S-15
Kongres 2026
Congress 2026

doi: 10.67563/ASESCONF2026045M

Dragan Majkić[1]

BROADWAY SUBWAY PROJECT, VANCOUVER – MODULAR TEMPORARY STRUCTURAL SYSTEM FOR DEEP URBAN EXCAVATIONS

Summary: The Broadway Subway Project in Vancouver involves the construction of a 5.7 km extension of the metro line with multiple underground stations located beneath one of the city's busiest urban corridors. Deep excavations reaching approximately 24 m, limited working space, heavy traffic, and extensive underground utilities represented major engineering challenges. A modular temporary structural system was developed to allow simultaneous traffic operations and deep excavation works. Prefabricated steel traffic deck panels carry vertical loads while also functioning as horizontal struts within the excavation support system. The modular concept enabled staged construction, rapid installation, and reuse of structural components.

Keywords: underground infrastructure, deep urban excavations, temporary structures, temporary traffic platforms, prefabricated steel structures, construction stage

BROADWAY SUBWAY PROJECT, VANCOUVER – MODULARNI SISTEM PRIVREMENIH KONSTRUKCIJA ZA DUBOKE URBANE ISKOPE

Rezime: Broadway Subway Project u Vankuveru obuhvata izgradnju 5.7 km produženja metro linije sa više podzemnih stanica ispod jedne od najopterećenijih urbanih saobraćajnica. Duboki iskopi do približno 24 m, ograničen prostor, intenzivan saobraćaj i brojna komunalna infrastruktura predstavljali su ključne inženjerske izazove. Razvijen je modularni sistem privremenih konstrukcija koji omogućava istovremeno odvijanje saobraćaja i izvođenje dubokih iskopa. Prefabrikovane čelične saobraćajne platforme preuzimaju vertikalna opterećenja i istovremeno funkcionišu kao horizontalne rasponke sistema podgrade. Modularni koncept omogućio je faznu izgradnju, brzu montažu i višekratnu upotrebu.

Ključne reči: podzemna infrastruktura, duboki urbani iskopi, privremene konstrukcije, privremene saobraćajne platforme, prefabrikovane čelične konstrukcije, faza izgradnje

[1] Allnorth, dmajkic@allnorth.com

1. KONTEKST I GLAVNI IZAZOV

Broadway Subway Project predstavlja produženje Millennium linije u dužini od 5,7 km, sa ukupno šest stanica (pet podzemnih ispod ulice Broadway). Ključno ograničenje projekta bilo je minimizovanje prekida saobraćaja na jednoj od najprometnijih tranzitnih ruta (Slika 1). Iskop tunela realizovan je TBM metodom, dok su stanice građene metodom otvorenog iskopa (open-cut) (Slika 2, 3, 4, 5).

Allnorth je bio angažovan kao Structural Engineer of Record (EOR) za privremene sisteme saobraćajnih platformi na pet stanica, uključujući interakciju sa podgradom iskopa i postojećim komunalnim instalacijama.

Slika 1: Ulica Broadway, intenzivan saobraćaj i ograničenja gradilista

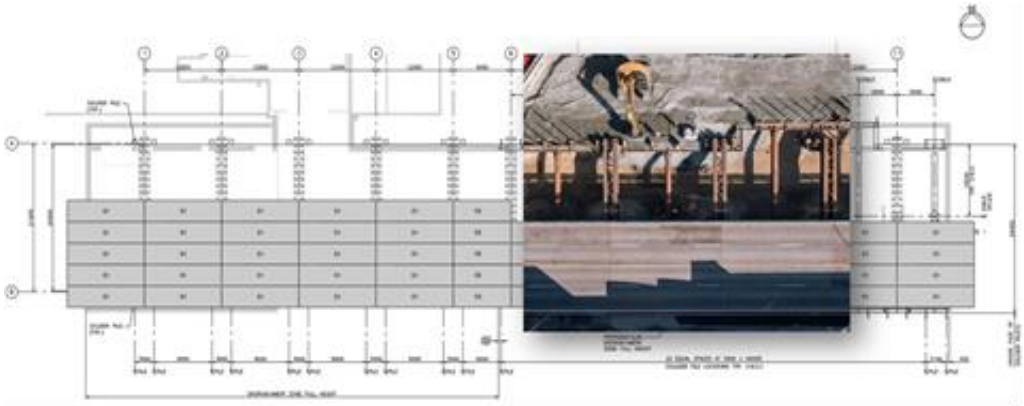
2. KONCEPT SISTEMA I KONSTRUKTIVNO PONAŠANJE

