

# NÁVRH UPRAVENÉHO ODVODŇOVACÍHO SYSTÉMU BÁZOVÉHO TUNELU BRENNER

O. Jágr

*AMBERG Engineering Brno, Česká republika*

F. Pacher

*AMBERG Engineering AG, Switzerland*

R. Insam & M. Knapp

*Brenner Basistunnel BBT SE, Austria*

**ABSTRAKT:** Bázový tunel Brenner (BBT) se řadí mezi největší a nejvýznamnější infrastrukturní projekty v Evropě. Jedná se o novostavbu železničního tunelu mezi městy Innsbruck v Rakousku a Franzensfeste v Itálii, který bude tvořit důležitou část evropského skandinávsko-středomořského koridoru. Napojením na již existující podzemní obchvat města Innsbruck se stane se svými 64 km nejdelším tunelem světa. První práce byly započaty v roce 2007, uvedení do provozu se předpokládá v roce 2032. Příspěvek se kromě obecného pojednání o návrhu a realizaci rakouské části projektu zaměřuje především na vývoj a aspekty návrhu odvodňovacího systému tohoto podzemního díla.

## 1. ÚVOD

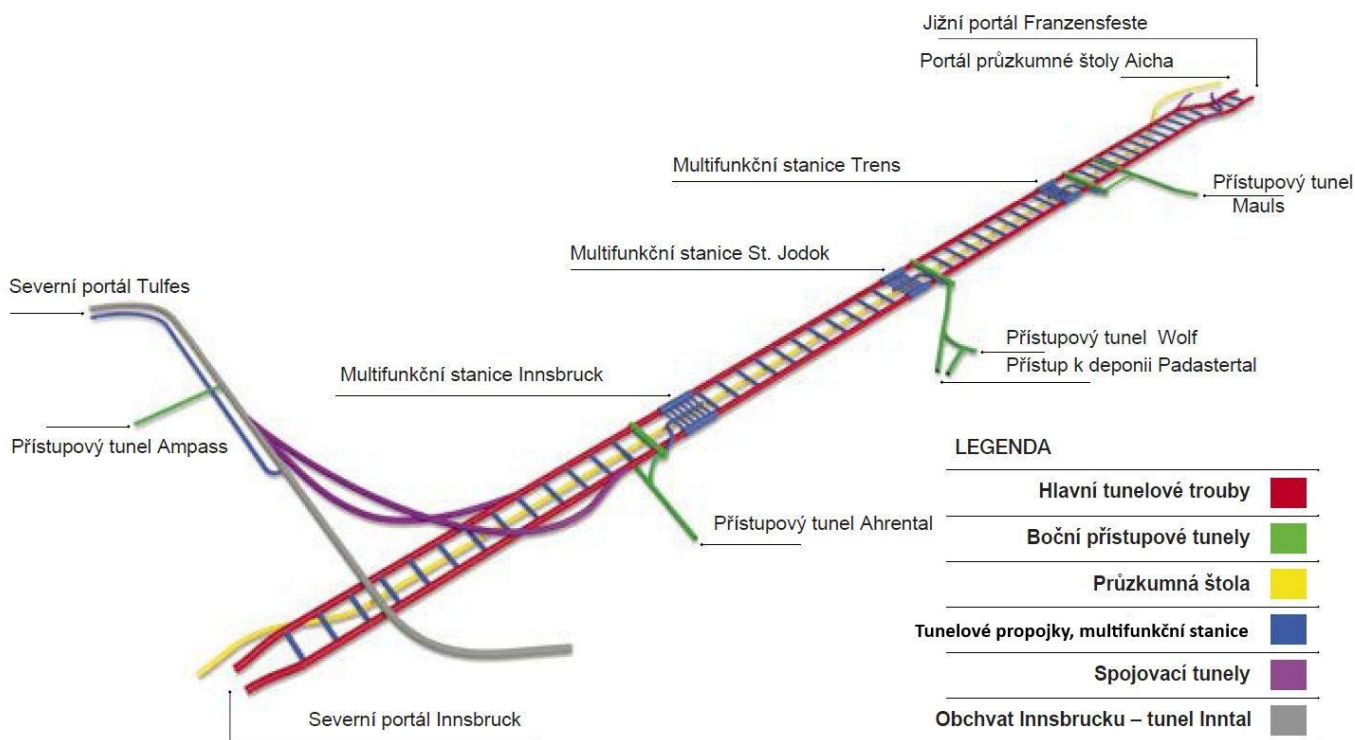
Bázový tunel Brenner (BBT) patří v současnosti mezi nejvýznamnější infrastrukturní projekty v Evropě. Tvoří základní prvek severojižního transevropského železničního spojení – tzv. skandinávsko-středomořského (SCAN-MED) koridoru Helsinky-Valetta. Jedná se o novostavbu železničního tunelu nacházející se na rakousko-italské hranici mezi městy Innsbruck a Franzensfeste/Fortezza. Na severu se tunel napojuje na nádraží v Innsbrucku a na stávající železnici v údolí Innu, na svém jižním portálu bude navazovat na novou železniční trasu směr Verona. Projektové práce na obřím projektu financovaném společně Evropskou unií (cca. 40-50 %), Rakouskem a Itálií (po ca. 25-30 %) běží od roku 1999. Investorem celé stavby je společnost *BBT SE*. První stavební práce byly započaty v roce 2007 a v současné době je vyraženo již zhruba 90 % z celkem 230 km štol a tunelů. Uvedení do provozu se předpokládá v roce 2032. Příspěvek se zaměřuje na rakouskou část projektu, konkrétně na aktuálně probíhající úseky H41 *Sillschlucht-Pfons* a H53 *Pfons-Brenner*. U třetího úseku na rakouské straně H21 *Sillschlucht* jsou již práce ukončené.

