# HLOUBENÁ STANICE RYCHLODRÁHY LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA
# CUT-AND-COVER STATION OF RAPID TRANSIT RAILWAY LINE TO VÁCLAV HAVEL AIRPORT

MIROSLAV NOVÁK, VÍTĚZSLAV HANSL, JIŘÍ PLATIL, DALIBOR HLAVÁČEK

**ABSTRAKT**

*Rychlodráha Praha – Kladno s odbočením na Letiště Václava Havla výrazně zkvalitní dopravu mezi oběma městy a současně umožní rychlou a pohodlnou dopravu cestujících na pražské letiště. Podzemní stanice rychlodráhy Letiště Václava Havla je navržena jako hloubená a navazuje na terminály letiště. Projekt stanice Letiště Václava Havla je řešen podle zadání investora „Správa železnic (SŽ)“ metodou Building Information Modelling (BIM). Projekt zpracovaný metodou BIM umožňuje mimo jiné koordinaci vlastní stanice a širších vztahů navazujících staveb rychlodráhy na letišti.*

**ABSTRACT**

*The Prague – Kladno rapid transit railway with a branch to Václav Havel Airport will significantly improve the quality of transport between the two cities and, at the same time, enable fast and convenient transport of passengers to Prague Airport. The Václav Havel Airport underground station on the rapid transit rail line is designed as a cut-and-cover structure and connects to the airport terminals. The Václav Havel Airport station design is being solved according to the specifications of the client “Railway Administration” using the Building Information Modelling (BIM) method. The design processed using the BIM method enables, among other things, the coordination of the station itself and wider relations connected to the rapid transit line structures at the airport.*

## 1. ÚVOD

Rychlodráha Praha – Kladno s odbočením na Letiště Václava Havla je jednou ze souboru staveb železničního spojení hlavního města Prahy, Letiště Václava Havla a města Kladna. Letiště Václava Havla Praha (Letiště Ruzyně) je situováno do severozápadního okraje Prahy. Nejbližší železniční trasou je současná celostátní jednokolejná trať Praha – Kladno. Kladno je s více než 70 tisíci obyvateli největším městem Středočeského kraje a spolu s dynamicky se rozvíjející spádovou oblastí podél trati generuje neméně významný přepravní potenciál. Současná jednokolejná neelektrizovaná trať se zastaralým zabezpečovacím zařízením zde znemožňuje provozovat pravidelnou a kapacitní dopravu s dostatečnou spolehlivostí. Intenzivní dopravní vazba obou měst je tak realizována prakticky výhradně silniční dopravou se všemi negativními dopady na obyvatelstvo.

Realizace železničního spojení mezi centrem Prahy, Kladnem a Letištěm Václava Havla zajistí rychlou, pohodlnou a ekologicky přijatelnou dopravu osob. Nabídka kvalitního, tj. rychlého, intervalového, spolehlivého a bezpečného spojení mezi těmito centry a zejména Letištěm Václava Havla je v současné době považována za nezbytnost (obr. 1).

Modernizace zahrnuje elektrizaci, zdvojkolejnění trati, odstranění všech úrovňových křížení komunikací, výstavbu nové zastávky Praha-Liboc a zvýšení rychlosti do 85 km/h.

Železniční trať Praha-Bubny – Kladno – Rakovník je zařazena do sítě celostátní dráhy a je v rámci evropského železničního systému součástí globální sítě TEN-T.

Předmětem článku je popis přípravy výstavby hloubené stanice rychlodráhy Letiště Václava Havla, která navazuje na terminály letiště. V současné době je zpracována projektová dokumentace pro stavební povolení (DSP) a rozpracovává se projektová dokumentace pro provedení stavby (PDPS). Ostatní stanice a traťové úseky jsou zpracovány převážně v dokumentaci pro územní rozhodnutí (DUR). Výstavba Rychlodráhy Praha – Kladno je rozdělena do několika částí):

1. Praha-Bubny (včetně)
   – Praha-Výstaviště (včetně) . . . . . provoz od 2025

## 1. INTRODUCTION

The Prague – Kladno rapid transit rail line with a branch to Václav Havel Airport is one of the complex of construction projects of the railway connection system of the capital city of Prague, the Václav Havel Airport and the city of Kladno. Václav Havel Prague Airport (Ruzyně Airport) is located on the north-western edge of Prague. The nearest railway route is the current Prague – Kladno national single-track line. With more than 70.000 inhabitants, Kladno is the largest city in the Central Bohemian Region and, together with the dynamically developing catchment area along the line, generates an equally significant transport potential. The current single-track, non-electrified line with an outdated signalling and communication system makes it impossible to operate regular high-capacity transport here with sufficient reliability. The intensive transport connection of the two cities is thus provided practically exclusively on roads, with all the negative impacts on the population.

The development of a railway connection between the centre of Prague, Kladno and Václav Havel Airport will ensure fast, comfortable and environmentally acceptable transport of passengers. The offer of a high-quality, i.e. fast, intermittent, reliable and safe connection between these centres, especially Václav Havel Airport, is currently considered a necessity (Fig. 1).

The modernisation includes electrification, double-tracking of the line, removal of all at-grade road crossings, construction of a new Prague-Liboc intermediate station and an increase in the speed to 85km/h.

The Prague-Bubny – Kladno – Rakovník railway line is included in the national railway network and is part of the global TEN-T network within the European railway system.

The subject of the paper is a description of the preparation for the construction of a cut-and-cover railway station on the Václav Havel Airport rapid transit line, which connects to the airport terminals. Currently, the design documents for the building permit are finished and the design document for the construction (final design) is being developed. Other stations and track sections are dealt with mainly

2. Praha-Výstaviště (mimo)
– Praha-Dejvice (včetně) . . . . . provoz od 2029
3. Praha-Dejvice (mimo)
– Praha-Veleslavín (mimo) . . . . . provoz od 2029
4. Praha-Veleslavín (včetně)
– Praha-Ruzyně (včetně) . . . . . provoz od 2028
5. Praha-Ruzyně (mimo)
– Kladno (mimo) . . . . . provoz od 2027
6. Praha–Kladno (včetně)
– Kladno-Ostrovec (včetně) . . . . . provoz od 2024
7. Praha-Ruzyně (mimo)
– Praha-Letiště Václava Havla
(mimo), novostavba . . . . . provoz od 2029
8. Praha-Letiště Václav Havla
(novostavba) . . . . . provoz od 2029
9. Praha-Masarykovo
nádraží (modernizace, dostavba) . . . . . provoz od 2026
10. Zaokruhování železničního
spojení Letiště Václava Havla do trati
Praha–Letiště Václava Havla–Kladno . . . . provoz od 2029

Na trati „Rychlodráha Praha – Kladno s odbočením na Letiště Václava Havla“ jsou tunelové úseky:

- tunel za železniční stanicí (ŽST) Praha-Výstaviště km 2,264 do ŽST Praha-Dejvice, hloubený objekt km 3,470 – dvoukolejný hloubený tunel délky 1206 m;
- ŽST Praha-Dejvice, hloubený objekt km 3,470 –3,810;
- tunel za železniční stanicí (ŽST) Praha-Dejvice km 3,810 do hloubeného větracího objektu km 4,141 – dvoukolejný hloubený tunel délky 331 m;
- tunel od hloubeného větracího objektu km 4,141 do druhého hloubeného větracího objektu km 7,322 – dva jednokolejné ražené tunely zeminovým štítem (EPB), délky 3181 m;
- tunel od hloubeného větracího objektu km 7,322 k portálu km 7,918 před částečně zahloubenou ŽST Praha-Veleslavín – dvoukolejný hloubený tunel délky 596 m;
- tunel před ŽST Letiště Václava Havla – dvoukolejný hloubený tunel délky 518 m;
- ŽST Letiště Václava Havla hloubený objekt km 5,445 –5,730;
- dvoukolejný tunel délky 3230 m k odbočce Jeneček (studie zaokruhování).

## 2. STAVEBNÍ ŘEŠENÍ STANICE LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA

### Dispoziční řešení

Celá železniční stanice (ŽST) [1, 2] se sestává celkem ze tří stavebních objektů (SO), přičemž hlavní a největší je objekt samotné stanice:

- SO 15-71-01 – ŽST Praha-Letiště Václava Havla – hloubená stanice;
- SO 15-71-03 – Únikový objekt v km 16,947;
- SO 15-71-04 – ŽST Praha-Letiště Václava Havla – větrací objekt.

