REKONSTRUKCE MOSTU INTELIGENCE V PRAZE

Jakub Tožička, Petr Sýkora, Milan Špička

Rekonstrukce Branického mostu, známého též jako most Inteligence, začala na začátku července 2023. Jedná se o jeho první kompletní rekonstrukci od jeho dokončení v roce 1955, tedy po téměř 70 letech jeho provozu. Jedním z hlavních cílů plánované rekonstrukce bylo především rozšíření kapacity železniční trati pro potřeby objízdné trasy v době odklonu vlaků mezi Prahou a Plzní a po dobu plánované rekonstrukce železničního mostu na Výtoni. Během rekonstrukce došlo zejména k demolici stávajících železobetonových říms na obou mostech, nabetonování spádové železobetonové desky společně s výstavbou nových říms v novém šířkovém uspořádání, provedení nových izolací, doplnění druhé koleje na druhý most a osazení nového trakčního vedení. Na mostě současně probíhá kompletní sanace mostovky a spodní stavby vč. zřízení nového odvodnění.

1

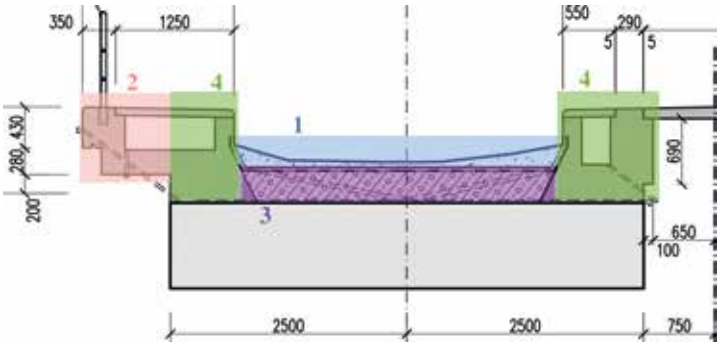
Objednatel	Správa železnic, statní organizace
Projektant	Sudop Praha a.s.
Zhotovitel mostního objektu	Metrostav TBR a.s.
Doba výstavby	červenec 2023 až duben 2025 (předpoklad)
Cena stavby	499,5 mil. Kč

2

Most Inteligence se nachází v intravilánu hlavního města Prahy. Přechází z městské části Braník do části Malá Chuchle, kde je železniční trať zaústěna do tunelu. Jeho rekonstrukce je součástí přestavby tříkilometrového úseku železniční trati od Chuchle přes Krč až na zastávku Praha Kačerov.

Železniční most je železobetonový dvoukolejný o 17 polích, z čehož je 15 oblouků a dva rámové otvory. V příčném směru je nosná konstrukce tvořena dvěma samostatnými oddělenými konstrukcemi, které však mají společnou spodní stavbu. Zjednodušeně říkáme most levý a pravý. Celková délka v ose mostu je 928,48 m. Rozpětí jednotlivých oblouků je cca 52 m a vzepětí 6 m. Rámová konstrukce na straně Braníku se skládá ze tří menších rámů a v součtu má rozpětí 44 m. Rám na straně Malé Chuchle má rozpětí 8,5 m. Tloušťka oblouků a desek se pohybuje v rozmezí 0,7 až 1,3 m. Šířka každé nosné konstrukce je 5 m, liší se pouze v poli 14 nad silniční komunikací Strakonická, kde je přidáno jedno pole z důvodu výhledově plánované odbočky do tunelu ve směru Beroun. Každé mostní pole je zhotoveno v přímé linii a jednotlivé oblouky jsou vůči sobě natočeny – tvoří polygon. Vnější římsa je uložena na konzole proměnné délky od 0,6 do 1,3 m. Mezi pilíři P6 (u ulice Modřanská) a P15 (u ulice Strakonická) je mostním zrcadlem veden veřejný chodník, který je tvořen betonovými panely. Na výše zmiňovaných pilířích se nacházejí přístupová schodiště.

