

TUNEL RØLDAL: VÝSTAVBA TŘETÍHO NEJDELŠÍHO SILNIČNÍHO TUNELU V NORSKU A ZKUŠENOSTI S BEZEMISNÍ RAŽBOU

Ing. Jiří Horčíčka

Metrostav Norge AS, Oslo, Norsko

ABSTRAKT: Projekt E134 Røldal–Seljestad představuje výstavbu 12,4 km dlouhého tunelu Røldal, který bude po dokončení třetím nejdelším silničním tunelem v Norsku. Projekt realizovaný formou Design & Build přináší řadu technických a organizačních výzev – od náročných geologických podmínek a vysokého nadloží, přes komplexní systém větrání, až po extrémní klimatické podmínky. Klíčovým prvkem projektu je implementace přísných environmentálních požadavků, zejména nasazení bezemisní mechanizace, čištění a recyklace odpadních vod a sedimentů, znovupoužití vytěžené rubaniny a dalších opatření směřujících ke snížení uhlíkové stopy projektu. Příspěvek představí hlavní technická řešení, organizaci výstavby a zkušenosti z realizace, včetně spolupráce se zadavatelem Statens vegvesen a projekčními partnery při naplňování cílů udržitelné výstavby.

1. ÚVOD

Norsko je dlouhodobě považováno za světového lídra ve výstavbě silničních tunelů. Specifické geografické podmínky, charakterizované hlubokými fjordy, horskými masivy a extrémním klimatem, vedly k rozsáhlému využívání tunelových staveb jako klíčového prvku dopravní infrastruktury. Na norské silniční síti se nachází více než tisíc silničních tunelů různé délky a technické náročnosti. Výstavba nových tunelů se přitom stále více zaměřuje nejen na technickou efektivitu a bezpečnost, ale také na minimalizaci environmentálních dopadů stavební činnosti.

Jedním z nejvýznamnějších současných infrastrukturních projektů je úsek E134 Røldal–Seljestad, jehož součástí je výstavba tunelu Røldal o délce 12,4 km. Po dokončení se tento tunel stane třetím nejdelším silničním tunelem v Norsku a významně přispěje ke zlepšení dopravního spojení mezi východní a západní částí země. Projekt realizovaný formou Design & Build přináší řadu technických, logistických i environmentálních výzev, které jsou typické pro moderní tunelové projekty v severském prostředí.

Cílem tohoto článku je představit hlavní technické aspekty projektu, specifika organizace výstavby a zejména zkušenosti s implementací bezemisních technologií a dalších opatření směřujících ke snížení environmentální stopy výstavby.

2. CHARAKTERISTIKA PROJEKTU E134 RØLDAL-SELJESTAD

Silnice E134 představuje jednu z hlavních dopravních tepen spojujících východní a západní Norsko. Trasa prochází náročným horským terénem a v zimních měsících bývá často ovlivněna nepříznivými povětrnostními podmínkami. Projekt E134 Røldal–Seljestad je součástí dlouhodobé strategie modernizace tohoto koridoru, jejímž cílem je zvýšení bezpečnosti, spolehlivosti a kapacity dopravy.

Klíčovým prvkem projektu je výstavba tunelu Røldal o délce 12,4 km, který po dokončení výrazně zkrátí cestovní dobu a eliminuje nejexponovanější horské úseky stávající komunikace. Tunel bude navržen jako dvoupruhový silniční tunel s moderním bezpečnostním a technologickým vybavením, splňujícím aktuální norské standardy pro dlouhé silniční tunely.

Projekt je realizován metodou Design & Build, která integruje projekční a realizační fázi do jednoho smluvního rámce. Tento přístup umožňuje flexibilnější reakci na geologické podmínky a optimalizaci technických řešení během výstavby. Zadavatel projektu, norská státní správa silnic Statens vegvesen, klade zároveň důraz na vysokou úroveň spolupráce mezi investorem, projektanty a zhotoviteli.

3. GEOLOGICKÉ A KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících návrh a realizaci tunelu jsou geologické podmínky oblasti. Trasa tunelu prochází převážně horninovým prostředím tvořeným metamorfovanými horninami, zejména rulami a fylity, které vykazují značnou variabilitu mechanických vlastností. Lokálně se mohou vyskytovat tektonicky porušené zóny, zóny zvýšené puklinatosti a úseky se zvýšeným přítokem podzemních vod.

Dalším významným aspektem je velké nadloží, které v některých úsecích přesahuje několik set metrů. Tyto podmínky vyžadují pečlivý geotechnický monitoring a flexibilní přístup k návrhu primárního ostění.

Kromě geologie představují výzvu také klimatické podmínky. Oblast je charakterizována dlouhými zimami, nízkými teplotami a značným množstvím srážek, které mohou ovlivňovat logistiku stavby i provoz stavební techniky. Zvláštní pozornost je proto věnována organizaci staveniště, zimní údržbě přístupových komunikací a ochraně technologických zařízení.

4. TECHNOLOGIE RAŽBY TUNELU

Ražba tunelu Røldal je prováděna konvenční metodou Drill & Blast, která je v norských podmínkách dlouhodobě standardem pro výstavbu dlouhých silničních tunelů v horninovém prostředí. Tato metoda umožňuje efektivní postup v různorodých geologických podmínkách a zároveň poskytuje vysokou flexibilitu při přizpůsobování technologických postupů aktuálnímu stavu horninového masivu.

