

METRO D – POKRAČUJÍCÍ VÝSTAVBA STANICE OLBRACHTOVA

METRO D – CONTINUING CONSTRUCTION OF THE OLBRACHTOVA STATION

VÁCLAV DOHNÁLEK, ROMAN LUTIŠAN, ŠTĚPÁN RŮŽIČKA

ABSTRAKT

Článek se zabývá postupem výstavby nové linky metra D na prvním úseku mezi stanicemi Pankrác a Olbrachtova konkrétně stanicí Olbrachtova a 3D technologiemi používanými na stavbě. Po úvodním představení rozsahu výstavby stanice ze dvou hlavních stavenišť se článek věnuje jednotlivým částem stanice Olbrachtova. Provádění ražeb je prezentováno z pohledu významu zvoleného postupu výstavby. Text dále popisuje členění jednotlivých podzemních částí stanice s definováním rozhraní dodávek mezi jednotlivými partnery ve sdružení. Stanice Olbrachtova byla a je ražena v náročných geotechnických podmínkách a v prostorovém omezení obytnými domy v ulici Na Strži. Popsána je výstavba sekundárního ostění a ražby velkých profilů staničních tunelů, navazujících na dříve prezentovanou ražbu propojky sever, a ražba technologického tunelu. S náročnými podmínkami prací v obytné zástavbě se také potýká pokračující výstavba jižního a severního vestibulu s navazujícími ražbami eskalátorových tunelů a realizací jejich sekundárního ostění.

ABSTRACT

The article is concerned with advancements in the construction of the new metro D line on the first section between the Pankrác and Olbrachtova stations, in particular the Olbrachtova station and the 3D technologies employed on the construction site. After an opening introduction to the extent of construction of the station from two main construction sites the article is dedicated to individual parts of the Olbrachtova station. The execution of excavations is presented from the point of view of the importance of the selected construction procedure. The text then describes the structuring of individual underground station sections with defined boundaries of supplying between individual partners within the consortium. The Olbrachtova station was and is being excavated in challenging geotechnical conditions and in a spatial constraint by residential houses on Na Strži Street. Described are the construction of secondary lining and the excavations of large profiles of the station tunnels, connecting to the earlier presented excavation of the northern cross passage and the excavation of a technological tunnel. Also, the continuing construction of the southern and northern vestibules with the following excavations of escalator tunnels and the realization of their secondary lining face challenging conditions of work in a residential development.

ÚVOD

V dubnu roku 2022 převzalo sdružení společností, po vítězství ve veřejné soutěži, od investora staveniště pro výstavbu prvního úseku nové linky metra D mezi stanicemi Pankrác a Olbrachtova. Těmito společnostmi jsou Subterra a.s., Hochtief CZ a.s., Strabag a.s., Hochtief Infrastructure GmbH, organizační složka a Ed. Züblin Aktiengesellschaft. Skupina Strabag provádí objekty na SOD 13 – stanice Olbrachtova [1].

Stanice je umístěna v Praze 4 pod ulicí Na Strži, v úseku mezi křižovatkami s ulicemi Jeremenkova, Olbrachtova, Zelený pruh a Antala Staška. Ražená veřejná část stanice je tvořena dvěma samostatnými staničními tunely, které jsou propojené na koncích a uprostřed nástupiště příčnými tunelovými propojkami. Technologická část stanice je pak umístěna mimo část veřejnou, v samostatném tunelu vloženém mezi staniční tunely a zároveň pod severní eskalátorový tunel směrem k Pankráci. Přístup do stanice je možný přes dva vestibuly. Severní se nachází v blízkosti křižovatky ulic Olbrachtova a Na Strži v budoucím parku, jižní přímo pod ulicí Na Strži u křižovatky s ulicí Antala Staška. Oba vestibuly jsou s podzemní částí stanice propojeny eskalátorovými tunely. Všechny výše zmíněné části jsou dobře patrné z 3D modelu stanice na obr. 1.

Tento text navazuje svým obsahem na předchozí články v časopisu TUNEL 3/2024 [2] a v časopisu SILNICE ŽELEZNICE 3/2024 [3], jež se věnovaly celému prvnímu úseku Metra D.

RAŽBY A PRIMÁRNÍ OSTĚNÍ STANICE

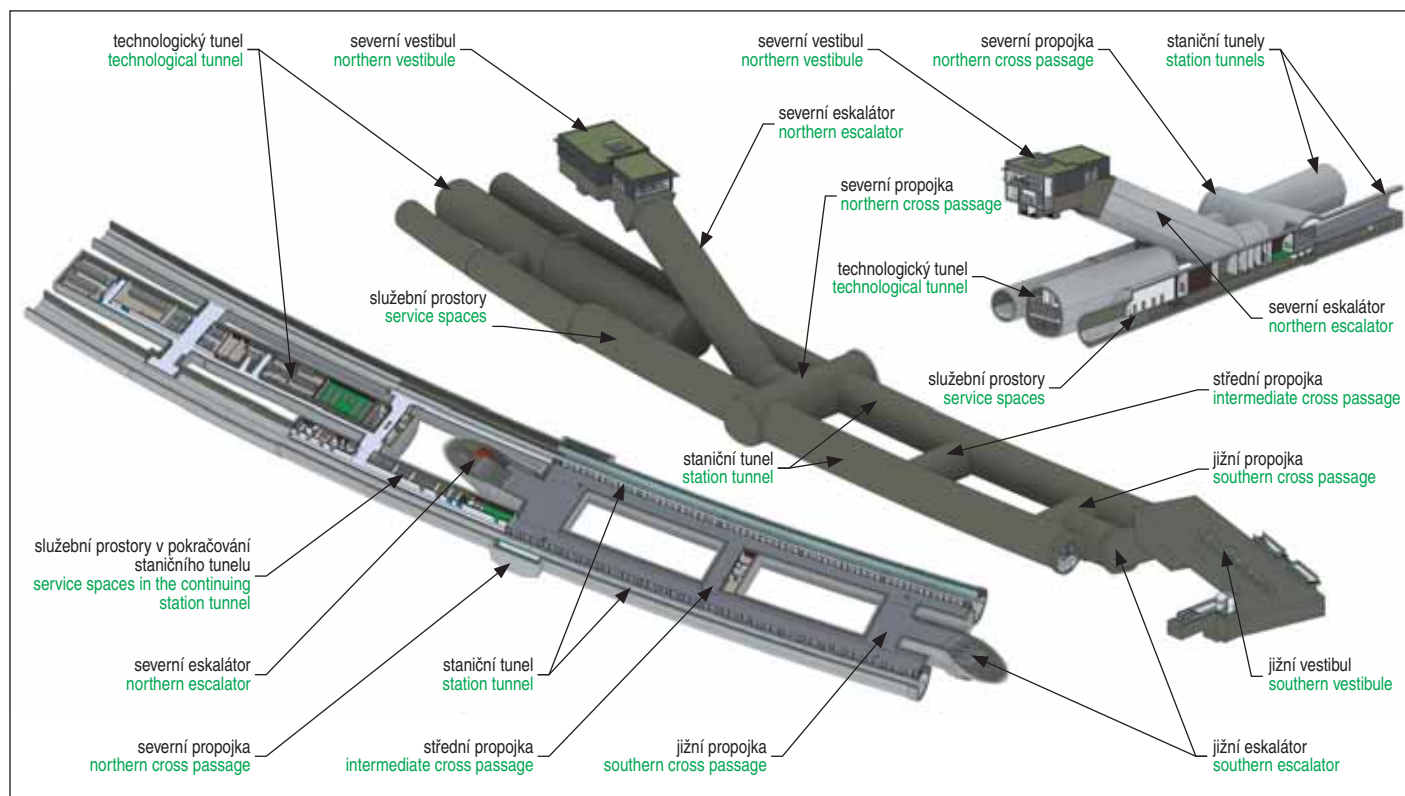
Ražby levého a pravého staničního tunelu byly realizovány v jižním směru (směr Krč) od hlavní šachty pro výstavbu stanice. Ta se

INTRODUCTION

In April of 2022 after a victory in a public tender, the consortium of companies took over the construction site for the construction of the first section of the new metro D line between stations Pankrác and Olbrachtova. These companies are Subterra a.s., Hochtief CZ a.s., Strabag a.s., Hochtief Infrastructure GmbH, organizational body, and Ed. Züblin Aktiengesellschaft. The Strabag Group carries out structures on SOD 13 – Olbrachtova station [1].