Spodní stavba je tvořena opěrami OP1 (Braník), OP2 (Malá Chuchle) a pilíři P1 až P18. Most byl v 60. letech projektován na destrukci jednoho pole, tzn., že při případné válečné destrukci jednoho pole by bylo zničeno pouze toto pole a z toho plyne, že veškerá namáhání z této události musí přenést pouze společné pilíře, a proto jsou rozměry pilířů nezvykle masivní. Všechny pilíře a opěry jsou založeny až do skalního podloží. Výška pilířů nad stávají-



3

4

cím terénem je od 7 do 11 m. Opěry i pilíře jsou masivní železobetonové, opěra OP1 a kraje pilířů jsou zpevněny řádkovým kamenným zdivem.

Rekonstrukce

Samotnou rekonstrukci můžeme rozdělit do tří fází:

- demolice stávajících částí konstrukce,
- zhotovení nových železobetonových částí konstrukce,
- celková sanace mostu.

Most je dvoukolejný, avšak od svého uvedení do provozu převáděl pouze jednu kolej. Na levém mostě druhá kolej nikdy nevznikla a levý most se stal neoficiálním veřejným chodníkem.

Z důvodu zachování železničního provozu (na pravém mostě) po co možná nejdelší dobu byla rekonstrukce zahájena na mostě levém. Bylo nutné odebrat štěrkový materiál, zdemolovat všechny římsy a výplňový beton na požadovanou výškovou úroveň. Ještě před demoličními pracemi bylo nutné zajistit jednu důležitou věc. Most Inteligence křižuje šest silničních komunikací, jedna tramvajová trať, dvě tratě železniční a dvě cyklostezky. Nad těmito komunikacemi bylo nutné zhotovit ochranné konstrukce, jejichž úkolem bylo zabezpečit provoz pod mostem. Pro tento účel jsme zvolili systém lešení od firmy PERI. Také bylo nutno zajistit dopravní omezení, a to i v místě polí, kde protéká řeka Vltava. Zde byl vytvořen plavební koridor. Dále bylo nutno odstranit betonové panely veřejného chodníku a mostní zrcadlo v celé délce mostu podbednit.

Demolice

Demoliční práce byly provedeny ve čtyřech krocích:

- odstranění štěrkové přesypávky,
- demolice konzoly vnější římsy,
- demolice výplňových betonů,
- demolice zárodku vnější a vnitřní římsy (obr. 3).

Obtížně proveditelná byla demolice vnější římsy, jelikož byla umístěna na konzole. Z tohoto důvodu jsme zvolili speciální technologii. Malý pásový bagr disponoval zařízením s řezným kotoučem o průměru cca 1,5 m. Po celé délce mostu v příčném směru „nařezal“ konzolu římsy na cca 2 m dlouhé celky. Poté další 50tunový bagr, disponující „drapákem“, uchopil nařezaný římsový díl a malý pásový bagr ho podélně odřízl (obr. 4). Touto metodou bylo eliminováno padání betonové suti dolů pod most.

Následovala demolice výplňového betonu mezi římsami. Pro tuto fázi demolice jsme použili silniční frézu se šířkovým záběrem až 2 m, protože výplňový beton nebyl vyztužený. Mocnost betonu se pohybovala od 150 do 400 mm.

Po odstranění výplňového betonu započala demolice vnitřní římsy a zárodku vnější římsy 50tunovými bagry s hydraulickými kladivy (obr. 5). U vnitřní římsy zachycovalo betonovou suť již zmiňované podbednění zrcadla a u demolice vnější římsy zabránění padání suti zajišťoval pásový bagr se speciálně vyrobenou velkou lžící délky 4,5 m. V průběhu těchto prací bylo samozřejmě nutné vzniklou suť z mostu odvážet, což vzhledem k šířkovým rozměrům mostu, kde se dvě vozidla nemohla vyhnout, bylo velmi logisticky obtížné. Nenahrával tomu ani fakt, že přístup stavebních strojů na most byl pouze z jedné strany mostu. Zároveň nebylo možné, aby dva demoliční bagry pracovaly v jednom mostním poli současně, protože by otřesy mohly způsobit poškození stávající nosné konstrukce.