Stanice (obr. 2) je navržena jako hloubená s ostrovním nástupištěm šířky 11,64 m a délky 229,245 m. Výstupy z nástupiště jsou umístěny – na západě k Terminálu 2, na východě k Terminálu 1, vestibul ABC.

Výstup ze západní části nástupiště je pomocí trojice eskalátorů a dvojice výtahů, tento výstup vede k Terminálu 2. Na terén vede opět trojice eskalátorů. Tento výstup je realizován pouze jako dočasný do té doby, než bude vybudován Letištěm Praha definitivní západní vestibul.

in the design documentation for issuance of zoning and planning decision. The construction of the Prague – Kladno rapid transit line is divided into several parts:

1. Prague-Bubny (including)
– Prague-Výstaviště (including) . . . . operation from 2025
2. Prague-Výstaviště (excluding)
– Prague-Dejvice (including . . . . . operation from 2029
3. Prague-Dejvice (excluding)
– Prague-Veleslavín (excluding) . . . . operation from 2029
4. Prague-Veleslavín (including)
– Prague-Ruzyně (including) . . . . . operation from 2028
5. Prague-Ruzyně (excluding)
– Kladno (excluding) . . . . . operation from 2027
6. Prague-Kladno (including)
– Kladno-Ostrovec (including) . . . . . operation from 2024
7. Prague-Ruzyně (excluding)
– Prague-Václav Havel Airport
(excluding), newly built . . . . . operation from 2029
8. Prague-Václav Havel Airport
(newly built) . . . . . operation from 2029
9. Prague-Masaryk station
(modernisation, addition) . . . . . operation from 2026
10. Development of a circuit of the
Václav Havel Airport railway
connection to the Prague–Václav
Havel Airport–Kladno line . . . . . operation from 2029

There are the following tunnel sections on the “Prague – Kladno rapid transit line with a branch to Václav Havel Airport”:

- tunnel behind Prague-Výstaviště railway station, chainage km 2.264, to Prague-Dejvice station, cut-and-cover object chainage km 3.470–1206m long double-track cut-and-cover tunnel;
- Prague-Dejvice railway station, cut-and-cover object chainage km 3.470–3.810;
- tunnel behind Prague-Dejvice railway station chainage km 3.810 to cut-and-cover ventilation object at chainage km 4.141– a 331m long double-track cut-and-cover tunnel;
- tunnel from ventilation shaft sunk at km 4.141 to other ventilation shaft sunk at km 7.322 – two single-track mined tunnels driven using a 3181m long Earth Pressure Balance shield (EPB);
- tunnel from ventilation shaft sunk at km 7.322 to portal at km 7.918, before partially sunk Prague-Veleslavín railway station – a 596m long double-track cut-and-cover tunnel;
- tunnel before Václav Havel Airport – a 518m long double-track cut-and-cover tunnel;
- Václav Havel Airport railway station cut-and-cover object km 5.445–5.730;
- a 3230m long double-track tunnel up to Jeneček branch (study on the development of the railway circuit).

## 2. CONSTRUCTION SOLUTION TO VÁCLAV HAVEL AIRPORT STATION

### Layout solution

The entire railway station [1, 2] consists of a total of three construction objects (CO), with the main and largest structure being the station itself:

- CO 15-71-01 – Václav Havel Airport railway station – cut-and-cover station;
- CO 15-71-03 – Escape object at km 16.947;
- CO 15-71-04 – Václav Havel Airport railway station – ventilation object.

Druhý výstup z nástupiště na východě, vestibul ABC, je realizován pomocí dvojice eskalátorů, pevného schodiště a výtahu (plní funkci evakuační). Na terén vede směrem k Terminálu 1 opět dvojice eskalátorů, pevné schodiště a výtah.

Na nástupišti je dvojice únikových schodišť (zakomponovaných v prostoru pod eskalátory), které vedou do chráněné chodby pod nástupištěm, posléze tato chodba podejde kolej a na terén vede soustava schodišť, která na povrchu vyústí jako samostatný objekt (SO 15-71-03). Ve finálním stavu se tento objekt stane součástí parkingu B (bude do něj zakomponován).

Hlavní technologické a služební zázemí se nalézá u východního vestibulu ABC. V úrovni kolejí je energoblok, který je vyčleněn mimo prostor stanice. Je spojený s technickými prostorami pod nástupištěm a zároveň chráničkami napojen na kabelové vedení

The station (Fig. 2) is designed as a cut-and-cover structure with an 11.64m wide and 229.245m long intermediate platform. Platform exits are located – West to Terminal 2, East to Terminal 1, ABC concourse.

The exit from the western part of the platform is via a bank of three escalators and a pair of lifts; this exit leads to Terminal 2. The bank of three escalators again leads to the terrain. This exit is only a temporary structure, until the definitive western concourse is built by Prague Airport.

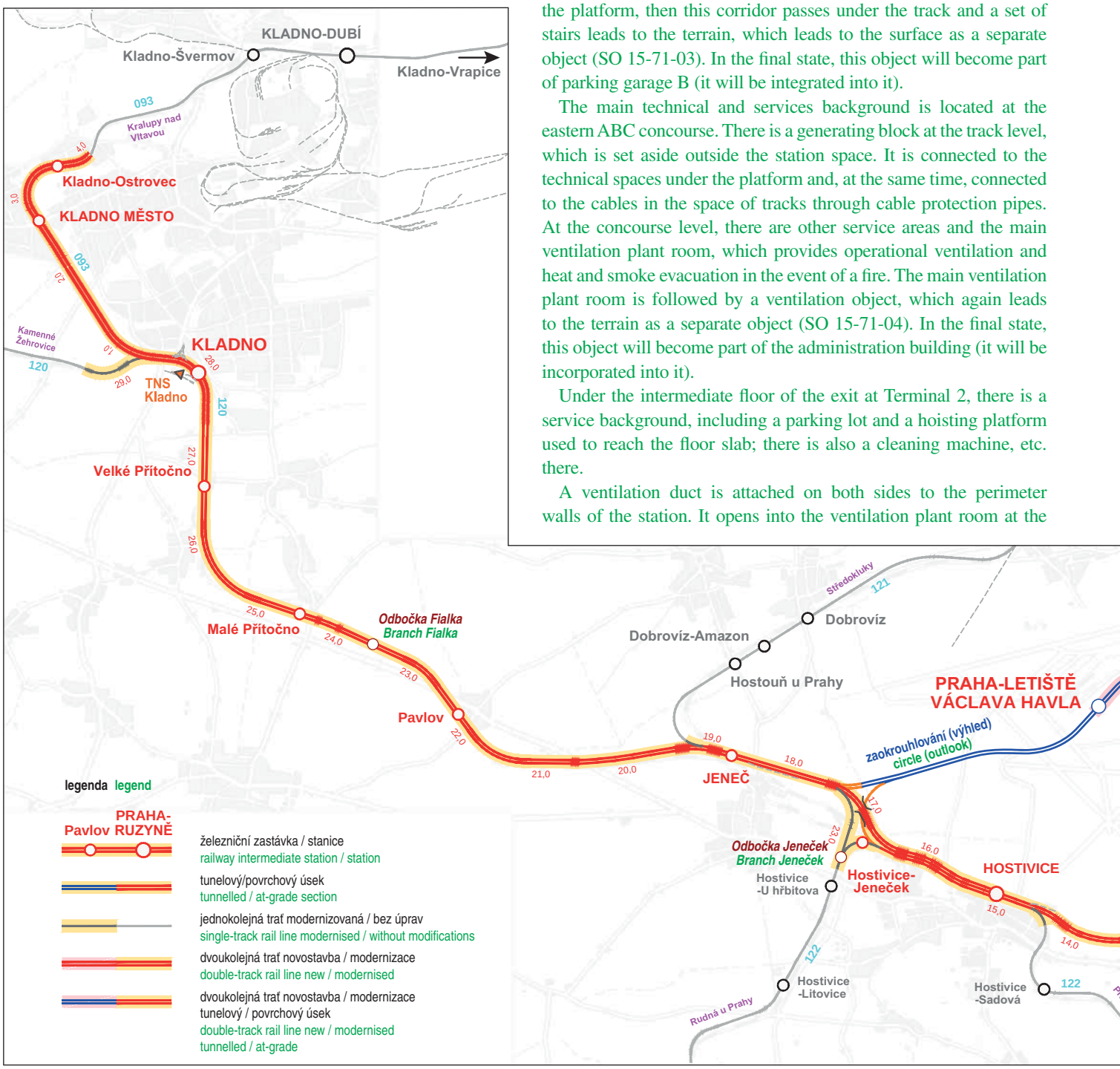
The second exit from the platform in the east, the ABC concourse, is provided by means of a bank of two escalators, a fixed staircase and a lift (it performs an evacuation function). A bank of two escalators, a fixed staircase and a lift lead to the terrain towards Terminal 1.