The station is located in Prague 4 beneath Na Strži Street, in a section between intersections with streets Jeremenkova, Olbrachtova, Zelený pruh, and Antala Staška. The excavated public part of the station is made up of two standalone station tunnels that are connected at the ends and in the middle of the platform by transverse tunnel cross passages. The technological section of the station is then located outside of the public part in a standalone tunnel inserted between the station tunnels and also beneath the northern escalator tunnel in the direction of Pankrác. Access to the station is made possible through two vestibules. The northern one is located near an intersection of streets Olbrachtova and Na Strži in a future park, and the southern one is directly underneath Na Strži Street at the intersection with Antala Staška Street. Both vestibules are connected to the underground section of the station with escalator tunnels. All the above-mentioned parts are evident from a 3D model of the station in Fig. 1.

The content of this text follows up on previous articles in the TUNEL journal 3/2024 [2], and in the SILNICE ŽELEZNICE journal 3/2024 [3] that were dedicated to the entire first section of metro D.



zdroj společnost Metroprojekt source company Metroprojekt

Obr. 1 Stanice Olbrachtova – 3D model

Fig. 1 Olbrachtova station – 3D model



Obr. 2 Čelba kaloty staničního tunelu v bohdaleckých břidlicích (ordovik)

Fig. 2 Heading excavation of the station tunnel in Bohdaleck slates (Ordovician)

nachází na severním zařízení staveniště označeném OL2. Práce probíhaly v bohdaleckých břidlicích mírně porušených, což umožnilo provádět ražbu bez vertikálního členění kaloty (obr. 2). Oba staniční tunely byly raženy ve velkém profilu s plochou výrubu 88 m². Ukončeny jsou zesílenými čelbami tloušťky 600 mm (tři vrstvy KARI sítě a stříkaný beton), které tvoří rozhraní mezi SOD 13 a SOD 14, který je součástí následující etapy I.D1b výstavby trasy metra D.

Současně s ražbou staničních tunelů probíhala i ražba příčných tunelových propojek střed a jih s délkou ražby 19 m. Výrub propojek byl členěný na kalotu a dno s celkovou plochou výrubu 73 m². Z propojky jih byla následně vyražena vodorovná část jižního eskalátorového tunelu.

Z důvodu požadovaných nízkých limitů deformací objektů povrchové zástavby (např. nerovnoměrné sedání budov 1:1111), které vycházely z expertních posudků dotčených objektů, byly v průběhu

EXCAVATIONS AND PRIMARY LINING OF THE STATION

Excavations of the left and right station tunnels were realized in the southern direction (direction Krč) from the main shaft for the construction of the station. That is located at the northern construction site facility marked as OL2. Works took place in slightly failed Bohdalec slates, which allowed an excavation without a vertically sequenced heading (Fig. 2). Both station tunnels were excavated as a large profile with an area of the excavation of 88m². They are terminated with 600mm thick reinforced faces (three layers of KARI mesh sheets and shotcrete) which form a boundary between SOD 13 and SOD 14, which is part of the following I.D1b construction stage of the Metro line D.

Simultaneously with the excavation of station tunnels also the excavation of transverse tunnel cross passages centre and south with an excavation length of 19m took place. The excavation of the cross passages was sequenced into a heading and an invert with a total area of the excavation of 73m². From the southern cross passage, a horizontal section of the southern escalator tunnel was subsequently excavated.

Due to the required low limits of deformation of buildings in the surface development (for example an uneven settlement of buildings 1:1111), which came out from expert assessments of the affected buildings, over the course of excavations compensation grouting was carried out (Fig. 3) in the rock below buildings in the surface development. The length of the designed grouting bores did not enable the use of standard grouting compounds. It was necessary to use an organo-mineral resin with a maximally elongated reaction time. Grouting was managed on the basis of developing surface deformations of the terrain measured in levelling profiles and deformations of buildings in the surface development measured by inclinometers. Measuring with inclinometers took place virtually uninterrupted with online data transfer. The result was the levelling of the settlement of the surface including buildings with the usage of a precise amount of the grouting compound.



Obr. 3 Realizace kompenzačních injektáží
Fig. 3 Realization of compensation grouting

ražeb prováděny kompenzační injektáže (obr. 3) v hornině pod objekty povrchové zástavby. Délka navržených injektážních vrtů neumožňovala použití standartních injektážních směsí. Bylo nutné použít organicko-minerální pryskyřice s maximálně prodlouženým reakčním časem. Injektování bylo řízeno na základě vývoje deformací povrchu terénu měřených v nivelačních profilech a deformací objektů povrchové zástavby měřených náklonoměry. Měření náklonoměry probíhalo takřka nepřetržitě s online přenosem informací. Výsledkem bylo vyrovnání sedání povrchu včetně objektů s použitím přesného množství injektážní směsi.

Poslední částí stanice Olbrachtova (stav duben 2025), ve které není dokončena ražba, je technologický tunel (TGT). Ten je situován mezi staničními tunely pod severním eskalátorovým tunelem. Jako první byla vyražena propojka sever TGT, ve zvětšeném profilu, který umožnil samotnou ražbu TGT. Propojka sever rozděluje TGT na malý profil délky 31 m (směr Pankrác), náběh do velkého profilu délky 5 m a velký profil délky 48 m (směr Krč). Samotná ražba TGT byla zahájena v lednu 2025, po dokončení sekundárního ostění obou bočních staničních tunelů v technologické části stanice. První fází prací je vyražení kaloty v celé délce TGT. Ražba kaloty probíhá s vertikálním dělením výrubu (obr. 4) na dva dílčí profily, nejdříve je vyražena kalota 1 se současným uzavíráním protiklenby kaloty 1. Následně s odstupem čtyř záběrů je vyražena kalota 2 se současným uzavíráním protiklenby kaloty 2. Tvar a členění kaloty je stejný v malém i velkém profilu a celková plocha výrubu činí 55 m². Primární ostění je tvořeno stříkaným betonem s pomocnými příhradovými nosníky, výztužnými sítěmi a radiálními a čelbovými samozávrtnými svorníky. Dále je použita předháněná výztuž ze samozávrtných ocelových tyčí. Pro zlepšení parametrů horninového prostředí je pak použita chemická injektáž z organicko-minerální pryskyřice. V současné době (duben 2025) probíhá ražba kaloty střídavě v malém a velkém profilu tak, že otevírání výrubu začne až po zajištění předcházejícího záběru první vrstvou stříkaného betonu s výztužnými sítěmi.

Po dokončení ražby kaloty TGT bude následovat ražba krátké spojovací šachty TGT a severního eskalátorového tunelu. Poslední fází bude ražba opěří a dna.

The last part of the Olbrachtova station (status quo April 2025) in which excavation has not been completed is a technological tunnel (TGT). It is situated between station tunnels beneath the northern escalator tunnel. First, the northern TGT cross passage was excavated in an enlarged profile which facilitated the TGT excavation itself. The northern cross passage divides the TGT into a smaller profile with a length of 31m (direction Pankrác), a ramp-up to a larger profile of 5m in length, and a large profile of 48m in length (direction Krč). The excavation of the TGT itself was initiated in January 2025 after the completion of the secondary lining of both the lateral station tunnels in the technological section of the station. The first phase of work is the excavation of the heading in the entire length of the TGT. Excavation of the heading is carried out with vertical face sequencing (Fig. 4) into two sequential profiles, first heading 1 is excavated with a simultaneous closure of the invert of heading 1. Then with a distance of four pulls heading 2 is excavated with a simultaneous closure of the invert of heading 2. The shape and sequencing of the heading are the same in the small and large profiles and the total area of the face amounts to 55m². The primary lining is made up of shotcrete with supplementary lattice girders, reinforcing meshes, and radial and face self-drilling rock bolts. Next pre-excavation reinforcement consisting of self-drilling steel bars is used. For the improvement of rock environment parameters chemical grouting from organo-mineral resin is then used. At this point in time (April 2025) excavation of the heading is ongoing alternating between the small and large profiles so that the opening of the excavation begins not until the previous pull is secured by the first layer of shotcrete and reinforcing mesh.

After completion of the excavation of the TGT heading, the excavation of a short connecting shaft between the TGT and the northern escalator tunnel will follow. The last phase will be the excavation of the bench and invert.

SECONDARY LINING OF THE STATION

Works on excavations of the station tunnels and cross passages of the station were completed in September 2024. Then, preparatory works for waterproofing were carried out, consisting of reprofiling of the tunnels, fastening drainage, its encasement concreting with porous concrete, and the concreting of gradient concretes.

The final lining is provided with enclosed waterproofing layers against the effects of pressurized groundwater which also fulfil the function of passive secondary protection against stray currents. Waterproofing is made of 3mm thick softened PVC film with a signal layer and it is mounted onto a protective geotextile (800g/m²) fastened to a reprofiled surface of the primary lining. In the station tunnels the waterproofing film in the floor is protected



Obr. 4 Dílčí členění profilu kaloty TGT
Fig. 4 Sequencing of the profile of the TGT heading



Obr. 5 Hydroizolace a armatura staničního tunelu
Fig. 5 Waterproofing and reinforcement of the station tunnel

SEKUNDÁRNÍ OSTĚNÍ STANICE

Práce na ražbách staničních tunelů a propojek stanice byly ukončeny v září 2024. Následně se provedly přípravné práce pro hydroizolaci, spočívající v reprofilaci tunelů, osazení drenáže, její obetonování mezerovitým betonem a betonáž spádových betonů.