Sistem ima dve ključne funkcije:

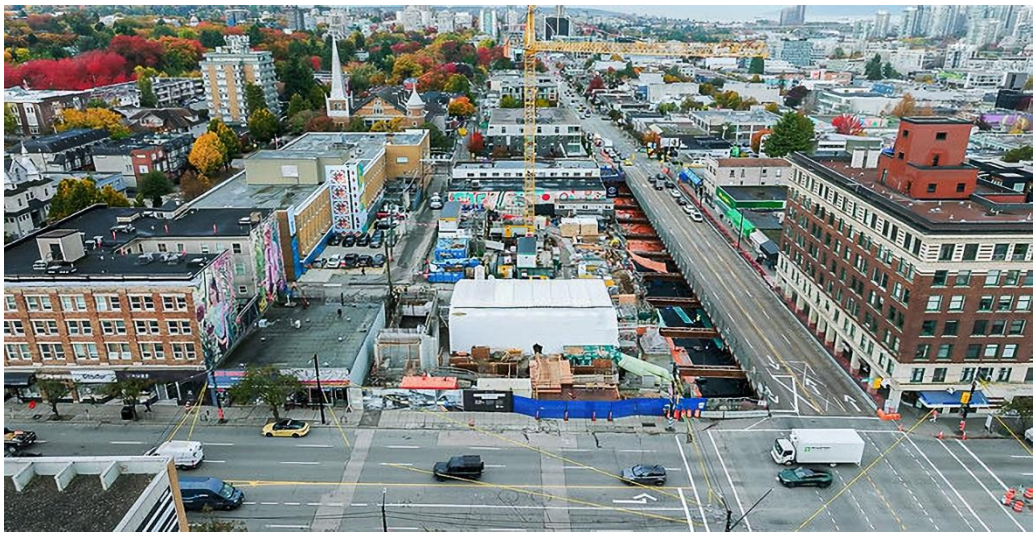
• Prenos vertikalnih opterećenja od saobraćaja preko privremene platforme (temporary traffic deck) (Slika 2 i Slika 10),

• Stabilizaciju iskopa kroz sistem čeličnih razupora (struts) koji preuzimaju horizontalne pritiske tla (Slika 3 i Slika 4).

Konstrukcija je projektovana kao jedinstven, višenamenski sistem koji istovremeno obavlja obe navedene funkcije. Sa aspekta tehnologije građenja, usvojeno je modularno rešenje koje omogućava faznu montažu uz minimalna zatvaranja saobraćajnih traka, kao i brzu demontažu i ponovnu upotrebu čeličnih elemenata.