On the platform, there are a pair of escape stairs (integrated in the space under the escalators) that lead to a protected corridor under the platform, then this corridor passes under the track and a set of stairs leads to the terrain, which leads to the surface as a separate object (SO 15-71-03). In the final state, this object will become part of parking garage B (it will be integrated into it).

The main technical and services background is located at the eastern ABC concourse. There is a generating block at the track level, which is set aside outside the station space. It is connected to the technical spaces under the platform and, at the same time, connected to the cables in the space of tracks through cable protection pipes. At the concourse level, there are other service areas and the main ventilation plant room, which provides operational ventilation and heat and smoke evacuation in the event of a fire. The main ventilation plant room is followed by a ventilation object, which again leads to the terrain as a separate object (SO 15-71-04). In the final state, this object will become part of the administration building (it will be incorporated into it).

Under the intermediate floor of the exit at Terminal 2, there is a service background, including a parking lot and a hoisting platform used to reach the floor slab; there is also a cleaning machine, etc. there.

A ventilation duct is attached on both sides to the perimeter walls of the station. It opens into the ventilation plant room at the




*Obr. 1 Situace rychlodráhy Praha – Kladno s odbočením na Letiště Václava Havla*
*Fig. 1 Prague – Kladno rapid transit rail line with a branch to Václav Havel Airport map*

v kolejišti. V úrovni vestibulu se nalézají další služební prostory a strojovna hlavního větrání, která zajišťuje provozní větrání a v případě požáru odvod tepla a kouře. Na strojovnu hlavního větrání navazuje větrací objekt, který na terén vyústí opět jako samostatný objekt (SO 15-71-04). Ve finálním stavu se tento objekt stane součástí administrativní budovy (bude do ní zakomponován).

Pod mezipatrem výstupu u Terminálu 2 je služební zázemí, včetně parkoviště a zdvihací plošiny sloužící pro dosažení stropní desky, dále je zde umístěn čisticí stroj apod.

K obvodovým stěnám stanice je po obou stranách přisazen vzduchotechnický kanál, který ústí do strojovny vzduchotechniky na východním konci stanice a dále chráněná úniková cesta (CHÚC) ze západního vestibulu ústící do únikového objektu. Jedná se o monolitickou konstrukci, která je pevně připojena k obvodovým stěnám stanice.

Stanice má celkem sedm úrovní (obr. 3, 4):

- UT – úroveň terénu;
- UV ABC – úroveň vestibulu ABC;
- UV Z – úroveň vestibulu západ;
- UNN ABC – úroveň nad nástupištěm ABC;
- UNN Z – úroveň nad nástupištěm západ;
- UN – úroveň nástupiště;
- UPN – úroveň pod nástupištěm.

## Nosné konstrukce

Objekt vlastní stanice bude založen plošně na základové železobetonové monolitické desce z betonu třídy C30/37, která se bude nacházet v úrovni, kde podle geologického průzkumu byly zastiženy vrstvy hornin bělohorského souvrství (písčité slínovce/opuky s polohami spongilitů) zařazené do třídy R4, R3, polohy spongilitů R2.

Základová deska v místě kolejiště je navržena tloušťky 800 mm a v oblasti, kde jsou kabelové prostory a chodby, je tloušťky 600 mm.

Svislé nosné konstrukce budou tvořeny železobetonovými nosnými stěnami z betonu třídy C30/37, které budou lokálně doplněny sloupy. Obvodové stěny jsou navrženy tloušťky 800 mm, vnitřní stěny jsou od tloušťky od 300 mm do 600 mm.

Vodorovné nosné konstrukce budou tvořeny železobetonovými (ŽB) monolitickými deskami z betonu třídy C30/37. Převážně se

eastern end of the station. A protected escape route from the western concourse, opening into the escape object, is also attached to the walls. It is a monolithic structure that is firmly fixed to the perimeter walls of the station.

The station has a total of 7 levels (Figures 3, 4):

- UT – terrain level;
- UV ABC – ABC concourse level;
- UV Z – west concourse level;
- UNN ABC – above ABC platform level;
- UNN Z – above west platform level;
- UN – platform level;
- UPN – under platform level.

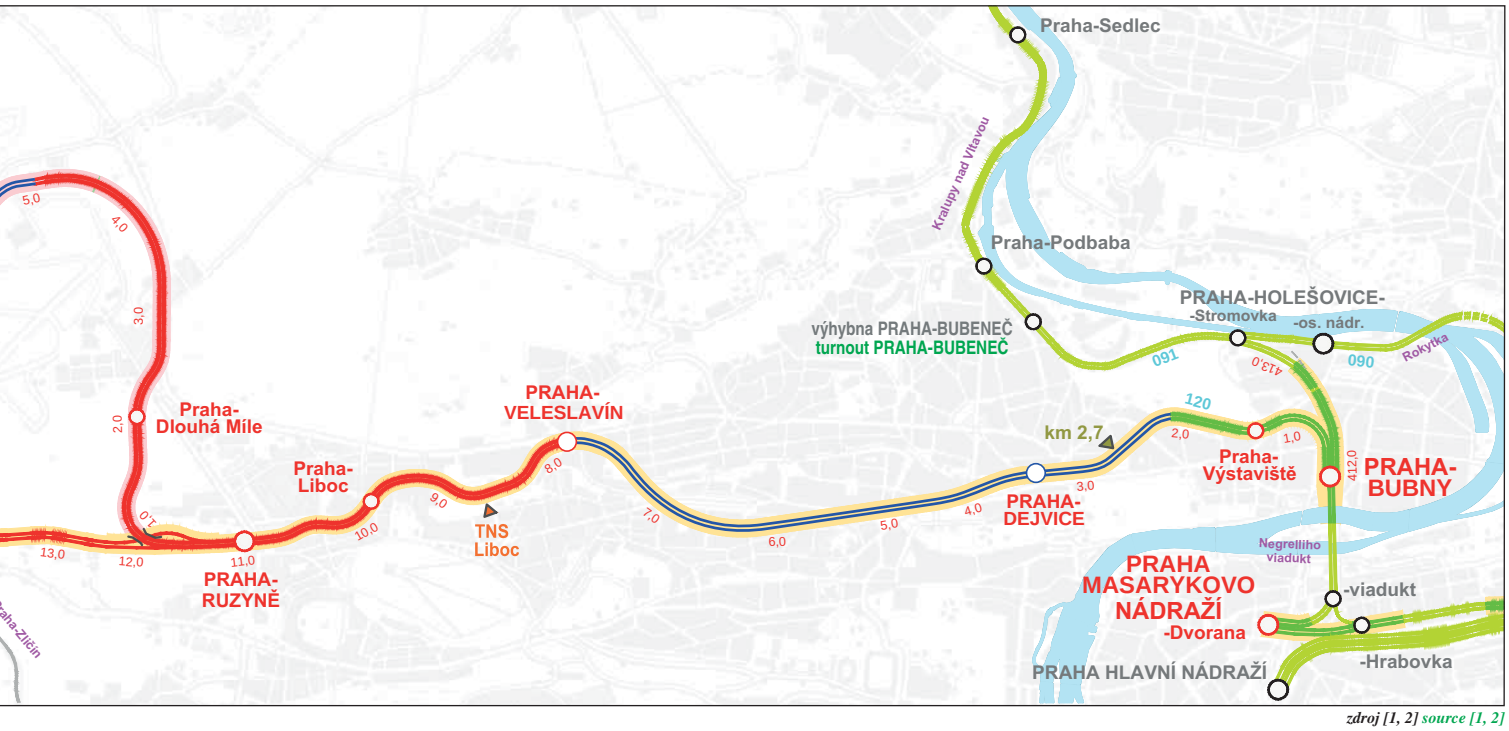
## Load-bearing structures

The structure of the station itself will have shallow foundation, on a reinforced concrete monolithic slab made of C30/37 grade concrete, which will be located at the level where, according to the geological survey, layers of Bílá Hora formation rock (sandy shale/marlstone with spongilite layers) classified as R4, R3 were found (spongilite layers class R2).