## 2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O TUNELOVÉM SYSTÉMU

Brennerský bázový tunel je dvoutubusový železniční tunel délky zhruba 55 km. Po napojení na již v roce 1994 otevřený tunel *Inntal* (nákladní obchvat Innsbrucku, viz Obrázek 1 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**) se tunelový systém se svými zhruba 64 km stane nejdelším tunelem světa. Vlastní tunel je tvořen dvojicí jednokolejných traťových tunelů, vzdálených od sebe 70 m, které jsou navzájem po 333 m propojeny tunelovými propojkami. Zhruba 10 až 18 m pod úrovní traťových tunelů se uprostřed mezi nimi nachází průzkumná, respektive obslužná štola, která bude za provozu sloužit pro odvodnění a údržbu tunelu a má také pojmout většinu traťového vybavení. Důležitou součástí systému je trojice multifunkčních stanic (*Innsbruck*, *St. Jodok* a *Trens*), které jsou navrženy v rozestupu 20 km. Dopravní obslužnost multifunkčních stanic je zajištěna přístupovými tunely *Ahrental*, *Wolf* a *Mauls*. Jižně od stanice *St. Jodok* se nachází přejezdny tunely pro přejezd vlaků mezi východní a západní tunelovou troubou.

V podélném směru je tunel navržen ve střechovitém sklonu, přičemž na severní rakouské straně stoupá ve sklonu 6,7 ‰ až k vrcholovému oblouku na státní hranici a následně klesá směrem k jižnímu portálu

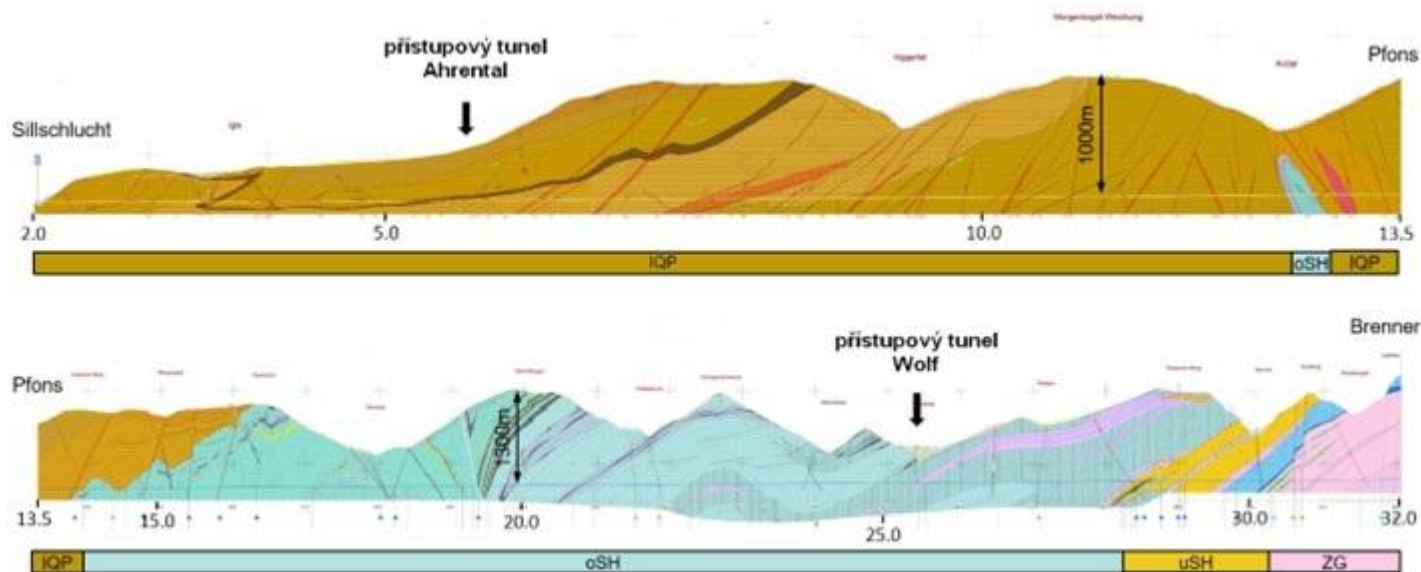
v Itálii ve sklonu 4,0 ‰. Trasa tunelu je s výjimkou portálových oblastí navržena na maximální rychlost 250 km/h. Maximální nadloží tunelu činí zhruba 1700 m.



Obrázek 1: Schéma tunelového systému BBT

### 3. GEOLOGIE A HYDROGEOLOGIE

Brennerský bázeňový tunel prochází přechodovou zónou mezi severními a jižními Alpami. Přitom protíná tři velké tektonické jednotky Alp: východoalpskou (*Ostalpinikum*), *Penninikum* a jihoalpskou (*Südalpinikum*).



