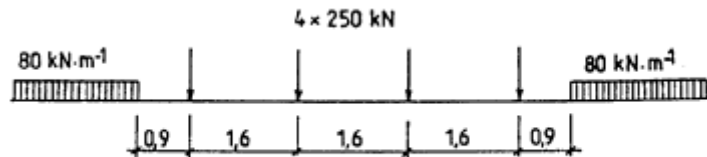
- pre nové mosty triedy A = 240 kN,
- pre nové mosty triedy B = 200 kN,
- pre provizórne mosty a výpočty únosnosti starých mostov triedy C = 180 kN.

Okrem zaťažovacích vlakov norma uvádzala aj tzv. skupinu náprav – štyri nápravy vo vzdialenostiach 1,8 m a s nápravovými silami zväčšenými o 25%.

So skupinou náprav sa uvažovalo vtedy, keď jej zaťažovací účinok (pri menších rozpätiach) bol väčší, ako účinok normového vlaku.



Obr. 4.17a Zaťaženie železničných mostov – STN 73 6202 z roku 1953 a STN 736203 z roku 1969



Obr. 4.17b Zaťaženie železničných mostov - STN 73 6203 z roku 1987

V súvislosti s prechodom na navrhovanie mostov podľa medzných stavov (po r. 1987) boli zmenené aj zaťažovacie schémy (obr. 4.17b).

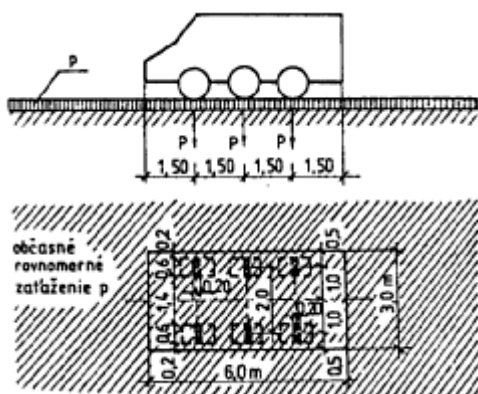
Sú odvodené od ideálneho zaťažovacieho vlaku Medzinárodnej únie železníc UIC-71.

Z neho je potom odvodený základný zaťažovací vlak (Z), majúci vyšší účinok ako ideálny o 12%, a zaťažovací vlak ťažký (T) s účinkom vyšším o 25%.

- **Zaťaženie cestných mostov.** Ich zaťažovacie schémy nie sú tak jednoznačné ako pre železničné mosty. Kým na železničných mostoch os koľaje je voči osi mosta v stálej polohe, na cestných mostoch tomu tak nie je. Na cestných mostoch má zaťaženie náhodný charakter, a to nielen na zmenu jeho pôsobenia po celej šírke vozovky, ale i vzhľadom na možný vznik zhluku osôb, počtu a druhu vozidiel v jednotlivých prúdoch.

Zaťaženie cestných mostov sa delí podľa triedy významu komunikácie.

Norma podľa metodiky navrhovania dovolených napätí (do r. 1969) obsahovala cestné pohyblivé zaťaženie pre triedu A a B a navrhované rovnomerné zaťaženie (obr. 4.18, tab. 4.1). Táto norma bola neskôr viackrát upravovaná.



Obr. 4.18 Zaťaženie cestných mostov

Za zásadnú úpravu možno považovať zmenu z r. 1978, ktorá k pôvodnému pohyblivému zaťaženiu (I) zaviedla aj kombináciu (II.) – základné rovnomerné zaťaženie.

Tab. 1 Tlaky dvojnápravového vozidla – STN 73 6203, rok 1969

Trieda	Celková ťaž vozidla (kN)	Nápravové sily (kN)	Kolový tlak (kN)	Tlak na dosadaciú plochu kolesa	Náhradné rovnomerné zaťaženie na pôdorysnú plochu vozidla
				(kN.m ⁻²)	
A	600	200	100	833,3	$\frac{600}{3.6} = 33,3$
B	300	100	50	416,7	$\frac{300}{3.6} = 16,66$

Objektívne stanovenie zaťaženia cestných mostov je problematika veľmi široká a významná. Z historického vývoja je zrejماً tendencia, keď (s výnimkou kratších rozpätí) sa pri stavbe veľkých a širokých mostov častejšie uvažuje s II alternatívou (rovnomerného) zaťaženia.

- *Statický výpočet mostov*

Statický výpočet mostov je dôležitou a nutnou časťou projektovej dokumentácie. Spracováva sa podrobnejšie než na iné konštrukcie. Statickým výpočtom sa preukazuje, že most ako celok a jeho jednotlivé časti sú:

- **bezpečné z hľadiska (prvého) medzného stavu únosnosti**, výpočtové vnútorné sily > výpočtové normové zaťaženie, a to z hľadiska stability (polohy a tvaru) pevnosti, plasticity a vzniku únavového lomu,
- **dostatočne tuhé (2. medzný stav) voči nadmerným deformáciám** (priehyby, kmitanie).

Cieľom statického výpočtu je zabrániť dosiahnutiu medzných hodnôt v oboch stavoch so stanovenou štatistickou zárukou (bezpečnosťou) počas stavby mosta a po celú dobu jeho plánovanej prevádzky (životnosti).

Tento dôkaz, ktorý musí brať do úvahy tiež efektívne využitie vynaložených nákladov sa opiera o rad vedných odborov: o mechaniku (statiku, kinematiku, dynamiku), pružnosť a pevnosť, náuku o vlastnostiach stavebných materiálov, geológiu, hydrológiu atď.

Statický výpočet má byť výstižný, úsporný, prehľadne usporiadaný a výpočty majú byť vhodne doplnené jednoduchými, v mierke nakreslenými schémami (náčrtmi).

V úvode statického výpočtu sa väčšinou uvádza zoznam použitých predpisov, noriem, typových podkladov, vzorových listov a pod.

Pri výpočte (neznámej) zaťažiteľnosti už jestvujúcich mostov (väčšinou v dôsledku dlhodobej prevádzky) možno, so súhlasom správcu objektu, okrem **úplného statického výpočtu** zvoliť tiež tzv. (zjednodušený) **skrátенý statický výpočet** alebo **odborný odhad**.

Úplný statický výpočet vyžaduje znalosti a skúsenosti z mostného staviteľstva, väčšinou tímový charakter práce a využitie výpočtovej techniky.

Zjednodušené možno prácu na vypracovaní statického výpočtu charakterizovať ako činnosť, ktorá má zabezpečiť, aby navrhovaný most bol bezpečný voči všetkým vplyvom a účinkom, ktorým bude odolávať počas svojej životnosti.

Pozn.: Vypracovanie statického výpočtu vyžaduje istý čas. Preto pri obnove (nedostatok času) je dôležité, že **bezpečnosť typizovaných mostných konštrukcií**, alebo ich častí, **ak sú použité v súlade s ich určením, netreba dokazovať statickým výpočtom.**

4.1.4 Materiál a konštrukcie na obnovu železničných mostov

Mostný objekt, s ktorého odstránením alebo nahradením iným mostným objektom alebo násypom sa počíta už pri jeho výstavbe, sa nazýva provizórnym mostom. Pretože životnosť nosných konštrukcií a spodnej stavby provizórnych mostov je dlhšia ako obdobie, počas ktorého sa používajú na jednom mieste, kladú sa na ich vlastnosti zvláštne požiadavky. (lit. 7,8,10). Sú to:

- vysoká rýchlosť, resp. tempo montáže v $[m \cdot h^{-1}; m \text{ deň}^{-1}]$,
- nízky počet pracovných síl, meraný prácnosťou $[Nh \cdot m^{-1}]$,
- nízka hmotnosť častí, alebo celých konštrukcií v $[tm^{-1}]$,
- v základných súčiastiach nízky počet montážnych skrutiek v $[ksm^{-1}]$,
- jednoduchosť prepravy, montáže a vysoká prispôsobivosť rozmerom prekážky,
- nízke náklady na výrubu a skladovanie za obdobie 10 rokov na meter konštrukcie.

Konštrukcie s týmito vlastnosťami označujeme ako **mostné provizóriá**, predstavované súborom konštrukčných prvkov v podobe skladovaných súprav, alebo prenosných zmontovateľných mostov.

Takýmito provizórnymi konštrukciami a mostmi sú aj tzv. **vojenské mosty** rozmiestené na skládkach po celej republike. Sú určené na plánované rekonštrukcie, opravy a pre riešenie krízových situácií v dôsledku havárií trvalých mostov, poruchách násypov atď.

Základným materiálom pre mostné provizória je oceľ. Na mostovkách a vo zvláštnych prípadoch sa pri rekonštrukciách a na obnovu využíva aj v mieste dostupný materiál, ktorým vo väčšine prípadov je drevo.

V obmedzenej miere možno pre trvalé rozpätia mostov pri rekonštrukciách kalkulovať aj s prefabrikovanými betónovými nosnými konštrukciami v skladobných dĺžkach od 4,5 do 30 m.

Prehľad železničného obnovovacieho materiálu a konštrukcii podľa uvedených kritérií je v tab. 4.2:

	Materiál		Miestne zdroje	Mostné provizóriá a voj. mosty	Predpisy a literatúra	Pozn	
	Železobetónová podpera	pre obnovu spodnej stavby	drevo	- pobrežné prahy - rovnaniny - rámové podpery TDP - bárky a rámové podpery		Žel-6-1 Žel-6-1 Žel-6-1 Žel-86-1	
ocel'				PIŽMO ŽP-16	Žel-6-4/1,2 Žel-6-3/1,2	1	
masívne			- monolitické podp.		Žel-6-1		
pre obnovu nosných konštrukcií		drevo	- jednoduché trámové nosníky - roštové nosníky				
		ocel'	- koľajnicové zväzky - voľné nosníky (MP-VN)	- nosníky 1	Žel-6-1		
				- nosníky IP 60,75,100	Žel-6-1		
				- nosníky tvaru I trvale spojené (MP- N)	S5		
		- dočasné mosty z dvojitéch nosníkov (MP-DN) I = 4,2 a 7,6					
		- dočasné mosty z komorových nosníkov rôznych vyhotovení (MP-2KN, KN, KNO,MP - 1) rozpätia od 12-30 m			S5		
			ŽBM 30	Žel 6-7	1		
		ŽM 16 M	Žel-6-2/1,2,3 a inštrukčná knižka				
		ŽM 60		2			
	masívne	dosky MZD nosníky PSKT (spriahnuté)					

Pozn: 1. ... materiál sa už nevyrába, používa sa do spotrebovania zásob

2. ... so sériovou výrobou sa dosiaľ nezačalo

4.1.4.1 Materiál a konštrukcie na obnovu spodnej stavby

Podpery prenášajú podporové tlaky nosnej konštrukcie na základ mosta. Tvoria jednu z najdôležitejších a súčasne najprácejších častí mosta.

Na obnovu mostov sa používajú tieto podpery:

- zachované časti pôvodných mostných podpier,
- drevené podpery – zemné prahy,
 - podvalové alebo trámové rovnaniny,
 - rámové podpery,
 - bárky,
- oceľové rozoberateľné piliere,
- betónové a železobetónové prefabrikáty,
- ostatné.

Podpery je potrebné založiť a vybudovať tak, aby nedošlo:

- k prekročeniu výpočtovej pevnosti materiálu podpery, materiálu základu a základovej pôdy,
- k sadaniu (zníženiu podpier vplyvom zatlačenia do základovej pôdy), poprípade zatlačeniu konštrukcie podpery nad prípustnú mieru.

Podľa materiálu sa podpery delia na:

- **nemasívne** (delené, oceľové),
- **masívne** (kamenné, betónové, železobetónové, pri starších mostoch tiež tehlové).

Pilóty a stĺpy sú hlavnými nosnými prvkami drevených podpier. Jednotlivé pilóty a stĺpy je potrebné rozmiestniť v podpere tak, aby boli zaťažené približne rovnako. Pilóty tvoria vhodný základ podpery v prúdiacich tokoch a v málo únosných zeminách.

Pre ťažšie mostné konštrukcie a vysoké podpery sa používajú oceľové rozoberateľné pilierové konštrukcie, najmä mostný pilier PIŽMO. Čiastočne zničené masívne podpery je možné použiť ako základ pre podpery provizórne.

Podpery môžu byť **pevné** alebo **plávajúce**. Na obnovu železničných mostov sa používajú spravidla podpery pevné.

Podľa polohy sa rozoznávajú podpery krajné a medziľahlé. Krajné podpery sa nazývajú tiež oporami, ak zachytávajú tlaky hornín a ak uzatvárajú krajný mostný otvor proti terénu, alebo telesu spodku.

4.1.4.1.1 Krajné podpery (opory)

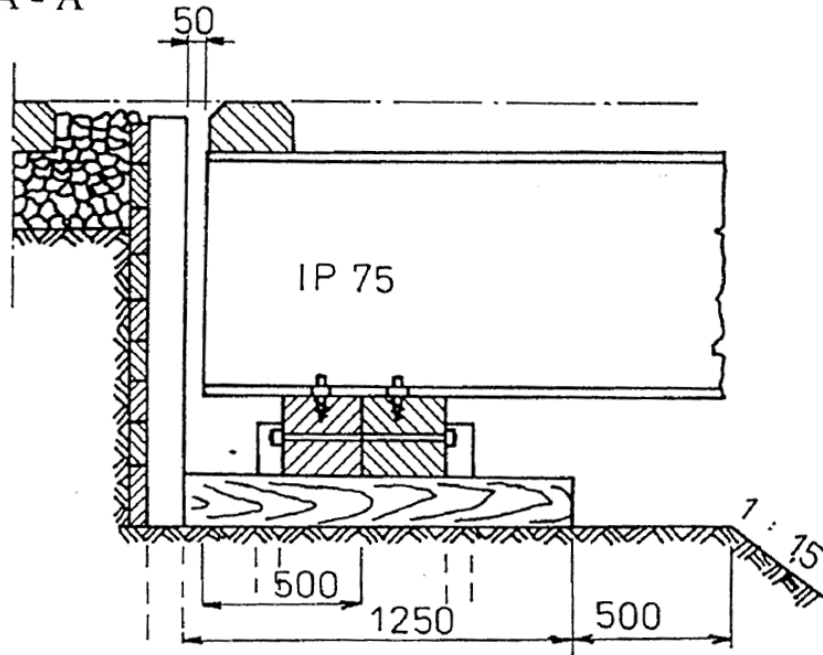
Krajné podpery môžu byť postavené oddelene od pozemnej opory ukončujúcej násyp, alebo môžu byť s pozemnou oporou spojené. Podpery spojené s pozemnou oporou sa zriaďujú spravidla vtedy, ak je príľahlé krajné pole menšieho rozpätia a ak postačí na uloženie jednoradá krajná podpera. Pri väčších rozpätiach polí sa spravidla zriaďujú podpery oddelené od pozemnej opory. Ako krajné podpery sa používajú bárky, pobrežné prahy a podvalové rovnaniny.

- *Pobrežný prah* (obr. 4.19a,b) je veľmi vhodná krajná podpera. Pri malom zaťažení alebo pri veľkej únosnosti základovej pôdy (skalnaté podložie) sa prah môže uložiť priamo na urovnanú základovú pôdu. Pri väčšom zaťažení, alebo menšej únosnosti základovej pôdy, je potrebné vlastný prah uložiť na podklady z hranolov alebo podvalov. Obvyklý rozmer prahu je 24 x 24 cm až 30 x 30 cm. Proti posunu v pozdĺžnom a priečnom smere sa zaisťujú prah na čelách a po bokoch krátkymi drevenými kolíkmi

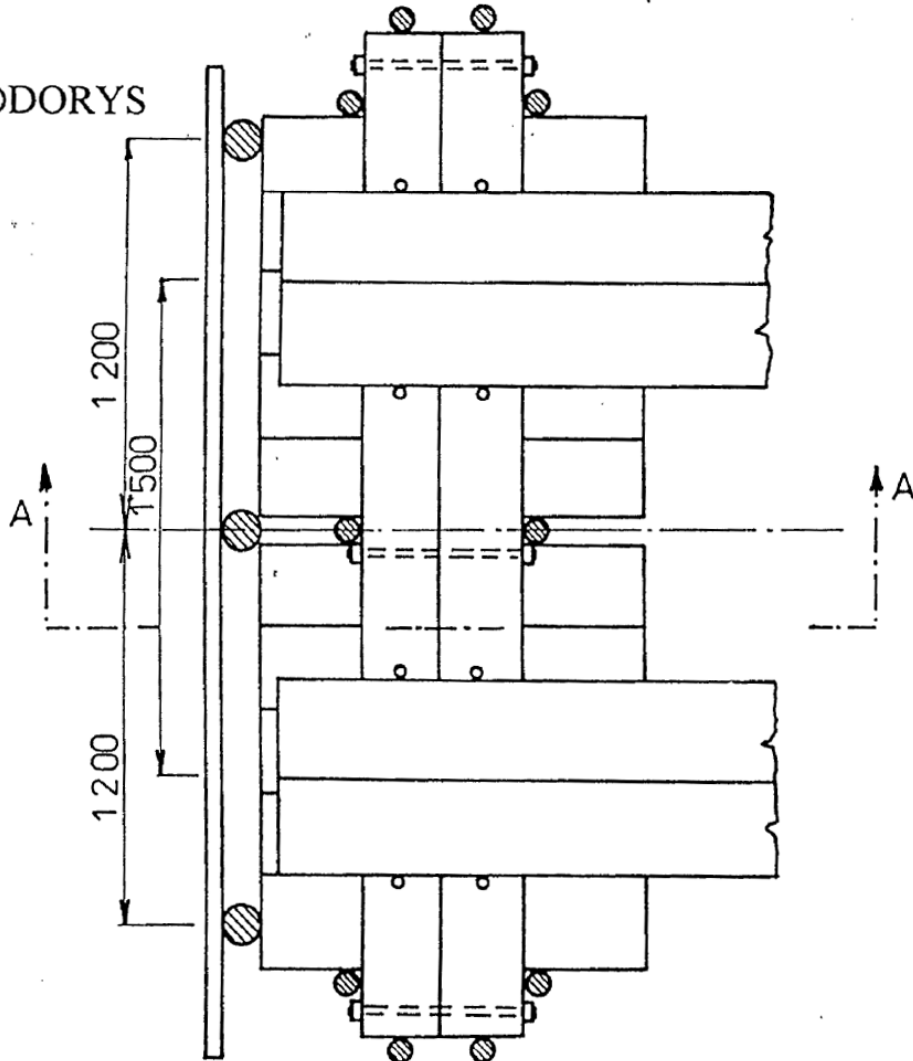
Proti priečnemu posunutiu po prahu sa nosná konštrukcia zaisťuje koľajnicovými klincami, vrtuľami, skobami, tŕňmi alebo príložkami (obr. 4.19c). Pred zasypaním sa prah chráni závernou stenou tvorenou príložným pažením z fošní (podvalov) opretou o zabaranené pilóty (obr. 4.19a) alebo priamo o čelá hlavných nosníkov (obr. 4.19b).

- Krajné bárky a pozemné opory sa stavajú ako:
 - bárky oddelené od pozemnej opory,
 - bárky spojené s pozemnou oporou a opornými krídlami,
 - bárky baranené do násypu.

REZ A - A

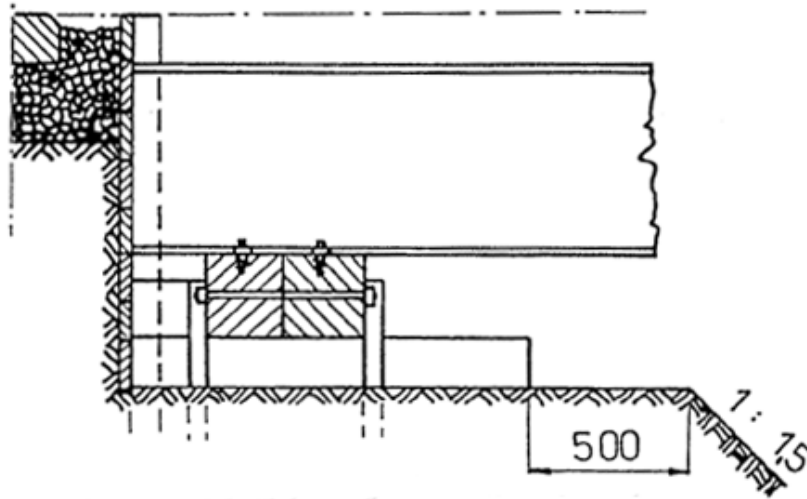


PÔDORYS



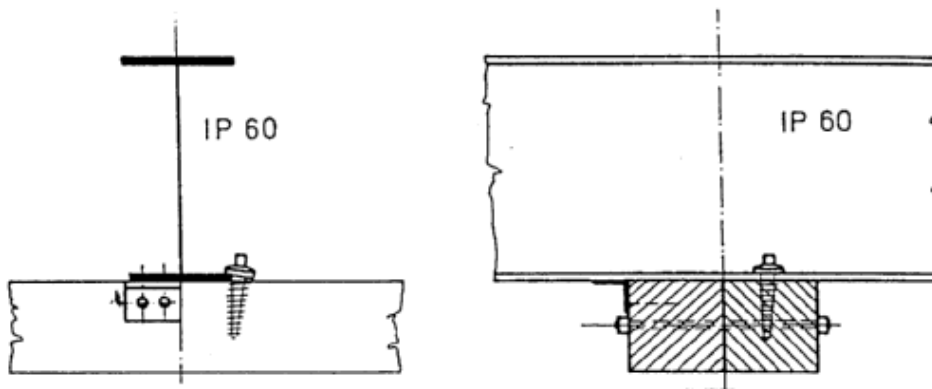
Obr. 4.19a Pobrežný prah

Uloženie nosníkov IP s voľnými čelami



Obr. 4.19b Pobrežný prah

Paženie vzopreté do čiel nosníkov a do úložného prahu



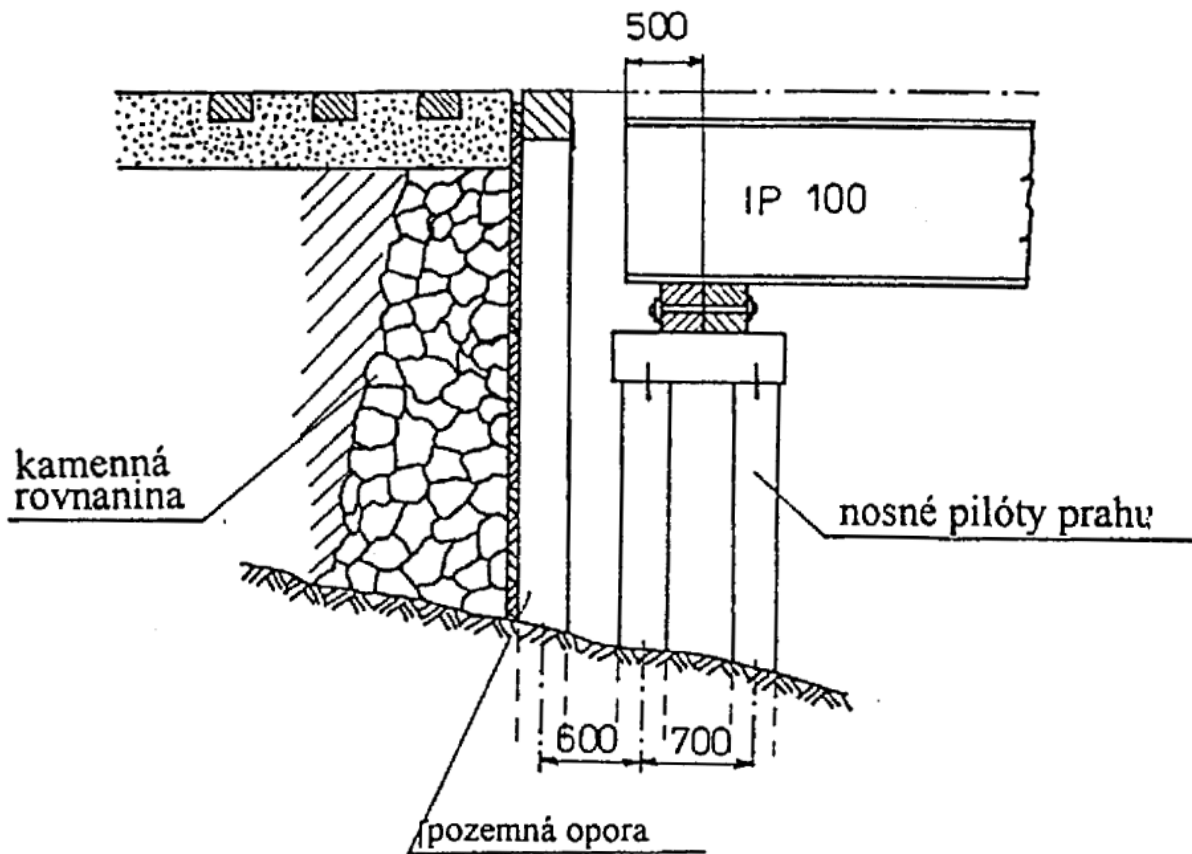
Obr. 4.19c Zaistenie polohy hlavných nosníkov na prahu (uholníkmi alebo vrtuľami)

- **Bárka oddelená od pozemnej opory** je na obr. 4.20. Opora je vytvorená dvomi samostatnými konštrukciami, a to pozemnou oporou a vlastnou bárkou. Bárka prenáša len zaťaženie mosta, zatiaľ čo zaťaženie od tlaku priľahlého telesa spodku zachytáva konštrukcia zemnej opory. Uvedená konštrukcia opory sa používa spravidla len tam, kde nie je možné použiť prah, ani bárku baranenú do násypu.

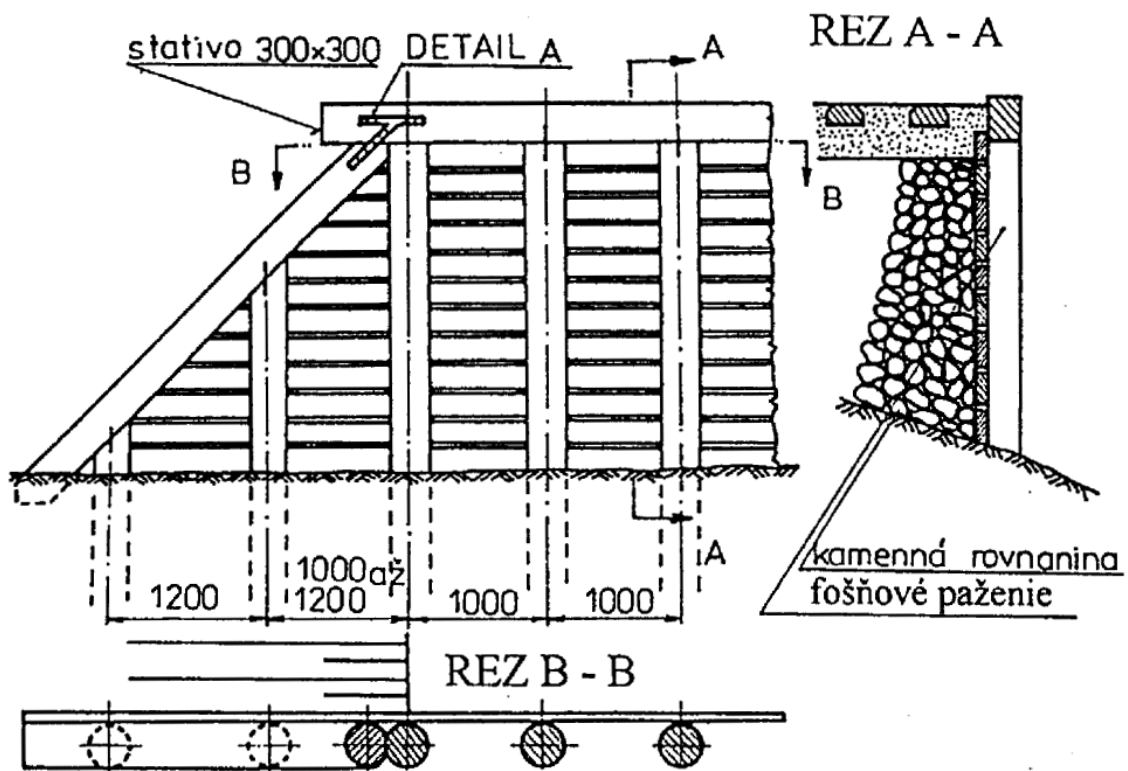
Pozemná opora (obr. 4.20a,b) má prednú čelnú stenu s obojstranne pripojenými krídlami. Vzďialenosť pilót v prednej čelnej stene je asi 1,0m; v krídlach je možné túto vzdialenosť postupne zväčšovať úmere klesajúcemu tlaku horniny. Paženie sa opiera o pilóty. Za pažením sa vytvára kamenný zásyp, ktorý podporuje odvodnenie. K prednej čelnej stene sú pripojené krídla, ktoré (podľa polohy k osi) môžu byť rovnobežné, kolmé a šikmé.

Ravnobežné krídla sú ravnobežné s osou koľaje a násyp okolo nich vytvára zemný kužel.

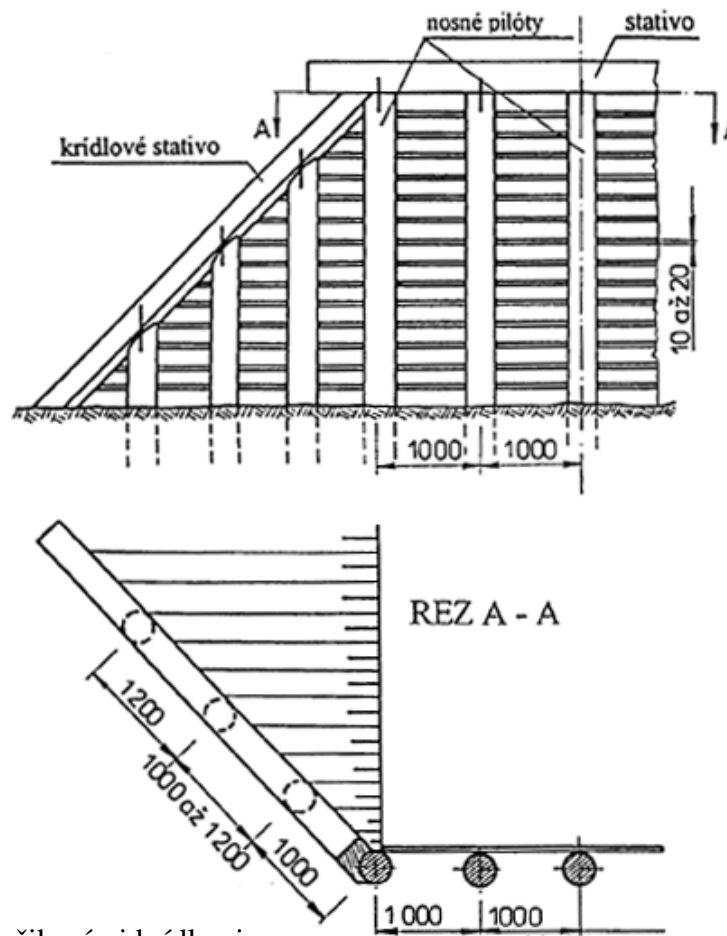
Kolmé a šikmé krídla opory (obr. 20b,c) sú úspornejšie. Stavivá obidvoch druhov krídel sú v úrovni povrchu násypu. Vzájomná poloha staviva a pilóty sa zaisťuje oceľovými kolíkmi alebo čapmi a skobami. Medzi jednotlivými fošňami sa nechávajú škáry asi 1 cm na odtok vody.



Obr. 4.20a Bárka oddelená od pozemnej opory



Obr. 4.20b Pozemná opora s kolmými krídlami

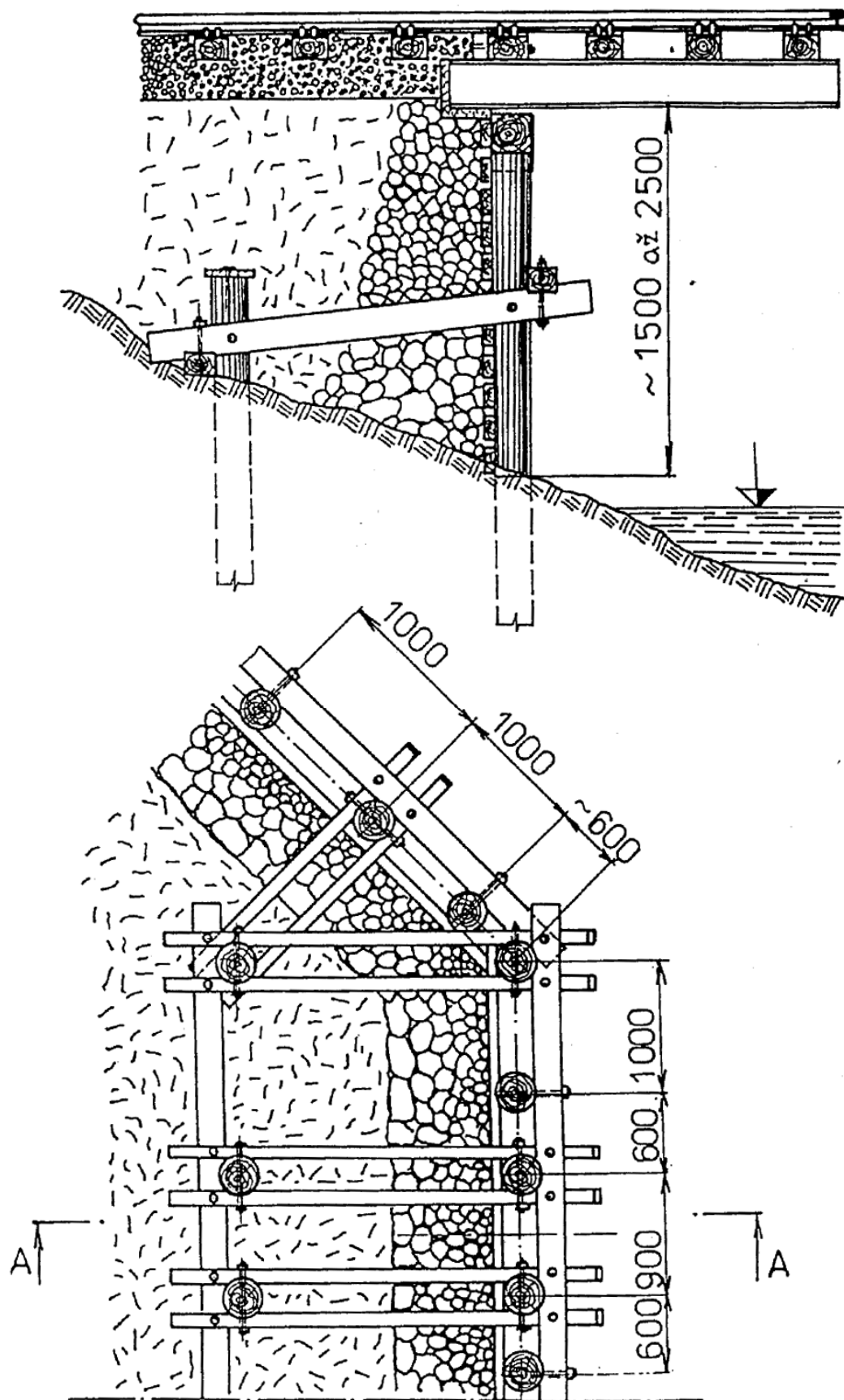


Obr. 4.20c Pozemná opora so šikmými krídlami

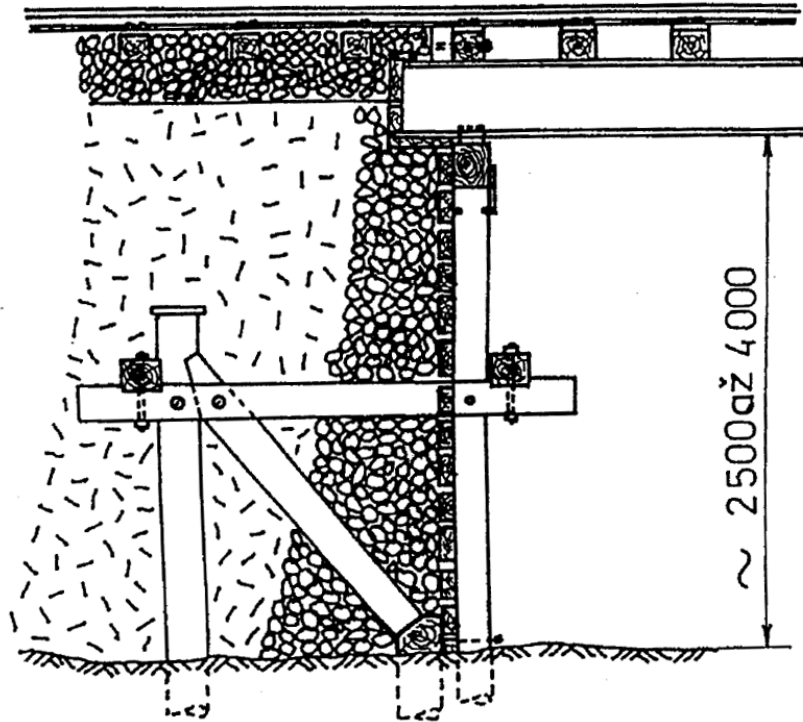
- **Bárka spojená sa pozemnou oporou a opornými krídlami** je konštrukcia, ktorá plní spoločnú funkciu pozemnej opory a krajnej opory. V podstate je to pozemná opora, ktorej čelná stena tvorí súčasne podperu mosta. Používa sa tam, kde ako krajná podpera stačí jednoradá bárka, t. j. asi pre rozpätie krajného mostného podľa do 10 m. Pozemná opora a bárka spojená s pozemnou oporou sa kotví, ak je násyp z nesúdržného materiálu, alebo ak je väčší ako 1,5 m (obr. 4.21a). Spôsob kotvenia je závislý na výške násypu a veľkosti zemného tlaku.

Pri výške opory asi od 2,5 do 4 m (obr. 4.21b) a pri výške opory väčšej ako 4,0 m (obr.4.21c) sa kotví dôkladnejšie.

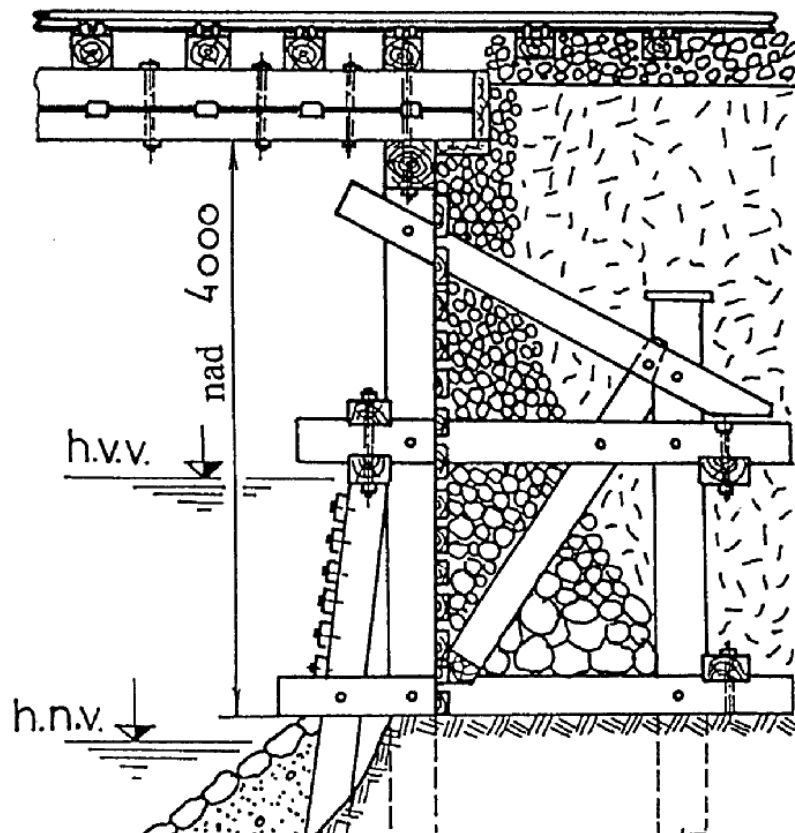
- **Bárka baranená do násypu** (obr. 4.22) je popri zemnom prahu najčastejšie používanou krajnou podperou. Skladá sa z nosných pilót, nemá oporné krídla nie je vystavená účinkom tlaku horniny. Podľa veľkosti príľahlého krajného mostného poľa sa zriaďuje ako jednoradá, príp. ako viacradá bárka.



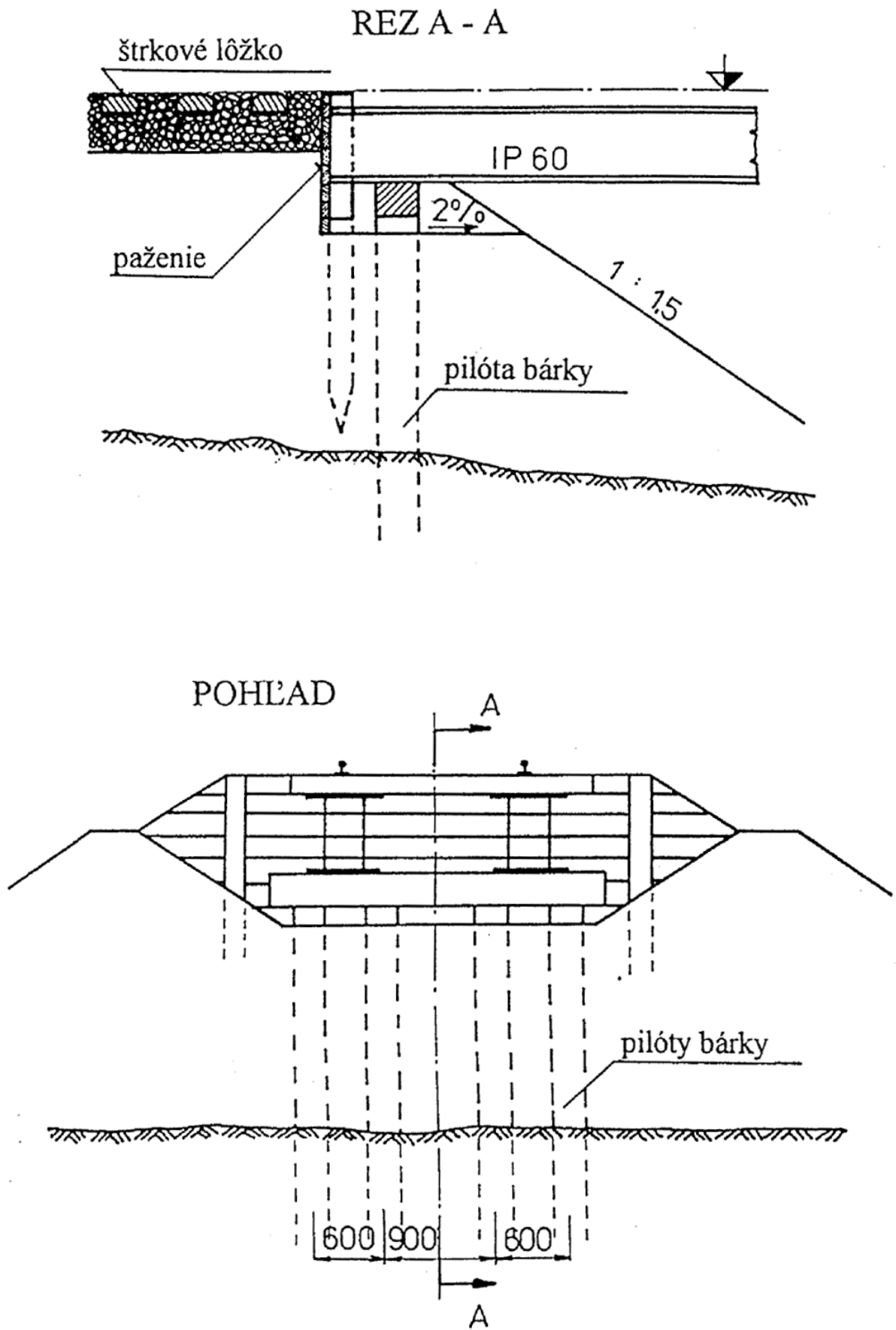
Obr. 4.21a Bárka spojená s pozemnou oporou so šikmými krídlami s kotvením pre výšku 1,5 až 2,5 m



Obr. 4.21b Bárka spojená s pozemnou oporou s kotvením pre výšku 2,5 až 4,0 m



4.21c Bárka spojená s pozemnou oporou s kotvením pre výšku nad 4,0 m



Obr. 4.22 Bárka baranená do násypu

4.1.4.1.2 Medziľahlé podpery

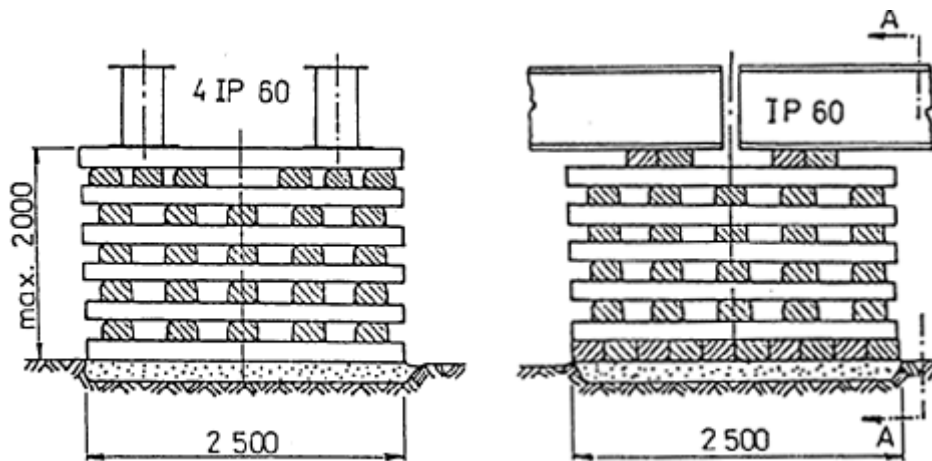
Podpery umiestnené medzi krajnými podperami sú podpery medziľahlé. V zaplavovanom území alebo vo vode sa stavajú rovnobežne so smerom toku rovnobežne s prúdnicou.

Ako medziľahlé podpery sa používajú:

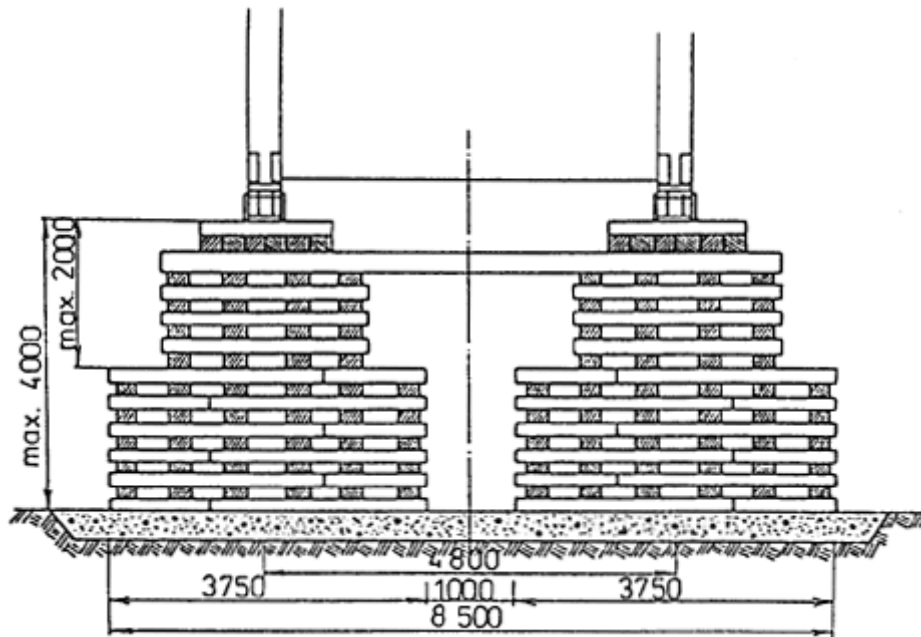
- podvalové rovnaniny,
- rámové podpery,
- bárky,
- typizované drevené podpery,
- oceľové rozoberateľné piliere.

Najčastejšie sa používajú rámové podpery a bárky; pri väčších výškach oceľové rozoberateľné piliere.

• *Podvalové rovnaniny* (obr. 4.23a,b) alebo trámové rovnaniny sa spravidla pri stavbe mostov používajú ako nadstavby už zriadených (zachovaných) podpier, príp. ako pomocné konštrukcie pri zdvíhaní, späšťaní a ukladaní mostných konštrukcií.



Obr. 4.23a Podvalová rovnanina ako medziľahlá podpera



Obr. 4.23b Podvalová rovnanina ako delená medziľahlá podpera pre ťažké nosné konštrukcie

Použitie rovnanín v prúdiacej vode alebo v zaplavovanom území musí byť podložené výpočtom o vymieľaní.

Základná vrstva rovnaniny kladie na urovnanú základovú pôdu, pri málo únosných horninách na základ z kamennej rovnaniny alebo na usadnutú vrstvu štrku, príp. štrkopiesku, ktorá prenáša tlak na väčšiu plochu. V každej vrstve musia byť najmenej tri podvaly, t. j. 9 krížení. Jednotlivé vrstvy sa kladú vodorovne a každá vrstva sa kontroluje vodováhou. Vrstvy podvalov sa medzi sebou spoja krížovými skobami (dve skoby na jeden podval).

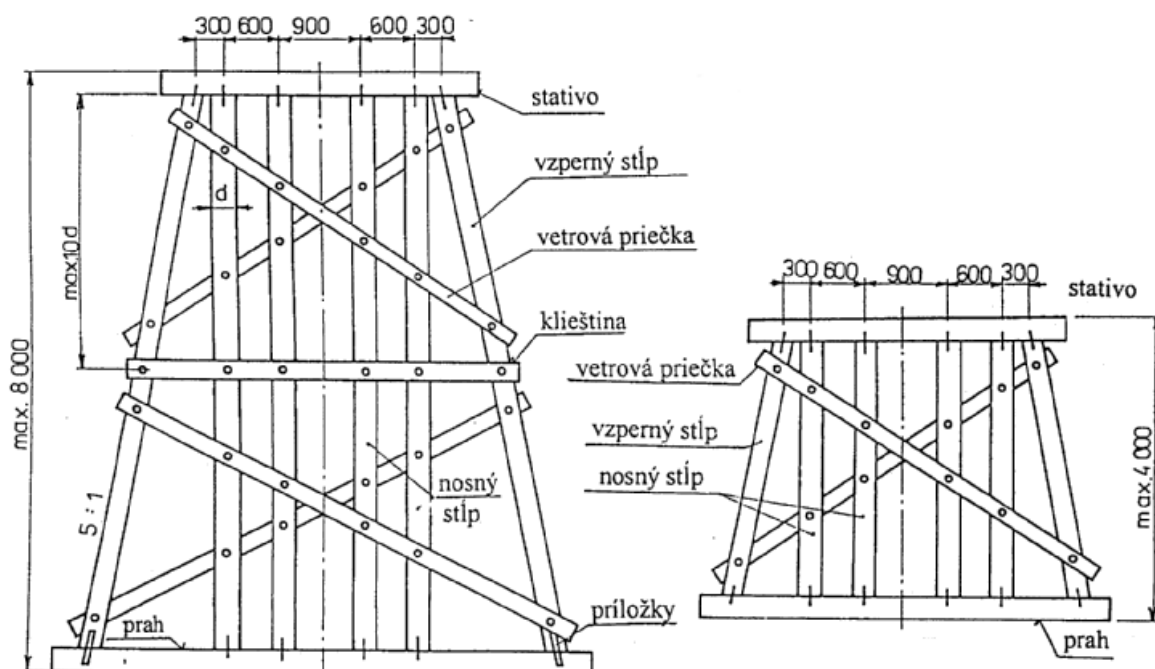
Podvalové rovnaniny sa stavajú s prevýšením o 2 až 3 % z celkovej výšky (pri surových podvaloch 6,5 %) vzhľadom k očakávanému dotlačeniu dreva. Pružné dotlačenie hlavne vyšších rovnanín sa redukuje ich stiahnutím zvislými oceľovými tiahkami ktoré zároveň zvyšujú tuhosť celej rovnaniny.

Pri stavbe podvalových rovnanín do výšky 2 m je rovnanina založená v oboch smeroch na dĺžku povalu. Pri výške do 4 m sa rozmer kolmo na os mosta zväčšuje na 1,5 až 2 dĺžky podvalu. Pri ďalšom zvyšovaní sa vždy po 2 až 3 m výšky rozširuje rovnanina stupňovito o ½ podvalu v oboch smeroch.

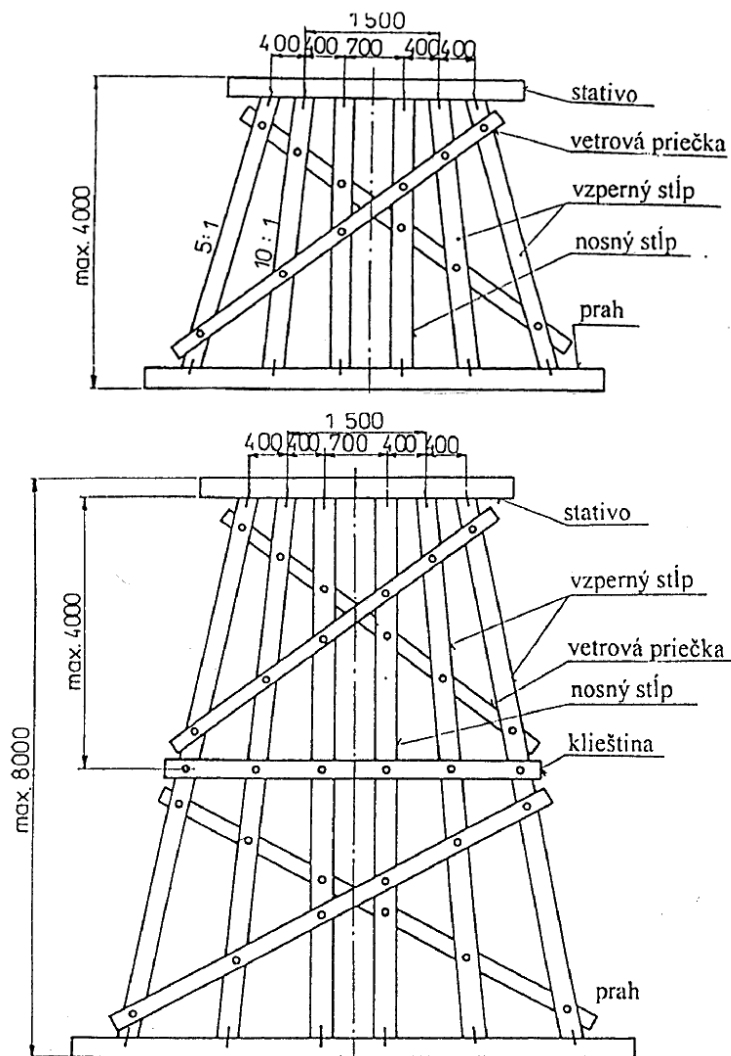
- *Rámové podpery* sa používajú tam, kde nie je možné a ani nutné pilóty podpery brániť. Vo vode sa stavajú len tam, kde to dovoľí únosnosť základovej pôdy, hĺbka vody a unášacia sila prúdu (s ohľadom na podmieňanie). Rámové podpery sa používajú ako samostatné podpery, alebo ako stavebný prvok pri stavbe nasadených bábok. Rámová podpera je vytvorená z jednotlivých rámov. Rám sa skladá z prahu, stativa, nosných alebo aj vzperných stĺpov, vetrových priečok. Obvyklá výška rámovej podpery je 3 až 6 m. Pri výške väčšej ako 6 m sa rám delí klieštinami na poschodia po $10d$, kde d je priemer stĺpu a každé poschodie sa vystuží vetrovými priečkami.

Podľa usporiadania stĺpov rámu sa rozoznávajú dva základné typy rámov. **Typ I** má usporiadanie nosných stĺpov zvislé (obr. 4.24a), **typ II** má stĺpy sklonené šikmo (obr. 4.24b). Počet stĺpov je rôzny a závisí od veľkosti zaťaženia, ktoré na podperu pôsobia. Všetky rámy podpier toho istého mosta majú byť toho istého typu a pokiaľ je možné i výšky, čím sa umožní prúdová výroba jednotlivých rámov.

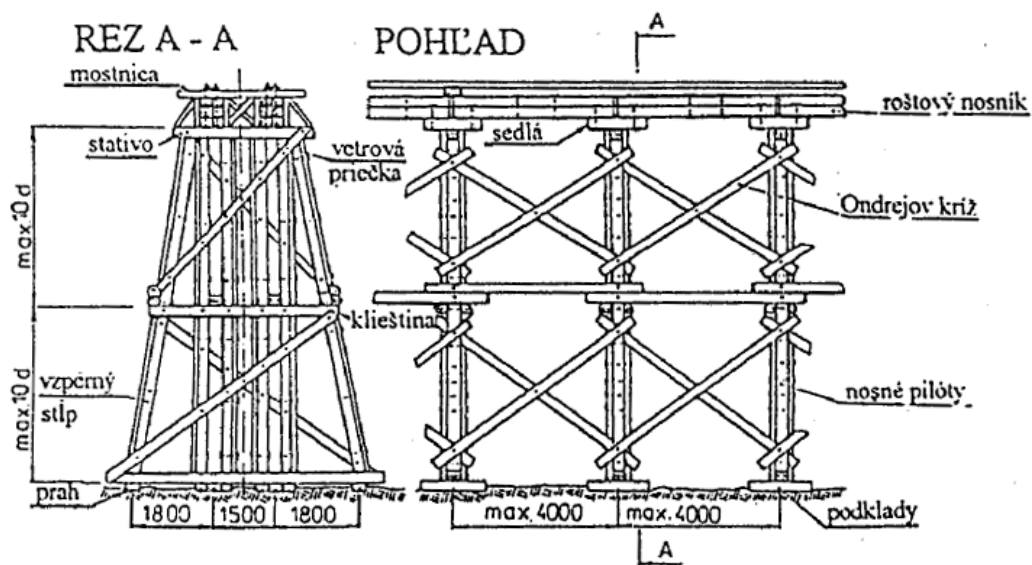
Rámové podpery je možné stavať buď ako jednoradové v pozdĺžnej osi mosta navzájom spevnené priečkami a sponami (obr. 4.24c), alebo ako dvojradové s osovou vzdialenosťou radov 80 až 120 cm (obr. 4.24d). Oba rady sú navzájom spojené sponami a vystužené priečkami, podobne ako bárky. Pri väčšej výške ako 3 m zaistí stabilita dvojradovej rámovej podpery vzperami i v smere pozdĺžnej osi mosta.



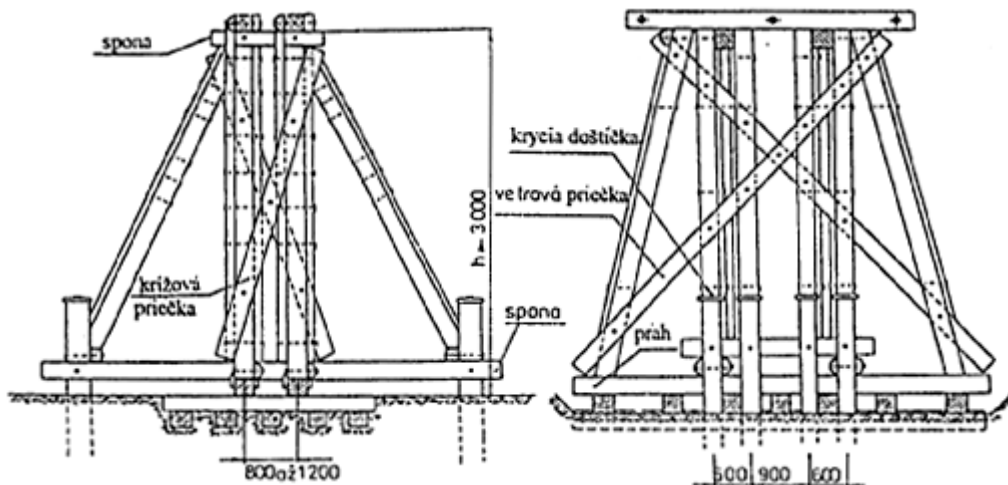
Obr. 4.24a Rámy typu I



Obr. 4.24b Rámy typu II



Obr. 4.24c Most s jednoradovými rámovými podperami



Pozn.: Pri $h < 3$ m nie je spravidla potrebné zabezpečovať stabilitu v pozdĺžnej osi mosta.

Obr. 4.24d Dvojradá rámová podpera

- *Bárky* sú často používanými podperami provizórnych mostov. Bárku tvorí rad, alebo viac radov zabaranených pilót, ktoré sú hore spojené vodorovným trámom, tzv. stativom. Pri väčšej výške a väčšom počte radov je bárka pozdĺžne a priečne vystužená, aby tvorila jeden tuhý celok. Bárka tvorí súčasne nosnú i základovú konštrukciu a používa sa s výhodou pri hĺbke vody väčšej ako 0,5 m a rýchlosti prúdu väčšej ako $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. jednotlivé pilóty bárky musia byť do základovej pôdy dostatočne hlboko zabaranené, aby bezpečne preniesli zaťaženie a dostatočne zaistovali stabilitu bárky proti pôsobeniu vodorovných síl a podomletiu.

Pilóty bárky sa barania do hĺbky $1/3$ až $1/2$ ich dĺžky. V uležanej pôde stačí hĺbka zabaranenia 2,5 m, v štrkovitých pôdach minimálne 1,5 m. Počet pilót a ich priemer sa stanoví výpočtom. U železničných dočasných mostov sa priemer pilót volí v medziach od 20 do 36 cm. Priemer pilót je možné voliť tiež podľa empirického vzorca:

$$d = 0,18 + 0,02 \cdot l \text{ (m)}$$

kde d = priemer pilóty v m,

l = voľná dĺžka pilóty v m.

Pilóty sa rozmiestňujú v jednotlivých radoch tak, aby boli rovnako zaťažené. Tomu najlepšie zodpovedá ich súmerné rozdelenie vzhľadom na os mosta, prípadne voči osi uloženia hlavných nosníkov. Najčastejšie sa používa rozdelenie 4 nosných pilót v osových

vzdialenostiach 60,90 a 60 cm, alebo 70,80 a 70 cm. Pilóty prenášajúce zvislé zaťaženie sa nazývajú nosnými pilótami, pilóty zaisťujúce stabilitu bárky vzpernými pilótami.

Vzperné pilóty sa zriaďujú pri bárkach na suchu vyšších ako 2 m, pri bárkach vo vode vždy. Sklon vzperných pilót je podľa výšky bárky 5 : 1 až 10 : 1.