Definitivní ostění je opatřeno proti působení tlakové podzemní vody uzavřeným hydroizolačním souvrstvím, které zároveň plní funkci pasivní sekundární ochrany proti bludným proudům. Hydroizolace je z měkčené PVC fólie tloušťky 3 mm se signální vrstvou a je osazená na ochranu geotextílii (800 g/m²) připevněnou na reprofilovaný povrch primárního ostění. Ve staničních tunelech je ve dně tunelu hydroizolační fólie ochráněná betonovou mazaninou tloušťky 100 mm, zatímco v propojkách je ochráněná geotextílií (2 000 g/m²). Do všech pracovních a dilatačních spár jsou vloženy vnější těsnicí spárové pásy s pojistným systémem z injektážních hadiček, které jsou svedeny do krabic na líci definitivního ostění.

Levý a pravý staniční tunel mají jednotný příčný řez sekundárního ostění a pomocí krátkých krčků jsou napojeny na propojky stanice střed a jih. Sekundární ostění obou staničních tunelů je rozděleno do tří dilatačních celků v délce cca 22–33 m, které jsou od sebe odděleny dilatačními spárami. Samostatnou dilataci tvoří propojka sever, střed a jih. Součástí dilatace propojky jih je i krček do jižního eskalátorového tunelu. Betonáž ostění je ve všech konstrukčních částech tunelu vodorovnými pracovními spárami rozdělena na betonáž rovnhého dna, šikmého dna a klenby. Armování a betonáž dna probíhají v sekcích, které jsou totožné s dilatačními celky. Podobně jsou rozděleny i klenby na typické sekce základní délky 6 m, atypické sekce délky 12 m a (mezilehlé) krátké sekce s rozdílnou délkou. Důvodem atypických sekcí je dodržení maximální délky dilatačních celků a dodržení poloh dilatačních spár. Základ výztužné kostry definitivního ostění tvoří příhradové rámy, které jsou osazeny ve vzdálenostech 2,3 m (obr. 5).

Velkou výzvou při návrhu bednicího vozu klenby staničních tunelů byly atypické sekce v místě tunelových propojek s délkou 12 m a velmi krátké sekce s délkou v rozmezí 2 až 5 m. Další výzvou bylo minimum prostoru pro montáž bednicího vozu. Jediným vyhovujícím místem se stal prostor šachty pro výstavbu stanice, který však neumožňoval montáž vozu délky 12 m. Řešení spočívalo v dodání „souvpravy“ dvou bednicích vozů, s délkou 6 m (obr. 6). Každý vůz má samostatný hydraulický systém a rozvod betonu. Konstrukce bednicích vozů musela umožnit propojení v jeden pro společně

with a concrete grout 100mm in thickness, whilst in the cross passages it is protected by a geotextile (2000g/m²). Outer joint waterstops with a safety system from grouting tubes that are routed into boxes on the front of the final lining have been inserted into all the dilatation and construction joints.

The left and right station tunnels have a unified cross-section of the secondary lining and thanks to short collets they are connected to the centre and south station cross passages. The secondary lining of both the station tunnels is divided into three dilatation sections ca. 22–33m in length which are separated from each other by dilatation joints. A standalone dilatation is formed by cross passages north, centre, and south. A component of the dilatation of the southern cross passage is also a collet into the southern escalator tunnel. The concreting of the lining is in all the construction

sections of the tunnel separated by horizontal construction joints into the concreting of the horizontal floor, oblique floor, and the vault. Reinforcing and concreting of the floor is carried out in sections that are identical to the dilatation sections. Similarly, the vaults are divided into typical sections with a default length of 6m, atypical sections 12m long, and (intermediate) short sections with differing lengths. The reasons for atypical sections are to abide by the maximal length of dilatation sections and to maintain the locations of the dilatation joints. The basis of the reinforcing frame of the final lining is formed by lattice girders that are mounted with a spacing of 2.3m (Fig. 5).

A large challenge during the design of the tunnel form traveller for the vault of the station tunnel were the atypical sections in the area of the tunnel cross passages with a length of 12m and a really short section with a length in the range from 2 up to 5m. Another



Obr. 6 Montáž bednicího vozu v prostoru propojky sever pod šachtou pro výstavbu stanice
Fig. 6 Assembly of the form traveller in the area of the northern cross passage beneath a shaft for the construction of the station



Obr. 7 Sekundární ostění staničního tunelu
Fig. 7 Secondary lining of the station tunnel

použití. Tímto způsobem byly vozy spojeny v místě propojek a následně rozpojeny, vždy dle potřeby s vícečetným opakováním.

Nemalou výzvou bylo i řešení dopravy betonové směsi. Sekundární ostění je zhotoveno z betonu C30/37 (obr. 7). Z prostorových důvodů nebylo možné realizovat kolovou dopravu betonu, a tak byla použita soustava čerpadel betonu. První čerpadlo je umístěné v hale nad šachtou v úrovni povrchu a další se nachází v podzemí a dopravuje betonovou směs do bednění. Z důvodu souběhu prací na sekundárním ostění a na ražbách TGT musely být doplněny i další sekundární rozvody pro betonovou směs.

HLOUBENÍ A VÝSTAVBA VESTIBULU JIH

Během výstavby ražené části stanice ze severního zařízení staveniště OL2 probíhaly i práce v oblasti vestibulu jih. Tento vestibul je podzemní objekt, který bude ukrytý pod vozovkou s výstupy na povrch bočními schodišti, výtahem a eskalátorem. Práce na vestibulu jsou vlivem blízkosti obytné zástavby doprovázeny nutnými protihlukovými opatřeními. Skládají se zejména z protihlukových stěn, bariér, ale samozřejmě jsou zapotřebí i organizační opatření, měření či např. poskytnutí náhradního ubytování.

Jižní vestibul je hlouben v místě ulice Na Strži mezi křížením s ulicemi Matěchova a Antala Staška. Jáma vestibulu je v místě původní vozovky a chodníků, proto bylo nejprve nutné provést přeložky inženýrských sítí. Tyto práce se rozběhly se začátkem stavby v dubnu 2022. Hlavní část přeložek, nutná pro zahájení prací na vestibulu jih, byla dokončena přibližně po roce a dvou měsících v červnu roku 2023. Celkově se jedná o téměř 30 objektů přeložek realizovaných v přibližně 80 etapách. Jejich úplné dokončení v definitivním stavu je plánováno společně s obnovením provozu na polovině ulice Na Strži na konci roku 2025.

Práce na jižním vestibulu začaly vrtáním železobetonových pilot a osazením ocelových zápor v polovině roku 2023. Jáma pro vestibul zabírá kompletní šíři jízdních pruhů ulice Na Strži, která musela být tedy zcela uzavřena. Po dokončení vrtání v září roku 2023 byly zahájeny zemní práce na vestibulu, které trvaly do června 2024. Výše uvedené práce byly podrobněji popsány v dřívějších článcích publikovaných v tomto časopise.

challenge was minimal space for the assembly of the form traveller. One suitable location became the area for the shaft for the construction of the station, which however did not allow assembly of the 12m long traveller. The solution consisted of the delivery of a „set“ of two form travellers with a length of 6m (Fig. 6). Each traveller has an independent hydraulic system and concrete distribution system. The structure of the form travellers had to allow coupling into one for joint usage. This way the travellers were coupled in the area of the cross passages and afterward decoupled, always due to the need for multiple reuses.

A considerable challenge even was the solution of transport of the concrete mixture. The secondary lining is made of C30/37 concrete (Fig. 7). For spatial reasons it was not possible to realise wheeled concrete transport, therefore an array of concrete pumps was used. The first pump is placed in the hall above the shaft at the surface level and the next one is located underground and transports the concrete mixture into the formwork. Due to the conjunction of works on the secondary lining and excavation of the TGT even secondary concrete mixture distribution systems had to be added.

EXCAVATION AND CONSTRUCTION OF THE SOUTHERN VESTIBULE

During construction of the excavated part of the station from the northern construction site facility OL2 works were ongoing even in the area of the southern vestibule. This vestibule is an underground building that will be hidden beneath a road with exits onto the surface with lateral staircases, an elevator, and an escalator. Works on the vestibule are accompanied by necessary acoustic measures due to the proximity of a housing development. They mainly consist of acoustic walls and barriers, but still naturally organisational measures, gauging, or for example providing alternative housing are needed.