Obrázek 2: Geologický podélný řez na rakouské straně tunelu

Zjednodušený sled základních geologických formací ve směru od severního portálu tvoří:

- křemenné fylity (*Ostalpiner Innsbrucker Quarzphyllit*) – cca. km 0-14

Vyvýšení taurského okna s penninskými břidlicemi a centrálním rulovým masivem:

- penninské břidlice (*penninische Bündnerschiefer*) svrchní břidličné obálky (*Obere Schieferhülle*) - vápencové břidlice a vápencové fylity s vložkami „exotických“ bloků z karbonátových a sulfátových hornin v severní části; spodní břidličná obálka (*Untere Schieferhülle*) s poruchovou zónou *Hochstegen* a částečně zkrasovatěným mramorem (*Hochstegenmarmor*) na hranici s centrálním rulovým masivem – cca. km 14-30,3
- subpenninský centrální rulový masiv (*subpenninischer Zentralgneis*) tvořený ortorulami a metagranity, ohraničený amfibolity a rulami (*Hornblendegneise*) – cca. km 30,3-36
- zóna převážně z penninských břidlic (*penninische Bündnerschiefer*) – cca. km 36-45,4
- východoalpské ruly a břidlice – cca. km 45,4-47,5
- Periadriatický zlom – cca. km 47,5-48,2
- jihoalpské brixenské granity – ca. km 48,2-55

Na trase se vyskytuje celá řada poruchových zón, jako například soustava poruch údolí *Inntal*, soustava poruch údolí *Wipptal* a zejména Periadriatický zlom, který představuje jeden z největších systémů poruch v celém alpském oblouku.

Lokalizaci, charakterizaci a následné klasifikaci poruchových zón byla při provádění průzkumných předvrtů a během ražby průzkumné štoly věnována zvláštní pozornost. Spolu s údaji o jednotlivých „homogenních“ oblastech byly informace o poruchových zónách východiskem pro veškeré úvahy o volbě tunelovací metody.

Penninské břidlice a křemenné fylity se obecně vyznačují nízkou propustností, takže dlouhé úseky ražby byly prakticky suché. Velké přítoky tlakové podzemní vody byly při provádění průzkumných předvrtů zastiženy v poruchové zóně *Hochstegen*.

## **4. PŘEHLED A AKTUÁLNÍ STAV JEDNOTLIVÝCH STAVEBNÍCH ÚSEKŮ**

### **4.1 ROZDĚLENÍ NA STAVEBNÍ ÚSEKY**

Z důvodu komplexnosti je tunelový systém BBT rozdělen na celou řadu průzkumných a stavebních úseků jak na rakouské, tak na italské straně, přičemž jejich návrh je řešen specificky pro danou zemi. Oproti tomu veškeré součásti traťového vybavení tunelu jsou navrhovány jednotně.

Přehled průzkumných, resp. hlavních stavebních úseků poskytuje Tabulka 1, resp.

## Tabulka 2.

Tabulka 1: Přehled průzkumných úseků BBT

<b>Označení</b>	<b>Název průzkumného úseku</b>	<b>Stát</b>	<b>Datum realizace</b>
E41	Ahrental	Rakousko	2010-2014
V41	Větrací kaverna Ahrental a šachta Patsch	Rakousko	2013-2014
E51	Wolf 1	Rakousko	2011-2013
E52	Wolf 2 - Padastertal	Rakousko	2013-2017
E53	Geologický průzkum zóny Hochstegen	Rakousko	2017-2018
E62	Křížení Periadriatického zlomu	Itálie	2013-2016
E91	Aicha Mauis	Itálie	2007-2012

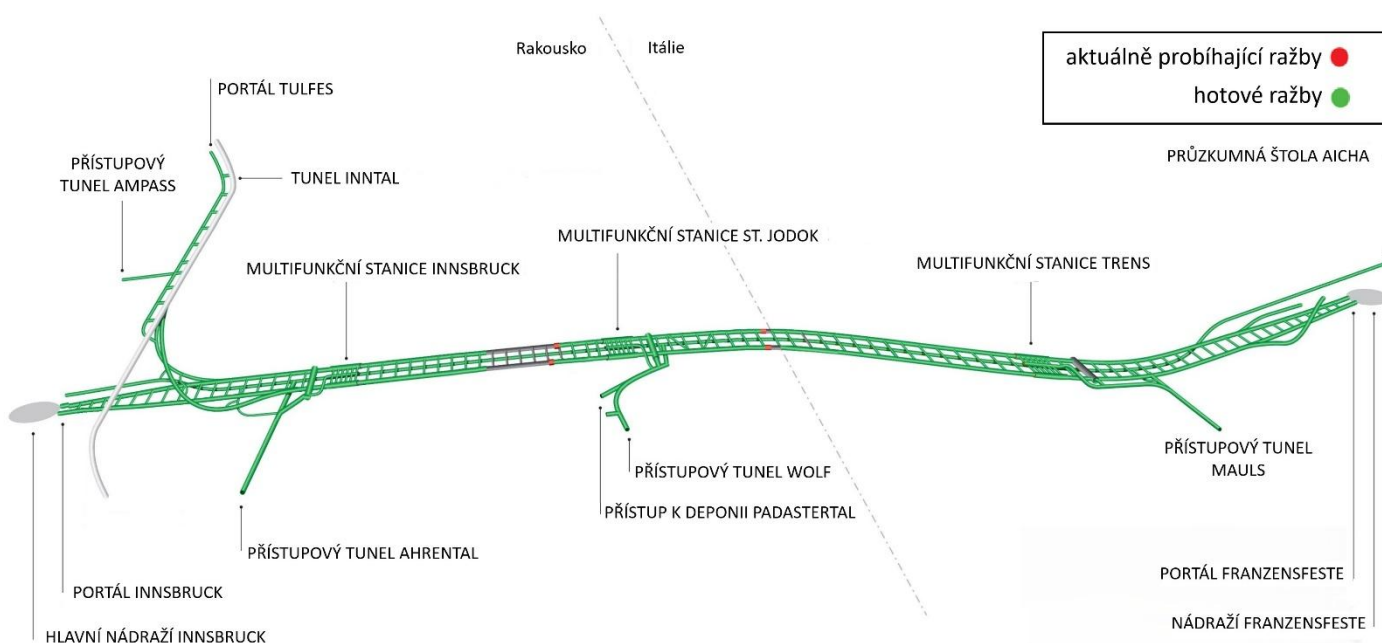
Tabulka 2: Přehled hlavních stavebních úseků BBT