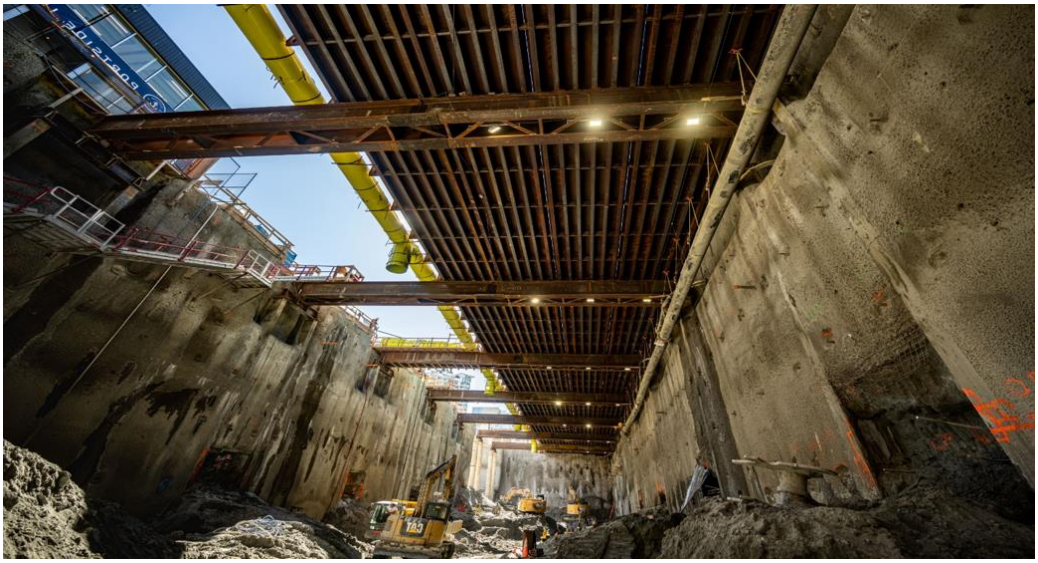


Slika 2: South Granville Station – glavne grede preuzimaju vertikalna opterećenja i deo horizontalnih uticaja



Slika 3: Mount Pleasant Station – Pogled sa istočne strane

Slika 4: Oak Station - Iskop izveden do nivoa druge rasponke

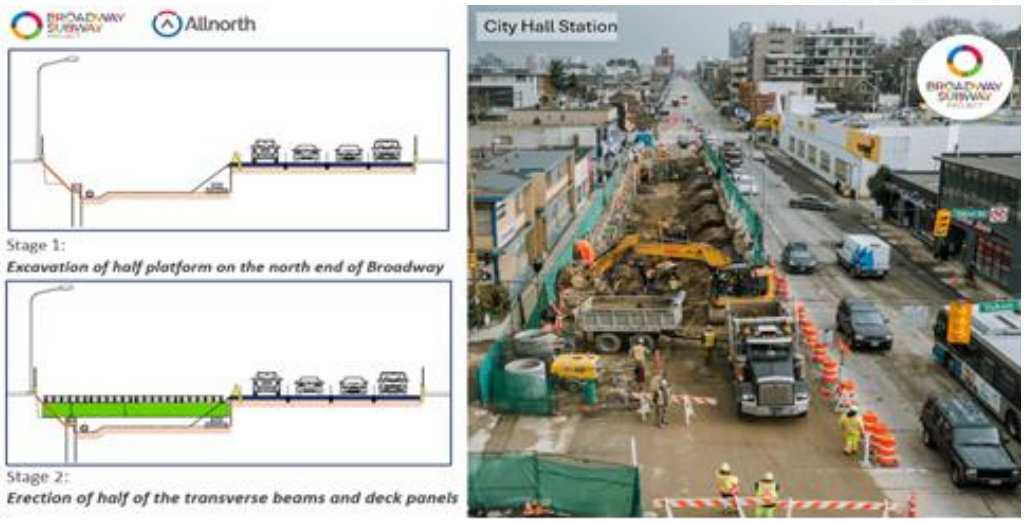


Slika 5: Privremena kolovozna konstrukcija na stanici Mount Pleasant – pogled iz iskopa.

3. ETAPNA SEKVENCA IZVOĐENJA

Radi održavanja četiri aktivne trake tokom celog procesa, uvedena je fazna sekvenca:

- iskop jedne polovine, montaža platforme, preusmerenje saobraćaja (Slika 6 i 7),
- zatim iskop druge polovine i ugradnja dodatnih elemenata (Slika 7).

