

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studie prostorové struktury projektu

Radlická radiála

Bc. Marek Jelínek

2018

Vedoucí diplomové práce: Ing. Rostislav Šulc Ph.D.

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 6. 1. 2018

.....

Bc. Marek Jelínek

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Rostislavu Šulcovi Ph.D., Ing. Jánů Kleinovi, Ing. Janu Panuškoví a Ing. Vítu Kejlovi za jejich cenné rady, připomínky, užitečné informace, nápady a jejich čas. Dále bych rád poděkoval Ing. Miroslavu Kalinovi za poskytnutí zadávací dokumentace a informací o projektu Radlická radiála a společnostem ČD Cargo, a. s., Subterra, a. s., Pudis, a. s., České lupkové závody, a.s a České přístavy a.s. za poskytnutí informací potřebných ke vzniku této práce. Nakonec děkuji všem svým blízkým za jejich nedocenitelnou podporu.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Jelínek Jméno: Marek Osobní číslo: 370965

Zadávající katedra: K122 - Katedra Technologie staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Studie k prostorové struktuře projektu Radlická radiála

Název diplomové práce anglicky: Study on the area structure of the Radlická radiála project

Pokyny pro vypracování:

1. Variatní řešení postupu výstavby a přesunu hmot při provádění projektu Radlická radiála.
2. Řešení prostorové struktury - variantně pro různé postupy výstavby.
3. Návrh zařízení staveniště v návaznosti na prostorovou strukturu. Dimenzování pro jednotlivé prostorové celky, situace zařízení staveniště, návrh a dimenzování mechanizace)
4. Řešení technologické struktury
5. Řešení časové struktury (časový plán - harmonogram, časoprostorový graf v podrobnosti technologických etap, nasazení strojů)
6. Technologický postup prací (výrobní předpis)
7. Vyhodnocení jednotlivých variant z hlediska manipulace s materiálem.

Seznam doporučené literatury:

Dokumentace pro územní řízení - Radlická radiála
Vyhláška o rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb - Vyhláška č. 146/2008 Sb.
Zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu
Jarský, Č. – Musil, F. a kol.: Příprava a realizace staveb, CERM Brno 2003
Předpis č. 591/2006 Sb. Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Rostislav Šulc, Ph.D

Datum zadání diplomové práce: 6.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

6. 10. 2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Studie prostorové struktury projektu Radlická radiála

Anotace: Srovnání variant logistického systému odvozu rubaniny ze stavby na skládku pro uložení rubaniny. Specifikace jednotlivých variant z hlediska prostorového, technologického a časového. Prostorové řešení nakládky a vykládky rubaniny dle druhu odvozních prostředků. Sestavení časového plánu zemních prací dle návrhu těžebních strojů. Návrh strojních sestav a množství nasazených strojů v závislosti na čase a jednotlivých stavebních objektech. Ideový návrh zařízení stavenišť. Orientační ekonomická bilance navržených variant druhů dopravy rubaniny.

Klíčová slova: Prostorová struktura, časová struktura, nasazená mechanizace, výkonnosti strojů, překladiště rubaniny, meziskládka, skládka, zařízení stavenišť, úpatní ražba, dovrchní ražba, ražený tunel, hloubené tunely, rubanina, zdroj rubaniny, bilance rubaniny.

Study on the area structure of the Radlická radiála project

Annotation: Comparison of logistic systems of disposal of extracts of land from building site to dump of extracts of land. Specification of the given methods regarding spatial, technologic and time terms. Spatial solution of loading and unloading of extract of land based on types of unloading device. Preparation of time schedule of ground works based on suggested mining machines. Draft of machine sets and of number of machines set in operation regarding time terms and particular building objects. Draft of plan of building site. Rough economic balance sheet of described sorts of transport of extract of land.

Key words: Spatial structure, time structure, operating machines, performance of machines, transit of extract of land, temporary dumb, dumb, plan of building site, base mining, up to hill digging, tunnel mining, tunnel digging, extract of land, source of extract of land, balance of extract of land

Obsah

ÚVOD.....	9
CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	9
Identifikační údaje stavby	9
Popis objektu – Radlická radiála JZM – Smíchov	10
Historie projektu	11
Základní data stavby	14
TECHNOLOGICKÁ STRUKTURA	15
Nasazené technologie výstavby tunelů RR	15
Tunel Radlice.....	15
Princip a výhody NRTM	15
Používané technologie při provádění NRTM	17
Příprava stavby.....	17
Realizace stavby	18
Tunel Radlice – geologické podmínky	26
Tunel Radlice – směr ražby	26
Tunel Butovice a tunel Jinonice	27
Tunel Butovice – geologické podmínky	27
Tunel Jinonice – geologické podmínky	28
Příprava území hloubených tunelů	28
Zajištění stavební jámy.....	28
Strojní sestava	29
Technologický postup zemních prací.....	30
Vozovky mimo tunelové objekty.....	32
Strojní sestava	32
Technologický postup – záporové pažení vč. výdřevy	33
Identifikační údaje stavby	33
Dokumentace pro provádění	33
Stavební materiály	34
Návrh strojů a mechanizace.....	34
Složení pracovní čety	35
Pracovní postup	35
BOZP.....	37
Životní prostředí.....	37

Odpady	38
PROSTOROVÁ STRUKTURA	38
Prostorové a technologické variantní řešení logistického systému.....	40
A) Železniční doprava.....	40
B) Automobilová doprava	52
C) Lodní doprava	61
D) Kombinace automobilové a lodní dopravy.....	64
E) Kombinace automobilové a železniční dopravy	66
Porovnání variant systému dopravy rubaniny – prostorová struktura.....	68
Bilance rubaniny	69
Zařízení staveniště	74
Přípravná fáze	74
Realizační fáze.....	74
Provozní fáze.....	75
Využití ploch určených pro zařízení staveniště.....	75
Seznam příloh – prostorová struktura	77
Časová struktura	77
Dopravní trasy rubaniny	78
A) Dopravní trasy železniční dopravy.....	78
B) Automobilová doprava	79
C) Lodní doprava	80
Pracovní výkonnosti těžebních strojů a odvozních prostředků	80
Ražený tunel Radlice	80
Hloubené portály tunelu Radlice	82
Hloubené tunely Butovice a Jinonice.....	85
Vozovky Stodůlky, Butovice a Jinonice	89
Návrh počtu odvozních prostředků	92
Primární dopravní systém	92
Sekundární dopravní systém.....	99
Grafy počtu nasazených mechanismů	102
Seznam příloh – časová struktura	111
EKONOMICKÁ BILANCE	111
A) Železniční doprava.....	112
B) Automobilová doprava	113

C) Lodní doprava	113
D) Kombinace lodní a automobilové dopravy	114
E) Kombinace železniční a automobilové dopravy	115
ZÁVĚR.....	119
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	122
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK.....	123

ÚVOD

Úkolem této diplomové práce je určit možné logistické systémy pro odvoz vytěžené rubaniny od zdroje rubaniny na vhodné místo pro uložení přebytečného materiálu. Pro všechny logistické systémy poté nalézt jejich možné uplatnění pro projekt Radlické radiály, což bude ovlivňovat prostorové uspořádání stavby po celé její délce. Součástí je i porovnání variant vzhledem k vhodnosti použití v daném prostoru. Varianty byly rozebrány z hlediska prostorového, časového a technologického.

K jednotlivým variantám byly navrženy počty nasazených mechanizací, dopravní trasy odvozních prostředků a počty odvozních prostředků. Výpočet počtu odvozních prostředků byl vyhotoven na základě navržených těžebních výkonností u jednotlivých stavebních objektů. Na základě výstupů výkonnosti těžby a počtu odvozních prostředků byl vytvořen časový plán stavby zemních prací.

Poslední část práce se zabývá hrubým ekonomickým srovnáním jednotlivých logistických systémů. Z tohoto srovnání vychází jako nejvíce ekonomicky náročná varianta s využitím pouze lodní dopravy a naopak jako nejlevnější varianta s čistě automobilovou dopravou.

Stavba takového rozsahu v hustě osídleném území a protínající hlavní dopravní spojení jihozápadního centra s městskou částí Praha-Smíchov s napojení na Jižní spojkou žádá výběr logistického systému s přihlédnutím na zachování dopravního propojení centra města s jihozápadním městem. Při využití pouze automobilové dopravy by pak byla silně přetížena zejména ulice Radlická.

Radlická radiála je liniová stavba, která byla plánována již od sedmdesátých let minulého století. Po dokončení spojí vnitřní a vnější městský okruh. Díky tomu se zrychlí spojení z jihozápadního okraje města do jeho centra. Stavba by měla výrazně odlehčit ulicím Radlická, Řeporyjská, Karlštejská, Jinonická a Jeremiášova.

CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Identifikační údaje stavby

Stavba: Radlická radiála JZM – Smíchov, stavba č. 9567

Investor: Hlavní město Praha, Odbor strategických investic MHMP

Datum realizace: 2003 – současnost (projekční část), realizace předpoklad od 2019

Místo: Praha 5, Praha 13

Popis objektu – Radlická radiála JZM – Smíchov

Radlická radiála je novostavbou místní sběrné komunikace v celkové délce cca 5,5 km. Trasa prochází oblastí s historickou zástavbou i s nově realizovanými projekty a reaguje na rozvojové požadavky přilehlých transformačních území. Je pokračováním dálnice D5, na okraji Prahy je rozsáhlou mimoúrovňovou křižovatkou napojena na Pražský okruh a provizorně končí ve Stodůlkách napojením na Bucharovu ulici. Tato již zprovozněná část je známá jako Rozvadovská spojka. Dle projektu by měla být Radlická radiála napojena na městský okruh. [9], [10], [11]

Projekt stavby se výrazně zaměřuje na začlenění radiály do městského parteru s důrazem na funkční veřejný prostor. Tomu odpovídá i celkový návrh, který vede skoro z poloviny své trasy v tunelech.