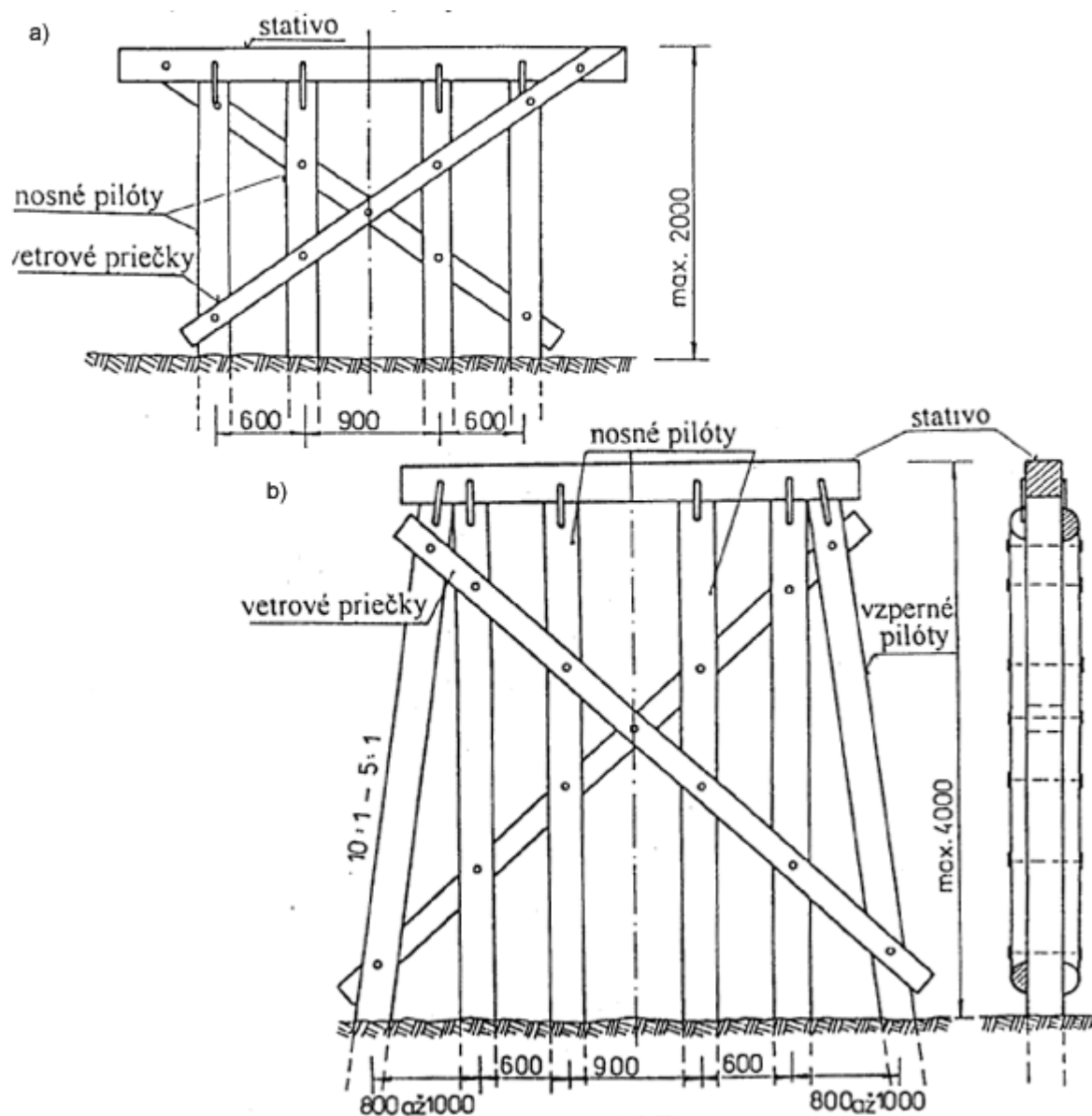
Podľa počtu radov a zoskupení pilót sa bárky delia na:

- jednoradové,
- dvojradové,
- viacradové,
- skupinové.

Podľa konštrukcie sa bárky delia na:

- celistvé,
- nasadené,
- nastavené.

U celistvých bábok (obr. 4.25a) tvoria pilóty základovú a nosnú konštrukciu v celku bez prerušenia.



Obr. 4.25a Jednoradová bárka (celistva)

a – bez vzperných pilót b – so vzpernými pilótami

Pri nasadených a nastavených bábkach je konštrukcia po výške členená a jednotlivé jej časti sú na sebe nasadené alebo nastavené.

Nasadené bábky (obr. 4.25b) tvoria dve samostatné časti, z ktorých prah hornej časti sa ukladá priamo na stativá pilótového roštu, prípadne na priečne uložené trámce. Stativo pilótového roštu sa nachádza spravidla 70 cm nad úrovňou normálnej vody. Nasadená bárka zodpovedá požiadavkám mechanizovanej výroby.

Nevýhodou nasadených bárok je:

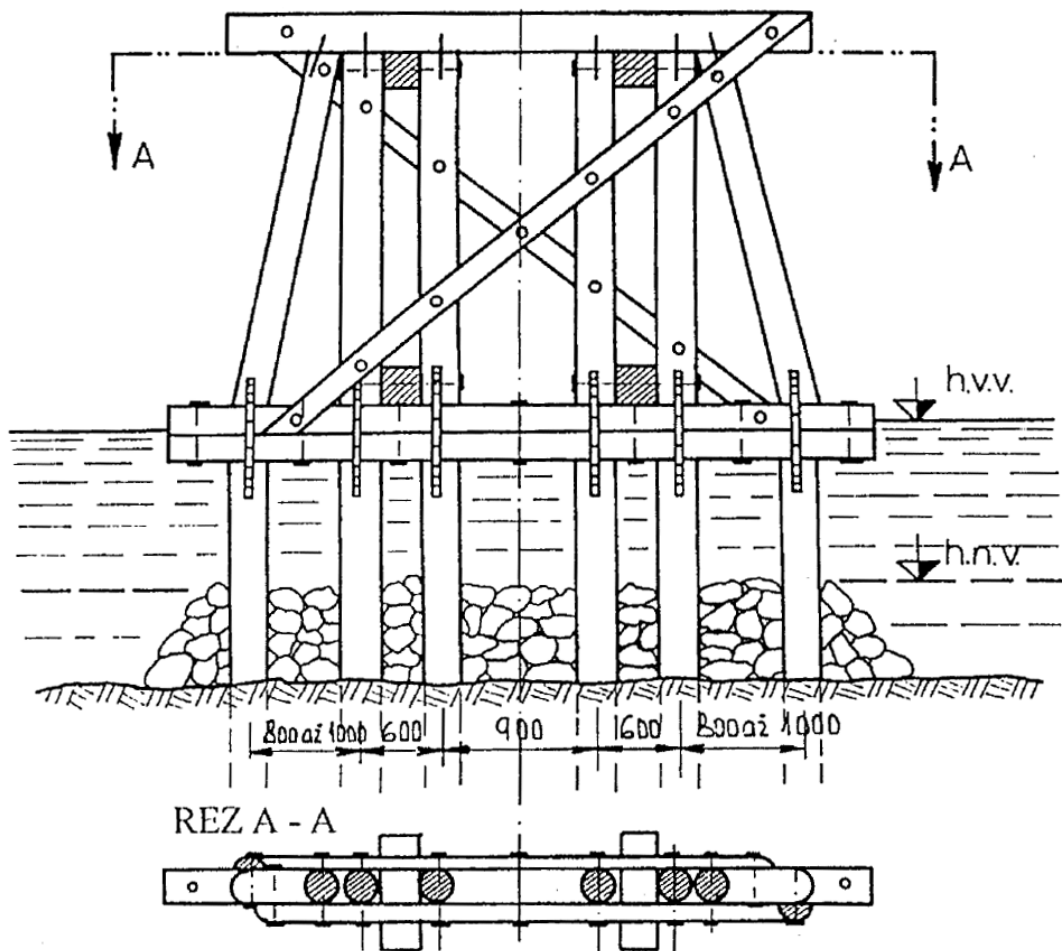
- namáhanie dreva kolmo k vláknam (stativa, prahu),
- znížená tuhosť konštrukcie pri pôsobení vodorovných síl.

Nasadené bárky (prípade nastavené bárky) sa používajú najmä u vyšších podpier, kde sa nevystačí s dĺžkou pilót alebo s baranidlovými prostriedkami. Majú značnú výhodu, pretože ich prvky je možné vyrobiť aj mimo vlastného staveniska.

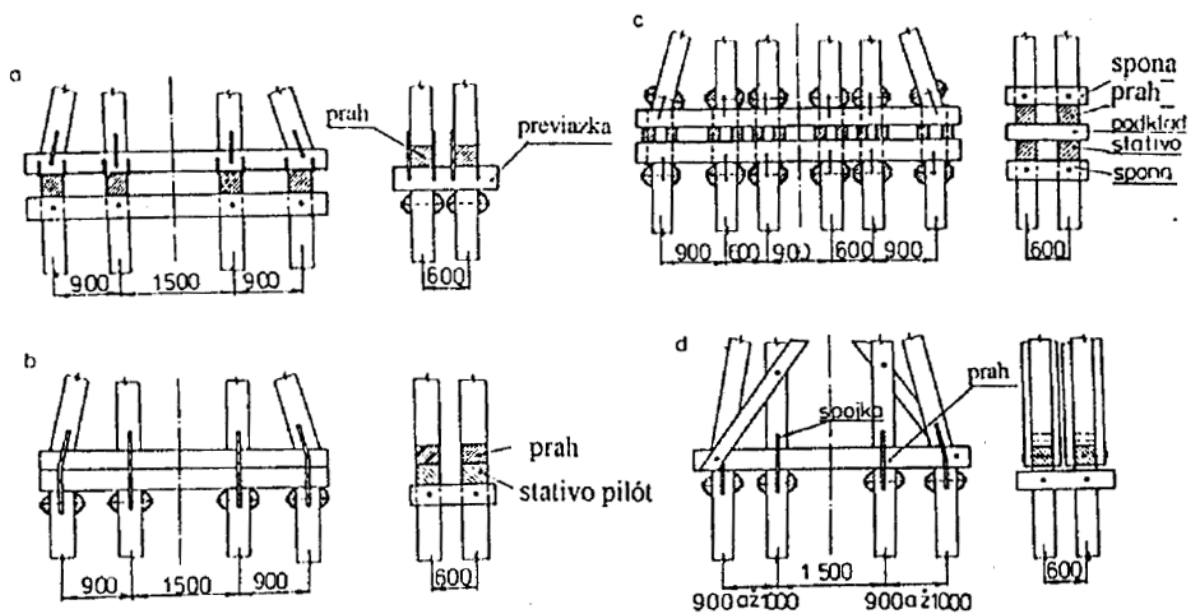
Bárky jednoradové (obr. 4.25a) majú pilóty zabaranené v jednom rade. Používajú sa ako krajné podpery pre priľahlé mostné polia s rozpätím do 10 m, ako podpery medziľahlé pre priľahlé mostné polia s rozpätím 5 až 6 m. Rozdelenie a vzdialenosť pilót sú závislé od spôsobu uloženia hlavných nosníkov. Najmenšia osová vzdialenosť pilót nemá byť menšia než $1,8d$, kde d je priemer pilóty.

Dvojradowá bárka (obr. 4.25c) je vytvorená z dvoch jednoradových bárok postavených vedľa seba v osovej vzdialenosti spravidla 1 m, minimálne však $1,8$ až $2d$, kde d je priemer pilóty.

Dvojradowá nasadená bárka (obr. 4.25d) je tvorená z dvoch jednoradových bárok postavených vedľa seba a navzájom spojených tak, aby bola dosiahnutá tuhá konštrukcia a dostatočné spolupôsobenie pri prenášaní síl v smere osi mosta. Vystrojenie a vystuženie je rovnaké ako pri bárkach celistvých.



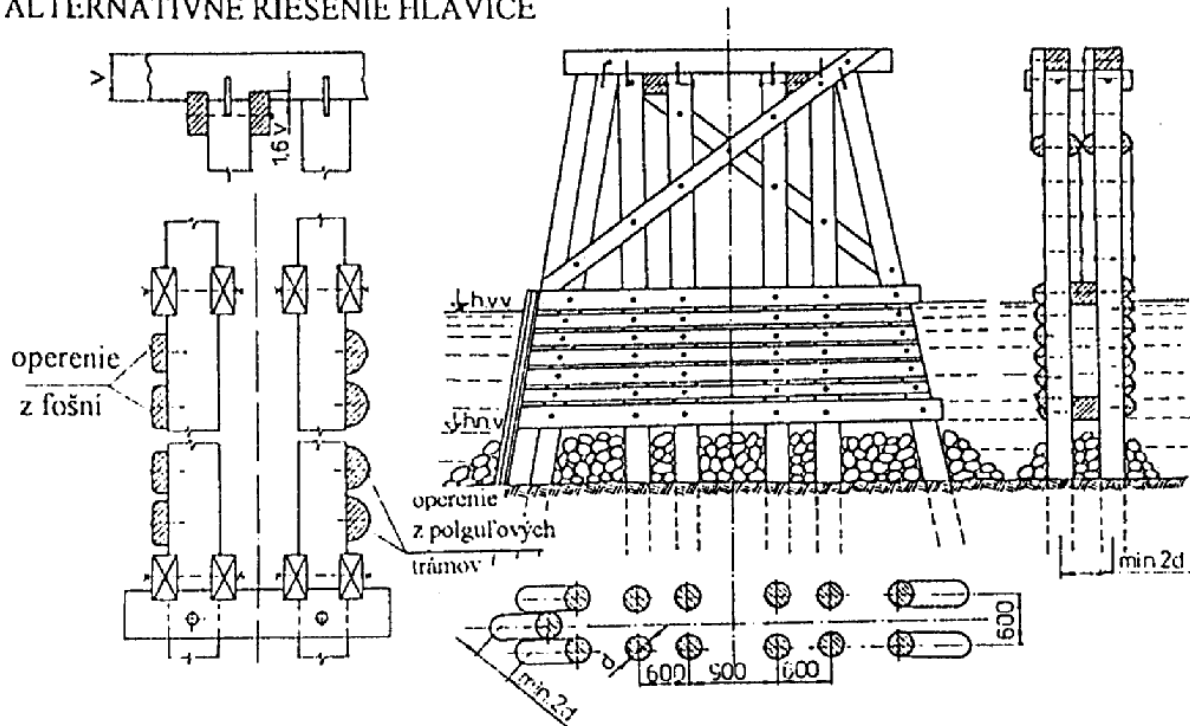
Obr. 4.25a – Jednoradová nasadená bárka



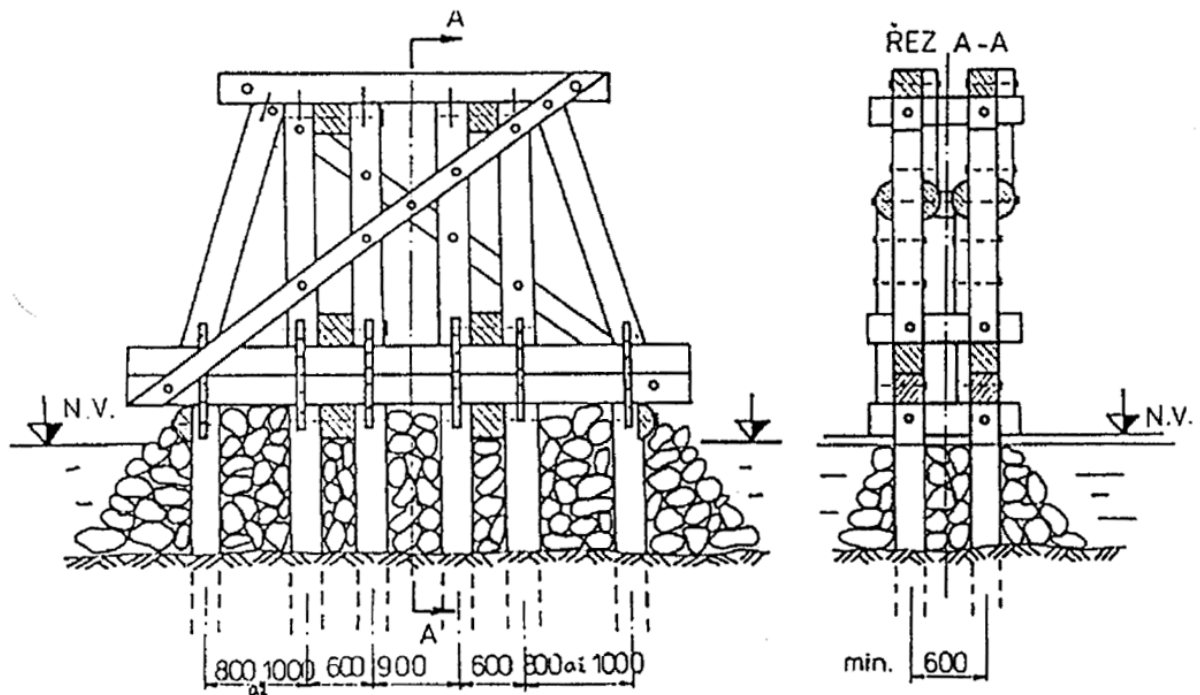
Obr. 4.25b Nasadené bárky

a – prahom na previazku, b – prahom na stativo
 c – prahom na podklady, d – prahom na pilóty

ALTERNATÍVNE RIEŠENIE HLAVICE



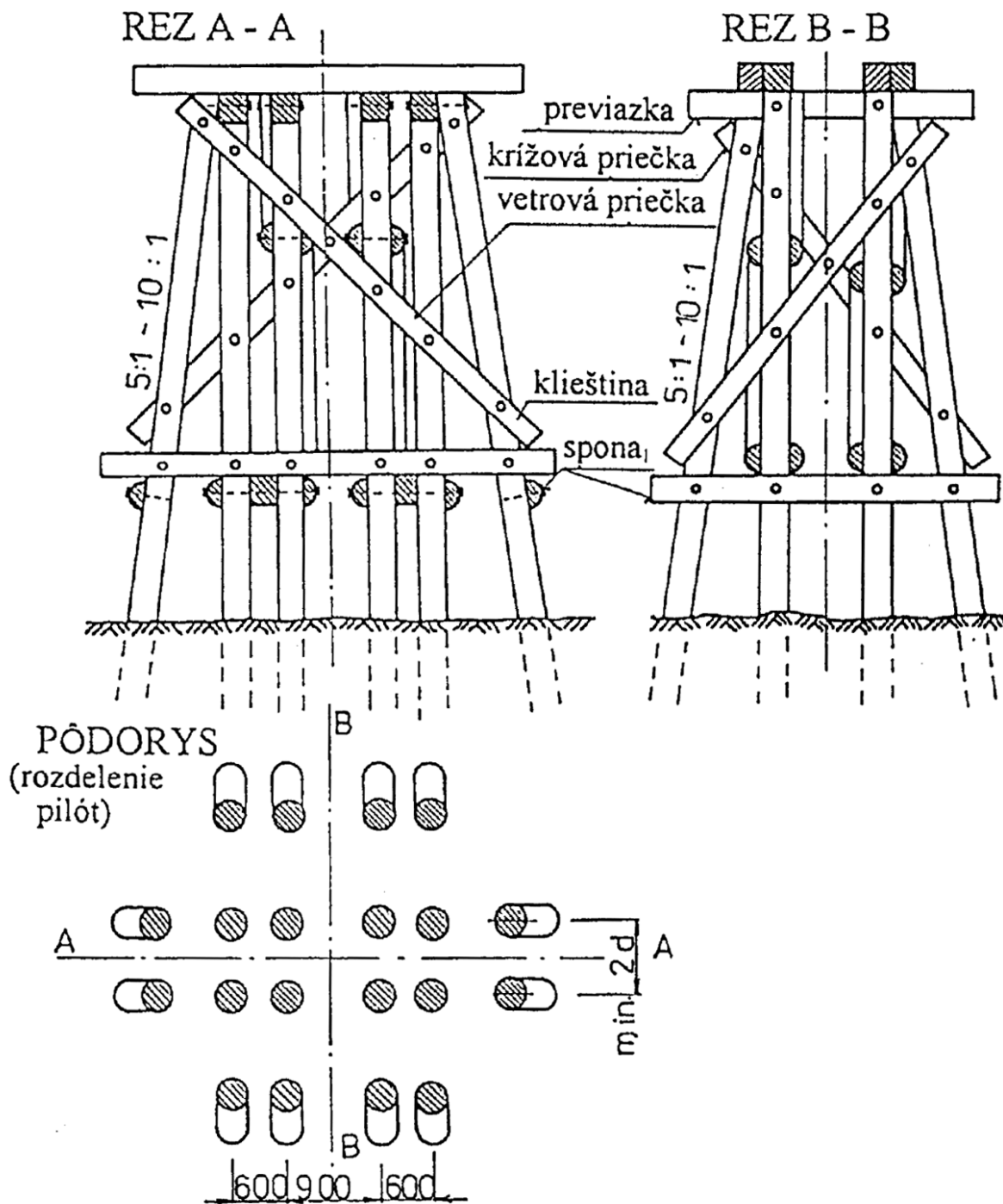
Obr. 4.25c – Dvojradová bárka



Obr. 4.25d Dvojradová nasadená bárka

Bárky viacradové a skupinové sa používajú na uloženie nosníkov väčších rozpätí.

Na uloženie veľkých a ťažkých nosných konštrukcií sa používajú výhradne skupinové bárky so zoskupenými pilótami pod hlavými nosníkmi (obr. 4.25e).



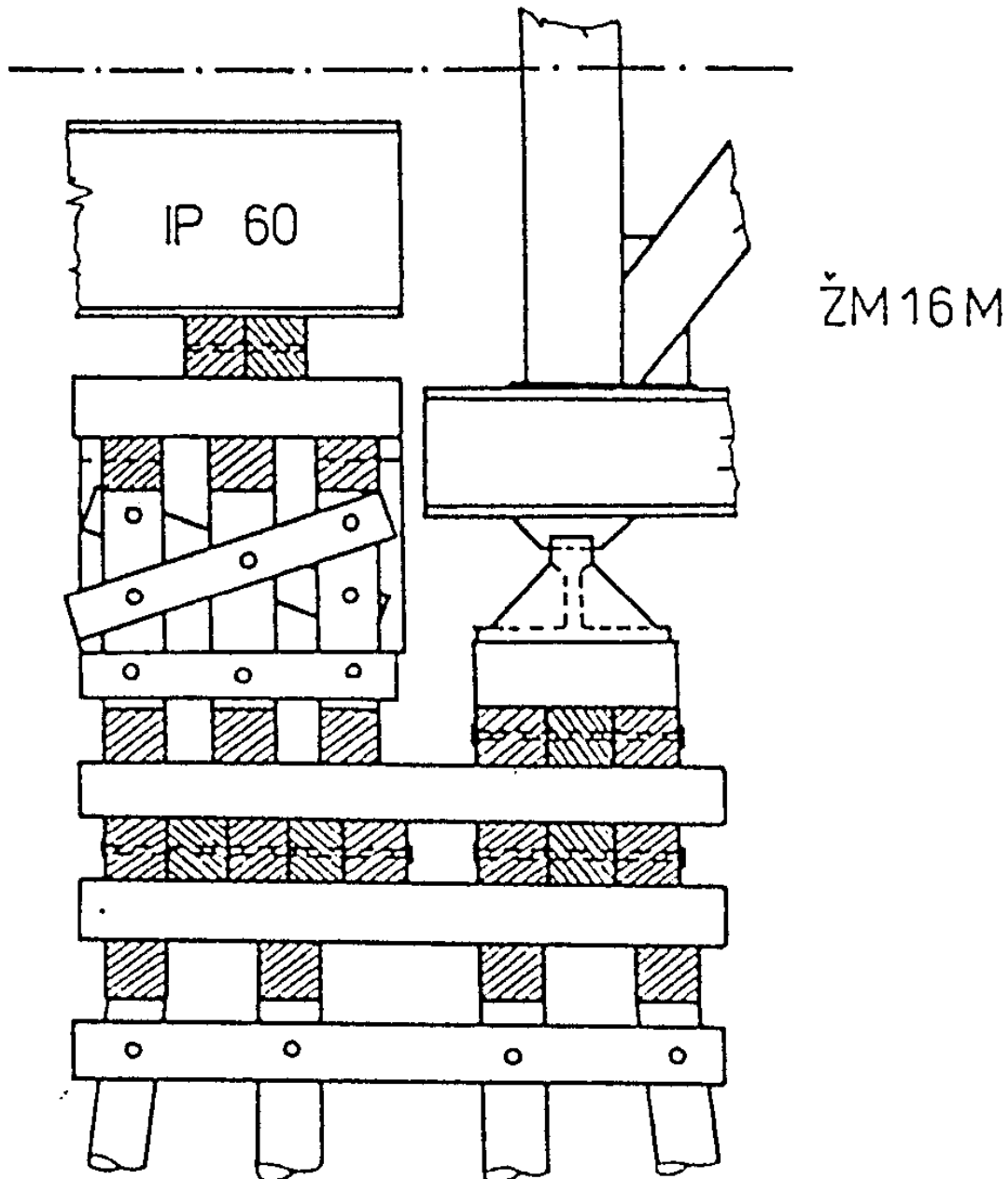
Obr. 4.25e Jednotná skupinová bárka

Pilóty v skupinových bárkach po štyroch je možné rozdeliť po nosných pilótach s osovými vzdialenosťami 60, 90, 60 cm (70, 80, 70 cm), alebo päť nosných pilót v osových vzdialenostiach po 85 cm. Pri výške podpory väčšej ako 3 m je potrebné pilóty doplniť vzpernými stĺpmi alebo vzpernými pilótami.

Okrem drevených bárk sa v zvláštnych prípadoch používajú tiež:

- bárky s oceľovými pilótami,
- bárky so železobetónovými pilótami,
- prechodové bárky.

Prechodové bárky sa používajú tam, kde na jednej podpere sú uložené dve rôzne konštrukcie, napr. z nosníkov IPe ŽM-16 M (obr.4.25f).

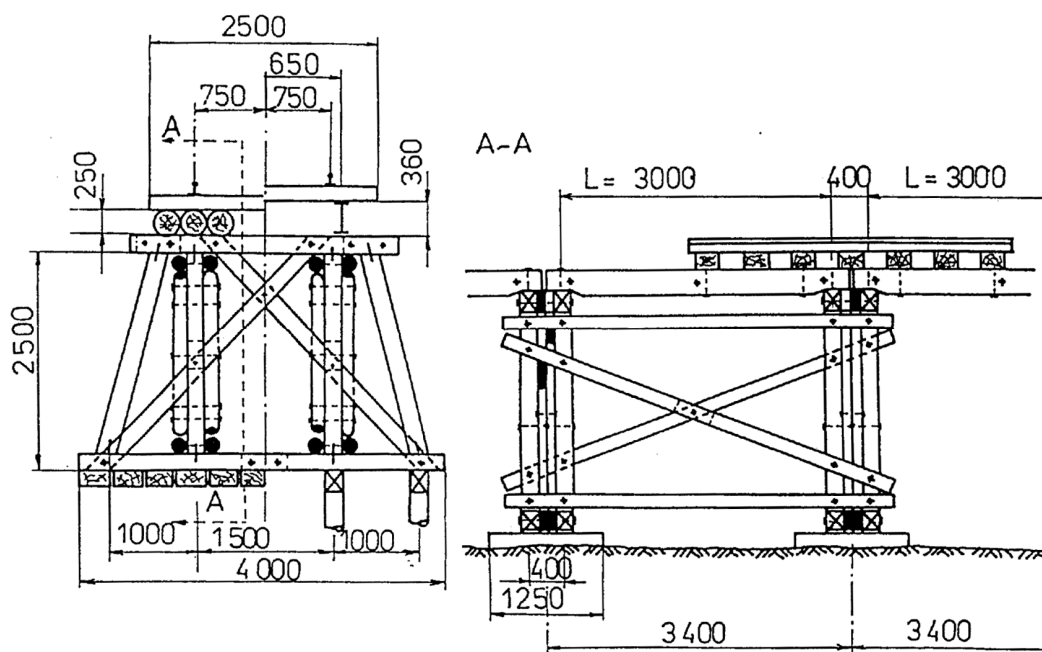


Obr. 4.25f Prechodové bárky s úpravou rozdielu úložných výšok – nadstavba nasadená na stative jednej polovice podpery

- *Typizované drevené podpery.* Podľa zásad uvedených v predpise Žel-6-1 boli navrhnuté typizované rámové podpery pre krátke mostné polia z roštových alebo koľajnicových nosníkov i pre oceľové nosníky IP. Boli rozdelené na dva typy:

A – nízke rámové podpery do výšky 2,5 m (obr. 4.26)

B – vysoké rámové podpery pre výšku od 3 do 8 m, odstupňované po 1 m.



Obr. 4.26 Príklad konštrukcie rámovej podpery

Každý (výškový) typ bol rozdelený do 5 skupín podľa rozpätia priľahlých polí, a to od 3 až do 25 m. Schémy týchto podpier sú uvedené v Knižnici príručiek železničného vojska „Podpery dočasných železničných mostov.“

Posledným článkom typizácie drevených podpier sú podpery TDP (typizované drevené podpery), ktoré sa stavajú na výšku od 5 do 12 m. Slúžia predovšetkým pre mostné konštrukcie z materiálov IP a ŽBM 30 s rozpätím od 12 do 30 m. Sú zostaviteľné z prefabrikovaných dielov, ktoré je možno premiestňovať cestnými dopravnými prostriedkami. Bližšie údaje o nich sú v predpise Album typizovaných drevených podpier Žel-86-1.

- *Oceľový rozoberateľný pilier PIŽMO.* Mostný pilier PIŽMO (obr. 4.27a) je oceľová priehradová rozoberateľná konštrukcia, ktorú možno ľahko prispôbiť:

- zaťaženiu,
- výške,
- únosnosti základovej pôdy.



Obr. 4.27a Pilier PIŽMO

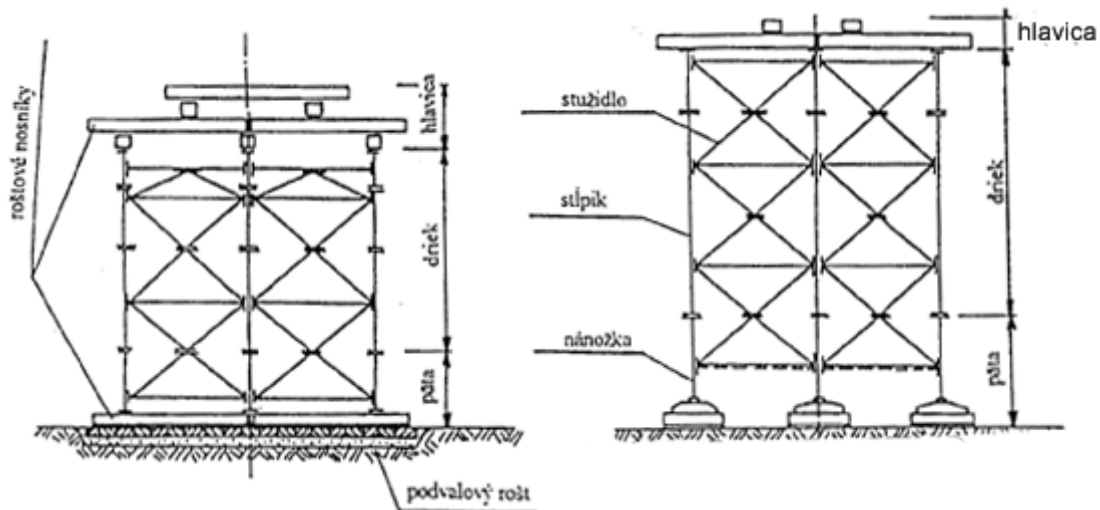
Jednotlivé časti spájajú skrutkami. Pilier možno zakladať na roštoch, na nárožkách, a to na terén alebo na dno vodného toku, prípadne zahlbovať.

Konštrukcia PIŽMO je určená na rýchlu stavbu podpier všetkých druhov mostov a ako pomocná konštrukcia pri stavbe trvalých mostov. Jej univerzálne vlastnosti sa v širokej mierke využívajú aj v iných stavebných odboroch.

Z materiálu PIŽMO sa stavajú:

- piliere dočasných mostov,
- pomocné montážne podpery pre výsuvy (napr. ŽM 16 M),
- pomocné lešenia, skruže, montážne stožiare, žeriavové dráhy a iné.

Pilier PIŽMO sa skladá z **päty, drieku a hlavice** (obr. 4.27b) Hlavicu podpery tvorí dvoj-, troj- a štvorvrstvový rošt z roštových nosníkov. Prenáša tlaky z mostných ložísk na jednotlivé stĺpy drieku. Driek piliera je vytvorený zo stĺpikov a stužidiel. Základným nosným prvkom sú stĺpy, ktoré majú osovú vzdialenosť 2,0 m a sú navzájom spojené stužidlami. Rôzne druhy stĺpikov a stužidiel umožňujú odstupňovanie výšky piliera po 0,4 m. Driek býva spravidla stáleho prierezu, alebo sa môže smerom k päte stále rozširovať, a to ako v pozdĺžnom, tak i v priečnom smere. V drieku je navyše vodorovné zavetrovanie.



Obr. 4.27b Časti piliera PIŽMO

Piliere PIŽMO sa zakladajú na roštoch, na nánožkách, prípadne na zahlbovacích nánožkách. Klbové uloženie skrutiek v nánožkovej pätky umožňuje prispôbiť sklon nánožkovej pätky voči terénu. Výšku nánožky možno meniť v rozmedzí 400 mm.

Päta piliera roznáša tlaky stĺpov dříeku do základovej pôdy. Päťu piliere tvorí:

- jednovrstvový rošt z roštových nosníkov a jedna vrstva stĺpikov S3 spojených stužidlami Z3. Výška päty $H_p = 1,4$ m.
- sústava nánožiek spojených stužidlami Z3; výška päty $H_p = 1,8$ m.
- zahĺbený základ piliera zostavený zo zahlbovacích nánožiek ZZ1.

Všetky časti materiálu PIŽMO sú rozdelené do týchto konštrukčných skupín:

- stĺpiky,
- stužidlá,
- roštové nosníky,
- nánožky,
- spojovacie skrutky M20,
- zahĺbený základ.

Typizovaný návrh piliera PIŽMO je spracovaný v predpise Žel-6-4/2. Návrh netypizovaného piliera je uvedený v časti II predpisu Žel-6-4/I.

Typy pilierov sa označujú skratkami, ktoré vyjadrujú rozmedzie výšky, konštrukčné usporiadanie a spôsob založenia (obr. 4.27c).

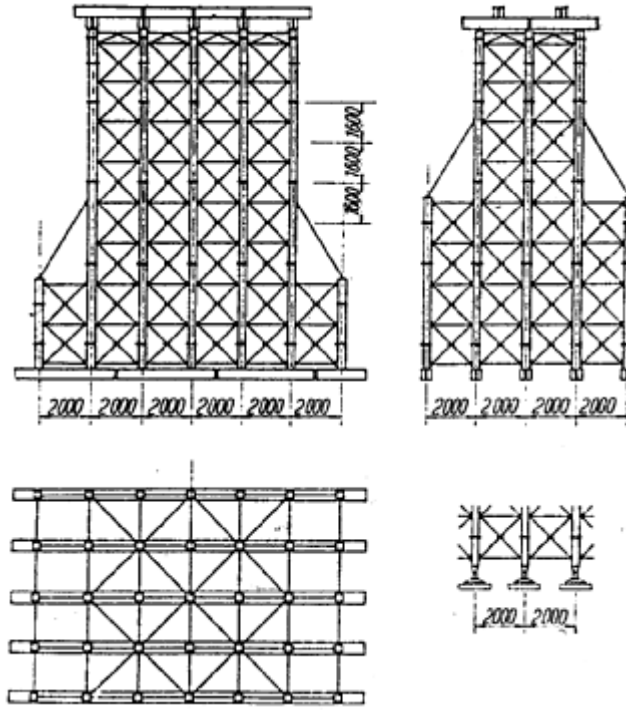
Napr.: C 7.5-5.3 R 6.3-4.3R

C – rozmedzie výšky (od 11,40 m do 16,00 m)

7.5 – konštrukčné usporiadanie drieku v päte,

5.3 – konštrukčné usporiadanie drieku pod hlavicou,

R – založenie piliera na roštoch.



Obr. 4.27c Rozšírený pilier PIŽMO

Na montáž a demontáž pilierov PIŽMO sa používajú:

- automobilové žeriavy,
- súprava náradia a pomôcok PIŽMO,
- plaváková súprava,
- montážne prostriedky zahĺbeného základu piliera PIŽMO,
- montážna súprava PIŽMO,
- súprava na vytáčanie nánožíek.

Výber a použitie montážnych prostriedkov závisí na type a rozmeroch piliera a na podmienkach stavby.

Zásobná jednotka PIŽMO má hmotnosť 222,14 t, doplnok pre zahĺbený základ piliera PIŽMO má hmotnosť 24,77t, t. j. celkom 246,91 t. Zásobnú jednotku je možné prehľadne

uložiť na ploche 55 x 4 m a naložiť na 16 železničných vozňov rady Vd a jeden voz rady Z pomocou dvoch kozových žeriavov za 5 hodín (materiál je vo zväzkoch).

Pozn.: - **Mostný pilier ŽP-16** bol navrhnutý dodatočne z materiálu nosných konštrukcií železničného rozoberateľného mosta. ŽP-16. Návrh piliera mal za cieľ znížiť počet súčastí už zavedeného obnovovacieho materiálu a súčasne umožniť ich univerzálnejšie využitie.

Tento cieľ sa ale nepodarilo vo všetkých ukazovateľoch dosiahnuť a preto bol pokus (od začiatku v podstate) odsúdený na neúspech.

Podrobnosti o mostnom pilieri ŽP-16 sa nachádzajú v predpise Žel 6-3/1,2.

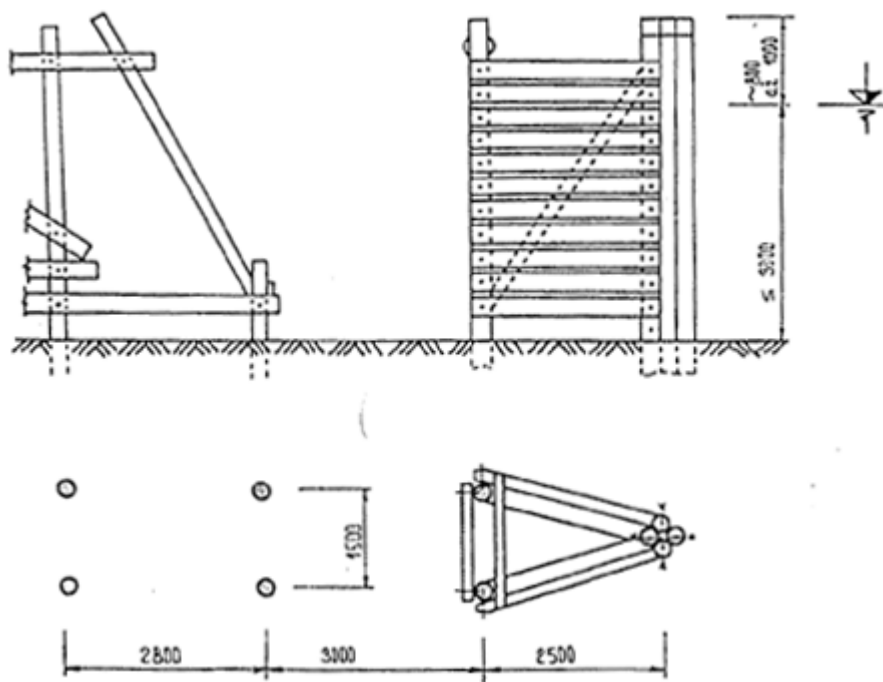
V stavebnej práci sa možno stretnúť aj s niektorými inými oceľovými konštrukciami (napr. PEINER), ale ich počet a možnosti využitia ako podpery mostov pri riešení krízových situácií nie sú významné.

4.1.4.1.3 Ľadolamy

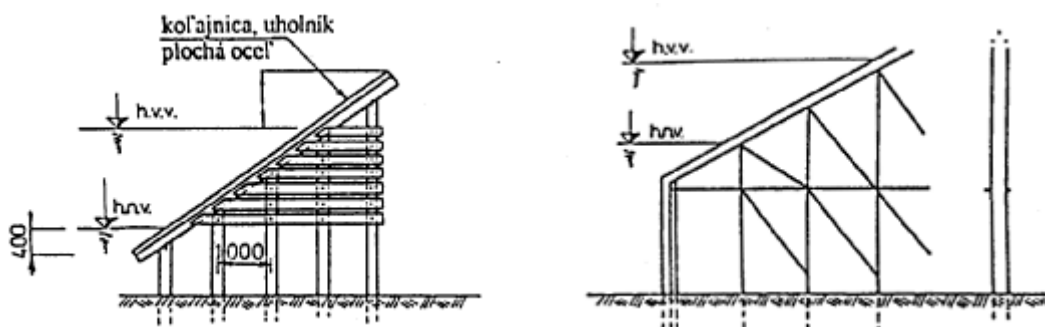
Ľadolam je samostatná, spravidla od podpery oddelená konštrukcia umiestnená pred mostnou podperou na protiprúdovej strane, ktorú chráni podpera pred tlakom a nárazmi ľadových kryh a iných plávajúcich predmetov.

Ľadolamy sa zriaďujú takmer vždy ako pilótové konštrukcie. Ľadolamy sa zhotovujú tak, aby dolná rezná hrana ľadolamu bola o 0,5 až 0,75 m nižšie ako je najnižšia úroveň odchodu ľadu a horná hrana o 0,5 m vyššie ako je najvyššia úroveň odchodu ľadu. Rezná hrana ľadolamu má sklon 1:1,5 až 1:2.

Konštrukcie môžu byť ľadolamy jednoduché (obr. 4.28), ploché, stanové a konštrukcie zložené.



Obr. 4.28 Jednoduché pilótové ľadolamy



Obr. 4.29 Ploché ľadolamy

4.1.4.2 Materiál a konštrukcie na obnovu nosných konštrukcií

Na obnovu nosných konštrukcií mostov sa využívajú vojenské mosty a provizórne oceľové konštrukcie z majetku ŽSR.

Nosné konštrukcie z dreva možno použiť pri obnove mostov len na malých rozpätiach a vtedy, keď je na ich výrobu dostatok času.

Z praktického hľadiska sa na obnovu využívajú konštrukcie trámového typu a z hľadiska uloženia na podperách ako prosté nosníky.

4.1.4.2.1 Drevené nosníky

Drevené nosníky na obnovu nosných konštrukcií železničných mostov sa používajú v prevedení ako:

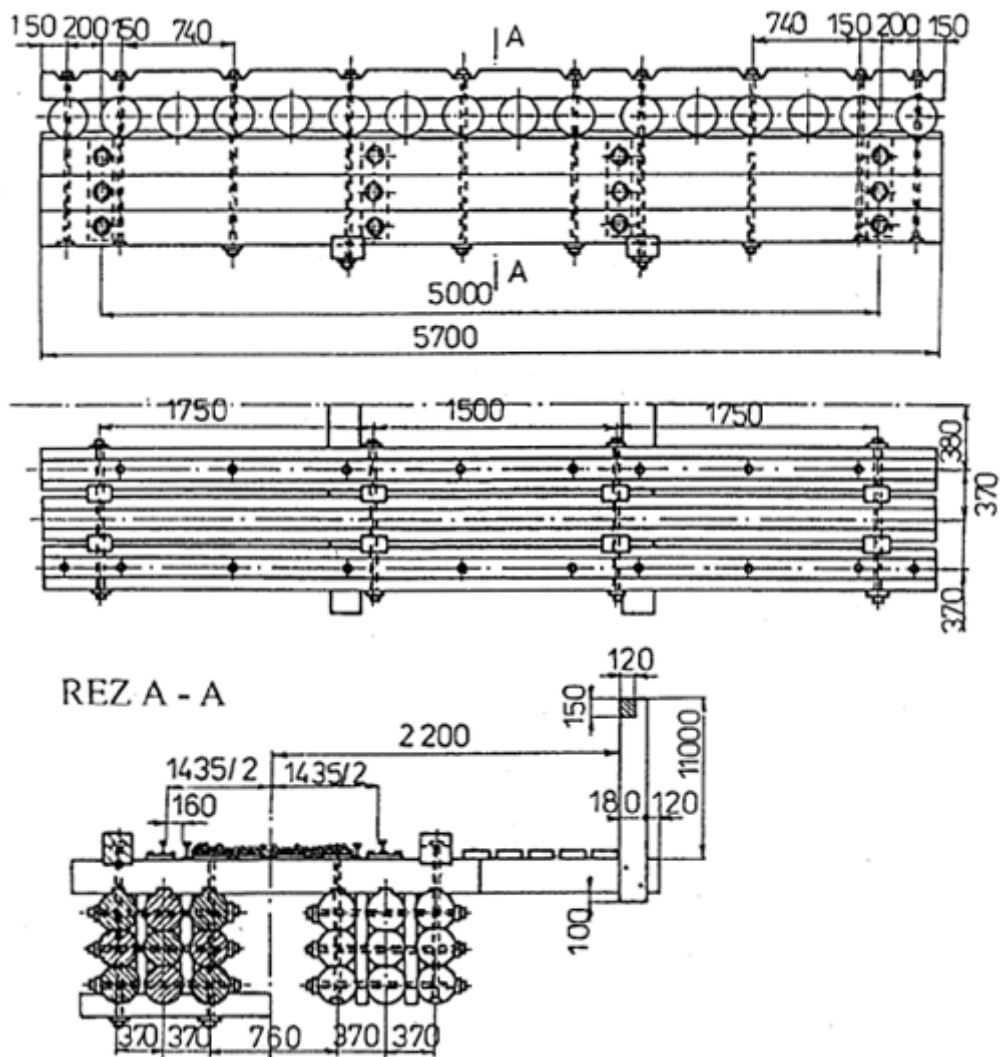
- jednoduché trámové nosníky (JTN),
- roštové nosníky (RN).

Na nosné konštrukcie z dreva sa používa zvlášť vybrané, zdravé a podľa možnosti vyschnuté drevo.

- *Jednoduché trámové nosníky* sa používajú pre rozpätie mostných polí do 3 až 4 m, maximálne do 6 m. Jednotlivé trámy sa ukladajú v jednej alebo viacerých vrstvách. V jednej vrstve môžu byť 1 až 3 trámy. Pod jedným koľajnicovým pásom je možné uložiť zväzok maximálne s 8 trámami (obr. 4.30a,b).

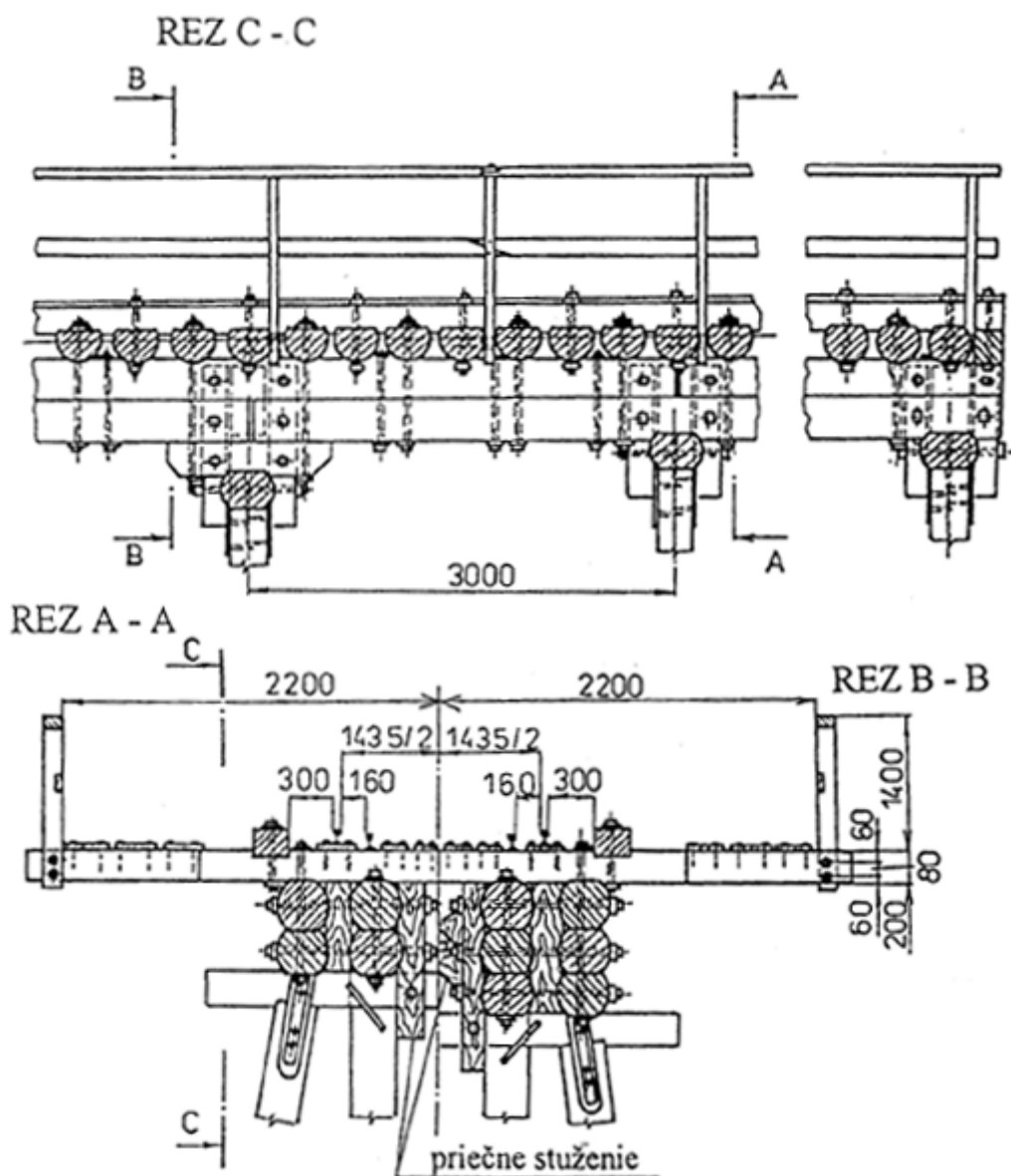
Je možno použiť guľatinu, pologuľatinu alebo hranaté trámy. Najvýhodnejším prierezom zo statického hľadiska je obdĺžnik s pomerom šírky k výške 3:4 alebo 5:7.

Jednotlivé trámy vo zväzku sú medzi sebou spojené navzájom zvislými a vodorovnými svorníkmi, príp. aj zvislými zvlakmi. K zväčšeniu priečnej tuhosti mosta sa spájajú trámy spodom prevlečenými vodorovnými prievlakmi vo vzdialenostiach spravidla 1,5 až 2 m. Prievlaky sa sťahujú so zodpovedajúcimi mostnicami (podvalmi) a trámami zvislými priebežnými svorníkmi. Nad podperami a pri poliach dlhších ako 3 m aj uprostred sa medzi zväzky trámov vkladá priečne stuženie (obr. 4.30b).



Obr. 4.30a Hlavné nosníky zo zväzkov trámov

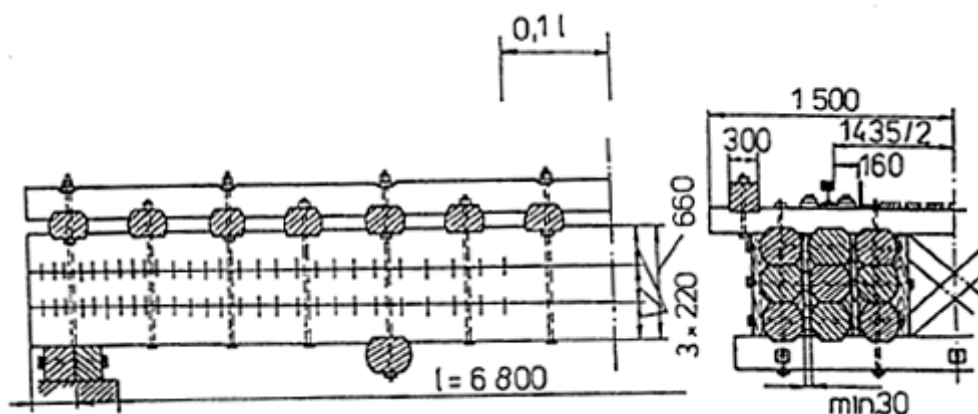
Trámy uložené v jednej vrstve sa spájajú so stativom skrutkovými svorníkmi prechádzajúcimi aj mostnicou. Na krajných podperách sa zväzky trámov osadia tak, aby presahovali minimálne o 20 cm stativo podpery.



Obr. 4.30b Hlavné nosníky z JTN

- Drevené roštové nosníky. Drevené roštové nosníky sa používajú pre rozpätia polí železničných mostov 6 až 10 m, najviac však 12 m. Zostavujú sa z dvoch alebo troch hranených (výnimočne polohranených) trámov, pozdĺžne na seba položených. Trámy sú spojené spojovacími prostriedkami, ktoré zabezpečujú prenos šmykovej sily v smere ťažiskovej osi (obr. 4.31). Roštový nosník pôsobí ako jeden celok so spoločnou ťažiskovou osou. Skutočnosť, že trámy nie sú dokonale spojené sa pri výpočte normálových a tangenciálnych napätí a výpočte priehybov rešpektuje zavádzaním príslušných súčiniteľov, ktoré vyjadrujú účinnosť roštového spojenia. Pod jedným koľajnicovým pásom sa ukladajú jeden, dva až tri roštové nosníky vedľa seba.

Najlepšie spolupôsobenie trémov (a tým i najväčšia tuhosť a únosnosť) vykazujú drevené rošty s oceľovými záchytkami. Výroba týchto roštov je rýchla a nevyžaduje kvalifikovaných pracovníkov. Ostatné druhy roštov (zoskobované, zoskrutkované, záchytkové, kolíkové, zazubené, zoskrutkované s oceľovými zazubenými záchytkami a pod.) vykazujú buď veľmi nízku účinnosť roštového spojenia, alebo ich výroba vyžaduje kvalifikovaných pracovníkov a z týchto dôvodov sa bežne nepoužívajú.



Obr. 4.31 Uloženie a priečne stuženie dreveného roštového nosníka

4.1.4.2.2 Oceľové nosné konštrukcie

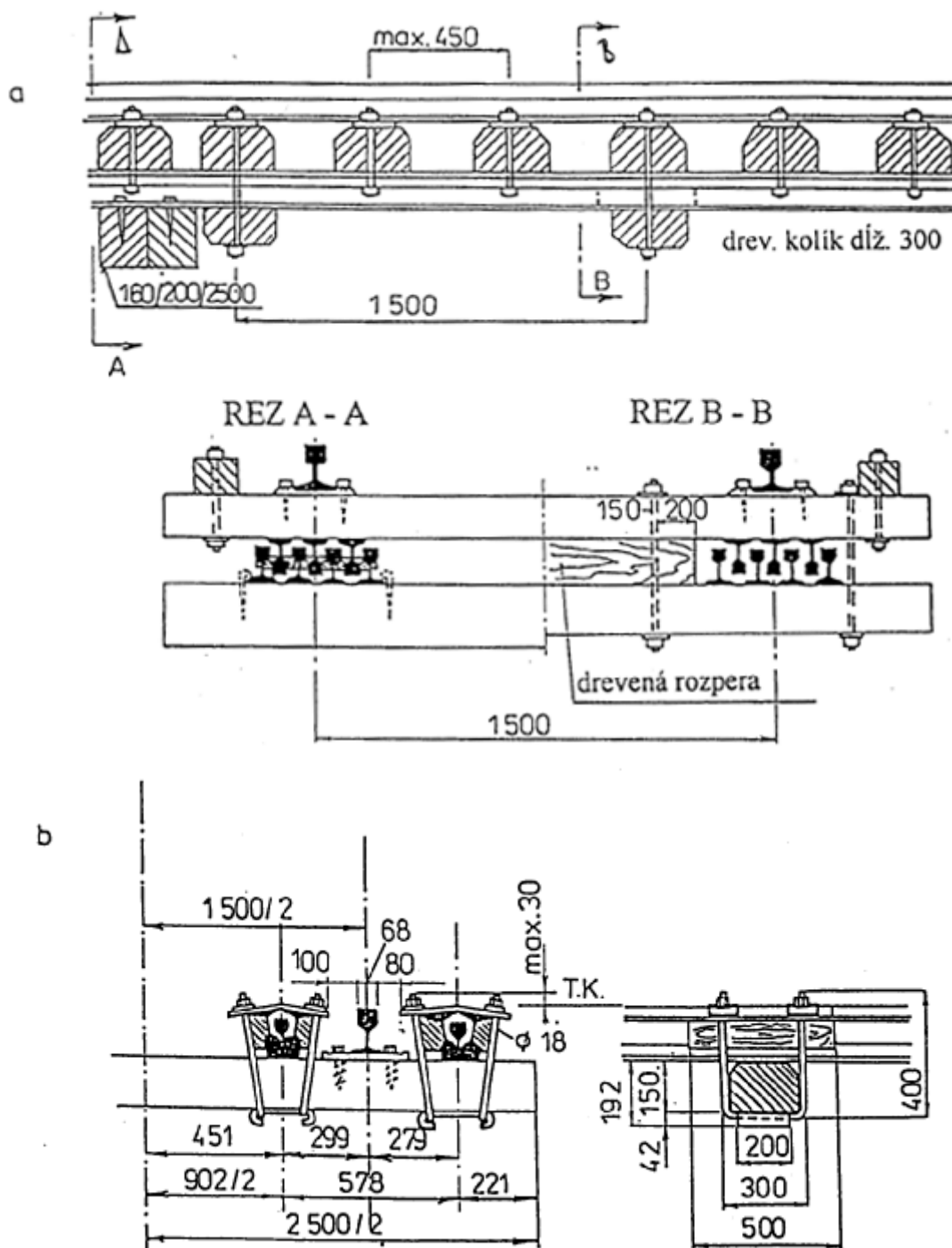
Na obnovu železničných mostov sa používajú:

- provizórne konštrukcie ŽSR (koľajnicové zväzky, súpravy I a IP, MP),
- vojenské rozoberateľné konštrukcie (ŽBM-30, ŽM-16M a ŽM – 60).

• **Provizórne konštrukcie ŽSR z koľajnicových zväzkov** sa používajú do rozpätia najviac 5 m a rýchlosti max. 10 kmh⁻¹.

Koľajnicové zväzky sú málo tuhé, a preto rozhodujúcim činiteľom obmedzujúcim dosiahnuteľné rozpätie je priehyb, ktorý nemá prekročiť 1/300 rozpätia. Koľajnice sa kladú spravidla v jednej vrstve striedavo hlavami a pätami k sebe v skupinách 3 až 9 koľajníc pod jedným koľajnicovým pásom. Na zvýšenie priečnej tuhosti konštrukcie sa kladú po zväzok vo vzdialenostiach po 1,5 m prievlaky, ktoré sa s mostnicami (podvalmi) stiahnu spojovacími skrútkami. Obe skupiny sa rozopierajú drevenými rozpierkami (obr. 4.32a). V prípadoch, keď je nutné doceliť čo najnižšiu konštrukčnú výšku, vešajú sa mostnice (podvaly) na zväzky koľajníc, umiestnené spravidla po oboch stranách pojazdných koľajníc a na rovnakej úrovni s nimi. Mostnice sa na zväzky koľajníc vešajú pomocou strmeňov z plochej alebo tvarovanej

ocele (obr. 4.32b). Pre dosiahnutie väčšieho rozpätia 6 až 8 m sa z koľajníc zvarených pätami k sebe vytvorí roštový nosník. Zvárania koľajníc do roštu sa realizuje pomocou oceleovej vložky 10 až 15 mm hrubej, ktorej šírka je o niečo väčšia než šírka päty zváraných koľajníc.

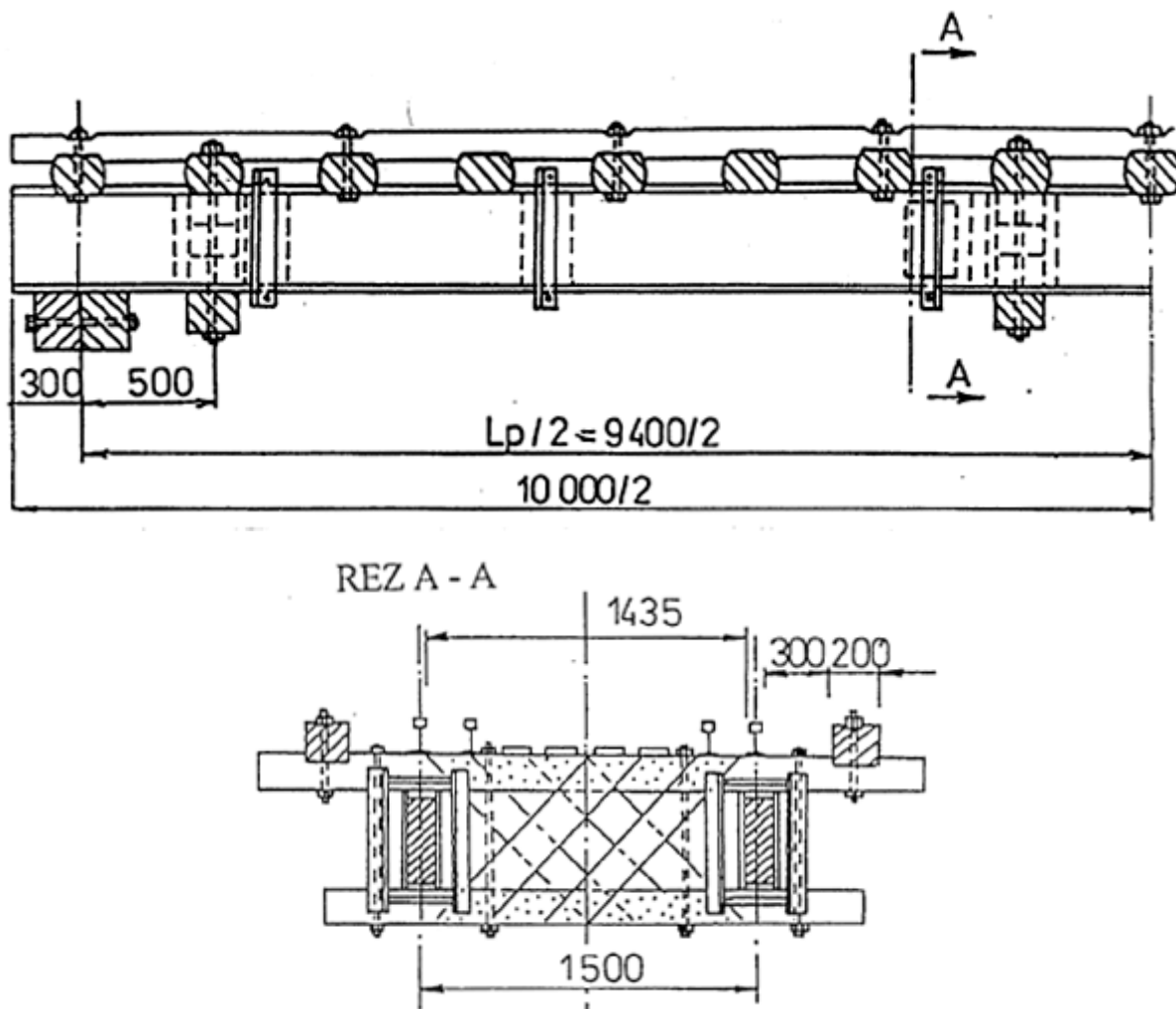


Obr. 4.32 – Koľajnicové zväzky

- a) skupiny koľajníc rozoprené drevenými rozperami
 b) koľajnicový zväzok s mostnicami (podvalmi) zavesenými na koľajnicovom nosníku

- *Valcované nosníky I alebo zvarané nosníky IP (MP-VN)* je možné kláď jednotlivu alebo po skupinách. Pod jeden koľajnicový pás sa podľa veľkosti zaťaženia, rozpätia a rozmerov nosníkov kladú jeden, dva, alebo tri nosníky v jednej vrstve. V priečnom reze sú nosníky umiestnené tak, že osová vzdialenosť stredov zväzkov je 1,5 m. Na zaistenie spolupôsobenia nosníkov a zvýšenie tuhosti celej konštrukcie sa nosníky sťahujú drevenými alebo oceľovými montovanými prievlakmi a zvlakmi pomocou spojovacích skrutiek a vystužujú sa spravidla drevenými stužidlami priečneho stuženia. Priečne stuženia sa pravidla zriaďujú vo vzdialenosti 2 až 3 m. Details konštrukcie sú zrejmé z obr. 4.33.