The southern vestibule is excavated in the place of Na Strži Street between the crossing with Streets Matěchova and Antala Staška. The pit of the vestibule is in the spot of the original road and pavements therefore it was first needed to carry out relocations of utility networks. These works got underway with the commencement of construction in April of 2022. The main part of the relocations necessary for the start of works on the southern vestibule was completed after roughly a year and two months in June of the year 2023. In total that concerns almost 30 relocation structures realised in approximately 80 stages. Their full completion in a definitive state is planned together with the restoration of operations on half of Na Strži Street at the end of the year 2025.

Works on the southern vestibule began with the drilling of reinforced concrete piles and the installation of steel bracing halfway through the year 2023. The pit for the vestibule takes up the entire width of traffic lanes of Na Strži Street which therefore had to be entirely closed. After completion of the drilling in September of the year 2023 earth-moving operations on the vestibule commenced which took until June 2024. The above-mentioned works were more precisely described in earlier articles published in this journal.

Realisation of base and infill concretes followed and simultaneously the excavation of the southern escalator tunnel commenced (see the separate chapter). Base layers in the floor from C16/20 concrete, reinforced at the surface with a 200x200/6x6 mesh serve mainly as protection of the foundation base, which is necessary in a series

Následovala realizace podkladních a výplňových betonů a zároveň byla zahájena ražba jižního eskalátorového tunelu (viz samostatná kapitola). Podkladní vrstvy ve dně z betonu C16/20, vyztužené při povrchu sítí 200×200/6×6, slouží zejména jako ochrana základových spár, což je v souvrství silně zvodnělých bohdaleckých břidlic nezbytné. Součástí dna jámy je i systém drenážního odvodnění základové spáry s nerezovými čerpacími jímkami. Voda je systémem odváděna tak, aby se nehromadila pod izolačním souvrstvím před betonáží trvalých železobetonových konstrukcí.

Přímo u svislých stěn je v jámě mezi konstrukcí vestibulu a pažením uložena kanalizace. Aby zde bylo možné provést izolace, je částečně obetonována výplňovým betonem C12/15. Povrch podkladních a výplňových betonů tak slouží jako podklad pro uložení izolace. Tomu odpovídá i úprava povrchu rohů a hran. V čelní severní stěně jámy je místo výplňového betonu provedena ztužující železobetonová stěna, která je zároveň portálovou stěnou pro ražbu jižního eskalátorového tunelu. Do této stěny je zavázán i dvojitý mikropilotový dešťník.

Hydroizolace je provedena z měkčené PVC fólie tloušťky 2 mm s dvojitými svary, zkoušenými přetlakem, a s jednoduchými svary zkoušenými jehlovou zkouškou. Hydroizolace je z vnější strany ochráněna netkanou geotextilií 800 g/m², na vodorovných površích se na izolaci aplikuje ochranná mazanina. Součástí izolace proti vodě je i pojistný injektážní systém složený z kombinace transportních a injektážních hadic, které jsou ukončeny v nerezových krabicích. Pojistný systém je dělen na jednotlivé sektory pomocí spárových a dilatačních pásů izolace s žebrovaním.

Nosná konstrukce vestibulu je monolitická železobetonová a dělí se na dva dilatační celky s mezilehlou dilatační spárou. Konstrukci tvoří soustava základových a stropních desek, obvodových a vnitřních stěn a pilířů (obr. 8). Pracovní spáry jsou navrženy ve spodním a horním líci desek. Konstrukce jsou navrženy převážně z betonu C25/30-XC3-Cl 0,4-Dmax 22-S3, konstrukce stropní desky a konstrukce vystavené přímo povětrnostním vlivům pak z betonu C30/37-XF4-Cl 0,4-S3. Pro betonářskou výztuž je použita ocel B500B, konstr. ocel S235. První dilatační díl je jednopodlažní podzemní objekt s výstupy na terén (výtah, eskalátorový výstup a pevná schodiště). Nosné konstrukce a izolace tohoto dílu byly dokončeny v dubnu 2025.

Druhý dilatační díl je vícepodlažní podzemní objekt bez výstupů na terén. Jeho součástí je zejména výstup z veřejného eskalátoru,

of strata of severely aquiferous Bohdalec slates. A part of the floor of the pit is even a system of dewatering drainage of the foundation base with stainless steel pumping reservoirs. Water in the system is drained in such a way that it does not accumulate underneath the waterproofing layers before concreting the permanent reinforced concrete structures.

Directly by the vertical walls sewerage is placed between the structure of the vestibule and the lagging. So that it would be possible to carry out waterproofing here it is partially encased in C12/15 infill concrete. The surface of the base and infill concretes therefore serves as a foundation for the laying of waterproofing. Even the treatment of surfaces of corners and edges corresponds to that. In the northern frontal wall of the pit instead of infill concrete a stiffening reinforced concrete wall is executed which is also the portal wall for the excavation of the southern escalator tunnel. Into this wall, even a dual micropile umbrella canopy has been tied.

Waterproofing is made of softened PVC films 2mm in thickness with double-seam welds, tested with overpressure, and with single-seams verified by a needle test. Waterproofing is protected on the outer side by 800g/m² non-woven geotextile, on horizontal surfaces protective grout is applied onto the waterproofing. A part of the waterproofing is a safety grouting system consisting of a combination of transport and grouting tubes that are terminated in stainless steel boxes. The safety system is separated into individual sectors thanks to joint and dilatation bands of ribbed waterproofing.

The load-bearing structure of the vestibule is a monolithic reinforced concrete structure and it is divided into two dilatation sections with an intermediate dilatation joint. The structure is formed by a system of foundation and floor slabs, perimeter and interior walls, and pillars (Fig. 8). Construction joints are designed in the bottom and top faces of the slab. The structures are designed mainly from C25/30-XC3-Cl 0.4-Dmax 22-S3 concrete, the structure of the floor slab, and the structures subject directly to weather effects from C30/37-XF4-Cl 0.4-S3 concrete. For rebars B500B steel is used, for structural steel S235. The first dilatation section is a single-storey underground building with exits to the surface (lift, escalator exit, and fixed staircases). Load-bearing structures and waterproofing of this section were finished in April 2025.

The second dilatation section is a multi-storey underground building without exits to the surface. Its components are above all



Obr. 8 Pohled z dronu do jámy jižního vestibulu s protihlukovými stěnami při betonáži stropní desky vestibulu
Fig. 8 Drone view into the pit of the southern vestibule with acoustic walls during concreting of the floor slab of the vestibule

an exit from the public escalator, utility facilities of the vestibule with an engine room for the escalator, a service lift, and a staircase. From this part of the vestibule at an angle of 30° at a downgrade heading an escalator tunnel was excavated. In the period of excavations of the southern escalator tunnel from May until December 2024, only facilities for the construction site were here. Now the final lining of the escalator tunnel and also parallel the base and infill concretes of the vestibule with waterproofing layers are being realised from here. In the upcoming periods of time, the permanent structures of the vestibule and escalator will be realised contemporaneously. The goal until the end of the year 2025 is to carry out backfills, structural layers of

technologické zázemí vestibulu se strojovnou eskalátoru, služebním výtahem a schodištěm. Z této části vestibulu se pod úhlem 30° úpadně razil eskalátorový tunel. V období ražby jižního eskalátorového tunelu od května do prosince 2024 zde bylo pouze zázemí pro ražbu. Nyní se odtud realizuje definitivní ostění eskalátorového tunelu a paralelně se realizují i podkladní a výplňové betony vestibulu s hydroizolačním souvrstvím. V následujících obdobích se budou trvalé konstrukce vestibulu a eskalátoru již provádět současně. Cílem je do konce roku 2025 provést zásypy, konstrukční vrstvy vozovky a chodníků nad vestibulem a částečně tak zprovoznit ulici Na Strži, která je z pohledu místní dopravy páteří komunikací.

RAŽBY A PRIMÁRNÍ OSTĚNÍ JIŽNÍHO ESKALÁTOROVÉHO TUNELU

Tento tunel tvoří spojení a budoucí cestu pro dopravu osob mezi vestibulem jih a propojkou jih stanice Olbrachtova. Směřově je jižní eskalátorový tunel tvořen přímým úsekem délky 40,1 m, který je následně zalomený a pokračuje přímým úsekem délky 14,9 m. Výškově tunel nejprve klesá pod úhlem 30° v délce 37,2 m, a poté pokračuje vodorovně v délce 17,8 m. To znamená, že se směrově a výškově zalomení tunelu nenachází ve stejném bodě.