Ražený tunel Radlice je navržen jako soustava tunelových trub tunelů hlavní trasy a tunelů křižovatkových ramp v celkové délce cca 4 705 m. V průchodu historickými sídly jsou hloubené tunely Butovice a Jinonice s délkou přesahující 300 m odděleny mezitunelovým úsekem o délce 160 m. Významnou součástí stavby je založení nové městské třídy s velkorysým profilem umožňujícím výhledově vložit tramvajovou trať. Stavba zahrnuje 5 mimoúrovňových křižovatek, 12 mostů, 3 pěší lávky, řadu objektů zdí a přeložky místních komunikací včetně pěších cest. Rozsáhlý stavební celek doplňují objekty inženýrských sítí a technologických souborů. [9], [10], [11]



Obr. č. 1 – přehledná situace celé trasy stavby, zdroj: Pudis[17]

Celková délka řešeného úseku je cca 5,50 km, z toho 2,68 km ve volné trase a zbytek, tedy prakticky polovina, v tunelech (viz. obr.1). Z hlediska kategorizace se jedná o čtyřproudou směrově rozdělenou místní sběrnou komunikaci s přídatnými pruhy dle potřeby v kategorii MS 4 cdk – /24,5/ 80 (km 0,0 – 1,4) a MS 4 dk – /20/ 70 (km 1,4 – tunel Radlice), kdy návrhové parametry se postupně snižují od komunikace dálničního typu Rozvadovské spojky k Městskému okruhu. [17]

Historie projektu

Projekt radlické radiály se dělí do těchto úseků:

- První úsek Třebonice – Stodůlky
- Druhý úsek Stodůlky – Zlíchov

První úsek, Třebonice – Stodůlky, dlouhý 4 km, byl postavený v letech 1976-1980 a zprovozněn 20. října 1980. Později byl pojmenován Rozvadovská spojka. Stavba prozatím končí na východním konci Stodůlek v místě osmičkovitého mimoúrovňového křížení s Bucharovou ulicí. Přibližně uprostřed své délky je tento úsek deltovitým mimoúrovňovým křížením propojen s Jeremiášovou ulicí, vedoucí podél západního okraje stodůlecké zástavby. U třebonické nákupní zóny Zličín je osmičkovitou mimoúrovňovou křižovatkou napojena na Řevnickou ulici. Kromě mostů, které jsou součástí mimoúrovňových křížení, je Rozvadovská spojka navíc v blízkosti stodůleckých Lužin přemostěna ještě Bavorskou ulicí.

Druhý úsek, Stodůlky – Zlíchov, byl plánovaný jako 5,4 km dlouhý úsek. Původní plán počítal s realizací v období 2012-2015.

Dle původních plánů ze 70. a 80. let 20. století měla radiála vést po povrchu. Zřejmě i kvůli tomu byla začátkem 80. let zbourána část zástavby Radlic a Smíchova podél Radlické ulice a zkrácena tramvajová trať Smíchov – Radlice. Souběžně se uvažovalo i o vedení komunikace v nové trase od usedlosti Koulka úbočím Kesnerky, tomu odpovídá i zalomení Radlické ulice v blízkosti stanice metra Radlická, kde nová komunikace má navázat na západní část Radlické ulice. Tyto plány byly zvažovány v různých variantách, které však vždy vyžadovaly rozsáhlé demolice domů. Začátkem 90. let byly tyto plány opuštěny a nahrazeny tunelovou variantou trasy Zlíchov – Radlice, tedy se zaústěním do Městského okruhu jižněji. Prověřovány byly i varianty severnějšího vedení, pod Pavím vrchem do blízkosti Ženských domovů. [9], [10], [11]

Historie projektu radlické radiály v bodech

1973 – ZKS – Základní Komunikační Systém hlavního města Prahy. Zahájení procesu územní stabilizace, který potrvá dalších cca 32 let.

1996 – Napojení na MO na Zlíchově. Později při zprovoznění stavby Mo Zlíchov – Radlická jsou v tunelovém podjezdu trati ČD již patrné zárodky budoucích ramp Radlické radiály.

2005 – Varianta segregovaná, završení procesu územní stabilizace.

2007 – Dokumentace k územnímu rozhodnutí.

2009 – Stanovisko hodnocení vlivů na životní prostředí EIA.

2011 – Dokumentace k územnímu rozhodnutí.

2012 – Zahájení územního řízení.

2013 – Technická studie, prověření vybraných podmínek.

2014 – Zastavení územního řízení. Inženýrsko-geologický průzkum.

2015 – Technická studie, finální projednání.

2016 – Koncept územní studie Okolí ulice Radlická.

Stanovisko EIA prodlouženo do roku 2021.

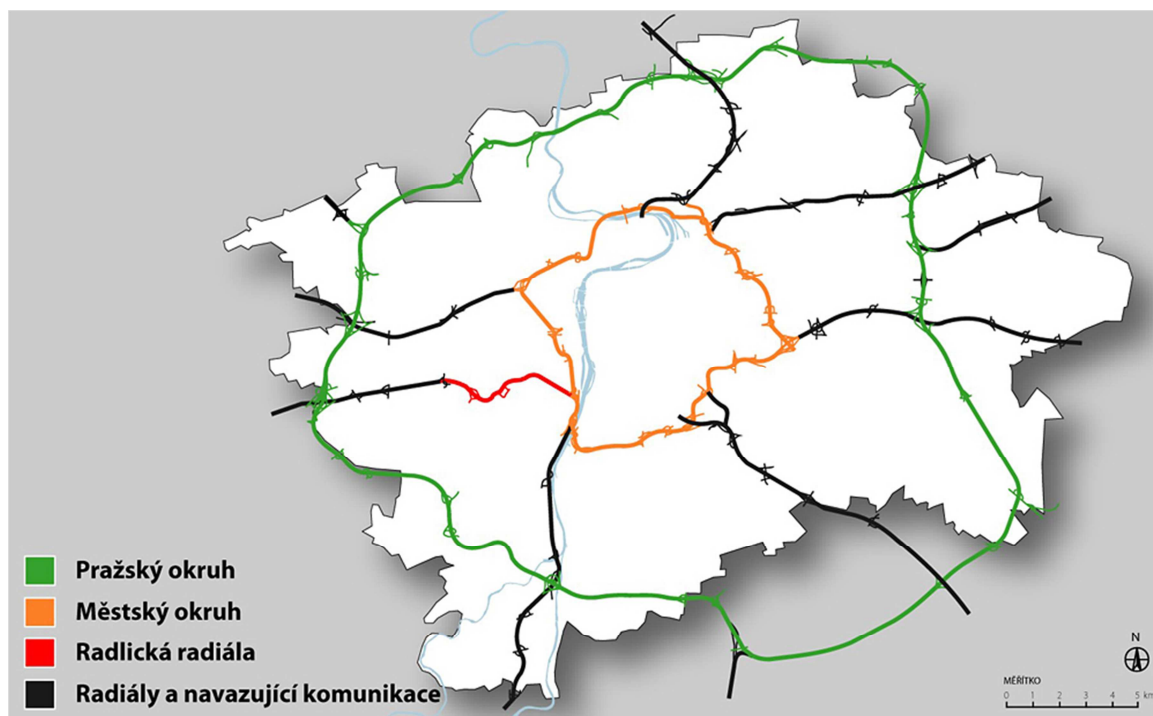
Aktualizace technické studie (TS-A)

Zadání pro DÚR

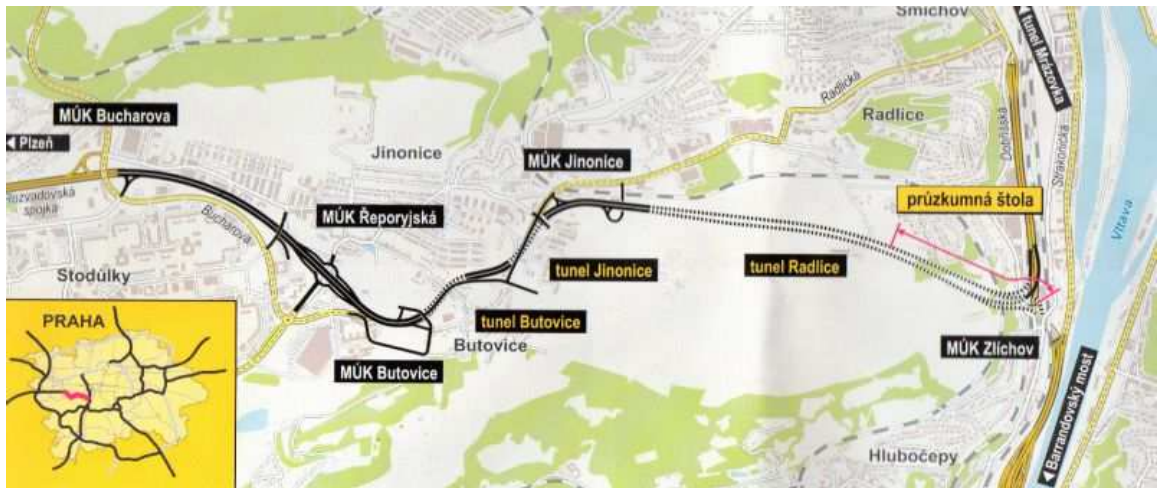
Koncept dokumentace k územnímu rozhodnutí

2017 – Zahájení projednávání s dotčenými orgány státní správy (DOSS)

[9]



Obr. 2, napojení Radlické radiály na dopravní infrastrukturu Prahy, zdroj: Subterra, [12]



Obr. 2a, Stavební objekty projektu Radlická radiála, zdroj:
<http://podzemi.solvayovylomy.cz/podzemi/radlicka/radlicka.htm>

Základní data stavby

Celková délka stavby	5 409 m
Kategorie	MS 4 cdk – /24,5/ 80 a MS 4 dk – /20/ 70
Mimoúrovňové křižovatky	
Počet mimoúrovňových křižovatek	5
Počet ramp MÚK	16
Celková délka MÚK	4 500 m
Mostní objekty	
Počet mostních objektů	18
Počet mostů na hlavní trase	5
Počet mostů na trase MÚK	4
Počet mostů na ostatních komunikacích	3
Počet drážních mostů	1
Počet drážních provizorních mostů	2
Počet ostatních mostů (lávek)	3
Tunelové objekty	
Počet tunelů	3
Tunel Butovice (hloubený)	356 m
Tunel Jinonice (hloubený)	348 m
Tunel Radlice (ražný)	2 300 m
Celková délka tunelových trub	4 701 m
Z toho ražené trouby dvoupruhové	2 098 m
Z toho ražené trouby třípruhové	1 797 m
Z toho ražené trouby v rozpletu	201 m
Z toho hloubené trouby dvoupruhové	246 m
Z toho hloubené trouby třípruhové	358 m
Počet průjezdných tunelových propojek	2
Počet průchozích tunelových propojek	6
Technologická centra	
Počet technologických center	5
Opěrné a zárubní zdi	
Počet zárubních zdí	11
Počet opěrných zdí	20
Ostatní komunikace	
Celková délka přeložek a novostaveb ostatních komunikací	5 221 m
Inženýrské sítě	
Počet dešťových a usazovacích nádrží	2
Délka vodotečí v otevřeném korytě	235 m
Délka zatrubnění	16 716 m
Délka kanalizací	16 597 m
Délka vodovodů	7 390 m
Délka plynovodu VTL	776 m
Délka plynovodu STL	3 060 m
Délka plynovodu NTL	312 m
Délka tras silnoproudých zařízení 110 kV	1 800 m
Délka tras silnoproudých zařízení 22 kV	8 100 m

Tab. č. 1 – základní data stavby, zdroj: Pudis [17]

TECHNOLOGICKÁ STRUKTURA

Nasazené technologie výstavby tunelů RR

V celém úseku stavby Radlické radiály budou provedeny tři tunelové stavební objekty. Tunely Butovice a Jinonice budou provedeny jako hloubené s prostorem mezi tunely. Tunel Radlická bude proveden jako ražený tunel s hloubenými portálovými úseky.