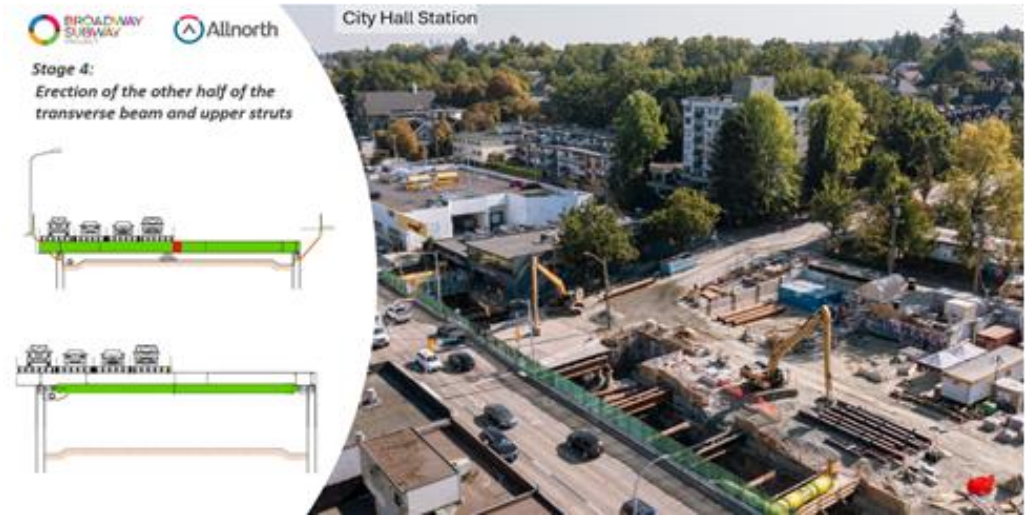


Slika 6: Faze 1 i 2 – iskop prve polovine i ugradnja privremene platforme.

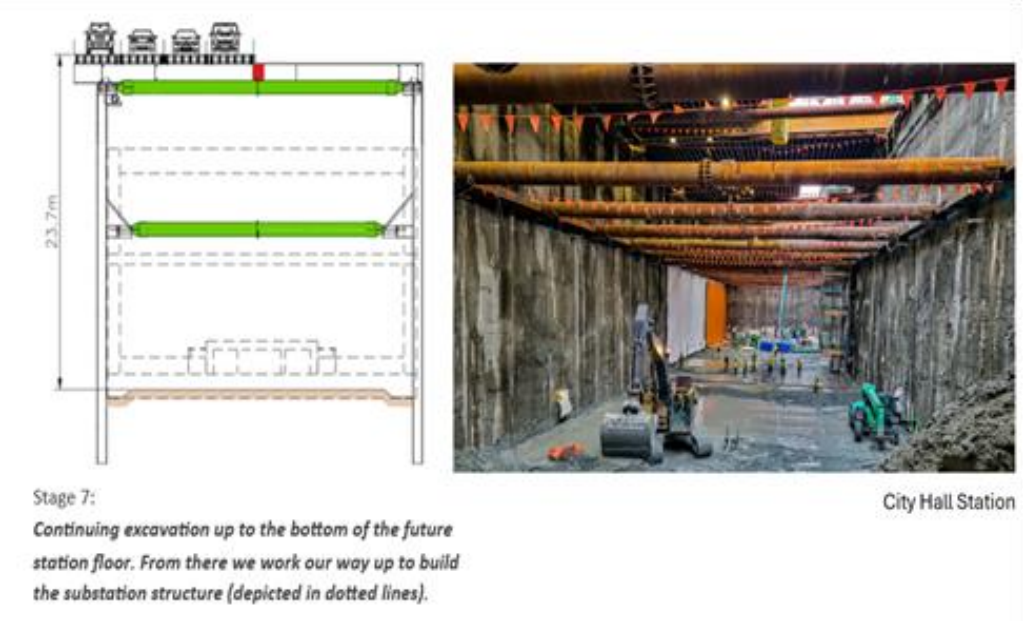
Tipični paneli platforme su 12 m × 3 m, sa čeličnom pločom debljine ~11 mm, oslonjeni na uzdužne W480 pdužne čelične nosače (Slika 8), koji se oslanjaju na poprečne W1100 glavne nosače. Glavni nosači su oslonjeni na čelične šipove W610 do ~27 m dubine, u rasteru oko 3 m. Prefabrikovani paneli sa završnim habajućim slojem (epoksi-asfalt) omogućili su brzo puštanje u saobraćaj bez dodatnih završnih radova (Slika 11). Nakon što je prva polovina kolovoza bila pokrivena montažnom konstrukcijom, a glavni čelični nosači oslonjeni na zidove iskopa, iskop

je nastavljen ispod te konstrukcije, dok je druga polovina ulice Broadway ostala otvorena za izvođenje radova, uključujući odvoz iskopanog materijala, spuštanje opreme i obezbeđenje ventilacije (Slika 8 i Slika 9).