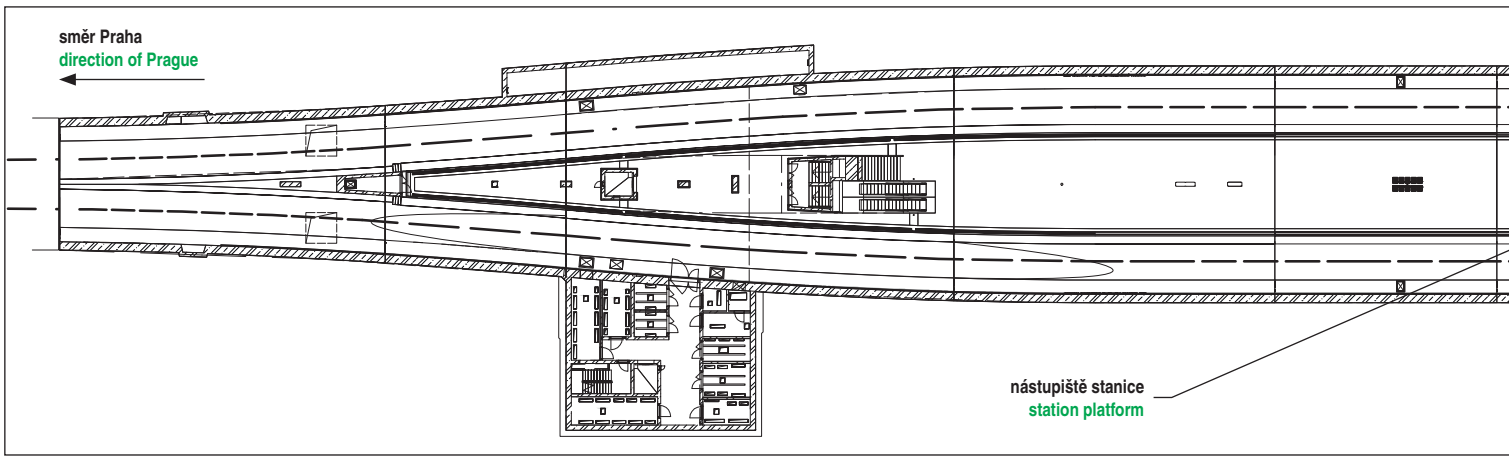
The thickness of 800mm is designed for the foundation slab in the place of the track, whilst 600mm thickness is designed for the slab where there are cable spaces and corridors.

The vertical load-bearing structures will comprise reinforced concrete load-bearing walls made of concrete class C30/37, which will be supplemented locally with columns. The perimeter walls 800mm thick and internal walls 300mm to 600mm thick are designed.

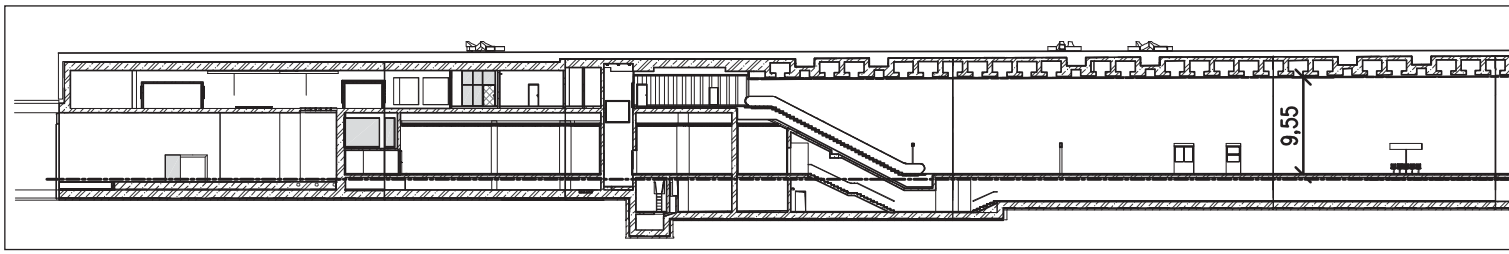
The horizontal load-bearing structures will comprise monolithic reinforced concrete slabs made of C30/37 concrete. It will mainly be slabs stressed in two directions. The main roof deck structure above the platform with a span of 21.4m will be of the slab-and-girder type, the individual girders are in the shape of an upturned T, with the 400mm thick and 1500mm wide bottom flange and 500mm thick web; the girders are 1800mm high in total. A 350mm thick reinforced slab is designed between the girders. It is inclined longitudinally 0.34%. In areas where the possibility of transferring




*zdroj [1, 2] source [1, 2]*




*Obr. 2 Úroveň nástupiště stanice*
*Fig. 2 Station platform level*




*Obr. 3 Podélný řez stanicí*
*Fig. 3 Longitudinal section through the station*

bude jednat o desky pnuté ve dvou směrech. Hlavní stropní konstrukce nad nástupištěm na rozpětí 21,4 m bude tvořena trámovým stropem, jednotlivé trámy jsou ve tvaru obráceného T, přičemž spodní pásnice je navržena tloušťky 400 mm a šířky 1500 mm, stojina je tloušťky 500 mm, celková výška trámů je 1800 mm. Mezi trámy je navržena ŽB stropní deska tloušťky 350 mm, která je podélně skloněná 0,34 %. V oblastech, kde se uvažuje s možností převedení inženýrských sítí, případně kabelového vedení z jedné strany stanice na druhou, je deska zapuštěná mezi dvojici sousedních trámů.

## Hydroizolace

Železobetonové konstrukce budou opatřeny hlavní plášťovou izolací z modifikovaných asfaltových pásů, s pojistnou a ochrannou vrstvou z bentonitových rohoží. V případě poruchy hlavní hydroizolační vrstvy bude následně aktivována pojistná vrstva. V místech, kde se izolační systém realizuje před ŽB konstrukcí (vodorovné izolace a svislé izolace prováděné „do vany"), budou použity pásy určené pro pokládku bez plnoplošného natavení. Naopak v místech, kde se bude realizovat hydroizolace na již hotovou železobetonovou konstrukci, budou použity plnoplošně natavované pásy.

Dilatace budou opatřeny středovými spárovými pásy, které budou doplněny o injektážní hadičky pro případné injektování dilatačních spár. Injekční systém bude vyveden na vnitřní líc ŽB konstrukce v blízkosti dilatační spáry.

## Architektonické řešení stanice

Největší dominantou celé stanice bude bezesporu prostor nástupiště, který se podařilo velmi zjednodušit, a tím také zpřehlednit oproti tradičním drážním stavbám. To ve výsledku velkou měrou zlepší orientaci a pohyb cestujících. Při pohledu z obou vestibulů stanice cestující přehlédne prakticky celé nástupiště (obr. 5, 6). Vizualizace stanice zpracovaná ateliérem dh architekti s.r.o. je převzatá z [3].

Již při nástupu na eskalátory z vestibulu na nástupiště zaujme podhled, který sestává z velkoformátových svítidel trojúhelníkového tvaru. Díky tomuto významnému prvku bude celý prostor

utility networks or cable lines from one side of the station to the other is under consideration, the slab is embedded between a pair of adjacent girders.