Označení	Název stavebního úseku	Stát	Datum realizace
H11	Nádraží Innsbruck	Rakousko	2016-2021
H21	Sillschlucht	Rakousko	2020-2024
H33	Tulfes Pfons	Rakousko	2014-2021
<b>H41</b>	<b>Sillschlucht-Pfons</b>	<b>Rakousko</b>	<b>2021-2029</b>
H51	Pfons-Brenner	Rakousko	2018-2020
H52	Hochstegen	Rakousko	2022-2023
<b>H53</b>	<b>Pfons-Brenner</b>	<b>Rakousko</b>	<b>2024-2029</b>
<b>H61</b>	<b>Mauls 2-3</b>	<b>Itálie</b>	<b>2016-2027</b>
H71	Podjezd Eisack	Itálie	2015-2024
<b>H81</b>	<b>Nádraží Franzensfeste</b>	<b>Itálie</b>	<b>průběžně</b>

## 4.2 AKTUÁLNÍ STAV STAVEBNÍCH PRACÍ

Jak již bylo zmíněno v úvodu, byly první stavební práce započaty již v roce 2007. V současné době je vyraženo již zhruba 90 % z celkem 230 km štol a tunelů (viz Obrázek 3), které byly zhruba z 50 % raženy konvenčně pomocí NRTM a z 50 % pomocí TBM. Na rakouské straně jsou již vyraženy všechny přístupové a spojovací tunely, obě multifunkční stanice, průzkumná štola a také většina délky traťových tunelů a tunelových propojek. Aktuálně probíhá ražba zbývajících částí traťových tunelů a tunelových propojek v úseku H53 *Pfons-Brenner* a na řadě stavebních úseků je realizováno sekundární ostění. Italská část projektu je s výjimkou některých částí multifunkční stanice *Trens* a tunelových propojek již kompletně vyražena. Důležitým milníkem celého projektu byla prorážka průzkumné štoly na rakousko-italské hranici, která proběhla v září 2025. Prorážka obou traťových tunelů by měla proběhnout v roce 2026. Uvedení do provozu celého tunelu se předpokládá v roce 2032.

Příspěvek se bude dále zabývat rakouskou částí projektu, kterou od roku 2015 zpracovává projekční sdružení firem *Projektgemeinschaft Brenner Basistunnel Nord (PG BBTN)*, jehož lídrem je firma *Amberg Engineering AG*. Sdružení bylo zadavatelem poptáno zpracováním zadávací a realizační dokumentace stavby a nasazením geotechnického dozoru na stavbě. Konkrétně se příspěvek bude zaměřovat na aktuálně probíhající úseky H41 *Sillschlucht-Pfons* a H53 *Pfons-Brenner*.



Obrázek 3: Aktuální stav ražeb

### 4.3 STAVEBNÍ ÚSEK H41 SILLSCHLUCHT-PFONS

Stavební úsek H41 *Sillschlucht–Pfons* zahrnuje ražbu zbývajících částí hlavních tunelů (v délce zhruba 22 km) a 38 tunelových propojek v oblasti mezi severním portálem a staničením cca. km 16,5, které nebyly vyraženy v rámci realizace předchozích úseků H21 a H33. Navíc zahrnuje stavební úsek sekundární ostění hlavních tunelů, průzkumné štoly a 38 tunelových propojek jakož i sekundární ostění multifunkční stanice *Innsbruck*, příčné kaverny a přístupového tunelu *Ahrental*, šachty *Patsch*, přístupového tunelu *Sillschlucht* a přístupového tunelu k multifunkční stanici *Innsbruck*. Ke stavebnímu úseku patří také rozsáhlá plocha zařízení staveniště s továrnou na produkci tybinků a mostem přes brennerskou dálnici A13.

Stavební práce na úseku H41 probíhají od roku 2022. Ražba hlavních tunelů, která v úseku na jih od multifunkční stanice *Innsbruck* probíhala pomocí dvou TBM a v úseku na sever od stanice konvenčně pomocí NRTM, byla na podzim roku 2025 kompletně dokončena. V současné době probíhá konvenční ražba zbývajících tunelových propojek. Na řadě míst se realizuje sekundární ostění. Dokončení všech prací se předpokládá v roce 2028.

