

# Tunely na projekte I/33 Náchod – obchvat

Tunely Dolní Radechová a Kramolna predstavujú významné stavebné objekty v rámci stavby I/33 Náchod – obchvat, ktorej cieľom je zlepšiť dopravnú situáciu v meste Náchod a jeho okolí. Článok približuje základné informácie o technickom riešení, použitých technológiách a organizácii výstavby tunelov a zdôrazňuje význam objektov pre regionálnu dopravnú infraštruktúru.

T: Ing. Michal Maričák, Marti, a. s.  
F: Marti, a. s.

Mesto Náchod, ktoré sa nachádza pri česko-poľskej hranici, dlhodobo zápasí s nadmernou dopravnou záťažou, ktorá negatívne ovplyvňuje kvalitu života obyvateľov aj plynulosť dopravy. Medzinárodná cesta prvej triedy I/33, spájajúca Hradec Králové s poľským mestom Kudowa-Zdrój, je dôležitou dopravnou tepnou, jej trasa však vedie cez centrum Náchoda a spôsobuje dopravné zápchy, hlučnosť a zvýšenú emisnú záťaž.

Výstavba obchvatu Náchoda je strategickým riešením tejto situácie. Ide o projekt líniovej cestnej stavby, ktorá zabezpečuje severozápadný obchvat mesta. Cieľom je odkloniť tranzitnú dopravu z centra, čím sa zlepši bezpečnosť cestnej premávky, zníži hlučnosť a exhalačná záťaž pre obyvateľov a zvýši komfort cestovania. Cesta I/33 je navrhnutá v kategórii S 11,5/70 v celkovej dĺžke 6,465 km, cesta I/14 v kategórii S 9,5/80 v dĺžke 0,923 km.

Súčasťou stavby je aj množstvo ďalších stavebných objektov, ktoré riešia presmerovanie ciest a miestnych komunikácií, ďalej ide o mostné objekty, cyklotrasy, prístupy na pozemky, prevádzkové súbory, protihlukové steny, inžinierske siete, vegetačné úpravy a dva tunelové objekty: hĺbený tunel Kramolna dlhý 100 metrov a tunel Dolní Radechová. Práve tieto objekty realizuje spoločnosť Marti, a. s.

Objednávatelom stavby je Ředitelství silnic a dálnic, s. p., zhotoviteľom Společnost obchvat Náchoda, ktorá

združuje firmy EUROVIA CZ, a. s., Stavby mostů, a. s., Marti, a. s. a EUROVIA SK, a. s.

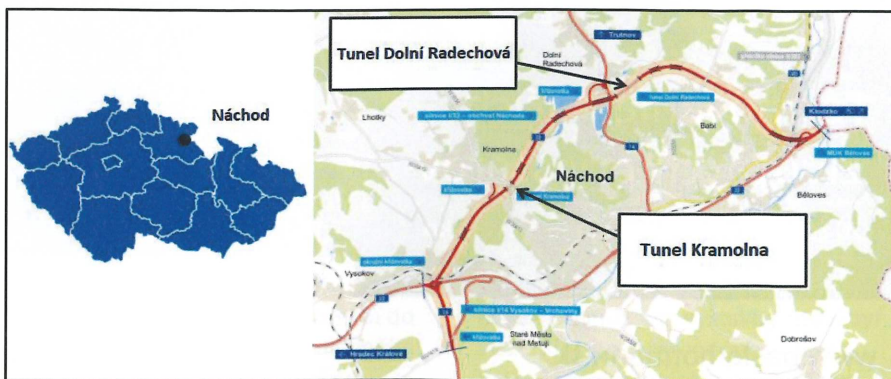
## TUNEL DOLNÍ RADECHOVÁ Základné informácie o tuneli

Hlavným dôvodom návrhu tunela je potreba prekonať geomorfologicky členité územie juhovýchodne od obce Dolní Radechová. Tunel prekonáva dva chrbty s maximálnou nadmorskou výškou 391,1 a 394,0 m n. m., pričom nadložie dosahuje miestami až 25 metrov. Medzi týmito chrbtami, približne v strede tunela sa nachádza priečne údolie, kde sa bude tunel vzhľadom na nízke nadložie a nepriaznivé geologické podmienky budovať v otvorenej stavebnej jame. Tunelová rúra bude rozdelená na dva razené a tri hĺbené úseky (obr. 2).

V zmysle ČSN 73 7507 Projektování tunelů pozemních komunikací ide o krátky tunel. Tunelová rúra je rozdelená na úseky budované razením

a hĺbením a bude prevádzkovaná jednosmerne s navrhovanou rýchlosťou 70 km/hod. Celková dĺžka tunelovej rúry (vzdialenosť medzi vonkajšími lícami oboch tunelových portálov) je 363 m.