Rozdělení stavebních tunelových a portálových objektů na ražené a hloubené:

Technologie ražených tunelů

- Tunel Radlice – SO2101 úsek STT
- Tunel Radlice – SO2102 úsek JTT

Technologie hloubených tunelů a portálů tunelu

- Tunel Butovice – SO2001
- Tunel Jinonice – SO2002
- Úsek mezi tunelem Jinonice a Butovice – SO2003
- Hloubená část tunelu Radlice, portál západ – SO2004
- Hloubené části tunelu Radlice, portál Zlíchov – SO2005-SO2008

Tunel Radlice

Jak již bylo uvedeno, tunel Radlice bude prováděn jako ražený, a to technologií NRTM (Nová Rakouská metoda tunelování) a portálové části tunelu budou prováděny jako hloubený výkop.

Nejčastěji používané tunelovací metody ražby v poloskalní hornině a zemině:

- Prstencová metoda
- NRTM
- Obvodový vrub
- Štítování (nemechanizované štíty)
- TBM (Tunelovací stroje)

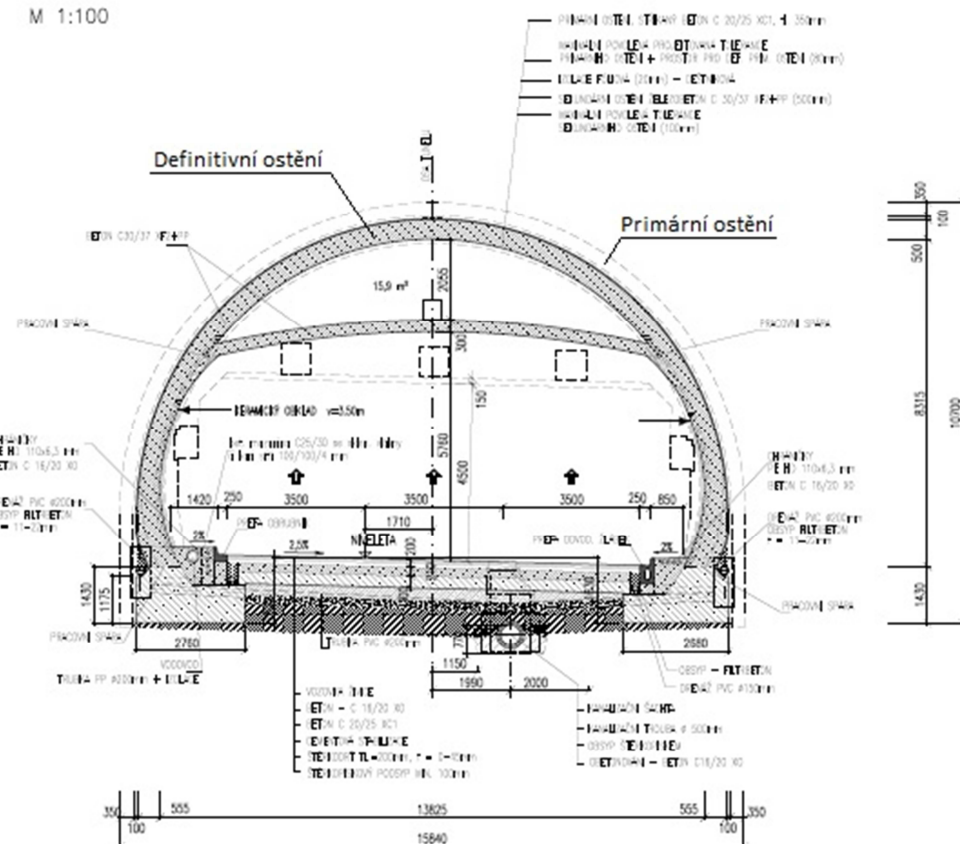
Z toho rozdělení je patrné, že patří momentálně k nejrozšířenějším tunelovacím metodám. Umožňuje řešení složitých profilů a geologických podmínek. [2]

Princip a výhody NRTM

- Využívá nosných vlastností horninového masivu – optimalizace procesu ražení
- Spolupůsobení konstrukce tvořené horninovým prostředím s výztužnými prvky

- Optimalizace zajištění výrubu
- Při správném použití umožňuje snížit ekonomické náklady
- Stabilita výrubu je zajištěna primárním ostěním a definitivní konstrukce tunelové trouby je budována teprve po ustálení napětově-deformačního stavu v okolí tunelu
- Nevyužívá, v rámci technologického postupu, razící stroje (TBM) nebo štíty
- Hlavními konstrukčními prvky primárního ostění jsou stříkaný beton a kotevní systém
- Geotechnický monitoring – měření deformací tunelového výrubu
- Adaptibilní metoda, dle potřeby se čelba různě člení, volí se různé kombinace svorníkové a obloukové ocelové výstroje se stříkaným betonem. Metoda se dá tedy upravovat pro různé podmínky, které se v předpokládané trase tunelu objeví.
- Primární a sekundární ostění
- Předem připravené doplňující řešení při nežádoucích projevech chování konstrukce
- Prováděné s co nejmenším porušením horninového masivu při rozpojování a s co nejrychlejším zpevněním povrchu výrubu stříkaným betonem a použitím zpravidla radiálních kotev
- Maximální využití vlastností horninového masivu [1]

M 1:100



Obr. 3, Skladba tunelu raženého tunelu Radlice, zdroj: Satra, Pudis[17]

Používané technologie při provádění NRTM

- Střelné práce (trhaviny)
- Pneumatická kladiva – impaktor
- Výložníkové frézy na pásovém podvozku – Roadheader
- Tunelbagry

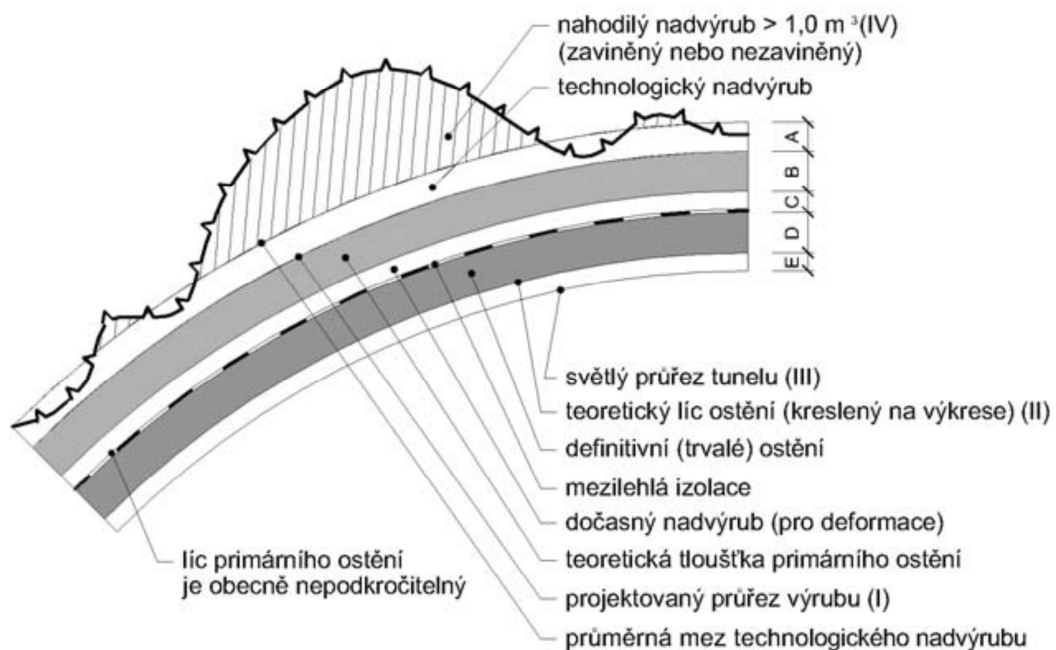
Zajišťování výrubu se provádí především stříkaným betonem, který je doplněn o příhradové či plnostěnné obloukové nosníky a výztužnými sítěmi nebo drátkobetonem (či jejich kombinaci). Spřažení vnitřního vystrojení výrubu s horninovým masivem je dosaženo soudržnosti líce výrubu se stříkaným betonem a kotevním systémem.