Vetrové stuženie sa zriaďuje spravidla len pri hornom páse zavetrovaním podvalov alebo mostníc medzi koľajnicami, a to pri konštrukciách do rozpätia 8 m fošňami, pri väčšom rozpätí oceľovými uholníkmi pripevnenými k podvalom (mostniciam) skrutkovými svorníkmi, prípadne vrtuľami.

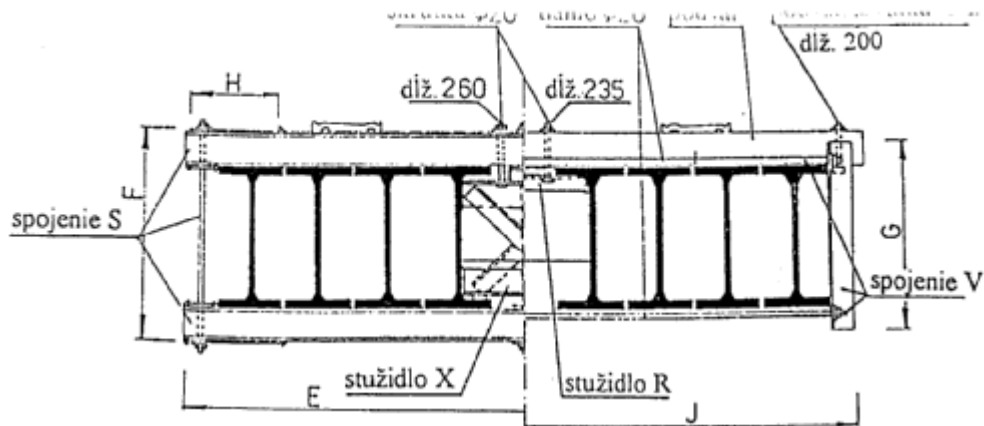


Obr. 4.33 Netylizované valcové nosníky

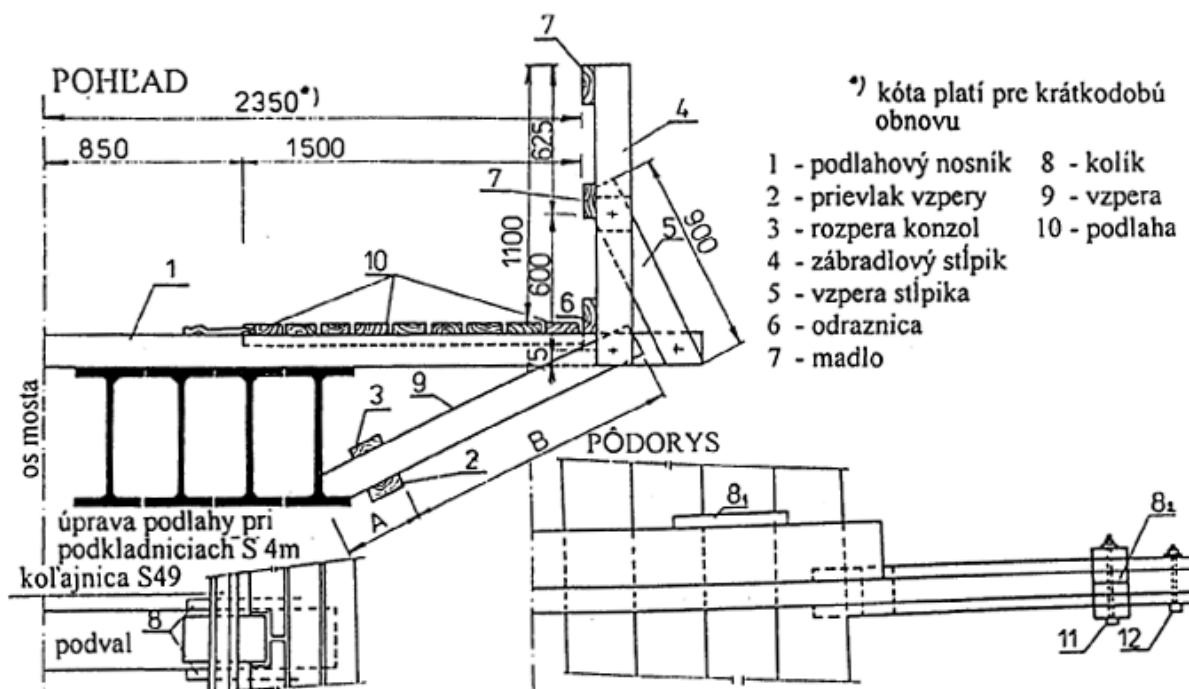
• Typizované súpravy nosníkov I a IP podľa „Normálií dočasných železničných mostov“ pre rýchlosť do 30 kmh^{-1} sa používajú vo dvoch typizovaných prevedeniach:

- nosníky IP 60,70 a 100,
- nosníky I 36 a 50 (do vyčerpania zásob).

Základné údaje o týchto konštrukciách a ich navrhovaní sú uvedené na obr. 4.34a,b; tab. 4.2.



Obr. 4.34a Konštrukčné údaje nosníkov IP pre zaťažovací vlak C – priečný rez



Obr. 4.34b Príklad riešenia drevenej chodníkovej konzoly

Tab. 4.2 Konštrukčné údaje nosníkov IP

Súprava	h	d	t	F	L	W	q	a	l	N	
Rozmer	mm			cm ²	cm ⁴	cm ³	kg/m	mm			
IP 60	4-12 m	600	32	17	283,2	176843	5895	228,2	438,5	150	19
	6-14 m								288,5	175	22
	8-16 m								138,5	200	25
IP 75	4-14 m	750	34	18	326,7	309238	8246	262,5	439	175	22
	6-16 m								289	200	25
	6-18 m								289	225	28
	8-20 m								139	250	31
IP 100	4-18 m	1000	36	20	401,6	635266	12705	321,25	440	225	28
	4-20 m								440	250	31
	6-22 m								290	275	34
	6-24 m								290	300	37
	8-24 m								140	300	37
	8-26 m								140	325	40

Vysvetlivky:

Vyznačené zostavy sú výhodné z hľadiska minimálnej hmotnosti na 1 m.

h- výška nosníka

d – hrúbka príruby

t – hrúbka stojiny

F – plocha prierezu

L – moment zotrvačnosti

W – prierezový modul

q – hmotnosť jedného metra

a – vzdialenosť príruby vnútorného nosníka od osi mosta

l – vzdialenosť osi prvého podvalu od konca nosníka

n – počet podvalov uložených na nosníkoch.

Šírka príruby je u všetkých nosníkov jednotná 300 mm.

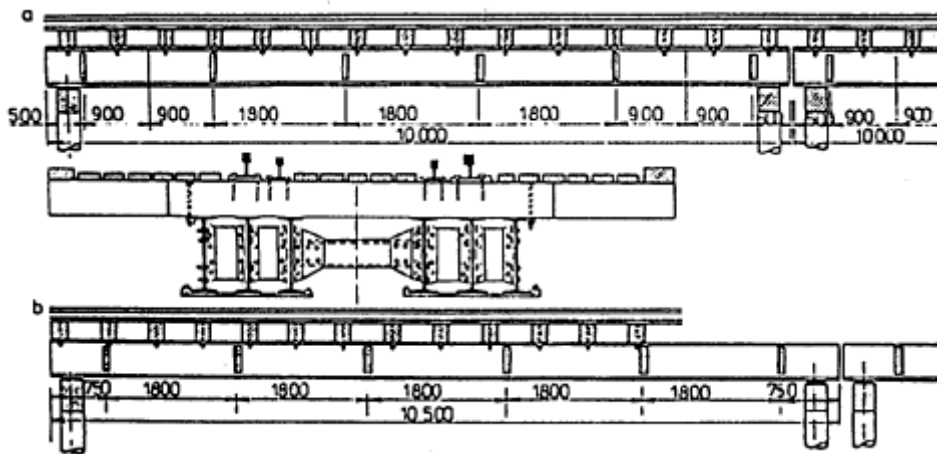
V zavedenom označení typizovanej súpravy, napr. IP 75-6-16 m znamená: (IP) druh nosníkov, (75) výšku nosníkov $h = 600$ mm, (6) počet nosníkov v priečnom reze, a (16m) dĺžku nosníkov. Rozpätie (l) súprav v mostnom poli je vždy kratšia o 1 m, t. j. $l = L - 1,0$ m!

- *Typizované mostné konštrukcie z nosníkov I sa používajú do spotrebovania (valcovaných) nosníkov I 36 (360 mm vysokých a 5,5 m dlhých) a nosníkov I 50 (500 mm vysokých v dĺžkach 10, 10,5 a 12,5 m). Súpravy nosníkov boli pôvodne typizované pre nápravový tlak 137 kN a 157 kN.*

Maximálne dovolené rozpätie pri zaťažení zaťažovacím vlakom C pre jednotlivé druhy nosníkov s počtom 4 až 8 nosníkov v jednom poli sú v tab. 4.3.

Tab. 4.3 Max. dovolené rozpätia nosníkov I (zaťaž. vlak C)

Druh nosníka	Počet nosníkov v 1 poli	Dovolené rozpätie (m)
čís. 36	4	4,5
čís. 36	6	5,0
čís. 50	4	8,0
čís. 50	6	10,0
čís. 50	8	12,0



Obr. 4.35 Príklad premostenia typizovanou súpravou z nosníkov I (bez chodníkovej konzoly).

- *Oceľové provizórne mosty s rozpätím 4,2 a 6,0 m („Tomek“) – MP DNT 4,2 a 6,0 (obr. 4.36a,b) sú navrhnuté na zvislé pohyblivé zaťaženie vlakom C, rýchlosť 30 km/h a dovolený priehyb 1/500 rozpätia.*

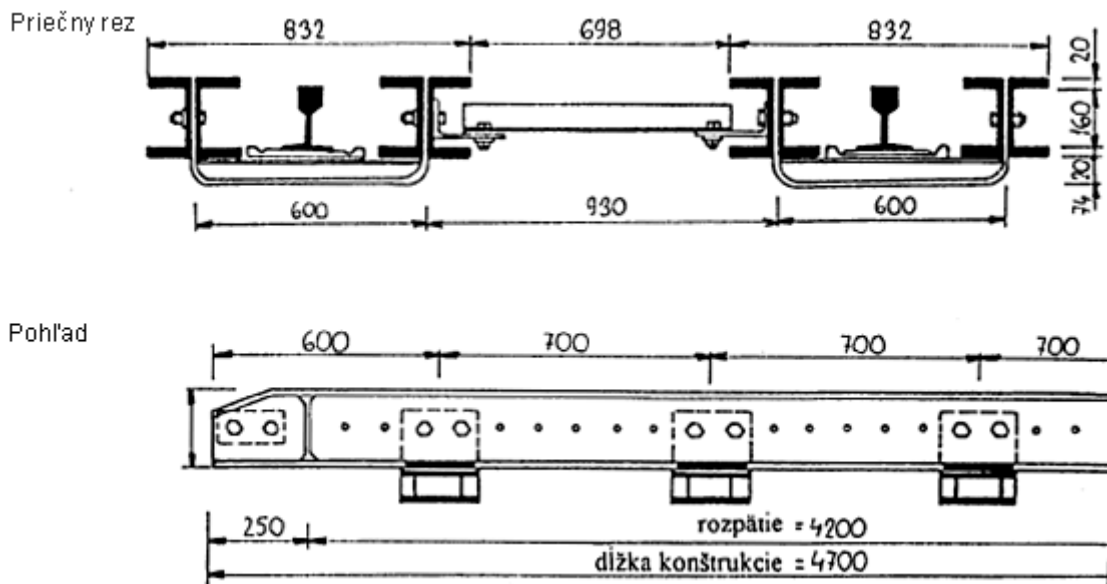
Konštrukcie sa skladajú z jednotlivých dielcov a sú rozoberateľné. Konštrukcia s rozpätím 4,2 m má stálu výšku 20 cm po celej svojej dĺžke a nepremenný prierez, konštrukcia s rozpätím 6,0 m má premennú výšku – na kraji 20 cm a v strednej časti v dĺžke 3,0 m potom 28 cm.

Celková hmotnosť konštrukcie 4,2 m:

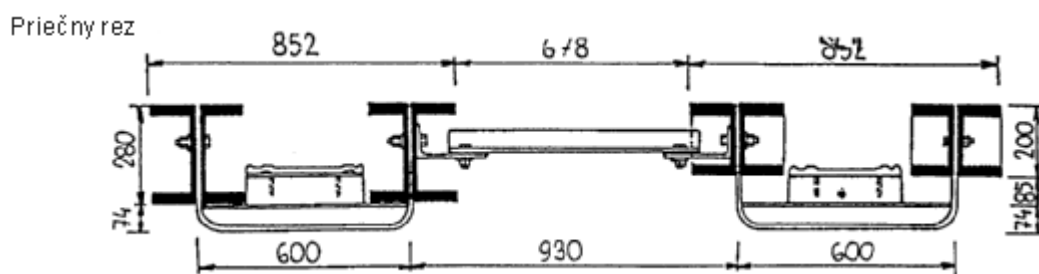
- pre rozchod 1435 mm 2988 kg, t. j. 711 kg/m,
- pre rozchod 1524 mm 2988 kg, t. j. 714 kg/m,

Celková hmotnosť konštrukcie 6,0 m:

- pre rozchod 1435 mm 4960 kg, t. j. 827 kg/m,
- pre rozchod 1524 mm 4973 kg, t. j. 829 kg/m.



Obr. 4.36a Konštrukcia rozpätia 4,2 m

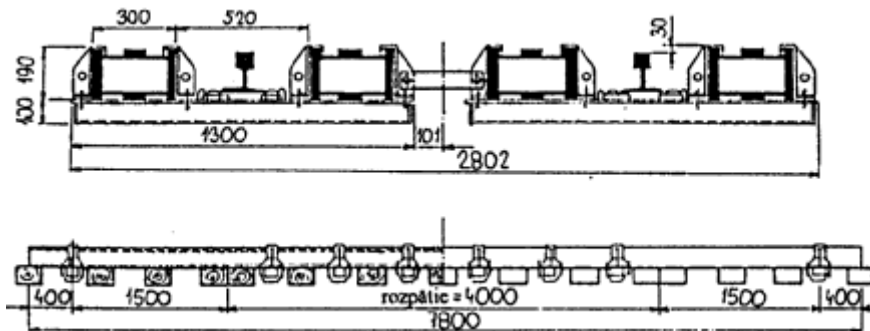


Obr. 4.36b Konštrukcia rozpätia 6,0 m

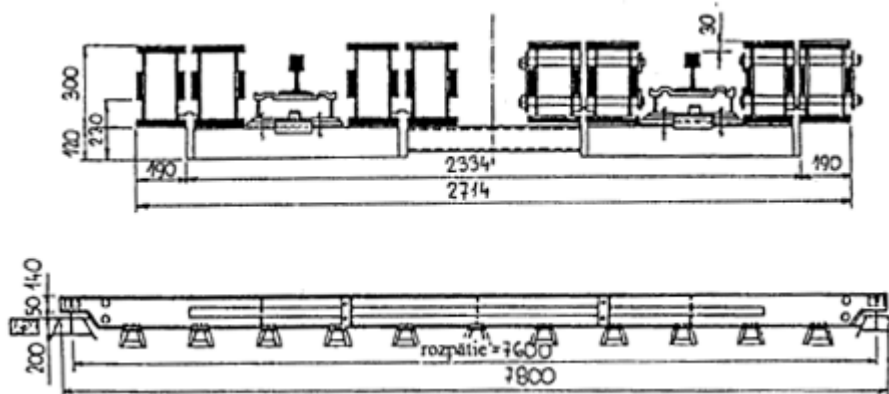
- *Oceľové provizórne mosty typu „Dresden“ s rozpätím 4,0 a 7,6 m – MP DND 4,0 a 7,6* (obr. 4.37a,b) sa používajú pre zvislé pohyblivé zaťaženie vlakom C a rýchlosť 30 km/h.

Základným prvkom konštrukcie typu „Dresden“ sú oceľové zvarované profily 190/300 mm odlišného usporiadania pre rozpätia 4,0 a 7,6 m. Priečniky sú vybavené zariadením na úpravu rozšírenia v oblúkoch (!).

- Konštrukcie pre rozpätie 4,0 sa skladajú zo 4 nosníkov kladených na šírku a ukladaných na zdvojené normálne podvaly dĺžky 2,7 m. Priečniky sú zvesené.
- Konštrukcie s rozpätím 7,6 m sa skladajú z 8 nosníkov kladených na výšku a ukladaných na oceľové zvarované úložné trámy. Oceľové priečniky sa vešajú na pozdĺžniky. Dvojica nosníkov sa zaisťuje čapmi.



Obr. 4.37a Konštrukcia rozpätia 4,0 m



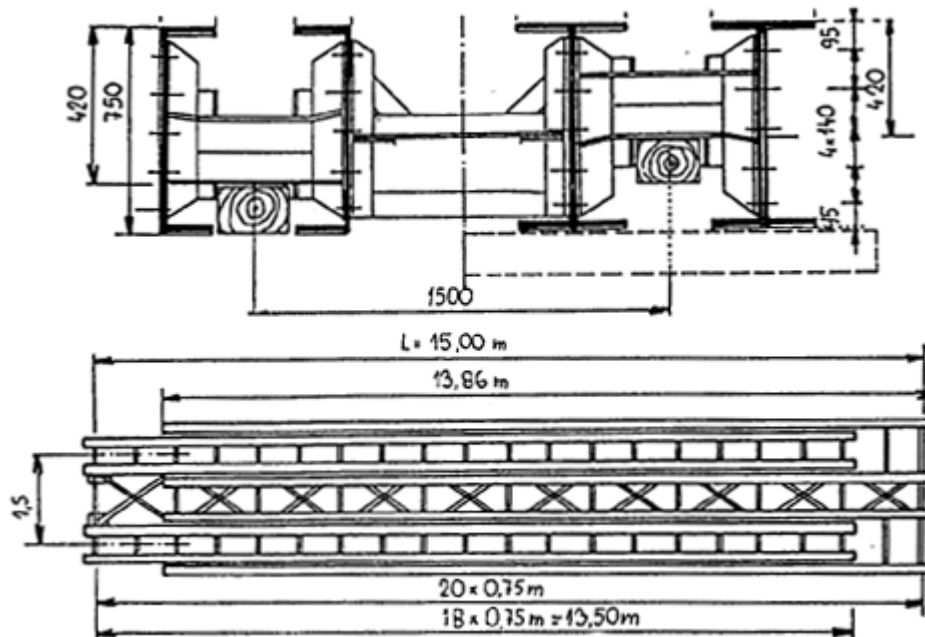
Obr. 4.37b Konštrukcia rozpätia 7,6 m

- *Provizórny most „Škoda – Faltus – MP DNF 13,5 – 15,15* (obr. 4.38) je navrhnutý pre zaťaženie vlakom G.

Nosná konštrukcia je tvorená 8 zvarovanými nosníkmi tvaru C výšky 750 mm, dĺžky 13 860 mm vyrobených zo stojiny hrúbky 8 mm a dvoch prizváraných pásnic hrúbky 32 mm. Nosníky sú vystužené privarenými trojuholníkovými konzolami.

Vzdialenosť dvojíc nosníkov je 690 mm, uprostred 810 mm. Vzďialenosť od hlavných dvojítých nosníkov je 1500 mm. Rozpätie v bežnej forme je 13,5 m. Vysunutím (!) vonkajších nosníkov tvaru C v dvojitom hlavnom nosníku o jeden, dva alebo tri rozstupy zvislých skrutkových rád stojiny na jednom alebo oboch koncoch nosníkov sa zväčší stavebná dĺžka vždy po 0,75 m a dĺžky 14,25 m až 18,0 m. Rovnaké zväčšenie sa môže využiť pre šikmé ukončenia mostov.

Konštrukciu možno použiť s rôznou stavebnou výškou (viď schéma priečného rezu). V prvej polohe je sedlo nad uložením vo výške 0,42 m, v druhej 0,57 m (pričom je sedlo obrátené), v tretej polohe je použitá horná mostovka (podvaly sa kladú na nosníky).



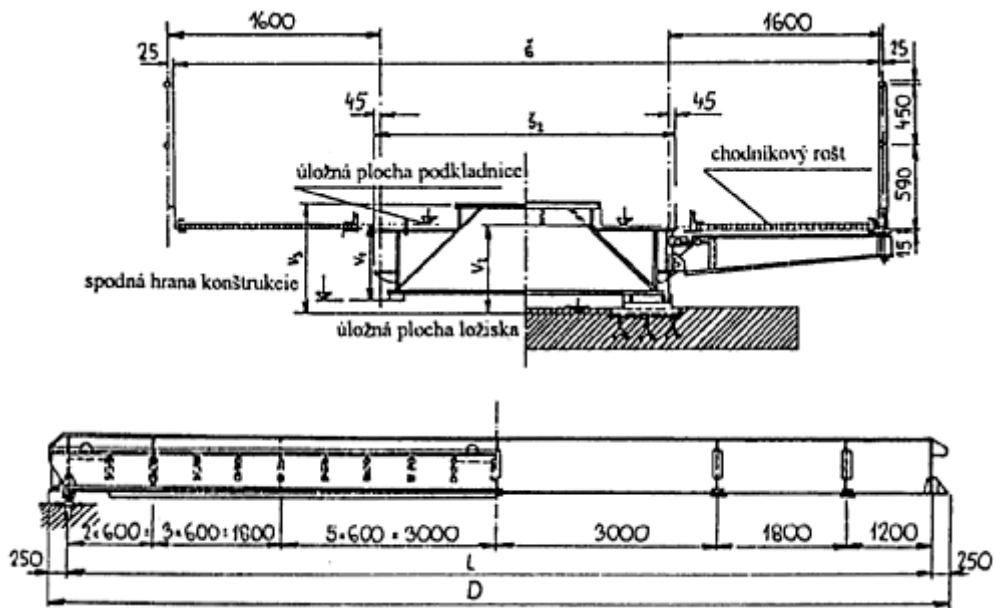
Obr. 4.38 Provizórna konštrukcia MP DNF 13,5 – 15,75

Konštrukcie „Škoda-Faltus“ sú použiteľné na premostenie v priamej trati i v oblúku pre rozpätie do 18 m.

- *Provizórne oceľové konštrukcie -185-MP-I s rozpätím 12,15,18 a 21 kN* (obr. 4.39) sú navrhnuté na zvislé pohyblivé zaťaženie vlakom C, pre rýchlosť vlaku do 60 km/h a minimálny polomer oblúku 250 m.

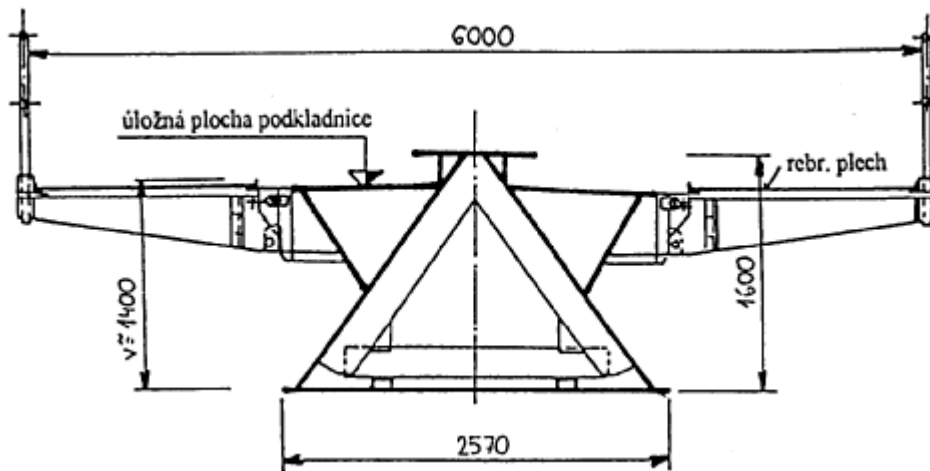
Konštrukcia MP-I je vytvorená zo zvarovaného uzatvoreného (komorového) lichobežníkového prierezu. Každá konštrukcia má svoje vlastné ložiská. Je vybavená chodníkovými otočnými konzolami a chodníkovými roštami. Zábradlové stĺpiky a madlá sú zameniteľné. Prefabrikovaná úložná lavica je vytvorená z úložnej železobetónovej roznášacej dosky so záverným múrikom a rovnobežnými krídlami je inventárnou súčasťou príslušnej konštrukcie.

Konštrukcie MP-I sa dajú použiť na priamej trati i trati v oblúku s normálnym rozchodom 1435 mm i so širokým rozchodom 1524 mm. Sú výhodné pre pomernú tuhosť a spoľahlivé uloženie, čo umožňuje rýchlosť jazdy až do 60 km/h.



Obr. 4.39 Dočasný most MP-I (KN)

- *Provizórne ocelové konštrukcie MPI-30 s rozpätím 30 m-kN* (obr. 4.40) sú navrhnuté na zaťaženie vlakom C a maximálnu rýchlosť 60 km/h.



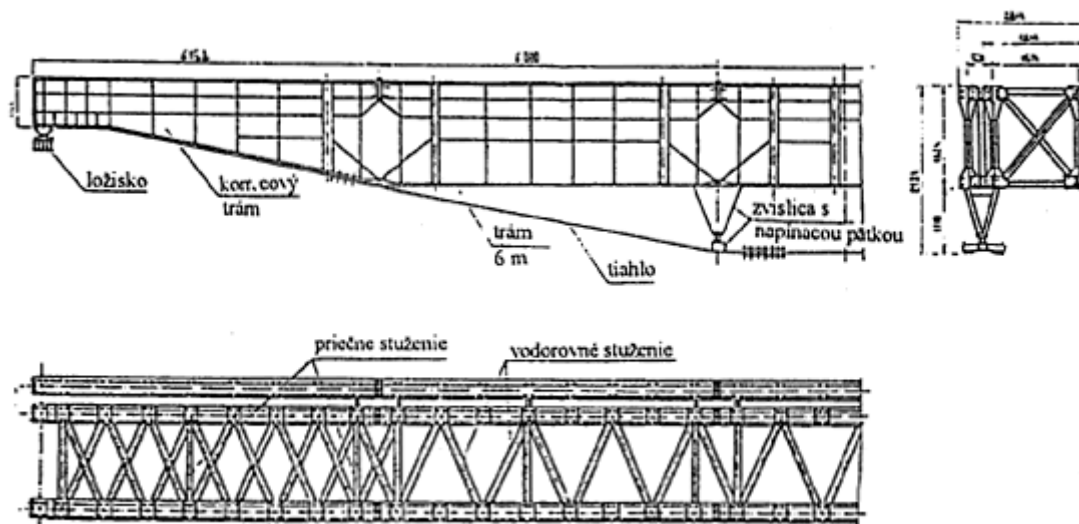
Obr. 4.40 Provizórna ocelová konštrukcia MPI – 30 (KN)

Konštrukcie MPI-30 majú uzavretý lichobežníkový prierez a možno ich použiť v priamej trati i v oblúku s polomerom nad 300 m.

- *Vojenský železničný most ŽBM 30* (obr. 4.41) je ocelová rozoberateľná konštrukcia bez mostovky a s plnostennými hlavnými nosníkmi. Konštrukcia je určená na obnovu mostných pólí od rozpätia 12m (s odstupňovaním po 1,5 m) do maximálneho rozpätia 30 m. Konštrukcia je navrhnutá pre zaťažovací vlak C a maximálnu rýchlosť 30 km/h.

Hlavné nosníky sú vyrobené z chrómmolybdénovej ocele 15 222. Použitie tejto vysokopevnostej ocele značne znižuje hmotnosť mosta.

Mosty ŽBM 30 sa podľa rozpätia stavajú ako jednostenné (od 12 do 18 m), dvojstenné (od 19,5 do 24m) a dvojstenné zosilnené lichobežníkovým vzpínadlom (od 25,5 do 30 m). Diely konštrukcie sa spájajú skrutkami a čapmi.

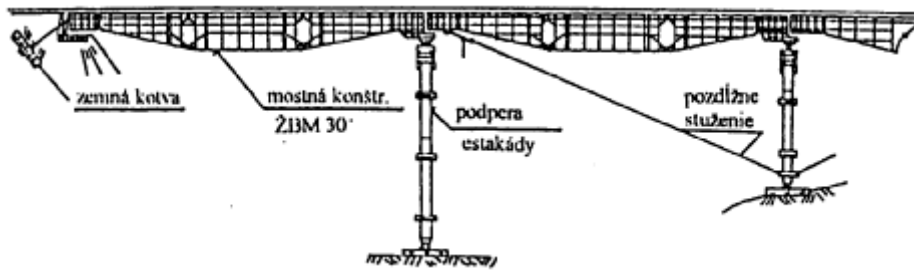


Obr. 4.41 Most ŽBM 30

Zásobnú jednotku tvorí množstvo materiálu, z ktorého je možné zostaviť rôzne kombinácie mostov uvedené v prílohe 2 predpisu Železničný most (Žel-6-7). Hmotnosť zásobnej jednotky je 59,1 t. Po ceste možno mosty prepravovať zmontované na špeciálnych podvozkoch pre dlhé bremená SPDB 40.

Pozn.: S cieľom maximálne urýchliť obnovu a skrátiť vyradenie železničnej trate z prevádzky bola s využitím konštrukcií ŽBM 30 vyvinutá **estakáda EŽBM 30** (obr. 4.42).

Jej princíp spočíval v súčasnom ukladaní mosta i s podperou (kyvná stojka) upevnenou (klbovo) k dolným pásniciam naraz (v jednom cykle) výkonným žeriavom (HKJ-35) do prekážky. Vývoj estakády bol úspešne ukončený, ale s jej sériovou výrobou sa nezačalo.



Obr. 4.42 Estakáda EŽBM 30

- *Vojenský most ŽM 16 m* (obr. 4.43a,b) je určený pre obnovu mostných konštrukcií veľkých, výnimočne stredných železničných mostov s rozpätím spravidla väčším než 30 m.

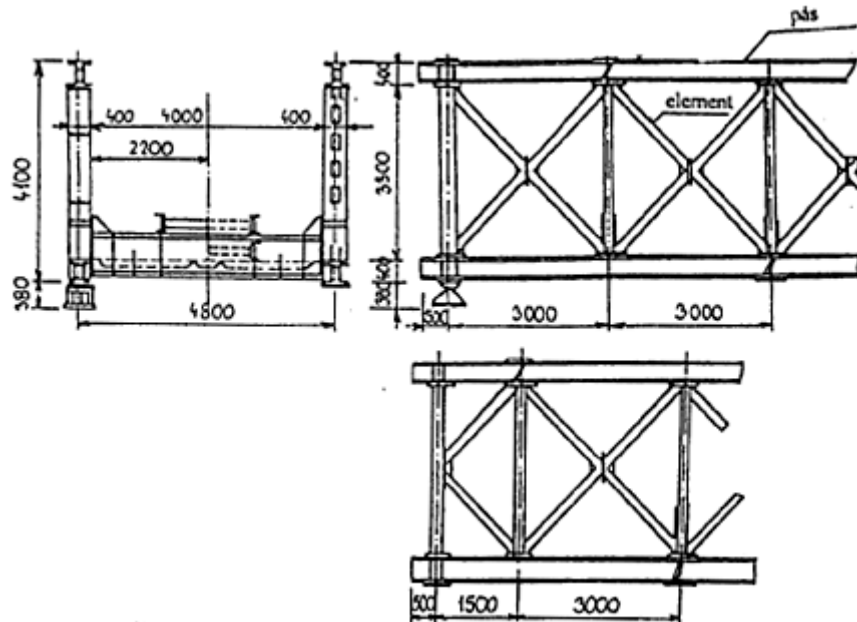
Mosty ŽM 16 M sú oceľové, priehradové, priamopásové, rozoberateľné konštrukcie, ktoré sa zostavujú z jednotlivých vopred vyrobených súčastí, ktoré sa navzájom pospájajú skrutkami. Tento typ mosta možno použiť aj pre cestnú dopravu, a to bez improvizácií v úprave vozovky. Mosty sú stavané ako nosníky prosté, výnimočne spojité. Sú navrhnuté pre normové zaťaženie C a B s nápravovým tlakom 180 a 200 kN.

Podľa počtu poschodí a stien v hlavnom nosníku sa mosty ŽM 16 M montujú ako mosty jednoposchodové do rozpätia 48 m a dvojposchodové do rozpätia 66 m. Oba druhy sú jednostenné. Ostatné druhy mostov (dvojstenné, trojposchodové) navrhované podľa predpisu Železničný most ŽM 16 (Žel-6-2 1,2,3) možno stavať z materiálu zásobných jednotiek ŽM 16 M s použitím príslušných doplnkov. Mosty verzie ŽM 16 možno stavať pre zaťažovací vlak C (B) až do rozpätia 36 m (30m) jednostenné a do rozpätia 51 m (48 m) dvojstenné. Najväčšie rozpätie mosta s jedným poľom možno pre vlak C (B) dosiahnuť 105 m (102 m). Prípustné rozpätia jednotlivých druhov mostov sú uvedené v tabuľkách predpisu Žel-6-2/1 a v inštrukčnej knižke Modernizovaný železničný most ŽM 16 M.

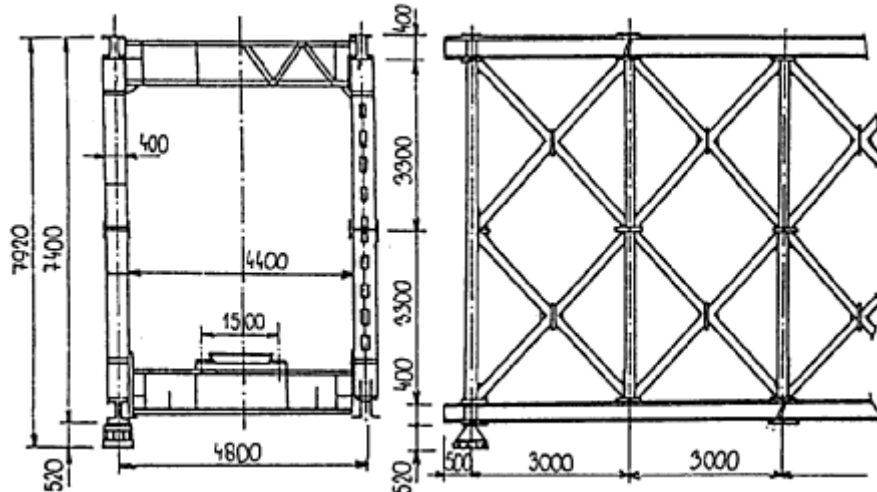
Základný modul dĺžky konštrukcie je 3,0 m s možnosťou ukončenia po 1,5 m (polovičná priehrada). Mosty možno stavať s kolmým alebo šikmým ukončením. Skratka pre základné druhy mosta vyjadruje:

- konštrukcia mosta : ŽM 16 M (ŽM 16),
- druh mosta : jednoposchodový jednostenný 1 pls (obr. 4.43a),
dvojposchodový jednostenný 2 pls (obr. 4.43b),
- rozpätie mosta : m
- typ panelovej mostovky : pre železničnú prevádzku – pmž,
pre cestnú prevádzku – pms,
pre kombinovanú železničnú a cestnú prevádzku -pmžs.

Dolná mostovka ani klasická pozdĺžniková mostovka ŽM 16 sa zvlášť neoznačujú. Taktiež sa neoznačujú skratkami iné druhy mosta, príp. ich zvláštne usporiadanie. Popisujú sa slovné napr.: ŽM 16 trojposchodový so šikmým ukončením, dvojstenný most a pod. Horná mostovka sa označuje skratkou **hm**.



Obr. 4.43a Most ŽM 16 M, jednoposchodový, jednostenný, s pozdĺžnikovou mostovkou



Obr. 4.43b Most ŽM 16 M, dvojposchodový, jednostenný, s panelovou mostovkou

Zo základných súčastí ŽM 16 M sú vytvorené dva druhy zásobných jednotiek:

- zásobná jednotka jednoposchodových mostov,
- zásobná jednotka dvojposchodových mostov.

V oboch druhoch zásobných jednotiek sú stanovené počty súčasti pre dve mostné polia s maximálnym rozpätím, t. j. dve polia 1 pls (2 x 48 m) alebo dve polia 2 pls (2 x 66 m).

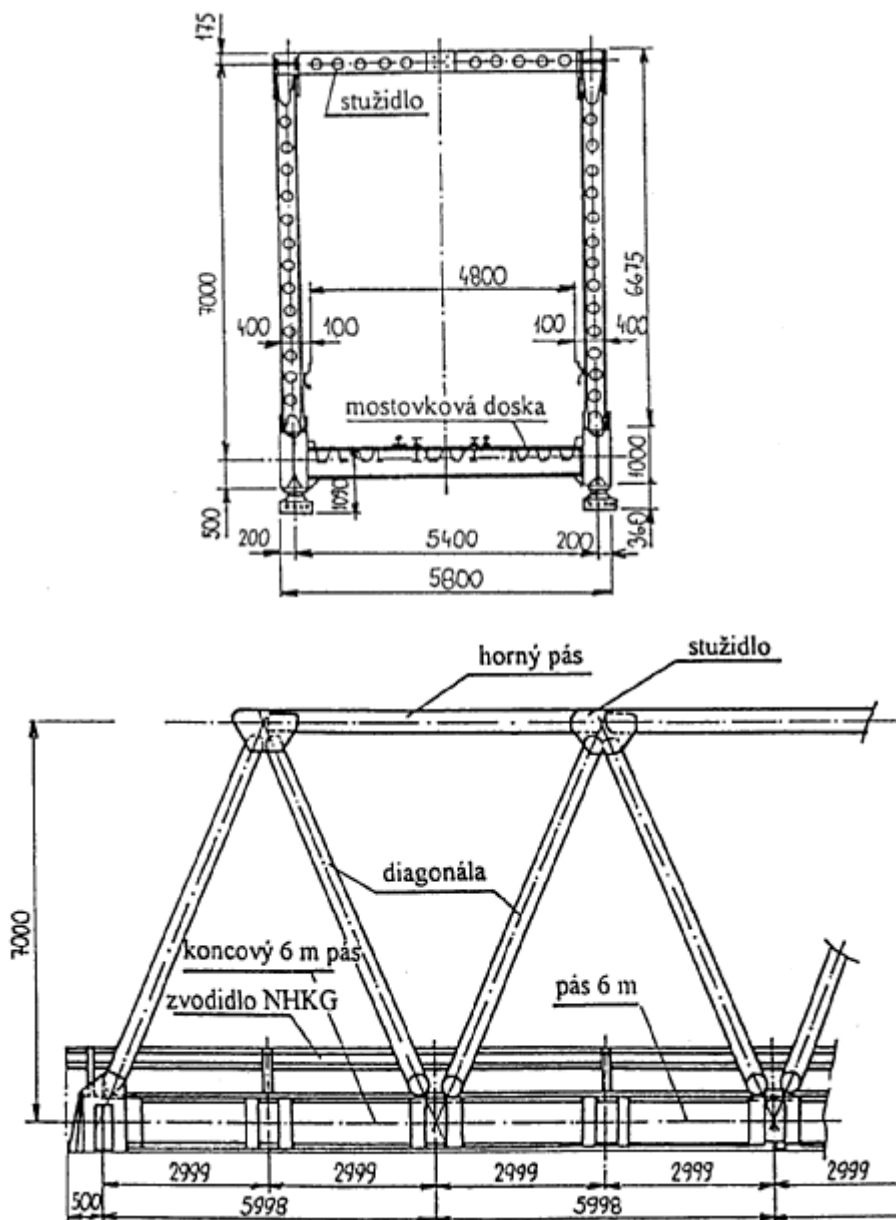
- *Železničný most ŽM 60* (obr. 4.44) je oceľová priehradová rozoberateľná konštrukcia, ktorá sa zostavuje z jednotlivých súčastí spojenými skrutkami a čapmi.

Mosty ŽM 60 sa stavajú ako prosté nosníky, zásadne jednostenné, jednoposchodové s dolnou mostovkou do rozpätia mostného poľa 60 m.

Hlavný nosník tvorí priehradová, priamopásová, kosouhlá a bezzvislicová sústava.

Dĺžka celej priehrady tvorenej dolným (horným) pásom a dvoma diagonálami je 6000 mm a rozpätie mosta je potom násobkom tejto miery. Hlavný nosník možno ukončiť tiež polovičnou priehradou (diagonálou) a rozpätie je potom násobkom celej priehrady 6 m zväčšeným o polovičnú priehradu, t. j. 3 m.

Mosty ŽM 60 sa stavajú s ukončením kolným. Dolné koncové pásy hlavných nosníkov majú mimostyčnickové pripojenie dosiek mostovky a dolné koncové pásy umožňujú mimostyčnickové uloženie ložísk. Mostovka mostov ŽM 60 je priamo pojazdná. Na mostovke je možno realizovať normálny a široký rozchod koľaje (1435 alebo 1520).



Obr. 4.44 Most ŽM 60

Zásobná jednotka materiálu mostov ŽM 60 zo súčasti dvoch mostných polí 60 m. Vývoj a výroba služobných sérií mostov bola úspešne ukončená, ale s ich sériovou výrobou sa neuvažovalo.

4.1.4.3 Typizované masívne podpery a nosné konštrukcie

Masívna podstata konštrukcií, ich problematické prispôsobenie sa prekážke a ich veľká hmotnosť v porovnaní s oceľovými (drevenými) konštrukciami toho istého rozpätia - značne

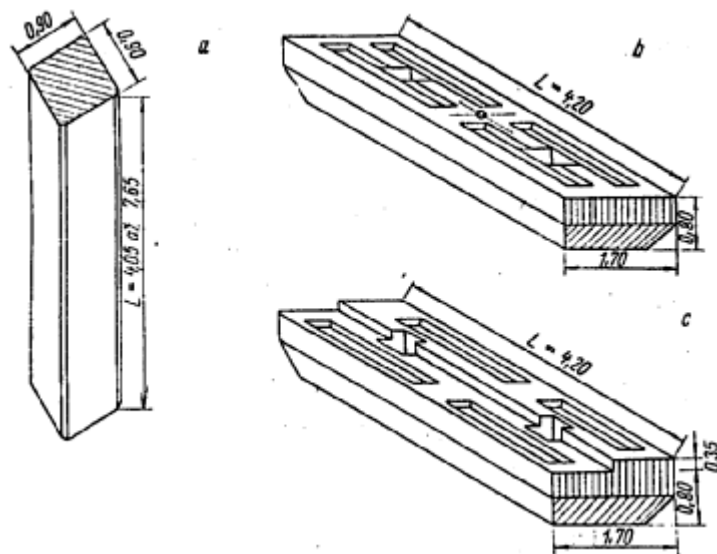
obmedzujú ich použitie pri obnove. Vyžadujú výkonnú montážnu techniku (žeriavy) a za určitých okolností ich inak, než po železnici nemožno dopraviť na miesto obnovy.

Väčšina týchto konštrukcií vyžaduje po ich počiatočnom zmontovaní, resp. uložení do projektovej polohy dodatočne zmonolitnenie, čo ďalej predlžuje dobu na ich úplné prevádzkové využitie.

Voči konštrukciám nemasívneho charakteru však majú nespornú výhodu v tom, že po ich dohotovení ich prevádzkové vlastnosti majú charakter dlhodobých provizórií blízkyk mostom trvalým.

4.1.4.3.1 Masívne montovateľné podpery

Len ako príklad podpery tohto druhu uveďme železobetónovú podperu IZM, ktorá pozostáva z monolitického základového bloku s kalichovými dutinami, dvoch stĺpových dielcov štvorcového prierezu a dielca úložného prahu (obr. 4.45).



Obr. 4.45 Dielce montovanej podpery

a – stĺpový dielec IZM 40/10 až IZM 48/10;

b – úložný prah piliera IZM 49/10, c – úložný prah opory IZM 52/10

Na ilustráciu uveďme, že napr. hmotnosť úložného prahu sa podľa jeho prevedenia pohybuje od 12-16 t/1 ks.

Príklad použitia podpery IZM je na obr. 4.3b. Dielce stĺpov podpery sa musia riadne zmonolitniť s úložným prahom a s monolitickým základom účinnými spojmi.

4.1.4.3.2 Masívne nosné konštrukcie

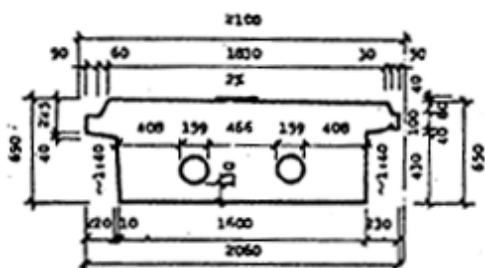
Typový rad týchto konštrukcií železničných mostov v skladobných dĺžkach od 4,5 m do 30 m zahŕňa dva základné druhy prefabrikátov:

- dosková konštrukcia zo železobetónu MZD,
- spriahnutie konštrukcie z vopred predpätého betónu PSKT.

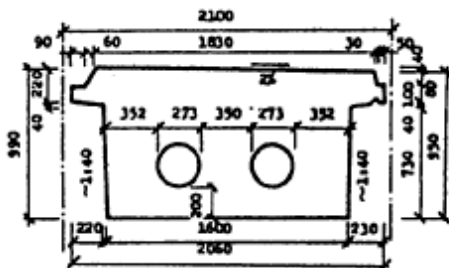
- *Pre rozpätia do 12 m sa vyrábajú nosné konštrukcie doskové zo železobetónu s označením dosiek MZD. Sú to mostné dosky zo železobetónu vyľahčené dvoma kruhovými otvormi (obr. 4.46a a obr. 4.46b). Technické údaje sú uvedené v tab. 9.1.*

Tab. 4.4 Vyrábané prvky

Označenie dosiek	skladobná dĺžka	skladobná šírka	skutočná šírka	konštr. výška	stavebná výška	rozpätie	skutočná dĺžka
	m	m	m	m	m	m	m
MZD 11-4,5	4,50	2,10	2,06	0,70	1,20	3,70	4,44
MZD 12-6,0	6,00	2,10	2,06	0,70	1,20	5,20	5,94
MZD 13-7,5	7,50	2,10	2,06	0,70	1,20	6,70	7,44
MZD 14-9,0	9,00	2,10	2,06	1,00	1,50	8,20	8,94
MZD 15-10,5	10,50	2,10	2,06	1,00	1,50	9,70	10,44
MZD 16-12,0	12,00	2,10	2,06	1,00	1,50	11,20	11,94



Obr. 4.46a Priechy rez MZD 11-13



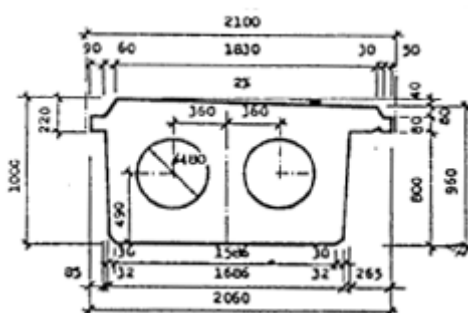
Obr. 4.46b Priechy rez MZD 14-16

- *Pre rozpätia od 13,5 m do 30 m sa vyrábajú pre železničné mosty predpäté betónové konštrukcie trámové s označením nosníkov PKT a PSKT. Tieto nosníky bývajú označené niekedy aj IPM. Nosníky PKT sú uvedené v tab. 4.5 a na obr. 4.47, nosníky PSKT sú uvedené v tab. 4.6 a na obr. 4.48a,b,c.*

Niektoré nevýhody nosníkov PSKT 24 a 27 m rieši nový rad PSKT 24s so zníženou konštrukčnou výškou a PSKT 24u a 27u. Sú to komorové nosníky so spodnou časťou v tvare koryta z predom predpätého betónu spriahnuté s hornou železobetónovou doskou. Technické údaje sú v tab. 4.7.

Tab. 4.5 Vyrábané prvky

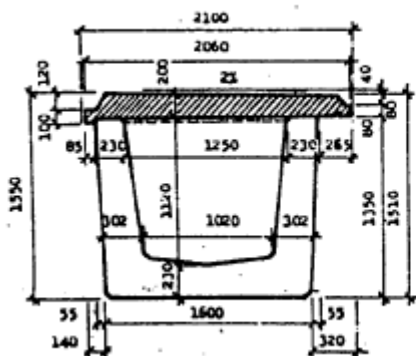
Označenie nosníkov	skladobná dĺžka	skladobná šírka	skutočná dĺžka	skutočná šírka	konštr. výška	stavebná výška	rozpätie
	m	m	m	m	m	m	m
PKT 13,5	13,5	2,10	13,40	2,06	1,00	1,50	12,70
PKT 15,0	15,0	2,10	14,90	2,06	1,00	1,50	14,20



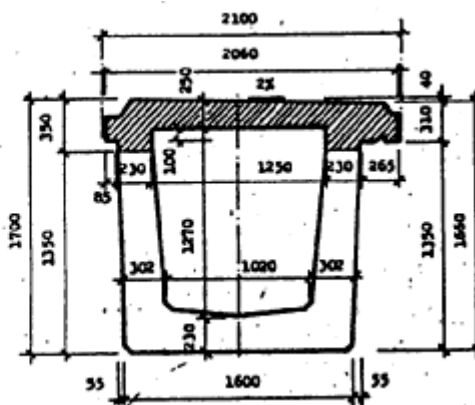
Obr. 4.47 Priečný rez PKT

Tab. 4.6 Vyrábané prvky

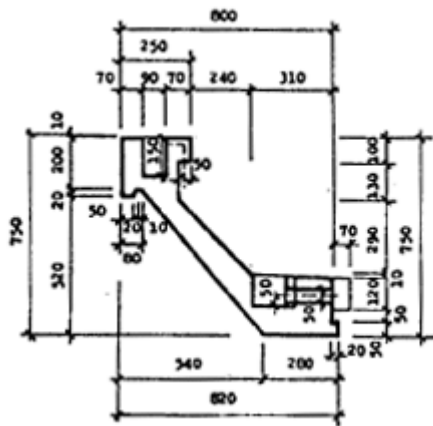
Označenie nosníkov	skladobná dĺžka	skladobná šírka	skutočná dĺžka	skutočná šírka	konštr. výška	stavebná výška	rozpätie
	m	m	m	m	m	m	m
PSKT 18	18,00	2,10	17,90	2,06	1,55	2,05	17,00
PSKT 21	21,00	2,10	20,90	2,06	1,55	2,05	20,00
PSKT 24	24,00	2,10	23,90	2,06	1,70	2,20	23,00
PSKT 27x	27,00	2,10	26,90	2,06	2,50	3,00	26,00
PSKT 30x	30,00	2,10	29,90	2,06	2,50	3,00	29,00



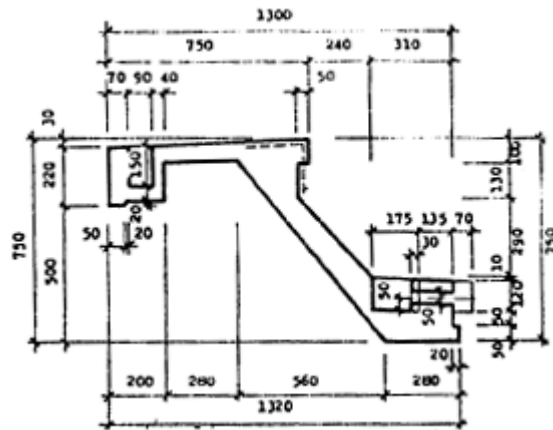
Obr. 4.48a Priečný rez PSKT 18-21



Obr. 4.48b Priečný rez PSKT 24



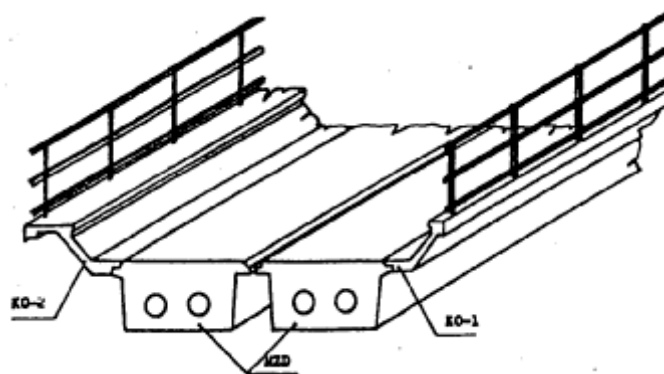
Obr. 4.49a Priechy rez KO-1



Obr. 4.49b Priechy rez KO-2

Príklad konštrukčnej zostavy jednokoľajného železničného mosta z dosiek MZD je na obr. 4.50. Základná konštrukčná šírka železničného mosta pre jednokoľajnú trať pri jednotnej skladobnej šírke je 5800 mm na širšej trati a 6800 mm v staničnom obvode. Pri dvojkolajnej trati je potrebné zachovať minimálnu osovú vzdialenosť koľají 4200 mm.

Cez pozdĺžnu špáru medzi nosníkmi (doskami) sa kladie krycia tvárnica šírky 0,25 m. Medzery medzi konštrukciami pod jednotlivými koľajami sa prekrývajú prefabrikovanou doskou. Takto zhotovené železničné prefabrikované mosty majú priebežné šírkové lôžko. Môžu sa zhotovovať z viacerých mostných polí kladením nosníkov (dosiek) za sebou až do potrebnej dĺžky celkového premostenia.



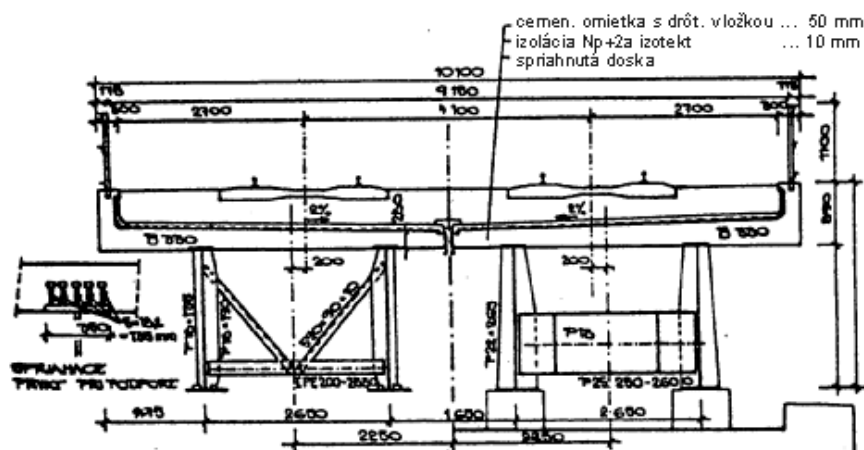
Obr. 4.50 Príklad konštrukčnej zostavy jednokoľajného železničného mosta

Skladobné dĺžky a konštrukčné výšky jednotlivých polí železničného mosta môžu byť rôzne, napr. pri celkovej dĺžke železničného mosta 39 m môžeme navrhnúť kombináciu 2x dosky MZD 14-9 m a 1x nosníky PSKT 21 m a podobne.

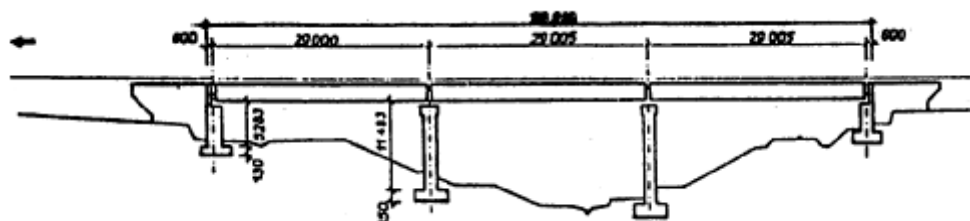
- *Železničné oceľobetónové spriahnuté mosty.* Do tejto zvláštnej skupiny patria oceľobetónové spriahnuté konštrukcie, tvorené spravidla monolitickou betónovou doskou spriahnutou pomocou vhodných prvkov s oceľovou konštrukciou, zostavenou väčšinou z niekoľkých nosníkov tvaru I. Spriahnutie sa vykoná najčastejšie pomocou trňov.

Tieto mosty sa používajú pre rozpätia od 20-40 m.

Príklad riešenia železničného oceľobetónového spriahnutého mosta je na obr. 4.51a a obr. 4.51b pre rozpätie 28 m a skladobnú dĺžku 29 m.



Obr. 4.51a Priečny rez dvojkoľajným železničným mostom

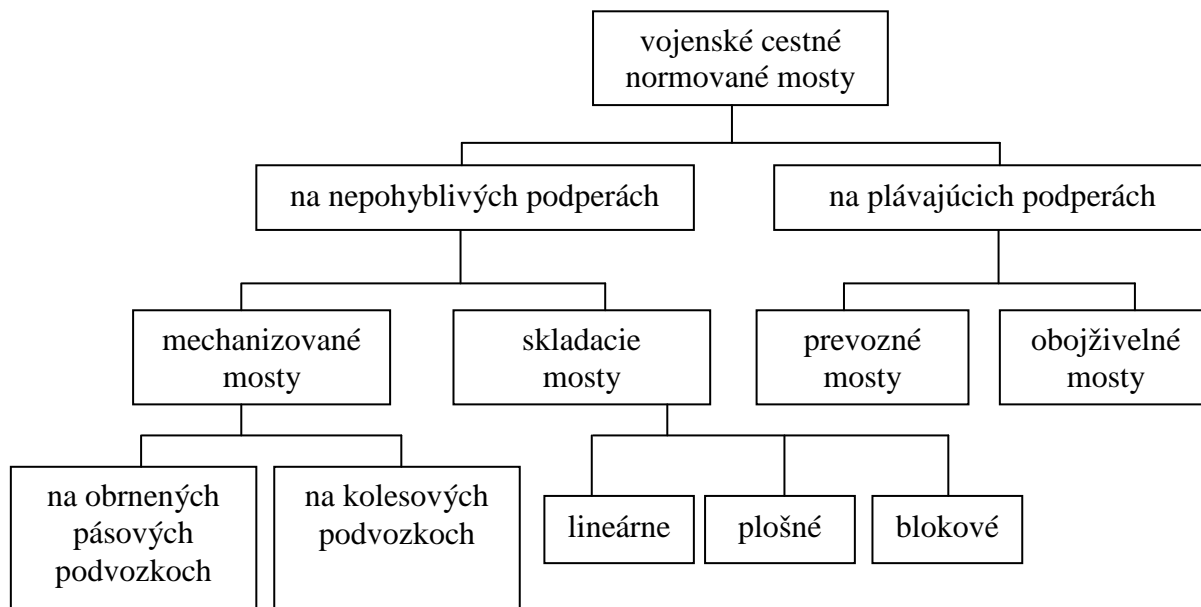


Obr. 4.51b Pozdĺžny rez dvojkoľajným železničným mostom

4.1.5 Materiál a konštrukcie na obnovu cestných mostov

Z viacerých hľadísk, podľa ktorých možno triediť mosty (ods.4.12.1) je pre materiál a konštrukcie na obnovu cestných mostov zaužívané rozdelenie (lit. 7) na:

- **vojenské mosty** a ich dve kategórie:
 - normované mosty (obr. 4.52),
 - výpomocné mosty,
- **civilné provizórne konštrukcie mostov.**



Obr. 4.52 Rozdelenie normovaných mostov z konštrukčného hľadiska

Normované mosty na nepohyblivých alebo plávajúcich podperách sa vyznačujú mnohonásobným použitím v rôznych terénnych i bojových podmienkach.

Mechanizované mosty sú mosty na tankovom alebo automobilovom podvozku s mechanickým zariadením na ich ukladanie do prekážky. Most môže byť koľajový alebo s plnou vozovkou, nožnicový alebo vysúvací a pod. **Plávajúci most** je most, ktorého podpery sú tvorené alebo nesené plavidlami. Podľa používaných plavidiel rozlišujeme mosty pontónové, loďové, člnové, plťové a plavákové. **Skladací most** sa skladá z dielov dopravovaných na prepravných prostriedkoch. Jednotlivé diely sú spravidla zameniteľné.

Výpomocné vojenské mosty sú mosty, ktorých charakteristickým rysom je jedno použitie, spravidla v mieste ťažby materiálu alebo v jeho blízkosti (napr. nízkovodný drevený most).

Nízkovodné mosty sú mosty, u ktorých spodná hrana nosnej konštrukcie je 0,5 – 1,5 m nad normálnou hladinou vody. Sú určené na použitie iba na niekoľko dní, prípadne týždňov, neumožňujú odchod ľadu a odvedenie vysokých vôd. Rozpätie ich mostných polí spravidla neprekračuje 10,0 m.

Vysokovodné mosty sú mosty, u ktorých je spodná hrana nosnej konštrukcie minimálne 1,5 m nad hladinou vysokej vody. Sú určené na použitie na niekoľko mesiacov, prípadne rokov. Rozpätia mostných polí sa väčšinou pohybujú v rozmedzí 20-30 m. Medziláhlé podpery sú vyššie a ich stavba je komplikovanejšia.

Ponorné mosty sú mosty, ktorých niveleta nosnej konštrukcie je 0,3 až 0,5 m pod hladinou vody, čo má zrejme iba z vojenského hľadiska význam maskovania.

Normované skladacie mosty majú podľa kritérií hodnotenia obnovovacieho materiálu (ods. 4.1.4) podstatne lepšie vlastnosti ako výpomocné mosty z miestnych materiálov.

Do skupiny civilných provizórnych konštrukcií cestných mostov radíme okrem mostov zhotovených z miestnych materiálov (drevo, oceľ) aj (skladované) prefabrikované masívne konštrukcie.