Súčasťou tunela je úniková štôľňa s dĺžkou približne 44 m, umiestnená zhruba v strede tunelovej rúry kolmo na ňu. Monolitická konštrukcia štôľne (napojenie na hĺbený tunel) má dĺžku približne 4,4 m. Zvyšnú časť tvorí 16 systémových prefabrikátov. Na portál únikovej štôľne nadväzuje približne 13,6 m dlhá úniková cesta v záreze. Steny zárezu budú z oboch strán zabezpečené opornou konštrukciou z gabionov s premenlivou výškou 2,50 – 3,50 m. Na únikovú cestu nadväzuje zhromažďovacia plocha so šírkou 5,3 m a s dĺžkou 13 m s prístupovou komunikáciou so šírkou 2,5 m a dĺžkou 60,3 m. Tunelová rúra obsahuje ďalej 8 výklenkov pre revízne šachty drenáže



Obr. 1 Prehľadná situácia stavby

(4 vpravo, 4 vľavo), 4 združené výklenky (2 vpravo, 2 vľavo) na osadenie SOS kabín, revízne šachty drenáže a vo výklenkoch na ľavej strane v smere staničenia budú umiestnené aj požiarne hydranty.

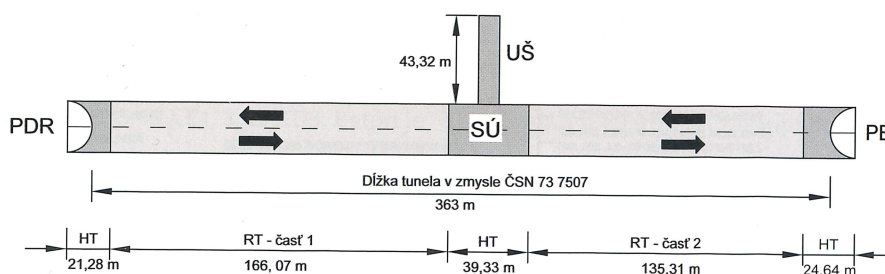
### Organizácia výstavby

Tunel Dolní Radechová pozostáva zo stavebnej a z technologickej časti. Stavebnú časť tvorí 23 a technologickú časť 15 stavebných objektov. Razenie tunela sa bude realizovať dovrhne z portálu Dolní Radechová. Vzhľadom na to, že razená časť pozostáva z dvoch relatívne krátkych úsekov, a tiež vzhľadom na technickú a časovú náročnosť jamy v strednom úseku sa ako prvá začala budovať práve stavebná jama v tomto úseku. Následne sa začalo s výstavbou stavebnej jamy na portáli Dolní Radechová a ako posledná sa vybuduje jama na portáli Babí. Všetky tri jamy sú naplánované tak, aby boli pripravené v dostatočnom časovom predstihu a nedošlo k obmedzeniu raziacich prác.

Po vybudovaní stavebnej jamy na portáli Dolní Radechová sa začne so samotným razením tunela. Počas razenia prvej časti sa budú dokončovať práce na zaistení strednej jamy a budú prebiehať práce na výstavbe stavebnej jamy – portál Babí. Po prerazení prvej časti tunela sa zdemontuje vedenie lúťového ťahu a presunie sa ventilátor, ktorý je súčasťou separátneho vetrania do strednej jamy. To umožní, aby sa v prvej – prerazenej časti mohli začať práce na profilácii primárneho ostenia a po ustálení konvergencií sa začne s realizáciou základových pásov sekundárneho ostenia. Po prerazení druhej časti tunela tak bude v prvej časti pripravené pracovisko na realizáciu drenážneho odvodnenia a hydroizolačného súvrstvia, čo

**Tab. 1** Základné technické parametre tunela Dolní Radechová

|                                                                                  |                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Počet tunelových rúr                                                             | 1                                                                   |
| Vedenie premávky                                                                 | obojsmerné                                                          |
| Kategória tunela podľa ČSN 73 7507                                               | T - 9,5                                                             |
| Navrhovaná rýchlosť                                                              | 70 km/hod                                                           |
| Celková dĺžka tunela podľa ČSN 73 7507                                           | 363 m                                                               |
| Dĺžka razených úsekov tunela (časť 1, časť 2)                                    | 166,07 m / 135,31 m                                                 |
| Dĺžka hĺbených úsekov tunela portál Dolní Radechová / stredný úsek / portál Babí | 21,28 m / 39,33 m / 24,64 m                                         |
| Pozdĺžny sklon                                                                   | premenlivý od 0,07 do 3,95 %                                        |
| Priečny sklon                                                                    | s jednostranným klopením 2,5 – 3 %<br>s obojstranným klopením 2,5 % |
| Úniková štôľňa                                                                   | 1 ks, kolmá na tunelovú rúru                                        |
| Počet núdzových zálivov                                                          | 0                                                                   |
| Výška prejazdného prierezu                                                       | 4,8 m                                                               |
| Šírka chodníkov                                                                  | 1,0 m                                                               |
| Svetlá výška nad chodníkom                                                       | 2,2 m                                                               |



|     |                        |    |                |
|-----|------------------------|----|----------------|
| PDR | portál Dolní Radechová | UŠ | úniková štôľňa |
| PB  | portál Babí            | HT | hlbený tunel   |
| SÚ  | stredný úsek           | RT | razený tunel   |