Při demolici byly vidět kvalitativní rozdíly původních betonových částí konstrukce, kdy na jednom poli byl be-

1 Pohled na most Inteligence **2** Původní stav **3** Příčný řez – fázování demolice (1 – štěrková přesypávka, 2 – konzoly vnější římsy, 3 – výplňové betony, 4 – zárodky vnější a vnitřní římsy) **4** Podélné odřezávání vykonzolované vnější římsy **5** Demolice zárodku vnější římsy

5

6

ton takřka v perfektní stavu a o dvě pole dál se beton prakticky sypal. Tyto rozdíly patrně vznikly pří výstavbě v režimu „inteligentů“.

Po kompletním odvozu betonové suti začala realizace nové spřažené železobetonové konstrukce. Nejprve byly provedeny svislé jádrové vrty skrze mostovku pro osazení nových odvodňovačů. Následně bylo na každém poli vlepeno více než 2 500 kusů spřahovacích trnů a uloženo 35 t betonářské výztuže (obr. 6).

Betonáž

Nová deska svými šířkovými parametry přesahovala šířku stávající konstrukce, a proto pro její betonáž byl navržen betonářský vozík, který umožnil zhotovit bednění pod vnější římsou. Železobetonová deska byla betonována dvěma betonářskými vozíky o délce 30 m. Tyto vozíky byly od sebe odsazeny tak, aby byla zajištěna návaznost dalších prací včetně zásobovaní betonovou směsí. Přesun betonářských vozíků do další betonářské pozice byl prováděn na předem připravených ocelových podpěrách s válečkovými hlavami, za pomoci lanových zvedáků. Pro betonáž desky byl použit beton C35/45 - XC3, XF3.

Objem betonu použitého na jednu desku v jednom poli se pohyboval v rozmezí 90 až 110 m^3, tloušťka nové desky je 200 až 350 mm. Povrch byl vyspádovaný kvůli odvádění vody z povrchu konstrukce.

Pro betonáž vnější římsy byl použit betonářský vozík z prvků Meccano od dodavatelské firmy Roland. Tyto vozíky byly celkem čtyři, každý o délce 15 m. Pro posun vozíků sloužila ložisková kola, která byla součástí konstrukce vozíku. Vnitřní římsa byla, stejně jako vnitřní část nové desky, betonována na bednění v mostním zrcadle. Mezi jednotlivými poli mostu byly osazeny mostní dilatační závěry.

Výraznou pomoc pro zásobování stavebního materiálu na mostě sehrály dva věžové jeřáby, které se staly neodmyslitelnou součástí stavby.

V polovině ledna 2024 byla zahájena výluka koleje na pravém mostě a byly započaty práce stejné jako na mostě levém. Oproti rekonstrukci na levém mostě bylo nutné navíc snést kolejový rošt a demontovat trakční vedení. V tuto dobu byly práce na levém mostě hotové z poloviny, od té chvíle se koordinovaly práce na levém i pravém mostě současně, což ještě více ztížilo již tak složitou situaci kvůli omezenému prostoru. To vše trvalo až do 1. července 2024, kdy byla uvedena do provozu kolej č. 1 na levém mostě.

Po dokončení nových železobetonových částí byla provedena bezešvá stříkaná izolace s ochrannou z antivibračních rohoží. Následovalo zřízení železničního svršku společně s osazením trakčního vedení.

Součástí rekonstrukce bylo i osazení nového zábradlí, PHS, odvodnění a zřízení nových přechodových oblastí mostu. V mostním zrcadle byl zhotoven nový veřejný chodník z kompozitního pororoštu vč. oboustranného oplocení, ve kterém je integrovaná příprava pro osvětlení (obr. 8). Na každém pilíři je vybetonovaná nová spádová vrstva pro zajištění odvodu vody z hlavy pilíře.