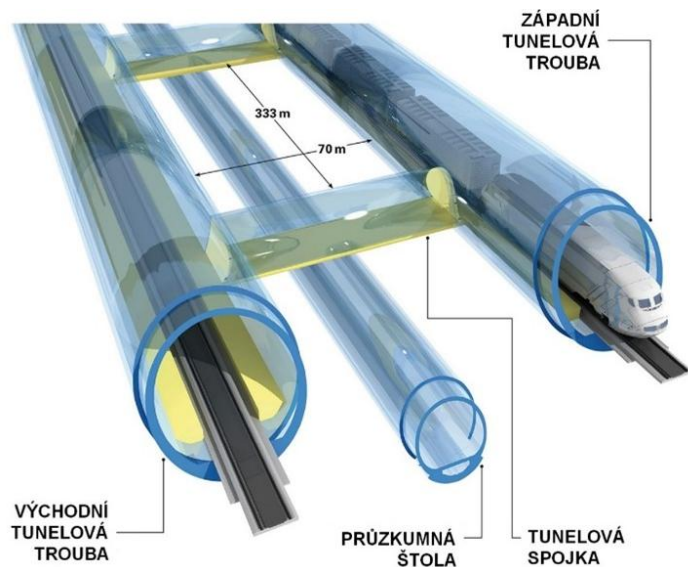
### 4.4 STAVEBNÍ ÚSEK H53 PFONS-BRENNER

Na stavební úsek H41 navazuje stavební úsek H53 *Pfons–Brenner*, který zahrnuje ražbu hlavních tunelů (v délce zhruba 25 km) a 37 tunelových propojek mezi staničením cca. km 16,5 a státní hranicí (cca. km 32,0) a ražbu zbývajících částí průzkumné štoly k italské hranici. Úsek H53 také navazuje na stavební práce realizované již dříve v rámci úseku H52. Dále zahrnuje sekundární ostění hlavních tunelů, průzkumné štoly a 45 tunelových propojek mezi staničením cca. km 16,5 a státní hranicí, sekundární ostění multifunkční stanice *St. Jodok* včetně přilehlé příčné kaverny a přejezdových tunelů a sekundární ostění přístupového tunelu *Wolf* a tunelů a štol v poruchových oblastech *Iris* a *Hochstegen*.

Stavební práce úseku H53 byly započaty v roce 2023. Ražba průzkumné štoly byla dokončena slavnostní prorážkou na rakousko-italské hranici v září 2025. V současné době probíhá ražba hlavních tunelů, a to současně strojní ražba pomocí dvojice TBM ve směru na sever od multifunkční stanice *St. Jodok* a konvenční ražba směrem na jih od stanice k italské hranici. Současně s ražbou hlavních tunelů probíhá konvenční ražba souvisejících tunelových propojek. Na řadě míst se realizuje sekundární ostění. Dokončení všech prací se předpokládá začátkem roku 2029.

## 5. NÁVRH ODVODNĚNÍ RAKOUSKÉ ČÁSTI TUNELOVÉHO SYSTÉMU

Podzemní vody a vody z dopravního prostoru jsou odváděny oddílným systémem. Veškeré přítoky vody na rakouské straně jsou díky navrženého podélného sklonu 6,7 ‰ odváděny směrem k severnímu portálu tunelu.



Obrázek 4: Schéma příčného uspořádání traťových tunelů a průzkumné štoly

Odvodňovací systém stejně jako veškerá technická zařízení vyžadující budoucí údržbu mají u takto velké stavby podstatný vliv na budoucí provozně-technické náklady. Cílem zadavatele bylo navrhnout odvodňovací systém s co nejmenšími nároky na údržbu v hlavních tunelech tak, aby byly v budoucnu minimalizovány výluky provozu. Tunelový systém BBT s navrženou průběžnou průzkumnou štolou pod úrovní obou hlavních tunelů (viz Obrázek 4) umožňuje v budoucnu efektivní využití průzkumné štoly jak pro odvodnění podzemní vody, tak i pro údržbu technických zařízení během provozu.

## 5.1 PŮVODNÍ NÁVRH ODVODŇOVACÍHO SYSTÉMU

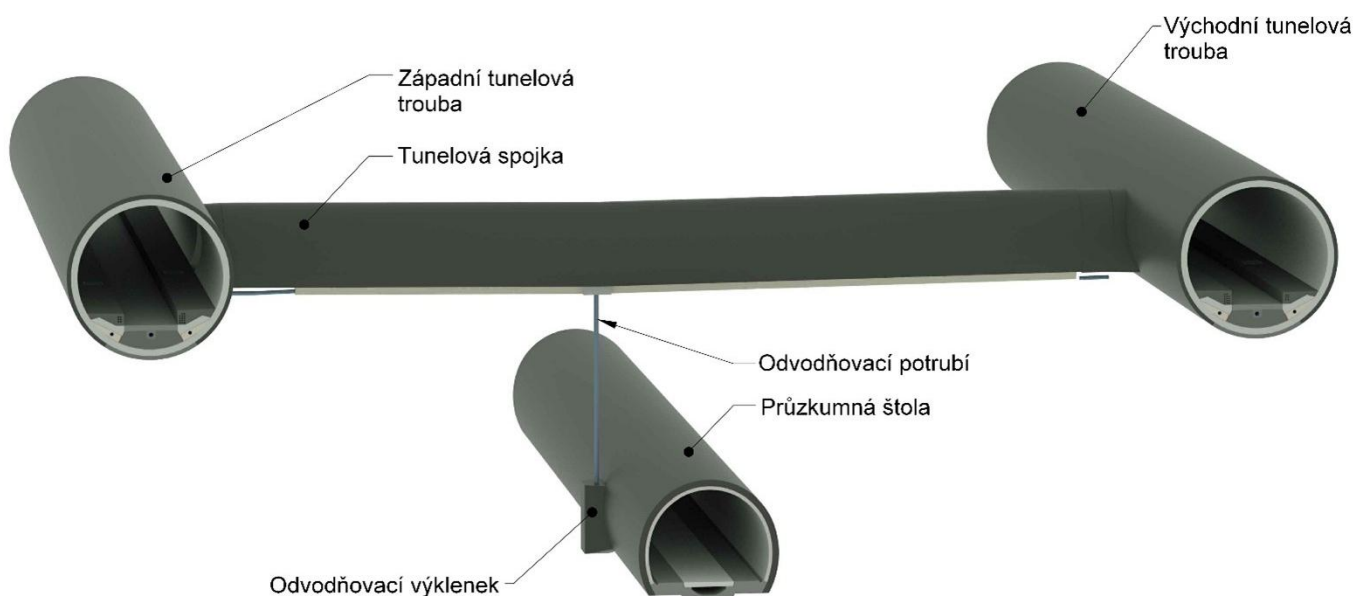
V rámci zadávací dokumentace stavebních úseků H41 a H53 byly nadefinovány dva systémy odvodnění podzemní vody – systém A a B.