Obr. 2 Schematické znázornenie tunela Dolní Radechová

predchádza realizácii sekundárneho ostenia. Následne sa osadia štrbinové žlaby a obrubníky a vznikne priestor na uloženie požiarneho suchovodu a káblových chráničiek. Po ukončení uvedených prác bude možné realizovať chodníky, vozovku, náter ostenia, budovy prevádzkovo-technologického objektu, ako aj káblovody na oboch stranách tunela. Po výstavbe objektov stavebnej časti, ale aj

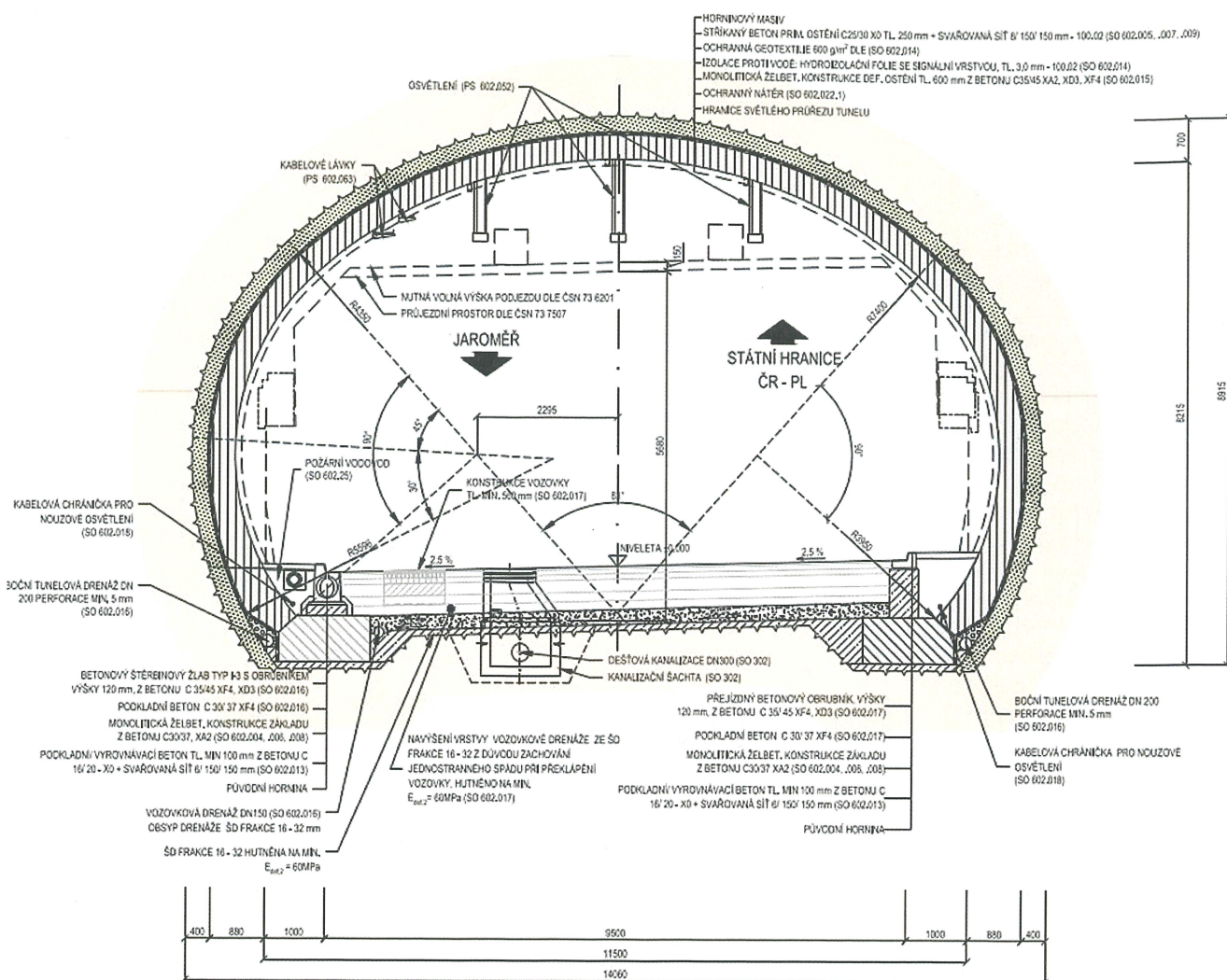
v súbehu s ich výstavbou, sa začne s prácami na technologickej časti tunela Dolní Radechová.