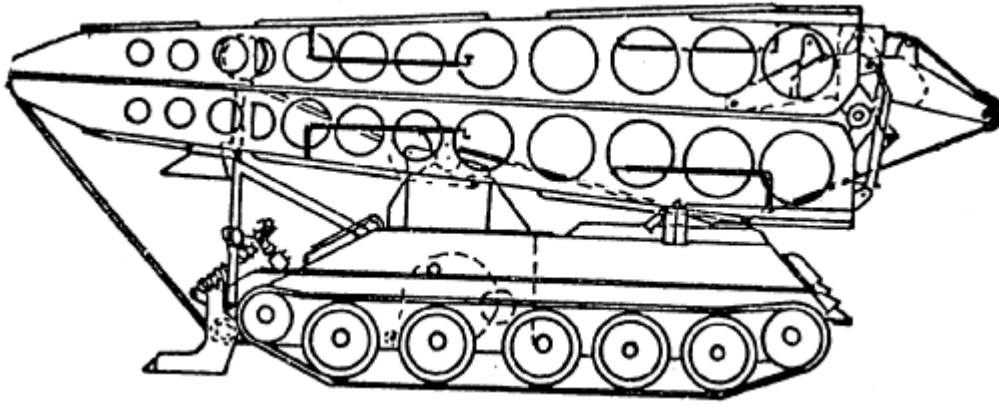
4.1.5.1 Normované mechanizované mosty

O mostoch s vysokou úrovňou mechanizácie na tankových alebo automobilových prostriedkoch sa hovorí ako o mechanizovaných. Pozostávajú spravidla z jedného továrensky vyrobeného bloku nosnej konštrukcie, spojeného s pobrežnými (krajnými) podperami a nájazdovými rampami do jedného mostného poľa o zaťažiteľnosti 50-60t. Po komunikáciách sa môžu presúvať rýchlosťou 50-70 kmh⁻¹. Podvozky týchto mostov sú vybavené pokladacím zariadením a čas potrebný na postavenie mosta sa pohybuje od niekoľkých minút až po niekoľko desiatok minút. Maximálna výška mostov býva v rozmedzí 5-7m.

Z mnohých typov (sklápacie, nožnicové, výsuvné a rampové), sa zmienime len o dvoch typoch, zavedených v ozbrojených silách SR: - mostný tank MT 55A,

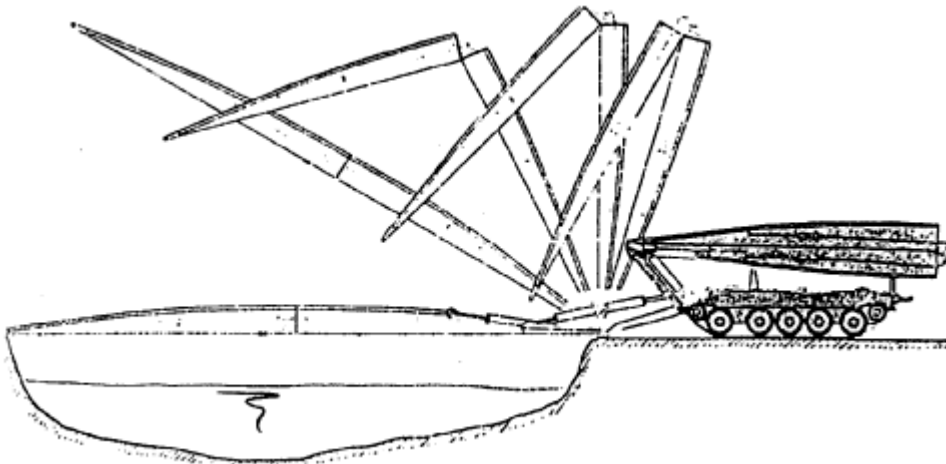
- mostný automobil AM-50.

- *Mostný tank* (obr. 4.53a) je určený na rýchle premostovanie suchých a vodných prekážok. Je umiestnený na upravenom podvozku tanku TT-55A.



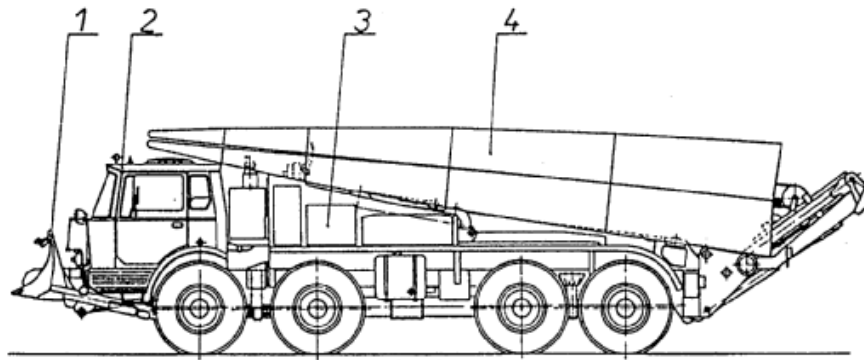
Obr. 4.53a Mostný tank MT-55A

Pokladanie mosta nožnicového typu (obr. 4.53b) sa uskutočňuje z miesta vodiča hydraulicky v dobe do 3 min. Maximálna šírka premostovanej prekážky je 17 m a mostovky 3,30 m.



Obr. 4.53b Schéma mosta „nožnicového typu“ pokladania mostného tanku MT-55A

Na prepravu záložnej mostnej konštrukcie pre mostný tank MT-55A slúži prepravník mosta PM-55 (obr. 4.53c). Po položení najskôr svojho mostu mostný tank MT-55A uloží z vhodne postaveného miesta most z PM-55 v dobe do 7 min.



Obr. 4.53c Prepravník mosta PM-55:

1– buldozérové zariadenie BZ-T 813; 2 – podvozok T 813 – 8x8; 3 – nadstavba, 4 -most

Buldozérové vybavenie MT-55A i podvozku PM-55 umožňuje upraviť brehy a nájazdy na most.

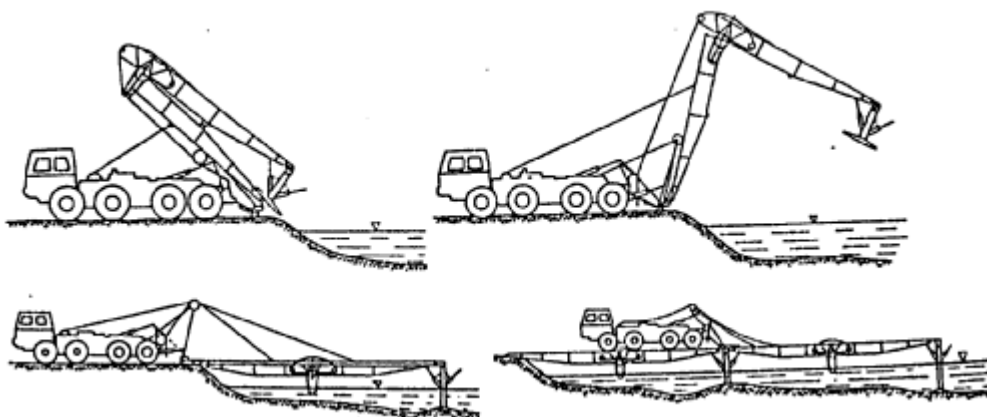
- *Mostný automobil AM-50* na podvozku T-813 8x8 je umiestnený 13,5 m dlhá časť mosta nožnicového typu s vysúvateľnou medzil'ahlou podperou (obr. 4.54a)



Obr. 4.54a Mostný automobil AM-50

1– buldozérové zariadenie BZ-T 813 M; 2 – podvozok T 813; 3 – pokladacie zariadenie, 4 –most; 5 - podpera

Súprava AM-50 slúži na stavbu jednopruhových mostov s jedným až štyrmi mostnými poľami cez prekážky od 1,75 m do výšky 5,15 m a so šírkou do 53 m. Súpravu tvoria štyri automobily AM-50 vybavené buldozéroým zariadením. Súprava sa pri kladení mosta (obr. 4.54b) ovláda hydraulicky a na polozenie jedného poľa treba čas 6-8 min. Most AM-50 patrí medzi najpokrokovejšie konštrukcie svojho druhu.



Obr. 4.54b Schematický postup stavby mosta AM-50

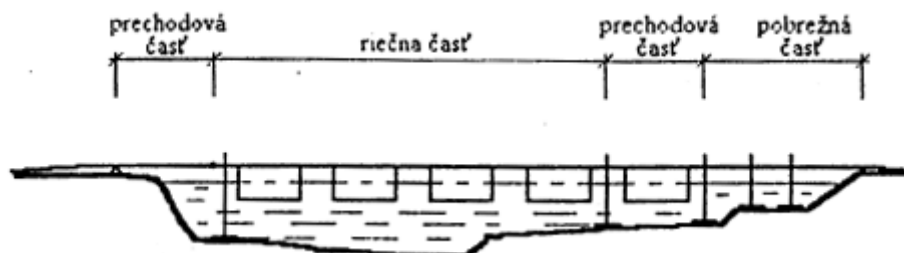
4.1.5.2 Normované plávajúce mosty

Plávajúci most možno charakterizovať ako most, ktorého všetky alebo iba medziľahlé podpory sú tvorené alebo nesené plavidlami. Most sleduje kolísanie vodnej hladiny a môže o. i. mať pri stavbe plavením vysúvateľné pole.

Najrozšírenejším druhom vojenských plávajúcich mostov sú pontónové mosty s rýchlosťou stavby $4-8\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$.

Stavba plávajúceho mosta je nezávislá na geologických podmienkach dna rieky, zloženia pôdy, a do istej miery i do hĺbky prekážky. Ich nevýhodou je citlivosť na rýchlosť prúdu, na silné vlnenie, zamŕzanie hladiny a odchod ľadu.

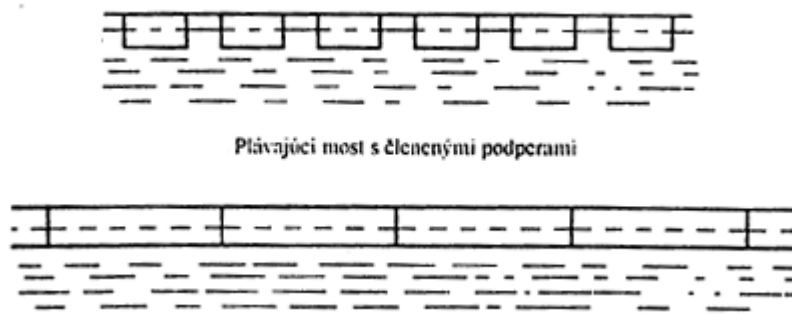
Plávajúci most sa zvyčajne skladá (obr. 4.55a) z riečnej, pobrežnej a prechodovej časti. Časti mosta sú navzájom spojené najčastejšie klbmi.



Obr. 4.55a Členenie plávajúceho mosta

Vo vývoji plávajúcich mostov sa uplatnili v zásade dva systémy (obr. 4.55b):

- systém s členenými podperami,
- a systém s kontinuálnymi podperami.



Obr. 4.55b Základné systémy plávajúcich mostov

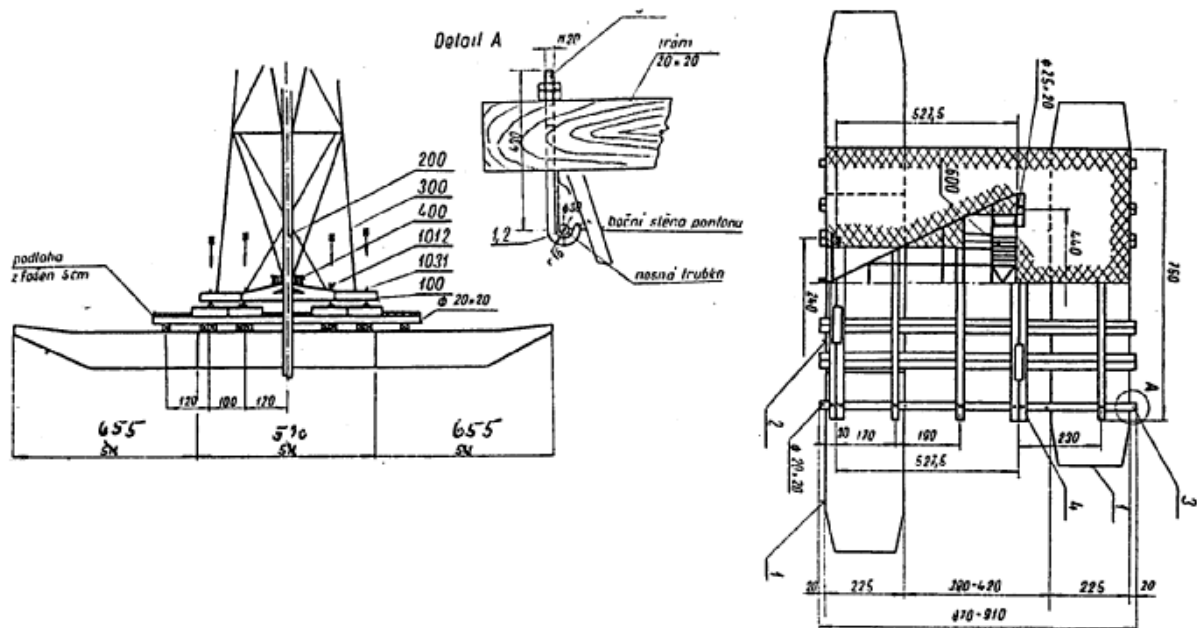
Kotvenie (dôležitá podmienka oboch systémov) zabezpečujúce stabilitu plávajúceho mosta vo vodorovnom, v priečnom smere. Uskutočňuje sa vodnými a zemnými kotvami, alebo ich kombináciou.

Podľa mobilnosti sa plávajúce mosty delia na prevozné a obojživelné.

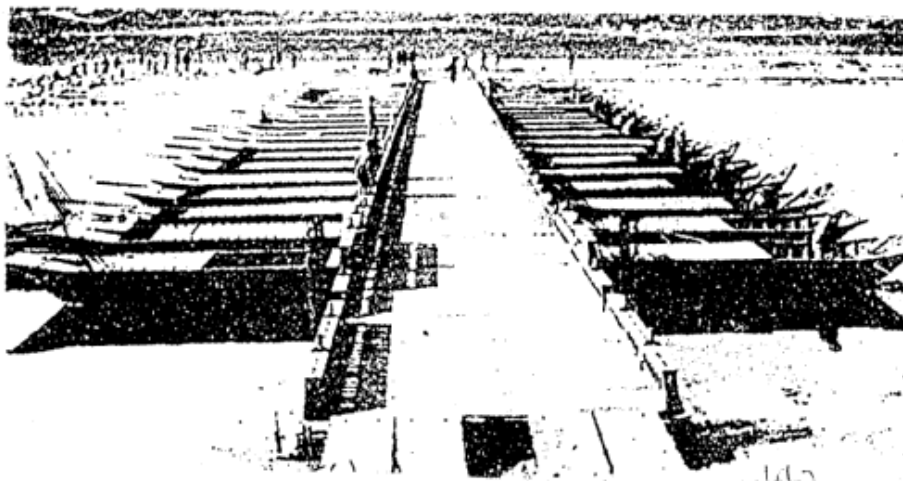
- *Prevozné plávajúce mosty* – klasickým príkladom plávajúceho mosta je stredná mostová súprava SMS, resp. novšia progresívna čs. konštrukcia **pontónová mostová súprava PMS**.

Z oboch súprav je možné stavať:

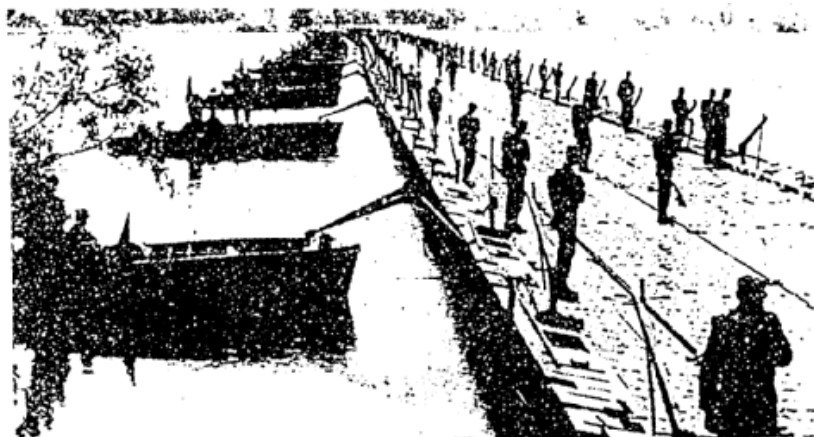
- **prevozné súlodia** na prepravu osôb, techniky, nákladov alebo ako pracovné plávajúce plošiny, napr. pre baranidlo na baranenie pilót bárky v riečnej časti prekážky (obr. 4.56a), žeriavy a pod. Pohyb súlodí na vode sa uskutočňuje buď prostredníctvom navijákov alebo motorovými člmi (zriedka tiež veslovaním).
- **plávajúce mosty** zo SMS (obr. 4.56b) a súpravy PMS (obr. 4.56c) sú určené na zriaďovanie (výkonných) mostových prepravísk a môžu, za určitých okolností (ako tomu bolo istý čas, napr. cez rieku Moravu medzi Moravským sv. Jánom a Hohenau na rakúskej strane plniť úlohu trvalého provizórneho mosta.



Obr. 4.56a Schéma pontónového pilotovacieho súlodia z trojdielneho a dvojdielneho pontónu SMS



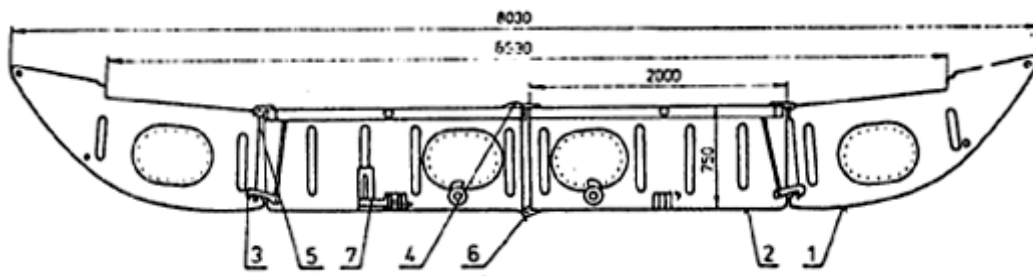
Obr. 4.56b Plávajúci most zo Strednej mostovej súpravy SMS



Obr. 4.56c Most z Pontónovej mostovej súpravy PMS

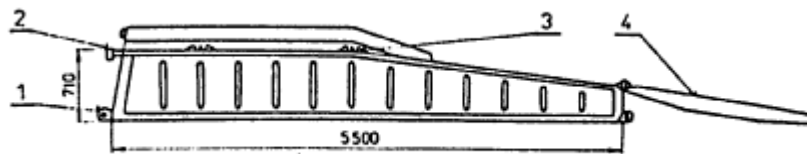
Plávajúci most zo staršej súpravy SMS s mostovkou šírky 3,8 m je na oddelených podperách, ktoré sú zložené z 2 podhonorových a 1 ks stredného dielu. Z jednej súpravy možno postaviť most s dĺžkou 156 m.

Novšia pontónová súprava PMS je tiež kontinuálneho typu a skladá sa z (uzavretých, vodotesných) riečnych dielov (obr. 4.56d) zaťažiteľnosti 20 t a pobrežných dielov (obr. 4.56e) so zaťažiteľnosťou 10 t.



Obr. 4.56d Riečny diel PMS

1 – podhonorový pontón; 2 – stredný pontón; 3 – dnový zámok; 4 – palubový zámok;
5 – palubový záves; 6 – dnový záves; 7 – dolný spoj



Obr. 4.56e Pobrežný diel PMS

1 – dolný spoj; 2 – skrutková opera; 3 – palubový zámok; 4 – rampový nosník

Pobrežné diely slúžia na nájazd a zjazd vozidiel z mosta zloženého s riečnych dielov. Oba diely so šírkou mostovky 6,5 m majú palubu upravenú na priamy pojazd.

Z jednej súpravy možno postaviť most s dĺžkou 227 m.

4.1.5.3 Normované skladacie mosty

Normované skladacie mosty sú určené na rýchlu stavbu alebo na obnovu zničených trvalých mostov.

Ich charakteristickým znakom je mnohorakosť konštrukčného usporiadania a veľká prispôsobivosť v konkrétnych podmienkach použitia. Doprava materiálu usporiadaného spravidla do zásobných jednotiek sa uskutočňuje na automobiloch so zníženou manévrovacou schopnosťou.

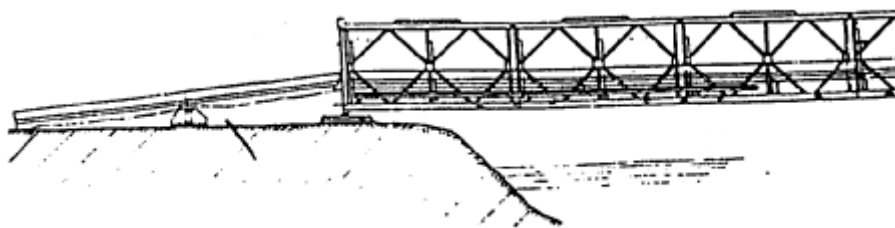
Medziľahlé podpery týchto mostov nie sú spravidla súčasťou materiálu v ich zásobných jednotkách.

Normované skladacie mosty sa podľa spôsobu pripravenosti montáže na stavenisku delia na:

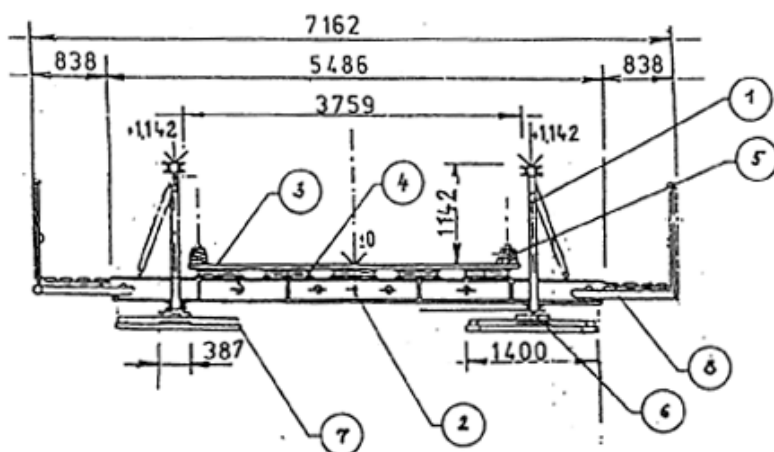
- *Konštrukcie s lineárnymi (samostatnými) prvkami*, ktoré sa navzájom zmontujú až na stavenisku (napr. SMS),
- *Konštrukcie s plošnými prvkami*. Vyznačujú sa už továrenským spojením niekoľkých lineárnych prvkov do plošných blokov, ktoré možno vcelku stavať vedľa seba alebo nad sebou do výšky. Typickým predstaviteľom mosta tohto druhu je anglická súprava Bailey Bridge, z našich konštrukcií ťažká mostová súprava TMS, mostová súprava MS a vojenský normovaný most MMT,
- *Blokové normované konštrukcie* sú vyrobené vcelku alebo len z niekoľkých priestorových častí, ktoré možno rýchlo skompletizovať do celku, dopraviť na stavenisko a vložiť do projektovej plochy v jednom cykle výkonnými (ťažkými) žeriavmi. Príkladom blokového mosta je mostová súprava MS, ale tiež železničné mosty ŽBM-30, alebo estakáda EŽBM-30 (ods. 4.1.4.2.2) ukladané výkonným koľajovým žeriavom HKJ-35.

Najrozšírenejšími typmi normovaných skladacích cestných mostov sú konštrukcie s plošnými prvkami.

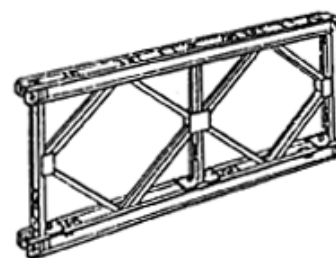
- *Bailey Bridge (B.B.)* je priehradový most (obr. 4.57a) spravidla s dolnou mostovkou uloženou na spodných pásoch (obr. 4.57b) hlavných nosníkov. Vrstva drevených fošien vozovky je ohraničená obrubníkmi.



Obr. 4.57a Pohľad na časť jednoposchodového mosta Bailey Bridge



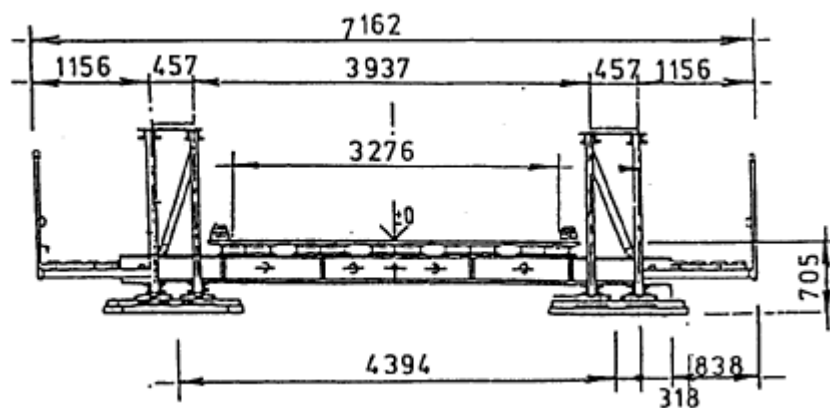
Obr. 4.57b Priečný rez mostom Bailey Bridge typu JJ
1-priehrada; 2-priečnik; 3-pozdĺžniková trojica; 4-mostiny;
5-obrubník; 6-ložisko; 7-úložná doska; 8-chodníková lávka



Obr. 4.57c Základný plošný
hlav. nosníka

Hlavné nosníky zložené zo základných plošných prvkov (obr. 4.57c) v jednej stene možno zosilňovať pridaním stien a poschodí. Z materiálu súpravy možno stavať mosty:

- a) Jednoposchodové
 - jednostenné jednoposchodové – JJ (obr. 4.57b),
 - dvojstenné jednoposchodové – DJ (obr. 4.57d),
 - trojstenné jednoposchodové – TJ,
- b) dvojposchodové
 - dvojstenné dvojposchodové – DD,
 - trojstenné dvojposchodové – TD,
- c) trojposchodové
 - dvojstenné trojposchodové – DT,
 - trojstenné trojposchodové – TT.



Obr. 4.57d Priečny rez mostom Bailey Bridge typu DJ

Základné takticko-technické údaje o súprave Bailey Bridge:

- dĺžka priehrady hlavného nosníka 3,05 m,
- osová vzdialenosť vnútorných stien hlavných nosníkov 3,94 m
- osová vzdialenosť medzi 1. a 2. stenou 0,46 m
- osová vzdialenosť medzi 2. a 3. stenou 0,21 m
- šírka vozovky 3,27 m
- šírka lávky pre chodcov 0,75 m
- vzdialenosť hornej hrany mostín od spodnej hrany úložnej dosky 0,71 m
- maximálny pozdĺžny sklon hlavých nosníkov 1:30.

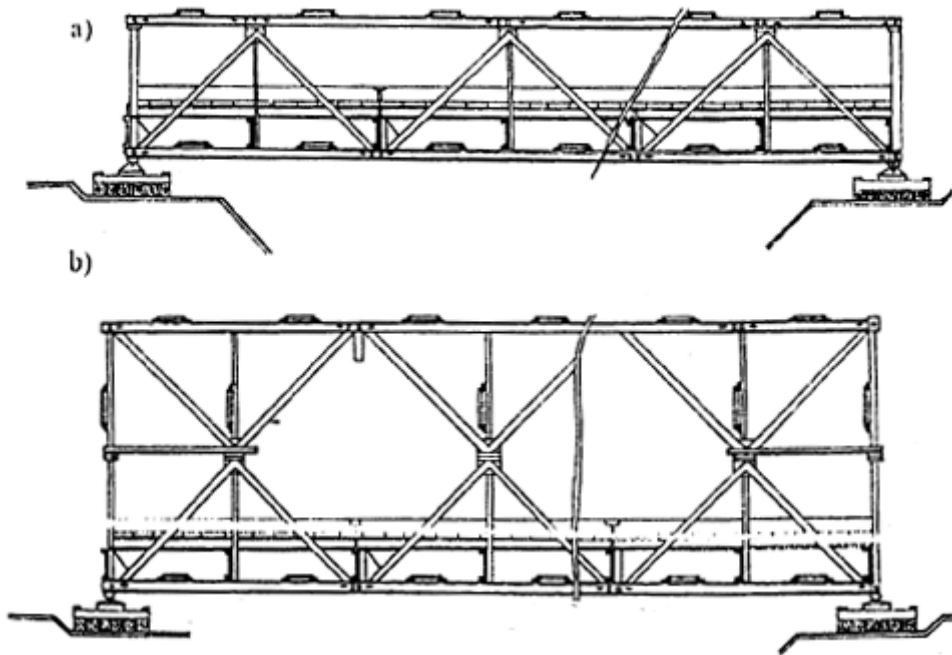
Trojposchodové mosty s dolnou mostovkou majú uzavreté usporiadanie obmedzené v hornej úrovni pásov zavetrovaním.

Zaťažiteľnosť mosta na rozpätí a type konštrukcie hlavných nosníkov (tab.4.9).

Tab. 4.9 Zaťažiteľnosť mostov Bailey Bridge

Rozpätie (m)	Typ konštrukcie			
	JJ		DJ	
	Zaťažiteľnosť (t)			
	NORMÁLNA	VÝHRADNÁ	NORMÁLNA	VÝHRADNÁ
9,15	8,4	21,7	8,4	41,5
12,20	8,4	19,8	8,4	41,5
15,25	8,4	18,0	8,4	41,4
18,30	8,4	14,3	8,4	36,6
21,35	7,6	8,8	8,4	26,8
24,40	3,7	4,5	8,4	19,3
27,45	0,4	0,6	8,4	12,9
30,50	0,0	0,0	4,6	7,4

- Ťažká mostová súprava TMS je cestný vojenský normovaný skladací most (obr. 4.58) s dolnou mostovkou so šírkou 4,0 m. Hlavná nosná konštrukcia je z kosohľej priehradovej sústavy s podružnými zvislicami.



Obr. 4.58 Pohľad na časť mosta TMS

a) jednoposchodového; b - dvojposchodového

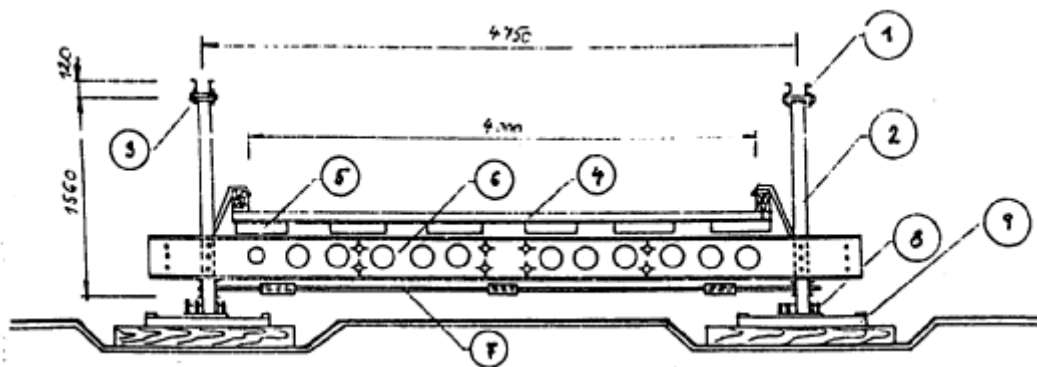
Jednotlivé typy jednoposchodových a dvojposchodových a ich označovanie:

a) jednoposchodové

- jednoposchodové jednostenné - 1 pls (obr. 4.58, 4.59a)
- jednoposchodové dvojstenné - 1p2s,
- zosilnené jednoposchodové dvojstenné - Z1p2s (zosilnená mostovka),

b) dvojposchodové

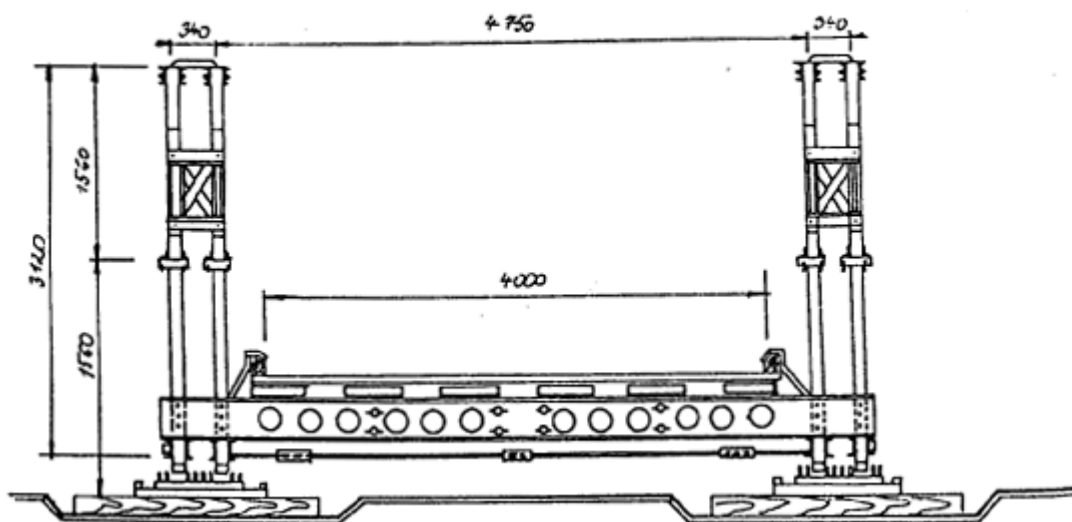
- dvojposchodové dvojstenné - 2p2s (obr. 4.59b)
- zosilnené dvojposchodové dvojstenné - Z2p2s (zosilnená mostovka),
- dvojposchodové dvojstenné zosilnené - 2p2sZ (zosilnené pásy hlavného nosníka),
- zosilnené dvojposchodové dvojstenné - Z2p2sZ (zosilnená mostovka i pásy).



Obr. 4.59a Priečný rez mostom TMS typu 1pls

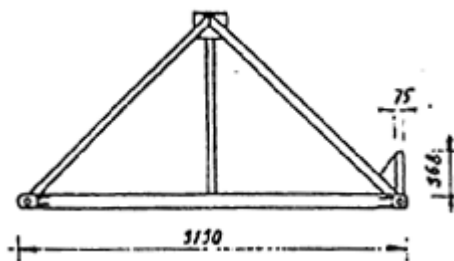
1-koncový pás; 2-zvislica; 3-tŕň; 4-mostina; 5-pozdĺžnik; 6-priečnik;

7-zavetrovacie ťahadlo; 8-ložisko; 9-podkladná doska



Obr. 4.59b Priečný rez mostom TMS typu 2p2s

Základným prvkom TMS je trojuholníková priehrada (obr. 4.60), ktorá sa skladá s dvoch diagonál a jednej zvislice.



Obr. 4.60 Základný prvok hlavného nosníka

Zo súpravy TMS je možné stavať mosty s jedným alebo viacerými mostnými poľami (tab. 4.10), s dĺžkou odstupňovanou po 3,00 m alebo 0,5 m.

Základné takticko-technické údaje o súprave TMS:

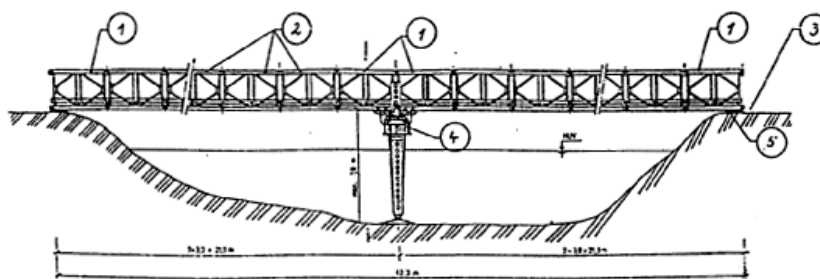
- základná zaťažiteľnosť 20,40 a 60 t,
- dĺžka priehrady 3,00 m,
- osová vzdialenosť vnútorných stien hlavných nosníkov 4,75 m,
- osová vzdialenosť medzi 1. a 2. stenou 0,34 m,
- šírka vozovky 4,00 m,
- šírka lávky pre chodcov 0,80 m.

Rozpätie (m)	Typ konštrukcie	Zaťažiteľnosť (t)		Max. hmotnosť na 1 nápravu (t)
		NORMÁLNA	VÝHRADNÁ	
do 9	1p2s	13	44	11
do 12	1p2s	13	44	11
do 15	1p2s	13	44	11
do 18	1p2s	13	38	11
do 21	1p2s	13	38	11
do 24	1p2s	13	32	11
do 27	1p2s	13	32	11
do 30	2p2s	13	44	11
do 33	2p2s	13	44	11
do 36	2p2s	13	44	11

Na spodnú stavbu mostov TMS možno využiť pri obnove zachovanie stále podpery, bárky, alebo montované oceľové podpery TMS alebo (výhodnejšie) podpery PIŽMO.

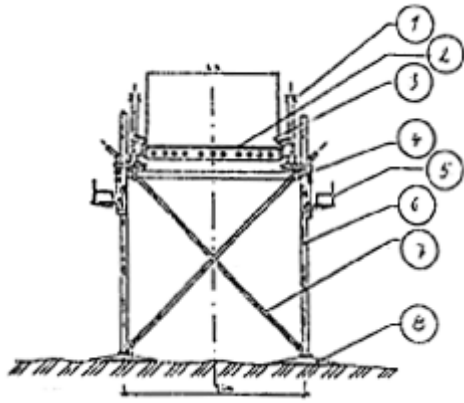
4.1.5.4 Normové blokové mosty

- *Mostová súprava MS* je vojenský normovaný, rozoberateľný most s dvoma priehradovými hlavými nosníkmi a dolnou mostovkou (obr. 4.61a). Do súpravy mosta náleží tiež oceľový pilier s hydraulickými zdvihákmi a vysúvateľnými podperami (obr. 4.61b).



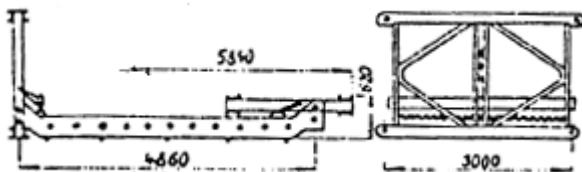
Obr. 4.61a Schéma mosta MS s dvoma mostnými poľami

1-koncový mostný diel; 2-stredný mostný diel; 3-rampovník; 4-pilier; 5-úložný prah



Obr. 4.61b Priečný rez mostom s pohľadom na pilier
 1-priehrada mostného dielu; 2-mostovkový rošt;
 3-obrubník; 4-rám piliera; 5-montážna látka;6-noha;
 7-vzpera; 8-nánožka

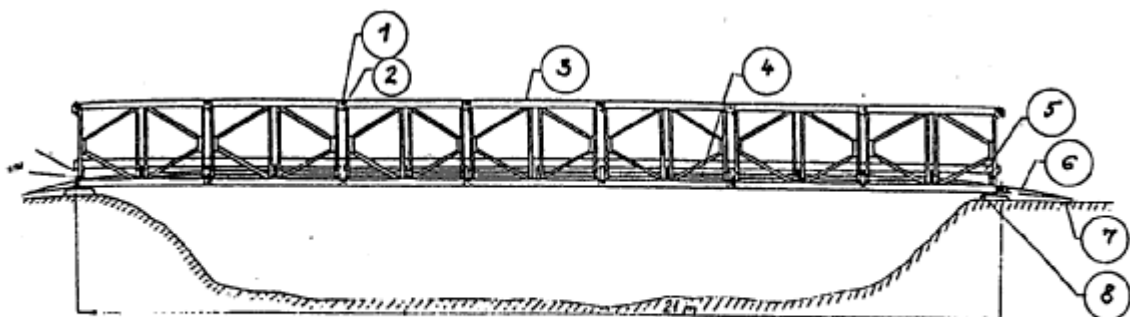
Priehrada má osovú dĺžku 3,0 m a výšku 1,85 m. Je tvorená horným a dolným pásom, dvoma krajnými a dvoma strednými zvislicami a diagonálami (obr. 4.61c). Priečný rez mostom je na obr. 4.61b.



Obr. 4.61c Stredný mostný diel MS

Jednu súpravu MS tvoria dve základné časti mosta a jeden pilier. Možno z nej postaviť buď dva mosty po jednom poli s rozpätím 21 m (obr. 4.61d) alebo jeden most s dĺžkou 42 m s dvoma poľami

s medziľahlou podperou (4.61a). Dĺžku mosta možno odstupňovať po 3 m. Celá súprava mosta MS je uložená na 6 automobiloch a 1 automobile s pilierom. Do súpravy patria tiež 2 automobilové žeriavy.



Obr. 4.61d Zostava mosta MS s rozpätím 21 m

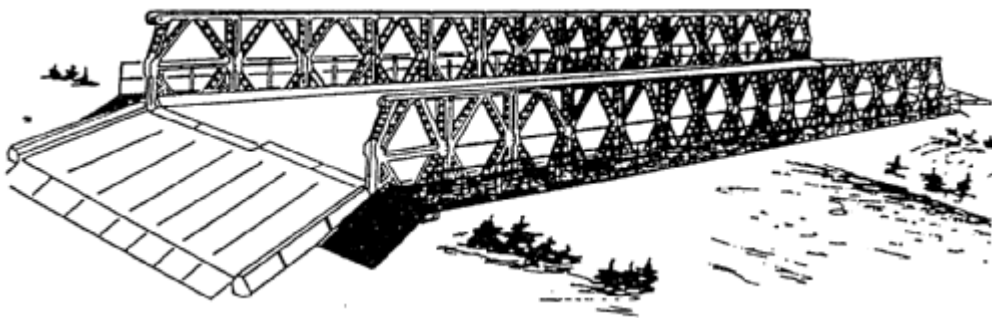
1-priehradový trň; 2-čap závesný; 3-priehrada; 4-mostovkový rošt; 5-obrubník;
 6-rampovník; 7-úložný prah; 8-úložná doska na drevených podkladoch; 9-priečnikový čap ;
 10-priečnikový čap s rukoväťou

Základné takticko-technické údaje o súprave MS:

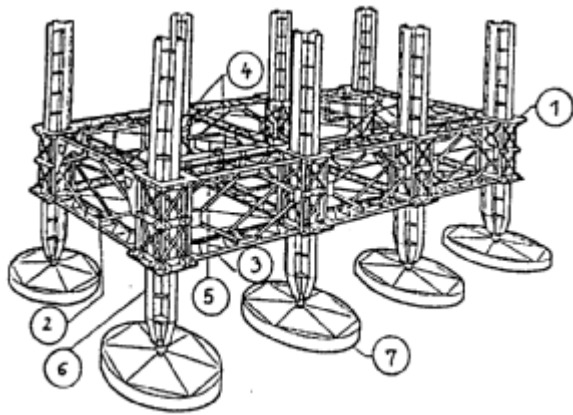
- zaťažiteľnosť mosta s rozpätím 21 m pre jednotlivé bremeno 60 t;
- zaťažiteľnosť mosta s rozpätím 21 m pre rozložené bremeno
(ťahač s podvalníkom) 95 t;
- zaťažiteľnosť mosta s rozpätím 24 m 50t;
- zaťažiteľnosť mosta s rozpätím 27 m 40 t;
- šírka vozovky 4 m
- odstupňovanie dĺžky mosta po 3 m;
- výška piliera 2-7 m;
- odstupňovanie výška piliera po 0,15 m.

Mostová súprava MS patrí vo svojej kategórii k najlepším na svete. Jej vlastnosti a prednosti boli viackrát overené u nás doma pri rôznych cvičeniach a obnove komunikácií po povodniach, ale aj všetkých našich zavedených vojenských konštrukciách (vrátane železničných) v zahraničí pri povojnovej obnove vo Vietname, v štátoch bývalej Juhoslávie a inde.

- *Vojenský montovaný most MMT* je rozoberateľný most s dvoma hlavnými priehradovými nosníkmi romboickej sústavy a dolnou mostovkou (obr. 4.62a). Súprava je doplnená skladacími, oceľovými piliermi (obr. 4.62b), ktoré umožňujú stavbu mosta vo vode až do hĺbky 16 m.



Obr. 4.62a Zostava mosta MMT s jedným mostným poľom s dĺžkou 45 m

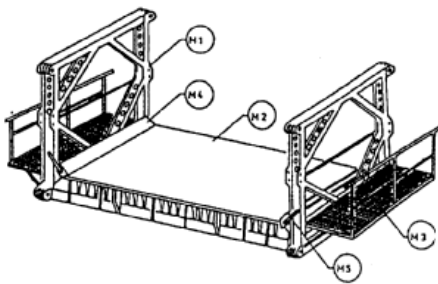


Obr. 4.62b Zosilnená zostava spodnej stavby piliera bez nadstavby VSP

1-tulec; 2-preičnik; 3-pozdĺžnik; 4-preklad; 5-ťahadlo; 6-noha

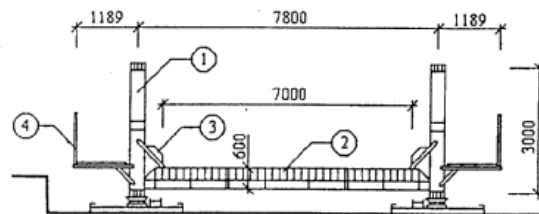
Z materiálu súpravy je možné stavať buď 3 mosty s maximálnou dĺžkou mosta 45 m alebo jeden most s jedným mostným poľom do dĺžky 45 m a jeden most s dvoma mostnými poľami s celkovou dĺžkou mosta 90 m, alebo jeden most s tromi mostnými poľami a s celkovou dĺžkou mosta 135 m (obr. 4.62g).

Hlavnými konštrukčnými dielmi sú mostné diely (obr. 4.62c), koncové mostné diely. Priestorové usporiadanie mosta a jeho základné rozmery sú zrejmé z obr. 4.62d.



Obr. 4.62c Mostný diel MMT v prevádzkovej Polohe

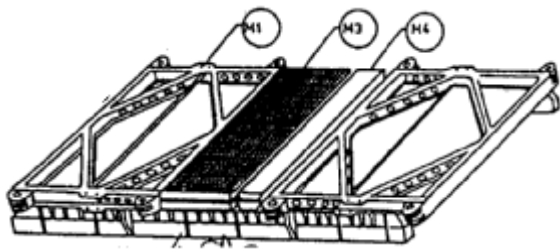
M1-priehrada; M2-mostovkový panel; M3-chodníkový panel; M4-zvodidlo; M5-vzpera



Obr. 4.62d Priečny rez mostom MMT

1-priehrada; 2-mostovkový panel; 3-obrubník; 4-lávka pre chodcov

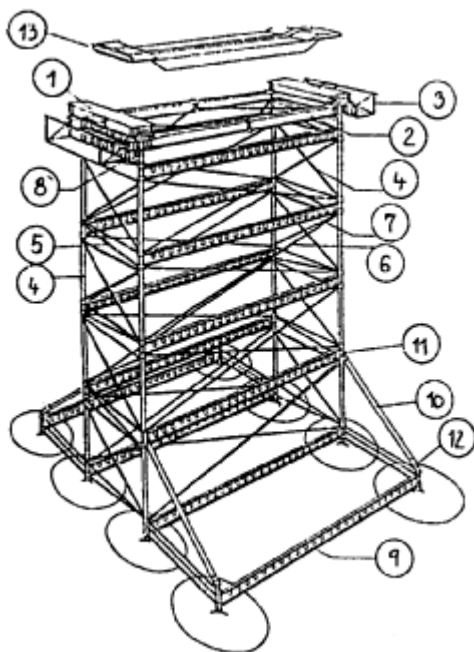
Priehrady sú otočne pripojené k mostovkovému panelu (obr. 4.62e) a chodníkové panely a zvodidlá sú uložené v strednej časti mostovkového panelu medzi priehradami. Na účely skladovania, dopravy a montáže mosta MMT je v súprave mosta 49 automobilov



Obr. 4.62e Zložený mostný diel MMT

M1-priehrada; M3-chodníkový panel; m4-zvodidlo

Okrem zosilnenej zostavy spodnej stavby piliera (obr. 4.62b) patria do súpravy mosta tri komplety pilierov MMT.



Obr. 2.62f Vrchná stavba piliera- vysoká zostava

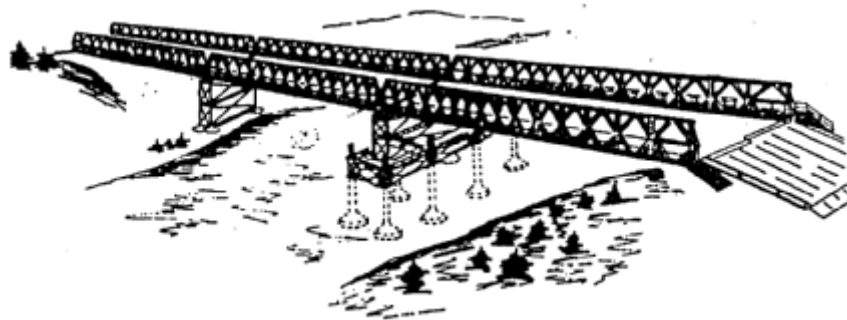
1-hlavica; 2-horný roznášací rošt; 3-montážna Lávka; 4-bočná priehrada; 5-krátka diagonála; 6-teleskopická diagonála; 7-dlhý prekládok; 8-krátky prekládok; 9-rektifikačný prekládok; 10-vzpera; 11-horný prípoj vzpery; 12-dolný prípoj vzpery; 13-vyrovnávací nosník

T815 PR4, dva žeriavy AD 28, automobil AV 85, 4 pontónové automobily T813 PMS, motorový čln MD-634, elektrocentrála EC 60 kW a nákladný automobil PV3S GEOS.

Kompletný pilier MMT založený na vode sa skladá y dvoch častí: vrchnej stavby piliera (VSP; obr. 2.62f) a spodnej stavby piliera (SSP).

Spodná stavba piliera sa používa v základnej zostave ako samostatný pilier v suchej alebo vodnej časti prekážky, resp. v zosilnenej zostave v kombinácii s vrchnou stavbou piliera (obr. 2.62g).

Vývoj mosta a výroba skúšobných sérií bola úspešne ukončená, avšak s ich sériovou výrobou sa nezačalo.



Obr. 2.62g Zostava mosta MMT s tromi mostnými poľami s celovou dĺžkou 135 m

Základné takticko –technické údaje o súprave MMT:

- zaťažiteľnosť mosta 80 t,
- šírka vozovky medzi zvodidlami 7 m,
- odstupňovanie dĺžky mosta po 3 m,
- výška piliera VSP 1,0-16,5 m,
- výška piliera SSP 2,5-16,5 m,
- odstupňovanie výšky piliera plynulé,
- šírka obojstranných lávok pre chodcov 1 m,
- maximálna dĺžka jedného mostného poľa 45 m,
- maximálna dĺžka mosta s tromi mostnými poľami 135 m,
- maximálny pozdĺžny sklon mosta s jedným mostným poľom 8 %,
- maximálny pozdĺžny sklon mosta s tromi mostnými poľami 3 % .

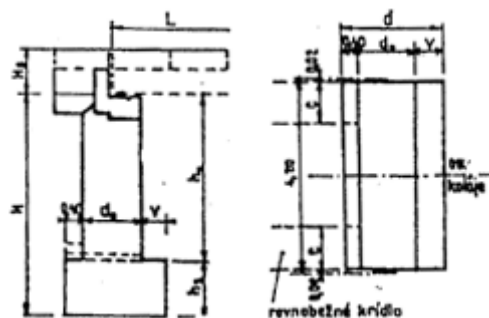
4.1.5.4 Typizované masívne podpery a nosné konštrukcie

Význam masívnych konštrukcií pri obnove cestných mostov v krízových situáciách je z rovnakých dôvodov, ako pri obnove železničných mostov (ods. 4.1.4.3) iba okrajový.

4.1.5.4.1 Masívne montované podpery

- *Krajné podpery* (opory – obr. 4. 63a) sa navrhujú väčšinou individuálne z prostého betónu, alebo železobetónu. Horná časť opory úložný prah je vždy zo železobetónu.

Základné rozmery opôr, H_0 – zodpovedajúce potrebnej voľnej výške u mostov nad komunikáciou, železnicou a riekou sú uvedené v tab. 4.11.



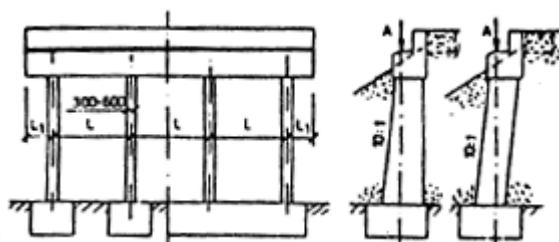
Obr. 4.63a Schéma krajných podpier

Tab. 4.11 Rozmery monolitických rozoprených opôr (všetky rozmery sú uvedené v m)

Kridla druh				Skladob. Dĺžka L				Skladob. dĺžka L						Skladob. dĺžka L		
	h_0	h_z	Roz-mery	4,5-6,0	h_0	h_z	Roz-mery	7,5-9,00	10,5-12,0	13,5-15,00	h_0	h_z	Roz-mery	7,5-9,0	10,5-12,0	13,5-15,00
Svaho-vé	3,00	1,00	do	1,30	5,40	1,50	do	2,10	1,95	1,80	7,20	2,00	do	3,00	2,90	2,70
			d	2,15			d	3,10	3,00	2,90			d	3,90	3,90	3,80
			v	0,45			v	0,60	0,65	0,70			v	0,50	0,60	0,70
Rovno-bežné			d_0	1,10			d_0	1,60	1,50	1,40			d_0	1,90	1,80	1,70
			d	1,90			d	2,75	2,65	2,55			d	3,00	3,00	2,90
			v	1,40			v	0,75	0,75	0,75			v	0,70	0,80	0,80
			c	0,60			c	0,90	0,90	0,90			c	1,20	1,20	1,20

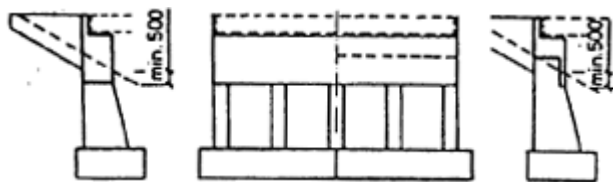
Pre väčšie H_0 je potrebné urobiť individuálny návrh opory.

Najviac používaný typ železobetónovej opory je rámová konštrukcia nazývaná tiež členená svahová opora (obr. 4.63b,c). Stojky sú stĺpy, alebo steny a rámová priečľa je zároveň úložným prahom pre nosnú konštrukciu mosta. Základy môžu byť ako samostatné pätky pod stojkami.



alternatíva základovej pätky a základového pásu

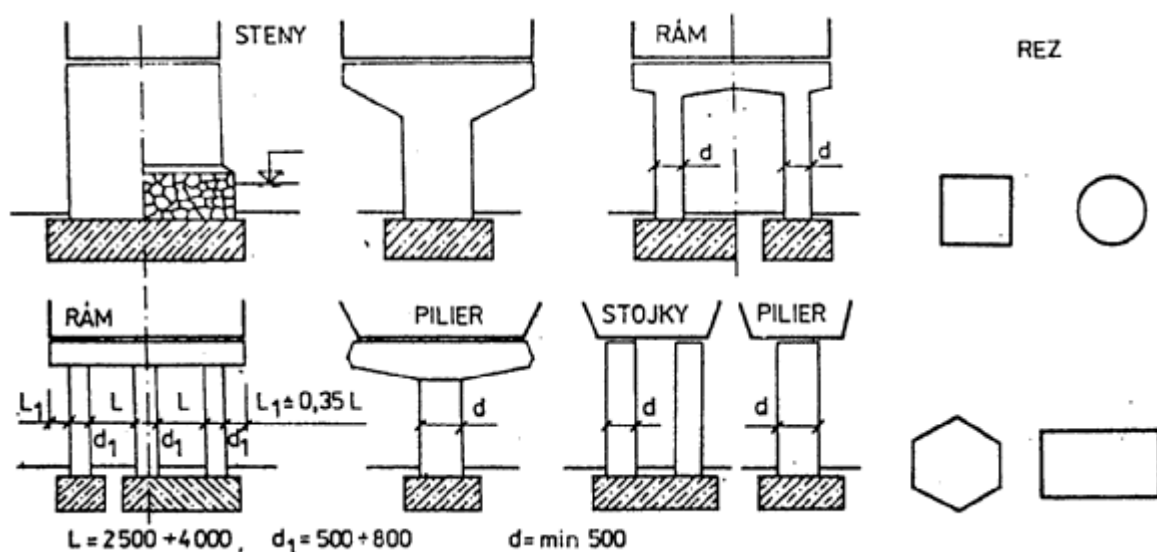
Obr. 4.63b Členená svahová opora



iná alternatíva členenej svahovej opory

Obr. 4.63c Členená svahová opora

• Medziľahlé podpory sa navrhujú ako piliere, steny, stĺpy, stojky, rámy, alebo ako sústava pilót spojená s úložným prahom. Nakoľko ich namáhanie má zväčša charakter zvislých tlakov, môžu byť štíhlejšie ako koncové opory. Niektoré typy medziľahlých podpier sú na obr. 4.63d.



Obr. 4.63d Typy medziľahlých podpier

4.1.5.4.2 Masívne nosné konštrukcie

V cestnom mostnom staviteľstve sa potreby mimoúrovňového križovania železničných tratí najčastejšie používajú predpäté montované nosníky skladobných dĺžok 9-30 m.

• Menšie dĺžky (asi do 12 m) sa u nás montujú zo železobetónových prefabrikátov. Najviac sú používané nosníky typu ŽMP-62 a nosníky typu MJ. Priečny rez je na obr. 4.64a a obr. 4.64b, technické údaje sú uvedené v tab. 4.12a a tab. 4.12b.

Tab. 4.12a Vyrábané nosníky ŽMP – 62

Dĺžka (mm)	3600	4800	6000	7500	9000
Výška (mm)	350	350	500	500	500
Šírka (mm)	980	980	480	480	480

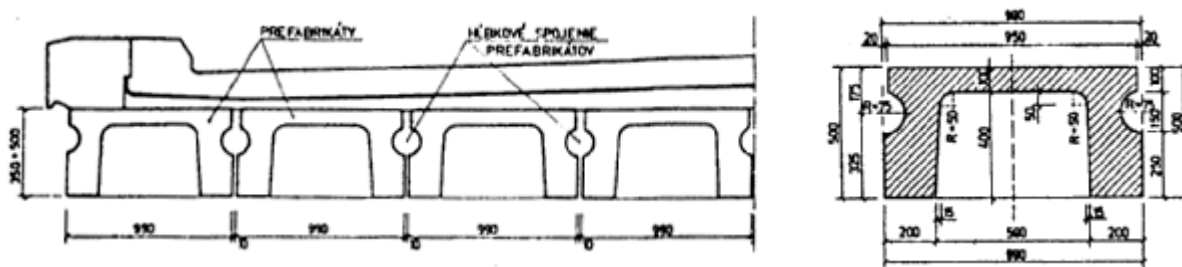
So zosilnenou konštrukciou majú tieto nosníky označenie ŽMP-62/88



Obr. 4.64a Priečný rez nosnej konštrukcie z nosníkov ŽMP-62

Tab. 4.12a Vyrábané nosníky ŽMP – 62

Dĺžka (mm)	3560	4760	5960	7460	8960	11960
Výška (mm)	350	350	500	500	500	700
Šírka (mm)	990	990	990	990	990	990

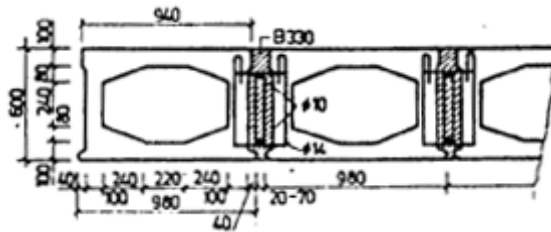


Obr. 4.64b Priečný rez mosta z prefabrikátov typu MJ

- K nosníkom využívaným v cestnom mostnom staviteľstve patria tiež nosníky z dodatočne predpätého betónu – komorového typu KA-73, v dĺžkach 9-18 m (obr. 4.65) a technické údaje sú uvedené v tab. 4.13.

Tab. 4.13 Vyrábané nosníky KA-73

Dĺžka (mm)	9000	12000	15000	18000
Výška (mm)	450	600	700	850
Šírka (mm)	980	980	980	980
Skutočná dĺžka (mm)	8960	11960	14960	17960



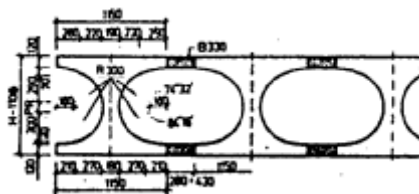
Obr. 4.65 Priečný rez nosníkmi KA-73

Pre väčšie dĺžky sa používajú najčastejšie nižšie nosníky z predpätého betónu I-73, U-80, DPS-35 a PPB.

- Nosníky z dodatočne predpätého betónu I-73 v skladobných dĺžkach 21, 24, 27 a 30 m, na obr. 4.66a a technické údaje sú uvedené v tab. 4.14a.

Tab. 4.14a Vyrábané nosníky I-73

Svetlosť (mm)	19000	22000	25000	28000
Výška (mm)	1000	1100	1250	1400
Šírka (mm)	1150	1150	1150	1150
Skutočná dĺžka (mm)	20960	23960	26960	29960

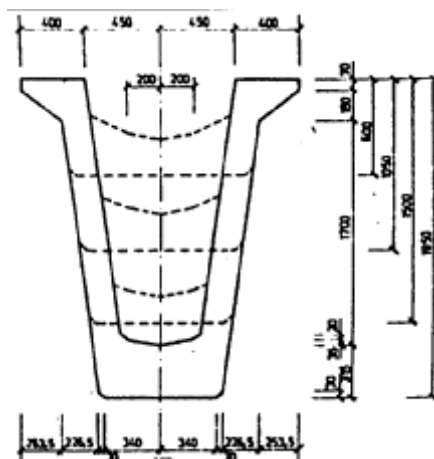


Obr. 4.66a Priečný rez nosníkmi I-73

- Nosníky z prefabrikátov korýtkového tvaru U-80 z vopred predpätého betónu sa spriahnu pri stavbe s prefabrikovanou, alebo monolitickou mostovkovou doskou v dĺžke 12-36 m sú na obr. 4.66b a technické údaje o nich sú uvedené v tab. 4.14b.