Použití konkrétní technologie závisí na typu geologie, která je v daném místě ražby. Dle geologické mapy tunelu Radlice a průzkumné štoly je jasné, že prvních 850 metrů budou muset být použity trhaviny na rozpojování rubaniny, jelikož v těchto místech se nachází vápence, diabas bazalt a vápenité břidlice. Všechno horniny, u kterých je nutné použít trhavinu. V dalších částech tunelu už převažuje čistá jílovitá břidlice či jílovitá břidlice s příměsí vápenců. Tyto části lze těžit bez pomoci trhavin. Použít lze například frézy na pásovém podvozku či tunelbagry. [1]

Příprava stavby

Pro kvalitně provedené stavební dílo je nutná důkladně provedená příprava projektu. Nekvalitně provedená příprava projektu, můžeme mít za následek negativní dopad na složky technologické, technické, časové, ekologické a hlavně ekonomické. Tyto kroky je nutné provést před samou výstavbou tunelového díla:

- Vyhledání trasy a situování tunelového díla
- Stanovení požadavků na materiály
- Geologický, hydrogeologický a geotechnický průzkum
- Návrh způsobu ražby dle výsledku geologického průzkumu
- Stanovení směrového a výškového vedení stavby
- Stanovení geotechnických rizik
- Postupy pro snížení rizik na přijatelnou úroveň
- Stanovení technologických charakteristik hornin – rozpojitelnost, vrtatelnost, těžitelnost, lepivost, prašnost, abrazivita.
- Prověření výskytu plynů a radiace
- Klasifikace horniny dle stability výrubu
- Vypracování projektové dokumentace
- Projekt geotechnického monitoringu
- Tvorba výkazu výměr



Obr. 4, ukázka nadvýrubu technologického a nahodilého, zdroj: Český tunelářský komitét ITA/AITES, Zásady a principy NRTM jako převažující metody konvenčního tunelování v ČR[1]

Výkaz výměr pracuje s teoretickými rozměry tunelového díla, které při samotné realizaci není možné dodržet. Vznikají odchylky a to z důvodů jiných deformací horninového masivu než je uvažováno v projektu, strukturálního chování horninového masivu a zvolenou technologií ražby. Proto je počítáno s tzv. technologickým nadvýrubem (viz. obr.4). Ten se stanovuje v zadávací dokumentaci na základě předpokládané geologie. [1]

Při ražbě se mohou objevovat nečekané geologické podmínky a horniny se můžou přirozeně odlučovat. Vzniká tedy tzv. nezaviněný nadvýrub. V zadávací dokumentaci by měl být uveden způsob vyplnění vzniklých nadvýrubů. [1]

Realizace stavby

Na základě výsledků geotechnického průzkumu a výsledku z něj, se stanoví způsob rozpojování hornin. Rozpojování hornin se dá provést:

- S využitím trhavin
- Bez využití trhavin

Ve skalních horninách lze použít trhací práce, pro rozpojení plných profilů nebo pro částečné rozpojení s následným mechanickým rozpojováním. Pro mechanické rozpojování se užívají frézy na výložníku, hydraulická kladiva a tunelové bagry. [1]

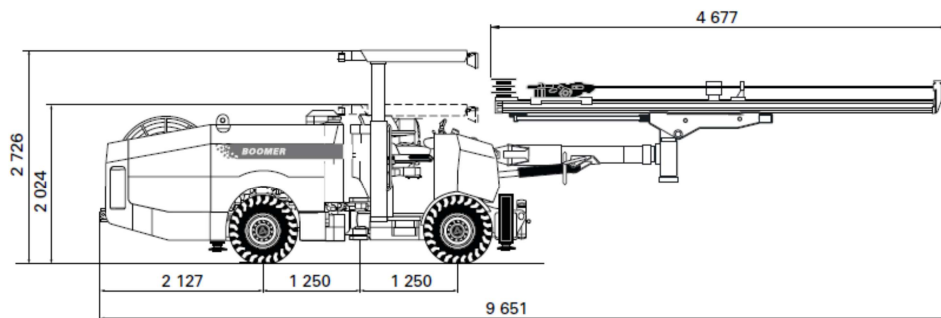
Rozpojování hornin s využitím trhavin

Rozpojování horniny se provádí pomocí průmyslových trhavin. Tyto trhaviny jsou ukládány do vrtů v čele výrubu. Vrty jsou prováděny tzv. vrtacím vozem s jednou či více lafetami (rameno s vrtacím zařízením). Vrty se dělí na zálomové, které jsou v centru čelby, a ostatní, které jsou rozmístěné po čelbě v četnosti 1vrt/1,0 – 1,5 m². Nálože jsou časově odstupňovány pro maximální účinek trhací práce. [1]

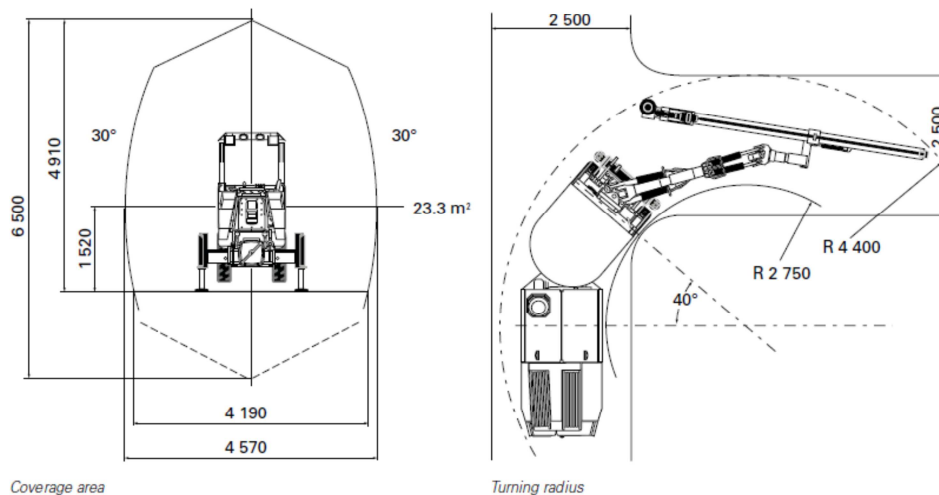
Nejprve je proveden zálomový vrt v centru čelby, pak následuje přibírání dalších částí vrtů. V úplném závěru jdou na řadu obrysové vrty na obvodu. Celý odstřel proběhne ve 2 – 3 vteřinách. Po dokončení odstřelu je nutné pracoviště odvětrat. Pro odvětrání je možné použít tyto systémy:

- Sací – nejméně účinné
- Foukací – nejúčinnější, nevýhoda – zplodiny putují přes celou délku tunelu
- Kombinovaný

Vždy je proveden projekt větrání. Ovzduší v tunelu je pravidelně kontrolováno. [1]



Dimension illustration (Optional equipment mounted).



Coverage area

Turning radius

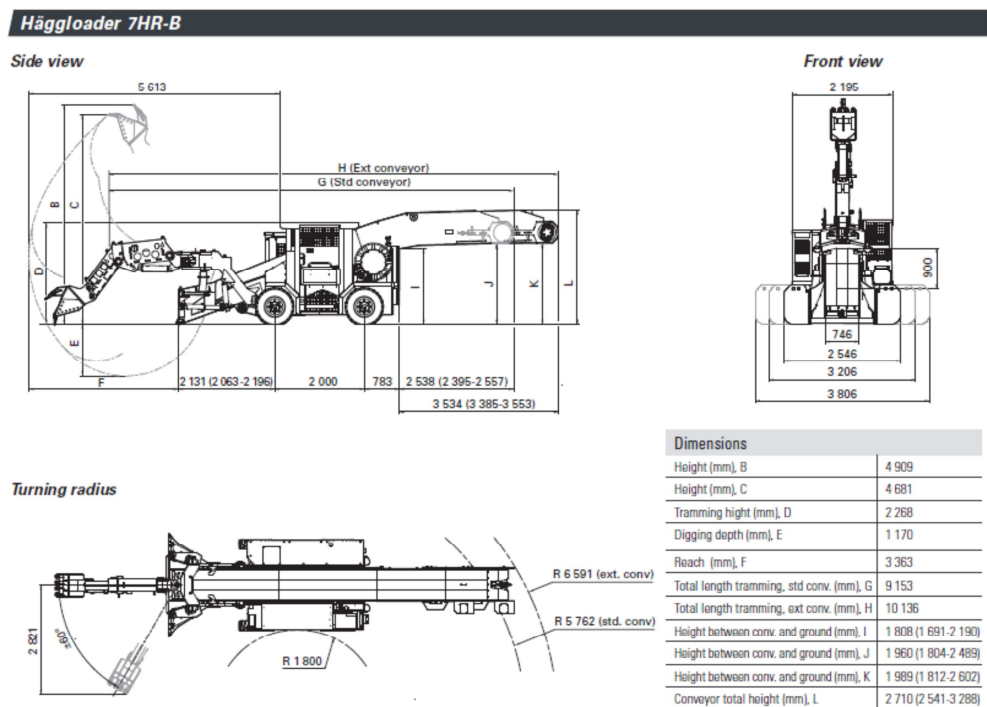
Obr. 5, Schéma vrtacího stroje AC Boomer T1D, zdroj: Atlas Copco

Rozpojování bez využití trhavin

Pro rozpojování hornin bez využití trhavin se využívají tyto stavební stroje:

- Frézy na pásovém podvozku s výložníkem. Používají se při pevnostech horniny do 50 MPa, jsou vhodné do pískovců, jílovců apod.
- Hydraulické kladivo (impaktor). Využívají se pro lokální rozpojování a profilaci.
- Tunelbagry jsou vysoce výkonné bagry s možností natočení ramene bagru po obvodu. Využívají se v měkčích horninách (do 40 MPa) a pro profilaci výrubu.