### Razená časť tunela

Konstruktúriu razeného tunela tvorí dvojvrstvé ostenie (primárne a sekundárne) s medzilahlou drenážnou a ochrannou vrstvou a plošnou hydroizoláciou. Razenie bude prebiehať podľa zásad Novej rakúskej tunelovej

**Tab. 2** Navrhnuté technologické triedy výrubu a ich predpokladané zastúpenie v trase razeného tunela Dolní Radechová

| Technologická trieda      | Časť 1 – úsek medzi portálom Dolní Radechová a stredným úsekom |                         | Časť 2 – úsek medzi stredným úsekom a portálom Babí |                         | Spolu časť 1 + časť 2 |                         |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                           | Dĺžka                                                          | Percentuálne zastúpenie | Dĺžka                                               | Percentuálne zastúpenie | Dĺžka                 | Percentuálne zastúpenie |
| TT 2                      | 74,3                                                           | 25 %                    | 0                                                   | 0 %                     | 74,3                  | 25 %                    |
| TT 3                      | 56                                                             | 19 %                    | 50                                                  | 17 %                    | 106                   | 35 %                    |
| TT 4                      | 0                                                              | 0 %                     | 49                                                  | 16 %                    | 49                    | 16 %                    |
| TT 4P                     | 30                                                             | 10 %                    | 30                                                  | 10 %                    | 60                    | 20 %                    |
| TPŠ – tunelový predštitok | 5,77                                                           | 2 %                     | 6,31                                                | 2 %                     | 12,08                 | 4 %                     |
| Spolu                     | 166,07                                                         | 55 %                    | 135,31                                              | 45 %                    | 301,38                | 100 %                   |



Obr. 3 Vzorový priečný rez razenou časťou tunela Dolní Radechová

**Tab. 3** Skladba konštrukcie vozovky v tuneli Dolní Radechovná

| Konštrukčná vrstva                                                                                                                    | Hrúbka vrstvy      | Norma                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|
| Asfaltový koberec mastixový, modifikovaný posypom predobaleným kamenivom, SMA 11S PMB 45/80-65                                        | 40 mm              | ČSN EN 13108-5<br>ČSN 73 6121                     |
| Spojovací postrek z polymérom modifikovanej kationaktívnej asfaltovej emulzie 0,35 kg/m <sup>2</sup> , PS-CP                          | –                  | ČSN EN 13808<br>ČSN 73 6129                       |
| Asfaltový betón pre ložné vrstvy modifikovaný, ACL 22S PMB,25/55 – 60                                                                 | 80 mm              | ČSN EN 13108-1<br>ČSN 73 6121                     |
| Spojovací postrek z polymérom modifikovanej kationaktívnej asfaltovej emulzie 0,35 kg/m <sup>2</sup> , PS-CP                          | –                  | ČSN EN 13808<br>ČSN 73 6129                       |
| Asfaltová zmes s vysokým modulom tuhosti, VMT 22 TSA 20/30                                                                            | 90 mm              | ČSN 73 6140<br>ČSN EN 13108-1                     |
| Postrek infiltračný z kationaktívnej asfaltovej emulzie<br>0,6 kg/m <sup>2</sup> s posypom HDK fr. 2/4 (3,0 kg/m <sup>2</sup> ), PI-C | –                  | ČSN EN 13808<br>ČSN 73 6129                       |
| Mechanicky spevnené kamenivo, fr. 0/32 GA, MZK                                                                                        | 200 mm             | ČSN 73 6126-1,<br>ČSN EN 13285,<br>ČSN EN 3242+A1 |
| Štrkodrvina, fr. 0/32 GB, ŠDA                                                                                                         | min. 150 mm        | ČSN 73 6126-1,<br>ČSN EN 13285,<br>ČSN EN 3242+A1 |
| <b>Celkom</b>                                                                                                                         | <b>min. 560 mm</b> |                                                   |

metódy. Navrhnuté technologické triedy výrubu, ako aj ich predpokladané zastúpenie v trase razeného tunela Dolní Radechová sú uvedené v tab. 2.

Pri všetkých technologických triedach sa čelba delí na kalotu a stupeň. V rámci technologickej triedy TT 4P sa v prípade potreby zrealizuje aj spodná klenba. Na obr. 3 je znázornený vzorový priečny rez razenou časťou tunela.

Primárne ostenie pozostáva zo striekaného betónu, z výstužných prvkov (prútová oceľová výstuž, zvárané oceľové siete, oceľové priehradové nosníky typu BRETEX), zo systémového radiálneho kotvenia a z opatrení na stabilizáciu obrysu výrubu, nadložia a čelby (kotvenie, ihľovanie a mikropilótové dáždniky). Na základe geologických podmienok sa očakáva, že rozpojovanie hornín bude prebiehať najmä pomocou vrtno-trhacích prác. V priportálových úsekoch, najmä v TT 4P, bude rozpojovanie hornín pod mikropilótovým dáždnikom prebiehať mechanicky.