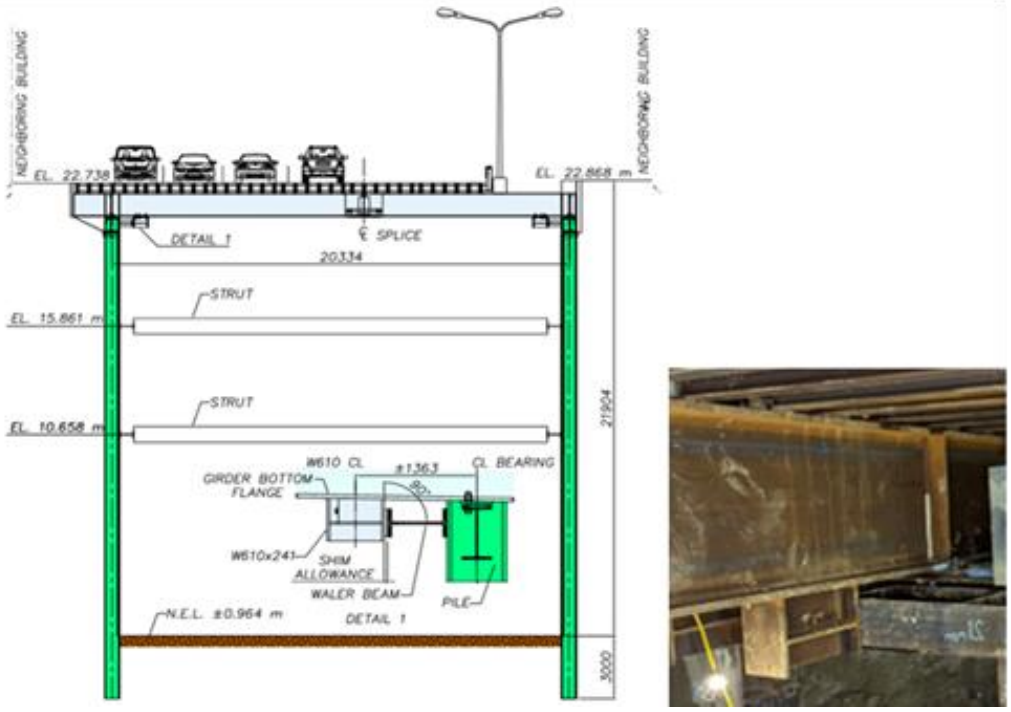
Slika 7: Faza 3 – transfer saobraćaja na izvedenu platformu



Slika 8: Faza 4 – montaža druge polovine poprečnih glavnih nosača.



Slika 9: Faza 5 – ugradnja razupora na srednjem nivou i dostizanje konačne dubine iskopa