Tab. 4.13 Vyrábané nosníky U-80

Dĺžka (mm)	12	15	18	21	24	27	30	33	36
Výška (mm)	600	600	1050	1050	1050	1500	1050	1950	1950

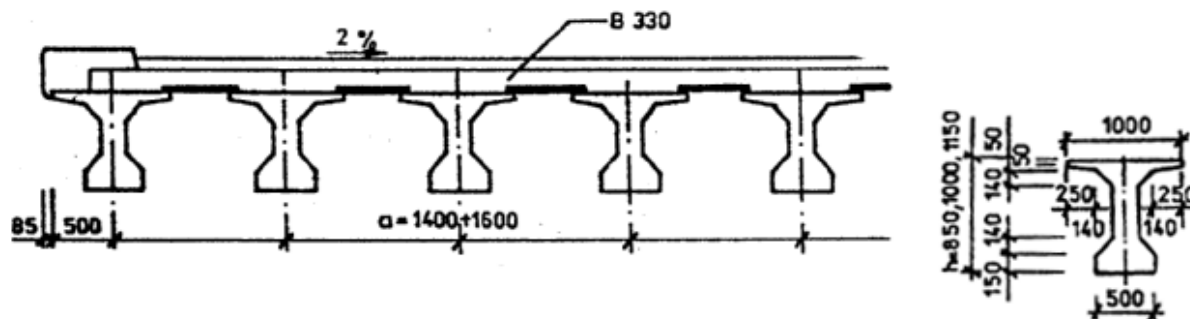


Obr. 4.66b Priečný rez nosníkom U-80

- Nosníky tvaru I dodatočne spriahnuté so železobetónovou doskou mostovky s **názvom prefabrikátu DPS-35**. Priečný rez je na obr. 4.66c a technické údaje o nich uvedené v tab. 4.14c.

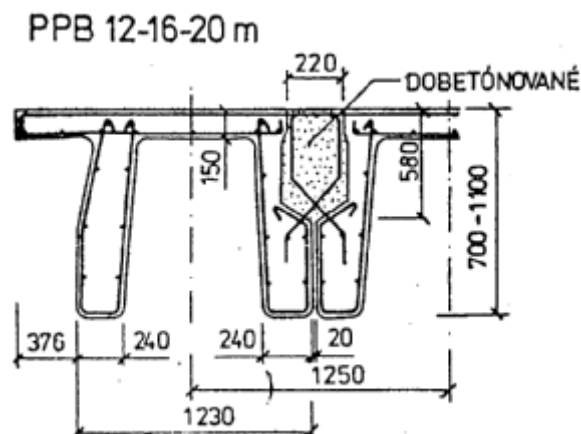
Tab. 4.14c Vyrábané nosníky I

Dĺžka(mm)	21	24	27	30	33	36
Výška (mm)	850	1000	1150	1300	1450	1500
Šírka (mm)	500	500	500	650	650	650

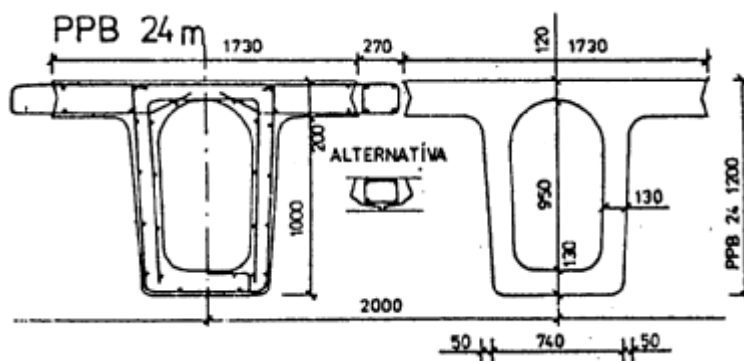


Obr. 4.66c Priečný rez nosníkmi DPS-35

- Nosníky prvého typu z vopred predpäťého betónu v dĺžke 12,16,20 m a komorový nosník druhého typu z vopred predpäťého betónu, s konzolami dosky mostovky PPB v dĺžke 24 m sú na obr. 4.66d a 4.66e.



Obr. 4.66d Priečný rez nosníkmi PPB



4.66e Priečný rez nosníkmi PPB

4.1.5.5 Podpery a nosné konštrukcie nemasívneho charakteru

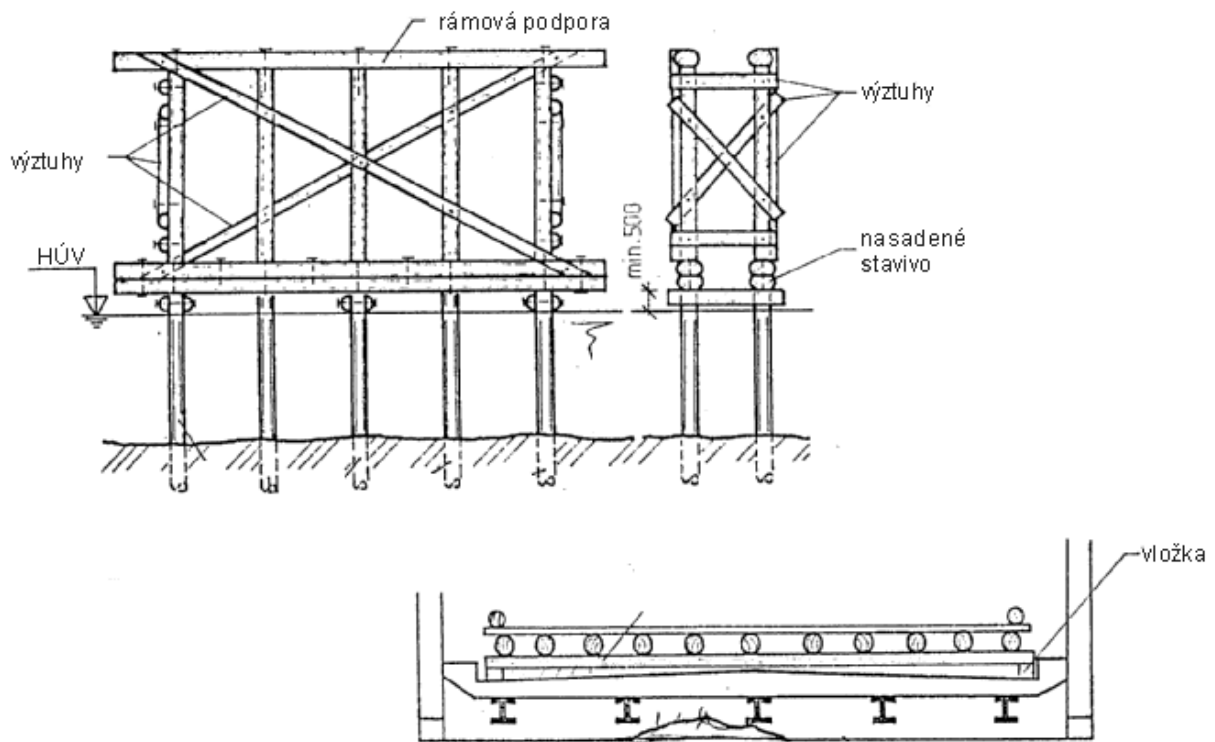
Všetky konštrukcie z dreva a ocele uvedené v ods. 4.1.4 na obnovu železničných mostov možno po úprave využiť aj na obnovu cestných mostov.

Nutnosť, princíp a rozsah úprav či odlišností použitia uvedených konštrukcií vyplýva z rozdielnej účinnosti a schém (vlakov a vozidiel) normových zaťažení (ods. 4.1.3).

Zo všeobecne nižšej účinnosti cestných zaťažení v porovnaní so železničnými vyplýva, že konštrukcie toho istého druhu sú voči železničným subtilnejšie, čo o. i. urýchľuje obnovu, resp. z toho istého množstva materiálu možno obnoviť väčší počet alebo dĺžku mostov, či úsek cestnej komunikácie.

Rozdielnosť schém normovaných zaťažovacích vlakov a vozidiel vedie k rozdielnemu usporiadaniu prvkov konštrukcií v priečnom reze.

U železničných mostov je os mosta, okrem výnimiek (prechodnice, oblúky, pod výhybkami,...) totožná so stredom náprav zaťažovacieho vlaku a nemôže sa zmeniť. Na cestných mostoch je tomu inak. Cestné vozidlo môže zaujať ľubovoľnú polohu kdekoľvek medzi obrubníkmi, čomu zodpovedá charakteristické rovnomerné rozdelenie nosníkov, resp. pilót (stĺpov) podpier v priečnom reze (obr. 6.67) cestného mosta.



Obr. 4.67 Charakteristické rovnomerné rozdelenie pilót (stĺpov) a pozdĺžnikov v priečnom reze na cestnom moste

Použitie konštrukcií z miestnych zdrojov z dreva a ocele, resp. železničných konštrukcií na obnovu cestných mostov vyžaduje vo väčšine prípadov doložiť ich bezpečnosť a efektívne využitie statickým výpočtom (ods. 4.1.4).

4.2 Tunely

Tunely sú podzemné dopravné stavby líniového usporiadania.

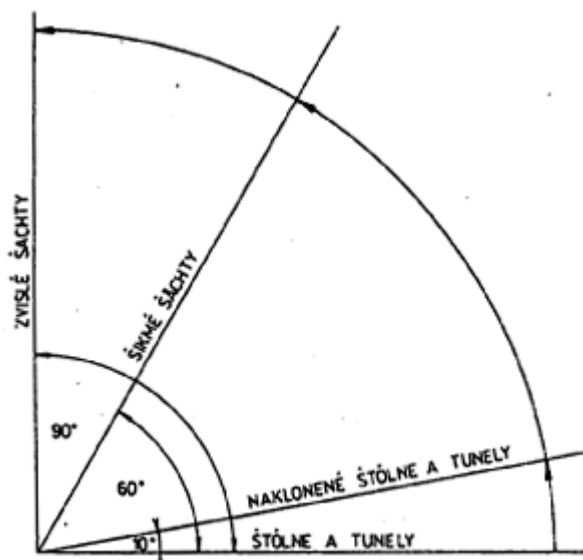
4.2.1 Rozdelenie podzemných stavieb

Podzemné stavby sa najčastejšie rozdeľujú podľa dispozičného usporiadania, spôsobu výstavby a účelu použitia.

4.2.1.1 Rozdelenie podľa dispozičného usporiadania

• *Podzemné stavby líniové*, sú stavby u ktorých dĺžka výrazne prevyšuje priečne rozmery. Podľa veľkosti priečného prierezu a pozdĺžneho sklonu delíme ich na:

- štôlna – priečny rez menší ako 16 m^2 ,
- tunely – priečny rez väčší ako 16 m^2 a to pri sklone maximálne 10° od vodorovnej,
- naklonené (úpadné) štôlna a tunely – s pozdĺžnym sklonom 10° až 60° od vodorovnej,
- šikmé šachty – s pozdĺžnym sklonom 60° až 90° ,
- zvislé šachty – obr. 4.68.



Obr. 4.68 Rozdelenie líniových stavieb podľa pozdĺžneho sklonu

• *Podzemné stavby plošné*, na ktorých výrazne prevládajú dva približne rovnaké vodorovné rozmery nad ich výškou (napr. podzemné faráže, sklady a pod.).

• *Podzemné stavby halové* (kaverny), majú veľkú pôdorysnú plochu i výšku, napr. podzemné hydrocentrály, hangáre, energetické zásobníky).

4.2.1.2 Rozdelenie podľa spôsobu stavby

- *Podzemné stavby razené*, pri ktorých výstavba prebieha v podzemí bez narušenia nadložia. Stavebné náklady na takto budované podzemné diela sú síce vyššie, ale ekologicky nenarúšajú v nežiaducej miere záujmové územie.
- *Podzemné stavby hĺbené*, ktorých výstavba prebieha v otvorenej stavebnej jame a po vybudovaní podzemnej konštrukcie sa hotové dielo zasype. Ide spravidla o podzemné stavby založené plytko pod povrchom územia. Stavbou tunela je dotknuté územie väčšinou veľmi narušené.

4.2.1.3 Rozdelenie podľa účelu použitia

- *Líniové podzemné stavby dopravné:*
 - železničné tunely,
 - cestné a diaľničné tunely,
 - tunely podzemných mestských dráh,
 - podchody pre chodcov,
 - naklonené (eskalátorové) tunely,
 - (zvislé) dopravné šachty.
- *Líniové podzemné stavby vodohospodárske:*
 - vodovodné privádzače,
 - kanalizačné zberače, kmeňové a iné stoky,
 - prírodné, obtokové a odpadové hydrotechnické tunely,
 - melioračné štôlne určené na zavlažovanie alebo odvodňovanie územia.
- *Líniové podzemné stavby energetické:*
 - telekomunikačné,
 - káblové,
 - parovody, horúcovody, teplovody,
 - kolektory, t. j. štôlne pre spoločné vedenie mestských inžinierskych sietí.

- *Halové a plošné podzemné stavby:*
 - hydrocentrály,
 - zásobníky na ropu, zemný plyn a pod.,
 - sklady, garáže, halové podchody,
 - objekty zdravotníckej (nádrže, vodojemy, čistiace stanice),
 - objekty obrany štátu a civilnej ochrany.

4.2.2 Základné pojmy a názvoslovie

- **Podzemná stavba** – stavebný celok, pozostávajúci z viacerých podzemných objektov.

- **Podzemný objekt** – stavebný objekt, nad ktorým je vrstva rastlej horniny alebo zásypu.

- **Tunelový objekt** – podzemný objekt, zložený z jedného alebo viacerých tunelov, a z ďalších, k nim pripojených podzemných častí (spojovacích priestupov, štôlní, komôr a pod.).

- **Tunelovanie** – spôsob výstavby razených tunelov a podzemných objektov bez narušenia nadložia.

- **Razenie** – súhrnný názov pre rozpojovanie horniny (mechanicky alebo trhacou technikou), naloženie, odvoz rúbaniny a dočasné vystrojenie výrubu, vykonané bez odstránenia nadložia.

- **Výrub** – podzemný priestor vytvorený razením:

- zárub – rýhovitý výrub dostropný alebo spodný (prevyšovaný alebo prehlbovaný),
- výlom – výrub väčších častí prierezu štôlne alebo tunela,
- plný výlom (porub) – výlom celého (plného) profilu tunela,
- zálom – zvislý alebo šikmý výrub, spájajúci čiastkové výlomy tunela,
- prerub – vyrúbaný priestor, ležiaci za teoretickým rubom ostenia. Delí sa na zväčšený výrub a nadmerný výlom (nadvýlom); plocha výrubu profilu bez prerubu sa nazýva teoretický výrub,
- zväčšený výrubný – potrebný z hľadiska predpísanej úpravy ostenia.

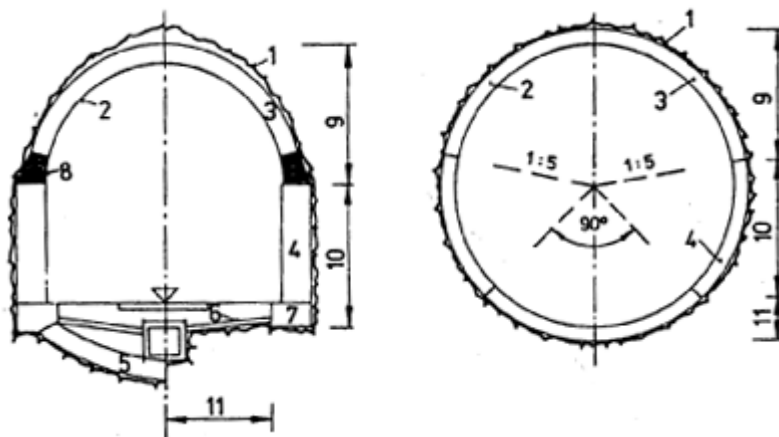
- **Konštrukcia razeného tunela** – konštrukcia vytváraná ostením tunela spolu s tou časťou horninového prostredia, ktorá mechanicky spolupôsobí s ostením (obr. 4.69).

- **Vystrojovanie výrubu** – stavebný proces za účelom zabezpečenia výrubu. Výstroj má nariadiť pôsobenie vyrúbanej horniny na líce výrubu a zabrániť alebo zmenšiť deformácie v horninovom prostredí v okolí výrubu.

- **Dočasný výstroj** – konštrukcia, ktorá zabezpečuje výrub, pokiaľ nie je vybudované ostenie. Pri stavbe ostenia sa buď odstráni, alebo sa ponechá ako „stratený“ výstroj.

- **Ostenie (trvalý výstroj)** – konštrukcia, ktorá trvale zabezpečuje výrub. Za ostenie sa považujú nielen podporné konštrukcie alebo aj kotevné (sústavy trvalých kotiev) a vzájomná kombinácia oboch druhov.

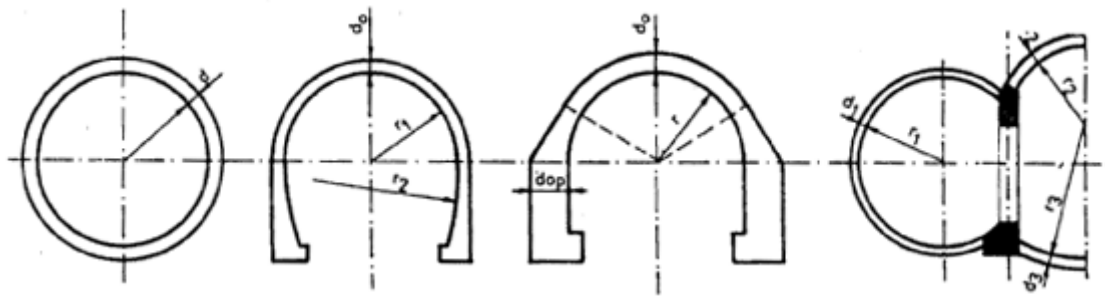
- **Stropná klenba** – horná časť ostenia tunela; u podkovitého prierezu je opretá pätkami na opory. U kruhového prierezu tunela je klenba určená hornou kruhovou výsečou s priamkami pod sklonom 1:5, prechádzajúcimi stredom určujúcej kružnice.



Obr. 4.69 Jednotlivé časti ostení

1-líce výrubu, 2-svetlý prierez, 3-stropná klenba, 4-opora, 5-spodná klenba, 6-kryt dna, 7-základ opory, 8-päta klenby, 9-klenbová časť výrubu (kalota), 10-oporná časť výrubu (štrosa), 11-dno tunela

- **Spodná klenba** – u podkovitého prierezu konštrukcie rozopiera základy opôr.
- **Opory** – časti ostenia medzi základom po pätky stropnej klenby.
- **Základy** – najspodnejšia časť ostenia.
- **Horninové prostredie** – časť horninového masívu v okolí tunelového výrubu.
- **Portál tunela** – objekt, ktorým sa začína a končí dopravný tunel.
- **Tvar ostenia** – podľa tvaru je možné ostenia podzemných objektov deliť na kruhové, podkovité, klasické a zložené (obr. 4.70).



Obr. 4.70 Druhy tunelových ostení podľa tvaru
a-kruhové, b-podkovité (pružné), c-klasické (tuhé), d-zložené

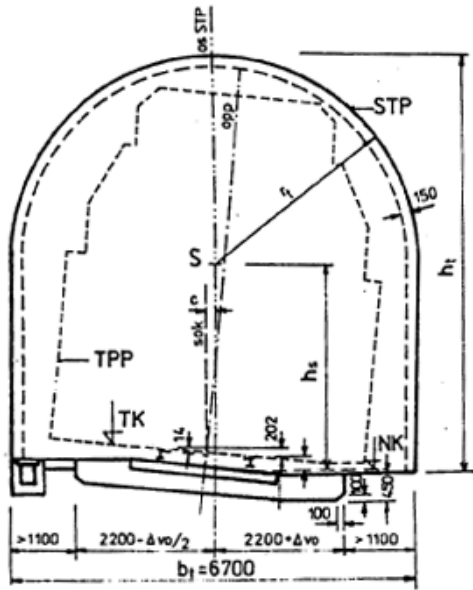
4.2.3 Zaťaženie a priestorová úprava tunelov

Horninový tlak je rozhodujúcim stálym zaťažením podzemných konštrukcií. Jeho veľkosť nie je možné určiť s takou presnosťou, ako zaťaženie bežných stavebných konštrukcií na povrchu. Je závislý predovšetkým od týchto faktorov:

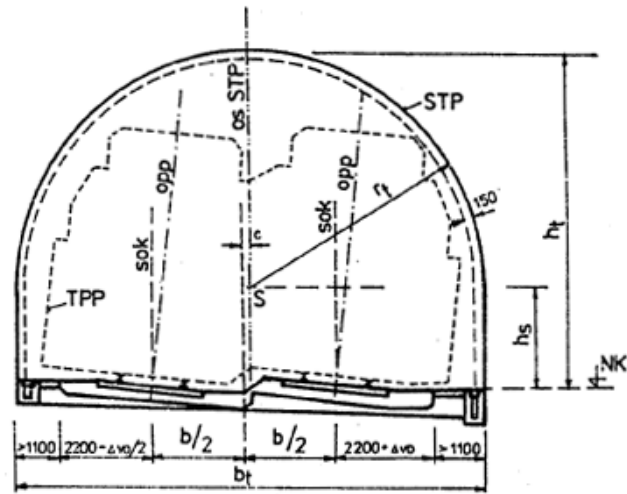
- od mechanických vlastností horniny, predovšetkým od množstva a druhu plôch ich, odľučnosti, výplne a pod.,
- od rozmerov a tvaru výrubu,
- od postupu prác pri razení tunela, hlavne od technológie rozpojovania horniny a vystrojovania výrubu.

- *Výpočet ostenia tunelov* závisí na jeho spolupôsobení s horninovým prostredím, a na výsledkoch geotechnického prieskumu, ktorý má vo všeobecnosti cieľ: získať geologické poznatky o prírodnom prostredí, aby zamýšľané podzemné dielo bolo bezpečné, hospodárne a súčasne, aby sa minimalizoval jeho nepriaznivý vplyv na dotknuté územie.

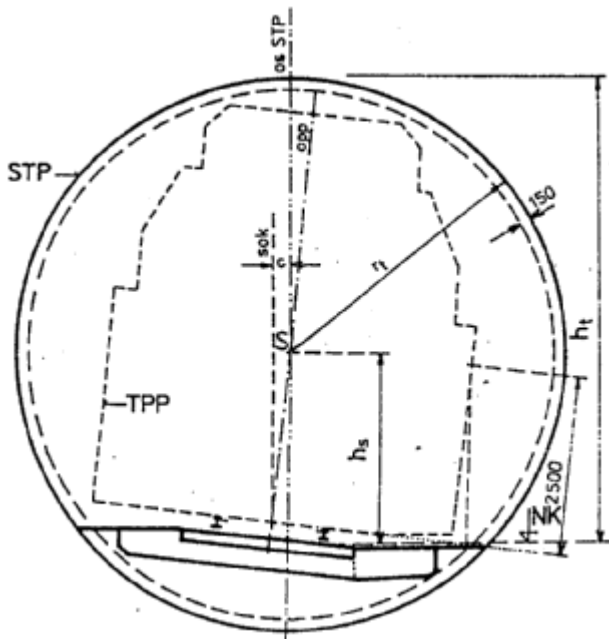
- *Priestorová úprava tunelov* (svetlosť a rozmery tunelov) budovaných počas výstavby **železničných tratí** ešte v 19. storočí až po tunely dnešnej doby je veľmi rozdielna, pretože nároky na svetlosť tunelov sa vyvíjali postupne, so zvyšovaním nárokov na železničné trate, ich elektrizáciou a pod. Od r. 1986 platia pre novostavby a rekonštrukcie schémy svetlosti tunelov na obr. 4.71.



Obr. 4.71a Schéma svetlosti prierezu jednokoľajového tunela podkovitého tvaru



Obr. 4.7.1b Schéma svetlosti prierezu dvojkolajného tunela podkovitého tvaru



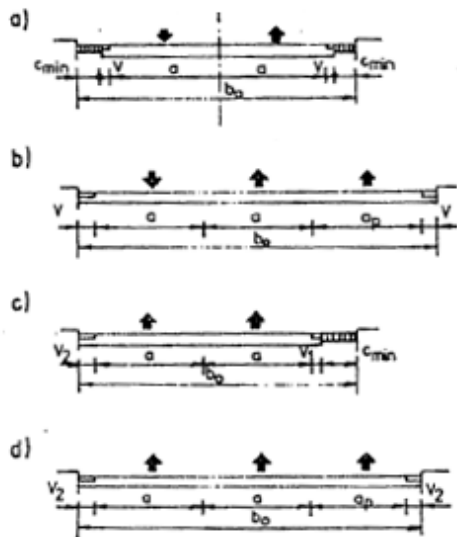
Obr. 4.71c Schéma prierezu jednokoľajného tunela kruhového tvaru

Pozn.: Podrobnejšie o rozmeroch železničných tunelov vid'. lit. 7, resp. vzorové listy ŽSR

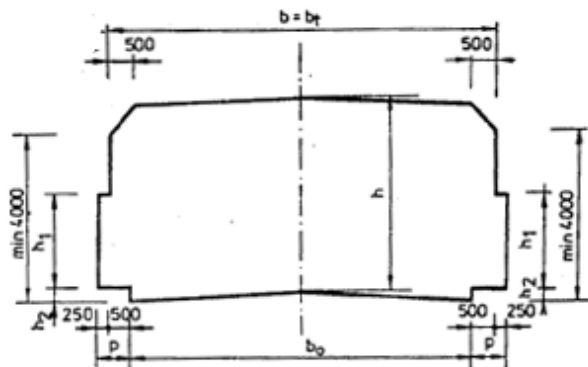
Prechodný prierez tunela na ceste alebo diaľnici určuje v závislosti na štrkovom usporiadaní kategórie a druhu cesty (ods. 3.1.3). Šírku medzi zvýšenými obrubami b_0 (obr. 4.72) tvorí súčet širok jazdných pruhov (a), vodiacich prúžkov (b), prípadne pruhu pre pomalé vozidlá (a_p).

Na dvojpruhových cestách sa v tuneli navrhuje jednotná šírka jazdného pásu pre všetky kategórie 3,50 m.

Najmenšia šírka b_0 medzi zvýšenými obrubami u dvojpruhových ciest alebo u jedného dopravného smeru štvorpruhovej rozdelenej komunikácie musí byť z bezpečnostných dôvodov 9,0m.



Obr. 4.72a Šírkové usporiadanie komunikácie v tuneli



Obr. 4.72b Prechodný prierez tunela cestnej komunikácie pre jeden pás cesty alebo diaľnice

4.2.4 Metódy výstavby tunelov

Tunely majú podstatne väčší prierez ako štôlne a preto sa razia omnoho zložitejšie. Počas historického vývoja podzemného staviteľstva vznikli rôzne tunelovacie systémy, ktoré predstavujú súhrn pravidiel pri razení (mechanicky, trhavinami, strojne), dočasnom vystrojovaní a budovaní ostenia.

Voľba konkrétnej tunelovacej metódy a systému razenia závisí na rozpojitelnosti hornín, stabilnosti výrubu a možnosti nasadenia mechanizácie.

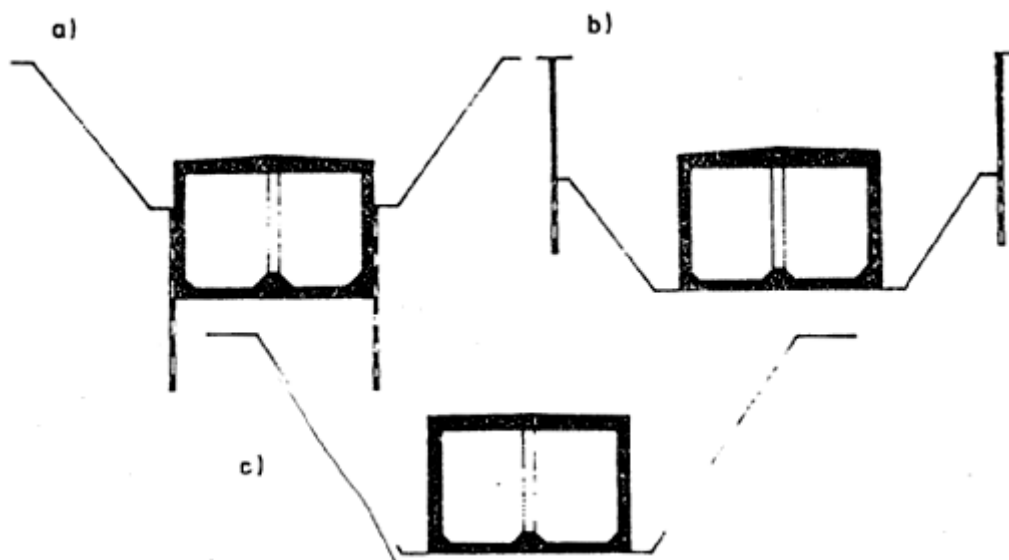
V súčasnej dobe možno rozdeliť tunelovacie metódy podľa obdobia vzniku (progresívnosti) na:

- klasické tunelovacie sústavy,
- moderné tunelovacie metódy.

Klasické metódy vychádzali pri návrhu ostenia z predpokladu, že účinky pôsobenia horninového masívu sú prvkom zaťažujúcim, voči ktorému pôsobí (odoláva) budované ostenie.

Moderné metódy sa opierajú o najnovšie poznatky geotechniky, podľa ktorých sa horninové prostredie uvažuje ako prvok konštrukčný, iba doplnený účinkom ostenia, podmienkou však je, aby ostenie bolo o líce vrubu opreté bez medzier a dutín. V tlačivých horninách sa pri moderných metódach uplatňujú tunelovacie štíty, v netlačivých, napr. tzv. rakúska metóda, prstencová, resp. aj raziaci stroj.

Zvláštnym spôsobom **budovania podzemných objektov** je ich budovanie **z povrchu** (obr. 4.73). Tento spôsob je opodstatnený tam, kde je na povrchu dostatok miesta, a kde niveleta tunela nie je hlbšie pod povrchom ako 15-20 m.



Obr. 4.73 Postup výstavby tunela v otvorenom výkope
a,b – svahovaná jama kombinovaná s pažením, c – svahovaná jama

Spôsob výstavby vo svahovej stavebnej jame sa uplatňuje v nezastavanom území a pri tuneloch menších prierezov, v malých hĺbkach a pri nízkej hladine spodnej vody.

5 PORUCHY NA ŽELEZNIČNÝCH TRATIACH A CESTNÝCH KOMUNIKÁCIÁCH, ICH PRÍČINY A NÁSLEDKY

Za poruchu, alebo závalu sa považuje čiastočná alebo úplná strata funkčnosti železničných (cestných) objektov a zariadení, ktorá ohrozuje bezpečnosť, alebo spôsobuje prerušenie vlakovej a automobilovej premávky.

Môžu ich spôsobiť:

- prírodné živly,
- technické alebo technologické poruchy a zlyhania,
- ľudská činnosť (činiteľ).

Konkrétne poruchy môže zaviniť aj viac príčin, ktoré pôsobia buď naraz alebo v nadväznosti jedna na druhú (tzv. príčinná súvislosť). V takomto prípade môžeme príčiny rozdeliť na priame a nepriame.

- Napríklad: - priamou príčinou poškodenia mostného objektu bola havária motorového vozidla,
- nepriamymi príčinami bola poľadovica na vozovke a šmyk vozidla spôsobený neopatrnou (riskantnou) jazdou vodiča, alebo (veľmi často) nedostatočné vybavenie vozidla na jazdu v zimných podmienkach.

5.1 Poruchy a závady spôsobené prírodnými živlami

Jedná sa o extrémnu intenzitu, alebo dobu pôsobenia prírodných živlov a to najmä:

- vody, snehu a ľadu,
- ohňa,
- vetra,
- teploty počasia,
- zemetrasenia,
- sopečnej činnosti.

- *Voda* pôsobí na železničné trate a cestné komunikácie deštruktívne.

Pri dlhotrvajúcich a výdatných dažďoch, búrkach, prietržiach mračien a pri rýchlom topení snehu. Vo výnimočnom prípade môže ísť aj o vodu z poškodených (presakujúcich) vodných priehrad a nádrží.

Veľké množstvá vody spôsobujú extrémne prietoky vodných tokov, plošné záplavy priľahlých území, záplavové vlny, vytváranie nepredpokladaných odtokov a pod.

V niektorých prípadoch môže na dopravné stavby deštruktívne pôsobiť aj spodná voda.

Voda ohrozuje predovšetkým stavby železničného a cestného spodku, najmä zemné teleso, priepusty, mosty a odvodňovacie zariadenia, ale aj železničný zvršok a cestnú vozovku.

Voda spôsobuje:

- narušenie stability svahov zemného telesa a ich zosuvy,
- narušenie stability svahov priľahlého terénu a ich zosuv na železničnú trať, alebo vozovku,
- podmieľanie násypov zemného telesa a koľajového lôžka v čiastočnom alebo celom profile,
- prerušenie celistvosti (pretrhnutie) železničnej trate, alebo cestnej komunikácie,
- podmočenie podložia zemného telesa, čoho často následkom môže byť strata jeho únosnosti a následná deformácia zemného telesa,
- premočenie pláne zemného telesa a zníženie jej únosnosti, následkom čoho môže dôjsť k výškovým deformáciám koľaje,
- nánosy bahna, štrku, kamenia a prírodného porastu na koľaj, vozovku, do prietočného profilu priepustov a ostatných odvodňovacích zariadení, čím môže dôjsť k ich znefunkčneniu, so sekundárnymi následkami hlavne na zemné teleso (podomletie, podmočenie),
- narušenie, alebo úplné zničenie konštrukcie priepustov, mostov a odvodňovacích zariadení.

Ochrana dopravných stavieb pred deštruktívnym pôsobením vody patrí medzi najdôležitejšie požiadavky na ich projektovanie a údržbu.

- *Sneh, ľad a silný vietor spôsobujú:*
 - zatarasenie trate a cesty snehovými závejmi, lavínami a vyvrátenými stromami,
 - poruchy trakčných, alebo iných vzdušných káblových vedení,
 - narušenie funkčnosti výhybiek a výhybkových spojení,
 - narušenie alebo poškodenie stavieb spodku, ako aj zmenšenie alebo úplné zatarasenie ich prietočného profilu.

V miestach, kde do zemného telesa prenikla voda sa pri **veľmi nízkej teplote** počasia tvoria tzv. výmrazky, čím dochádza k jeho deformácii. K tej dochádza aj pri ich roztápaní. Narušená môže byť stabilita zemného telesa, únosnosť pláne a geometria koľaje.

Na prevádzkovaných cestách dochádza v zime k vytváraniu výtlkov a popraskaniu živičného povrchu vozovky.

Zasnežená vozovka a poľadovica je príčinou častejších havárií motorových vozidiel.

Veľmi nízka teplota spôsobuje aj krehnutie kovových materiálov, čím sa zvyšuje ich náchylnosť k lámaniu a praskaniu.

Vysoká teplota počasia môže spôsobiť veľké predĺženie koľajníc a vybočenie koľaje (extrémna porucha smeru na relatívne krátkom úseku).

Požiarom postihnuté objekty a zariadenia sa stávajú nefunkčnými skoro vždy, a to aj vtedy, ak sú skonštruované z nehorľavých materiálov.

Požiare sa najčastejšie vyskytujú v zariadeniach napájaných elektrickou energiou. Môžu však vzniknúť aj pri haváriách (poruchách) vozidiel vznietením pohonnej látky (benzín, nafta, plyn), alebo vznietením vezeného horľavého nákladu.

Železnice a cesty môžu ohroziť aj lesné požiare alebo požiare iných objektov v ich blízkosti.

- Výskyt *sopečnej činnosti a zemetrasení* s ničiacou intenzitou je v stredoeurópskej oblasti veľmi málo pravdepodobný. V globálnom pojatí by mohlo dôjsť k čiastočnému, alebo úplnému znefunkčneniu železničnej a cestnej dopravy a to v závislosti na mieste a intenzite pôsobenia týchto deštruktívnych živlov.

5.2 Poruchy a závady spôsobené technickým a technologickým zlyhaním

Za technické a technologické zlyhania (poruchy) môžeme považovať:

- dopravné a priemyselné havárie,
- zlyhanie technických, energetických, signalizačných, oznamovacích a zabezpečovacích zariadení,
- poruchy spôsobené únavou a opotrebovaním materiálu, nepredpokladaným zaťažením alebo dlhodobou prevádzkou a nedostatočnou, resp. zanedbanou údržbou.

Tieto poruchy môžu vznikáť náhodne, resp. nepredpokladane. Priamo alebo nepriamo, v menšej alebo väčšej miere sa na nich môže podieľať aj ľudská činnosť (činiteľ) a prírodné živly.

- *Pri dopravných haváriách* hlavne na železnici vzniká značné množstvo trosiek z havarovaných vozidiel a vezeného nákladu.

Môže dôjsť aj k následnému požiaru, alebo zmoreniu terénu a vôd vezeným toxickým nákladom, ale aj pohonnými látkami a mazivami.

Havarovanými železničnými vozidlami a nákladmi môže byť poškodený alebo zničený železničný zvršok, výhybky, mosty, priepusty, prejazdy, ale aj zemné teleso, trakčné vedenie, signalizačné zariadenia a príslušná zástavba, hlavne v železničných staniach.

Podobné následky vznikajú aj pri haváriách motorových vozidiel vo vzťahu k cestným stavbám a zariadeniam.

- *Zlyhanie (porucha) energetických, oznamovacích zabezpečovacích a signalizačných zariadení* môže byť spôsobené mechanickou alebo elektrickou cestou, prerušením dodávky elektrickej energie, ale aj v poslednej dobe krádežami, atď.

Elektricky napájané zariadenia majú aj vyššiu náchylnosť na vznik požiarov.

Na železnici to môžu byť napríklad transformačné zariadenia, telefónne ústredne a riadiace centrá.

Požiar však môže vzniknúť aj na elektrických lokomotívach a osobných železničných vozňoch.

Okrem vlastnej poruchy alebo úplného znefunkčnenia týchto zariadení, môže následne dôjsť k takému narušeniu vlakovej a automobilovej dopravy, ktorá bude mať za následok vznik dopravných kolízií a havárií.

Ich následky sú popísané v prechádzajúcej stati.

- *Únava materiálu* spôsobená dlhodobou prevádzkou a namáhaním môže byť tiež príčinou vzniku porúch na hlavne kovových konštrukciách a zariadeniach.

Únava materiálu sa prejavuje znížením jeho fyzikálne mechanických vlastností, čo následne vedie ku zníženiu projektovaných parametrov konštrukcií a zariadení.

U dopravných stavieb ide hlavne o nosné časti mostných konštrukcií (železničných aj cestných) a o koľajový rošt. Únava materiálu môže spôsobiť aj poruchy na rôznych stavebných a dopravných strojoch a mechanizmoch.

Fyzikálne mechanické vlastnosti kovových materiálov výrazne znižuje aj hrdzavenie, preto ochrana kovových konštrukcií pred koróziou je jednou z dôležitých požiadaviek na predĺženie ich životnosti.

Opotrebenie materiálu najviac ovplyvňuje samotná prevádzka.

Jazda vozidiel sa na železničných tratiach a cestných komunikáciách prejavuje účinkom zvislých, priečných a pozdĺžnych síl, ktorých veľkosť ovplyvňuje geometrické usporiadanie koľaje, rýchlosť jazdy, zaťaženie a technický stav železničných a cestných vozidiel.

Okrem toho má na opotrebenie vplyv aj konštrukcia spodku komunikácií a zvršku vozovky, kvalita použitého materiálu, intenzita vlakovej a cestnej premávky a nepriamo aj správna kontrola a údržba komunikácie.

Pozn: Únava a opotrebenie materiálu sú rozdielne stavy, aj keď ich príčiny môžu byť rovnaké.

Únava narušuje vnútornú štruktúru materiálu, znižuje jeho fyzikálno-mechanické vlastnosti a nie je viditeľná zmena jeho tvaru.

Opotrebovanie nenesie znaky únavy materiálu, jeho fyzikálne mechanické vlastnosti sa nemenia, ale dochádza k zmene jeho geometrických rozmerov.

V konkrétnych prejavoch však môžu únava a opotrebovanie materiálu pôsobiť aj súčasne.

Na koľajniciach, na ktoré bezprostredne pôsobia všetky sily (osové, priečne, pozdĺžne) od pohybujúcich sa vozidiel sa opotrebenie prejavuje najviac na hlavách koľajníc.

Dochádza k ich zvislému a bočnému opotrebeniu a k vzniku tzv. vlnkovitosti na temene hláv koľajníc. Medzné hodnoty maximálne dovoleného zvislého a bočného opotrebovania sú stanovené železničnými predpismi.

Na koľajových stykoch, ktoré sú najviac namáhanými miestami na koľaji, môže pri nedostatočnom podbití dôjsť k trvalému výškovému poklesu, čo zväčší dynamické nárazy kolies vozidla na čelo koľajnice, ktorá sa postupne rozkúje. Tým sa účinok nárazov ešte zvýši a pri väčších dilatačných škárach môže dôjsť až k ulomeniu konca koľajnice, čo môže zapríčiniť vykoľajenie vozidla.

Možnosť takéhoto lomu sa ešte zvyšuje pri silných mrazoch, ktoré okrem zväčšovania dilatačných škár, spôsobujú aj krehnutie koľajníc a tým ich náchylnosť na lámanie.

Opotrebenie podvalov spôsobujú biologické alebo mechanické príčiny.

Biologické opotrebenie je typické pre drevené podvaly. Pri ich uložení vo vlhkom prostredí a nedostatočnej impregnácii dochádza k zahnívaniu a zníženiu ich funkčnosti.

Pri mechanickom opotrebení dochádza k uvoľňovaniu upevňovadiel, najmä podvalových vrutov (vrtulí) v podvaloch.

U betónových podvalov môže dôjsť ku strate predpätia ocelevej výstuže, následkom čoho sa môžu deformovať a praskať.

U drobného koľajiva a upevňovadiel môže dôjsť pri prevádzke k opotrebeniu, ktoré vedie až k lámaniu spojok, spojkových skrutiek a podkladníc.

5.3 Poruchy a závady spôsobené ľudskou činnosťou, resp. ľudským činiteľom

Chyby ľudského činiteľa (vedomé aj nevedomé) a neobvyklá ľudská činnosť spôsobujú značnú časť porúch a závad aj na dopravných komunikáciách.

Za chyby ľudského činiteľa môžeme považovať:

- nekvalifikované alebo riskantné konanie, resp. rozhodovanie,
- neodborné riadenie,
- chyby v projektovaní, vrátane nedostatočných projektových podkladov,

- nedodržanie projektu pri jeho realizácii, ako:
 - svojvoľná zmena projektu,
 - použitie iného menejhodnotného materiálu ako stanovuje projekt,
 - nedodržanie technologického postupu,
- nedôsledná kontrolná činnosť (všeobecne),
- zanedbanie priebežnej údržby,
- zlyhanie ľudských zmyslov a náhla porucha zdravia.

Za neobvyklú považujeme takú ľudskú činnosť, ktorá je vedome a cielene zameraná na deštrukciu materiálnych a ľudských zdrojov.

V súčasnosti je to:

- teroristická a diverzná činnosť,
- ozbrojený konflikt.

Neobvyklé sú aj prostriedky deštrukcie, ktorými sú rôzne zbrane a zbraňové systémy založené na využití ničiacich vlastností trhavín, výbušnín a horľavín.

Vyhľadávanými cieľmi z hľadiska účinkov ničenia sú najzraniteľnejšie miesta na dopravných komunikáciách, ako sú napr. mosty, tunely a pod.

Ďalej sú to miesta s veľkou koncentráciou ľudí, ako sú železničné a autobusové stanice, stanice podzemných dráh, ale aj vlastné prostriedky hromadnej dopravy.

6 OBNOVA ŽELEZNIČNEJ A CESTNEJ SIETE

Keď poruchy alebo deštrukcie železničných a cestných objektov spôsobia veľmi vážne ohrozenie bezpečnosti premávky, alebo jej úplné prerušenie a požiadavky na rýchlu obnovu sú veľmi naliehavé, hovoríme aj zo stavebného hľadiska o krízovej situácii.

Ide o stav, v ktorom sa protirečivo premietajú časové požiadavky s možnosťami vykonania obnovy a negatívnymi následkami, ak by časové požiadavky neboli splnené.

Prioritnou požiadavkou bude väčšinou rýchlosť obnovy a to i za cenu zníženia pôvodných funkčných parametrov porušených, alebo zničených objektov a zariadení.

Takto definovaná obnova je predmetom krízového plánovania a riadenia v železničnej a cestnej doprave.

6.1 Obnova železničných tratí

V závislosti na požadovaných dopravných parametroch, obnovovacích prostriedkoch a čase, ktorý bude k dispozícii, bude sa jednať o obnovu:

- krátkodobú (1. etapa),
- dočasnú (2. etapa),
- úplnú (3. etapa).

(Podrobnejšie viď. kap. 7 obr. 7.3 – Etapy obnovy a ich možné kombinácie).

Pri krátkodobej obnove sa zničené objekty a miesta na železničnej trati obnovujú na rýchlosť 30 kmh^{-1} , alebo výnimočne len na prejazd, t. j. 5 kmh^{-1} , pri dočasnej na 60 kmh^{-1} a pri úplnej obnove na pôvodnú traťovú rýchlosť.

Z uvedených rýchlostí a požadovanej hmotnosti na nápravu potom vyplývajú aj určité znížené požiadavky na:

- konštrukčné riešenia prvkov žel. tratí,
- geometrické parametre,
- materiál použitý na obnovu,
- technológiu obnovovacích prác.

Ich vhodné a efektívne využitie výrazným spôsobom prispieva ku skráteniu doby obnovy.

V krízových situáciách sa bude obnova spravidla realizovať v rámci 1. etapy, t. j. ako krátkodobá, so špecifickými úlohami pri obnove:

- železničného zvršku,
- zemného telesa,
- malých umelých stavieb (priepustov, stien, odvodňovacích zariadení),
- železničných mostov.

6.1.1 Krátkodobá obnova železničného zvršku

Obnova železničného zvršku je jednou zo základných obnovovacích prác. Nasleduje spravidla po obnove železničného spodku a musí byť v časovom súlade s obnovou ostatných železničných objektov a zariadení.

Základnú časť železničného zvršku, ako už vieme (ods. 2.5), tvorí:

- koľaj (koľajnice, priečne podvaly, koľajové spojky a upevňovadlá),
- koľajové lôžko (spravidla štrkové),
- výhybky a výhybkové zhlavia.

6.1.1.1. Klasifikácia zničenia železničného zvršku

Pre jednotné hodnotenie stupňa zničenia železničného zvršku je stanovená nasledovná klasifikácia:

- slabé zničenie:

- čiastočné vybočenie koľajnic so súčasným vytrhnutím podvalov z koľajového lôžka,

- stredné zničenie:

- deformácia a vytrhnutie koľajnic súčasne s vybočením koľaje,
- vytrhnutie a čiastočne zničené podvaly,
- koľajové lôžko je prevažne zachovalé,

- úplné zničenie:

- koľajnice a podvaly sú zničené na súvislom úseku,
- upevňovadlá a spojky sú prevažne nepoužiteľné,
- koľajové lôžko je deformované.

6.1.1.2 Základné technické pravidlá pre krátkodobú obnovu železničného zvršku

Pri krátkodobej obnove železničného zvršku sa môžu využívať úľavy podľa základných technických pravidiel, stanovených predpisom Tyl-2-6 takto:

1. *V oblasti použitého materiálu:*

a) Koľajnice:

- ak nie sú k dispozícii koľajnice pôvodného tvaru, môžu sa použiť aj koľajnice iného tvaru a to:

- v priamych úsekoch a oblúkoch s polomerom $R > 300$ m koľajnice, ktoré majú hmotnosť vyššiu ako 40kgm^{-1} ,
- v oblúkoch s polomerom $R < 300$ m koľajnice s hmotnosťou vyššou ako 45kgm^{-1} .

Prehľad niektorých starších a nových tvarov koľajnic, ktoré sa používajú na tratiach ŽSR je v tab. 6.1.

Tab. 6.1 Najčastejšie tvary koľajnic používaných na tratiach ŽSR

Niektoré staršie a novšie typy koľajnic používaných na tratiach ŽSR						
<i>Parameter</i>	<i>Jednot.</i>	<i>A</i>	<i>T</i>	<i>S 49</i>	<i>R 65</i>	<i>UIC 60</i>
A – výška koľajnice	[mm]	140	150	149	180	172
B – šírka päty	[mm]	112	128	125	150	150
C – šírka stojny	[mm]	14	15	14	18	18
D – šírka hlavy	[mm]	68	64,5	67	75	72
hmotnosť koľajnice na bežný meter	[kg/bm]	44,35	49,71	49,43	64,98	60,34
dĺžka koľajnice	[m]	15/20	25	25	20/25	25

- koľajnicové pásy sa môžu obnovovať aj krátkymi výrezkami získaných zo zničených koľajnic (rubky). Najmenšia dovolená dĺžka výrezku závisí na smerových pomeroch obnovovaného úseku a je uvedená v tab. 6.2.

Tab. 6.2 Najmenšie dovolené výrezky koľajnic na obnovu železničného zvršku

Smerové pomery v obnovovanej železničnej trati	Priama trať až oblúk o $R \geq 600$ m	Oblúk $600 \text{ m} > R \geq 300 \text{ m}$	Oblúk o $R < 300$ m
Najmenšia vzdialenosť výrezov koľajnic v m	3,0	5,0	7,5

b) Podvaly:

- je dovolené používať podvaly všetkých druhov, ktoré sú predpísané pre koľaj s normálnym rozchodom,

- drevené podvaly nemusia byť impregnované,

- je dovolené používať podvaly z čerstvo zoťatých stromov ak ich kmeň má priemer väčší ako 23 cm. Takýto podval má mať min. rozmery:

- šírka úložnej plochy 15 cm
- šírka ložnej plochy 20 cm
- výška podvalu 13 cm
- dĺžka podvalu 250 cm – 260a; 1B, 2B, 3B 250

- dovolené je používať polovičné podvaly, rozchod koľaje je však treba v takom prípade zaistiť striedavým vkladáním celých podvalov, a to takto:

- v oblúkoch s polomerom $R = 190 \text{ m} - 600 \text{ m}$ musí byť každý druhý podval celý,



- v oblúkoch s polomerom $R = 600 \text{ m} - 1500 \text{ m}$ každý štvrtý,
- v oblúkoch s polomerom $R > 1500 \text{ m}$ a v priamej každý šiesty.

c) Koľajové lôžko:

- hrúbka koľajového lôžka na hlavných koľajách má byť rovnaká ako pred zničením,

- na úsekoch, kde bol zničený aj železničný spodok má byť jeho hrúbka min. 15 cm pod ložnou plochou podvalu,

- ak je nedostatok štrku požadovanej zrnitosti, môže sa použiť i štrk alebo štrkopiesok so zrnitosťou do 70 mm,

- pri akútnom nedostatku štrku sa môže použiť aj iný zrnitý materiál, ako napr. drť, piesok alebo škvára,

- šírka koľajového lôžka je spravidla 3,2 m, výnimočne 2,9 m.

2. V oblasti konštrukcie koľaje:

a) Koľaj:

- pôvodný počet podvalov na 1 km trati by mal byť zachovaný,

- ak nie je dostatok podvalov, môže sa počet podvalov znížiť až na 1520 ks na 1 km trati (rozdelenie „c“),

- rozdelenie podvalov môže byť približné, ale osová vzdialenosť susedných podvalov nesmie v hlavných koľajách byť väčšia ako 68 cm, v ostatných koľajách 78 cm,

- spravidla sa dodržiava stretavosť koľajnicových stykov. Ak sa použijú rubky, alebo koľajnice rôznej dĺžky, stretavosť môže byť ľubovoľná, šikmosť podvalov však nesmie presiahnuť 25 cm. U stykových podvalov nesmie byť ich osová vzdialenosť väčšia ako 57 cm, pričom počet šikmo uložených stykových podvalov sa obmedzuje na najnutnejší počet,

- pre šikmo uložené podvaly sa používajú drevené podvaly,

- styky koľajnic sa spravidla upevňujú dvoma koľajnicovými spojkami a štyrmi spojkovými skrutkami; pri ich nedostatku je dovolené používať spojky ľahšieho typu, ako boli pôvodné. V priamej koľaji a v oblúku s polomerom $R > 600$ m sa môže použiť len jedna spojka a to na vnútornej strane koľajnice,

- pri krátkodobej obnove sa koľajnice nezvárajú,

- v miestach prechodu z jedného tvaru koľajnic na iný je treba použiť prechodovú koľajnicu, ktorá sa zhotoví zvarením oboch tvarov tak, aby temená ich hláv boli v rovnakej výške,

- prechodové koľajnice vkladané do hlavných koľají nesmú byť kratšie ako 15 m, u ostatných koľají ako 10 m,

- ak nemáme k dispozícii prechodové koľajnice, alebo ich nemôžeme vyrobiť, zriadi sa prechodové styky prechodovými spojkami (vyrobia sa zvarením podobne ako prechodové koľajnice),

- veľkosť dilatačných škár nesmie byť väčšia ako 20 mm,

- podkladnice sa ukladajú spravidla na všetky podvaly; pri nepriamom upevnení sa podkladnice môžu k podvalu pripieňovať dvoma vrutmi (vrtuľami) a to v uhlopriečke podkladnice,

- je dovolené prispôbiť podkladnice s nepriamym upevnením na priame upevnenie,

- ak je akútny nedostatok podkladníc, je dovolené ukladať koľajnice na podvaly bez podkladníc a upevniť ich ako priame upevnenie koľajnicovými klincami alebo vrutmi.

b) Výhybky:

- na obnovu výhybiek sa môžu využívať všetky tvary výhybiek používaných na tratiach ŽSR, ak sú z koľajnic ťažších ako 35 kgm^{-1} a majú polomer väčší ako 150 m,

- je možné používať aj výhybky s uhlom odbočenia do 6° alebo pomerové výhybky,

- výhybky a koľajové križovatky sa spravidla obnovujú na pôvodných miestach a to podľa typových dispozičných plánov ŽSR,

- dovoľuje sa použiť neúplný počet spojkových skrutiiek v stykoch, s výnimkou stykov na srdcovkách,

- v priamych častiach výhybky je možné použiť rubky min. dĺžky 4,5 m a v oblúkovej časti min. 6 m,

- výhybky sa spravidla obnovujú na ručnú obsluhu.

3. V oblasti geometrického usporiadania:

a) Rozchod koľaje:

- normálny rozchod je 1435 mm a počas prevádzky nesmie byť menší ako 1432 mm, resp. väčší ako 1470 mm,

- rozšírenie sa ponecháva rovnaké, ako bolo pred poškodením; pri rozsiahlejšej obnove, keď nie je možné nadviazať na pôvodný stav, rozširuje sa rozchod v oblúku s polomerom $R < 300 \text{ m}$ o hodnotu Δ_e (viď. ods 2.3.1).

- rozšírenie sa štandardne upraví odsunutím vnútorného koľajového pásu ku stredu oblúka,

- výbeh rozšírenia sa vykoná:

- v oblúkoch bez prechodníc na priľahlých priamych úsekoch; ak to nie je možné tak z časti v priamom úseku a z časti v oblúku, poprípade len v oblúku,

- v oblúkoch s prechodnicami v tej časti prechodnice, ktorý nadväzuje na oblúk.

b) Prevýšenie:

- prevýšenie koľaje sa ponecháva rovnaké, ako pred poškodením,
- pri rozsiahlejšej obnove, kde sa nedá nadviazať na pôvodný stav, vykoná sa prevýšenie na najvyššiu predpokladanú rýchlosť na tomto úseku a to spravidla:

- normálne, s hodnotou : $p_n = \frac{8v^2}{r}$

- znížené s hodnotou : $p_n = \frac{8v^2}{r} - 20$

kde: p je prevýšenie [mm]
 v je rýchlosť jazdy [kmh⁻¹]
 r je polomer oblúka [m].

c) Smerové pomery:

- smerové pomery na obnovovanom úseku sa spravidla ponechávajú ako pred poškodením,

- ak sa však zmenou smerových pomerov skráti čas obnovy povoľuje sa zmenšenie polomerov oblúkov a to:

- na hlavných koľajách maximálne na 300 m, výnimočne aj na 190 m,
- na vedľajších koľajách maximálne na 150 m výnimočne tak, aby bola zachovaná prechodnosť železničných vozidiel (190 n),

- prechodnice sa vkladajú len tam, kde boli pred poškodením, avšak pri krátkodobej obnove sa presne nevytyčujú,

- výnimočne je možné obnovovať oblúky aj bez prechodníc, pokiaľ polomer oblúku nie je menší ako 200 m.

d) Sklonové pomery:

- sklonové pomery sa spravidla zachovávajú také, ako boli pred poškodením,
- ak sa však zmenou sklonových pomerov obnova urýchli, môže sa sklon nivelety zvýšiť až do 40‰, za predpokladu, že vlakovú premávku zabezpečujú dostatočne silné lokomotívy,

- lomy nivelety sa zaokrúhľujú spravidla takým oblúkom ako pred zničením,

Tam, kde nie je možné nadviazať na pôvodný stav, volí sa polomer zaokrúhlenia aspoň 2000 m, v obtiažnych podmienkach aspoň 1000 m.

e) Iné:

- na dvoj a viac koľajných tratiach sa zachováva ich pôvodná osová vzdialenosť,
- prechodný prierez trate sa zachováva ako pred poškodením.

4. V oblasti technologickej:

- koľajnice sa môžu deliť rezaním pomocou plameňa, alebo sa môže použiť mechanický lamač na koľajnice; hlavy koľajnic sa však musia zarovnať zabrúsením,
- otvory na spojkové skrutky sa môžu vytvoriť plameňom zvaracieho prístroja, alebo pomocou prestreľovača spojkových otvorov,
- pláň koľajového lôžka sa môže zhutňovať pojazdom dopravných prostriedkov,
- na vyrovnanie lokálnych smerových odchýliek koľaje (najmä na stykoch) sa môže použiť ručné baranidlo.

6.1.1.3 Spôsoby a technológia obnovy železničného zvršku

Na základe charakteru, rozsahu a stupňa zničenia, môže byť železničný zvršok obnovovaný spôsobom:

- ručným,
- strojným,
- kombinovaným.

1. Ručný spôsob obnovy.

Je charakterizovaný použitím:

- ručného náradia:
 - píly, sekery, krompáče, lopaty, podbijáky, ručné vŕtačky, skrutkové kľúče, kladivá, kliešte, mechanické a hydraulické ručné zdvíháky a smerovače, lamače a prestreľovače koľajnic a pod.,
- mechanizovaného náradia na motorový alebo elektrický pohon:
 - vŕtačky, rozbrusovačky, zatáčačky na skrutky a vruty, píly na kov, zvaracie prístroje a pod.,

- strojov malej mechanizácie:

- vozíky na koľajnice, traťové vozíky, malé nakladače a zdvíhače, malé vibračné zhutňovače, pásové dopravníky, jednostopé podbijačky a pod.

Ručný spôsob sa bude používať hlavne pri slabom, prípadne strednom zničení železničného zvršku.

Pri úplnom zničení sa bude používať len na obnovu kratších úsekov (asi do 50 m), kde by nasadenie strojov veľkej mechanizácie nebolo efektívne.

Jeho výhodou je využiteľnosť v akýchkoľvek podmienkach, možnosť nasadenia aj nekvalifikovaných pracovníkov a možnosť väčšieho využitia technických úľav pre 1. etapu obnovy (krátkodobú).

Nevýhodou je nízke tempo obnovy a veľká potreba pracovných síl.

*Pri malom a strednom zničení železničného zvršku sa vykonávajú tieto **hlavné práce**:*

- doplnenie chýbajúcich, výmena poškodených a dotiahnutie uvoľnených upevňovadiel a spojok,
- výmena poškodených koľajnic alebo ich častí,
- výmena alebo oprava poškodených podvalov,
- prípadné doplnenie materiálu koľajového lôžka a konečná smerová a výšková úprava obnoveného úseku.

Pri úplnom zničení sa vykonávajú tieto hlavné práce:

- odstránenie zničeného železničného zvršku, triedenie a výber použiteľných častí,
- úprava pláne koľajového lôžka,
- naniesenie a rozloženie podvalov na pláň na požadovanú osovú vzdialenosť a ich urovnávanie,
- ak sa jedná o nevystrojené podvaly, naniesú sa na ne podkladnice a upevňovadlá,
- pripevnenie podkladníc na podvaly,
- naniesenie a pripevnenie koľajnic k podkladniciam so súčasnou kontrolou požadovaného rozchodu,
- smerová úprava obnovenej koľaje,
- doplnenie materiálu koľajového lôžka,
- konečná smerová a výšková úprava s ručným podbitím podvalov.

2. *Strojný spôsob*

Je charakterizovaný použitím strojov veľkej mechanizácie, ktoré sú účelovo skonštruované na rekonštrukciu, obnovu alebo údržbu železničného zvršku.

Jedná sa o stroje:

- *na kladenie koľajových polí:*

- pokladače koľajových polí (mechanické, hydraulické),
- koľajové žeriavy,
- portálové žeriavy,

- *na úpravu (budovanie) koľajového lôžka:*

- stroje na úpravu pláne,
- zaštrkovacie súpravy,
- zhutňovače (vibračné valce, kráčajúce zhutňovače),
- výsypané železničné vozy,
- pluhy na úpravu štrkového lôžka,
- zhutňovače medzipodvalových priestorov a za hlavami podvalov,,

- *na smerovú a výškovú úpravu:*

- hydraulické smerovače,
- strojné podbíjačky (len úprava výšky s podbitím podvalov),
- automatické strojné podbíjačky (automatická úprava smeru a výšky s podbitím podvalov),

- *na montáž koľajových polí:*

- kozlíkové žeriavy,
- vítačky, zatačáčky, rezačky, ohýbačky koľajníc,

- *na prepravu koľajových polí a na manipuláciu s rôznym materiálom:*

- lokatraktory,
- železničné podvozky,
- rolíkové železničné vozne,
- nákladné automobily,
- autožeriavy,
- autorýpadlá,
- nakladače,
- pásové dopravníky.

Okrem toho sa pri rekonštrukcii (komplexnej výmene) železničného zvršku možno stretnúť aj so železničným stavebným vlakom zahraničnej výroby.

Jedná sa o viacúčelový stroj, ktorý vykoná výmenu podvalov a koľajníc priamo v železničnej trati, bez predchádzajúcej montáže koľajových polí na montážnej základni.

Bežný strojný spôsob sa využíva pri obnove úplne zničeného železničného zvršku na dlhších súvislých úsekoch, alebo pri stavbe železničného zvršku na novo budovaných úsekoch, ako sú napríklad železničné obchádzky zničených tunelov alebo príjazdy na mosty obnovené mimo pôvodnú os.

Jeho výhodou je:

- vysoký stupeň využitia výkonnej techniky a z toho vyplývajúce:

- vysoké tempo obnovovacích prác,
- nižšia prácnosť,
- menšia potreba pracovných síl.