Tab. 4 Základné technické parametre tunela Kramolna

|                                        |                                                         |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Počet tunelových rúr                   | 1                                                       |
| Vedenie premávky                       | obojsmerné                                              |
| Šírkové usporiadanie                   | 0,50 m + 2 × 3,50 m + 3,25 m<br>(stúpací pruh) + 0,50 m |
| Navrhovaná rýchlosť                    | 70 km/hod                                               |
| Celková dĺžka tunela podľa ČSN 73 7507 | 100 m                                                   |
| Pozdĺžny sklon                         | premenlivý od 0,96 do 2,07 %                            |
| Priečny sklon                          | s jednostranným klopením 2,5 %                          |
| Úniková cesta                          | nie je                                                  |
| Počet núdzových zálivov                | 0                                                       |
| Výška prejazdného prierezu             | 4,8 m                                                   |
| Šírka chodníkov                        | 1,0 m                                                   |
| Svetlá výška nad chodníkom             | 2,2 m                                                   |

Definitívnu nosnú konštrukciu razeného tunela tvorí sekundárne ostenie, pozostávajúce z dvoch základných častí – zo základových konštrukcií a z horných klenieb.

Vzhľadom na očakávané geologické prostredie na úrovni základovej škáry (zvetrané až zdravé permské

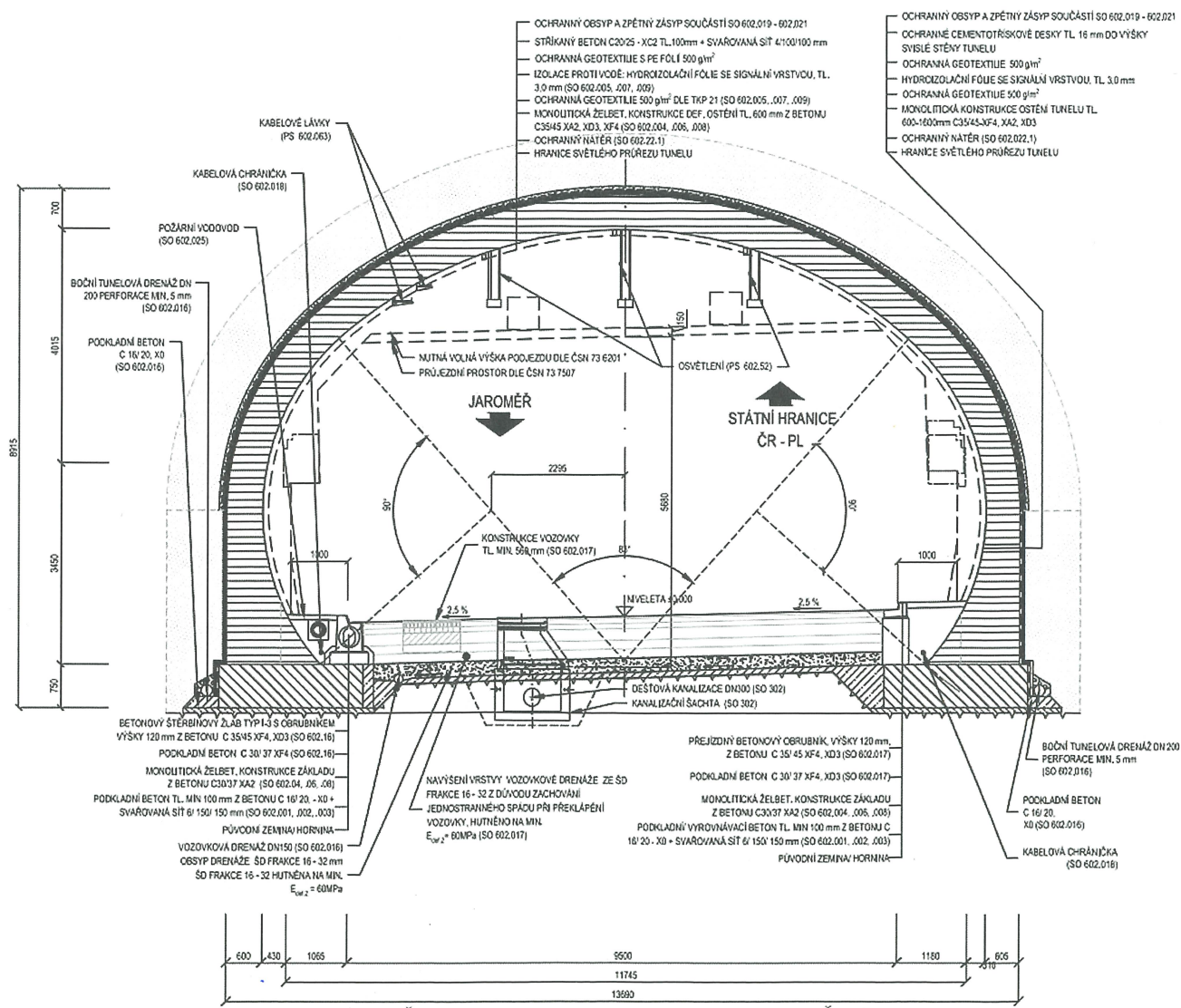
pieskovce, zlepenca a prachovce) sú v celej dĺžke tunela ako základové konštrukcie navrhnuté základové pásy zo železobetónu C 30/37 XA2 so šírkou 1 500 mm a s výškou 750 mm.