Práce na eskalátorovém tunelu byly zahájeny v květnu 2024. Použita byla Nová rakouská tunelovací metoda (NRTM), hornina byla rozpojována strojně s velkým důrazem na kotvení čelby. Celková plocha výrubu činila 81 m², s horizontálním členěním na kalotu, opěři a dno. V průběhu ražby bylo prováděno zlepšování parametrů horninového prostředí pomocí tlakových chemických injektáží a observačním přístupem bylo jejich množství operativně upravováno. Ve spodní části šikmého tunelu byly injektáže úplně vypuštěny. Rubanina byla nakládána do nádob, které byly vytahovány na povrch již vyraženým tunelem pomocí vrátku a jeřábu umístěného nad jámou. Ražba probíhala v profilu kaloty s dočasnou protiklenbou a s následným uzavíráním opěří a dna ve vzdálenosti osmi záběrů mezi čelbami kaloty, opěří a dna.

Vodorovná část tunelu byla realizována z propojky jih. Ražba horizontálního tunelu délky 7,6 m byla zahájena malým profilem, který byl dodatečně rozšířen do konečné plochy 78 m². Vyražení kaloty v celé její šířce bylo možné až po vybudování nájezdu. Kalota tunelu byla doplněna dočasnou protiklenbou a silně vyztuženou dočasnou čelbou. Po prorážce jižního eskalátorového tunelu ze šikmé části proběhla doražba a zajištění opěří a dna. Horizontální část eskalátorového tunelu má délku 10,2 m a celkovou plochu výrubu 90,0 m². Ražba eskalátorového tunelu byla ukončena v prosinci 2024, a to včetně přípravných prací pro pokládku hydroizolací (reprofilace povrchů, osazení drenáže a její obetonování drenážním betonem).

SEKUNDÁRNÍ OSTĚNÍ JIŽNÍHO ESKALÁTOROVÉHO TUNELU

Práce na sekundárním ostění byly zahájeny v lednu 2025. Jako první musela být zřízena montážní plošina s vodící kolejovou dráhou, ze které byla realizována hydroizolace opěří a dna. Hydroizolační souvrství se skládá z ochranné vrstvy geotextilie upevněné na upravený povrch primárního ostění, hydroizolační fólie se signální vrstvou z měkčeného PVC tloušťky 3 mm a geotextilie pro ochranu folie během výstavby. Pracovní a dilatační spáry sekundárního ostění jsou opatřeny těsnicemi spárovými pásy. Celý hydroizolační systém je dále doplněn hadičkami pro systémovou a pojistnou injektáž.

Sekundární ostění tunelu je rozděleno na sedm pracovních a dva dilatační bloky. Dilatační blok šikmé části je dilatační spárou oddělen od definitivní konstrukce vestibulu jih, na druhé straně je

roads and pavements above the vestibule, and therefore to partially put into operation Na Strži Street, which is a backbone route in terms of local transportation.

EXCAVATIONS AND PRIMARY LINING OF THE SOUTHERN ESCALATOR TUNNEL

This tunnel forms a link and a future route for the transport of individuals between the southern vestibule and the southern cross passage of the Olbrachtova station. Directionally the southern escalator tunnel is formed by a straight section 40.1m long which is subsequently angled and carries on with a straight section 14.9m long. Vertically the tunnel first descends at an angle of 30° for a length of 37.2m and then continues horizontally for a length of 17.8m. That means that the directional and vertical bends of the tunnel are located at the same point.

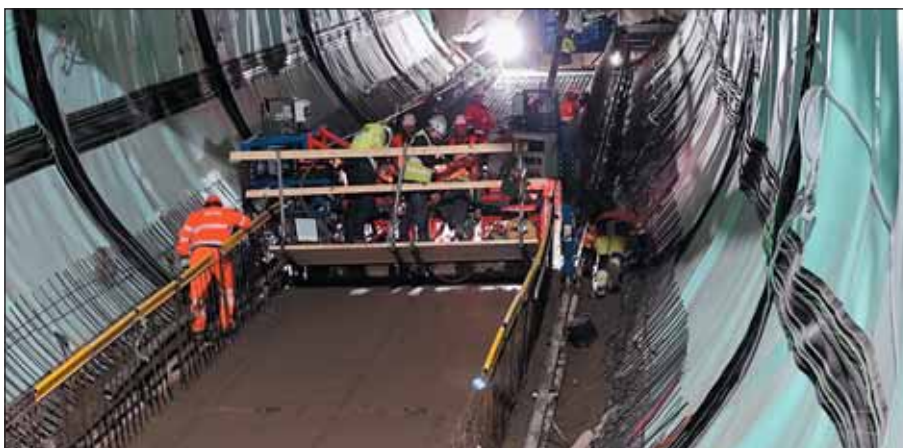
Works on the escalator tunnel commenced in May 2024. Utilised was the New Austrian tunnelling method (NATM), rock was broken by machines with a large emphasis on face anchoring. The total area of the excavation amounted to 81m², with horizontal sequencing into a heading, bench, and invert. Over the course of the excavation improvements of rock environment parameters were carried out using pressurized chemical grouting and with an observational approach its quantity was operatively adjusted. In the lower part of the oblique tunnel, the usage of grouting was entirely abandoned. Excavated material was loaded into containers which were hoisted to the surface through the already excavated tunnel by a winch and a crane located above the pit. The excavation took place in a profile of the heading with a temporary invert and the ensuing closure of the bench and invert at a distance of eight pulls between the faces of the heading, bench, and invert.

The horizontal section of the tunnel was realised from the southern cross passage. The excavation of the 7.6m long horizontal tunnel was initiated with a small profile that was additionally enlarged into the final area of 78m². The excavation of the heading in its entire width was possible only after constructing a ramp. The heading of the tunnel was complemented with a temporary invert and a heavily reinforced temporary face. After a break-through of the southern escalator tunnel from the oblique section the excavation was completed and the heading and invert were secured. The horizontal section of the escalator tunnel has a length of 10.2m and a total area of the excavation of 90.0m². The excavation of the escalator tunnel was completed in December of 2024, including the preparatory works for the laying of waterproofing (reprofiling surfaces, fitting drainage, and encasing it in porous concrete).

SECONDARY LINING OF THE SOUTHERN ESCALATOR TUNNEL

Works on the secondary lining were initiated in January 2025. First, an assembly platform with a guiding rail track had to be set up, from which the waterproofing of the bench and invert was realised. The waterproofing layers consist of a protective geotextile layer fastened to a modified surface of the primary lining, a waterproofing film with a signal layer from softened PVC 3mm in thickness, and geotextile for the protection of the film throughout construction. Construction and dilatation joints of the secondary lining are provided with joint sealing waterstops. The entire waterproofing system is then complemented by tubes for systemic and safety grouting.

The secondary lining of the tunnel is divided into seven construction and two dilatation blocks. The dilatation block of the oblique section is separated from the final structure of the southern vestibule by a dilatation joint, on the other side it is separated from the transitional block of the oblique and horizontal sections.



Obr. 9 Betonáž dna eskalátoru jih pomocí betonářské plošiny
Fig. 9 Concreting of the floor of the southern escalator using a concreting platform

oddilatován od přechodového bloku šikmé a horizontální části. Druhý dilatační blok je ukončen pracovní spárou na rozhraní velkého a malého profilu tunelu. Definitivní ostění malého profilu je součástí dilatačního celku propojky jih. Jednotlivé tunelové bloky jsou dále rozděleny podélnou pracovní spárou v šikmé části na dno, opěří a klenbu a v horizontální části na dno a klenbu.

Montáž armatury dna, spolu s částí opěří, probíhala od horizontální části směrem dovrchně. Jako první proběhla betonáž dna v rovné části. Následně probíhaly práce na betonáži dna šikmé části tunelu, které byly prováděny systémem betonáže používaným při realizaci skluzů vodních přehrad pomocí tzv. betonářské plošiny (obr. 9). Pro tento postup musela být navržena receptura betonové směsi tak, aby splňovala parametry dané projektem a měla specifickou zpracovatelnost, tj. sednutí kužele méně než 100 mm, umožňující betonáž bez horního záklopu. Díky tomu bylo dno šikmé části (sklon 30°) betonováno v jednom záběru (kroku). Následně práce pokračovaly realizací betonáže opěří po jednotlivých blocích z dolní hrany dilatačního celku šikmé části směrem nahoru. Opěří jsou mohutné konstrukce výšky až 2,3 m a jejich betonáž se realizuje do negativního bednění, tedy i s horním záklopem.

Předpoklad ukončení všech prací na sekundárním ostění jižního eskalátorového tunelu je v první polovině roku 2025.

The second dilatation block is terminated by a construction joint on the boundary of the large and small tunnel profiles. The final lining of the small profile is part of the dilatation section of the southern cross passage. Individual tunnel blocks are then divided by a longitudinal construction joint in the oblique section into an invert, bench, and heading and in the horizontal section into an invert and a heading.