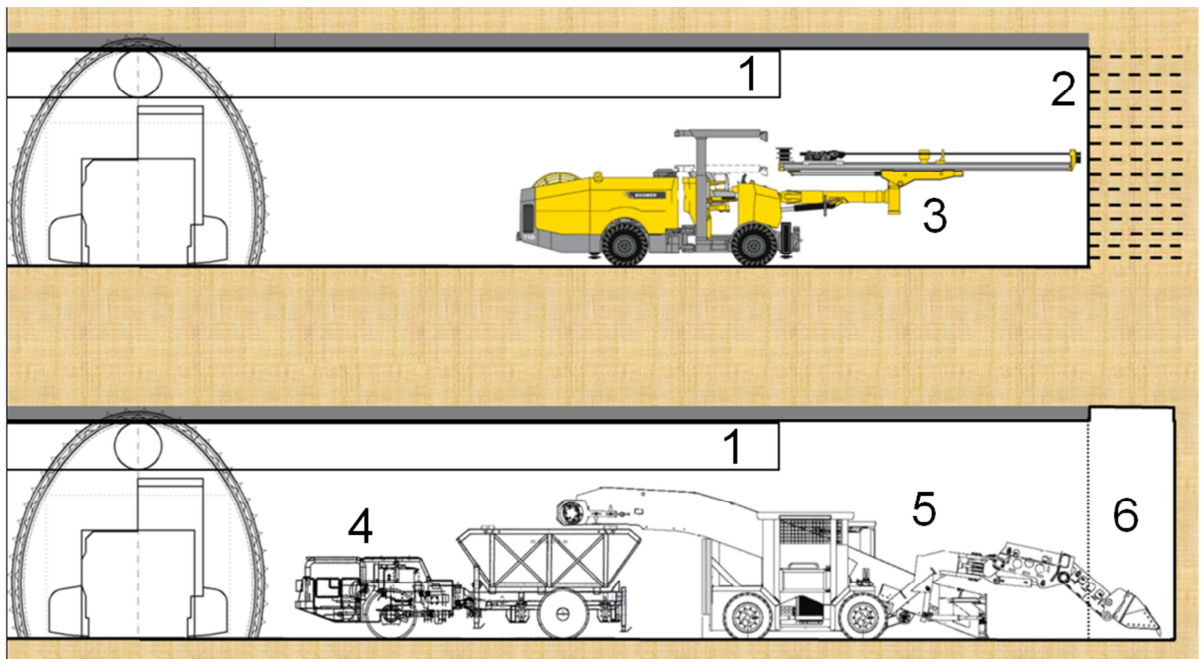
Nakládání rubaniny může probíhat několika způsoby. Některé typy tunelbagrů a frézy nakládají rubaninu souběžně s rozpojováním horniny pomocí klepetového nakladače a hřeblového dopravníku přímo do korby dempru stojícím za razícím strojem. V měkčích horninách lze nakládat přímo z lžice tunelbagru. V ostatních případech se používají kolové či pásové nakladače. [1]



Obr. 6, schéma kolového kontinuálního nakladače Hägglöader 7HR-B, zdroj: Atlas Copco



Obr. 4, Hägglöader 7HR-B, zdroj: Atlas Copco



Obr. 7, Schéma postupu práce s využitím trhaviny (nahore), bez využití trhaviny (dole), zdroj: Subterra, [12]

1 – Lutnový tah

2 – Čelba s vývrty pro trhací práce

3 – Vrtací stroj Boomer TD-1

4 – Důlní vozidlo PAUS Universa

5 – kolový kontinuální nakladač Haggloader 7HR-B

6 – nezajištěný prostor těžby rubaniny primárním ostěním, [12]

Způsob odvozu rubaniny z tunelu na mezideponii závisí na délce tunelu (u metody NRTM):

- Krátké tunely do cca 200 m délky – rubaninu je možné vyvážet velkoobjemovou lžící nakladače.
- U delších tunelů je tento způsob již neefektivní, a to časově i ekonomicky. Standardně se tedy používají kolové dempra, které sváží rubaninu na mezideponii před tunel. Z mezideponie je rubanina převezena na „čisté“ místo uložení. To může být buď překladiště na další dopravní prostředek, skládka či staveništní deponie.
- Kolejová doprava se využívá jen u malých tunelů, objemově průzkumných štol, podléhá přísným báňským předpisům.

Prostor v tunelu je poměrně dost limitující, pokud profil tunelu není dostatečný pro obousměrný provoz, musí být vybudované výhybné místa po 250 až 300 metrech. Je nutné vybudování zpevněné příjezdové plochy pro mechanismy, zvláště v horninách,

keré ve styku s vodou degradují. To je příklad jílovité břidlice, která se vyskytuje v tunel Radlice v největší míře. Ve styku s vodou tento materiál nabobtná a stane se z něj kašovitá hmota, do které pak mohou mechanismy uvíznout a zpomalí se tím práce. [1]



Obr. 5, schéma tunelbagru, zdroj: Podzemní stavby, Pruška, Barták, [2]



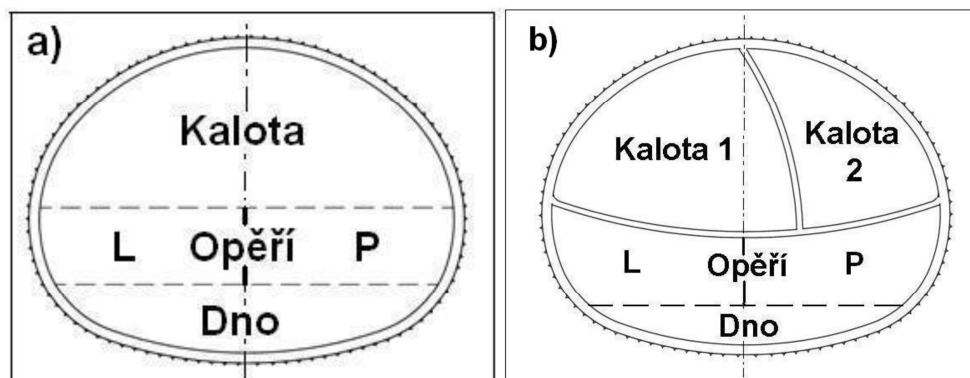
Obr. 8, tuneltruck Atlas Copco MT4312B, zdroj: Podzemní stavby, Pruška, Barták, [2]

Členění výrubu

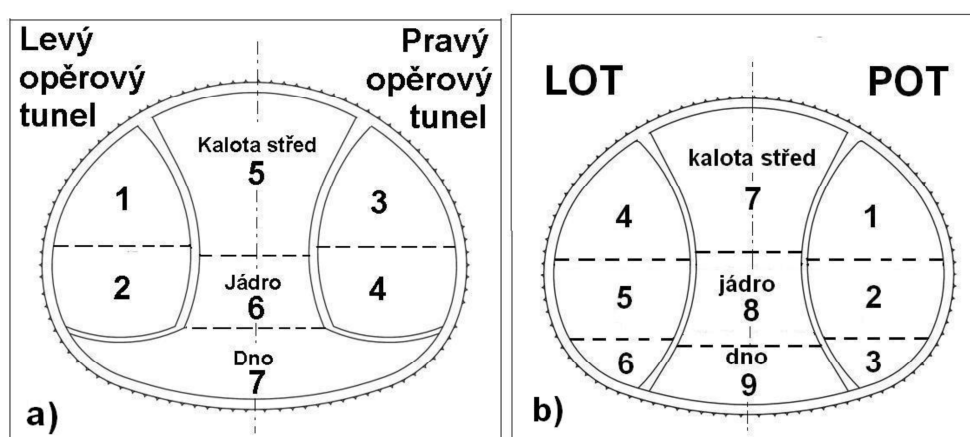
Tunely je možno razit několika způsoby, základní dělení je na:

- Plný profil
- Členěný profil – jednotlivé části jsou raženy postupně

Členění výrubu závisí především na geologických a geotechnických podmínkách, jedná se o velikost deformací, plochu čelby, stabilitu výrubu apod. Dále závisí na použité mechanizaci, zejména na akčním rádiu stroje. K základním druhům členění výrubu patří členění horizontální a vertikální. [1]



Obr. 9, základní druhy horizontálního členění výrubu, zdroj: Podzemní stavby, Barták, Pruška, [2]
a) Základní horizontální členění, b) Kombinované horizontální členění



Obr. 10, základní druhy svislého členění výrubu, zdroj: Podzemní stavby, Barták, Pruška
a) opěřové tunely s plochým dnem, b) opěřové tunely s definitivním dnem primáru

Vodorovné členění se provádí hlavně z důvodů prováděcí a stability čelby. Svislé členění se provádí u tunelů velkých profilů a to jak ze stabilitních, tak prováděcích důvodů. [2]

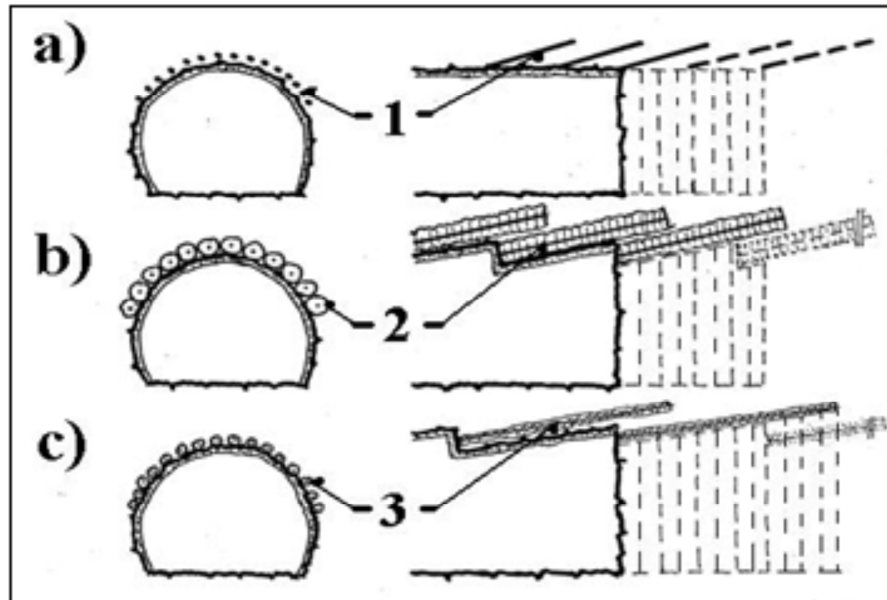
Primární ostění

- Stříkaný beton – hlavní zajišťovací prvek NRTM. Může být vyztužovaný ocelovými sítěmi s různou velikostí ok a profilů drátu či rozptýlenou výztuží.
- Výztužné oblouky – používají se příhradové oblouky svařované z betonářské oceli. Umožňují dobré prostříkání a spolupůsobení s betonem.
- Kotvy – používají se SN kotvy, hydraulicky upínané svorníky, IBO kotvy

NRTM je možno použít i v zeminách a málo pevných poloskalních horninách. Stabilitu výrubu a čelb je nutné zajišťovat pomocí předstihových opatření.