Horné klenby sekundárneho ostenia sú navrhnuté zo železobetónu triedy C35/45 XF4, XA2 XD3. Betón je

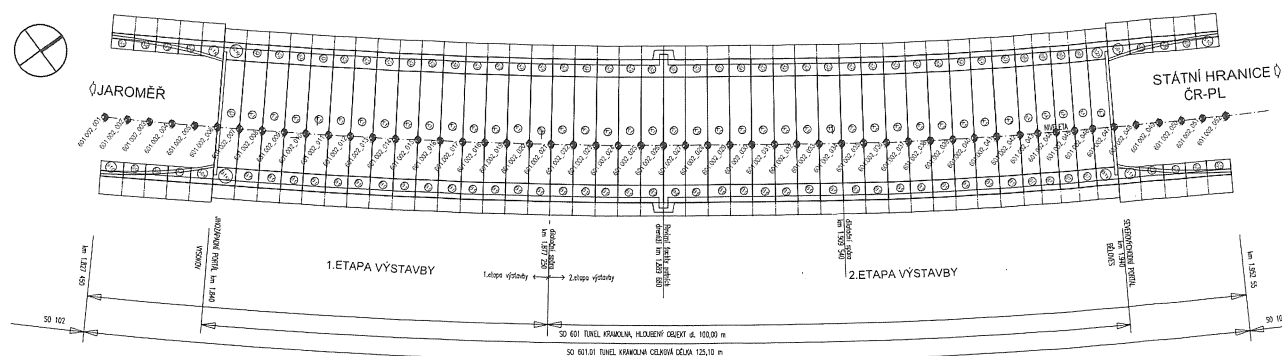
vystužený betonárskou oceľou B500B a KARI sieťami Ø 8/150/150 mm. Štandardná dĺžka bloku je 12,5 m. Minimálna hrúbka sekundárneho ostenia je 400 mm, pri pätkách sa zväčšuje až na 600 mm.

### Hĺbená časť tunela

Nosná konštrukcia ostenia v hĺbených úsekoch tunela Dolní Radechová (úseky na oboch portáloch a v strednej jame) je rovnako ako v razenej časti navrhnutá zo železobetónu triedy C35/45 XF4, XA2 XD3. Betón je vystužený betonárskou oceľou B500B a KARI sieťami Ø 8/150/150 mm. Oproti razenej časti je však minimálna hrúbka ostenia 600 mm, pri základoch sa zväčšuje až na 1 300 mm. Hĺbené úseky sa začnú realizovať po ukončení betonáže horných klenieb v razenej časti. Na ich realizáciu sa použije ten istý debniaci voz, na ktorý sa vyviaže výstuž a následne sa zaklopí kon-



Obr. 4 Vzorový priečny rez hĺbenou časťou tunela Dolní Radechová



Obr. 5 Schematické znázornenie tunela Kramolna

tradebnením. Vzorový priečný rez hĺbenou časťou je na obr. 4.

### Ostatné stavebné objekty

Súčasne s postupom betonáže sekundárneho ostenia začne zhotoviteľ s osádzaním obrubníkov a štrbinových žlabov. Tieto prvky sú súčasťou samotnej vozovky a jej odvodnenia. Vybudovanie uvedených konštrukcií vytvorí priestor na ukladanie a následnú betonáž káblových chráničiek a zároveň vznikne kanál pre potrubie požiarneho suchovodu. Ten zabezpečí vodu na hasenie a v prípade požiaru bude aktivovaný, teda naplnený vodou z požiarnej nádrže na požadovaný pretlak do 240 s od obdržania signálu z požiarneho hlásiča. Na hasenie musí byť zabezpečená dodávka vody v množstve 30 l/s najmenej počas 60 minút. Požiarňa nádrž s objemom

117 m<sup>3</sup> je súčasťou suterénu prevádzkovo-technického objektu.

Vozovka v tuneli Dolní Radechová je totožná s príľahlou vozovkou hlavnej trasy obchvatu Náchoda (SO 102). Konštrukcia je navrhnutá v súlade s TP 170 v zložení podľa tab. 3.

### TUNEL KRAMOLNA

#### Základné informácie o tuneli

Zaradenie tunela Kramolna (obr. 5) do trasy cesty I/33 vychádza z potreby prekonať výrazný geomorfologický útvar v podobe krátkeho chrbta, resp. sedla, ktorý sa nachádza južne od obce Kramolna. Najvyšší bod terénu v tejto oblasti dosahuje kótu približne 448 m n. m., zatiaľ čo niveleta komunikácie tu vedie vo výške 435 m n. m.