V systému A v konvenčně ražených úsecích hlavních tunelů byla navržena deštníková hydroizolace s rubovými patními drenážemi. Příčné tunelové propojky a propojovací chodby v multifunkčních stanicích mají střešovitý podélný sklon a jsou odvodňovány pomocí rubových patních drenáží směrem do traťových tunelů. Po pravidelných vzdálenostech zhruba 125 m byly v traťových tunelech navrženy čistící, resp. revizní šachty.

V systému B, který se uplatňuje ve všech úsecích hlavních tunelů ražených pomocí TBM, je po vzdálenosti každých 333 m voda převedena do tunelové propojky, která má na rozdíl od systému A vždy dostředný podélný sklon směrem k průzkumné štolě, kam je voda svislým potrubím svedena, a to buď formou svislého vrtu (viz Obrázek 5) nebo pomocí svislé propojovací šachty (každých 2000 m). Průzkumnou štolou je následně voda odvedena k severnímu portálu, kde je vyvedena do vodoteče, řeky *Sill*. Systém B má dvě podvarianty podle typu výplně za rubem segmentového ostění:

- Systém B1 byl navržen v tlačivém prostředí, kde je prostor mezery za rubem ostění zainjektován maltou. Tento materiál se vyznačuje nízkou až téměř žádnou propustností a nemůže tedy plnit drenážní funkci. Proto je pro zachycení a odvedení podzemní vody nutné položit uvnitř segmentového ostění průběžné podélné patní drenáže, z nichž je voda následně svedena do tunelové propojky.
- Systém B2 je navržen v úsecích, kde prostor mezery za rubem ostění může být vyplněn kačírčkem, který plní drenážní funkci. Zde tedy není nutné zabudovávat průběžné podélné patní drenáže, ale pouze v omezených oblastech těsně před a za ústím každé tunelové propojky, kde je prostor mezery za rubem ostění zainjektován maltou. Voda z mezery za ostěním se v těchto krátkých úsecích přivede průvrty přes tybinky.

Stanovení systému odvodnění (B1 nebo B2) mělo proběhnout vždy ve spolupráci mezi investorem a projektantem ve fázi realizace v závislosti na skutečně zjištěných přítocích a provedeném typu výplně.



Obrázek 5: 3D-model původního návrhu odvodnění v úseku ražby TBM (systém B)

## 5.2 NÁVRH UPRAVENÉHO ODVODŇOVACÍHO SYSTÉMU

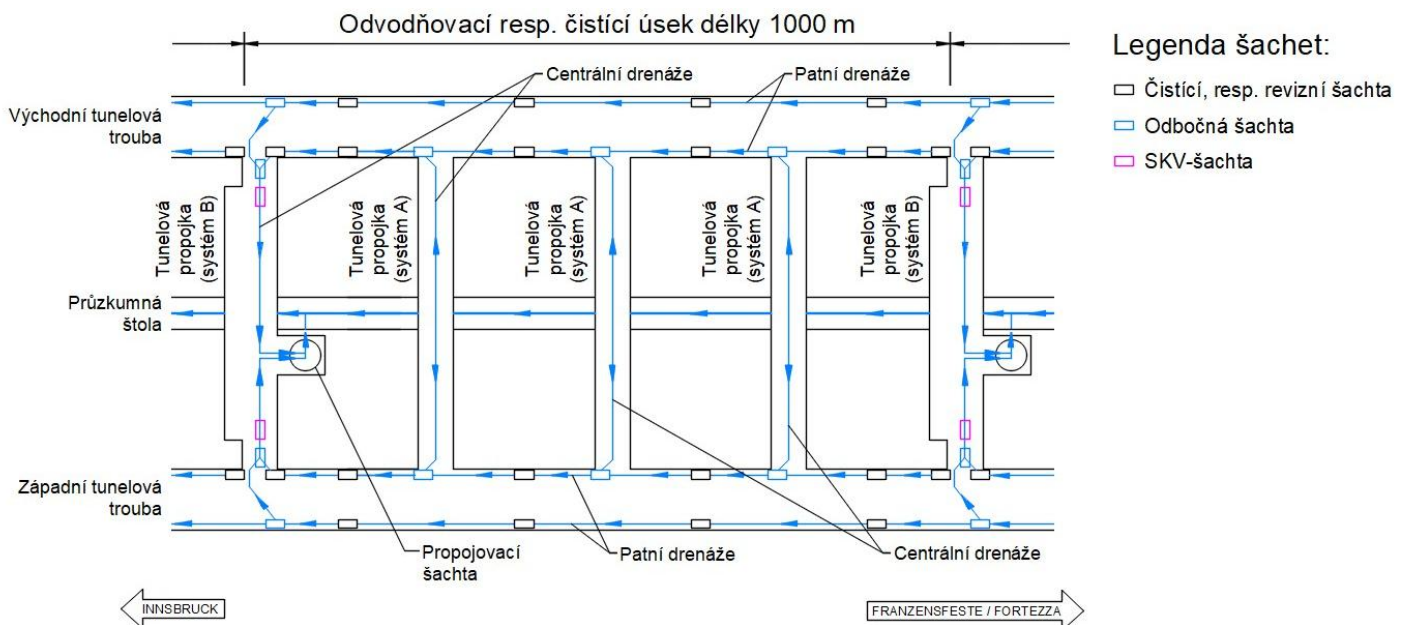
V průběhu projekční fáze prováděcí dokumentace stavebních úseků H41 a H53 vzešel ze strany zadavatele na základě vývoje čistících systémů na dlouhé vzdálenosti požadavek na úpravu původního konceptu odvodnění navrženého dle zadávací dokumentace. Cílem této optimalizace bylo zredukovat budoucí náklady na čištění a údržbu celého odvodňovacího systému a umožnit provádět tyto práce pokud možno bez přerušení provozu v traťových tunelech.