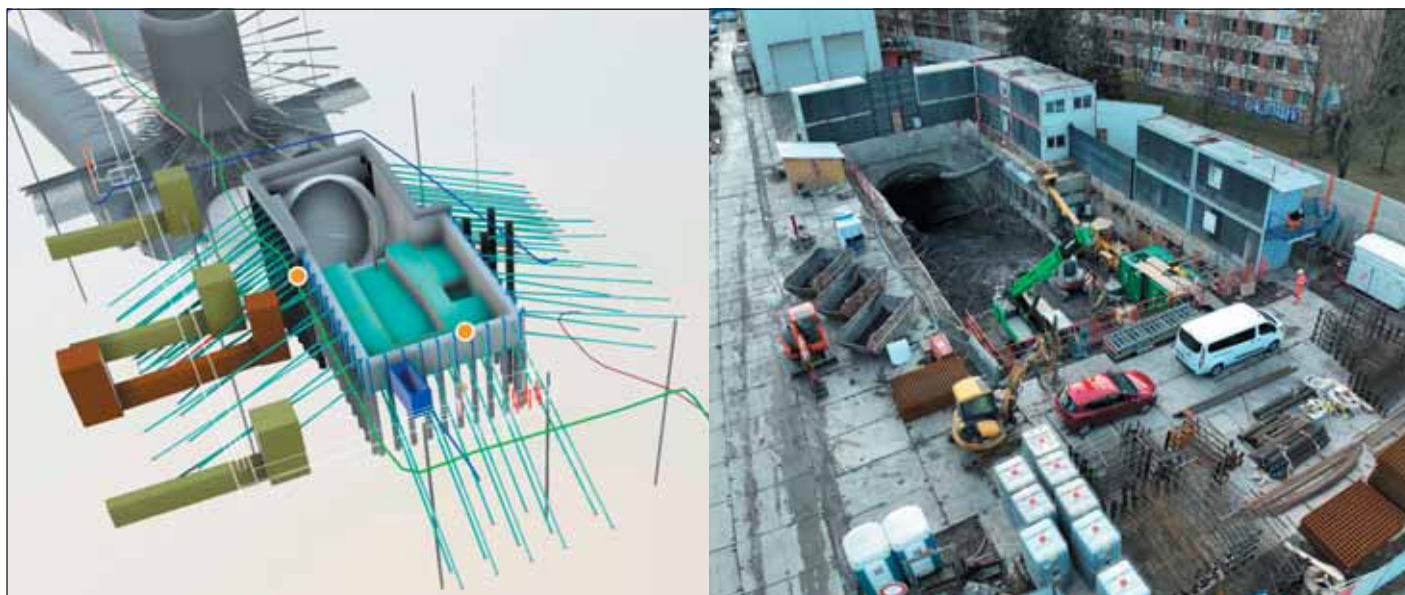
Assembly of reinforcement of the invert along with a part of the bench occurred from the horizontal section in an upward direction. First, the concreting of the invert in the horizontal section was carried out. Then, works on concreting the invert of the oblique section of the tunnel were executed, which

were carried out with a concreting system utilised for the realization of water dam spillways by using a so-called concreting ramp (Fig. 9). For this procedure, a concrete formula had to be designed so that it would satisfy parameters specified by the project and that it would have specific workability, i.e. cone slump test less than 100mm allowing concreting without an upper cover. Thanks to that the invert of the oblique section (angle of 30°) was concreted in one pull (step). Then works continued with the realization of concreting of the bench in individual blocks from the lower edge of the dilatation section of the oblique section upwards. The benches are massive structures up to 2.3m in height and their concreting is realised into negative formwork, so with an upper cover.

The assumed conclusion of all works on the secondary lining of the southern escalator tunnel is in the first half of the year 2025.

EXCAVATION OF THE NORTHERN VESTIBULE AND DRIVING OF THE NORTHERN ESCALATOR TUNNEL

The northern vestibule is located on the same construction site facility as the main shaft for the construction of the station. It is a surface structure of a minimalistic appearance with two underground storeys and one above-ground with a grass roof. The surface section is meant for the public and the underground section



Obr. 10 Severní vestibul – 3D model včetně všech nutných přeložek kanalizací, vodovodu a přípojek inženýrských sítí a pohled z dronu do jámy
Fig. 10 Northern vestibule – 3D model including all the necessary relocations of sewerages, water pipelines, and utility network connections and a drone view into the pit

zdroj společnost STRABAG source company STRABAG

HLOUBENÍ VESTIBULU SEVER A RAŽBA SEVERNÍHO ESKALÁTOROVÉHO TUNELU

Severní vestibul se nachází na stejném zařízení staveniště jako hlavní šachta pro výstavbu stanice. Jedná se o povrchovou stavbu minimalistického vzhledu se dvěma podzemními podlažními a jedním nadzemním se zatravněnou střechou. Povrchová část je určena pro veřejnost a podzemní část tvoří technologické zázemí vestibulu se strojovnou eskalátoru, služebním výtahem a schodištěm.

Zajištění stěn stavební jámy vrtnými železobetonovými pilotami průměru 900 mm a pažením s ocelovými záporami IPE 330 proběhlo v předstihu v roce 2022. Práce na vestibulu jsou vlivem blízkosti obytné zástavby doprovázeny nutnými masivními protihlukovými opatřeními. Skládají se zejména z technických opatření, tj. protihlukových stěn, bariér s protihlukovým obkladem, dále organizačních opatření, měření a dalších možností, jako je např. poskytnutí náhradního ubytování. Tato opatření byla kompletně připravena v prvním kvartálu roku 2024. Zemní práce pak bylo možné zahájit až v březnu roku 2024 po uvolnění části prostou staveniště na povrchu. Užití ploch na povrchu ke skladování materiálu bylo do té doby nutné pro hloubení samotné šachty pro výstavbu stanice a rozražení propojovacího tunelu stanice sever. Zemní práce byly dokončeny v srpnu 2024 a následovala ražba severního eskalátorového tunelu (obr. 10).

RAŽBY A PRIMÁRNÍ OSTĚNÍ SEVERNÍHO ESKALÁTOROVÉHO TUNELU

Tento tunel tvoří spojení a budoucí cestu pro dopravu osob mezi vestibulem sever a propojkou sever stanice Olbrachtova. Eskalátorový tunel je směrově přímý v délce 63,8 m, z čehož počátečních 13,0 m již bylo v profilu kaloty vyraženo z propojky sever. V době přípravy článku (duben 2025) je ražen úsek délky 46,5 m. Ve stavební jámě vestibulu na něj navazuje falešné primární ostění v délce 4,3 m. Výškově je tunel v délce 49,1 m šikmý ve sklonu 30°, v délce 1,7 m vodorovný. Objekt je navržen jako podzemní dílo ražené NRTM s velkým důrazem na kotvení čelby. Začátek ražby (20 m) probíhá pod ochranou dvojitého mikropilotového deštníku, kdy vnější řada mikropilot byla chemicky injektována. Byly použity injektáže na bázi silikátu (organicko-minerální pryskyřice). Primární ostění tunelu je tvořeno sřítkaným betonem s výztužnými sítěmi, příhradovými nosníky a kotevními tyčemi. Je uvažováno se zlepšováním parametrů horninového prostředí pomocí tlakových chemických injektáží a s tuhým primárním ostěním pro minimalizaci deformací masívu a povrchu.

Před zahájením samotných prací na ražbě severního eskalátorového tunelu musely být nejprve realizovány přípravné práce spočívající v protihlukových opatřeních. Byly vybudovány dodatečné protihlukové clony, aby okolní zástavba byla co nejméně zasažena hlukem ze stavby.

Práce na ražbě tunelu byly zahájeny v září 2024, jako první byla realizovaná ražba kaloty v celé délce tunelu, následně budou práce pokračovat na ražbě opěří a dna. Prvních 8 m ražby kaloty z vestibulu sever probíhalo v TT5c s členěním profilu vertikálně a horizontálně na dílčí výrubu – kalota 1, kalota 1 dno, kalota 2 a kalota 2 dno. Následně probíhala ražba kaloty ve třídě TT5b2 s členěním profilu jen horizontálně na kalotu a kalotu dno. Celková plocha výrubu kaloty v obou třídách je 59 m². Rozpojování hornin je realizováno strojně pomocí tunelbagru. Rubanina je následně nakládána na hřeblový dopravník a je dopravena do stavební jámy vestibulu a dopravních nádob. Ty jsou na povrch vykládány pomocí jeřábu umístěného v jámě. Prodloužení dopravníku až na povrch není možné z důvodu dodržení hlukových limitů. Z důvodu přiblížení se ke staničním tunelům byly postupně vypouštěny vyztužovací prvky – radiální kotvy, čelbové kotvy a předháněná výztuž.