Předstihová opatření zvyšují stabilitu výrubu a zmenšují deformace. Jsou prováděny na různou délku do předpolí ražby a to pomocí:

- a) Jehlování
- b) Tryskovou injektáží
- c) Mikropilotovými deštníky



Obr. 11, základní typy předstihových stabilizačních opatření při NRTM, 1 – ocelové jehly, 2 – sloupy z tryskové injektáže, 3 – mikropiloty, zdroj: Podzemní stavby, Bartoš, Pruška, [2]

Ve specifických a obtížných podmínkách s vysokým stupněm zvodnění nebo zeminy, kde není jistota efektivní funkce ostatních opatření, je možné využít zmrazování nebo ražbu přetlakem. [2]

Definitivní ostění

Po provedení monitoringu primárního ostění a úplného ustálení deformací (vyrovnání silového působení primárního ostění a horninového masivu), je možné začít s výstavbou definitivního ostění (sekundárního). A to v těchto krocích proudovou metodou: [1]

- Profilace dna tunelu
- Provedení drenážního systému
- Provedení izolace u dna tunelu
- Betonáž u dna tunelu nebo základových patek pod klenbu tunelu
- Profilace primárního ostění
- Provedení izolace tunelu
- Armování definitivního ostění
- Betonáž definitivního ostění

- Ošetřování betonu
- Povrchová úprava betonu

Provozní a energetické potřeby ZS pro výstavbu tunelu

Pro stavbu tunelu se již ve fázi přípravy stavby musí zařídit nutné zázemí pro plynulou bezproblémovou výstavbu. S tím souvisí vybudování zařízení staveniště, které by mělo obsahovat tyto body: [1]

- Přípojku el. energie
- Přípojky vody a kanalizace
- Řešení vypouštění odpadních vod z tunelu
- Řešení odvodu škodlivých zplodin z odvětrání tunelu po dobu výstavby
- Vybudování opravárenského zázemí pro mechanizaci
- Vybudování skládek pro materiál k zpětnému použití
- Mezideponie rubaniny
- Opatření pro čištění důlních a odpadních vod
- Trafostanice
- Kompresorovny
- Umístění buňkoviště a skladu materiálu
- Umístění ventilátorů
- Lutnový tah pro odvětrání
- Rozvody el. energie, stlačeného vzduchu, technologické vody
- Osvětlení tunelu
- Signalizace pro organizaci dopravy v tunelu
- Komunikační zařízení
- Vedení linky pro provádění elektrických roznětů při trhací práci

Rizika při výstavbě tunelu

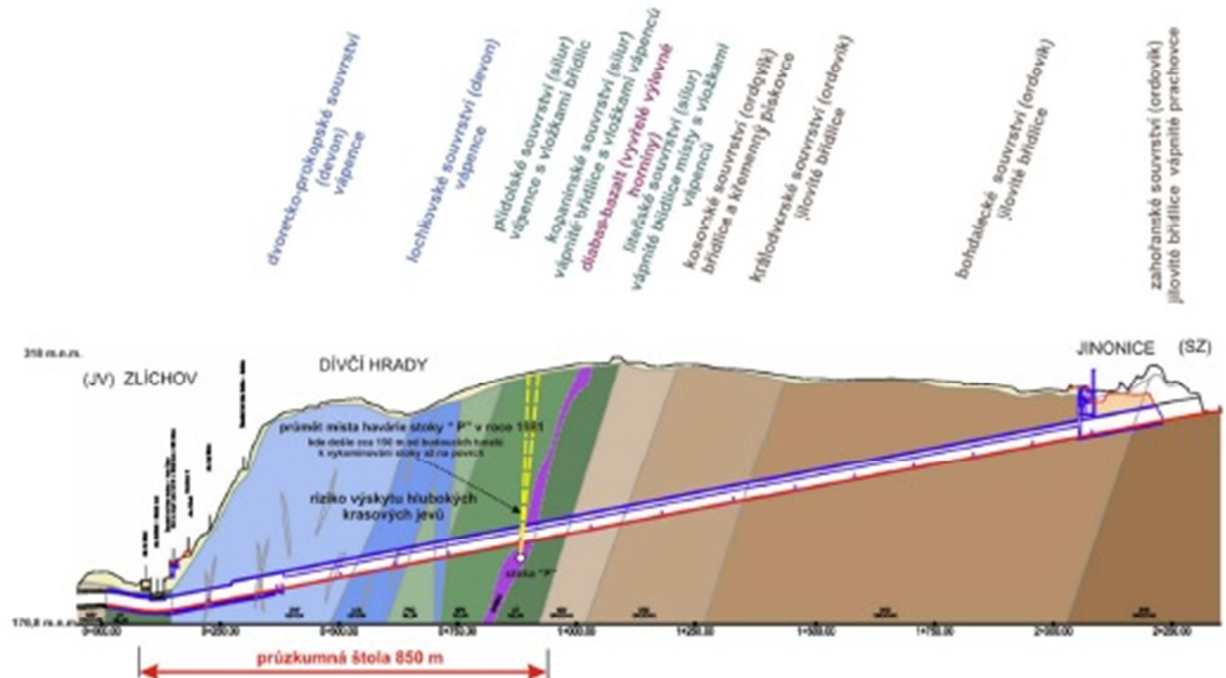
Seznam možných rizik při výstavbě tunelů v bodech: [1]

- Ztráta stability tunelového portálu
- Zřícení stropu
- Vypadnutí čelby tunelu
- Růst dna tunelu, zaboření ostění do měkkého podloží
- Nadměrný růst konvergencí – deformace primárního ostění, svírání profilu tunelu
- Nadměrný přítok podzemní vody do tunelu
- Náhlý průval vody, bahna, tekutého písku
- Výron nebezpečných plynů do tunelu (metan, zemní plyn, CO₂)
- Výskyt bludných proudů při používání trhací práce s roznětem

- Nadměrné poklesy povrchu nad tunelem (stavba, inž. sítě)
- Poškození a znečištění vodotečí
- Škody způsobené tlakovými injektážemi při zpevňování horninového masivu a injektáží kotev
- Nevhodně navržená a provedená izolace tunelu či poškození izolace při výstavbě
- Přetlakování při závěrečné fázi betonáže klenby tunelu

Tunel Radlice – geologické podmínky

V první polovině trasy (směr ze Zlíchova) se nacházejí především vápence. Zhruba po 800 m se vápence mění na vápenité břidlice. Ve druhé polovině trasy se nachází především jílovité břidlice a na konci vápenité prachovce.



Obr. 12, geologický řez v trase STT tunelu Radlice, zdroj: Pudis[17]

Při ražbě tunelu je očekáván největší přítok podzemní vody v devonských a silurských vápencích. Celkový odhadovaný přítok do průzkumné štoly při ražbě by se měl pohybovat dle výpočtů a odhadů z podrobného hydrogeologického průzkumu do cca 7 l/s. Ohledně ovlivnění stavby podzemní vodou bude velmi záviset na směru ražby tunelu (viz. prostorová struktura).

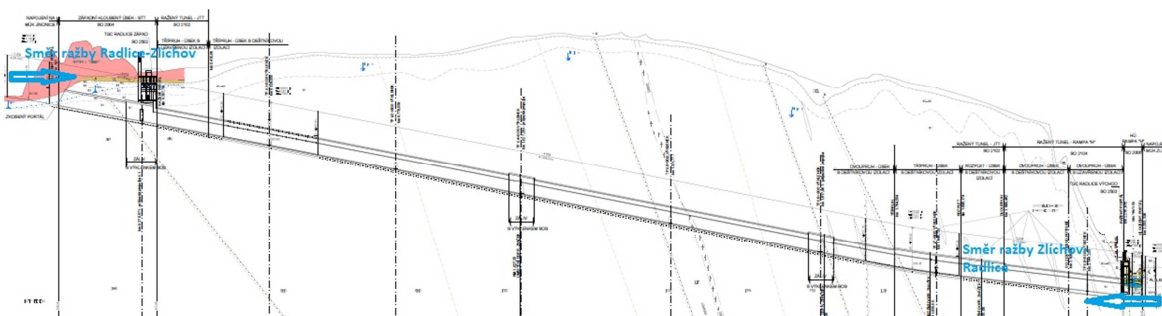
Tunel Radlice – směr ražby

Ve výsledku jsou možné tři varianty způsobu (směru) ražby a to tyto:

- Směr Zlíchov – Radlice („dolní ražba“)
- Směr Radlice – Zlíchov („horní ražba“)

- Kombinace obou způsobů

Výhody a nevýhody jednotlivých variant způsobů směru ražby jsou podrobně popsány v části Prostorová struktura diplomové práce.



Obr. 13, podélný řez tunelem Radlice s naznačenými směry ražby, zdroj: Pudis[17]

Tunel Butovice a tunel Jinonice

Tunely Butovice a Jinonice budou provedeny jako hloubené tunely (viz. obr.14). Jelikož je mezi nimi spojitý úsek, který bude oba tunely propojovat a bude též hloubený, můžeme brát oba tunely jako jeden hloubený tunelový objekt.



Obr. 14, trasy tunelů Butovice a Jinonice s mezilehlým úsekem, zdroj: Pudis[17]

Tunel Butovice – geologické podmínky

Tunel Butovice je dlouhý 356,28 m a hloubka jeho stavební jámy dosahuje až 12 m. Nacházejí se zde velmi různorodé základové poměry.

- 1 – 4 m (mocnost) – navážka
- 0 – 3 m – eolitické sedimenty
- 0 – 5 m – deluviální sedimenty
- Až 10m – sedimenty fluviální menších vodních toků
- U dna stavební jámy – jílovité až prachovité břidlice (mírně zvětralé až zdravé)

Tunel Jinonice – geologické podmínky

Tunel Jinonice je dlouhý 348,43 m a hloubka jeho stavební jámy dosahuje až 17 m. Zde jsou poměrně rovnoměrné základové poměry.

- Až 2 m (mocnost) – navážka
- 0 – 6 m – deluviální sedimenty
- U dna jámy – jílovité až prachovité břidlice

Stavební jáma obou tunelů bude rozpojitelná běžnými mechanizmy. Pro rozpojení mírně zvětralých a zdravých hornin bude použito těžkých rozrývačů.

V případě obou tunelů se předpokládá jen slabý přítok podzemní vody v řádech jednotek l/s. Bude proveden drenážní systém (plošná drenáž + usazovací jímky). Pokud bude přítok větší, než je předpokládáno bude muset být provedeno čerpání podzemní vody.