Základní myšlenkou upraveného odvodňovacího systému je čištění veškerých potrubí pro odvodnění podzemní vody v hlavních tunelových troubách pokud možno „vzdáleně“, tedy bez nutnosti vstupu do provozovaných traťových tunelů. Systém předpokládá nasazení speciálního čistícího zařízení, které bude za provozu tunelu transportováno některým z přístupových tunelů do průzkumné (za provozu odvodňovací a revizní) štol, odkud bude schopno vyčistit veškerá odvodňovací potrubí tunelu v úseku o délce cca. 1000 m (= čistící úsek, viz Obrázek 6).

Upravený koncept odvodnění stále pracuje se dvěma systémy odvodnění (A, B), ale jejich rozdělení narozdíl od původního konceptu již nezávisí na metodě ražby hlavních tunelů, ale pouze na směru a způsobu odvedení podzemní vody.

Systém A se uplatňuje v tunelových propojkách, resp. propojovacích chodbách v multifunkčních stanicích, které mají střechovitý podélný sklon a odvádějí vodu směrem do traťových tunelů pomocí centrální drenáže, která nahrazuje původně navrženou dvojici rubových patních drenáží. Tímto systémem jsou z tunelových propojek do traťových tunelů sváděny veškeré podzemní vody v úseku dlouhém cca. 1000 m (viz Obrázek 6).

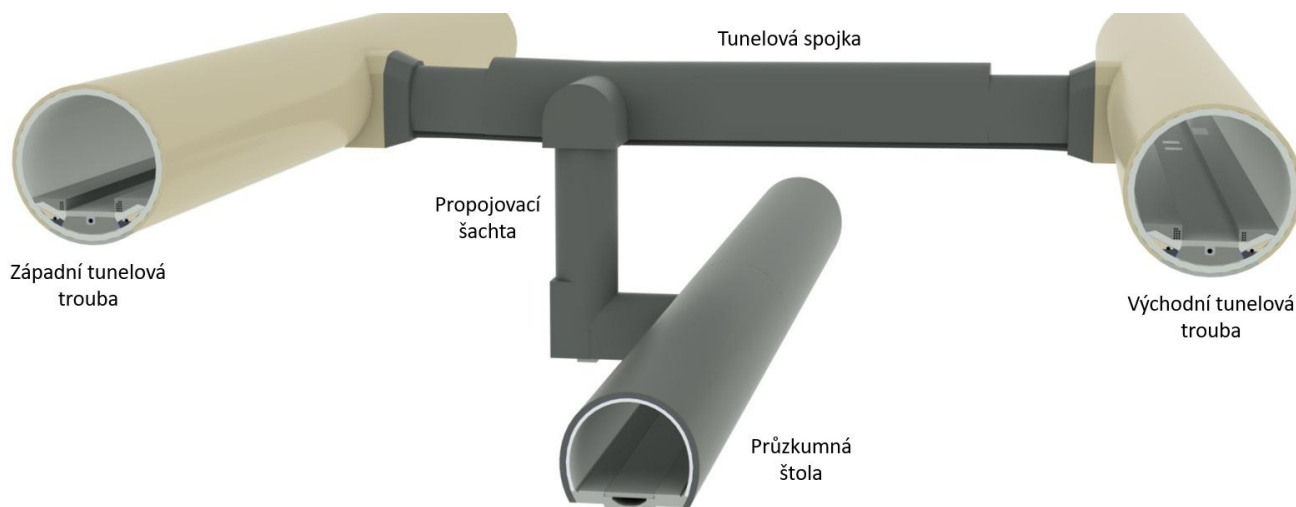
Ty jsou následně z traťových tunelů po vzdálenosti cca. 1000 m převedeny do centrální drenáže tunelové propojky systému B (viz Obrázek 6 a Obrázek 7) **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..** Tyto tunelové propojky mají vždy dostředný sklon směrem ke svislé propojovací šachtě, kterou je voda potrubím svedena do průzkumné štol, pomocí níž je následně odvedena směrem k severnímu portálu. Veškerá podzemní voda tunelového systému tedy končí v průzkumné štole.