## Waterproofing

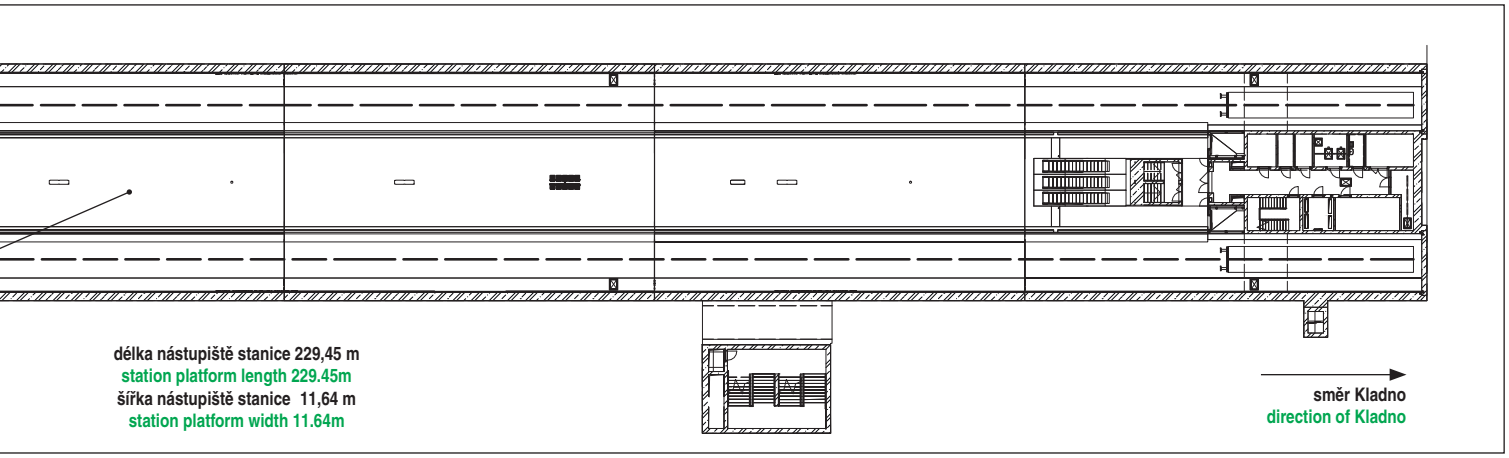
Reinforced concrete structures will be provided with the main waterproofing jacket from modified asphalt strips, with a safety and protective layer of bentonite mats. In the event of a failure of the main waterproofing layer, the safety layer will subsequently be activated. In places where the waterproofing system is applied in front of the reinforced concrete structure (horizontal waterproofing and vertical waterproofing carried out „into a tank"), strips designed for laying without full-surface torching on will be used. On the contrary, in places where waterproofing will be applied to an already finished reinforced concrete structure, full-surface torched on strips will be used.

Expansion joints will be covered with central waterstops, which will be supplemented with injection tubes for possible injection into expansion joints. The injection system will be run out to the inner face of the reinforced concrete structure near the expansion joint.

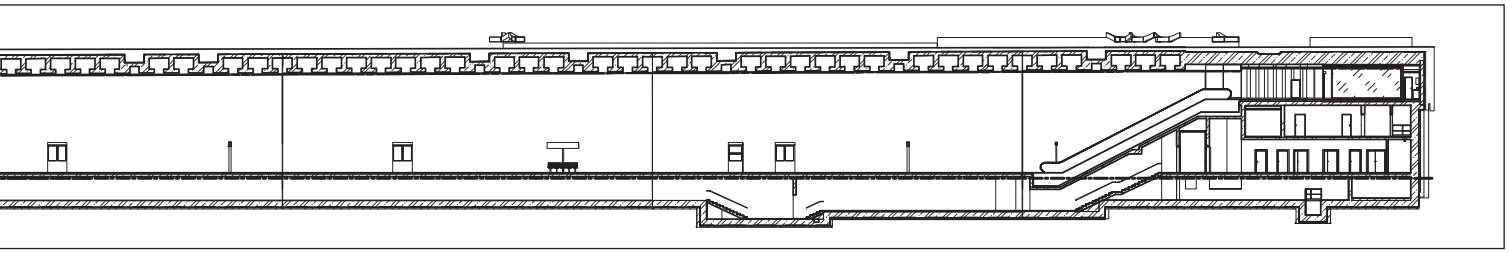
## Architectural station design

The biggest dominant feature of the entire station will undoubtedly be the platform area, which has been greatly simplified and thus also made clearer compared to traditional railway constructions. As a result, this will greatly improve the orientation and movement of passengers. When viewed from both station platforms, the passenger overlooks practically the entire platform (Figures 5, 6). Visualisation of the station processed by the dh architekti s.r.o. studio is taken over from [3].

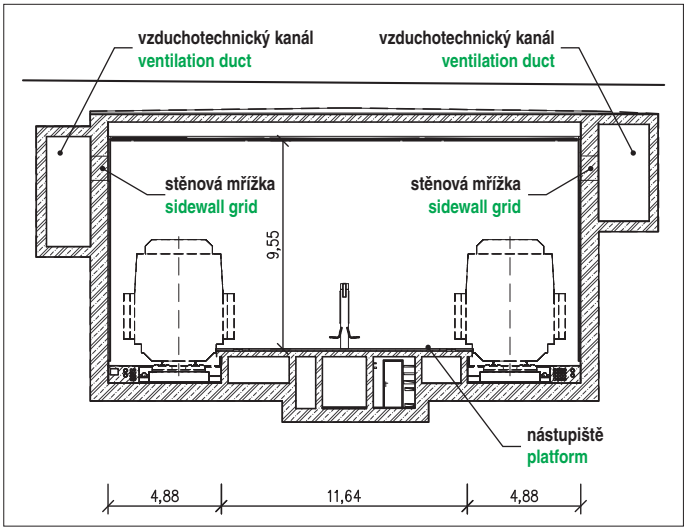
As soon as you get on the escalators from the concourse to the platform, your attention will be attracted by the suspended ceiling, which consists of large-format triangular luminaires. Thanks to




*zdroj [1, 2] source [1, 2]*



*zdroj [1, 2] source [1, 2]*




*zdroj [1, 2] source [1, 2]*

***Obr. 4 Příčný řez stanicí***
***Fig. 4 Station cross-section***

rovnoměrně osvětlen i při nízkém výkonu svítidel a jistě se v budoucnu stane poznávacím znamením této stanice. Dále na nástupišti zraky cestujících bezesporu upoutá lamelový obklad za kolejištěm, který pokrývá boční stěny nástupiště v celém jejich rozsahu. Obklad zde plní významnou akustickou funkci a zároveň také slouží k zakrytí otvorů vzduchotechniky, které jsou v těchto stěnách umístěny pod stropem.

## 3. ZPRACOVÁNÍ STAVBY Z HLEDISKA METODIKY BIM

### Zadání projektu

Popisovaná železniční stanice je součástí rozsáhlého projektu v intravilánu Letiště Václava Havla Praha. Tento projekt byl investorem SŽ vypsán jako projekt zpracovávaný metodou Building

this important element, the entire space will be evenly lit even with low light output of the luminaires and will certainly become a recognition sign of this station in the future. Further on the platform, the lamella cladding behind the track, which covers the entire side walls of the platform, will undoubtedly catch the eyes of passengers. The cladding here fulfils an important acoustic function and at the same time serves to cover the ventilation openings, which are located in these walls under the ceiling.

## 3. CONSTRUCTION PROCESSING FROM THE POINT OF VIEW OF BIM METHODOLOGY

### Design specification

The described railway station is part of a large-scale project in the inner area of the Václav Havel Airport Prague. The tender for this design was invited as for a design processed using the Building Information Modelling (BIM) method. The station itself is therefore part of the information model of the wider area solved by the design. From the point of view of the BIM itself, the invitation to tender is significantly extensive regarding the design and does not only concern the information model of the construction itself. It prescribes, among other things, requirements for the form of the common data environment (CDE), requirements for the form of the comment management, the form of information models including filling with non-graphical information, coordination of information models, their use for 4D and 5D simulation and use of the model for presentation to the client/public.