Cyklus ražby zahrnuje vrtání čelby, nabíjení a odstřel, odvětrání výrubu, nakládku a odvoz rubaniny, následné geotechnické zajištění a instalaci primárního ostění. V závislosti na kvalitě horniny jsou aplikovány různé typy zajištění, například stříkaný beton, svorníky nebo vyztužené oblouky ze stříkaného betonu.

Vzhledem k délce tunelu a požadavkům na bezpečný provoz je významnou součástí návrhu také systém větrání. Ten musí zajistit dostatečnou kvalitu vzduchu během výstavby i budoucího provozu tunelu. V průběhu výstavby je využíván dočasný ventilační systém s výkonnými ventilátory a lutnovým tahem o průměru až 2,8 metru. Návrh větrání byl taktéž jedním z hodnocených kritérií již ve fázi soutěže zakázky.

5. BEZEMISNÍ MECHANIZACE A ENVIRONMENTÁLNÍ OPATŘENÍ

Jedním z klíčových aspektů projektu je důraz na minimalizaci environmentálních dopadů výstavby. Zadavatel projektu stanovil přísné požadavky na snižování emisí skleníkových plynů a dalších znečišťujících látek během stavebních prací. Dalším přínosem je snížení hlukové zátěže a zlepšení pracovního prostředí v tunelu.

Významnou roli proto hraje využití bezemisní nebo mechanizace. Na stavbě jsou nasazeny elektricky poháněné stavební stroje, které nahrazují tradiční diesellové technologie. Na jedné straně tunelu probíhá veškerý transport a nakládka rubaniny výhradně elektricky – rubanina z čelby je nakládána bateriovým nebo kabelovým nakladačem a převážena bateriovými nákladními vozidly na místo finálního uložení.

Jedním z hodnocených kritérií ve fázi soutěže projektu byl plán spotřeb energií, který v čase a prostoru mapuje spotřeby elektřiny a nafty a ve fázi výstavby je neustále vyhodnocován a sledován. Spotřeby těchto zdrojů následně vstupují do celkového výpočtu zátěže CO₂ na projektu.

Dalším důležitým opatřením je systém čištění a recyklace odpadních vod vznikajících během ražby. Voda používaná při vrtání, zkrápění rubaniny a dalších technologických procesech je zachycována a vedena do sedimentačních a čisticích zařízení, kde dochází k odstranění pevných částic a neutralizaci znečištění. Po úpravě může být část vody znovu využita v technologickém procesu.

Projekt rovněž klade důraz na efektivní nakládání s vytěženou horninou. Vytěžená rubanina je v maximální možné míře znovu využívána jako stavební materiál, například pro násypy, úpravy terénu nebo jako surovina pro výrobu kameniva do betonu. Tím se snižuje potřeba dovozu nových materiálů a zároveň se minimalizují dopravní nároky spojené s výstavbou. Všechny tyto parametry ovlivňují výslednou spotřebu CO₂ na projektu.

6. ORGANIZACE VÝSTAVBY A SPOLUPRÁCE PROJEKTOVÝCH PARTNERŮ

Realizace projektu takového rozsahu vyžaduje komplexní organizaci stavebních prací a úzkou spolupráci všech zúčastněných subjektů. Model Design & Build umožňuje efektivní koordinaci mezi projekčními týmy a realizačními složkami, což je zvláště důležité při řešení neočekávaných geologických situací.

Důležitým prvkem projektu je také aktivní spolupráce se zadavatelem Statens vegvesen, který klade důraz na transparentní komunikaci, sdílení zkušeností a kontinuální optimalizaci technických řešení. Tento přístup podporuje inovace v oblasti udržitelné výstavby a umožňuje efektivní implementaci environmentálních opatření v praxi.

Kromě technických aspektů je velká pozornost věnována také bezpečnosti práce. Tunelové stavby patří mezi technicky náročné projekty s řadou potenciálních rizik, proto jsou na stavbě implementovány přísné bezpečnostní standardy, pravidelná školení pracovníků a systematický monitoring pracovního prostředí.

7. ZÁVĚR

Projekt E134 Røldal–Seljestad a výstavba tunelu Røldal představují významný krok v modernizaci norské silniční infrastruktury. Tunel o délce 12,4 km se po dokončení zařadí mezi nejdelší silniční tunely v Norsku a významně přispěje ke zlepšení dopravního spojení mezi východní a západní částí země.

Kromě technické náročnosti projektu je jeho významným přínosem také důraz na environmentální udržitelnost. Implementace bezemisní mechanizace, efektivní hospodaření s vodou a materiály a další opatření zaměřená na snižování uhlíkové stopy představují důležitý krok směrem k udržitelnější výstavbě dopravní infrastruktury.

Zkušenosti získané při realizaci tohoto projektu mohou být cenným zdrojem poznatků pro budoucí tunelové projekty nejen v Norsku, ale i v dalších zemích. Kombinace pokročilých technologií, inovativních organizačních přístupů a důrazu na ochranu životního prostředí ukazuje směr, kterým se moderní infrastrukturní výstavba v současnosti ubírá

Ing. Jiří Horčíčka

Metrostav Norge AS, Strandveien 15, 1366 Lysaker, Norsko

Jiri.horcicka@metrostav-norge.no