Obrázek 6: Schéma principu upraveného odvodňovacího systému

V traťových tunelech jsou v úsecích mezi jednotlivými tunelovými propojkami ponechány původně navržené čistící, resp. revizní šachty, které budou ale fungovat pouze jako rezervní systém čištění. Nově jsou v oblasti tunelových propojek navrženy speciální typy prefabrikovaných revizních šachet (odbočné a tzv. SKV-šachty) určené přímo pro optimalizovaný způsob čištění. Ten vyžaduje také použití speciálních tvarovek pro kolena odvodňovacích potrubí s ohledem na jejich minimální poloměr a maximální úhel. Čištění bude realizováno pomocí speciálního čistícího vozu z výklenku průzkumné štol v místě každé svislé propojovací šachty (viz Obrázek 7), odkud budou pomocí vysokotlakých pump čištěna vždy

všechna odvodňovací potrubí v hlavních tunelech a tunelových propojkách daného cca. 1000 m dlouhého úseku. Podmínkou funkčnosti systému je, aby všechna potrubí byla přes obočné a SKV-šachty přístupná pro čištění proplachovací tryskou. Kromě toho musí být zajištěn dostatečný prostor pro umístění čistícího zařízení včetně potřebné infrastruktury (připojení k elektrické energii, zásobování vodou, připojení k datové síti).



Obrázek 7: 3D-model upraveného odvodňovacího systému (systém B)

## 6. ZÁVĚR

Bázový tunel Brenner je svou velikostí a významem naprosto unikátním projektem. Oproti jiným dlouhým tunelovým stavbám v Evropě má tu výhodu, že mimo standartních k provozu určených traťových tunelů obsahuje ještě třetí tunelovou troubu, která je přístupná nejen z obou portálů, ale také dalšími třemi přístupovými objekty z povrchu. To umožňuje její budoucí využití nejen pro údržbu technických zařízení ve fázi provozu tunelu, ale díky nové koncepci odvodňovacímu systému také pro čištění veškerých prvků odvodnění bez nutnosti přerušování provozu, čímž dojde k významnému ušetření budoucích provozních nákladů.

Trend v používání čistících systémů nevyžadujících omezení provozu v tunelu během vlastního čištění se v současné době prosazuje i na jiných velkých tunelových projektech v Rakousku. Obdobný způsob čištění byl navržen např. na bázovém tunelu *Semmering* nebo *Koralalm*.

Změna koncepce odvodňovacího systému BBT představovala pro všechny zainteresované subjekty projektu (investora, projektanta, dozor a zhotovitele stavby) velkou výzvu. Z pohledu projektanta se jednalo o podstatnou úpravu již značně pokročilé projektové dokumentace, která probíhala souběžně s realizací stavby. Díky efektivní a spolehlivé spolupráci mezi jednotlivými subjekty se podařilo všechny výzvy a problémy spojené s optimalizací odvodnění úspěšně zvládnout. V současné době jsou již na řadě míst stavebních úseků H41 a H53 zabudovány prvky upraveného odvodňovacího systému, který už byl také úspěšně otestován z hlediska nasazení čistícího zařízení přímo na stavbě. Jeho uvedení do budoucího provozu tak už nic nebrání.

## 7. PODĚKOVÁNÍ

Autor příspěvku by rád poděkoval investorovi *BBT SE* a partnerům v inženýrském sdružení *PG BBTN* za poskytnuté podklady a za konstruktivní spolupráci v průběhu celého dosavadního projekčního procesu.

## LITERATURA

BBT SE home page, [on-line], <http://www.bbt-se.com/>, 2025.

INSAM, R.; CARERRA, E.; CRAPP, R. *Das Entwässerungssystem des Brenner Basistunnels*. In Proceedings, Swiss Tunnel Congress 2018, Band 17, FGU.

INSAM, R.; MAIR AM TINKHOFF, K.; FAHRNBERGER, W.; SCHALLER, D.; PRILLER, A.; GOLDBERGER, H. *Brenner Basistunnel: Erfahrungen aus den kontinuierlichen Vortrieben der Haupttunnelröhren mit Einfachschild-TBM im Baulos H41 Sillschluchtpfons*. In Proceedings, Geomechanics Congress 2025 Salzburg.

INSAM, R.; WAHLEN, R.; WIELAND, G. *Brenner Base Tunnel – Interaction between underground structures, complex challenges and strategies*. In Proceedings, World Tunnel Congress 2019 Naples.

REHBOCK, M.; INSAM, R.; REINHOLD, C.; MAIR AM TINKHOF, K. *The Brenner Base Tunnel, Overview and TBM Specifications for the 2 tunnel lots at the Austrian Side*. In Proceedings, World Tunnel Congress 2018 Dubai.

**Ing. Ondřej Jágr**

**AMBERG Engineering Brno, Česká republika**

**[ojagr@amberg.cz](mailto:ojagr@amberg.cz)**

**Dipl.-Ing. Dr.techn. Franz Pacher**

**AMBERG Engineering AG, Switzerland**

**[fpacher@amberg.ch](mailto:fpacher@amberg.ch)**

**Dipl.-Ing. Romed Insam**

**Brenner Basistunnel BBT SE, Austria**

**[romed.insam@bbt-se.com](mailto:romed.insam@bbt-se.com)**

**Dipl.-Ing. Michael Knapp**

**Brenner Basistunnel BBT SE, Austria**

**[Michael.Knapp@bbt-se.com](mailto:Michael.Knapp@bbt-se.com)**