Práce na ražbách a následně na sekundárním ostění severního eskalátorového tunelu budou pokračovat i v roce 2026.

forms a technical hinterland of the vestibule with an engine room for the escalator, a service lift, and a staircase.

Securing of the construction pit walls with drilled reinforced concrete piles with a diameter of 900mm and timbering with steel IPE 330 lagging took place in advance in the year 2022. Works on the vestibule are accompanied by massive acoustic measures due to the proximity of a housing development. They consist of mainly technical measures, i.e. acoustic walls, and barriers with acoustic cladding, then organisational measures, gauging, and other options such as providing alternative housing. These measures were completely prepared in the first quarter of the year 2024. Earth-moving operations then could commence not until March of the year 2024 after clearing a part of the space of the construction site on the surface. The usage of spaces on the surface for storing materials was up until that point necessary for the excavation of the shaft for the construction of the station and driving the northern station connecting tunnel itself. Earth-moving operations were completed in August 2024 and the excavation of the northern escalator tunnel followed (Fig. 10).

EXCAVATIONS AND PRIMARY LINING OF THE NORTHERN ESCALATOR TUNNEL

This tunnel forms a link and a future route for the transport of individuals between the northern vestibule and the northern cross passage of the Olbrachtova station. The escalator tunnel is directionally straight at a length of 63.8m from which the initial 13.0m were already excavated from the northern cross passage in the profile of the heading. At the time of preparation of the article (April 2025) a 46.5m long section is being excavated. The false primary lining 4.3m in length connects to it in the construction pit of the vestibule. Vertically the tunnel is oblique for 49.1m at an angle of 30°, and for 1.7m it is horizontal. The building is designed as an underground work excavated with the NATM with a large emphasis on face anchoring. The beginning of excavation (20m) occurs underneath the protection of a dual micropile umbrella where the outer row of micropiles was chemically grouted. Grouts based on silicate materials (organo-mineralic resins) were used. The primary lining of the tunnel consists of shotcrete with reinforcing meshes, lattice girders, and anchor bolts. The improvement of parameters of the rock environment by pressure chemical grouting and with rigid primary lining for minimising deformations of the massif and surface is being taken into consideration.

Before the commencement of works on the excavation of the northern escalator tunnel itself many preparatory works consisting of acoustic measures had to be realised first. Those were the construction of additional acoustic screens so that the surrounding development would be affected by noise from the construction as little as possible.

Works on the excavation of the tunnel commenced in September 2024, first, the excavation of the heading in the entire length of the tunnel was realised, then works on the excavation of the bench and invert will follow. The first 8m of the excavation of the heading from the northern vestibule occurred in TT5c with the sequencing of the profile vertically and horizontally into sequenced excavations – heading 1, heading 1 invert, heading 2, and heading 2 invert. Subsequently, excavation of the heading in the TT5b2 class occurred with only horizontal sequencing into a heading and heading invert. The total area of the heading excavation in both classes is 59m². Rock breaking is realised by machines using a tunnel excavator. The excavated material is then loaded onto a scraper conveyor and transported into the construction pit of the vestibule and transport containers. Those are unloaded onto the surface by means of

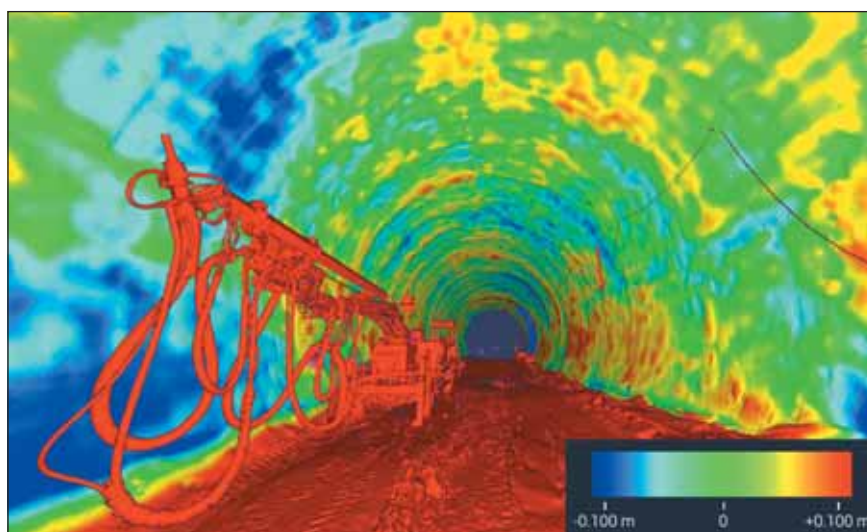
PRVNÍ ZHODNOCENÍ 3D TECHNOLOGIÍ POUŽITÝCH PŘI VÝSTAVBĚ

Na budoucí stanici Olbrachtova jsou od samého začátku k dispozici pokročilé možnosti, jak pružně pracovat s prostorovou koordinací projektu a situací na stavbě. Zároveň tyto technologie umožňují skutečné provedení komplexně zaznamenat bez nutnosti zbytečných prostojů.

Tyto informace jsou soustředěny v interním společném datovém prostředí. Na jednom místě tak probíhá evidence připomínek a jejich sdílení.

V poslední dekádě jsou UAV (Unmanned Aerial Vehicle), jako například drony, dostupným prostředkem pro sběr dat na stavbách. Na zařízeních stavenišť OL1 a OL2 probíhá periodické letecké snímání, tvorba mračen bodů a ortofotomapy. Při letech UAV v hustě osídleném prostředí musí být dodržována přísná opatření. Výhody leteckého snímání nejsou bezprostřední, projevují se až v delším časovém období. Ke konci roku 2024 bylo k dispozici 29 etap snímání. Tímto způsobem se daří jednoduchou formou udržet přehled o vývoji stavby a dokladování jednotlivých stavů. Hojně využívanou metodou k přenosu informací do „digitálního dvojčete“ stavby je metoda pozemního laserového skenování. Od samého počátku projektu zajišťuje přesný záznam skutečnosti, ať už jako podklad k měření provedeného množství prací, nebo jako obraz provedených prací. Neustále aktuální prostorová data umožňují zrychlit rozhodovací procesy vedení projektu, zjistit libovolný skutečný rozměr a porovnat jej s projektovaným stavem (modelem – viz obr. 11).

Kombinace těchto dat pomáhá zpřesnit i výpočty objemů plánované betonáže, jako tomu bylo například v jižním vestibulu stanice. Železobetonová ztužující předstěna portálu byla vylita do jednostranného bednění tvořícího líc betonovaného tělesa. Rub byl velice složitě vytvarovaný pilotami, stříkaným betonem, převázkami, ztužujícími trámy a dalšími prvky zajištění jámy (obr. 12). Navíc došlo v průběhu výstavby oproti projektové dokumentaci ke změnám zajištění jámy. Namodelované těleso se skládalo z projektovaného líce, rub představovalo skutečné zaměření stěny před zabedněním (obr. 12). Před samotnou betonáží celé 9 m vysoké stěny tak byl znám její přesný objem, který se od projektovaného významně lišil. Tím se zamezilo neplánovanému prodloužení prací do pozdních nočních hodin. Obdobně se začíná tato metoda využívat pro výpočet a plánování betonáží jednotlivých bloků sekundárního ostění staničních i eskalátorových tunelů. Přednosti této metody vynikají



Obr. 11 Prohlídka pravého staničního tunelu ve 3D s barevným porovnáním primárního ostění a projektovaného stavu, barva znázorňuje velikost odlehlosti

Fig. 11 Inspection of the right station tunnel in 3D with a coloured comparison of the primary lining and the projected state, colour signifies the size of the offset

a crane located in the pit. Elongating the conveyor up to the surface is not possible in order to comply with noise limits. Owing to the closing in towards the station tunnels reinforcing elements were progressively left out – radial anchors, face anchors, and pre-excavation reinforcement.

Works on the excavations and following on the northern escalator tunnel will also continue in the year 2026.