### Common data environment CDE (Document Management System)

The Bentley ProjectWise common data management environment (CDE) is applied to the design. The data area was divided into two parts. The first part, the structure of which was prescribed by the client, served primarily as a data area used between the client and

Information Modelling (BIM). Vlastní stanice je tedy součástí informačního modelu širšího území řešeného projektem. Zadání z hlediska problematiky BIM je pro projekt značně rozsáhlé a netýká se pouze samotného informačního modelu stavby. Předepisuje mimo jiné požadavky na podobu společného datového prostředí (CDE), požadavky na podobu připomínkového řízení, podobu informačních modelů včetně náplně negrafickými informacemi, koordinaci informačních modelů, jejich využití pro simulaci 4D a 5D a využití modelu pro prezentaci investorovi/veřejnosti.

zdroj [3] source [3]

*Obr. 5 Vizualizace nástupiště stanice*
*Fig. 5 Visualisation of station platform*

zdroj [3] source [3]

*Obr. 6 Vizualizace vestibulu ABC stanice*
*Fig. 6 Visualisation of ABC concourse of the station*

### Společné datové prostředí CDE (Document Management System)

Na projektu bylo využito společného datového prostředí (CDE) Bentley ProjectWise. Datová oblast byla rozdělena na dvě části. První část, jejíž strukturu předepsal investor, sloužila primárně jako oblast dat využívaná mezi investorem a zhotovitelem projektu. Druhá část sloužila ke sdílení dat mezi projektovým týmem zhotovitele a jeho subdodavateli. Společné datové prostředí zaručovalo umístění vždy aktuálních dat na jednom místě, odkud byla tato data přístupná pro všechny členy projektového týmu.

### Připomínkování dokumentace včetně informačního modelu

Jeden z modulů CDE umožňující vytvářet poznámky prostřednictvím formulářů byl využit v průběhu přípravy 2D části dokumentace a informačního modelu. V rámci projektu byl ve spolupráci s investorem vytvořen formulář, který obsahově vycházel z klasického připomínkového řízení. Na tento formulář bylo následně aplikováno investorem požadované workflow včetně jasně daných rolí a kompetencí jednotlivých zúčastněných. Tímto způsobem byla připomínkována 2D část předané dokumentace a informační model.

### Koordinace stavby

Vzhledem k rozsahu projektu byly vytvořeny dva koordinační modely. První – koordinační model stavby, do kterého byly načteny všechny informační modely od jednotlivých zpracovatelů. Dále zde byly připojeny například modely geologických sond, stávající výstavby, dendrologie, stávajících povrchů atd. Tento model sloužil ke koordinaci stavby jako celku (obr. 7, 8). Vzhledem k náročnosti vnitřní koordinace vlastní stanice a navazujícího dvoukolejného tunelu byl vytvořen ještě druhý koordinační model. V tomto modelu byla uvedena do souladu vlastní stanice, především tedy její vnitřní profese (zdravotní technická instalace (ZTI), ústřední topení (UT), vzduchotechnika (VZT), elektroinstalace (EL) apod.) mezi sebou a jejich vazba na stavební konstrukce. Koordinace byla prováděna v programu Navisworks Manage, kde bylo využito modulu Clash detection. Modul dokáže ve 3D modelu vyhledat geometrické (při vhodném nastavení i negeometrické) kolize jednotlivých prvků mezi sebou, včetně jejich umístění a dalších přidružených informací. Tyto

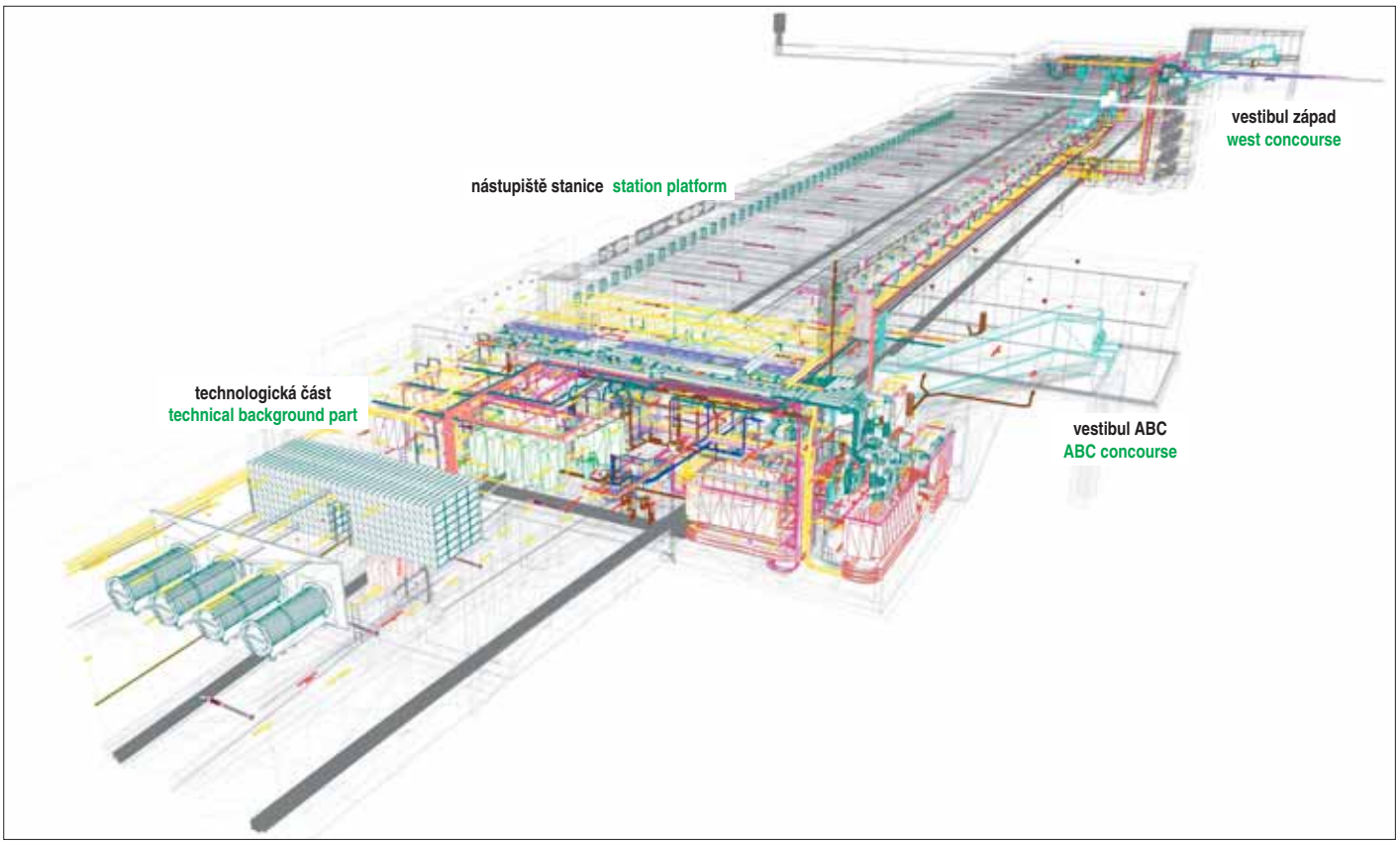
the contractor for the design. The second part served to share data between the contractor's design team and its subcontractors. The common data environment guaranteed the position of always up-to-date data in one place, from where this data was accessible to all members of the designt team.

### Comments on documents including information model

One of the CDE modules allowing for the creation of notes through forms was used during the preparation of the 2D part of the documentation and the information model. As part of the design, a form was created in collaboration with the client, the content of which was based on the classic comment management. The workflow required by the client was subsequently applied to this form, including clearly defined roles and competencies of the individual participants. In this way, the 2D part of the handed over documents and the information model were commented.