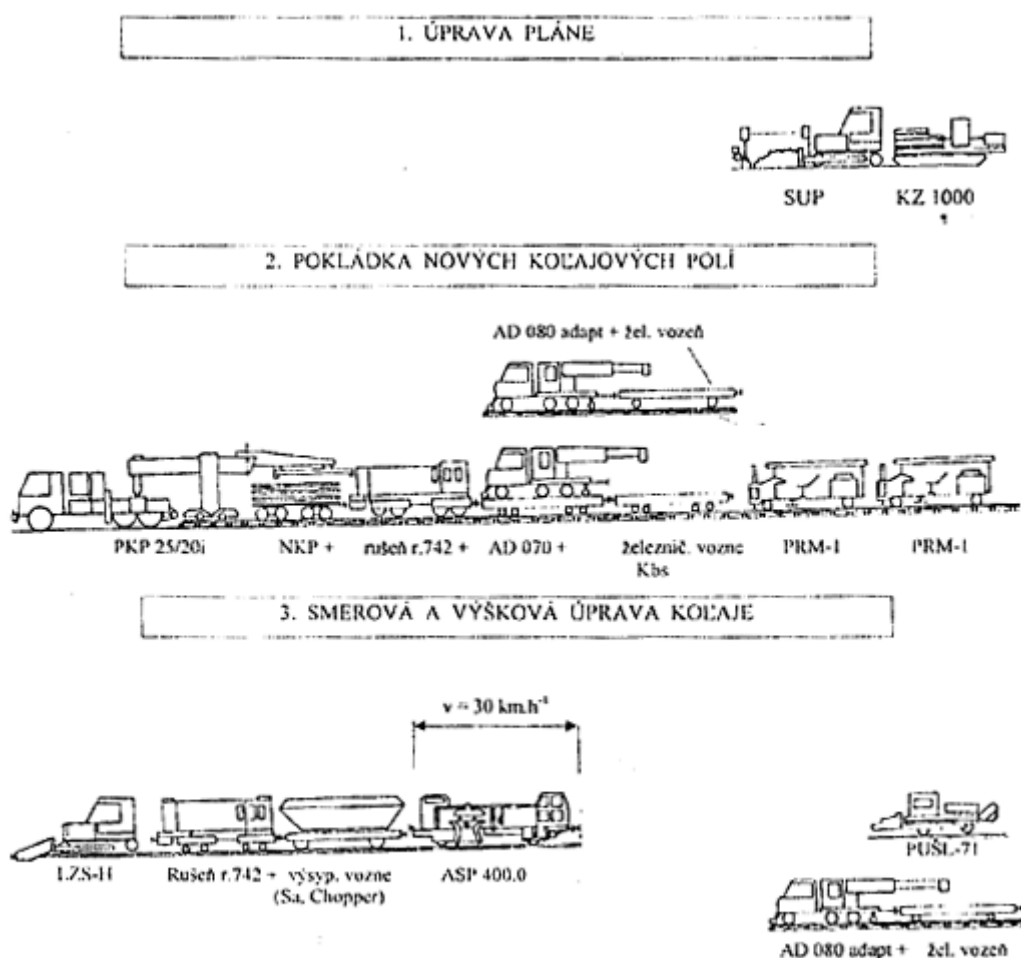
Nevýhodou je:

- potreba vybudovania montážnej základne na koľajové polia,
- ich montáž a preprava na miesto obnovy, čo predstavuje potrebu nasadenia ďalších pracovných síl a technických prostriedkov.

Technologický postup strojného spôsobu obnovy je nasledujúci:

- odstránenie trosiek zničenej koľaje,
- úprava pláne koľajového lôžka na požadovanú šírku a výšku,
- polozenie nových koľajových polí a ich zospojovanie,
- hrubá úprava smeru po položení koľajových polí,
- dosypanie materiálu koľajového lôžka a jeho nahrnutie do koľaje,
- smerová a výšková úprava na požadovanú rýchlosť (pre krátkodobú obnovu spravidla 30 kmh^{-1}).

Technologická zostava strojného spôsobu obnovy je na obr. 6.1.



Obr.6. 1 Obnova železničného zvršku strojným spôsobom

3. Kombinovaný spôsob obnovy

Pri kombinovanom spôsobe sa niektoré čiastkové práce vykonávajú ručným a niektoré strojným spôsobom. Napríklad železničných zvršok sa obnoví ručným spôsobom a jeho smerová a výškový úprava strojným spôsobom (automatickou podbýjačkou).

Takýto spôsob obnovy je výhodný ak zničený železničný zvršok tvorí väčší počet krátkych izolovaných úsekov. Po jeho obnove ručným spôsobom sa vykoná úprava smeru strojne.

Na manipuláciu s materiálom, hlavne betónovými podvalmi a koľajnicami sa výhodne použijú autožeriavy.

Na odstraňovanie trosiek zničeného železničného zvršku budú rozhodujúcimi prostriedkami autožeriavy, autorýpadlá, buldozéry, prístroje na delenie koľajníc, zatáčačky a pod.

Úspešne bol vyskúšaný spôsob kladenia zmontovaných koľajových polí do dĺžky 12,5 m automobilovým žeriavom zodpovedajúcej únosnosti.

V úložiskách ŽSR sú k dispozícii v krízových situáciách aj portálové žeriavy typu „Vošahlík“, určené na kladenie celých koľajových polí. Vyžadujú manuálnu obsluhu a nahrádzajú vo výnimočnej situácii pokládku koľajových polí strojnými pokladačmi.

6.1.2 Krátkodobá obnova zemného telesa

Následky spôsobené príčinami, ktoré sú uvedené v kapitole 5, sa môžu na zemnom telese prejaviť ako:

- závaly a nánosy,
- zosuny svahov,
- podomletie (vymletie) zemného telesa,
- sadanie a rozvalenie zemného telesa,
- lieviky (krátery),
- súvislé prievaly (prietrže).

V podstate pôjde o porušené miesta:

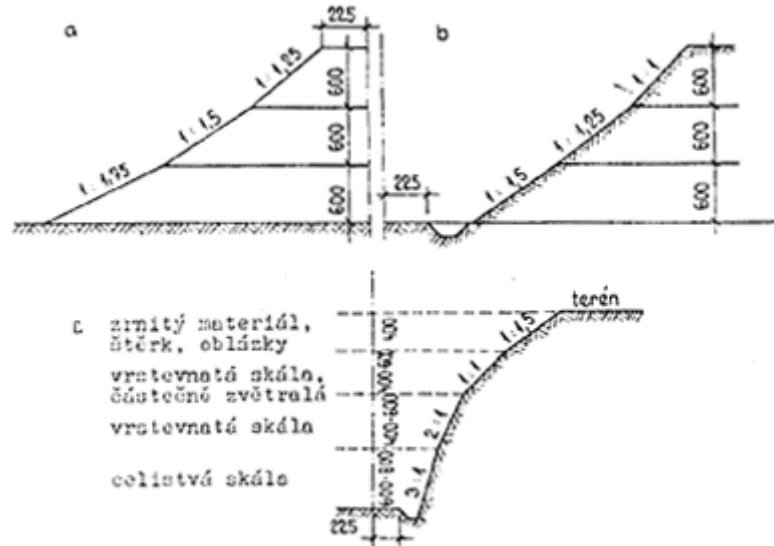
- s prebytkom materiálu (závaly, nánosy),
- s nedostatkom materiálu (lieviky, prievaly, prietrže).

6.1.2.1 Základné technické pravidlá pre krátkodobú obnovu zemného telesa

S cieľom čo najviac urýchliť obnovu zemného telesa, sa podľa základných technických pravidiel pre krátkodobú obnovu môžu využiť tieto úľavy:

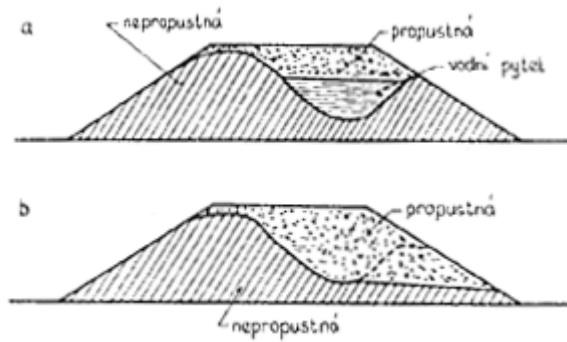
- na dvojkolajných tratiach sa obnovuje zemné teleso len pre jednu, menej poškodenú koľaj,
- je povolené zriaďovať prechody z jednej koľaje na druhú a obchádzať tak poškodené miesta,
- šírka pláne zemného telesa nesmie byť na jednokolajných tratiach menšia ako 4,5 m a u dvojkolajných 8,5 m. V súdržných zeminách a horninách sa môže znížiť na 3,8 m resp. 7,8 m,

- v oblúkoch sa zemná pláň nerozširuje,
- sklony svahov sa stanovujú podľa únosnosti podložia, výšky zemného telesa a použitej horniny,
- hodnoty sklonov svahov v závislosti na výške a hornine sú uvedené na obr. 6.2,

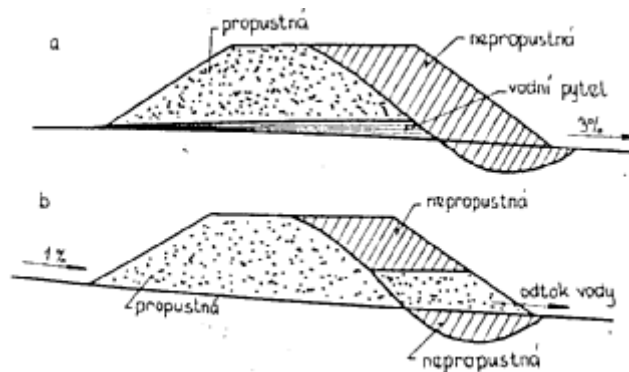


Obr. 6.2. Hodnoty sklonov svahov zemného telesa

- polomer zaoblenia na lomoch nivelety sa volí rovnaký ako pôvodný. V obtiažnych podmienkach min. 1000 m, výnimočne 500 m,
- ak sú zničené krátke tunely s nízkym nadložím môžu byť, ak to urýchlí obnovu, obnovené ako zárezy,
- ak je nedostatok horniny rovnakého druhu, z akej je vybudované poškodené zemné teleso, môže sa použiť iná hornina, ktorý má podobné vlastnosti ako pôvodná,
- na obnovu zemného telesa vybudovaného z priepustných hornín je dovolené použiť všetky druhy hornín,
- zemné teleso z nepriepustných hornín sa zásadne obnovuje nepriepustnými alebo málo priepustnými horninami. Výnimočne môžu byť použité aj priepustné horniny, potom však musí byť zabezpečené veľmi dobré odvodnenie. Neprávne a správne použitie priepustných hornín je na obr. 6.3 a,b.



Obr. č. 6.3a Použitie priepustnej horniny na obnovu zemného telesa porušeného v celej šírke
a) nesprávne, b) správne



Obr. 6.3b Použitie priepustnej horniny na obnovu zemného telesa porušeného čiastočne z boku

a) nesprávne, b) správne

- na obnovu zemného telesa nie je dovolené použiť blato, bahno, rašelinu, spraš, ornica,
- v nezaplavovaných územiach je možné pre násypy do výšky 6,0 m použiť aj kriedové horniny. Svahy a korunu násypu je však treba chrániť nepriepustnou zeminou,
- z podložia násypu sa nemusí odstraňovať ornica, len sa odstráni prípadný porast,
- zemina násypu sa musí sypať vo vodorovných (rovnobežných) pásoch, s náležitým zhutnením každej vrstvy, zvlášť dôkladne musia byť zhutňované vrstvy pri obnove lievikov a pri zasypávaní prievalov (prietrží),
- vo výnimočných prípadoch, napr. pri malej výške zemného telesa a hĺbke prekážky, a vtedy keď sa použije málo stlačiteľná hornina, je možné zasypať (s nadvýšením) prekážku bez zhutnenia,

- pri absolútnom nedostatku vhodných zemín je povolené obnoviť lieviky podvalovými rovnaninami a prievaly provizórnym premostením.

6.1.2.2 Technické prostriedky na obnovu zemného telesa

Na vykonanie rýchlej obnovy zemného telesa je nutné čo najviac využiť výkonné stroje pre zemné práce, ktoré sa delia na:

- Stroje na rozpojovanie, ťaženie a nakladanie horniny:
 - rýpadlá,
 - kolesové nakladače a nosiče,
 - dozéry,
 - skrapery,
 - rozrývače,
 - pneumatické zbíjačky.

Pozn.: Na rozpojovanie skalných hornín sa okrem zbíjačiek používajú aj trhaviny.

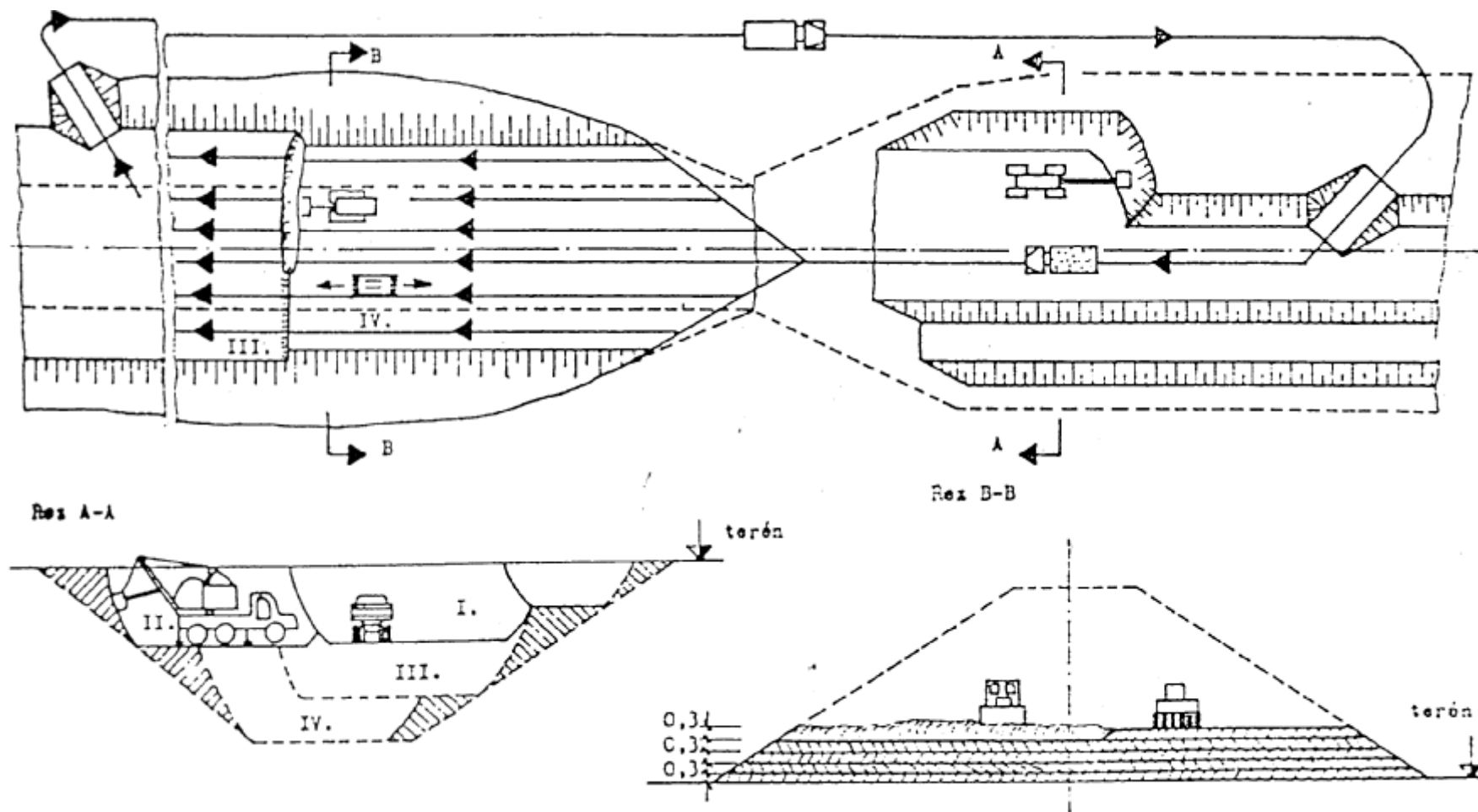
- Stroje na rozhrňovanie (urovňovanie) zeminy:
 - dozéry (buldozéry, resp. traktory s radlicou),
 - gradery.
- Stroje na zhutňovanie:
 - valce motorové vibračné veľké (s hladkým oceľovým valcom, pneumatikové, ježkové),
 - valce motorové vibračné malé,
 - motorové vibračné dusadlá (sú vhodné na hutnenie menšieho objemu zeminy na malom uzavretom priestore).
- Prepravné prostriedky:
 - sklápacie nákladné automobily,
 - skrapery (stroje na naberanie, prevážanie a rozprestieranie zeminy - škrabáky).

V závislosti na konkrétnych podmienkach obnovy a zvolenej technológii sa z týchto strojov vytvárajú **komplexné zostavy** s uzavretým pracovným cyklom, zvyčane optimalizované z hľadiska výkonu jednotlivých strojov a potrebného počtu pracovníkov.

Príklad možnej komplexnej strojnej zostavy a schéma priestorovej štruktúry jej pracovného cyklu je na obr. 6.4 a,b.

Druh stroja	Typ stroja	Počet strojov	Počet pracovníkov	Popis práce
automobilové rýpadlo	D 031 a	1	1	ťažba horniny, nakladanie na vyklápacie automobily
vyklápací automobil	T 148 S	2	2	odvoz horniny do násypu (hutnenie sypaniny pojazdom)
buldozér	D 271	1	1	rozhrnutie sypaniny, urovanie do profilu (hutnenie pojazdom)
pneumatikový valec	GRW 10	1	1 3 až 5	hutnenie sypaniny v násype, pomocné práce
Celkový počet strojov a pracovníkov		5	8 až 10	

Pracovná výkonnosť strojnej zostavy : 300 m³ za 10 hodín.



Obr. 6.4a,b Schéma priestorovej štruktúry pracovného cyklu strojnej zostavy

- ťažba horniny zo zárezu (zemníka),
- jej preprava a zapracovanie do násypu.

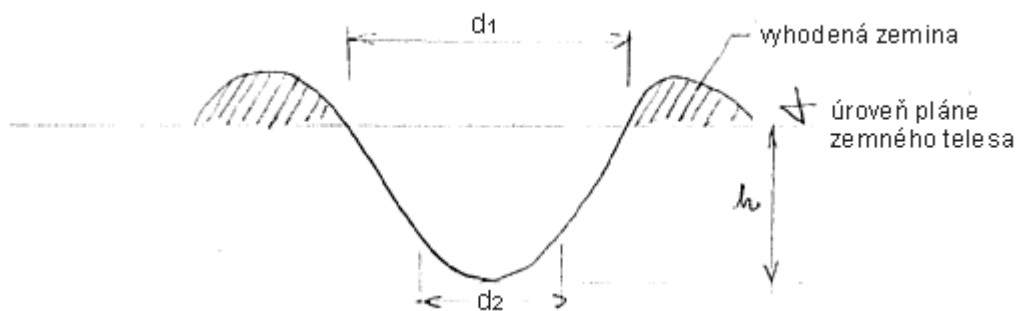
Na práce menšieho rozsahu alebo na pomocné a dokončovacie práce sa používa aj ručné náradie, ako krompáče, lopaty, motyky, hrable, fúriky a pod.

6.1.2.3 Spôsob obnovy zemného telesa

1. Obnova zemného telesa porušeného lievickmi

Lieviky vznikajú pri výbuchoch trhavín a náloží v zemnom telese. Tento spôsob porušenia zemného telesa je typický len v podmienkach ozbrojeného konfliktu alebo pri teroristických akciách.

Lievik tvorí prekážku s nedostatkom materiálu a jeho znázornenie v priečnom reze je na obr. 6.5.



Obr. 6.5 Priečny rez lievika

Jeho tvar je podobný tvaru zrezaného kužeľa. Jeho približný objem sa môže vypočítať podľa vzťahu:

$$V_L = \frac{\pi \cdot h (d_1^2 + d_1 \cdot d_2 + d_2^2)}{12}$$

- kde: V_L ... objem lievika,
 h ... hĺbka lievika, počítaná od úrovne pláne po dno lievika,
 d_1 ... horný priemer lievika,
 d_2 ... dolný priemer lievika.

Zemné teleso sa obnovuje:

- zasypaním lievika,
- vyplnením lievika podvalovou rovnatinou,
- provizórnym premostením lievika.
-

a) Zasypanie lievika

Tento spôsob je vhodný, ak sa v blízkosti nachádza dostatočné množstvo vhodnej horniny.

Pri kvalitnom vykonaní obnovovacích prác môže mať aj charakter úplnej obnovy.

Pre zasypanie je najvhodnejšie použiť nepriepustnú horninu a to najmä v zárezoch, kde je odvodnenie lievika veľmi obtiažne.

Na zasypanie lievika v násypoch sa môže použiť aj zemina priepustná, ale sa musí zabezpečiť jeho dobré odvodnenie.

Technológia obnovovacích prác je zvyčajne nasledovná:

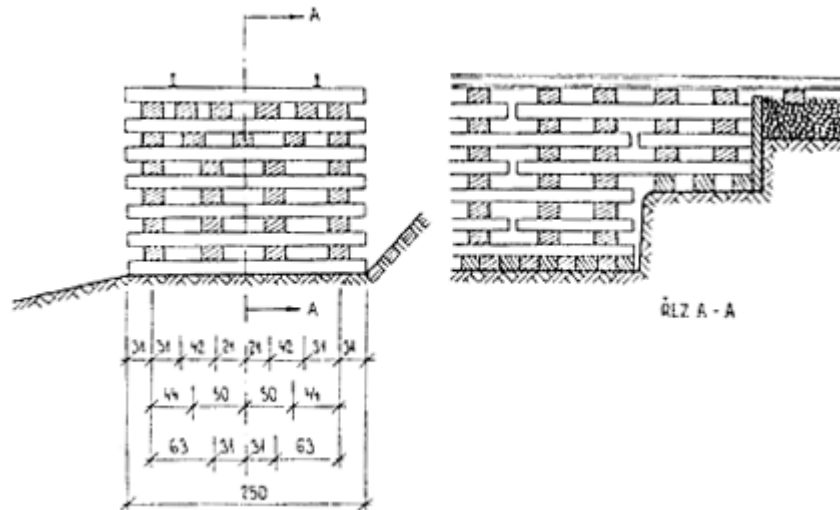
- lievika sa vyčistí od trosiek žel. zvršku, napadanej zeminy, skál a pod.,
- odstráni sa skyprená zemina zo stien lievika,
- zabezpečí sa odvodnenie lievika a to buď pomocou drenážnych trubiek, alebo zariadením odvodňovacieho rebra,
- ak sa dno lievika nachádza pod hladinou spodnej vody, zasype sa dno štrkom a to do výšky aspoň 20 cm nad hladinu spodnej vody (opatrenie proti vztlínaniu vody do nasypanej zeminy),
- na štrk sa postupne sypú a hutnia jednotlivé vrstvy zeminy hrúbky 20-30 cm:
 - na sypanie prvých vrstiev sa použije prečistená zemina z okolia lievika, ktorá bola vyhodaná výbuchom (cca 10-20 % celkového objemu lievika),
 - na zhutnenie sa výhodne použije motorové vibračné dusadlo,
- posledná vrstva sa nasype a zhutní tak, aby prevýšila pláň zemného telesa. Výška prevýšenia má byť asi 1/20 celkovej hĺbky lievika (kvôli dodatočnému sadaniu nasypanej horniny počas premávky),
- na upravenej pláni zemného telesa sa zriadi koľajové lôžko, zmontuje sa koľaj (spravidla ručne) a jej smer a výška sa zaistí podbitím podvalov.

b) Vyplnenie lievika podvalovou rovnaninou

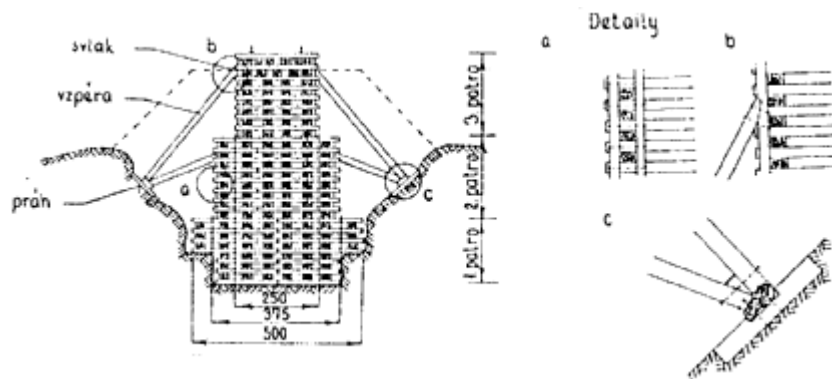
Tento spôsob obnovy sa používa len výnimočne a to pri absolútnom nedostatku vhodnej horniny, resp. ak sa v blízkosti nachádza dostatok podvalov a urýchli sa tým vlastná obnova.

Z hľadiska statického aj konštrukčného sú podvalové rovnaniny už navrhnuté ako typizované konštrukcie, čo do značnej miery urýchľuje ich stavbu.

Na obr. 6.5 a,b sú podvalové rovnaniny pre rôzne stavebné výšky.



Obr. 6.5a Podvalová rovnanina pre výšku do 2,5 m



Obr. 6.5b Podvalová rovnanina pre výšku do 7,5 m

Pri ich stavbe je treba dodržať tieto zásady:

- v prvej vrstve (na teréne) sa podvaly ukladajú tesne vedľa seba, kolmo na os zemného telesa,
- na poslednú vrstvu sa montuje železničný zvršok, jednotlivé vrstvy sa navzájom spájajú skobami,
- pri výške rovnaniny od 2,5 m do 5,0 m sa stavajú dvojposchodové,

- pri výške od 5,0 do 7,5 sa rovnaniny stavajú ako trojposchodové; maximálna výška rovnaniny môže byť 7,5 m, pričom jednotlivé poschodia majú výšku 2,5 m,
- pre zabezpečenie potrebnej bočnej stability sa dvoj a troj poschodové rovnaniny vystužujú bočnými vzperami (viď. obr. 6.5b).

Technologický postup prác je nasledovný:

- zriadi sa odvodnenie lievika,
- dno lievika sa upraví na potrebné rozmery pôdorysu založenia a rovnaniny,
- vo svahoch lievika sa podľa situácie upraví stupne na potrebnú výšku a šírku,
- z prebytočnej zeminy sa na dne lievika vytvorí dobre zhutnená roznášacia vrstva,
- na roznášaciu vrstvu sa rozprestrie 15-20 cm hrubá vyrovnávacia vrstva z piesku, štrkopiesku alebo škváry,
- na takto upravenú základovú plochu sa podľa typizovaného vzoru rovnaniny začnú ukladať jednotlivé vrstvy podvalov,
- vrstvy sa ukladajú do vodorovnej roviny a kontrolujú vodovážnou latou,
- podvaly musia ležať na sebe plnou plochou a tam, kde sa podval „kolíše“ musí sa jeho úložná plocha upraviť,
- na poslednej vrstve, ktorá musí byť kolmá na os koľaje sa zmontuje železničný zvršok.

Na takto obnovenom zemnom telese sa v úseku znižuje rýchlosť na 10 kmh^{-1} .

c) Premostenie lievika

Lieviky, ale aj kratšie prievaly a prietrže zemného telesa sa môžu premosťovať provizórne pomocou:

- koľajníc,
- oceľových nosníkov,
- drevených nosníkov,
- betónových nosníkov (prekladov).

Z hľadiska únosnosti je potrebné navrhnutú konštrukciu staticky posúdiť.

Ak sa jedná o typizované konštrukcie, tieto sa už staticky neposudzujú.

Podrobnejšie o provizórnych mostných konštrukciách viď. kap. 4.1 a 7.

2. Obnova zemného telesa porušeného prievalmi (prietržami)

Prievaly a prietrže zemného telesa vznikajú predovšetkým pôsobením tečúcej povrchovej vody.

Pri záplavách sa môže vytvoriť nový nepredpokladaný smer toku, ktorý môže zasiahnuť aj železničnú trať (cestu) a to nasledujúcimi spôsobmi:

- Ak pretečie cez koľaj vrchom a postupne odplaví materiál z pod železničného zvršku (štrk, zemina) a to v celej šírke hornej časti priečného rezu zemného telesa. Ak spodná časť zemného telesa zostane po skončení záplavy zachovaná, vznikne čiastočný prieval (obr. 6.6a)



Obr. 6.6a Čiastočný prieval násypu zemného telesa (pozdĺžny rez)

Pozn.: Takýto prípad môže nastať aj keď dojde k zahlteniu alebo upchatiu priepustu v násype. Okrem zemného telesa, bude v takom prípade väčšinou porušený aj samotný priepust.

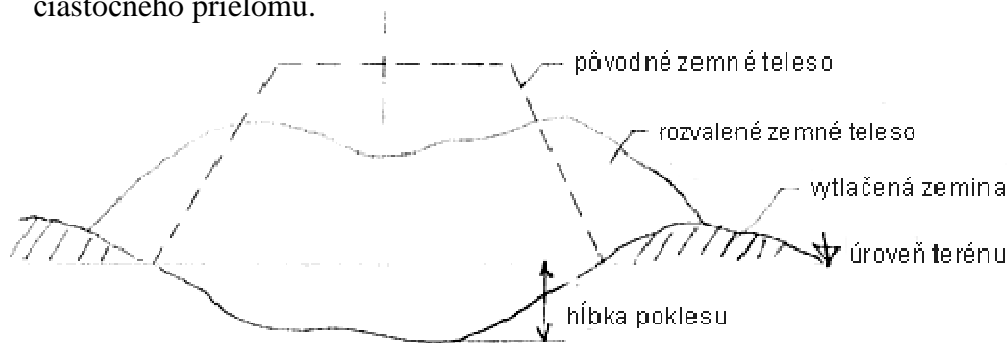
- Ak tečúca voda naráža na päty násypu zemného telesa a podomieľa ho, násyp sa postupne v celom priečnom reze zrúti a voda všetok materiál odplaví, vznikne úplný prieval (prietrž) (obr.6.6b).



Obr. 6.6b Úplná prietrž násypu zemného telesa (pozdĺžny rez)

- Ak je záplavová voda stojatá alebo len s veľmi pomalým tokom, môže po dlhšom zaplavení päty násypu zemného telesa a príahlého územia, dôjsť k veľkému podmočeniu podložia. To môže spôsobiť veľkú deformáciu násypu a jeho úplné

rozvalenie (obr. 6.6c). V pozdĺžnom reze násypu má rozvalenie charakter čiastočného prielomu.



Obr. 6.6c Rozvalené zemné teleso (pričný rez)

Obnova zemného telesa porušeného prievalmi sa môže vykonať: - zasypaním prievalu,
- alebo premostením.

a) Zasypaním prievalu

Obnova zasypaním prievalu má vlastne charakter novostavby a tvorí ju:

- ťažba zeminy zo zemníka,
- jej preprava a zapracovanie zeminy do prerušeného násypu.

Pracovnú zostavu budú tvoriť stroje:

- autorýpadlá (kolesové nosiče),
- sklápacie automobily,
- stroje na rozhrňovanie zeminy,
- stroje na hutnenie, (výhodnejšie malé vibračné valce a dusadlá),
- stroje na dokončovacie práce.

Technologický postup bude nasledovný:

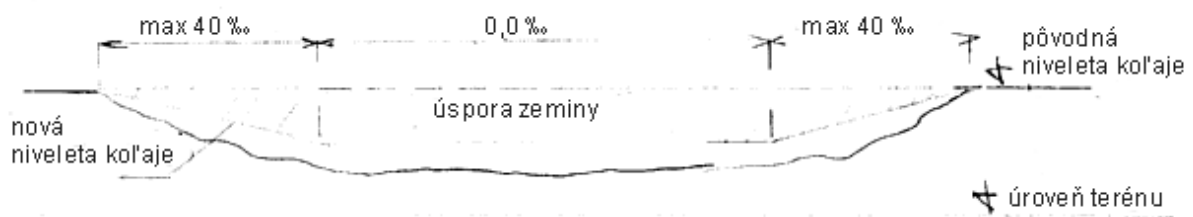
- demontáž zrúteného železničného zvršku,
- vyčistenie, úprava a prípadné spevnenie základovej škáry,
- úprava čiel prievalu (odstránenie nakyprenej zeminy, ich stupňová úprava),
- sypanie vyťaženej zeminy, jej rozhrnutie do vrstiev,
- hutnenie vrstiev,
- konečná úprava svahov a pláne zemného telesa,
- vybudovanie železničného zvršku,
- úprava odvodňovacieho systému.

Ak bol prieval vytvorený vodným tokom, je potrebné najskôr odvieť vodu mimo obnovované miesto (napr. do najbližšieho neporušeného priepustu).

Pri menšom prietochom množstve vody sa môže dočasne zabezpečiť jej prečerpávanie cez násyp mimo pracovný priestor.

Do obnovovacích prác je treba zahrnúť aj vybudovanie nového priepustu a obnovu príslušného odvodňovacieho systému.

V záujme urýchlenia obnovy je možno znížiť i niveletu a znížiť tak objem zemných prác (obr. 6.7).



Obr. 6.7 Zmena pôvodných sklonov pomerov v priereve

Takýto spôsob obnovy pripadá do úvahy len pri dlhých prievaloch ktoré sa výnimočne môžu vyskytnúť v ozbrojených konfliktoch alebo po veľkých prírodných katastrofách, ako sú napr. zemetrasenia alebo po pretrhnutí hrádzi vodných priehrad.

b) Premostenie prievalu (prietrže)

Celý úsek alebo časť pretrhnutého zemného telesa sa môže v závislosti na dĺžke preklenúť aj provizórnym premostením.

Problematikou obnovy provizórnymi premosteniami sa zaoberá kapitola 7

3. Obnova zemného telesa porušeného sadaním podložia

Keď pri väčšom sadaní zemného telesa do podložia dôjde k jeho rozvaleniu, vznikne prekážka, ktorá má charakter čiastočného prievalu, s týmito zvláštnosťami:

- zemina zostáva na mieste a môže sa opätovne použiť,
- musia sa vykonať opatrenia na zvýšenie únosnosti podložia.

Technologický postup prác môže byť nasledovný:

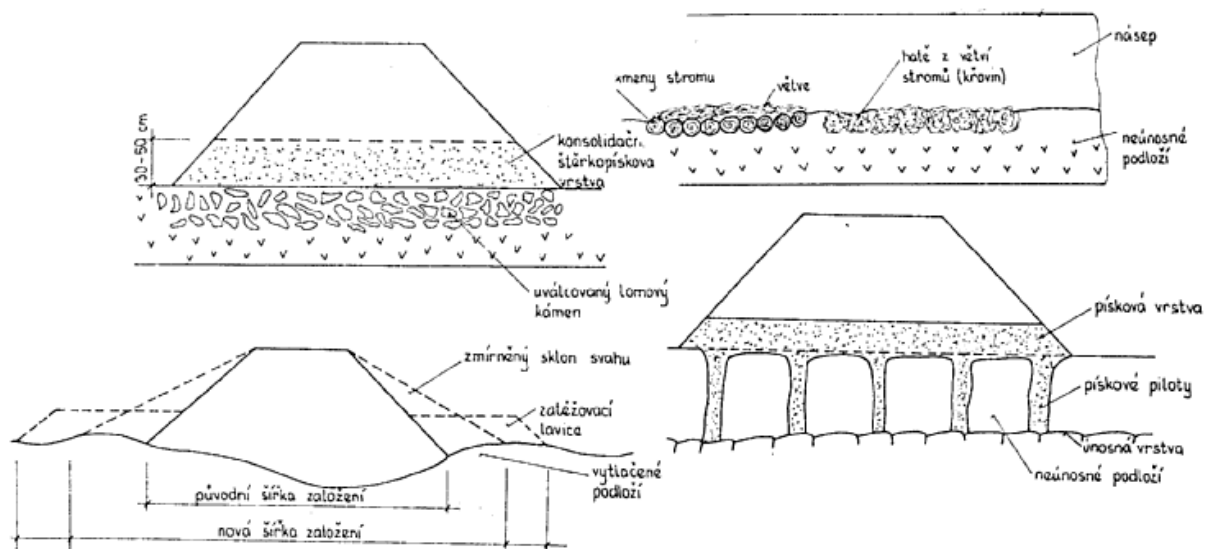
- demontáž žel. zvršku na porušenom úseku,
- premiestnenie hornej vrstvy zeminy na sprístupnenie podložia,
- zvýšenie únosnosti podložia.

4. Spôsoby zvýšenia únosnosti podložia

- spevnením podkladnej vrstvy lomovým kameňom (obr. 6.8a),
- zriadením roznášacej vrstvy roštového tvaru z kmeňov stromov, podvalov, zväzkov vetví zo stromov, krovín a pod. (obr. 6.8b),
- vybudovaním pieskových pilót (obr. 6.8c),
- zmenšením sklonov svahov budovaného zemného telesa, čím sa dosiahne roznesenie tlaku na väčšiu plochu podložia obr. 6.8d),
- odstránením neúnosnej vrstvy podložia.

K náročnejším (nie v 1. etape obnovy realizovateľným) spôsobom patrí:

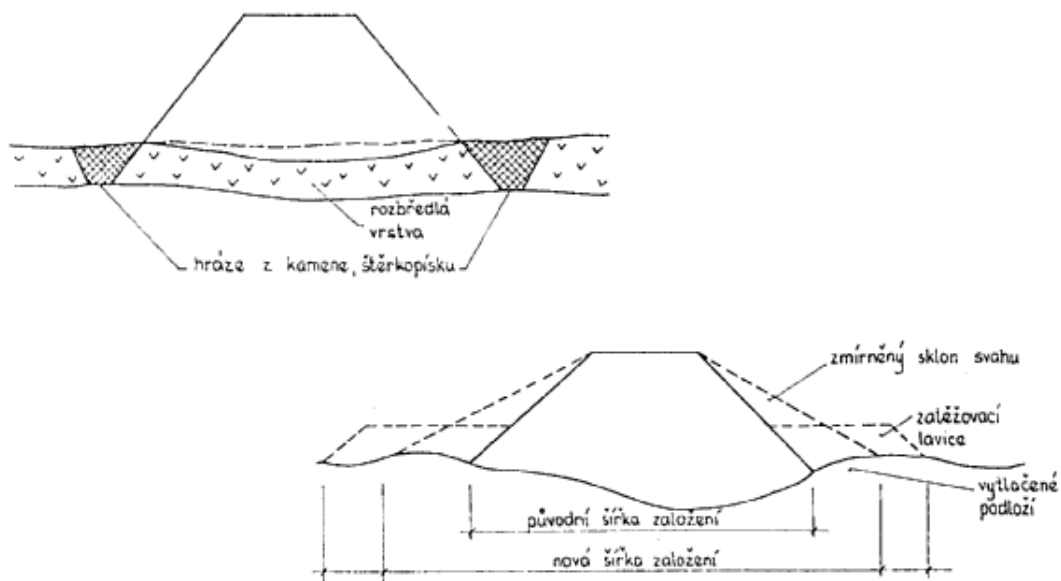
- použitie geotextílií,
- odvodnenie a vysušenie (elektrosmózou a vypaľovaním),
- injektáž cementovými zmesami.



Obr. 6.8 Spôsoby zvýšenia únosnosti podložia

Ďalšiemu zatlačovaniu násypu do podložia možno zabrániť tiež vybudovaním:

- zatláčavacích lavíc pri päte násypu, vytvárajúcich protitlak zemine vytláčanej z podložia (obr. 6.9a),
- postranných hrádzí z kameňa alebo štrku, ktoré okrem toho, že bránia vytláčaniu zeminy z podložia, slúžia aj na odvádzanie vody (obr. 6.9b).

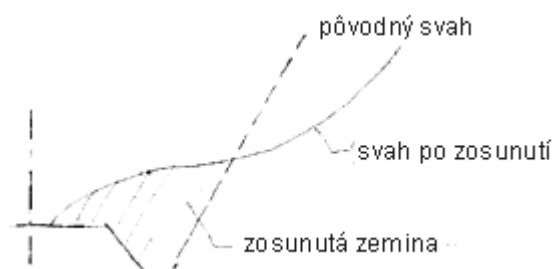


Obr. 6.9 Spôsoby stabilizácie podložia násypu

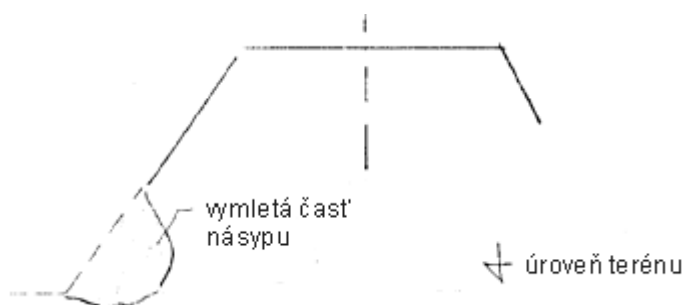
5. Obnova zemného telesa porušeného zosunom alebo podomletím svahov

Zosunom svahu môže byť porušené zemné teleso v násype aj v záreze. V obidvoch prípadoch ide o porušenie stability svahov, pričom v záreze spravidla zosun svahu spôsobuje aj zavalenie koľaje (obr. 6.10a).

Podomletie je charakteristické pre zemné teleso v násype. Jedná sa o prípad, keď tečúca voda naráža na päť násypu a vymetie a odplaví časť násypu (obr. 6.10b).



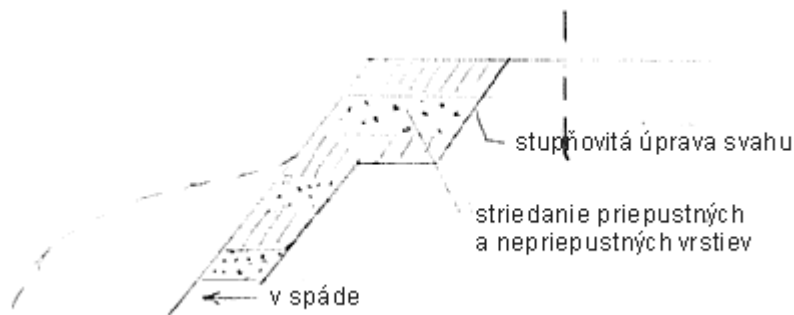
Obr. 6.10a Svah zárezu (násypu) po zosune



Obr. 6.10b. Svah násypu po vymletí

a) **Obnova svahu násypu**

Vhodným spôsobom obnovy zosunutého svahu je obnova po vrstvách (obr. 6.11a).



Obr. 6.11a Svah násypu obnovený po vrstvách

Vrstvy sa ukladajú striedavo zo zeminy a priepustného málo stlačiteľného materiálu (piesok, štrkopiesok, škvára). Ich hrúbka sa volí od 20 cm do 40 cm a po rozprestretí sa dobre zhutnia.

Priepustné vrstvy umožňujú odvodnenie zeminy, čím sa urýchli jej konsolidácia a zvyšujú aj stabilitu svahu, pretože majú väčší uhol vnútorného trenia.

Na sypanie zeminových vrstiev sa použije zemina zo zosunu.

Pred sypaním vrstiev sa svah stupňovite upraví.

Rovnako po vrstvách a podľa rovnakých zásad sa obnovuje aj podomletý svah (obr. 6.11b).



Obr. 6.11b Podomletý svah násypu obnovený po vrstvách

Iným možným spôsobom je zaistenie podomletého svahu opornou stenou.

Problematika oporných (zárubných) stien je podrobnejšie rozpracovaná v nasledujúcej časti 6.1.3.

b) **Obnova svahu zárezu**

Obnova svahu sa vykoná po vrstvách, tak ako u svahu násypu.

Prebytočná zemina z koľaje a odvodňovacej priekopy sa musí odstrániť tak, aby bola obnovená jej funkčnosť.

Druhým spôsobom je obnova zrezaním a úpravou porušenej časti svahu (obr. 6.11c).



Obr. 6.11c Svah zárezu obnovený zrezaním a úpravou svahu

Na obnovu zosunutých svahov v záreze sa môžu využiť aj zárubné steny (viď. časť 6.1.3)

6. Odstraňovanie závalov a nánosov

Závaly a nánosy sú prekážky vytvorené prebytočným materiálom.

K závalom železničných tratí a ciest najčastejšie dochádza v členitom horskom teréne.

Voda pri dlhotrvajúcich dažďoch, ale aj pri jarnom topení spôsobuje premočenie pôdy a na strmých svahoch po prekročení šmykovej pevnosti dochádza k terénnym zosunom.

V skalnatom teréne môže dochádzať k padaniu zvetraných skál a v zalesnenom území (pri silnom vetre, alebo pod ťarchou snehu) môžu padajúce stromy vytvoriť nepriechodné závaly.

Charakter závalov majú aj snehové záveje a lavíny.

Nánosy z rôzneho materiálu spôsobujú predovšetkým povodne.

Na odstraňovanie závalov (závejov, lavín) sa používajú výkonné stroje a mechanizmy, a to:

- dozéry, grejdry, skrejpry,
- rýpadlá, nakladače,
- pásové dopravníky, žeriavy,
- snehové pluhy a frézy (spravidla na žel. podvozkoch),
- nákladné a sklápacie automobily,
- lesné traktory,
- motorové píly.

Na odstraňovanie závalov na železničnej trati, kde nie je prístup po cestách, sa používajú stroje na železničných podvozkoch a cestné stroje, dopravené na miesto po železnici.

Ak sa jedná o závaly veľkého rozsahu, vykoná sa v prvom poradí odstránenie prekážajúceho materiálu na zabezpečenie železničného prechodného prierezu.

Až v druhom poradí sa dokončia práce na trati tak, aby bola zabezpečená pôvodná traťová rýchlosť.

V 2. poradí je treba, ak to situácia vyžaduje, vykonať aj opatrenia na zabránenie vzniku ďalších závalov.

K takýmto opatreniam patrí napríklad vybudovanie zárubných stien, záchytných sietí, podmurovanie uvoľnených blokov balvanov, kotvenie skalných svahov, atď.

6.1.3 Obnova malých umelých stavieb železničného spodku

Medzi malé umelé stavby železničného spodku (viď ods. 2.6.2.1) patria:

- priepusty,
- malé mosty,
- oporné a zárubné steny,
- odvodňovacie zariadenia.

6.1.3.1 Obnova priepustov

1. Spôsoby porušenia priepustu.

Priepust môže byť porušený:

- závalom, spôsobeným poklesom nadložia,
- zanesením (zatarasením) prietočného profilu,
- podomletím (vymletím) zemného telesa v okolí priepustu,
- haváriami na železničnej trati,
- bojovou činnosťou vo vojnových konfliktoch, alebo pri teroristických akciách.

Vo všetkých prípadoch môže ísť o čiastočné, alebo úplne zničenie priepustu.

2. Spôsoby obnovy priepustu.

Voľbu spôsobu obnovy bude ovplyvňovať najmä:

- charakteristika priepustu, (napr. rámový, betónový s nízkym nadložíím a stálym prietokom vody atď.),
- rozsah zničenia, (napr. čiastočný – zničená nosná časť konštrukcie, ostatné časti sú zachovalé, prietok vody čiastočne zahataný),
- dostupnosť materiálu vhodného na obnovu,
- požiadavky na rýchlosť obnovy,
- počet ľudí a technika, ktorá je k dispozícii.

Najvhodnejšie spôsoby obnovy sú:

- obnova v otvorenej stavebnej ryhe (ručná, mechanizovaná),
- štôľňovanie,
- provizórne premostenie.

K ďalším možným spôsobom patrí:

- pretláčanie rúr cez násyp špeciálnym zariadením (vhodný len pre malé prietochné profily),
- prerážanie násypu sústredenými trhavinovými náložami.

Zásady, ktoré je potrebné pri obnove priepustov dodržať:

- čo najskôr treba zabezpečiť odtok vody a to:
 - uvoľnením pôvodného koryta,
 - odvedením toku do najbližšieho neporušeného priepustu, alebo vodného toku,
 - prečerpávaním cez násyp čerpadlami,
- pri sústredení niekoľkých vodných tokov do jedného priepustu musí byť jeho prietochný profil dostatočne veľký a koryto zabezpečené proti podomieľaniu,
- ak sa priepusty obnovujú ako dočasné, navrhuje sa ich svetlý prierez tak, aby výška vody pri menovitom prietoku nepresahovala 0,8 svetlej výšky priepustu,
- pri použití oceľových a železobetónových rúr musia byť vtoky a výtoky dôkladne zaistené a medzery medzi rúrami utesnené, základová plocha dôkladne zhutnená a zabezpečená proti sadaniu,
- potrebný prietochný profil sa môže zistiť:
 - odvedením zo zvyškov pôvodného priepustu,
 - zo susedných neporušených priepustov,

- z technickej dokumentácie daného železničného úseku, resp. cestného priepustu v okolí (a naopak),
- výpočtom (ak nie sú žiadne iné podklady k dispozícii).

a) Obnova priepustu v otvorenej stavebnej ryhe

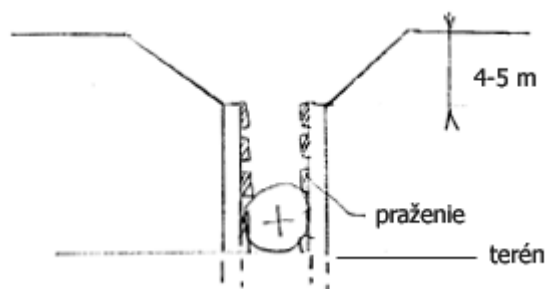
Obnova priepustu v otvorenej stavebnej ryhe sa používa pri úplnom zničení priepustu, pričom nadložie zostalo neporušené alebo došlo len k jeho sadnutiu.

Stavená ryha umožňuje prístup k zničenému priepustu a to v celej jeho dĺžke.

V závislosti na výške nadložia, môže byť stavebná ryha vyhlbená:

- ručne (do 2 m),
- strojne (nad 2 m).

Hĺbenie vo vysokých násypoch do hĺbky 4-5 m sa vykonáva v sklone svahu 1:1, zvyšok sa vykoná zvisle, avšak steny sa proti zosunu musia zabezpečiť pažením (obr. 6.12a).



Obr. 6.12a Otvorená stavebná ryha

Vlastná obnova priepustu sa môže vykonať:

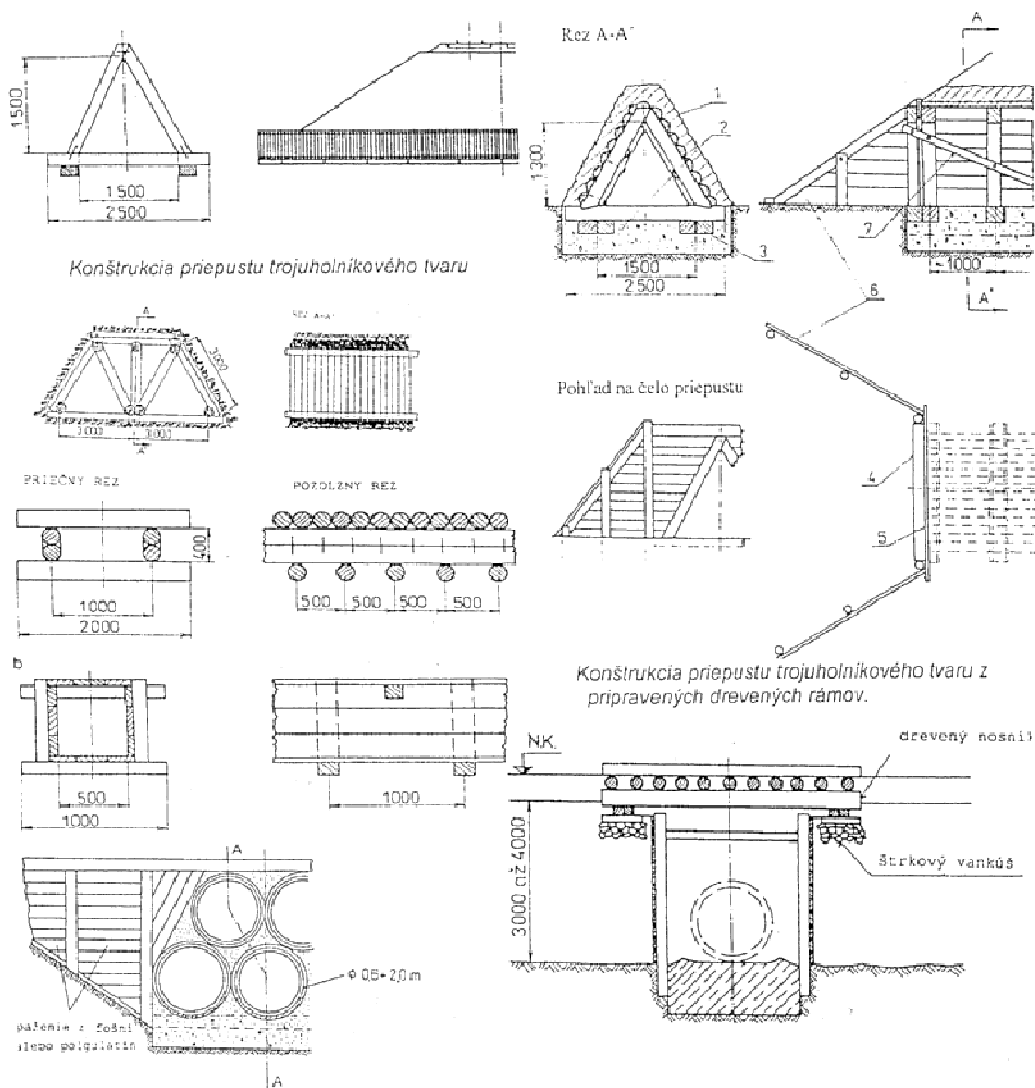
- vybudovaním priepustu pôvodného charakteru (pri dostatku času),
- provizórnymi konštrukciami. Do úvahy pripadajú:
 - oceľové a betónové rúry, rúry z ohnutého plechu,
 - skruže,
 - typizované konštrukcie z dreva,.

Provizórne konštrukcie sa ukladajú na zhutnený (spevnený) podklad s vyrovnávacou vrstvou z piesku, alebo štrkopiesku. Ak je podklad rozbahnený spevní sa kameninovou rovnaninou a jej povrch sa utesní ílom a vyrovná vrstvou piesku.

Možný technologický postup je nasledovný:

- zabezpečenie odtoku vody mimo obnovovací priestor,

- demontáž a odstránenie železničného zvršku v potrebnej dĺžke,
- vyhlbenie a vypaženie stavebej ryhy,
- odstránenie zvyškov pôvodného priepustu,
- úprava dna pre polozenie konštrukcie nového priepustu,
- vlastná stavba priepustu,
- utesnenie priepustu tesniacimi vrstvami,
- úprava vtoku a výtoku,
- zasypávanie ryhy po vrstvách so súčasným hutnením,
- úprava svahov násypu,
- vyčistenie koryta a vpustenie vodného toku do obnoveného priepustu,
- zmontovanie železničného zvršku a jeho smerová a výšková úprava.



Obr. 6.12b Krátkodobá obnova prepustov otvorenej stavebej ryhy s použitím konštrukcií z dreva a rúr.

b) Obnova priepustu štôľňovaním

Obnova priepustu štôľňovaním je práca a používa sa pri priepustoch s veľkými prietochnými profilmi a vysokým nadložíím.

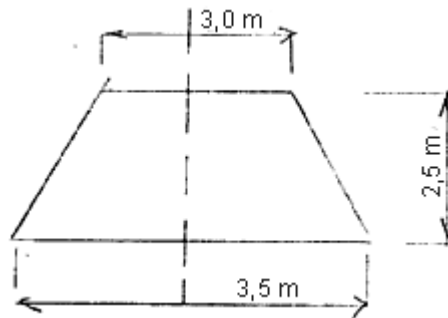
Štôľňa sa razí buď v pôvodnej osi (s využitím neporušených častí pôvodného priepustu) alebo na súbežnej osi vedľa pôvodného priepustu.

Postup prác pri razení štôľne je nasledovný:

- zabezpečí sa odtok vody mimo pracovný priestor,
- pripraví sa materiál na výstuž a ostatný potrebný materiál, prípadne sa zhotoví drážka na odvoz zeminy,
- vykoná sa výkop pre vstup do štôľne,
- postupné razenie štôľne (ručne, strojne) so súčasným vystužovaním vyrúbanej časti,
- úprava vtoku a výtoku a úprava dna,
- prevedenie vody do nového priepustu.

Pracovný prierez štôľne musí byť odvetrávaný a umožňovať dobrý pohyb pracovníkov pri práci.

Tvar štôľne býva spravidla lichobežníkový so svetlým prierezom cca 8 m² a rozmermi podľa obr. 6.13.



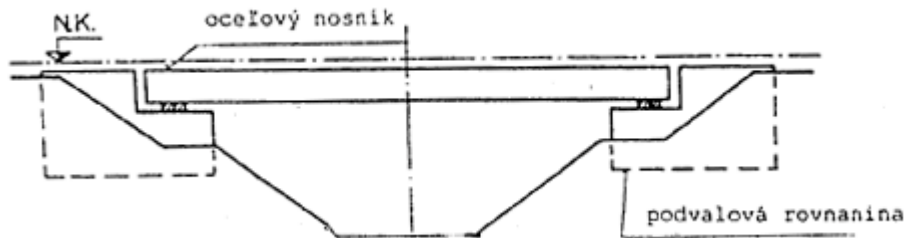
Obr. 6. 13 Rozmery štôľne

Pri razení štôľne je potrebné dodržiavať tieto zásady:

- raziť štôľňu z odtokovej strany (proti spádu),
- neustále zabezpečovať odtok vody tak, aby sa nezhrmažďovala v štôľni,
- vykopanú časť ihneď a dôsledne zaisťovať výstužou,
- v priaznivých podmienkach raziť štôľňu z oboch strán.

c) Obnova priepustov provizórnym premostením

Podstatou obnovy porušeného priepustu provizórnym premostením je, že otvorená stavebná ryha sa po obnove priepustu nezasype, ale premostí provizórnou konštrukciou (obr. 6.14.).



Obr. 6.14 Obnova priepustu provizórnym premostením

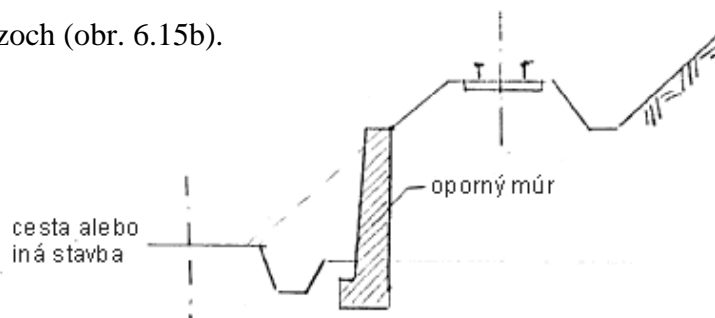
Výhodou tohto spôsobu je rýchlosť obnovenia vlakovej prevádzky.

6.1.3.2 Obnova oporných a zárubných múrov

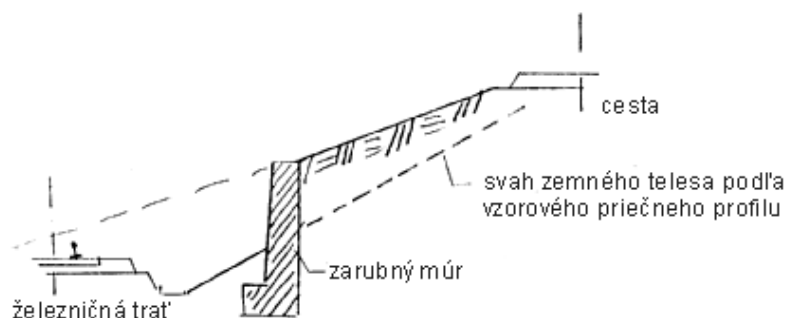
Múry sú stavby vynútené konkrétnymi terénnymi podmienkami.

Budujú sa s cieľom obmedziť rozmery zemného telesa, ak sú terénne podmienky veľmi stiesnené a teleso by v plnom profile ohrozovalo iné stavby, ktoré sa nachádzajú v jeho blízkosti. Jedná sa napríklad o úzke údolia, ktorými súbežne so železnicou vedie i cestná komunikácia alebo vodný tok. Oporné múry sa nachádzajú pod úrovňou pláne zemného telesa a sú charakteristické pre násypy a odrezy (obr. 6.15a).

Zárubné múry sa nachádzajú nad úrovňou pláne zemného telesa a sú tiež situované v zárezoch i odrezoch (obr. 6.15b).



Obr. 6.15a Schéma umiestnenia oporného múru



Obr. 6.15b Schéma umiestnenia zárubného múru

Múry musia byť nadimenzované a konštrukčne navrhnuté tak, aby boli schopné odolávať aktívnemu a pasívnemu tlaku vyvodzovaného zeminou a náhodným zaťažením.

1. Spôsoby porušenia múrov

K porušeniu oporných a zárubných múrov pôsobením prírodných živlov alebo následkom dopravných havárií dochádza len veľmi zriedkavo.

Pravdepodobnejšie je ich zámerné porušenie vo vojnovom konflikte alebo teroristickej činnosti, a to buď ako vybraných alebo náhodných cieľov.

Porušenie múru je vždy spojené so zosuvom svahu, ktorý pri zárubných múroch spôsobuje aj zával železničnej trate.

2. Spôsoby obnovy múrov

Obnova múrov sa môže vykonať:

- kamennými rovnaninami,
- drevenými rovnaninovými zrubmi,
- pilótovými a štetovnicovými stenami,
- montovanými múrmi zo železobetónových prefabrikátov.

a) Obnova múru kamennými rovnaninami

Kamenné rovnaniny sa budujú tam, kde je dostatok vhodného kameňa.

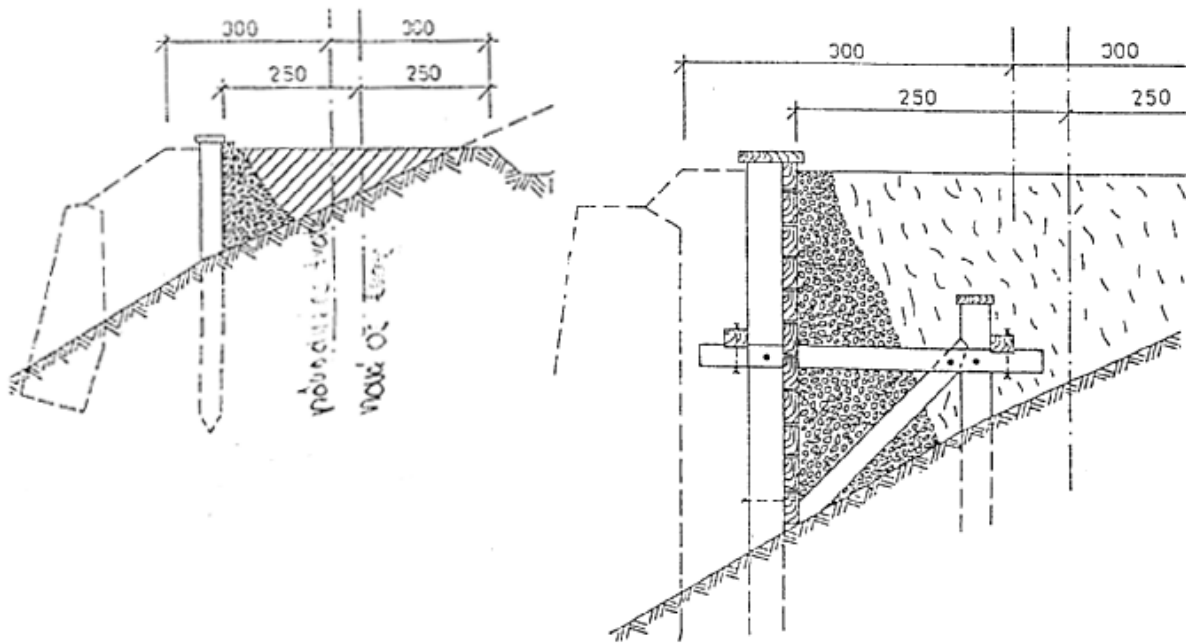
Príklady kamenných rovnanín sú na obr. 6.16 .

c) Obnova múru pilótoвыми a štetovnicovými stenami

Tento spôsob je použiteľný pre oporné aj zárubné múry. Vyžaduje však väčší pracovný priestor na baranenie pilót.