Statická zatěžovací zkouška

Po dokončení pravého mostu byla 17. října 2024 na obou mostech v jednom poli provedena statická zatěžovací zkouška (obr. 9). Jako zatížení byla použita historická parní lokomotiva Šlechtična, která byla z Plzně dotažena na

6 Spřahovací výztuž s betonářským vozíkem desky **7** Pohled od OP1 **8** Veřejný chodník v mostním zrcadle
9 Statická zatěžkávací zkouška **10** Sanace spodního líce nosné konstrukce

7

8

9

Branický most dieslovou lokomotivou Sergej. Na každém mostě byly vyhodnoceny dva zatěžovací stavy, jeden symetrický a druhý asymetrický, s celkovým závěrem zkoušky – vyhovuje. Kolej č. 2 na pravém mostě byla uvedena do provozu 24. října 2024.

Sanační práce

Nemalou součástí vlastní rekonstrukce jsou sanační práce stávajících povrchů na spodním líci nosné konstrukce a na spodní stavbě. Sanační práce probíhaly prakticky od začátku stavby. Musely být koordinovány tak, aby následovaly až po vybetonování nové spřahující desky nosné konstrukce. Vzhledem k velikosti a dispozici samotného mostu slouží pro zajištění přístupu ke všem sanovaným plochám nosné konstrukce sofistikované zavěšené lešení. Na základě vyhodnocení kvalitativního stavu jednotlivých částí stávajících betonových povrchů byly navrženy postupy jejich oprav. Sanace spočívá zejména ve vybourání vysoce zdegradovaného betonu, očištění betonových ploch tlakovou vodou, zapravení lokálních hnízd sanační maltou, injektáž trhlin a provedení finálního sjednocujícího nátěru.

V současné době probíhají především sanační práce na spodní stavbě, které však nikterak neovlivňují ani neomezují probíhající provoz na mostě. Tyto práce by měly být dokončeny v prvním kvartálu 2025.

Fotografie: archiv autorů

Ing. Jakub Tožička
jakub.tozicka@m-tbr.cz

Ing. Petr Sýkora
petr.sykora@m-tbr.cz

Milan Špička
milan.spicka@metrostav.cz

všichni: Metrostav TBR a.s.

10

1

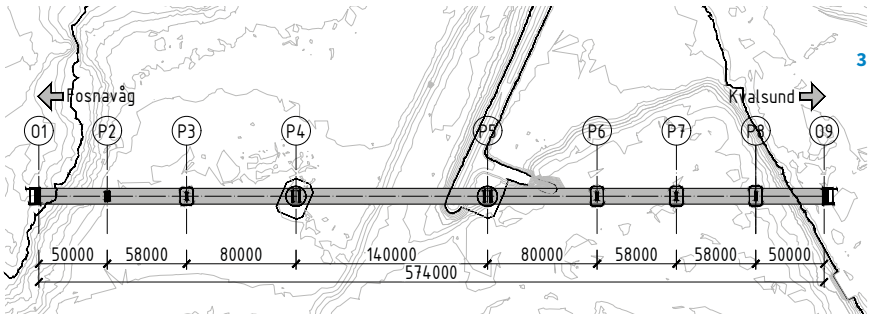
MOST NERLANDSØYBRUA NA SILNICI FV. 5878 V NORSKU

Matěj Novotný, Vít Kavka, Tomáš Kaut, Benjamin Seidl, Radek Müller, Andrej Đureje, Tomáš Haluza

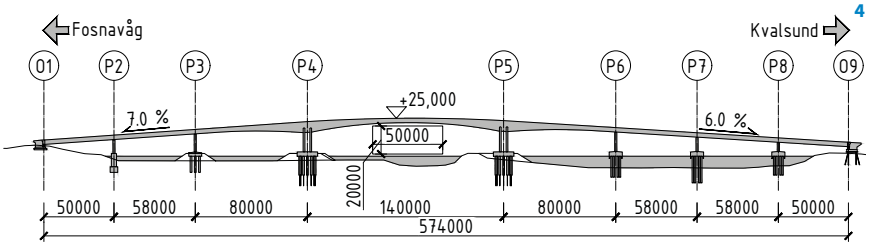
Most Nerlandsøybrua je betonový osmipolový spojitý nosník. Při jeho výstavbě norský tým čelil náročným podmínkám v podobě zakládání na násypech v otevřeném moři a kombinaci výstavby nosné konstrukce technologií letmé betonáže a technologií výsuvné skruže. Jednou z technologických výzev byla výstavba takzvaných forskalingskasse, obdoby ztraceného bednění v podobě základů mostu o půdorysném rozměru 14,28 × 9,28 m a výšce 5,03 m.