### Construction coordination

Due to the extent of the design, two coordination models were developed. The coordination model of the construction, into which all information models from individual processors were loaded. Furthermore, models of geological probes, current construction, dendrology, existing surfaces, etc., were also attached here. This model served to coordinate the construction as a whole (Figures 7, 8). The second coordination model was created with respect to




zdroj [2] source [2]

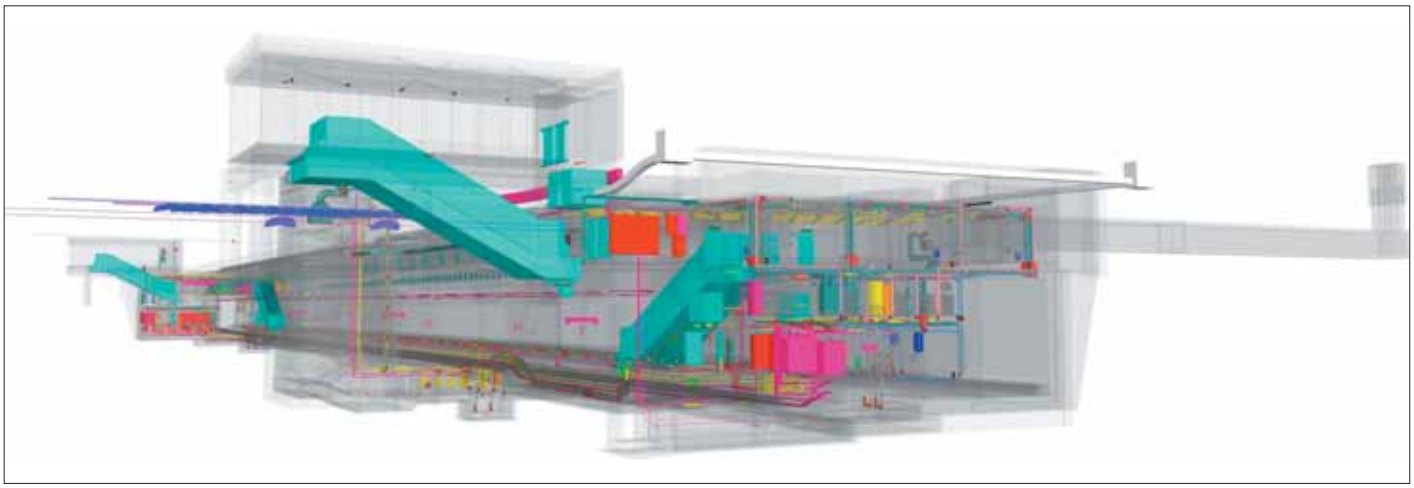
*Obr. 7 Koordinační model stanice*
*Fig. 7 Coordination model of the station*

kolize dokáže evidovat a pracovat s nimi. Jako primární struktura informačních modelů ke koordinaci byl zvolen formát IFC. Jednalo se též o výměnný formát mezi jednotlivými softwary.

## Informační model vlastní stanice

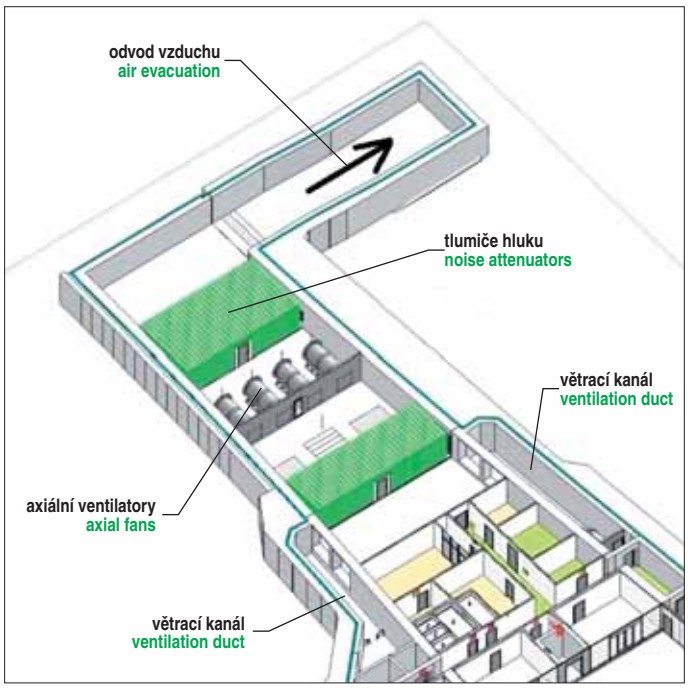
Stavební část informačního modelu vlastní stanice byla zpracována v programu Revit 2021. Jednotlivé konstrukce byly modelovány na základě prvků z interní knihovny zhotovitele. Zde je vidět jako výhodu přesné nastavení jednotlivých prvků, co se geometrické podrobnosti i negrafických informací týče. Projektanti pracují na svých projektech s prvky, které znají. Na základě interního datového standardu lze vytvářet nástavby, které s daty v prvcích dále pracují (např. využití prvků pro generování kubatur) a není nutné pomůcky upravovat podle různých datových standardů zadaných investory.

the exactingness of internal coordination of the station itself and the connected double-track tunnel. In this model, the station itself, especially its internal professions (sanitary installations, central heating, ventilation, electrical installations, etc.) were brought into line with each other and their connection to the structures. Coordination was carried out in the Navisworks Manage program, where the Clash detection module was used. The module is capable of searching for geometric (with suitable settings also non-geometric) collisions of individual elements with each other in the 3D model, including their position and other associated information. It can record and work with these collisions. The IFC format was chosen as the primary structure of information models for coordination. It was also an exchange format between individual software sets.



zdroj [2] source [2]

*Obr. 8 Řez koordinačním modelem stanice*
*Fig. 8 Section through the coordination model of the station*




zdroj [2] source [2]

*Obr. 9 Hlavní větrání stanice*
*Fig. 9 Main ventilation system of the station*

K vyplnění negrafických informací do datového standardu zadaného investorem je pak využito přezrcadlení negrafických informací z datového standardu zhotovitele. Případně doplnění informací (převážně manuálně) do parametrů, které jsou v datovém standardu investora navíc. V informačním modelu stanice byl využit datový standard SFDI pro pozemní stavby. Ocelové konstrukce (zastřešení vestibulů, výtahové prosklené šachty) byly zpracovány v programu Advance Steel. Co se týče vnitřních profesí, tak zde byly využity primárně dva softwary. Profese VZT, ZTI, automatická tlaková stanice (ATS) a část rozvodů elektro byla tvořena v programu Revit. Zbylá část profesí, převážně tedy profese elektro, byla vytvořena v programu Microstation. Jako zásadní problém se zde ukázalo efektivní předávání dat mezi jednotlivými softwary. Jednalo se například o předávání podkladů k prostupům nosnými konstrukcemi od jednotlivých zpracovatelů. Vzhledem k tomu, že software Bentley (Microstation) a Autodesk (Revit) spolu nekomunikují na bázi kompatibility vnitřních prvků v modelu, tak např. zmíněné prostupy nelze jednoduše z jednoho modelu vykopírovat a vložit do jiného. V tomto případě se musela zjistit geometrie a souřadnice prostupů v modelu Microstation, tato data vyexportovat a na jejich základě vygenerovat prostupy v modelu Revit. Z tohoto jednoduchého příkladu plynou dva poznatky. Jedním je nemožnost se na velkých projektech vyhnout využití více softwarů, ve kterých jsou informační modely zpracovávány. Druhým poznatkem je pak nutnost řešit kompatibilitu a efektivní předávání dat mezi nimi.

### Prezentace informačního modelu

Pro prezentaci projektu byl zpracován 3D model stanice pro použití ve virtuální realitě. Model pro virtuální realitu byl zpracován samostatně, nebyly tedy využity informační modely jednotlivých zpracovatelů. Vzhledem k velikosti a detailu výsledného modelu pro virtuální realitu nejsou modely v nativním softwaru projektanta (např. Revit) příliš vhodné. Tyto modely obsahují značné množství informací a geometrií, které výsledný model extrémně zatěžují. Tento model byl využíván během projektu k prezentaci investorovi, k vedení jednání nad podobou a technickým řešením stanice, v neposlední řadě též k prezentaci složkám investora, které budou v budoucnu zodpovědné za zprávu určitých částí stavby.