Příprava území hloubených tunelů

Před vlastní výstavbou tunelu (hloubení stavební jámy) je nutné území připravit, aby práce mohly probíhat plynule. Jedná se o tyto činnosti:

- Vykácení volně rostoucí zeleně či odstranění pařezů
- Zajištění ploch pro rubaninu – mezideponie
- Zajištění přístupu do staveniště (stavební jáma)
- Možnost napojení se na elektrickou energii, vodu, kanalizaci
- Vybudování staveništního buňkoviště pro dělnické pracovníky a vedení stavby
- Provedení přeložek sítí vedoucích v trase tunelů
- Zajištění čistící plochy pro nákladní auta, které vyjždí ze stavby na veřejnou komunikaci
- Montáž oplocení staveniště (stavební jámy)
- Opatření ploch pro parkování stavebních strojů a jejich údržbu
- Opatření ploch pro parkování osobních automobilů

Zajištění stavební jámy

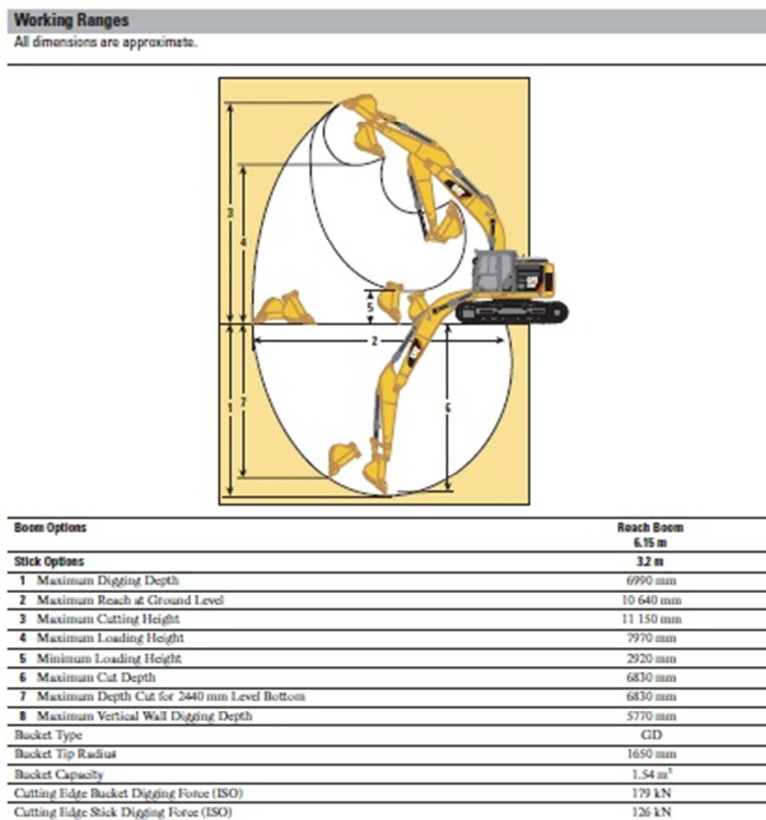
Zajištění stavební jámy tunelu Jinonice a mezi tunelového úseku, bude provedeno pomocí záporového pažení. Záporové pažení tvoří záporový válcovaný profil I do vrtů, ty budou kotveny pomocí dočasných pramencových kotev. Spodní část vrtu je zabetonována (či zalita cementovou zálivkou). Mezi záporové pažení jsou osazeny dřevěné pažiny (výdřevy), které se osazují za současného provádění výkopu.

Stejně jako u tunelu Jinonice je i stavební jáma tunelu Butovice zajištěna záporovým pažením, a to nad zvětralým skalním podkladem. V místě břidlic bude, s ohledem na jejich zvětrání, záporové pažení lokálně kotvené mirkopilotami či pilotami. V oblasti

křižovatky ulic Butovická – Radlická bude pažení jámy použito jako ztracené bednění pro konstrukci stěn tunelů. Půdorysná tolerance zápor v úrovni pilotovací roviny je +/- 50 mm a svislost +/-1% z hloubky. Základová spára musí být chráněna před povětrnostními vlivy, zvláště s ohledem na dané geologické podmínky. Zejména břidlice je náchylná k nepříznivým povětrnostním vlivům (déšť, sníh, vlhkost). Z toho důvodu je vhodné zhruba 12 hodin po očištění základové spáry, očištěnou plochu ochránit podkladním betonem.

Strojní sestava

- Těžká hydraulická rýpadla nad 40 tun, příslušenství: lžíce 3,9 – 6 m³, lžíce se skalními zuby, rozrývače. Využití pro rozpojování nejtvrděších vrstev, nakládka rubaniny. (viz.obr.15) [8]
- Pásová hydraulická rýpadla do 40 tun, příslušenství: lžíce 1,54 m³, lžíce se skalními zuby, rozrývače. Využití pro nakládku rubaniny. [8]
- Nákladní automobily 8x6, nosnost 15 tun. Využití pro dopravu rubaniny na skládku či překladiště
- Nákladní automobil Tatra 815 8x8, objem korby 13 m³, jednostranný sklápěč. Využití pro dopravu rubaniny na skládku či překladiště.
- Minirýpadla do 12 tun, příslušenství: lžíce 0,3 m³, rozrývač. Využití pro úpravu základové spáry a nakládku rubaniny. Díky svým rozměrům se dostane i do méně přístupných míst. [5], [8], [15]



Obr. 15, pracovní diagram hydraulického rýpadla CAT 335F L, zdroj: CAT

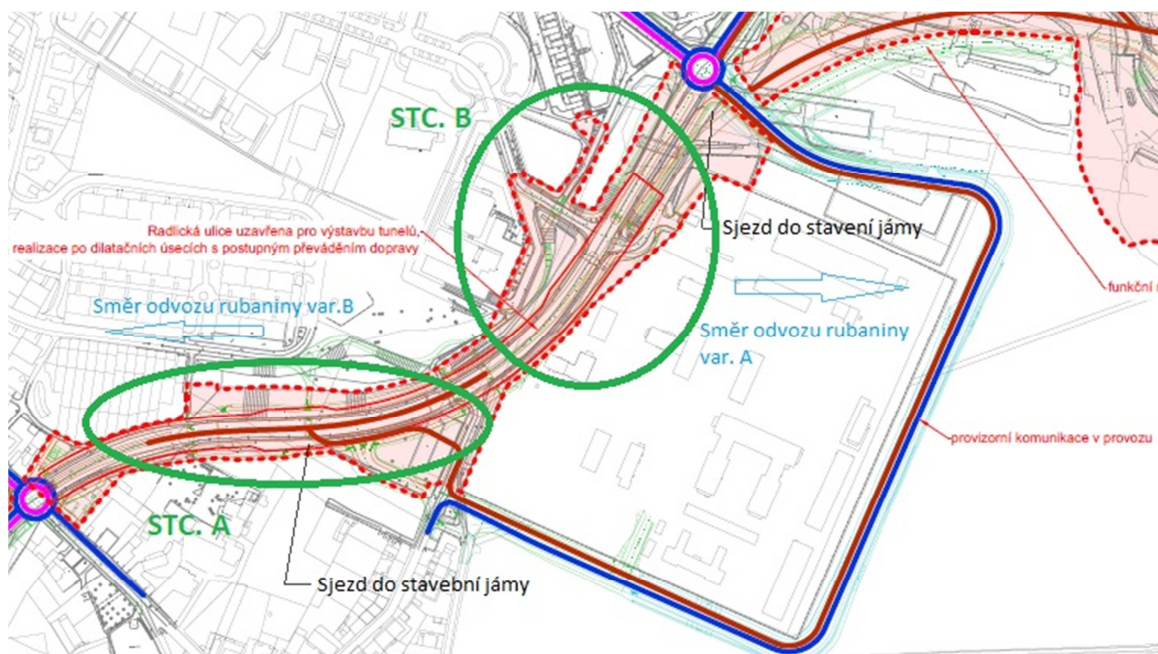
Technologický postup zemních prací

Výkopové práce

Stavební práce mohou být započaty až po dokončení provizorní objízdné trasy (viz. obr. 16) z důvodu zachování dopravního propojení trasy Smíchov – Stodůlky. Výkopové práce na tunelu Butovice a Jinonice budou probíhat souběžně pro urychlení stavebních prací. Nejprve bude terén upraven na rovinu pro navrtání zápor (záporová/pilotovací rovina). Práce pro zajištění jámy (vrtání zápor, usazení zápor, zabetonování kořene zápor, montáž výdřev, kotev a převázek) budou s výkopovými pracemi prováděny proudovou metodou.

Výškové záběry výkopových prací budou prováděny u tunelu Butovice a Jinonice po cca 1,5m, pak budou osazeny výdřevy mezi zápor, popř. kotvy a převázky. Celý úsek bude rozdělen na dva stavební celky a to na tunel Butovice (STC. A) a tunel Jinonice s mezi úsekem tunelů Butovice a Jinonice (STC. B). Každý stavební celek bude mít svůj sjezd do staveništní jámy. (viz. obr. 16)

Při probíhajících stavebních pracích musí být zajištěno čištění vozidel vyjíždějící na veřejnou komunikaci a čištění samotné komunikace. V případě potřeby čerpání podzemní vody budou zřízeny usazovací jímky a napojení na kanalizační síť. Staveniště musí být kompletně a řádně oploceno a musí být označeny pádové hrany pevnou zábranou do výšky minimálně 1,1 metru.



Obr. 16, rozdělení na stavební celky hloubených tunelů, směr odvozu zeminy

Odvoz rubaniny

Podrobněji je tato problematika řešena v prostorové struktuře. Varianta A směru odvozu rubaniny počítá s výjezdem nákladních automobilů na severní straně výkopu STC. B a na objízdnu komunikaci u STC. A (obr.16). Poté nákladní automobily pokračují na překladiště (mezideponii), které se nachází u vlakového nádraží Jinonice, kde je zemina přeložena na vlak. Alternativou může být v tomto směru dopravy i převoz do smíchovského přístavu a naložení výkopku na remorkér. Varianta B počítá s plným nasazením nákladní automobilové dopravy a výjezdem přes městskou část Praha 13 na skládky směr Kladno či Plzeň.

Začištění základové spáry

Těžba zeminy by měla pokračovat plynule až na ochrannou vrstvu základové spáry, ta by se měla pohybovat v rozmezí 30-40 cm nad základovou spárou. Po dosažení ochranné vrstvy základové spáry, by se měla základová spára těžit na „čisto“ od konce úseku ke sjezdu do stavební jámy. Sjezd do stavební jámy by se měl odtěžit jako poslední část. Na dočištění po sjezdu budou pracovat minirýpadla, které budou z jámy vytaženy autojeřábem či odvezeny nákladním automobilem s hydraulickou rukou. Po začištění základové spáry bude spára zabetonována podkladním betonem. Pro tyto účely bude použita „beton pumpa“. Místa pro betonáž budou buď přímo z jámy nebo mimo stavební jámy z horní hrany výkopu.