Investor	Møre og Romsdal Fylkeskomunne
Projektant mostu	Rambøll group AS
Dodavatel stavby	Sdružení Bertelsen & Garpestad a Metrostav Norge AS
Zhotovitel mostu	Metrostav Norge AS
Dodavatel bednění	Doka AS
Dodavatel pilot	KELLER AS
Dodavatel výsuvné skruže a vozíků na letmou betonáž	NRS AS
Dodavatel předpínání	VSL SYSTÉMY /CZ/, s.r.o.

2



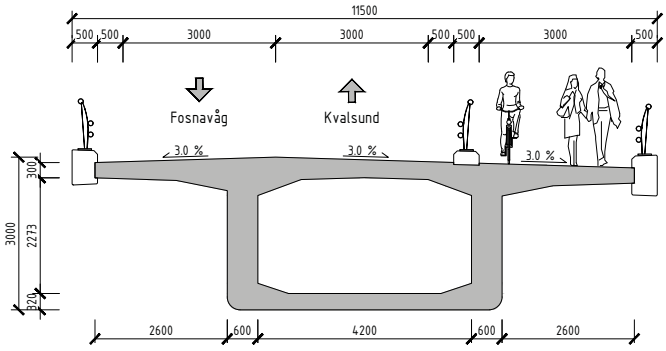
3



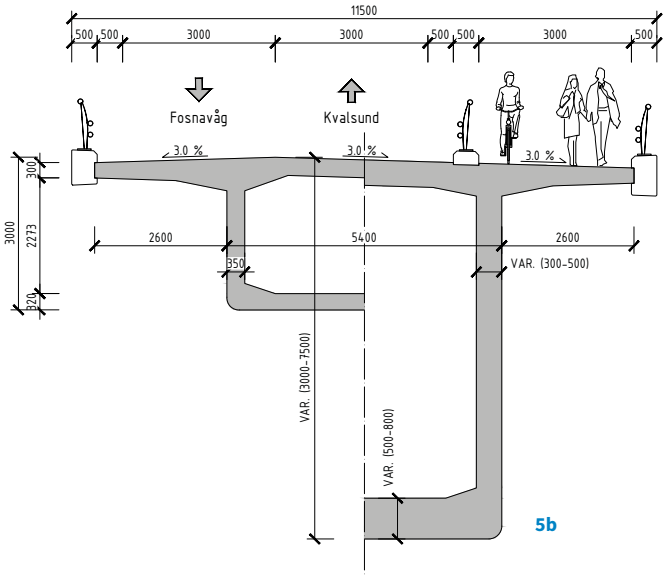
4

V současné době je realizována výstavba přeložky silnice Fv. 5878 mezi ostrovy Bergsøya a Nerlandsøy v západním Norsku (norsky Vestlandet), jejíž součástí je i nový most (obr. 2). Konstrukce stávajícího mostu je v nevyhovujícím stavu, značně poškozená a již nesplňuje současné stále se zvyšující nároky na nákladní dopravu a bezpečnost a plynulost provozu. Stávající most je navíc jednopruhový, což představuje velké riziko pro cyklisty a chodce, protože zde probíhá kyvadlová doprava ve dvouminutových intervalech. Nová konstrukce mostu má za cíl zajistit bezpečnější a efektivnější dopravu pro všechny uživatele.

Nový most Nerlandsøybrua je 574 m dlouhý a je tvořen spojitým nosníkem o osmi polích s rozpětími 50 + 58 + 80 + 140 + 80 + 2× 58 + 50 m a podélným proměnným sklonem cca -7 až + 6 % (obr. 3 a 4). Šířka mostu je 11,5 m, příčný sklon je střechovitý ±3 %. Nosná konstrukce je tvořena předpjatým železobetonovým komorovým nosníkem (obr. 5), který je uložen jednak na jednoduchých pilířích a opěrách pomocí hrncových ložisek a jednak je vetknutý do dvojitých pilířů u části stavěné letmou betonáží.