Pilóty sa barania asi 1 m od seba a z vnútornej strany sa na ne namontuje stena, ktorá môže byť z hrubých fošien, hranolov, guľáčov, alebo podvalov.

Pilótový múr (stena) je znázornený na obr.6.18.



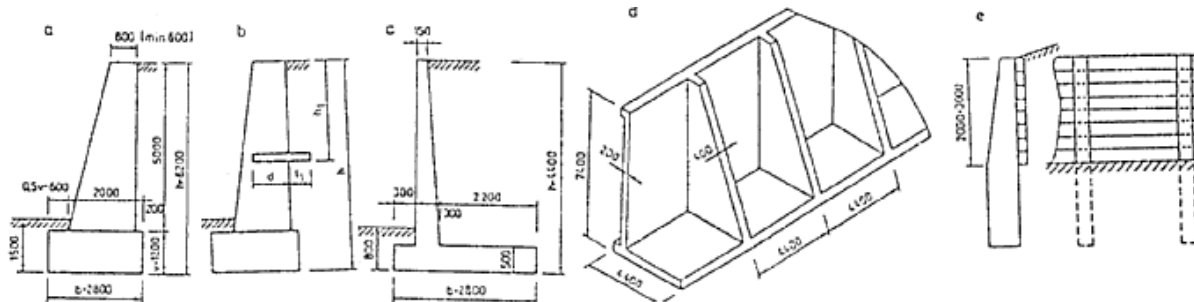
Obr. 6.18a Pilótový múr (stena) pre výšku do 2 m

Obr. 6.18b Pilótový múr (stena) pre výšku 2-4 m

Štetovnicové steny tvoria štetovnice zabaranené na doraz. Najúčinnnejšie sú oceľové štetovnice so zaistenými zámkami.

Železobetónové prefabrikované prvky budú k dispozícii len výnimočne a sú náročné na prepravu a manipuláciu.

Niektoré typy prefabrikovaných prvkov sú na obr. 6.18c.



Obr.6.18c Prefabrikované prvky oporných a zárubných múrov

6.1.3.3 Obnova odvodňovacích zariadení

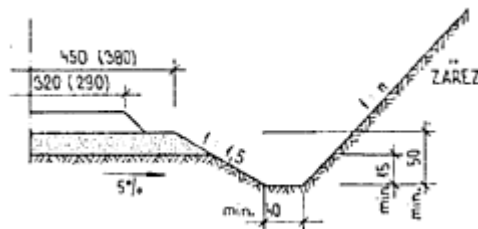
Odvodňovacie zariadenia sú vo väčšine prípadov porušené závalmi, alebo nánosmi a pri nedostatočnej priebežnej údržbe aj trávnatým alebo krovinatým porastom.

V rámci 1. etapy obnovy sa obnovujú len v najnutnejšej miere, a len vtedy, keď povrchová alebo podzemná voda bezprostredne ohrozuje zemné teleso.

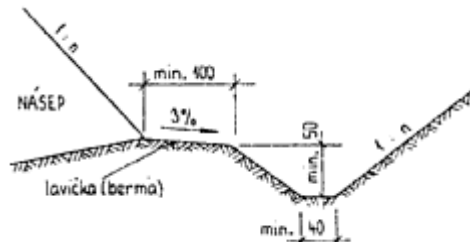
Pri rozhodovaní sa o obnove je treba brať do úvahy hydrologické a klimatické zvláštnosti v danej oblasti a aktuálne ročné obdobie.

Odvodňovacie priekopy sa vyčistia od závalového materiálu, aby pozdĺžny spád nebol menší ako 0,4 % a väčší ako 2,5 %.

Tvary obnovenej priekopy sú na obr. 6.19.



Obr. 6.19a Tvar obnovenej priekopy v záreze



6.19b Tvar obnovenej priekopy v násype

6.2 Oprava (obnova) a údržba cestnej siete

Cestnú sieť na Slovensku tvoria:

- cesty III. triedy v dĺžke 10 336 km,
- cesty II. triedy v dĺžke 3 671 km,

ktoré sú vo vlastníctve obcí a samosprávnych krajov,

- cesty I. triedy v dĺžke 3 271 km,
- rýchlostné cesty v dĺžke 130 km,

- diaľnice, ktorých dĺžka sa postupne blíži k 400 km,
ktoré sú vo vlastníctve štátu.

Za stav, opravu a údržbu ciest a diaľnic zodpovedajú ich vlastníci, a to buď priamo, alebo prostredníctvom svojich správcov (Slovenská správa ciest, úrady samosprávnych krajov a okresov, jednotlivé obce).

O opravu a údržbu sa starajú výkonné jednotky územných stredísk Správy a údržby ciest a Stredísk správy a údržby diaľnic.

6.2.1 Oprava (obnova) cestnej siete

Oprava je súbor stavebných prác, ktorými sa odstraňujú následky poškodenia alebo rozrušenia (zničenia) jednotlivých konštrukčných častí a objektov cestnej komunikácie.

V podmienkach krízovej situácie, kedy sa jedná o rozrušenie (ničenie) väčšieho rozsahu sa namiesto termínu „oprava“ používa častejšie termín „obnova“.

Obnovou sa potom rozumie uvedenie rozrušeného alebo zničeného objektu, alebo konštrukcie do prevádzkyschopného stavu a to buď na znížené alebo pôvodné prevádzkové parametre.

Obnova cestných komunikácií sa môže podobne ako u železničných tratí vykonávať v troch etapách: 1. etapa – krátkodobá obnova

2. etapa – dočasná obnova

3. etapa – úplná obnova.

V krízových situáciách sa bude najčastejšie vykonávať krátkodobá obnova, ktorej cieľom je obnovenie prevádzky na komunikáciách v čo najkratšom čase a to i za cenu zníženia pôvodných prevádzkových parametrov, obnovovaných objektov a zariadení.

V konkrétnych prípadoch sa bude jednať o obnovu:

- zemného telesa,
- malých umelých stavieb (priepusty, steny, odvodňovacie zariadenia),
- cestných mostov.

6.2.1.1 Obnova cestného zemného telesa a malých umelých stavieb

Funkcia cestného zemného telesa a malých umelých stavieb, ako aj ich konštrukčné usporiadanie je rovnaké ako na železničných tratiach, a rovnaké sú aj spôsoby a následky ich rozrušenia (ničenia)

Preto sú rovnaké aj spôsoby a technológia ich obnovy uvedené v kapitolách 6.1.2 a 6.1.3.

Ak došlo k značnému rozrušeniu cestnej komunikácie a objektov a ich obnova je časovo veľmi náročná, je výhodné tieto úseky (objekty) obísť vybudovaním krátkeho objazdu (obchádzky) - obr. 6.20.



Obr. 6.20 Situácia krátkeho objazdu

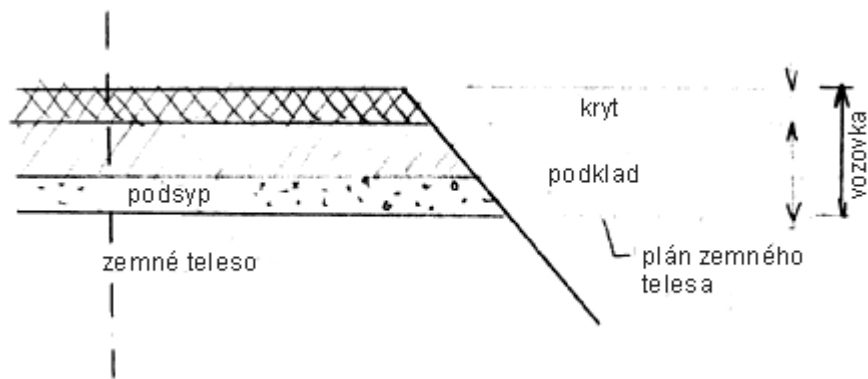
Pri stavbe objazdu je treba:

- vytýčiť trasu objazdu,
- upraviť zjazd a výjazd na stálej komunikácii,
- upraviť (zrovnať) terén a odstrániť prekážky na trase objazdu v šírke min. 5m,
- spevniť vozovku zhutnením jej povrchu a navezením štrkovej (kameninovej) vrstvy.

Krátky objazd (obchádzka) sa spravidla buduje ako jednosmerný a preto je treba na jeho koncoch zriadiť svetelnú alebo osobami riadenú reguláciu a obojstranne umiestniť dopravné značky upozorňujúce na objazd a predpísanú rýchlosť.

6.2.1.2 Obnova vozovky a vozovkového krytu

Vozovka je základná súčasť cestnej komunikácie, ktorej účelom je vytvorenie vyhovujúcich dopravných pásov pre jazdu cestných vozidiel. Skladá sa (viď. ods. 3.4) z podkladu a krytu (obr. 6.21).



Obr. 6.21 Skladba vozovky

Kryt vozovky tvorí hornú časť vozovky, ktorej povrch je určený na priamy pojazd vozidiel. Je bezprostredne vystavený silovým účinkom vozidiel a vplyvom počasia.

Podklad vozovky je spodná časť vozovky, určená na roznášanie tlaku od vozidiel z krytu na plán zemného telesa.

Obnova vozovky v krízových situáciách je vo väčšine prípadov spojená aj s obnovou zemného telesa. Vlastná obnova zničenej vozovky (krytu) môže byť vykonaná z pôvodného alebo iného materiálu. Rozhodnutie o tom bude determinované časovými požiadavkami na obnovu, rozsahom a spôsobom rozrušenia a dostupnosťou vhodného materiálu.

- Kryty na vozovkách môžu byť:
- štrkové,
 - živicové,
 - betónové,
 - iné.

Štrkový kryt patrí do kategórie prašných vozoviek. Je najmenej odolný voči účinkom cestnej premávky. Avšak s ohľadom na relatívnu dostupnosť štrkového materiálu a jednoduchú technológiu spracovania, bude v krízových situáciách používaný veľmi často.

Najdôležitejšie pri zriaďovaní štrkového krytu je jeho dôkladné hutnenie.

Na kratších úsekoch sa na hutnenie môže používať ručná motorová vibračná doska, alebo malý motorový vibračný valec. Na dlhších úsekoch veľký motorový trojkolesový valec.

V krízových situáciách ak nie sú takéto hutniace prostriedky k dispozícii, sa môže hutnenie vykonať pojazdom po štrkovej vrstve nákladnými automobilmi. Kvôli väčšiemu hutnaciemu účinku môžu byť naložené vozeným štrkovým alebo iným materiálom.

Na vyplnenie dutín vo vrchnej časti štrkového krytu sa používa **kaliaca malta**. Pripravuje sa z piesku s hlinitými prísadami. Vhodný je aj drvený piesok s pridaním ílu alebo hliny.

Kaliaca malta (kal) sa rozprestiera metlami od kraja vozovky smerom do stredu a súčasne sa kropí a hutní.

Živičný kryt je neprašný, lepšie odoláva účinkom cestnej premávky a odolný je aj proti vode.

Povrch živičnej vozovky môže byť upravený:

- postrekmi,
- živičným náterom,
- nanesením súvislého koberca so živicom obalovaného kameniva.

Postrek môže byť infiltračný, ktorý slúži ak pomocná úprava na zlepšenie vlastností povrchu vozovky, predĺženie jej životnosti a odstránenie prašnosti **alebo spojovací**, ktorý je určený na spojenie (zlepenie) vrstiev vozovky pred položením živičného koberca.

Živičné nátery sú určené na ochranu podkladu proti prenikaniu vody, odstránenie prašnosti štrkového krytu a na zvýšenie drsnosti a protišmykových vlastností povrchu vozovky.

Živičný koberec je najčastejšou formou krytu vozoviek.

Kamenivo sa obaluje živicom v obalovniach, ktoré môžu byť stále alebo pojazdné a koberec sa kladie špeciálnymi strojmi tzv. finišermi.

Vrstvy koberca sa kladú v **hrúbke 4 cm** pre jednovrstvovú a **6 cm** pre dvojvrstvovú úpravu.

Betónová vozovka je tvorená z prefabrikovaných železo-betónových panelov, ktoré sa kladú priamo na upravený terén alebo na podsypnú štrkopieskovú vrstvu.

Môže sa z nich budovať vozovka plná alebo koľajová.

Podložie alebo podsypnú vrstvu je treba dôkladne urovnať a podľa možnosti zhutniť. Panely sa kladú automobilovým žeriavom, pričom sa dôsledne dbá na to, aby boli uložené do rovnakej roviny.

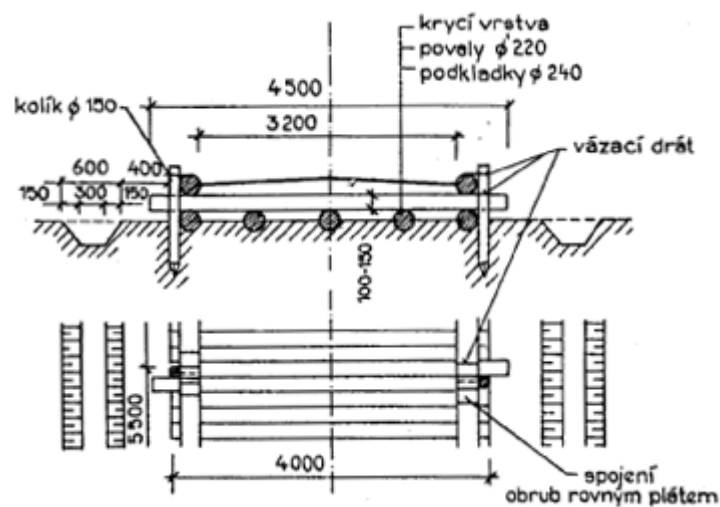
Vozovka zo železo-betónových panelov je vhodná aj na menej únosné podložie, pretože tuhosť panelov zabezpečuje rovnomernejšie roznášanie tlakov od zaťaženia vozidlami.

Ak nie sú k dispozícii panely, môže sa vozovka budovať ako štrková, spevnená cementovou maltou. Na zhutnenú vrstvu štrku (kameniva) sa naniesie cementová malta, ktorá sa do nej zapraví vibračným hutniacim prostriedkom.

Na novovybudovaných objazdoch, hlavne tých, ktoré prechádzajú terénom s málo únosným podloží, môžu byť v kritických miestach použité na vozovku aj iné materiály (napr. drevo, prútené hate alebo geotextílie).

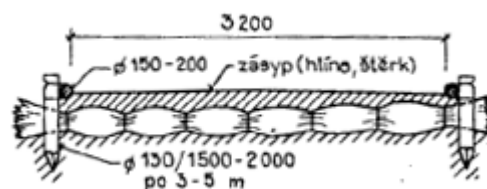
Konštrukcia vozovky sa navrhuje tak, aby zabezpečila rovnomernejšie roznášanie tlaku od vozidiel na povrch terénu.

Príklad konštrukcie vozovky z priečne uloženej drevenej guľatiny (tzv. povalová rovnanina) je na obr. 6.22



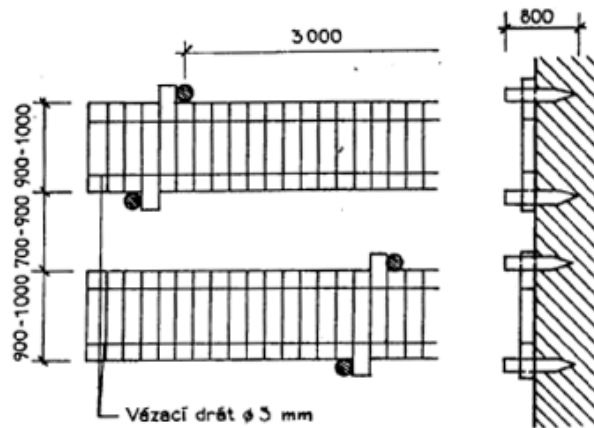
Obr. 6.22 Priečný rez a pôdorys povalovej plnej vozovky

Ďalším typom vozovky, ktorá sa môže zriaďovať na málo únosnom podloží je výstelka z prútených zväzkov tzv. hatí, znázornená na obr. 6.23



Obr. 6.23 Výstelka z hatí

Konštrukčné usporiadanie koľajovej vozovky z drevených rohoží (pre ťažšie vozidlá) je na obr. 6.24.



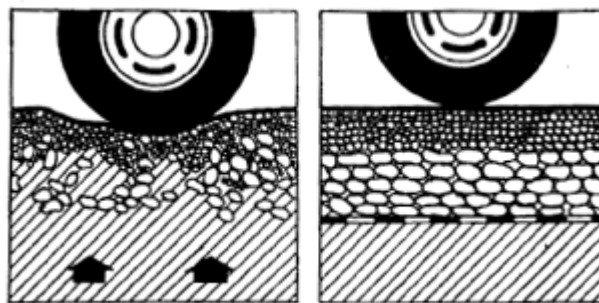
Obr. 6.24 Kolajová vozovka z drevených rohoží

Na spevňovanie podkladu vozovky sa výhodne využívajú geotextílie. Sú vyrábané zo syntetického materiálu a môžu byť tkané a netkané.

- Ich výhodou je:
- vyhovujúca pevnosť a rozmer,
 - jednoduchá manipulácia,
 - stálosť v prostredí.

Geotextílie nemajú schopnosť roznášať tlak (nie sú tuhé), ale zamedzujú zmiešavanie častíc zeminy s podkladnou vrstvou do podložia. Tým sa značne znižuje možnosť deformácie vozovky, ako je to znázornené na obr. 6.25.

Kladú sa pod podkladnú vrstvu na plný profil vozovky.



Obr. 6.25 Zamedzenie zmiešavaniu zeminy a kameniva pomocou geotextílií

6.2.2 Údržba cestných komunikácií

Údržba je súhrn činností, ktorými sa cestné komunikácie udržujú v technickom a prevádzkovo vyhovujúcom stave za každých poveternostných podmienok.

Údržbou sa odstraňujú alebo zmierňujú predovšetkým závady v zjazdnosti.

Delí sa na: - stavebnú údržbu,

- zimnú údržbu,

- čistenie.

6.2.2.1 Stavebná údržba

Stavebná údržba je súhrn stavebných činností, ktorých úlohou je zachovať cestným komunikáciám projektom stanovené parametre, resp. odstránením porúch im prinavrátiť pôvodné funkčné vlastnosti.

Z hľadiska času sa člení na: - preventívnu údržbu,

- operatívnu údržbu.

Preventívna údržba má za cieľ predchádzať poruchám a má cyklický charakter.

Pretože rozsah aj miesto prác sú vopred známe, výkony preventívnej údržby sa vopred plánujú.

Operatívna údržba je zameraná na rýchle odstránenie vzniknutých porúch.

Z hľadiska spôsobu a rozsah prác sa stavebná údržba člení na: - bežnú údržbu,

- súvislú údržbu.

Bežná údržba zahŕňa drobné, lokálne vymedzené práce, ako napr.:

- zálievka trhlín a škár, vyplňovanie výtlkov,
- vyrovnanie prepادلín po rozkopávkach,
- vyrovnávanie koľají, odstraňovanie hrbolov, kosenie porastov,
- odstraňovanie inertných posypov po zimnej údržbe,
- odstraňovanie prekážok zabraňujúcich odtoku vody v priekopách, priepustoch a pod.

Súvislá údržba zahŕňa údržbové práce na ucelených úsekoch dlhších ako 50 m. Patrí sem napr.:

- oprava súvisle opotrebovaného krytu vozovky,
- oprava výtlkov,
- spevnenie a úprava krajníc,

- zbrusovanie a úprava krajníc,
- odstraňovanie výmrazkov,
- celoplošná sanácia podkladových vrstiev a pod.

6.2.2.2 Zimná údržba

Zimná údržba je súhrn činností, ktorými sa zaisťuje odstránenie závad v zjazdnosti cestných komunikácií, ktoré boli spôsobené klimatickými podmienkami v zimnom období.

Zahrňuje tieto hlavné činnosti:

- zimné značenie a ochranu ciest pre závejmi,
- posyp vozoviek chemickým alebo inertným materiálom za účelom odstránenia alebo zmiernenia šmykľavosti snehovej vrstvy alebo poľadovice,
- odstraňovanie snehových vrstiev a závejov pluhovaním a frézovaním,
- odvádzanie vody z vozovky z topiaceho sa ľadu a snehu.

Odstraňovanie snehu je treba vykonávať neustále a začať ho treba, keď napadne už 10 cm vrstva snehu.

Na odstránenie prachového a navlhnutého snehu mimo vozovku je výhodné používať šípové a radlicové pluhy. Zostávajúca hrúbka vrstvy snehu na vozovke nemá prevýšiť 3 cm.

Šmykľavosť na náľadí (ujazdenom zľadovatenom snehu) sa odstraňuje zdrsnením povrchu inertným posypovým materiálom (piesok, škvára, jemne granulovaná drť, veľkosť zrn by nemala prevyšovať 8 mm) alebo chemickým materiálom, a to soľou (NaCl, CaCl₂) alebo špeciálnymi chemickými prípravkami (Tonacal, Kalkosan). Chemické posypy majú rozmrazovací účinok.

6.2.2.3 Čistenie

Čistenie ciest a miestnych komunikácií je činnosť, ktorou sa z povrchu komunikácie odstraňujú nežiadúce hmoty (nečistoty), ktoré zhoršujú bezpečnosť jazdy, ale aj hygienu a estetiku prostredia. Vykonáva sa podľa potreby, ale vždy pri výskyte hrubého znečistenia.

Medzi najčastejšie a bezpečnosť ohrozujúce znečistenia i v krízových situáciách patria napr.:

- nánosy zeminy na vozovku (hlina, blato) pri výjazdoch z poľných ciest a stavenísk,
- pohonné hmoty a motorové oleje z motorov alebo pri automobilových haváriách,
- rôzne chemické (ale aj iné) látky, ktoré sa ako vezený materiál dostali na cestu pri haváriách alebo ich nedostatočnom zaistení (utesnení),
- nánosy bahna a iného materiálu (stromy, kríky a pod.),
- pri živelných pohromách (záplavy, víchrice a pod.),

Zvláštnym druhom čistenia je tzv. jarné upratovanie, ktorého účelom je odstránenie všetkých nečistôt, ktoré vznikli v zimnom období.

Znečisťujúci materiál sa podľa druhu a množstva odstraňuje zametáním (strojne alebo ručne), zhŕňaním (ručne alebo pomocou dozérov), umývaním prúdom vody a pod.

Podľa potreby sa znečisťujúci materiál naloží a odvezie na určené miesto (skládky odpadu a pod.).

Chemický materiál a pohonné hmoty sa pred odstránením podľa možnosti i pri obnove chemicky neutralizujú.

6.3 Brody, brodové prepraviská

Jednou z možností ako dočasne obnoviť premávku na cestnej komunikácii, po narušení (zničení) mostného objektu, je zriadenie alebo využitie stálych brodov, tzv. brodových prepravísk.

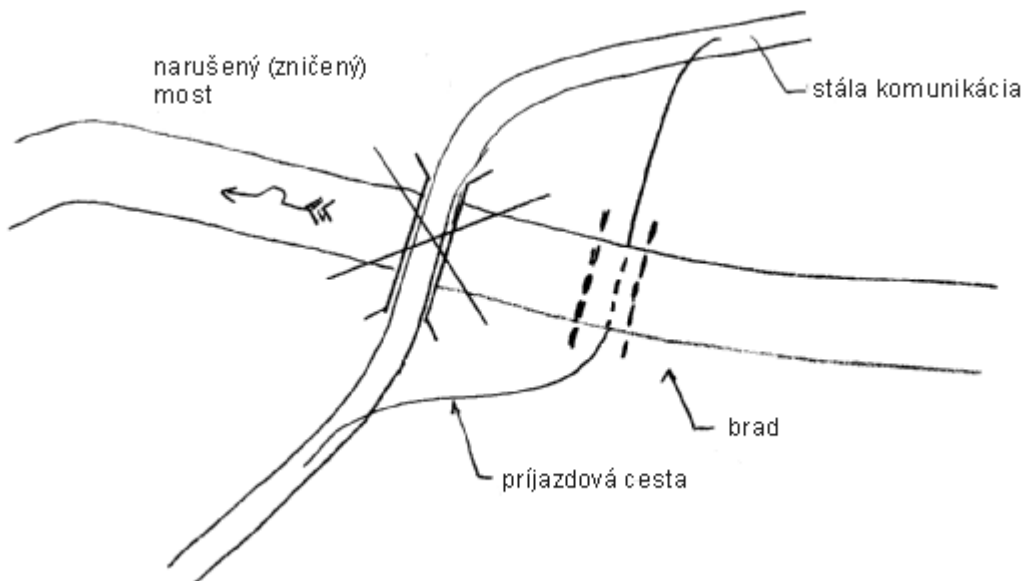
Zriadenie brodového prepraviska je výhodné, keď doba na jeho zriadenie bude kratšia, ako doba potrebná na obnovu narušeného (zničeného) mosta.

Pri rozhodovaní o zriadení brodového prepraviska je treba brať do úvahy:

- charakteristiku vodného toku
 - šírka riečiska,
 - hĺbka vody a rýchlosť prúdu,
 - zloženie a charakter (únosnosť, čím je povrch dna tvorený, prekážky pod vodou),

- stav brehov z hľadiska možného prístupu k vodnému toku
 - výška a sklon brehov,
 - pôdne pomery,
 - výskyt a druh porastu a iné prekážky,
- charakter okolitého terénu z hľadiska možnosti vybudovania príjazdovej cesty
 - konfigurácia terénu,
 - druh hornín tvoriacich terén a jeho únosnosť,
 - výskyt a druh porastu na teréne a iné prekážky,
- poveternostnú situáciu, ktorá ovplyvňuje hĺbku vody a rýchlosť prúdu
 - jarné topenie snehu,
 - ľadochod,
 - dlhotrvajúce dažde, výskyt búrok a pod.,
- druh premávajúcich vozidiel (osobné, nákladné, pásové)

Situácia brodového prepraviska je znázornená na obr. 6.45.



Obr. 6.26 Situácia brodového prepraviska

Najväčšie možné hĺbky vody pre brodenie v závislosti na rýchlosti prúdu pre jednotlivé druhy vozidiel sú uvedené v tab. 6.3

Tab. 6.3 Najväčšie možné hĺbky vody pre brodenie jednotlivých druhov vozidiel

Druh vozidla	Rýchlosť prúdu		
	1 ms ⁻¹	do 2 ms ⁻¹	nad 2 ms ⁻¹
	Prípustná hĺbka vody		
osobné	0,6 m	0,5 m	0,4 m
nákl. 1,5-2 t	0,6 m	0,5 m	0,4 m
nákl. 3-3,5 t	0,8 m	0,7 m	0,6 m
nákl. nad 5 t	0,9 m	0,8 m	0,7 m
pásové	1,2 m	1,1 m	1,0 m

Pozn.: Pre premávku rôznych druhov vozidiel sa brodové prepravisko zriaďuje pre najmenej priechodné (spravidla osobné) vozidlá.

Zriadenie brodového prepraviska zahŕňa tieto činnosti:

1. Prieskumné a vytyčovacie práce:

- prieskum vodného toku a okolitého terénu
 - zisťovanie šírky, hĺbky a rýchlosti vodného toku,
 - zisťovanie zloženia dna a výskytu prekážok v priestore brodu a pod hladinou,
 - zisťovanie stavu brehov a okolitého terénu z hľadiska možnosti budovania príjazdovej cesty,
- vytyčenie a označenie úseku brodu a trasy príjazdovej cesty.

2. Stavebné práce:

- vybudovanie príjazdovej cesty, vrátane úpravy brehov v úseku brodu,
- úprava dna brodu, odstránenie prekážok, prípadne ich označenie výstražnými značkami.

3. Prevádzkovo organizačné opatrenia:

- zriadenie regulácie pre jednosmernú premávku:
 - svetelná signalizácia,
 - dozor a regulácia vyčlenenými osobami,
- označenie brodového prepraviska dopravnými značkami a informačnými tabuľkami:
 - miesto odbočenia na brodové prepraviská,
 - maximálna povolená rýchlosť jazdy,
 - informácie o šírke brodu, hĺbke a rýchlosti vody,

- zriadenie stanovišťa s technikou určenou na vyslobodenie vozidiel uviaznutých v priestore brodového prepraviska.

7 ÚDRŽBA A OBNOVA MOSTOV A TUNELOV

7.1 Údržba a rekonštrukcia mostov

Podľa druhu, rozsahu a technickej náročnosti sa údržba a opravy mostov delia (lit. 10) na:

- nestavebnú údržbu,
- stavebnú údržbu,
- opravy,
- rekonštrukcie.

Údržba, opravy a rekonštrukcie sa navzájom odlišujú druhom a rozsahom stavebných prác. **Stavebné opravy sa vykonávajú:**

- na nosnej konštrukcii **pri prevádzke**; doprava nie je obmedzená alebo len čiastočne obmedzená, napr. presmerovaním do iných jazdných pruhov alebo koľaje, kde sa bezprostredne nepracuje, alebo je znížená rýchlosť, priechodnosť povolená iba pre niektoré druhy vozidiel, doprava je obmedzená na časové intervaly a pod.
- na nosnej konštrukcii **s vylúčením prevádzky**; nosná konštrukcia je na pôvodnom mieste, v osi,
- na nosnej **konštrukcii odsunutej, resp. vyňatej z pôvodnej polohy**; ide o menšie konštrukcie alebo také, ktorých vybratie a opätovné uloženie (po vykonanej oprave) späť, do projektovej polohy nerobí väčšie technické problémy.

Zaťaženie, s ktorým treba uvažovať (úplne, čiastočne -na určitú časť, zmenšenou účinnosťou a pod.) alebo neuvažovať, je v tab. 7.1.

Tab. 7.1 Zaťaženie, s ktorým treba uvažovať pri opravách

Prípado Zaťaženie	Na konštrukcii pri prevádzke	Na konštrukcii s vylúčenou prevádzkou	Na konštrukcii mimo mostného objektu
stále	áno	áno	nie, alebo len čiastočne
občasné dlhodobé	áno	áno, alebo len čiastočne	nie
občasné krátkodobé	áno alebo len čiastočne	nie	nie

- *Nestavebná údržba* sa vykonáva priebežne počas celého roka a zameriava sa predovšetkým na komunikáciu na mostnom objekte a príľahlých úsekoch pred mostom a za ním.

Na vozovke sa pravidelne čistí povrch (najmä na jej okrajoch sa zvykne hromadiť nečistota brániaca odtoku vody, po zime odstránenie zvyšku soli apod.), na železničnom zvršku sa čistia koľajnicové styky a výhybky, namerajú sa mazivom dilatačné zariadenia pod.

Prevádzková nestavebná údržba sa teda zameriava predovšetkým na čistiace práce.

Z priestoru príľahlého k mostnému objektu a pod ním sa odstraňuje vegetácia (tráva, konáre, stromy a náplavy), pričom svahy zemného telesa sa udržujú zatrávené.

- *Stavebná údržba* zahŕňa stavebné práce menšieho rozsahu, ktorými sa odstraňujú menšie poruchy. Mostný objekt alebo jeho časti sa pri stavebnej údržbe uvádzajú do pôvodného stavu. Na vozovke sú to napr. opravy krytu vozovky a chodníkov, obnova tesnenia škár vo vozovke a rímsach; na železničnom zvršku podbitie podvalov a dilatácia, rôzne miestne poškodenia a pod.

- *Opravy mostov* sa od stavebnej údržby líšia väčším rozsahom stavebných prác konanými a v nevyhnutných prípadoch aj na základe statického výpočtu. Na cestných mostoch môže ísť napr. o výmenu vozovky, izolácií, ložísk, odvodnenia atď. Do opráv sa zahŕňajú tiež poruchy v drieku a úložnom prahu pilierov, úprava dna a brehov, aby sa zabránilo podomieľaniu a pod

Opravy mostov a ich častí veľmi záležia na druhu mostov (masívneho, nemasívneho charakteru) a spodnej stavby. Za ich odborné prevedenie, pravidelnosť a náklady na ne zodpovedá správca objektu.

- *Rekonštrukčné práce* majú (na rozdiel od opráv) investičný charakter a menia sa nimi (zlepšujú, zvyšujú) pôvodné technické parametre mosta (kap. 4.1). Ide o práce väčšieho rozsahu, technicky náročné a preto sa väčšinou zabezpečujú dodávateľským spôsobom.

Rozsah rekonštrukčných prác záleží na cieľoch, ktoré treba dosiahnuť. Vychádza sa pritom z výsledkov technickej diagnostiky a finančných možností správcu objektu. Technická náročnosť rekonštrukčných prác a spôsoby ich vykonávania sú rovnaké alebo veľmi podobné novostavbám a skutočnosť, že objekt už stojí a treba sa mu prispôbiť, ich náročnosť voči novostavbám často zvyšuje.

7.1.1 Spôsoby obnovy mostov a organizácia staveniska

7.1.1.1 Spôsoby obnovy mostov

Ako už bolo viackrát uvedené cieľ obnovy (komunikácií, objektov) v stavebníctve je užší, ako cieľ sledovaný dosiahnuť pri rekonštrukcii.

Z hľadiska vzniku a následkov KS obsah obnovy najviac vystihuje ich stavebné riešenie, preto zopakujme, že **obnovou mosta sa rozumie**: “Súhrn prijatých a realizovaných opatrení, ktoré umožnia v čo najkratšom čase i za cenu zníženia pôvodných prevádzkových vlastností(!) previesť komunikáciu cez prekážku - v situácii, keď pôvodný most svoju funkciu, v dôsledku jeho porušenia, už plniť nemôže.“

Obnova mostov je neoddeliteľnou súčasťou a často rozhodujúcou podmienkou (popri tuneloch) obnovenia prevádzky na ucelených úsekoch komunikácií. Predstavuje široký a zložitý komplex (organizačných a technologických) úloh a opatrení. Začína cieľavedomým získavaním a vyhodnocovaním informácií o mostných objektoch a končí, po vzniku KS, ich obnovou a odovzdaním do prevádzky.

Spôsoby obnovy mostov v KS možno rozdeliť:

- *Podľa miesta realizácie*: - v pôvodnej osi (základný spôsob),
- mimo pôvodnú os – na obchádzke (obr. 7.1).



Obr. 7.1 Obnova zničeného úseku železničnej trate mimo pôvodnú os

Pri obnove v pôvodnej osi sa v plnej miere využívajú nepoškodené časti pôvodného objektu, čo v konečnom dôsledku môže v konkrétnej situácii skrátiť potrebný čas na obnovenie prevádzky, nároky na množstvo obnovovacieho materiálu, počty obnovovacích síl atď.

Pre obnovu v pôvodnej osi sú špecifické najmä tieto práce:

- prieskum,
- odmínovanie, resp. odmorenie,
- odstraňovanie trosiek a zdvíhanie poškodených konštrukcií,
- (v prípade potreby) prispôsobenie železničných mostov na cestné zaťaženie,
- stanovenie zaťažiteľnosti poškodených mostov.

Obnova mostov na obchádzke je v podstate až na vyvedenie trasy komunikácie do novej osi mosta, v štruktúre prác zhodná s novostavbou. Charakteristickým rysom pri tomto spôsobe obnovy je výber a zdôvodnenie minimálnej vzdialenosti odsunutia trasy na obchádzke.

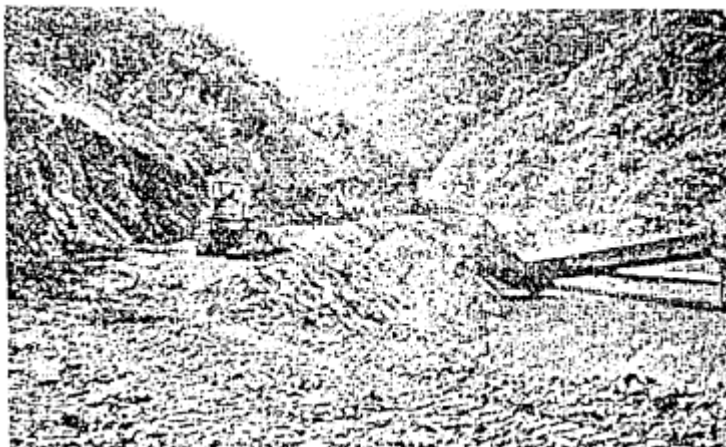
Rozhodnutie o spôsobe obnovy mosta v pôvodnej osi alebo na obchádzke nebýva vždy jednoduché, pričom nesprávna voľba vedie vždy k predĺženiu doby potrebnej na obnovu komunikácie v danom úseku.

V oboch spôsoboch podľa miesta obnovy sa používajú pri obnovovacích prácach známe postupy z mostného stavitel'stva.

• *Podľa stupňa mechanizácie obnovovacích prác:*

- **strojný spôsob** – využíva sa pri veľkých mostoch a pri veľkom rozsahu obnovovacích prác,
- **ručný spôsob** – s použitím náradia a strojov tzv., malej mechanizácie,
- **kombinovaný spôsob**.

O spôsobe obnovy rozhoduje čas (!), rozsah a zvolené riešenie obnovy, druh použitých konštrukcií z mostného obnovovacieho materiálu, stav príjazdových ciest (obr. 7.2), hranica pásma zamorenia, zamínovanie a iné dôvody, vyplývajúce z komplexného posúdenia nárokov a možností obnovovacích síl i na ďalších priľahlých zničených mostoch, (napr. nemá zmysel urýchľovať obnovu malého mosta v blízkosti veľkého, keď o spojznení celého úseku trasy rozhoduje čas potrebný na obnovu veľkého mosta).



Obr. 7.2 Budovanie prístupovej cesty k zničenému mostu (r. 1994, Neretva, bývalá Juhoslávia)

• Podľa času na obnovu a v ňom reálne splniteľných prevádzkovo technických požiadaviek, s ohľadom na rozsah poškodenia (zničenia mostov) a kapacitné možnosti obnovovacích síl – rozlišujeme **tri etapy obnovy**:

1. etapa – Obnova poškodeného (zničeného) úseku (objektu) na prejazd. Základným druhom obnovy v 1. etape je **krátkodobá obnova**. Cieľom krátkodobej obnovy je vykonať práce umožňujúce začatie prevádzky v čo najkratšej dobe.
2. etapa – Základným cieľom v 2. etape je **dočasná obnova**, ktorá musí zabezpečiť zvýšenie jazdnej rýchlosti.
3. etapa – **úplná obnova**, ktorá musí zabezpečiť priepustnú výkonnosť a jazdnú rýchlosť v úseku (objekte) na také hodnoty, aké platili pred jeho poškodením (zničením).

Pri priaznivých podmienkach sa obnovovacie práce vykonávajú v jednej etape (na obr. 7.3 označená ako a). Tento prípad je však málo pravdepodobný.



Obr. 7.3 Etapy obnovy a ich možné kombinácie

7.1.1.2 Výber a organizácia staveniska

Rýchla obnova mosta je zložitá, obtiažna a zodpovedná úloha. Úspešná realizácia stavby závisí na dôkladnom premyslení pracovných postupov a náhradných alternatív riešenia i čiastkových úkonov. Umenie organizovať celý stavebný proces pri rušivých vplyvoch mimoriadnych situácií vyžaduje všestrannú pripravenosť riadiacich pracovníkov na najrozmanitejšie zmeny situácie a pracovných podmienok.

Pružné a progresívne prispôsobovanie technológie prác miestnym podmienkam je nevyhnutnosťou, ktorú je potrebné predvídať a zaistiť prísnu kontrolou priebehu a kvality vykonaných prác.

Včasné materiálne zabezpečenie už pri počiatkoch rozvinutí obnovovacích prác je rozhodujúcim predpokladom splnenia úlohy v krátkom čase.

Dôležitou etapou materiálno-technického zabezpečenia je prípadné doplnovanie obnovovacieho materiálu zničeného rôznymi vplyvmi počas vykonávaných prác. Urýchlený prísun tohto materiálu z určenej základne (miesta) je potrebné riešiť operatívne, bez narušenia postupu prác na stavenisku.

Na splnení nepredvídaných úloh je potrebné vždy zaistiť dostatočnú zálohu pracovných síl, strojov a materiálu.

Prvoradou úlohou pri rozvinutí prác je zaistenie (telefónneho a rádiového) spojenia základných pracovísk s riadiacim pracovníkom.

Príjazdové cesty ovplyvnia dislokáciu jednotlivých priestorov a mnohokrát aj celý pracovný postup. Pri výbere príjazdových ciest je potrebné prihliadnuť k preprave ťažkých a dlhých bremien (nosníky IP a pod.) vyžadujúcich potrebný prechodný profil a náležitú únosnosť mostov na týchto komunikáciách.

Príjazdové cesty aj záložné osi presunu majú byť vybrané v súlade s presunmi ďalších organizácií.

Na lesných cestách treba počítať s možnou neprejazdnosťou pri lesných požiaroch. Na výber, úpravu a údržbu príjazdových ciest a mostov na nich je treba pamätať už pri prieskume objektov.

Skládky materiálu sa rozmiestňujú s prihliadnutím ku konfigurácii terénu a maskovaniu, s využitím členitosti terénu (zárezy, strže, priekopy pred účinkom tlakovej vlny).

Miesta skládok musia byť prístupné a vyhovovať i priestorovo. Rozmeranie a označenie jednotlivých skládok nápismi urýchli prácu jednotlivých skupín. O strážení skládok rozhodne riadiaci stavby podľa okolností a podľa druhu materiálu.

Pri organizovaní skládok sa dodržiava zásada ukladať jednotlivé druhy materiálu s prihliadnutím k ďalšiemu spôsobu jeho presunu, manipulácii (žeriavmi) a k postupnému zabudovaniu prvkov do konštrukcie.

Doprava materiálu na stavenisko sa uskutočňuje plánovite na základe technológie montážnych prác a podľa požiadaviek riadiaceho stavby tak, aby bol na stavenisku len taký materiál, ktorý je nevyhnutne potrebný. Hromadenie materiálu na stavenisku je nevhodné.

Voľba dopravných prostriedkov závisí nielen od druhu prepravovaného materiálu, ale najmä od situácie, miesta a časových lehôt.

Dopravné prostriedky sa účelne kombinujú. Vo zvlášť zložitých prípadoch je možné použiť i vrtuľníky.

Zdroje energie (kompresor, elektrocentrály) je potrebné vhodne umiestniť tak, aby ich rozvodná sieť obsiahla celé parkovisko bez väčších strát energie a aby boli čo najefektívnejšie využité.

Podobné zásady platia aj pre umiestnenie ostatných strojov (baranidiel, buldozérov a i.).

Osvetlenie pracoviska má byť prispôbené potrebám nočnej zmeny pri zachovaní všetkých požiadaviek na bezpečnosť práce. Prenosné osvetľovacie telesá dobre vyhovujú často sa meniacim potrebám pracoviska, je však nutné ich rozmiestniť tak, aby osvetlené predmety nevrhali ostré tieň. Okamžité zatemnenie celého pracoviska musí byť zaistené centrálnym vypínačom.

7.1.1.3 Montáž nosných konštrukcií

Pri montáži typizovaných nosných konštrukcií sa zásadne postupuje podľa schválených predpisov pre jednotlivé typy konštrukcií, v ktorých sú uvedené technické údaje i technologické postupy. Len v prípade, keď nie je možné využiť typové riešenie (neumožňujú to miestne podmienky, naskytá sa zjavne výhodnejšie riešenie a pod.) a u netylizovaných konštrukcií využije sa niektorý z nasledujúcich spôsobov. aplikovaný na miestne podmienky:

- montáž na lešení,
- letmá montáž,

- montáž vysúvaním,
- montáž vkladáním pomocou žeriavov,
- montáž vplavovaním,
- kombinácia predchádzajúcich spôsobov.

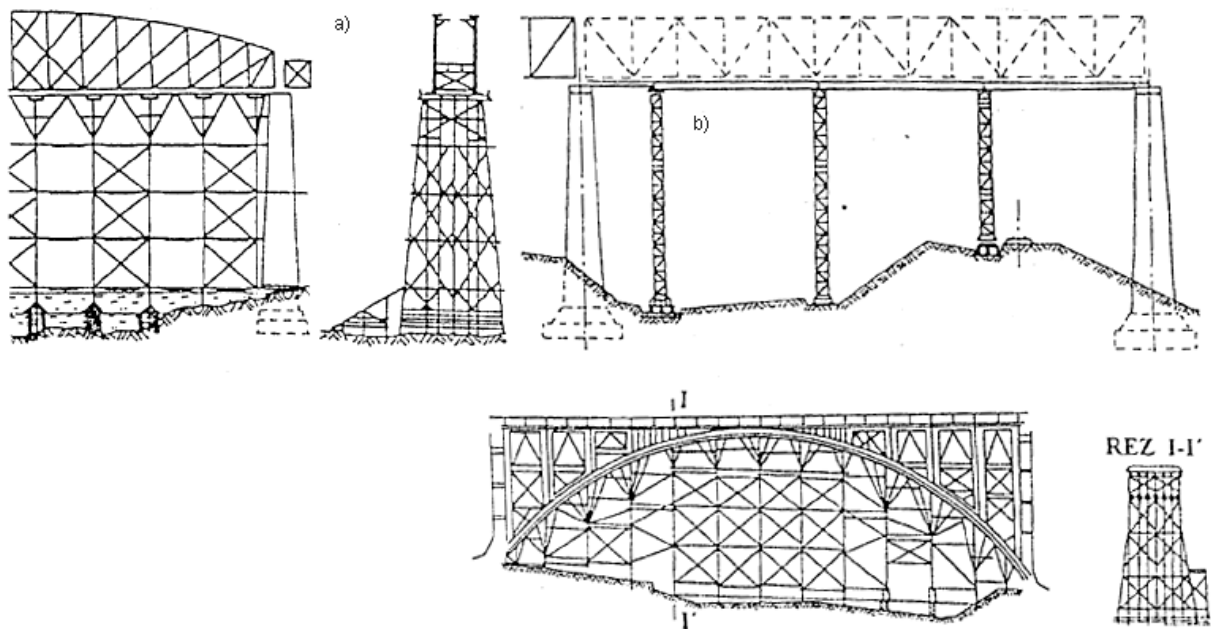
Každý z uvedených spôsobov má svoje prednosti a nedostatky. Voľba spôsobu montáže bude vždy závisieť od konkrétnych podmienok obnovy.

- *Montáž na lešení* (skruži) bude v podmienkach obnovy výnimočná (veľká spotreba materiálu a z toho vyplývajúce nároky na dopravné prostriedky, veľká prácnosť ap.).

Vlastná montáž lešenia sa spravidla vykonáva v definitívnej výškovej polohe mosta. Na stavbu skruží sa používajú rôzne konštrukcie z ocele a dreva (obr. 7.4a,b).

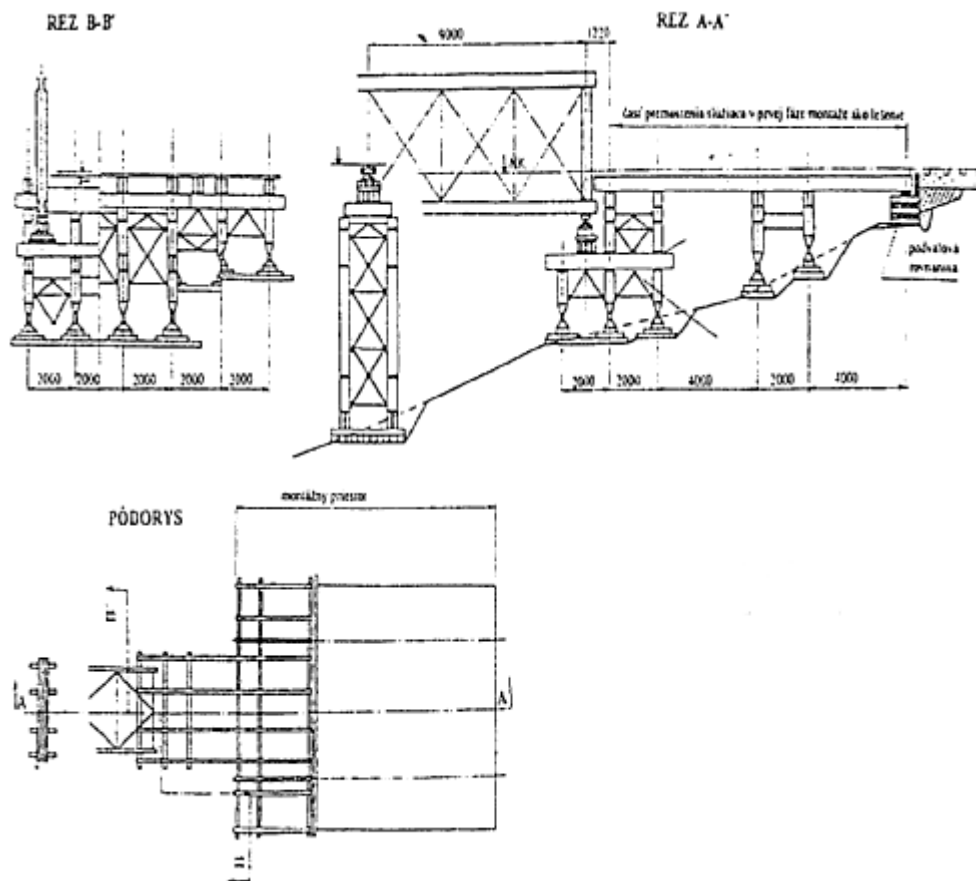
Zvláštnym prípadom montáže je montáž dočasného mosta, ktorý je vybudovaný už vopred ako súčasť zariadenia staveniska (obr. 7.5).

Po skončení montáže môže byť lešenie využité ako súčasť vlastného premostenia alebo sa môže demontovať. Tento spôsob sa s výhodou používa v kombinácii s montážou vysúvaním na rozvinutie nedostatočného predmostia smerom do prekážky.



Obr. 7.4 Príklad stavby mosta na lešení

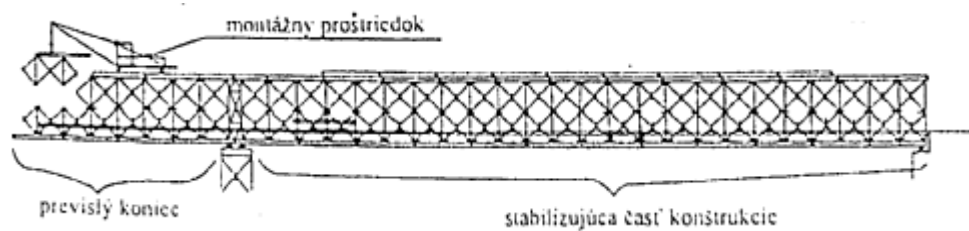
- a) drevené lešenie
- b) oceľové lešenie



Obr. 7.5 Montáž z lešenia použité konštrukcie ŽM 16 M a PIŽMO)

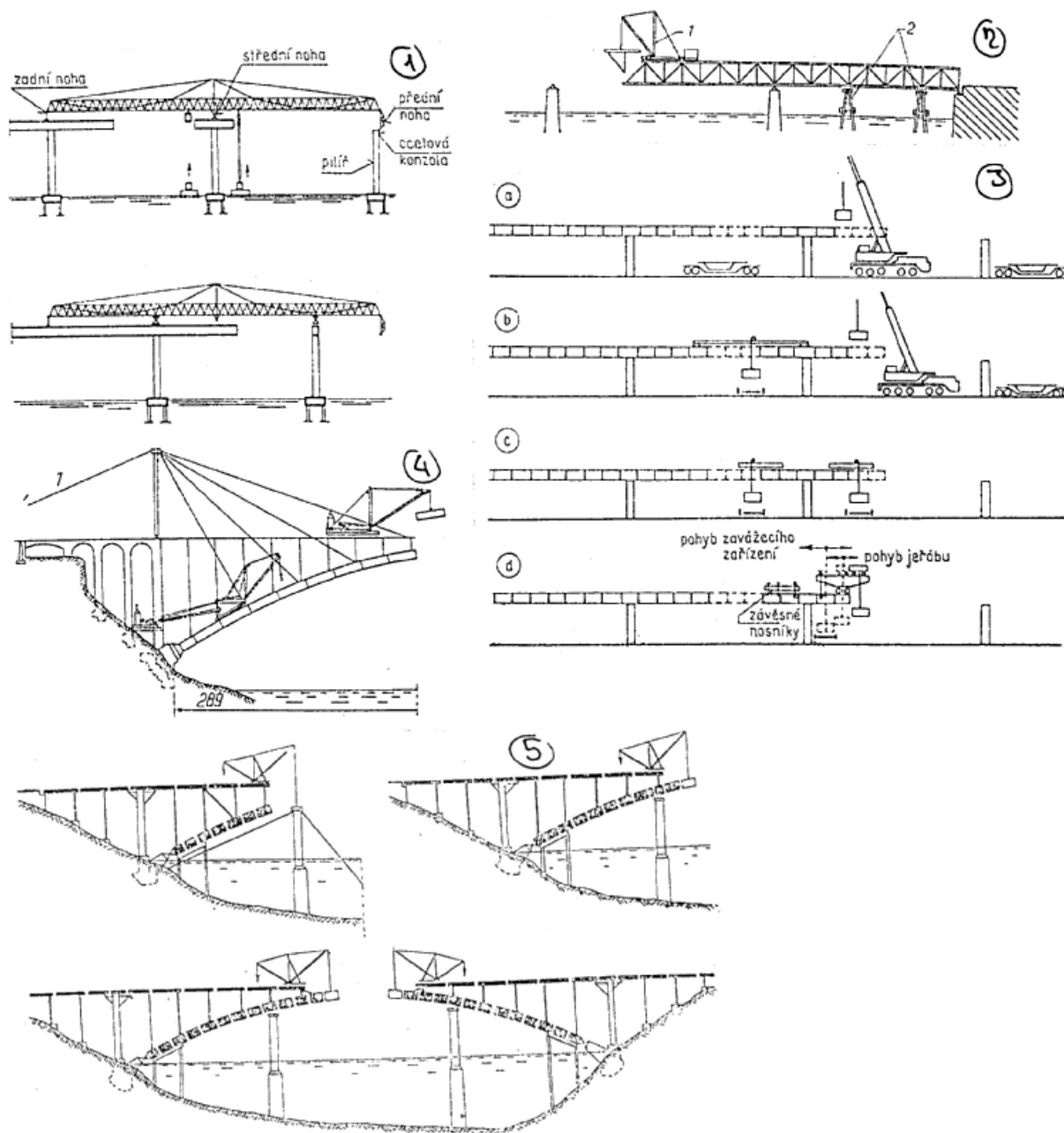
Nosné konštrukcie určené na obnovu železničných a cestných mostov (ods. 4.1.4; 4.1.5) možno na lešení (skruži) montovať prakticky všetky, z výnimkou mostov vojenských MT-55 A; AM-50, SMS a PMS.

- *Letmá montáž* je, podobne ako predchádzajúci spôsob montáže, náročná na čas a prácnosť a predovšetkým na špeciálne montážne mechanizmy. Preto v podmienkach obnovy pôjde o spôsob skôr výnimočný, keď napr. nie je možné vybudovať potrebnú podporu pre vysúvanie (obr. 7.6a,b).



Obr. 7.6a Montáž letmo

Princíp letmej montáže sa uplatňuje viac pri novostavbách. Tak, ako pri všetkých spôsoboch montáže, možno sa i v prípade letmej montáže v praxi stretnúť s jej mnohými podobami, napr. (obr. 7.6b-1 až 5):



Obr. 7.6b Princíp a niektoré podoby letmej montáže

Spôsob letmej montáže by mohol byť výnimočne použitý i pri obnove, okrem nosných konštrukcií (4.1.5) MT-55A, AM-50, SMS a PMS.

Pri letmej montáži je treba veľmi starostlivo statickým výpočtom posúdiť stabilitu a letmú časť konštrukcie vo všetkých jej fázach, nakoľko jej statické pôsobenie (konzola) je principiálne iné ako v definitívnom stave, po uvedení mosta do prevádzky.

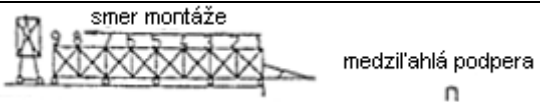
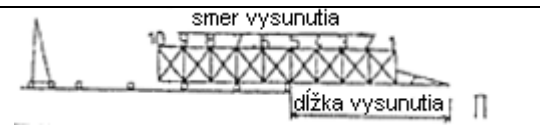
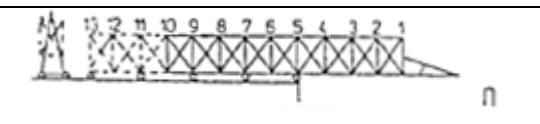
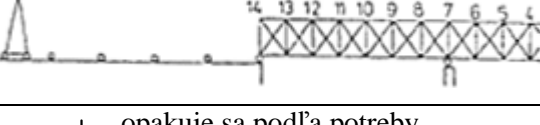
• Pri montáži vysúvaním sa nosné konštrukcie vysúvajú v pozdĺžnom i v priečnom smere, prípadne kombinovane. Montáž vysúvaním sa skladá z dvoch fáz:

- fáza montáže,
- fáza vysúvania.

Po namontovaní príslušnej dĺžky konštrukcie na predmostí smerom od prekážky na celú hĺbku montážnej základne sa konštrukcia vysunie po vysúvacej dráhe smerom nad prekážku. Dĺžku vysunutia obmedzujú tieto podmienky:

- stabilita polohy,
- zaťažiteľnosť vysúvacej dráhy (vysúvacích stolíc, valčekov a pod.),
- pevnosť vysúvanej konštrukcie.

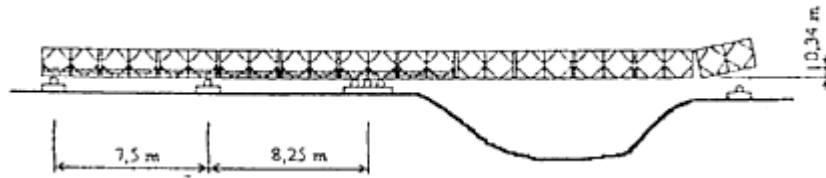
Obe fázy sa cyklicky opakujú až do ukončenia montáže. Záverečným úkonom tohto spôsobu montáže je osadenie(spustenie) vysunutých konštrukcií na ložiská pomocou hydraulických, prípadne mechanických zdvihákov. Vlastný spôsob realizovania montáže a výsuvnej dráhy bude závisieť od konkrétnych podmienok. Spôsob montáže vysúvaním rozoberateľnej konštrukcie železničného mosta ŽM – 16M je zobrazený na obr. 7.7a.

Číslo cyklu	Číslo fázy	Činnosť	Znázornenie výkonu	
			montážna základňa	prekážka
1	1	montáž		
	2	vysúvanie		
2	1	montáž		
	2	vysúvanie		
3	1	montáž	↓ opakuje sa podľa potreby	

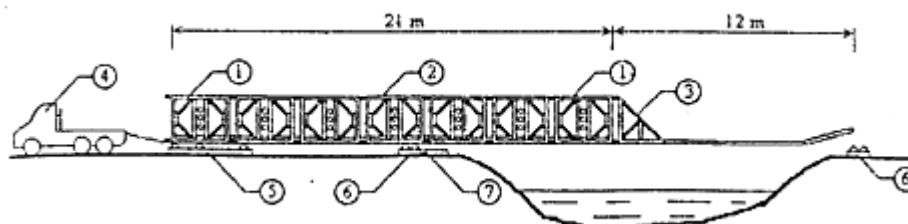
Obr. 7.7a Princíp montáže vysúvaním

Montáž vysúvaním je základný spôsob, akým sa montujú vojenské a provizórne priehradové mosty (ods. 4.1.4.2.2) ŽM-16 M, ŽM 60 a (ods. 4.1.5.3) B.B, TMS, MS, MMT.

Na ďalších dvoch obrázkoch je znázornená montáž vysúvaním cestného mosta B.B (obr. 7.7b) a normového vojenského mosta MS (obr. 7.7c).



Obr. 7.7b Schéma montáže vysúvaním jednoposchodového mosta Bailey Bridge



Obr. 7.7c Montáž mosta MS na vysúvacej dráhe postupným vysúvaním:

- 1-koncový mostný diel; 2-stredný mostný diel; 3-výsuvná konzola; ,
- 4-mostný automobil 3 M; 5-vysúvacia dráha; 6-vysúvacia stolica;
- 7-ložná doska s drevenými podkladmi

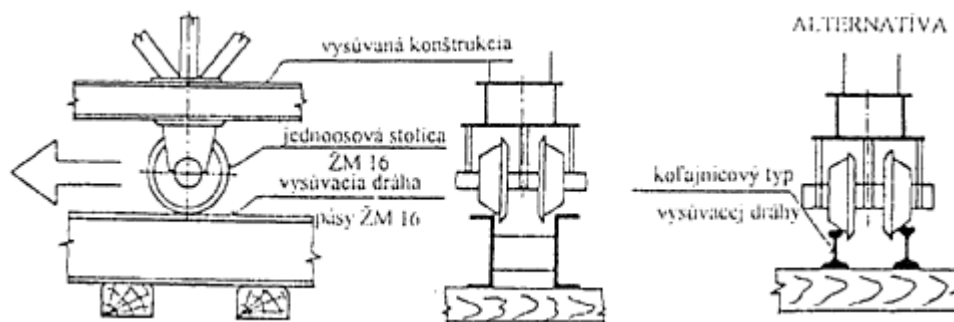
Montáž vysúvaním v porovnateľnej situácii je rýchlejšia ako montáž letmo, nakoľko podmienky na predmostí dovoľujú lepšie využiť výkonnú mechanizáciu.

Z rovnakých dôvodov, ako pri letmej montáži je treba konštrukciu a jej previslý koniec staticky posúdiť vo všetkých fázach jej vysunutia. Situácia v tomto prípade montáže je však priaznivejšia ako pri montáži letmo, pri ktorej sa na konci vysunutej časti nachádza (relatívne ťažký) montážny žeriav. Previslé konce pri montáži vysúvaním je možno naopak odľahčiť vysúvacím nadstavcom (tzv. krakorcom) a dosiahnuť tak dĺžku previslých koncov rovnakú ako je rozpätie mostného poľa pri prevádzke. To je veľmi významné, pretože netreba stavať pomocné montážne podpery, čo pri hlbokých prekážkach značne znevýhodňuje predchádzajúce spôsoby montáže.