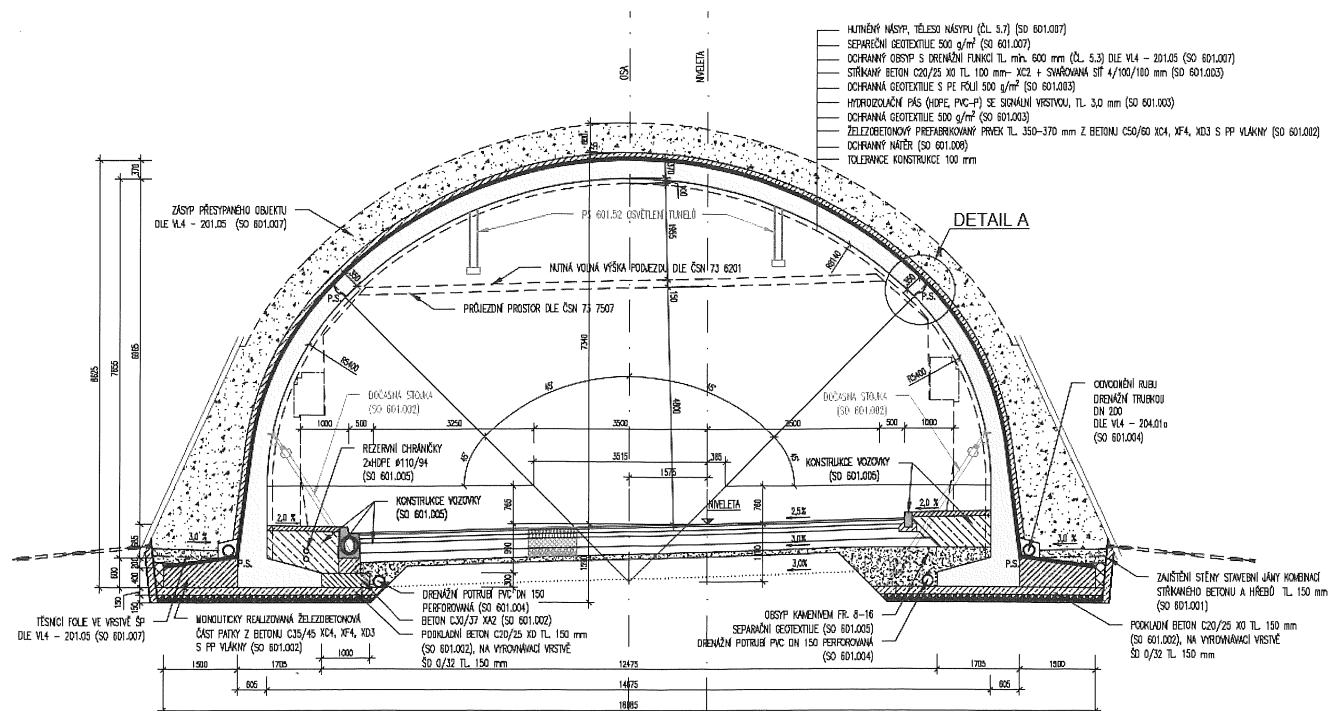
Podľa TP 98 (Technologické vybavenie tunelů pozemních komunikací) ani podľa ČSN 73 7507 (vzhľadom na dĺžku objektu nejde o tunel z hľadiska tech-

nologického a bezpečnostného vybavenia, a teda nie je možné ho v tomto smere kategorizovať. Prierez tunela však rešpektuje zásady dokumentácie pre územné rozhodnutie (DÚR) a je navrhnutý v súlade s ČSN 73 7507 s výškou prejazdneho profilu 4,80 m.

Priečný rez tunelom je riešený ako obojsmerná dvojpruhová komunikácia doplnená stúpacím jazdným pruhom, pričom z dôvodu celkovej šírky nie sú navrhnuté núdzové pruhy. Šírkové usporiadanie v tuneli je 0,50 m + 2 × 3,50 m + 3,25 m (stúpací pruh) + 0,50 m. Na oboch stranách vedú chodníky s minimálnou šírkou 1,00 m, oddelené vyvýšenou obrubou s výškou 120 mm.

### Organizácia výstavby

Tunel je navrhnutý ako presypaný prefabrikovaný hĺbený objekt s celkovou dĺžkou 100 m. Na zhotovenie kon-



Obr. 6 Vzorový priečný rez tunelom Kramolna



Obr. 7 Pohľad na trasu tunela Dolní Radechová



Obr. 8 Stavebná jama – portál tunela Dolní Radechová

štrukcie vo výkope bude zrealizovaná stavebná jama, ktorej steny sa zaistia prostredníctvom zemných klincov a striekaného betónu vystuženého KARI sieťami. Realizácia objektu vrátane hĺbenia a zaistovania stavebnej jamy je rozdelená do dvoch etáp, čo umožní zachovať plynulosť dopravy na komunikácii III/30413 počas celej výstavby.

Samotná konštrukcia ostenia tunelu je navrhnutá zo železobetonových systémových prefabrikovaných dielcov z betónu triedy C50/60 XF4, XA2 s prídavkom polypropylénových vlákien. Hrúbka ostenia sa pohybuje od 350 do 370 mm, pričom jednotlivé segmenty sú v priečnom reze rozdelené na bočné diely so základovými pásmi a na samostatnú klenbu. Konštrukcia je plošne založená na základových pásoch, ktoré sú čiastočne zmonolitnené betónom triedy C35/45 XA2, vystuženým betonárskou oceľou triedy B500B. Klenba je chránená proti pôsobeniu podzemnej vody viacvrstvom hydroizolačným systémom. Portálové steny tunela sú navrhnuté takisto zo systémových prefabrikátov.