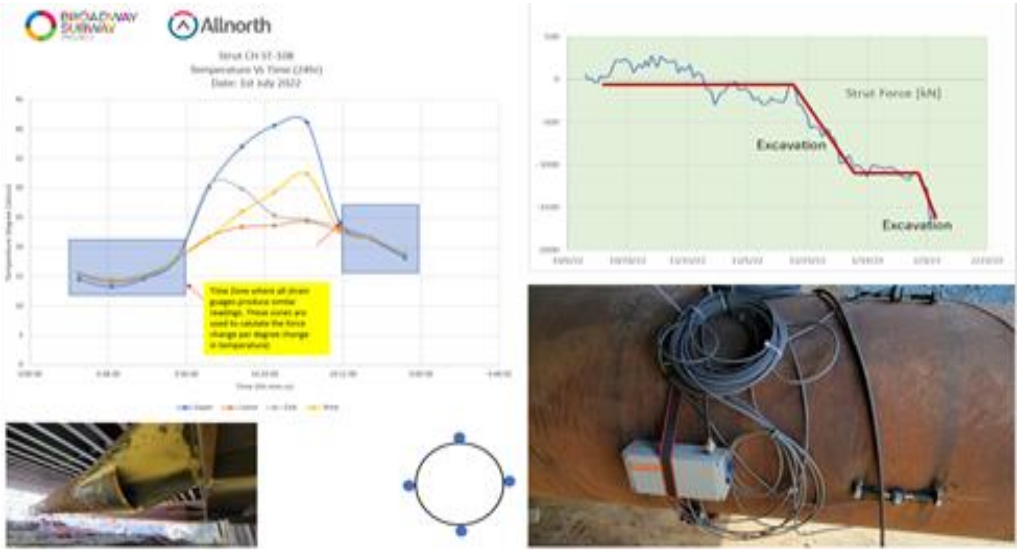


Slika 10: City Hall Station – detalj transfera sile od tla na glavne poprečne grede

Slika 11: Tipični paneli kolovozne konstrukcije

4. MONITORING SILA U RAZUPORAMA I UTICAJ TEMPERATURE

U okviru programa monitoringa iskopa Broadway, na odabrane razupore postavljene su četiri merne trake pod uglom od 90° (Slika 12). Na osnovu izmerenih dilatacija određene su vrednosti aksijalnih sila pritiska u razuporama, čime je omogućena kontinuirana provera usvojenih projektnih pretpostavki, optimizacija intenziteta početnog prednaprezanja razupora, kao i procena stabilnosti iskopa tokom različitih faza izvođenja radova (Slika 13). Zbog temperaturnih promena, rezultati pokazuju dnevne i sezonske varijacije; različiti kanali su različito izloženi suncu, što zahteva korekcije i pažljivu interpretaciju.



Slika 12: Šema četiri merne trake orijentisane pod 90° – princip merenja

OA_STRUTB9		EXPECTED	-1357	USED % 173%
		BREAK	-3668	64%
Date	Max force	Temp	Break F	% Break F
5/14/2023	-2343.19	28.76	-3668	64%
4/27/2023	-1865.06	15.32	-3668	51%
4/19/2023	-1713.41	11.06	-3668	47%
4/14/2023	-1599.48	11.61	-3668	44%
4/5/2023	-1479.93	12.38	-3668	40%
3/28/2023	-1545.50	15.57	-3668	42%
3/18/2023	-1504.33	14.68	-3668	41%
3/17/2023	-1388.46	12.06	-3668	38%
3/9/2023	-1356.14	13.21	-3668	37%
3/2/2023	-1213.99	8.24	-3668	33%
2/18/2023	-1131.68	10.89	-3668	31%
2/13/2023	-1117.62	10.52	-3668	30%
2/10/2023	-1123.98	12.15	-3668	31%
2/2/2023	-1064.61	8.75	-3668	29%
1/27/2023	-1023.69	9.69	-3668	28%
1/20/2023	-985.06	11.07	-3668	27%
1/10/2023	-976.01	15.49	-3668	27%

Slika 13: Tipičan prikaz sile u razupori dokumentovan u nedeljnom izveštaju o monitoringu

Slika 14: Proboj mašine za iskop tunela (TBM) kroz zidove stanice Mount Pleasant.

REFERENCE

[1] Ministry of Transportation and Infrastructure, Millennium Line Broadway Extension (Broadway Subway Project) Business Case, Victoria, BC, Canada

[2] Federal Highway Administration (FHWA), Earth Retaining Structures Reference Manual, Publication No. FHWA NHI-10-024, Washington, D.C., 2010.

[3] Allnorth Consultants Limited. Broadway Subway Project – Temporary Traffic Deck Design Reports, Design Calculations and Construction Staging Drawings, Internal Design Documentation, Vancouver, BC, Canada, 2021–2024.