Podľa konštrukcie vysúvacej dráhy sa rozlišuje:

- vysúvanie na vozíkoch alebo valčekoch po súvislej vysúvacej dráhe,
- vysúvanie na vysúvacích stolicách,
- vysúvanie na pomocných montážnych podperách.

Pri vysúvaní na vozíkoch po súvislej vysúvacej dráhe je možné s výhodou použiť ako vozík napr. obrátenú vysúvaciu stolicu zo Z.J materiálu ŽM 16 (obr. 7.8a).



Obr. 7.8a Vysúvanie na podvozkoch

Veľkosť vysúvacej sily sa určí zo vzorca:

$$T = \left(f \pm \frac{S}{1000} \right) \cdot Q \quad [kN] \quad (7.1)$$

Kde:

- f - koeficient valivého trenia (pre stolice ŽM 16 hodnota $f = 0,05$),
- S - sklon vysúvacej dráhy (%),
- Q - tiaž vysúvanej konštrukcie (kN).

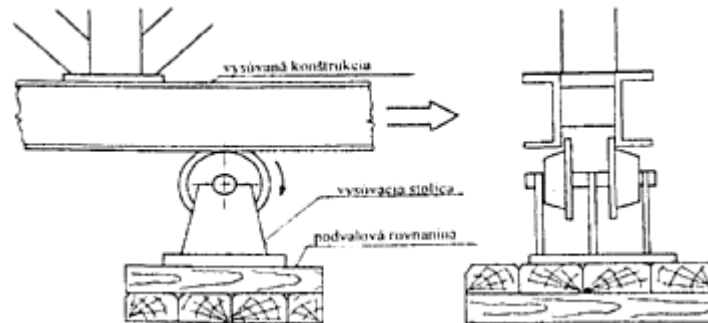
Valčeky môžu byť oceľové (ϕ 100 až 150 mm, dĺžka 800 mm) alebo drevené (ϕ 200 až 250 mm) o dĺžke rovnej približne dvojnásobku šírky vysúvanej konštrukcie. Veľkosť vysúvacej sily na vodorovnej dráhe sa určí zo vzorca:

$$T = (f / R + 0,03) \cdot Q \quad [kN] \quad (7.2)$$

Kde:

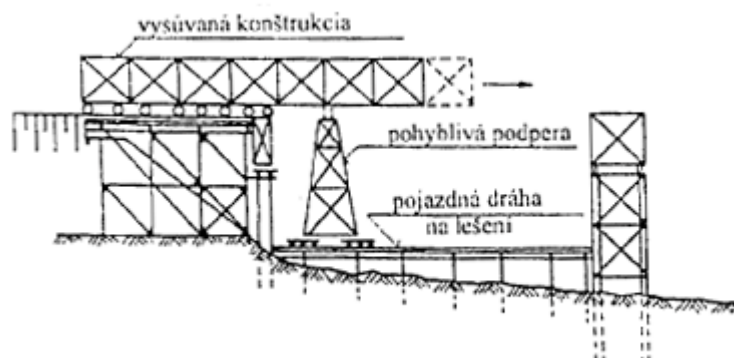
- f - koeficient odporu – oceľové valčeky 0,13 až 0,16 m,
- drevené valčeky 0,2 m,
- R - polomer valčeka (m)
- Q - tiaž vysúvanej konštrukcie (kN).

Pri **vysúvaní na vysúvacích stolicích** (obr. 7.8b) sú na rozdiel od predchádzajúceho spôsobu stolice rozmiestnené v stálych vzdialenostiach, t.j. ich poloha sa počas výsunu nemení. V tomto prípade sa musí posúdiť tuhosť spodných pásov konštrukcie, stabilita jej polohy počas vysúvania a únosnosť vysúvacích stolíc. Stabilita vysúvanej mostnej konštrukcie nad prekážkou sa dosahuje namontovanou konštrukciou na predmostí. Ak nestačí tiaž vyvažovanej konštrukcie k zaisteniu stability, umiestni sa na jej zadný koniec protizávažie.

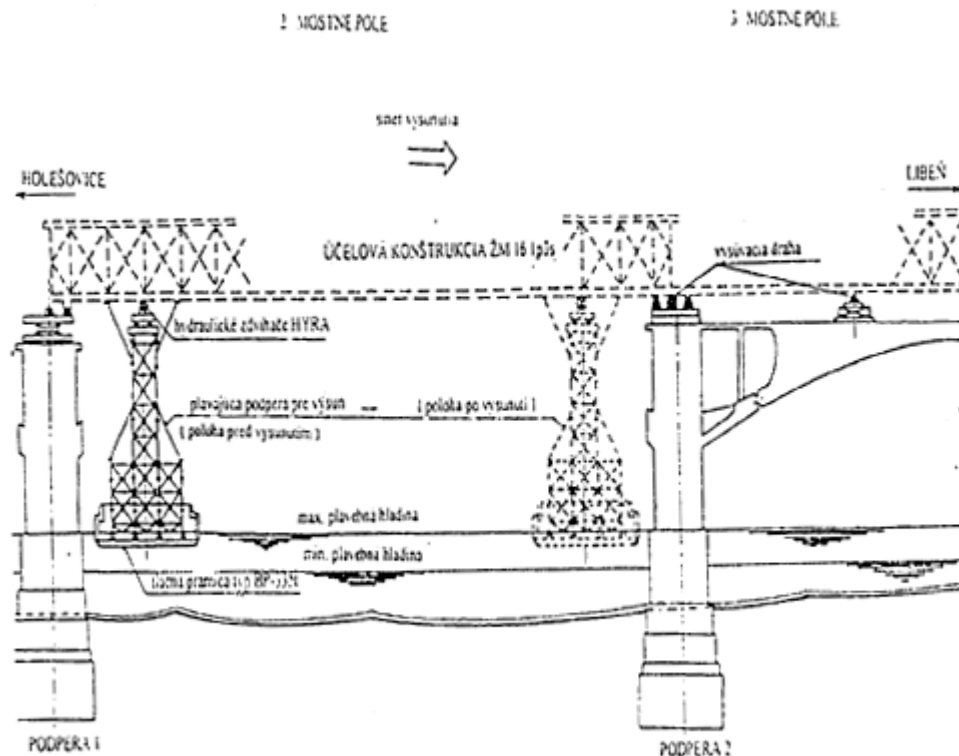


Obr. 7.8b Vysúvanie na vysúvacích stolicích

Vysúvanie na pomocných montážnych podperách sa používa vtedy, ak nie je možné zabezpečiť niektorú z podmienok uvedených v predchádzajúcom odseku. Pomocné montážne podpory sa budujú spravidla z rovnakého materiálu ako podpory prevádzkové. Pri rozhodnutí o spôsobe technológie obnovy sa uvažuje s možnosťou zabudovania materiálu pomocných podpier po ich demontáži do podpier prevádzkových. Podľa konštrukcie môžu byť pomocné montážne podpory **pevné** alebo **pohyblivé**, podľa miesta a spôsobu založenia – **podpery na pevnom základe** (obr.7.9a) alebo **na vode (plávajúci základ - obr. 7.9b)**. U plávajúcich podpier je potrebné počítať s potrebnou rektifikáciou výšky podpery umožňujúcou reagovať priebežne na zmenu ponorenia pri vzrastajúcom zaťažení plavidla pri vysúvaní.



Obr. 7.9a Vysúvanie konštrukcie na pohyblivej podpere po pevnom základe



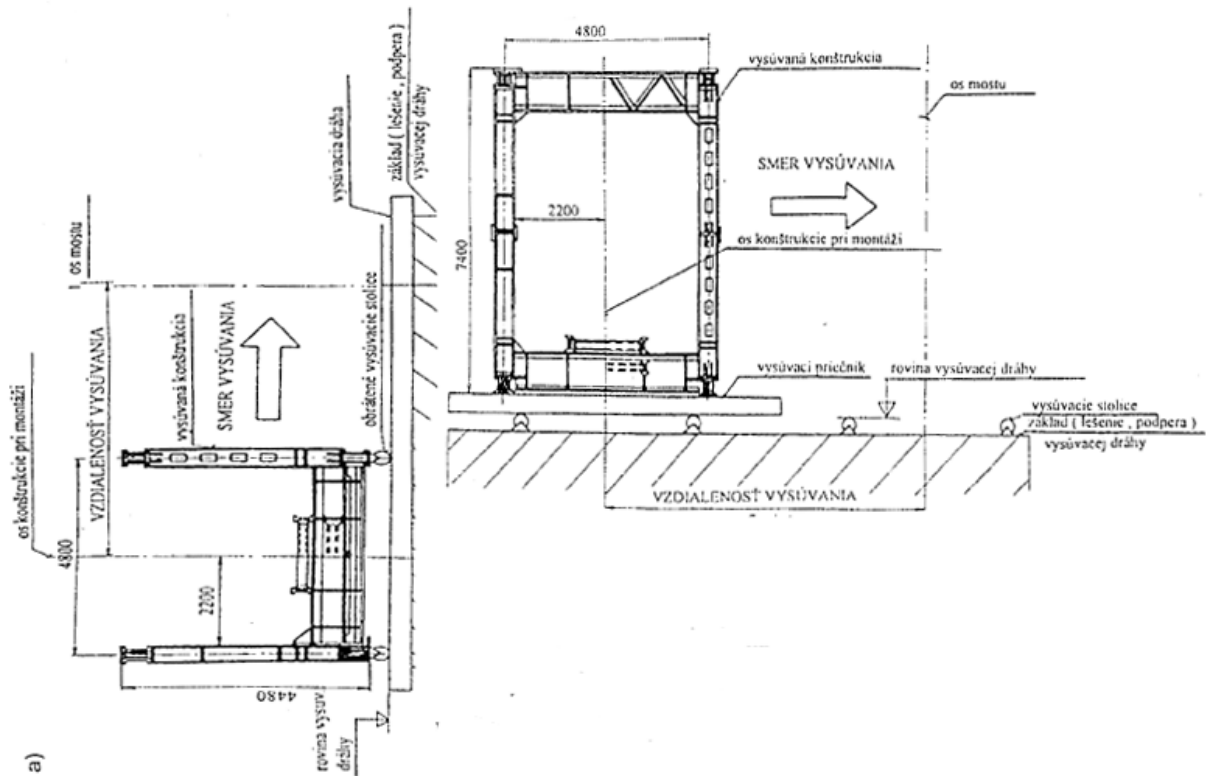
Obr. 7.9b Vysúvanie konštrukcie na plávajúcej podpere

Aj pri priečnom vysúvaní (obr. 7.10) sa postupuje v zásade rovnako ako pri vysúvaní pozdĺžnom.

Pri každom vysúvaní je potrebné zabezpečiť:

- dohodnutý spôsob riadenia (signalizácia stavu výsuvu),
- kontrolu jednotlivých vysúvacích stolíc,
- rovnomernosť (plynulosť) posuvu,
- rovnobežnosť vysúvacích dráh,
- správny smer vysúvacej sily (totožný so smerom vysúvania),
- opatrenia proti samovoľnému pohybu vysúvanej konštrukcie.

Ako zdroj ťažnej sily sa pri obnove používajú rôzne prostriedky. Na dlhšie pozdĺžne vysúvanie sú to väčšinou automobilové navijáky alebo tankový naviják. Na kratšie vzdialenosti, najmä pri priečnom vysúvaní sú výhodnejšie napríklad hydraulické valce zo zariadení HYRA M, hrebeňové zdviháky, reťazové sťahováky BRANO, rôzne typy ručných a elektrických vrátkov ap. O voľbe vysúvacieho prostriedku rozhoduje veľkosť vysúvajúcej sily, dĺžka výsuvu, plynulosť výsuvu, miestne pomery, atď.



Obr. 7.10 Vysúvacie dráha

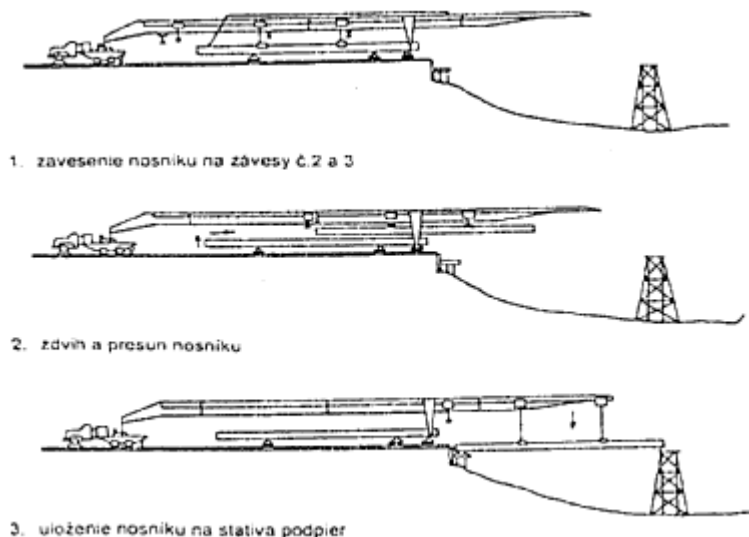
- a) súvislá vysúvacia dráha pri priečnom vysúvaní (a)
- b) priečne vysúvanie na jednotlivých stolicích (b)

• *Montáž ukladaním* sa používa pri konštrukciách menších rozpätí, ktoré je možné ukladať vcelku alebo po častiach do prekážky pomocou vhodných žeriavov. Z tohto dôvodu sa týmto spôsobom montujú konštrukcie maximálne do rozpätia 30 m. Túto technológiu je možné využiť i pri stavbe veľkých mostov v kratších mostných poliach. Na ukladanie konštrukcií je možné využiť napríklad.

- dvojkonzolové koľajové žeriavy GEK 80 a GEPK 130,
- koľajové dielelektrické žeriavy (EDK 300 a EKD 1000),
- portálové žeriavy,
- rôzne typy automobilových žeriavov.

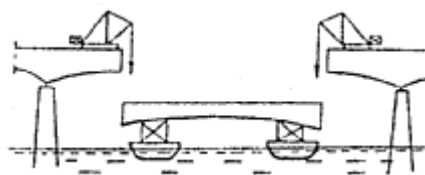
Nevýhodou koľajových žeriavov je ich pohyb výlučne po železničnej trati. Z toho hľadiska sú automobilové žeriavy univerzálnejšie a o.i. umožňujú aj prácu na vode zo súlodia.

Na obrázku 7.11 je uvedených príklad možného použitia pokladača PKP 25/20 pre ukladanie nosníkov IP do prekážky.



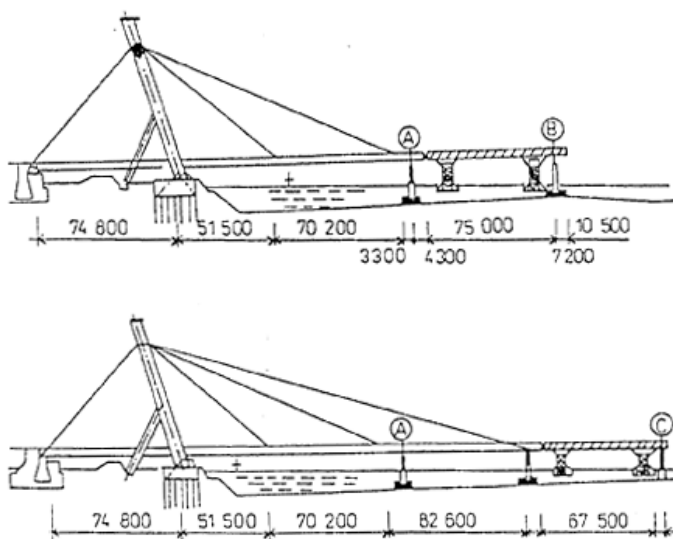
Obr. 7.11 Príklad technológie zdvíhania a ukladania konštrukcie pomocou pokladača PKP 25/20

• *Montáž vplavovaním* je zvláštny spôsob , pretože vyžaduje splavné toky a vhodné plavidlá, ktoré svojou únosnosťou a výkonnosťou umožňujú s konštrukciami bezpečne manipulovať. Montáž zaplavovaním je principiálne využitá u vojenských normových mostoch (ods. 4.1.5.2) SMS a PMS. Princíp montáže vplavovaním je na obr. 7.12a.



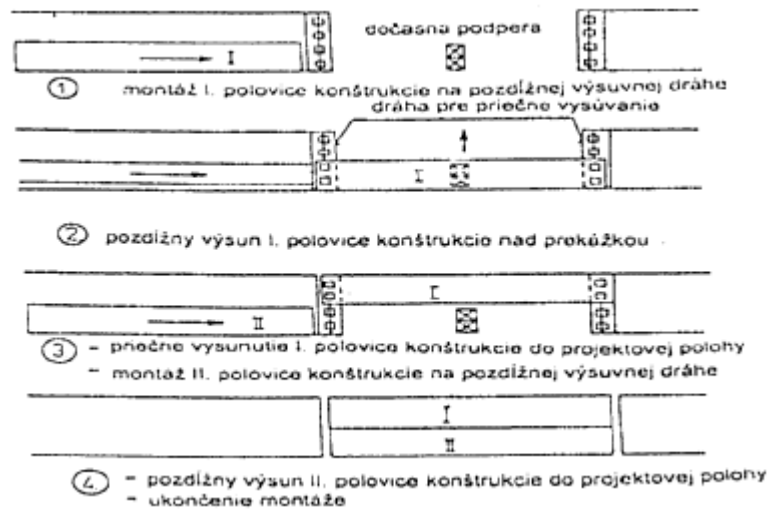
Obr. 7.12a Princíp vplavovania

Príklad z praxe montáže vplavovaním je uvedený na obrázku 7.12b.

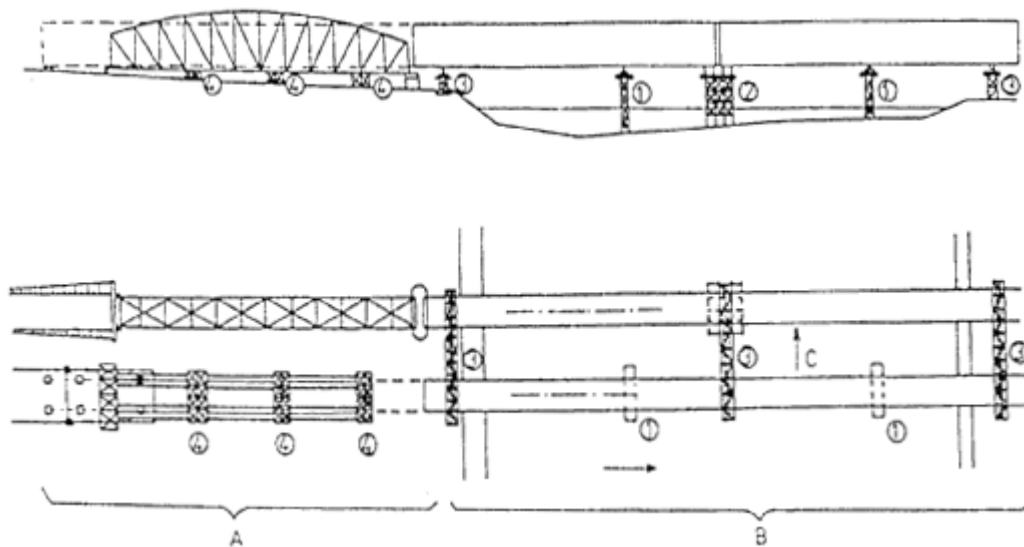


Obr. 7.12b Montáž časti Nového mosta cez Dunaj v Bratislave vplavovaním medzi podperami A až C

• Veľmi často je vhodné alebo priamo nutné použiť uvedené spôsoby súčasne. Niektoré príklady kombinovaného spôsobu sú uvedené v obr. 7.13a, b, c.



Obr. 7.13a Kombinácia pozdĺžneho a priečného vysúvania



A – montáž konštrukcie na lešení

B – pozdĺžne vysunutie konštrukcie

C – priečne zasunutie konštrukcie do osi

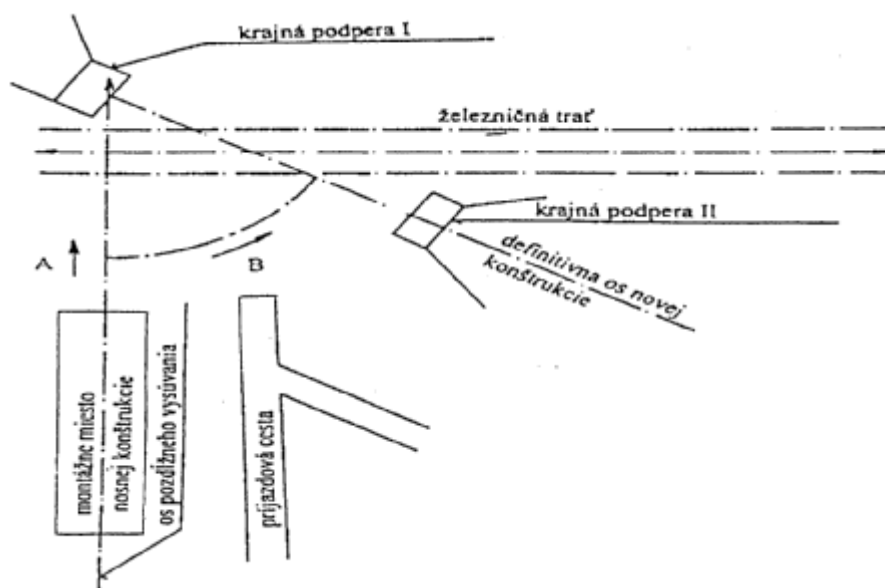
1 – pomocné podpery pre pozdĺžny výsun

2 – stála podpery

3 – podpery pre priečne vysúvanie

4 – podpery pre uloženie nosníkov lešenia

Obr. 7.13b kombinovaná montáž na lešení s pozdĺžnym a priečnym vysunutím



A – pozdĺžny výsun konštrukcie,

B – natočenie konštrukcie do projektovej polohy okolo podpery I

Obr. 7.13c Zvláštny spôsob montáže – montáž natočením

7.1.1.4 Obnova spodnej stavby

Podpery mostov sa pri obnove budujú ručne alebo strojne (lit. 8,15). Spôsob stavby závisí na mnohých okolnostiach: od druhu materiálu (masívne-betónové, kamenné, resp. oceľové, drevené), na počte, výške, na tom, či sú vo vode alebo na suchu, na spôsobe a rozsahu poškodenia (zničenia), atď.

Väčšina podpier trvalých mostov je z masívneho materiálu, ale so zreteľom na rozhodujúci význam časového faktoru pri obnove, budú sa vo väčšine prípadov (pri obnove mimo pôvodnú os mosta – všetky!) obnovovať drevom alebo oceľovými konštrukciami (PIŽMO).

Ručný spôsob montáže je namáhavý, pomalý a vyžaduje veľký počet ľudí. Pri ručnom spôsobe nemá hmotnosť manipulovaných častí podpier presahovať viac ako 100 kg a výška budovaných podpier 10-12 m.

Strojné spôsoby montáže závisia na dostupnosti, druhu a výkonnosti použitých mechanizmov. Rozhodujúce montážne prostriedky sa delia na:

- **špeciálne**, vyvinuté na montáž určitého druhu konštrukcie, napr. montážna súprava PIŽMO s výložníkom, žeriav HKJ-35.

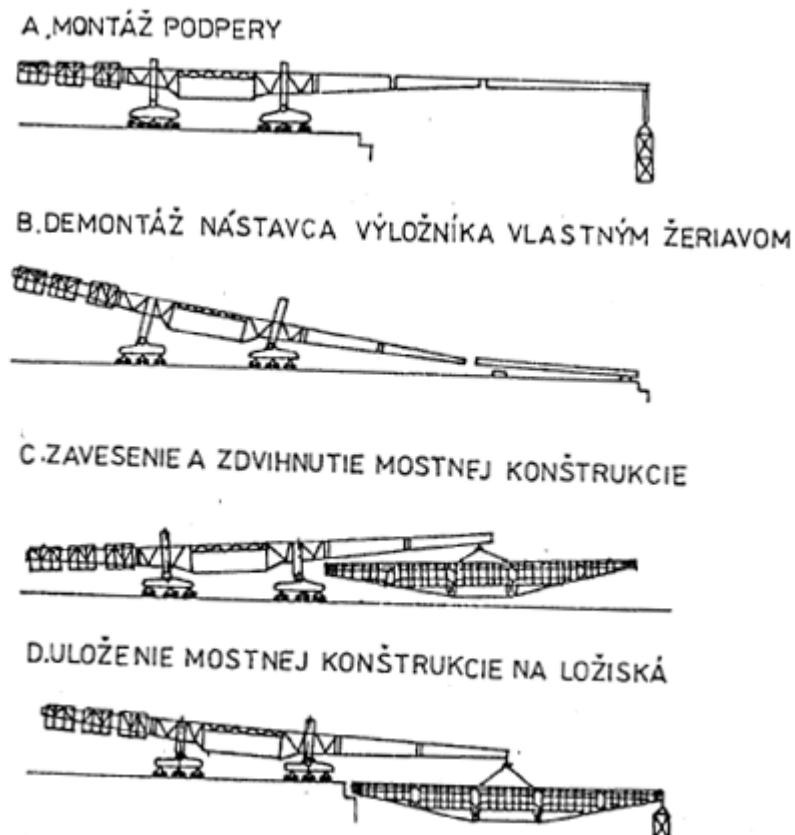
- **univerzálne:** - cestné stredné a ťažké automobilové žeriavy (AD160,AD26 atď.),
- železničné vyslobodzovacie (uvoľňovacie) žeriavy (EDK, GEK).

Pre strojnú montáž vysokých podpier s predmontovanými časťami (blokmi) s hmotnosťou viac ako 1000 kg sa vžil názov **bloková montáž**.

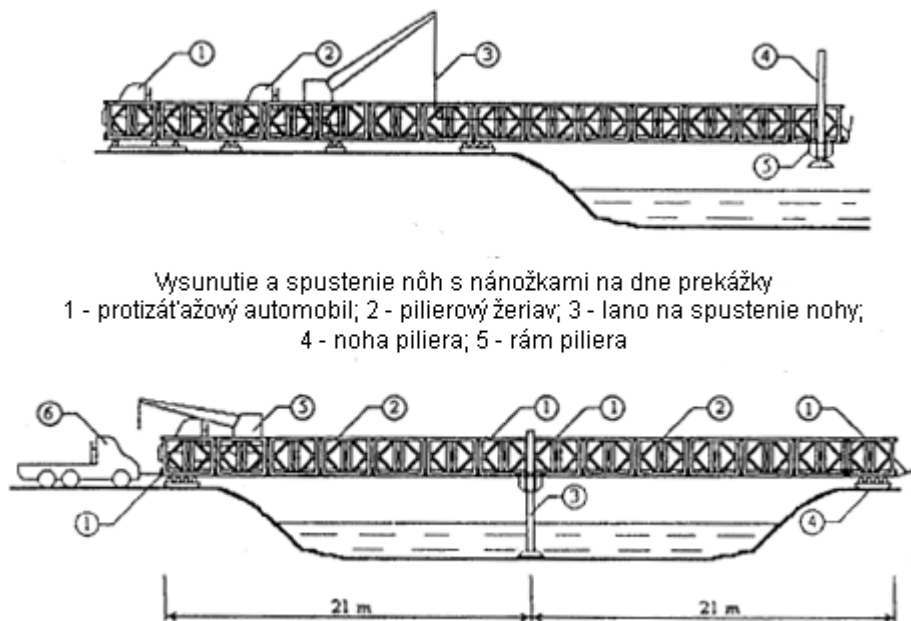
Blokový spôsob (strojnej) montáže je najrýchlejší. Vyžaduje zriadenie pracoviska s väčšou plochou na skládky materiálu, predmontáž blokov, príjazdové cesty, priestorov pre pohyb montážneho mechanizmu a dokonalú organizáciu práce.

Pri montáži pilierov na vode sa montážne pracovisko delí na časť na suchu a časť s montážnym prostriedkom na vode (pramiciach, pontónoch).

Ako najvhodnejší spôsob montáže pri obnove mostov mimo pôvodnej osi (na obchádzke) možno označiť vkladanie celých podpier (obr. 7.14a) alebo ich vysúvanie spolu s nosnou konštrukciou do projektovej polohy (obr. 7.14b).



Obr. 7.14a Bloková montáž (uložením) podpery a nosnej konštrukcie mosta ŽBM-30 so žeriavom KHJ-35.



Obr. 7.14b Spoločné vysunutie medziľahlej podpory s nosnou konštrukciou normového mosta MS

Pri obnove spodnej stavby z drevených konštrukcií (ods. 4.1.4.1 – pobrežné prahy, rovnaniny, bárky, rámové podpory) sa pri ručnej a strojnej montáži postupuje v zásade rovnako ako pri montáži oceľových podpier.

Špecifickým výkonom je zatĺkanie pilót bárov pomocou baranidiel. Uvedený výkon – tzv. **baranenie**, patrí medzi pomerne namáhavé a náročné stavebné postupy. Pilóty sa barania do hĺbky určenej podľa statického výpočtu. O priebehu baranenia jednotlivých pilót sa vedie tzv. pilótovací protokol (tab. 7.2).

Tab. 7.2 Príklad zápisu o vnikaní pilóty pri baranení v pilótovacom protokole

Útvar:		Jednotka:						PILÓTOVACÍ PROTOKOL							
K čj.		List číslo:						Názov stavby:							
Schéma podpery								Stavbyvedúci:				Veliteľ baranidlového družstva			
								Baranidlo		Typ		B 125			
										Tiaž údernej časti (kN)		12,50			
										Energia úderu (kNm) $E_{ef}=Q.h.\eta$		16,50			
Pilóta								Priebeh baranenia							
Dátum	Označ pilóty	mater.	rozmer ϕ		dĺžka	tiaž	sklon	čas		počet úderov v skupine	vník	celkový vnik	Pozn.		
1	2	3	4	5	6	7	8	h	min	10	11	12	13		
17.8.	VI/3	borov.	30	-	1000	6,00	1:5	8	10	50	110				
										50	65				
										50	56				
										50	46				
										50	42				
										50	40				
										50	38				
										50	38				
										50	36				
										50	34				
										50	30				
										50	28				
										50	24				
										50	20				
										50	18				
										50	17	452			
	VI/1	borov.	34	-	750	5,60	1:5	9	40	50	245				
										50	95				
										50	69				
										50	53				

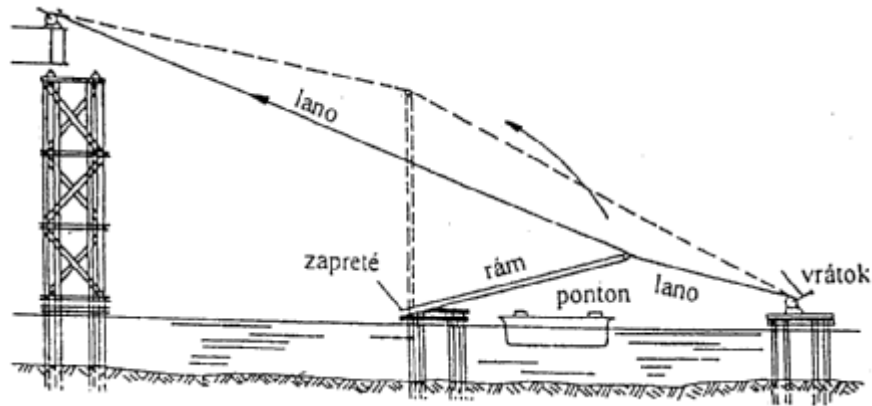
Pri obnove železničných mostov je pilóta zabaranená vtedy, ak jej hĺbka zabaranenia je v štrkoch min. 1,5 m, v pieskoch 2,5 m a v ostatných horninách 3,0 m, pričom vniknutie pilóty pri poslednej skupine 10 úderov je menšie ako 40 mm.

Rovnako sa postupuje aj v prípade baranenia železobetónových a oceľových pilót, resp. stien z oceľových pažníc (tzv. štetovnic).

Po zabaranení sa pilóty vyrovnajú, spoja stativom a opatria vystužením. Uvedený výkon sa nazýva „vystrojenie bárky“.

Drevené rámové podpery možno zostrojovať na vhodne vybranom mieste na stavenisku a ukladať ich na úložné prahy (v suchej časti prekážky) alebo „nasadiť“ vo vode na zabaranený základ (bárku).

Na manipuláciu a ukladanie rámových konštrukcií sa používajú rôzne dostupné mechanizmy (obr. 7.15) a stroje (žeriavy).



Obr. 7.15 Príklad nasadenia rámu pomocou vrátku na nosnej konštrukcii na predchádzajúcom mostnom poli

Všetky uvedené stavebné výkony vyžadujú vylúčenie akejkoľvek improvizácie, náročnú prípravu, organizáciu a riadenie prác, remeselnú zručnosť, vycvičenosť a skúsenosť ľudí.

7.1.1.5 Obnova vozovky a železničného zvršku na moste

Montáž vozovky alebo železničného zvršku na moste je podobná ako na príjazdoch. V prípade železničného zvršku sa dbá, aby koľajnicový styk nebol na moste (pri malých rozpätiach) a nad podperami, Vzďialenosť styku za krajnou podperou má byť aspoň 2,0 m. Na dlhších mostoch ako 20 m sa pri obnove upevňujú pozdĺž pojazdných koľajníc vo vnútri koľaje poistné uholníky alebo koľajnice.

Na kratších mostoch ako 20 m, alebo s niveletou nižšou ako 3 m nad terénom sa zriadi len lávka z fošien v osi mosta. Na ostatných mostoch sa okrem lávky zriadi tiež jednostranný chodník so zábradlím s výškou min. 0,8 m.

Dilatačné zariadenie sa využije pôvodné, a ak bolo zničené, neobnovuje sa.

7.1.1.6 Odstraňovanie trosiek pri obnove v pôvodnej osi premostenia

Odstraňovanie trosiek patrí do súboru stavebných prác pri obnove v pôvodnej osi. Pod pojmom trosky sa rozumejú zničené alebo silne poškodené konštrukcie a časti pôvodného mosta, ktoré nie je možné (alebo efektívne) pri obnove využiť.

Účelom odstraňovania trosiek je:

- uvoľniť priestory v prekážke na stavbu podpier a najnutnejšie zariadenia staveniska (príjazdové cesty, miesta pre skládky materiálu a pod.),
- vyčistiť (uvoľniť) prietokový profil a priblížiť čo najviac režim rieky jej pôvodnému stavu (zabrániť ďalšiemu podomieľaniu...),
- uvoľniť plavebnú dráhu alebo prechodné prierezy iných križujúcich komunikácií,
- využiť zachovalé (použiteľné) časti konštrukcií na ďalšiu obnovu (prevádzku).

Vzhľadom na veľké množstvo (kubatúru), štruktúru a hmotnosť trosiek, s ktorými je treba kalkulovať (spresňuje sa prieskumom), veľké nároky na ich odstránenie – odčerpávajú značné sily, prostriedky a hlavne čas na vlastné obnovovacie práce – pôjde vždy o ich minimalizáciu a rozdelenie na tú časť, ktorú treba odstrániť v prvom poradí (pred začatím prác) a ktoré neskôr, v druhom poradí (až v čase obnovy alebo až počas prevádzky).

Z hľadiska nárokov na odstraňovanie bude vždy rozhodujúce, kde sa trosky budú nachádzať, či v suchej časti prekážky alebo vo vode.

Už z toho, čo bolo uvedené je zrejmé, že rozsah odstraňovaných trosiek závisí veľmi na prijatej alternatíve obnovy mosta, napr. krátke polia vyžadujú väčší počet malých uvoľnených plôch pre zakladanie podpier a naopak, dlhšie polia menší počet, ale väčších plôch pre (mohutnejšie) podpery.

Opačne – rozsah a druh trosiek ovplyvní konečný víťazný variant obnovy a v krajnom prípade môže viesť k rozhodnutiu obnoviť most radšej na obchádzke.

Pri odstraňovaní trosiek alebo ich častí bude často potrebné ich najskôr rozpojiť (rozdeliť) na menšie manipulovateľné celky. Ich veľkosť a hmotnosť musí zodpovedať technickým prostriedkom, ktoré budú reálne k dispozícii. Najefektívnejším spôsobom rozpojovania trosiek je použitie trhavín, ale len vtedy a tak, aby nedošlo k ďalšiemu znehodnoteniu zachovaných častí, alebo prestojov v tom čase už prebiehajúcich obnovovacích prácach.

Do úvahy na odstraňovanie trosiek pripadajú nasledujúce spôsoby:

- ťažba a odvoz materiálu a hmôt,
- strhávanie, odsúvanie (pozdĺžne, priečne, postupným prevracaním ...),
- odhadzovanie (na kratšiu vzdialenosť) trhavinami.

Ide o spôsoby (okrem trhavín) známe z bežnej stavebnej praxe, ale na začiatku v situácii, ktorú na rozdiel od novostavby nemožno ovplyvniť. Skúsenosti ukazujú, že práve z tohto dôvodu sa nemožno vyhnúť improvizácii, čo zvyšuje nároky na odbornosť a bezpečnosť práce.

7.1.1.7 Zosilňovanie mostných konštrukcií

Zosilňovanie mostov patrí k náročným odborným úlohám (lit. 10,11,12,14,16). Vyžaduje nielen znalosť statického systému základnej konštrukcie, mechanicko-fyzikálnych vlastností pôvodne použitého materiálu, určenie vhodného konštrukčného systému, riešenie detailov zosilnenia, ale znalosti a skúsenosti aj z technológie.

Cieľom zosilňovania je obnovenie funkcie porušených častí mosta alebo zaistiť jeho používanie v nových náročnejších podmienkach (napr. s vyššou zaťažiteľnosťou).

Zosilňovanie mosta sa bude robiť vtedy, keď jeho prvky alebo celá nosná konštrukcia, či spodná stavba nevyhovujú požadovanej zaťažiteľnosti, a vtedy, keď stavba nového mosta by si vyžadovala viac času, síl a prostriedkov než jeho zosilnenie.

Základné spôsoby zosilňovania prvkov mosta sú:

- výmena porušených prvkov za únosnejšie,
- skrátenie teoretického rozpätia pri namáhaní na ohyb,
- zväčšenie prierezovej plochy alebo počtu súčasne namáhaných konštrukčných častí pri namáhaní na ťah (tlak) a ohyb,
- zmenšenie štíhlostného pomeru u prvkov namáhaných na vzperný tlak.

Cestné mosty s dvoma jazdnými prvkami sa pri obnove v zdôvodnených prípadoch môžu zosilniť iba v šírke vozovky, umožňujúcej prejazd aspoň v jednom jazdnom pruhu.

Vzhľadom na to, že zosilňovanie mostov je „výsostne“ špecifický a - ako bolo už uvedené – náročný odborný problém, nebudeme sa ním vzhľadom na určenie týchto skrípt bližšie zaoberať.

7.1.1.8 Odhad zaťažiteľnosti mostov

Obnova mostov môže závisieť od rozhodnutia o možnosti príjazdu techniky a prísunu materiálu po poškodených mostoch alebo po mostoch s neznámou zaťažiteľnosťou. Podobne ako predchádzajúca problematika o zosilňovaní mostov (ods. 7.1.1.7) aj odhad zaťažiteľnosti predstavuje síce veľmi zaujímavý, ale široký a špecifický odborný problém v mostnej praxi (lit. 9,10,12,15).

Určovanie zaťažiteľnosti mostov je pritom v praxi úloha dosť častá a možno ju riešiť buď:

- presne,
- alebo približne – odborným (!) odhadom.

Pri presnom určovaní sa postupuje podľa statického výpočtu alebo na základe výsledkov zaťažovacej skúšky.

Približné metódy sú (rýchlejšie) založené na empirických vzťahoch, odvodených podľa štatistických metód z údajov zo súboru už jestvujúcich mostov.

Zaťažiteľnosť železničných mostov sa v bežnej prevádzke i v krízových situáciách smie určiť iba presnými metódami.

So zreteľom na špecificky odbornú problematiku, akou určovanie zaťažiteľnosti mostov je, nebudeme sa ňou bližšie zaoberať. Z hľadiska praktickej interpretácie výsledkov odbornej expertízy o zaťažiteľnosti však uveďme aspoň dva, čo do obsahu nezameniteľné (rozdielne!) pojmy – zaťažiteľnosť mosta a únosnosť mosta:

- **zaťažiteľnosť** mosta sa rozumie horná medza hmotnosti (v tonách) náhodného zaťaženia mosta, vypočítaná z hľadiska 1. medzného stavu (únosnosti) a 2. medzného stavu (deformácie),
- **únosnosťou** sa rozumie hodnota vnútorných síl v rozhodujúcom priereze (v newtonoch – N), pri prekročení ktorej dôjde k narušeniu mostnej konštrukcie alebo jej stability.

Prípadné dosiahnutie namáhania konštrukcie alebo ktorejkoľvek jej časti na medzi únosnosti je spojené s rizikom, resp. jej prípadné prekročenie si vyžaduje zosilnenie.

7.1.1.9 Výber trasy a miesta premostenia na obchádzke

Úlohou určenia novej trasy je dostať ju do polohy, v ktorej nebude ovplyvnená polohou trosiek, alebo zamorením terénu v mieste zničeného objektu.

Pri vlastnom výbere novej trasy je nutné dbať na minimálny rozsah zemných prác a na to, aby zhoršenie prevádzkových kvalít úseku bolo čo najmenšie. To sa dosahuje uplatňovaním úľav pre krátkodobú obnovu v oblasti:

- zmenšenia rozmerov zemného telesa,
- znížením nivelety,
- smerového vedenia trasy s maximálnym primknutím k terénu,
- skrátením dĺžky obchádzky,
- vhodným použitím mostných estakád namiesto vysokých násypov.

Šírku železničnej pláne v bežných zeminách je možné znížiť až na 4,5 m a v skalnatých horninách až na 3,8 m. Zníženie nivelety na moste závisí na hydrotechnických podmienkach a u splavných riek sa musí dodržať voľná výška nad maximálnou plavebnou hladinou 4,5m.

Pri dostatku času sa vykonáva hydrotechnický výpočet podľa bežnej civilnej praxe. V časovej tiesni sa postupuje metódou analógie (rozмеры sa určia na základe prenesenia rozmerov z blízkych zachovaných mostov, alebo zo zničeného mosta na most nový). V rovinatom kraji možno stanoviť minimálnu dĺžku premostenia L podľa veľmi približného vzorca:

$$L = \check{S}_k + 0,08 \cdot \check{S}_i \quad [m] \quad (7.3)$$

Kde:

\check{S}_k ...šírka koryta rieky [m],

\check{S}_i ... šírka zaplavovaného (inundačného) územia [m].

Mosty na obchádzke sa stavajú, pokiaľ je to možné, vždy v priamej a vodorovnej trati. Pri výstavbe nájazdov sa spravidla budujú protismerné oblúky s minimálnym polomerom 150 m bez prechodníc a prevýšení. Protismerné oblúky sa môžu stýkať v bode obratu (tzv. inflexný bod), alebo je možné vložiť medzi ne medzipriamu dĺžky $v/4$, minimálne však dĺžku 15 m (v – rýchlosť v km/h). Pri styku v bode obratu sa určí minimálny polomer:

$$r_{\min} = v^2/2 \quad [\text{m}].$$

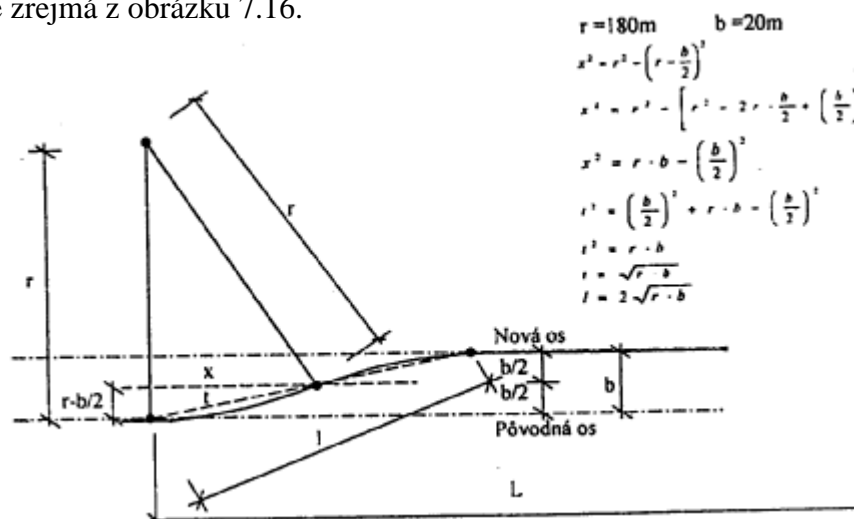
Pri vložení medzipriamej sa minimálny polomer určí zo vzťahu:

$$r_{\min} = 0,175 \cdot v^2 \quad [\text{m}].$$

Približná dĺžka príjazdu pre oblúky rovnakých polomerov sa vypočíta zo vzorca:

$$I = 2 \cdot (r \cdot b)^{-1/2} \quad [\text{m}].$$

Symbolika je zrejmá z obrázku 7.16.



$$I = 2 \cdot (r \cdot b)^{-1/2}$$

$$L = 4 \cdot (r \cdot b)^{-1/2}$$

Kde:

L – celková dĺžka príjazdu [m],

b – odsunutie novej osi [m],

v – rýchlosť [$\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$],

r – polomer protismerných oblúkov [m],

I – dĺžka nájazdu na jednej strane premostenia [m].

Obr. 7.16 Schéma na výpočet dĺžky príjazdov

Na obchádzke a v nájazdoch na mosty je možné výnimočne zriadiť sklon až 40%, pokiaľ sú k dispozícii lokomotívy s potrebným výkonom až 50%. Veľké a stredné mosty bez štrkového lôžka je možné stavať v sklone max. 6%. Mostné konštrukcie v sklone sa zabezpečujú proti vodorovnému pohybu kotvením. Realizujú sa aj opatrenia proti putovaniu (pohybu) koľajníc.

Skrátenie dĺžky obchádzky sa dosiahne maximálnym priblížením novej osi mosta k osi pôvodnej (hodnota b na obrázku 7.16) Vtedy, keď to bude vhodné (najmä z hľadiska času) sa namiesto násypov použijú mostné estakády, napr. z nosníkov IP, ŽBM 30, drevených konštrukcií, PIŽMA a pod.

Podobne sa postupuje aj na príjazdoch na cestné mosty budované na obchádzkach.

7.1.2 Plánovanie obnovy mostov

Plánovanie obnovy mostov je cieľavedomá tímová činnosť. Jej cieľom je spracovať stavebno-technický projekt, podľa ktorého bude možné v súlade so stavebným zákonom (lit. 18) postaviť (obnoviť) most s technickými a prevádzkovými vlastnosťami stanovenými v STN.

Rozsah spracovania projektovej dokumentácie pri obnove v KS nie je presne predpísaný žiadnou vyhláškou či predpisom; závisí úplne na spracovateľovi.

Zvláštnosťou obnovy v KS je, že vedúci projektant je neskôr často v postavení aj stavbyvedúceho, zodpovedného za realizáciu mosta.

Na spracovanie projektovej dokumentácie pri obnove nie je väčšinou dostatok času. Aj preto musí byť jej rozsah korigovaný a rozčlenený na **dve časti**: na časť dokumentácie, ktorá dovoľí začať obnovovacie **práce prvé v poradí** a časť, spracovávanú až **po začatí obnovy**. Náročnosť plánovania a spracovania projektov obnovy mosta v kriticky krátkom čase vyžaduje maximálne využitie existujúcej technickej dokumentácie (o pôvodnom moste a o obnovovacom materiáli, ktorý je k dispozícii), rozhodnosť, kompetentnosť, moderné metódy organizácie práce, skúsenosti a využitie výpočtovej techniky.

Základným predpokladom spracovania projektu obnovy mosta sú spoľahlivé, včasné a odborne správne štruktúrované informácie o stave a rozsahu poškodenia (zničenia) objektu.

Skúsenosti (napr. po povodniach) poučujú, že na objekty obnovy je treba čo najskôr vyslať náležite vybrané projektové skupiny v zložení:

- skupina projektovania,
- meračská a vytyčovací skupina,
- skupina (logistického) zabezpečenia.

Počet a zabezpečenie skupín závisí na rozsahu, zložitosti a naliehavosti plnených úloh. Úlohou skupiny projektovania je spracovať návrh základného spôsobu obnovy mosta – v osi alebo na obchádzke a naplánovania prác prvého poradia, aby obnovovacie sily po príchode na objekt mohli bezprostredne bez zdržania („z chodu“) začať s jeho obnovou.

Treba zdôrazniť, že činnosť projektových skupín na jednotlivých objektoch a obnovovacie práce na nich musia byť centrálné riadené a organizačne zosúladené, pretože v prípade viacerých objektov o zjazdnosti v danom úseku trate (cesty) rozhoduje dohodenie posledného z nich.

Proces rozhodnutia o spôsobe obnovy mosta možno rozdeliť na (1) uvedenie si a zásadné rozpracovanie 2-3 možných (konkurenčných) alternatív riešenia a na (2) rozhodnutie (výber) o tom, ktorá z nich je najlepšia - ktorá sa neskôr rozpracuje do podoby vykonávacieho projektu. Kým tvorbu alternatív, v ktorej sa uplatňuje predovšetkým intuícia a skúsenosti možno charakterizovať ako proces tvorivý, proces hodnotenia (výber) alternatív možno označiť ako rutinný.

S každým hodnotením sú spojené určité ťažkosti (a výhrady) a jeho výsledok závisí podstatne na prístupe hodnotiaceho. Na výsledok rozhodnutia okrem vlastností predmetu hodnotenia (jednotlivých alternatív obnovy mosta) majú podstatný vplyv zvolené **kritériá** (ukazovatele obnovy, vid' napr. ods. 4.1.4) a použitá **metóda hodnotenia**. Vzhľadom na to, že kritériá, ktoré sa berú do úvahy sú kvalitatívne rozdielne (čas, počet síl, hmotnosť obnovovacieho materiálu, druh a počty techniky, atď.) a majú v konkrétnej situácii aj rozdielny význam („váhu“) - musí mať zvolená metóda hodnotenia charakter niektorej z podôb tzv. **viackritériálnej funkcie** metód z hodnotenej analýzy.

Ako bolo už uvedené a zdôvodnené projekt obnovy mosta v KS nemá záväznú podobu. Jeho obsah a podrobnosti sú preto dané konkrétnou situáciou a účelom.

Možná štruktúra a popis časti (skráteneho) poľného projektu je na príklade obnovy vojenského normového cestného mosta (lit. 7) uvedená v tab. 7.3.

Tab. 7.3 Možný obsah poľného projektu

<p>A) ČASŤ ORGANIZAČNÁ obsahuje:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. VÝCHODISKOVÉ ÚDAJE: lehota uvedenia prepraviska do prevádzky, počet prúdov, zaťažiteľnosť, zaťaženie, pridelené množstvo normovaných prostriedkov. 2. SCHÉMU ORGANIZÁCIE PRÁC NA PREKÁŽKE: údaje o funkcionároch mosta (veliteľ mosta, zástupca, veliteľa mosta, stavbyvedúci) a o spracovateľovi. 3. SCHÉMU MOSTA. 4. PLÁN ORGANIZÁCIE PRÁC MOSTNÉHO ODDIELU. 5. VÝKAZ SPOTREBY DREVA. 6. VÝKAZ SPOTREBY OCEĽ. PRVKOV A SPOJOVACÍCH SÚČASTÍ. 	<p>2. STATICKÝ VÝPOČET (POSÚDENIE): Pri statickom výpočte (posúdení) v závislosti od konkrétnych podmienok uvádzať:</p> <p>2.1 VÝPOČTOVÉ PREDPOKLADY Uvažované zaťaženie, metóda výpočtu (posúdenia), prierezové charakteristiky prvku (vrátane odkazov na literatúru), použité skratky a značky (pokiaľ nie sú uvedené v texte výpočtu), statická schéma, spolupôsobenie, roznášanie účinkov zaťaženia.</p> <p>2.2. VLASTNÝ STATICKÝ VÝPOČET (POSÚDENIE)</p> <p>2.3 ZÁVER K VÝPOČTU (POSÚDENIA)</p> <p>3. CELKOVÝ ZÁVER K VÝPOČTOVEJ ČASŤI</p>
<p>B) ČASŤ TECHNICKÁ, ktorej obsahom je:</p> <p>1. SÚHRNNÁ TECHNICKÁ SPRÁVA V súhrnnej technickej správe sa uvádzajú konkrétne údaje, potrebné pre pochopenie ostatných častí poľného projektu, predovšetkým charakteristiky územia stavby, technológie, statického prepočtu, výkresovej časti atď.</p> <p>1. CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA STAVBY: Umiestnenie stavby, príjazdové komunikácie, potrebné úpravy staveniska.</p> <p>2. STAVEBNO-TECHNICKÉ RIEŠENIE STAVBY</p> <p>2.1 ZÁKLADNÉ ÚDAJE PRE ORGANIZÁCIU PRÁC</p> <p>2.2 VYTÝČENIE A PRÍPRAVA STAVENISKA</p> <p>2.3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP STAVBY MOSTA (PILIERA)</p> <p>2.4 DOKONČOVACIE PRÁCE</p> <p>2.5 PODMIENKY PRE PREMÁVKU</p> <p>3. BEZPEČNOSŤ A OCHRANA ZDRAVIA PRI PRÁČACH</p>	<p>3. VÝKRESOVÁ ČASŤ Výkresovú časť spracovať v rozsahu:</p> <p>1. ORIENTAČNÝ VÝKRES Spracováva sa v prípade, že nie je spracovaný v organizačnej časti poľného projektu. Orientačný výkres sa kreslí tak, aby z neho boli zrejmé hlavné zásady riešenia mosta, jeho hlavné rozmery a rozmery prekračovaných prekážok. Orientačné výkresy sa kreslia v mierke 1:200, 1:500 a 1:1000. Kreslí sa pozdĺžny a priečny rez mosta.</p> <p>2. PREHĽADNÝ VÝKRES Na prehľadnom výkrese sa uvádzajú: pôdorysy, pozdĺžne zvislé rezy a pohľady a priečne zvislé rezy, koordinačné a konštrukčné rozmery mosta, konštrukcia základov, základová pôda, inžinierske siete (káble, potrubie a pod.). Prehľadné výkresy sa kreslia v mierke 1:50, 1:100, 1:200, 1:500.</p> <p>3. PODROBNÝ VÝKRES Na podrobnom výkrese sa pre kovové konštrukcie uvádza tvar a rozmery konštrukčných prvkov, na mostoch z iných materiálov (mosty, drevené, kamenné), musia byť uvedené aj všetky údaje potrebné na zhotovenie konštrukčných častí, ktorých sa tieto výkresy týkajú (napr. údaje o použitých materiáloch, technologické údaje a pod.). Podrobné výkresy sa kreslia v mierke 1:1, 1:2, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100.</p> <p>4. VÝKRESY POMOCNÝCH KONŠTRUKCIÍ K výkresom pomocných konštrukcií patria:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) výkresy pomocných zariadení, konštrukcií a zariadení potrebných na postavenie mosta, ochranu prostredia a bezpečnosť prác (výkresy výkopov, výkresy lešenia, montážne výkresy a pod.), b) výkresy zariadenia staveniska (výkresy spevnených plôch a pod.), c) výkresy provizórnych úprav. <p>Výkresy pomocných konštrukcií sa kreslia v mierke 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200 a 1:500. Výkresy pomocných konštrukcií môžu mať charakter výkresov prehľadných alebo výkresov podrobných.</p>

<p><u>2. VÝPOČTOVÁ ČASŤ</u> Statický výpočet (posúdenie) všetkých rozhodujúcich prvkov konštrukcie mosta, piliera apod. Pri statickom výpočte (posúdení) mosta, piliera v závislosti od konkrétnych podmienok uvádzať:</p> <p>1. VÝCHODISKOVÉ ÚDAJE: Dispozičné riešenie, uvažované zaťaženie, materiál a výpočtové pevnosti.</p>	<p><u>4. DOPLNKOVÉ ÚDAJE</u> V doplnkových údajoch uvádzať potrebné údaje, ktoré nie sú zrejme z predchádzajúcich častí. Spravidla ide o výkazy a kalkulácie, pomocné výpočty, výsuvné pomery, zoradenie vozidiel, organizácia staveniska, výkaz materiálu, časový plán organizácie výstavby (CPM).</p>
---	--

Iné spracované príklady poľných projektov obnovy (železničných) mostov vid'. lit. 14, s. 216, resp. 15, s. 235,

7.2 Údržba a rekonštrukcia tunelov

Na rozdiel od úlohy tunelového cestného staviteľstva zameraného na výstavbu nových tunelov (napr. diaľničný program SR), je v súčasnosti staviteľstvo železničných tunelov v inej situácii.

Keďže rozvinutie železničnej siete SR je v podstate ukončené, železničné tunelové staviteľstvo sa zaoberá (lit. 17) týmito úlohami:

- **zaist'ovaním železničných tunelov** - ide o súbor prác dočasného charakteru, ktoré je treba vykonať pri bezprostrednom ohrození bezpečnosti železničnej prevádzky.
- **sanáciami**, t. j. prácami, ktoré sa uskutočňujú v osi tunela a ich cieľom je zlepšiť, resp. zvýšiť jeho stabilitu, vodotesnosť a pod.,
- **rekonštrukciami**, pri ktorých sa mení prierez tunela, alebo sa zasahuje do statiky pôsobenia tunelového ostenia.

V záujme bezpečnosti sa v tuneloch konajú pravidelné kontroly a odborné prehliadky (mesačné, ročné a hlavné).

- *Mesačná prehliadka tunela* spočíva vo vizuálnej kontrole tunelovej rúry a portálov. Prehliadku koná tunelový majster počas prevádzky, pričom zvýšenú pozornosť venuje závadám, zisteným počas predchádzajúcej mesačnej prehliadky. V zimnom období je nutné presne určiť miesta zaľadnenia a jeho rozsah a stav odvodňovacieho systému tunela.

• *Ročnú prehliadku tunela* vykonáva komisia, ktorá sa pred jej konaním zoznámí s výsledkami predchádzajúcej ročnej prehliadky a (mesačnými) záznamami v tunelovej knihe. Na základe toho sa stanovujú hlavné ciele nasledujúcej ročnej prehliadky, ktorá posudzuje stav:

- tunelového ostenia a prierezu,
- vonkajšieho a vnútorného systému odvodnenia,
- železničného zvršku (vozovky),
- vetracích šácht,
- elektrickej inštalácie,
- zachovania priestorovej priechodnosti.

V rámci kontroly bezpečnostného vybavenia tunela sa hodnotí i stavebný stav záchranných výklenkov, viditeľnosť náterov orientačných pásov a pod.

• *Hlavná prehliadka tunela* sa koná pravidelne v päťročných intervaloch. V príslušnom roku hlavná prehliadka nahradzuje ročnú prehliadku tunela. Oproti ročnej prehliadke má hlavná prehliadka tunela navyše charakter dokumentačný a to nielen z hľadiskami dlhodobého sledovania tunelového objektu po stránke stavebnej, ale i prevádzkovo ekonomickej. Pri hlavnej prehliadke sa stanovujú podmienky ďalšieho používania tunela, vrátane prípadných obmedzení (napr. prechodného prierezu, traťovej rýchlosti) a ich časovej platnosti. Zároveň sa vytýčia hlavné úlohy a zameranie ďalšieho udržovania tunela.

Zápisy z ročných prehliadok a hlavnej prehliadky sú východiskovými podkladmi pre organizovanie údržby a opráv v ďalšom období.

Veľká časť železničných tunelov na železničnej sieti SR vyžaduje zvýšenú údržbu a rekonštrukciu.

Rekonštrukcia alebo prestavba železničného tunela predstavuje súbor prác, ktorými sa (na rozdiel od údržby a opravy!) mení prierez tunela, alebo sa zasahuje do statického pôsobenia tunelového ostenia.

Podľa povahy a rozsahu stavebných prác sa rekonštrukcie delia na dve skupiny:

- rekonštrukcie realizované zmenou pôvodnej konštrukcie tunela,
- rekonštrukcie zrušením tunelovej rúry.

Práce pri rekonštrukciách bývajú nezriedka z prevádzkovo-ekonomických dôvodov realizované v pomerne krátkodobých výlukách (4 až 6 hod.), čo (podobne ako na mostoch rekonštruovaných počas prevádzky) kladie vysoké požiadavky na prípravu a organizáciu prác.

LITERATÚRA

1. MALÍČEK,I. a kol.: Projektovanie, stavba a rekonštrukcia železníc, (prednášky), VŠDS Žilina, 1993 (ŠF 6317a)
2. IŽVOLT,L. a kol.: Projektovanie, stavba a rekonštrukcia železničných tratí (cvičenia), VŠDS Žilina, 1992 (S 12/2)
3. KLIMEŠ,F.: Železniční stavby, TP43, STNL-NTL 1980
4. CHOCHOL,Š. a kol.: Cesty a diaľnice I – projektovanie, ALFA/VTEL, Bratislava, 1989 (U469/1)
5. ČOREJ,J. a kol.: Cestné staviteľstvo I – projektovanie, návody na cvičenia, ALFA/VTEL Bratislava, 1980 (S 564/1)
6. STN 736200: Mostní názvosloví, Praha, 1975
7. OLŠÁR,L.: Vojenské cestné normované mosty, ŽU FŠI, Žilina, 1999
8. MARCIN,M., REITŠPÍS,J., SLEPECKÝ,J.: Krízové situácie v železničnom staviteľstve – 1, diel, ŽU FŠI, Žilina, 2002
9. SCHINDLER,A., BUREŠ,J.: Kovové mosty, SNTL/ALFA, Praha, 1975
10. TOMICA,M., SOKOLÍK,A., ZEMKO,Š.: Údržba a rekonštrukcia mostov, ALFA, Bratislava, 1992
11. POLÁK,F. a kol.: Silniční mosty – rekonštrukcia a údržba, SNTL, Praha, 1980
12. POLEDŇÁK,P.: Stavba a obnova vojenských silnic – I nepohyblivé mosty, VF VŠDS, Žilina, 1980
13. POLEDŇÁK,P.: Stavba a obnova vojenských silnic – II Zemné teleso vojenských silnic, VF VŠDS, Žilina, 1981
14. KOVAČIK,J.: Obnova železničných mostov – mosty drevené (príklady), VF VŠDS, Žilina,1981
15. KOVAČIK,J.: Obnova železničných mostov, VF VŠDS, Žilina, 1988
16. ŠLEDZIEVSKI,J.: Havárie oceľových konštrukcií, SNTL/NTL, Praha, 1988,
17. KUBÍK,I.: Podzemné stavby (železničné tunely), ALFA, Bratislava, 1988
18. Zákon č. 50/1976 Zb.: Zákon o územnom plánovaní a stavebnom poriadku.