### Information module for the station itself

The construction part of the information module for the station itself was processed in the Revit 2021 program. Individual structures were modelled on the basis of elements from the contractor's internal library. Here, the precise setting of individual elements can be seen as an advantage, as far as geometric details and non-graphic information are concerned. Designers work on their designs with elements they know. On the basis of an internal data standard, it is possible to create additions that further work with the data in the elements (e.g. the use of elements to generate volumes) and it is not necessary to modify tools according to the different data standards specified by the clients. To fill non-graphic information into the data standard specified by the client, re-mirroring of non-graphic information from the contractor's data standard is then used. Alternatively, adding information (mainly manually) to the extra parameters contained in the client's data standard. The SFDI data standard for buildings was used in the information model for the station. The steel structures (roofing of concourses, glass fronted lift shafts) were processed in the Advance Steel program. As far as internal professions are concerned, two software sets were primarily used here. The professions of ventilation, sanitary installations, automatic water booster pump station and part of wiring were created in the Revit program. Remaining professions, mainly the electrical profession, were created in the Microstation program. Effective data transfer between individual software sets proved to be a fundamental problem here. This involved, for example, the handing over of documents for openings in load-bearing structures from individual processors. Due to the fact that the Bentley (Microstation) and Autodesk (Revit) software sets do not communicate with each other on the basis of the compatibility of internal elements in the model, so for example, the mentioned openings cannot be simply copied from one model and inserted into another. In this case, the geometry and coordinates of the openings had to be determined in the Microstation model, this data had to be exported and based on it, the openings had to be generated in the Revit model. Two pieces of knowledge follow for us from this simple example. One of them is the impossibility in the case of large designs to avoid the use of more software sets in which information models are processed. The second piece of knowledge is the necessity for addressing the compatibility and effective transfer of data between them.

### Information model presentation

A 3D model of the station was developed for the use in virtual reality for the presentation of the design. The model for virtual reality was processed separately, so the information models developed by individual processors were not used. With respect to the extent and detail of the resulting model for virtual reality, models in designer's native software (e.g. Revit) are not too much suitable. These models contain a significant amount of information and geometries, which put an extreme burden on the resulting model. This model was used during the designing process for presentation to the client, for conducting negotiations on the form and technical solution for the station, and last but not least, also for presentation to the client's organisation components, who will be responsible for administration of certain parts of the construction in the future.

## 4. MAIN VENTILATION OF THE STATION

The area of the station platform, concourses and connecting running tunnels are forcibly ventilated by the so-called main ventilation system, which ensures two basic functions:

## 4. HLAVNÍ VĚTRÁNÍ STANICE

Prostor nástupiště stanice, vestibuly a navazující traťové tunely jsou nuceně větrány tzv. hlavním větráním, které zajišťuje dvě základní funkce:

- Dopravní režim větrání zajišťuje odvod tepelné zátěže z tunelů a stanic rychlodráhy vzniklé provozem vlaků a technologického zařízení.
- Požární režim větrání při požáru vlaku rychlodráhy nebo technologického zařízení stanice. Uvažovaný výkon požáru je 10–12 MW, což bude upřesněno po výběru vlakových souprav rychlodráhy.

Axiální reverzní přetlakové ventilátory hlavního větrání (APWM 1400, 40 m³/s, 1200 Pa s teplotní odolností 250 ºC po dobu 90 min. podle ČSN EN 12101-3) jsou umístěny ve strojovně hlavního větrání, jde o celkem 4 ks paralelně umístěných ventilátorů (obr. 9). Množství větraného vzduchu je stanoveno tepelně vlhkostním výpočtem, který určuje odvod tepla a vlhkosti ze stanic se započítáním akumulace tepla do okolní horniny. Výkon je regulován podle venkovních teplot vzduchu. Regulace množství větraného vzduchu je řešena postupným spouštěním ventilátorů. Reverzace ventilátorů je provedena změnou směru otáčení oběžného kola. Hluk od jejich provozu je tlumen v buňkových absorpčních tlumičích hluku na sání a výtlaku.

Ventilátory hlavního větrání současně pracují jako požární. V případě nehody, požáru apod. zajistí odvod tepla a kouře na povrch. Uvedená teplotní odolnost se týká i uzavíracích klapek a tlumičů hluku. Požární větrání zajišťuje proudění čerstvého vzduchu proti směru úniku cestujících z podzemí (eskalátory, traťový tunel, vestibuly). Výkon požárního větrání je 120 m³/s.

## 5. ZÁVĚR

Koncová stanice Praha-Letiště Václava Havla bude nově vybudována v prostoru areálu letiště za účelem jeho obsluhy osobní železniční dopravou. Stanice bude umístěna v podzemí. V běžném provozu zajistí stanice vjezd, obrat a odjezd osobních vlaků relace Praha Masarykovo nádraží – Praha-Letiště Václava Havla v intervalu 10 minut. Na staničních kolejích bude umožněno spojování a rozpojování vlakových souprav při přechodu mezi přepravní špičkou a sedlem.

Rychlodráha Praha – Kladno zajistí rychlé spojení mezi oběma městy. Navržená hloubená stanice rychlodráhy Letiště Václava Havla umožní rychlou a spolehlivou dopravu na letiště.

*Ing. MIROSLAV NOVÁK, miroslav.novak@metroprojekt.cz,*
*Ing. VÍTĚZSLAV HANSL, hansl@metroprojekt.cz,*
*Ing. JIŘÍ PLATIL, jiri.platil@metroprojekt.cz,*
*METROPROJEKT Praha a.s.,*
*doc. Ing. arch. DALIBOR HLAVÁČEK, Ph.D.,*
*dalibor.hlavacek@architekti.cz,*
*dh architekti s.r.o.*

*Recenzoval Reviewed: Ing. Pavel Šourek*

- The transport-related mode of ventilation ensures the removal of the heat load from the tunnels and stations of the rapid transit railway induced by the operation of trains and technical facilities.
- Fire ventilation mode in the event of a fire in a rapid transit train or a technical facility of the station. The heat power of the fire is considered at 10–12MW; it will be specified after the selection of high-speed train sets.

Axial reverse pressure fans of the main ventilation system (APWM 1400, 40m³/s, 1200Pa with a heat resistance of 250ºC for 90 minutes according to ČSN EN 12101-3 standard) are installed in the main ventilation plant room; there are a total of 4 fans installed in parallel (Fig. 9). The amount of ventilated air is determined by a thermal-humidity calculation, which determines the removal of heat and humidity from the stations, taking into account the accumulation of heat in the surrounding rock. The output is regulated according to the external air temperatures. Regulation of the amount of ventilated air is solved by incremental starting of the fans. Reversing the fans is done by changing the direction of rotation of the propeller. The noise created by their operation is attenuated in cellular absorption silencers installed on the suction and discharge air sides.

The main ventilation fans concurrently work as fire fans. In the event of an accident, fire, etc., it ensures the removal of heat and smoke to the surface. The stated heat resistance also applies to stop flaps and noise silencers. The fire ventilation ensures the flow of fresh air against the direction of the escape of passengers from the underground (escalators, running tunnel, concourses). Fire ventilation rate is 120m³/s.

## 5. CONCLUSION

The Prague-Václav Havel Airport terminal station will be newly built in the area of the airport in order to provide it with passenger rail transport services. The station will be located underground. In common operation, the station will ensure the entry, turn-back and departure of passenger trains on the Prague Masaryk station – Prague-Václav Havel Airport route at an interval of 10 minutes. On the station tracks, it will be possible to connect and disconnect train sets during the transition between the transport peak and the saddle periods.

The Prague – Kladno rapid transit railway will provide a fast connection between the two cities. The cut-and-cover station on the Václav Havel Airport rapid transport rail line being designed will allow for fast and reliable transport to the airport.

*Ing. MIROSLAV NOVÁK,*
*miroslav.novak@metroprojekt.cz,*
*Ing. VÍTĚZSLAV HANSL,*
*hansl@metroprojekt.cz,*
*Ing. JIŘÍ PLATIL,*
*jiri.platil@metroprojekt.cz,*
*METROPROJEKT Praha a.s.,*
*doc. Ing. arch. DALIBOR HLAVÁČEK, Ph.D.,*
*dalibor.hlavacek@architekti.cz,*
*dh architekti s.r.o.*

### LITERATURA / REFERENCES

[1] METROPROJEKT Praha a.s. *DUR – Modernizace Trati Praha – Veleslavín – Praha – Ruzyně.* Praha 10/2020.
[2] METROPROJEKT Praha a.s. *PDPS – ŽST Praha – Letiště Václava Havla (v režimu BIM).* Praha 11/2022.
[3] dh architekti s.r.o. – *ŽST Praha – Letiště Václava Havla – Revizní studie 2021.*