FIRST EVALUATION OF 3D TECHNOLOGIES USED DURING CONSTRUCTION

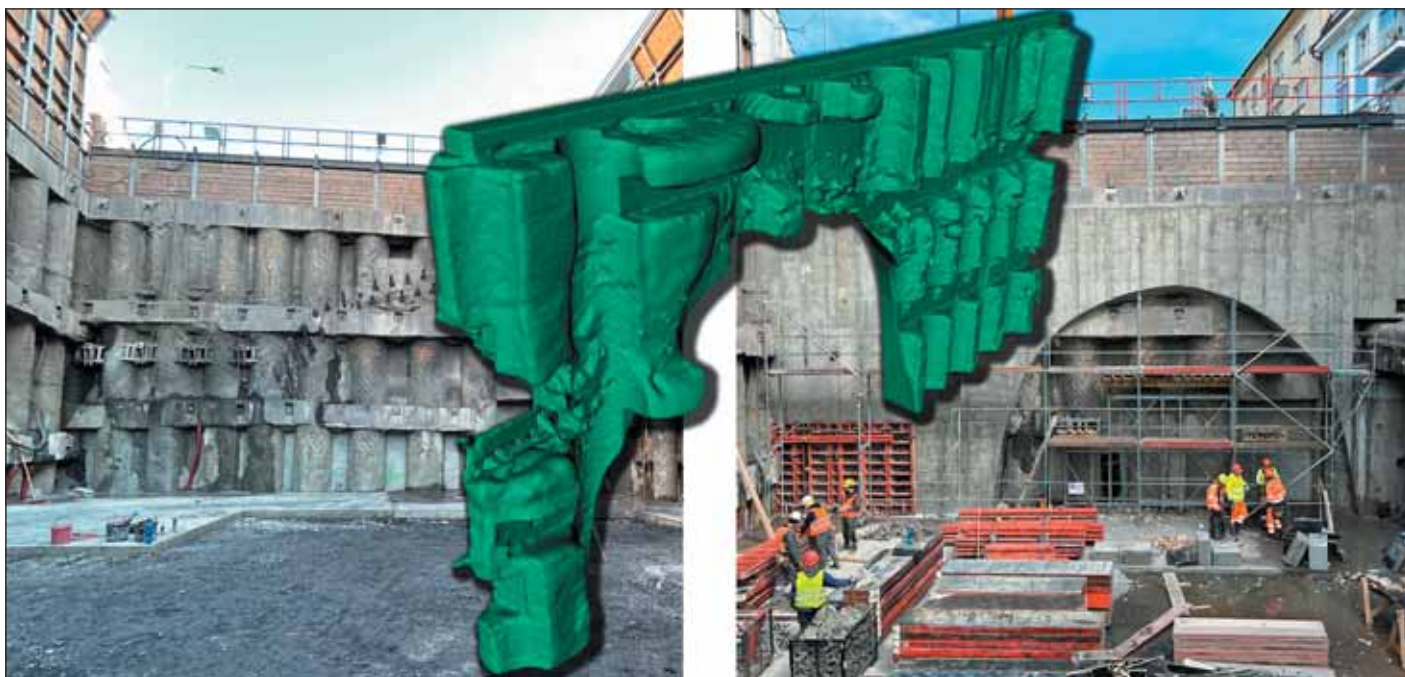
For the future Olbrachtova station, many advanced options on how to flexibly work with the spatial coordination of the project and the construction site have been available from the very inception. These technologies also facilitate complex logging of the actual implementation without the need for unnecessary idle times.

This information is concentrated in an internal mutual data environment. Therefore the registering of objections and their sharing occurs in one place.

In the last decade, UAVs (Unmanned Aerial Vehicles), such as drones, have been an available tool for data collection on construction sites. On the construction site facilities OL1 and OL2, periodic aerial imaging, creation of point clouds, and orthophoto maps occur. During UAV flights in densely populated areas, strict measures have to be abided by. The advantages of aerial imaging are not immediate, they manifest themselves in a longer time period. Towards the end of the year 2024 29 stages of imaging were available. This way it is manageable to keep awareness about the progress of the construction in a simple form and to document individual states. A widely used method for transferring information into a „digital twin“ of the construction is a method of terrestrial laser scanning. From the very beginning of the project it secures a precise record of reality, be it as a basis for measuring the executed amount of works or as a reflection of the accomplished works. Permanently up-to-date spatial data allows the acceleration of decision processes of the leadership of the project, finding out any real dimension, and comparing it to the projected state (model – see Fig. 11).

The combination of this data even helps to make calculations of planned concreting more accurate, as it was for example with the southern vestibule of the station. A reinforced concrete bracing portal offset wall was poured into a one-sided framework forming the front of the concreted body. The reverse had a very complex shape

with piles, shotcrete, caps, bracing beams, and other elements for the securing of the pit (Fig. 12). On top of that the securing of the pit received changes in relation to the project documentation over the course of the construction. The modelled body was comprised of a projected front face, and the reverse side represented an actual survey of the wall before the erection of formwork (see Fig. 12). Therefore before concreting of the entire 9m tall wall its precise volume was known, which differentiated substantially from the projected one. That way the unplanned prolonging of work into late night hours was prevented. Similarly, the method is starting to be used for calculations and planning of concreting of individual blocks of the secondary lining of the station and also escalator tunnels. The advantages of this method excel especially in complicated crossings, where the comparison and calculation of a precise volume is more complicated than in a straight section of the tunnel (Fig. 12).



Obr. 12 Předstěna jižního eskalátorového tunelu – před betonáží, model tělesa a po betonáží

Fig. 12 Offset wall of the southern escalator tunnel – before concreting, model of the body, and after concreting

zvláště ve složitých kříženích, kde je porovnání a výpočet přesného objemu komplikovanější než v přímém úseku tunelu (obr. 12).

ZÁVĚR

Po třech letech výstavby jsou úspěšně dokončeny ražby veřejné části stanice, jižního eskalátorového tunelu a dokončena je i první část jižního vestibulu. Zbývá dokončit ražbu technologického tunelu v neveřejné části a severního eskalátorového tunelu. V místech, kde to postup prací na ražbách umožnil, se provádějí práce na izolacích a sekundárním ostění.

Z pohledu termínů je však nejdůležitější dokončení trvalých železobetonových konstrukcí jižního eskalátorového tunelu a druhé části jižního vestibulu. Provedení uvedených konstrukcí, společně se zásypy a vozovkou, umožní na konci roku 2025 obnovení části provozu dopravně významné ulice Na Strži. Jak je patrné z výčtu doposud provedených prací na stanici Olbrachtova, jedná se o komplexní inženýrské dílo, které vyžaduje od zhotovitele vysokou odbornost a inovativní postupy, což znamená takové, které jeho realizaci v daných podmínkách umožňují. Díky dobré součinnosti všech účastníků výstavby se i tři roky po zahájení díla stále daří provádět práce v souladu s harmonogramem.

Ing. VÁCLAV DOHNÁLEK, vaclav.dohnalek@strabag.com,

Ing. ROMAN LUTIŠAN, roman.lutisan@strabag.com,

Ing. ŠTĚPÁN RŮŽIČKA, stepan.ruzicka@strabag.com,

STRABAG a.s.

Recenzoval / Reviewed by: Ing. Filip Jiříčný

CONCLUSION

After three years of construction, excavations of the public section of the station, the southern escalator tunnel, and even the first part of the southern vestibule have been successfully completed. Remaining is the completion of the excavation of the technological tunnel in the non-public section and the northern escalator tunnel. In places where the excavation allowed it, works on waterproofing and secondary lining are underway.

Although from the point of view of deadlines, it is most important to finish the permanent reinforced concrete structures of the southern escalator tunnel and the second part of the southern vestibule. Executing the mentioned structures along with backfills and a road will allow at the end of the year 2025 the restoration of operations on a section of Na Strži Street, an important street for transport. As it is evident from the list of the up to now completed works on the Olbrachtova station it is a complex engineering piece of work that requires top-level expertise and innovative methods from the contractor, meaning such methods that make it possible to realise it in the given conditions. Thanks to the good cooperation of all the participants in the construction even after three years following the commencement of work it is still being managed to carry out works in accordance with the time schedule.

Ing. VÁCLAV DOHNÁLEK, vaclav.dohnalek@strabag.com,

Ing. ROMAN LUTIŠAN, roman.lutisan@strabag.com,

Ing. ŠTĚPÁN RŮŽIČKA, stepan.ruzicka@strabag.com,

STRABAG a.s.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] MARTÍNEK, L. Výstavba trasy I.D metra v Praze – úsek ID1a Pankrác–Olbrachtova. Dokumentace pro provedení stavby. METROPROJEKT Praha a. s., 2019–2024.
- [2] CHAMRA, P., JUŘÍČEK, T., VYDROVÁ ČERNÁ, L. Ražby prvního úseku metra D v Praze. Tunel, 2024, roč. 33, č. 3, s. 3–12.
- [3] CHAMRA, P., ŠTONCNER J., BŘICHŇÁČ, J., IVOR, Š., ŠPETA, M., HAMMERBAUER, J., DOHNÁLEK, V., RŮŽIČKA, Š. Na prvním úseku metra D jsou úspěšně dokončeny ražby většiny traťových tunelů a vyražena přibližně polovina objemu obou ražených stanic. SILNICE ŽELEZNICE, KONSTRUKCE, 2024, č. 3.