Odvodnenie vozovky bude zabezpečené štrbinovým žlabom umiestneným vľavo po smere staničenia. Zachytená voda sa bude odvádzať podľa pozdĺžneho sklonu trasy k východnému portálu, kde je situovaná prietokná zberná šachta napojená na

kanalizáciu SO 302 Odvodnenie SO 102. Šachta zároveň umožňuje zachytávanie znečistených vôd pri umývaní tunela. V takom prípade bude uzavretá, voda sa odčerpá a ekologicky zlikviduje. V bežnom režime funguje šachta ako prietokná. Konštrukcia vozovky v tuneli je navrhnutá v rovnakom zložení ako vozovka cesty I/33 (SO 102), teda ako netuhá konštrukcia s asfaltovým krytom (tab. 3).

#### AKTUÁLNE PREBIEHAJÚCE PRÁCE

V čase písania článku sa realizujú práce na strednej jame a portáli tunela Dolní Radechová, aby sa v blízkom čase mohlo začať s jeho razením.

Prebiehajú výkopy stavebných jam a zaistovanie stien kombináciou zemných klincov, striekaným betónom vystuženým KARI sieťou, na strednej jame sa realizuje aj záporové paženie v kombinácii s lanovými kotvami.

Práce na tuneli Kramolna sa začnú v blízkej dobe po vydaní realizačnej dokumentácie.

#### ZÁVER

Tunely Dolní Radechová a Kramolna síce patria medzi kratšie tunely, no aj napriek tomu predstavujú pre zhotoviteľa technicky náročnú stavbu. Používajú sa tu všetky typy tunelových konštrukcií. Razený tunel, monolitický tunel vo vykopanej jame

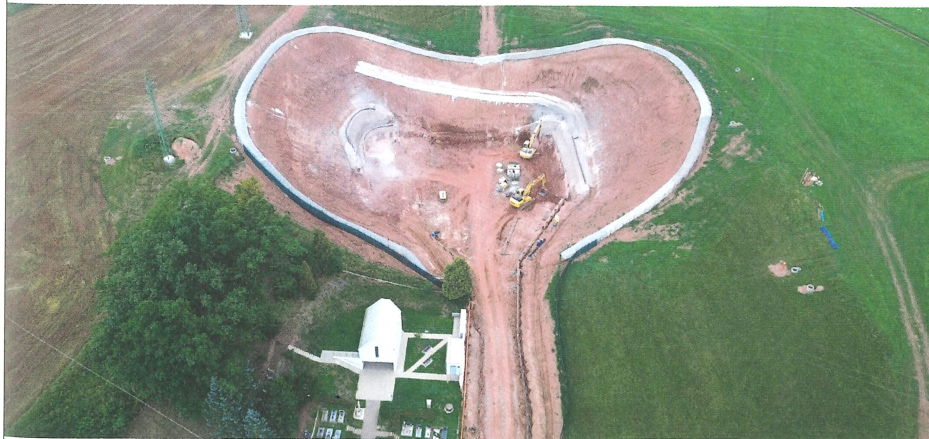
aj prefabrikovaný tunel vo vykopanej jame. Ide o jedinečnú situáciu, keď zhotoviteľ realizuje tunely pomocou troch technológií súčasne na jednom stavenisku. Výzvou je aj skutočnosť, že nad všetkými stavebnými jamami tunela Dolní Radechová sa nachádzajú vedenia vysokého až veľmi vysokého napätia, čo komplikuje nasadzovanie zdvíhacej techniky a mechanizácie s väčšou výškou.

Portál tunela Dolní Radechová sa nachádza v tesnej blízkosti priemyselného areálu, ktorý bude počas výstavby v plnej prevádzke. Trhacie práce preto bude nutné vykonávať tak, aby ich seizmické účinky boli minimálne a neovplyvnili okolité objekty. Stavebná jama v strednom úseku zase susedí s cintorínom, čo si vyžaduje citlivý prístup a prispôbenie pracovných postupov s dôrazom na rešpektovanie pietneho charakteru miesta. Trasa tunela Kramolna vedie v blízkosti záhrad a obytnej zástavby, pričom niektoré objekty bolo nutné zdemolovať, čo so sebou prináša zvýšený záujem a citlivosť dotknutých obyvateľov.

Zhotoviteľ však verí, že vďaka profesionálnemu prístupu všetkých zúčastnených strán sa podarí tunely zrealizovať v plánovanom termíne a požadovanej kvalite. ■

#### TUNNEL STRUCTURES FOR THE I/33 NÁCHOD BYPASS PROJECT

The Dolní Radechová and Kramolna tunnels represent significant construction structures within the scope of the I/33 Náchod bypass project, the objective of which is to improve the traffic situation in the town of Náchod and its surrounding area. The article provides fundamental information on the technical solution, the technologies applied, and the organisation of the tunnel construction, and highlights the importance of these structures for the regional transport infrastructure.



Obr. 9 Stavebná jama – stred