5a



5b

1 Celkový pohled na výstavbu mostu v dubnu 2024 **2** Silnice Fv. 5878 **3** Půdorys mostu **4** Podélný řez **5** Příčný řez komorou mostu: a) pole stavěná pomocí výsuvné skruže, b) pole stavěná letmou betonáží **6** Násyp pro výstavbu pilířů P2, P3 a P4

Mostní konstrukce překlenuje moře, které je otevřené ze severovýchodní a jihozápadní strany, a rozdíl mezi hladinou odlivu a přílivu je daném místě až 3,2 m. V průběhu realizace bylo nutné překonávat drsné klimatické podmínky běžné v tomto pásmu, rychlost větru dosahovala až 120 km/h.

Projekt mostu

Projektovou dokumentaci mostu vypracovala konzultační kancelář Rambøll group AS pro Møre og Romsdal Fylkeskommune (obdoba českého kraje, pozn. autorů). Projektant pro klienta připravil kompletní tendrovou i realizační dokumentaci mostu a je jeho stálým konzultantem v průběhu realizace. Zhotovitel byl zodpovědný za pilotové založení, vybudování a osazení základů, výstavbu pilířů, výstavbu nosné konstrukce mostu a návrh veškerých dočasných a pomocných konstrukcí pro výstavbu. Součástí zodpovědnosti realizačního týmu je i vedení staveništní laboratoře a veškeré numerické simulace zrání betonu včetně návrhů opatření pro omezení vzniku trhlin v důsledku vývinu hydratačního tepla, klimatických podmínek, příp. napojení na stávající konstrukce. Při každé betonáži jsou do konstrukce osazována měřicí čidla, která slouží pro sledování teploty v průřezu a pro porovnání s numerickými simulacemi.

Založení mostu

Vzhledem k proměnlivosti podloží je mostní konstrukce založena plošně s různými typy hlubinných základů.

Opěra O1 je založena plošně na skále, skalní podloží zde bylo dostatečně pevné a masivní.

6

Založení pilíře P2 bylo s nadsázkou řečeno oříšek. Přepokládalo se založení 6 m pod hladinou moře. V průběhu výstavby se ukázalo, že skalní podloží je v této úrovni nevyhovující a pilíř je založen 10 m pod úrovní hladiny moře.

Pro výstavbu základů pilířů P2 až P4 bylo nutné vybudovat v moři násyp, umožňující práci i při přílivu (obr. 6). Během budování násypu se používaly norné stěny, aby se zabránilo narušení flory na mořském dně v oblasti průlivu.

Pro základovou spáru pilíře P2 bylo nutné odtěžit zeminu na mořském dně. Geolog poté určil nedostatečnou únosnost odhalené horniny a bylo dohodnuté zpětné zasypání, aby byl umožněn pojezd vrtné soupravě. Následovalo navrtání pro odstřel, tak aby byl most založen na kvalitnější hornině ve větší hloubce, zhruba -10 m. Po odstřelu a vytěžení pomocí mechanizace došlo k dočištění základové spáry potápěči, kteří poté asistovali při ukládání konstrukce bednění a armokošů.

Konstrukce základu byla vyhotovena ze tří betonážních celků. První dva byly kompletně pod hladinou moře. Armokoše osazovali potápěči a betonovalo se do ztraceného ocelového bednění, které zároveň sloužilo jako ochrana základové spáry před zasypáním. Třetí část byla kompletně připravena na pevnině. Nosná kostra z ocelových nosníků sloužila jako hlavní rám pro výztuž i bednění. Dolní část bednění, která byla permanentně pod hladinou moře, tvořilo perforované ocelové bednění, nad hladinou moře tesaři připravili klasické bednění ze dřeva. Osazení tohoto prefabrikátu proběhlo pomocí dvou jeřábů. Uložení bylo náročné kvůli napojení na procházející výztuž z prvních dvou celků základu. Prefabrikát