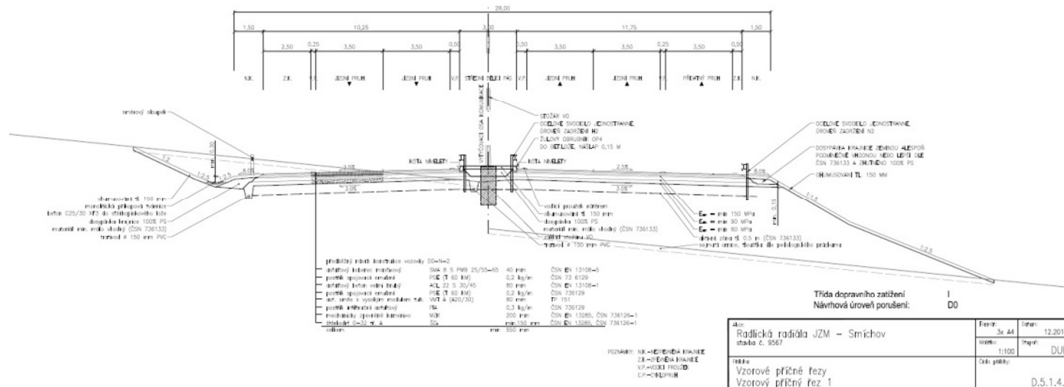
BOZP a legislativa

Vykonávané práce a projektová dokumentace musí splňovat tyto legislativní požadavky:

- Projekt musí být zpracován v souladu s NV č. 309/.
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu
- Nařízení vlády 591/2006
- Zákoník práce 262/2006
- Vyhláška MPSV č. 12/1995 Sb., o bezpečnosti a provozu skladovacích zařízení sypkých hmot
- ČSN 65 0201 Hořlavé kapaliny – Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci
- Nařízení vlády č. 495/2001 – OOPP
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí
- Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí

Vozovky mimo tunelové objekty

V rámci projektu Radlická radiála je zhruba 2,4 km vozovek, které nejsou součástí tunelových objektů. Budou i zde probíhat zemní práce a to jak výkopové práce, tak násypy.



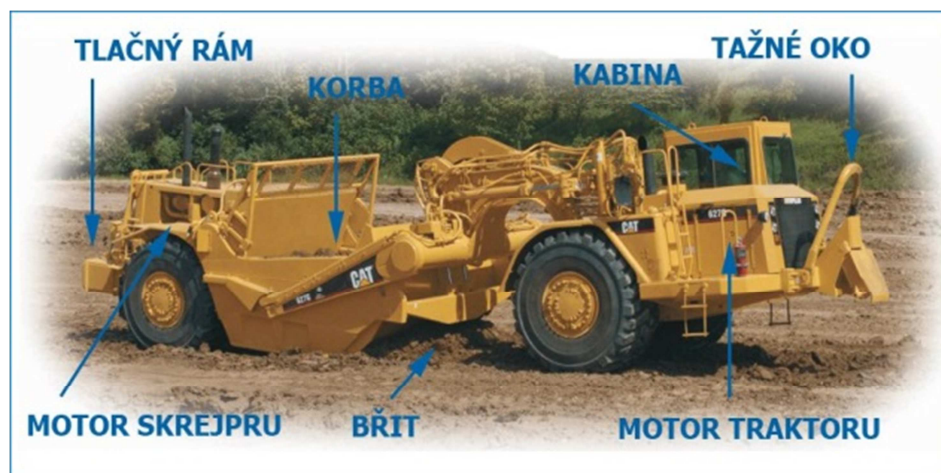
Obr. 17, vzorový řez vozovkou – Radlická radiála, zdroj: Satra, Pudis[17]

Strojní sestava

V částech mimo tunelové objekty se nachází jednotná geologie. Jsou zde vrstvy navážky, které budou exportovány ze stavby do cílové skládky. Pro těžbu, nakládání a úpravu zeminy budou používány standardní mechanismy.

- Rýpadlo-nakladače – lze s nimi rozpojovat a nakládat i tvrdší zeminy či horniny. Efektivní nakládka by měla probíhat za stabilního postavení rýpadlo-nakladače a k němu by měl přijíždět nákladní automobil.
- Lopatové nakladače – slouží k nakládání sypkých a kusových staviv, pro soudržné zeminy nejsou vhodné. Je možné je využít na pásovém či kolovém podvozku
- Skrejpry – stroje pro zemní práce, lze je využít k postupnému rozpojování, nakládání, přepravě a rozprostírání hornin. Dopravní vzdálenost pro optimální využití je v rozmezí 150 – 1500 m. (viz. obr. 18)
- Grejdry – využívají se k přesnému dorovnání zeminy, pro úpravu zemní pláň, profilují tvar zemního tělesa svým pracovním nástrojem (radlicí).
- Dozery – cyklicky pracující stroje, jsou efektivní do cca 100 m dopravní vzdálenosti. Slouží k odstranění porostů, pařezů, kácení stromů, rozhrnování zeminy, urovnání terénu, pro zpětné zásypy a částečně i pro hutnění. Je možné nastavovat jejich radlici do různých úhlů (buldozer, tiltdozer a angledozer).
- Zemní frézy – používají se pro stabilizaci a zpevnění zeminy. Zlepšují jejich vlastnosti. Stabilizuje zeminy cementem nebo vápnem.
- Hutnicí stroje – zemní pláň je třeba po úpravách a srovnání ztuhnout. Dle geologie je nutné vybrat vhodný hutnicí stroj. Předpokládá se s geologií na

bázi jílu a hlíny (hlinité písky), na tuto geologii je možné použít vibrační či statické válce ježkové. U vibračních válců je větší hutnící efekt než u statických. [5]



Obr. 18, popis částí skrejpru, zdroj: Celý svět[15]

Technologický postup – záporové pažení vč. výdřevy

Technologický postup je dokument, který obsahuje popis technologie prováděných prací pro dané stavební dílo. Je vydáván pro předmětné zhotovovací práce na stavbě. Zde se bude jednat o provedení vrtů pro záporové pažení včetně jejich osazení výztužným profilem IPE.

Identifikační údaje stavby

Stavba:	Tunel Jinonice a mezi úseky mezi tunely Butovice a Jinonice
Objekt:	Zajištění stavební jámy
Část objektu:	Záporové pažení
Objednatel:	Hlavní město Praha
Doba provádění:	Dle časového HMG a SOD
Druh betonu:	C8/10 X0
Druh cementu:	CEM I/42,5 nebo CEM II/B-S 32,5
Ocel:	IPE 300,360

Dokumentace pro provádění

Dílo bude provedeno na základě vydaného projektu (SATRA) schváleného objednavatelem stavby a příslušných technických a právních předpisů a norem:

ČSN EN 206	Beton, vlastnosti, výroba, ukládání, kritéria
ČSN EN 197-1	Cement – část 1: složení, specifikace a kritéria shody cementů
ČSN EN 1536	Provádění speciálních geodetických prací – Vrtané piloty
ČSN EN 13670-1	Provádění betonových konstrukcí – část 1: společná ustanovení
ČSN EN 16 228-1-7	Vrtací zařízení a zařízení pro zakládání staveb – Bezpečnost
Zákon č. 183/2006 Sb.	Zákon o územním plánování a stavebním řádu
Zákon č. 185/2001 Sb.	Zákon o odpadech
Zákon č. 254/2001 Sb.	Zákon o vodách
Zákon č. 17/1992 Sb.	Zákon o životním prostředí
Vyhláška č. 262/2000 Sb.,	kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření

Stavební materiály

Ocel – Ocelové záporny z válcovaných nosníků (S235), profil IPE 300, IPE 360

Beton – Betonová směs C8/10 X0 – kořen zápor

Cement – Cementová směs z cementu CEM I/42,5 nebo CEM II/B-S 32,5

Dřevo – Řezivo z jehličnatého dřeva

Návrh strojů a mechanizace

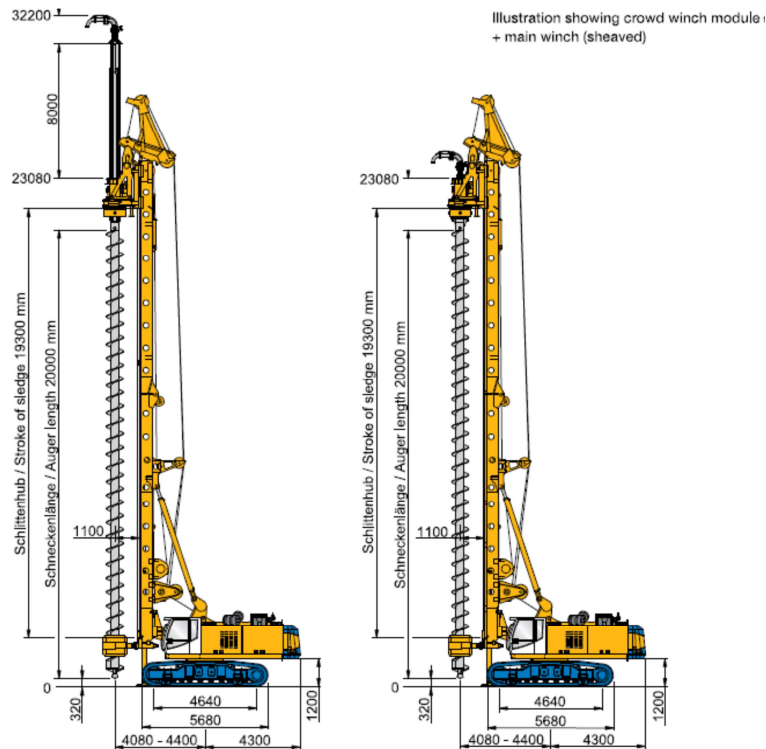
- Mechanizace
 - Velkoprofilová vrtná souprava př. BAUER BG 28 (viz.obr.19)
 - Autojeřáb
 - Rýpadlo-nakladač JCB
 - Nákladní automobily
- Pomůcky a nářadí
 - Zámečnické nářadí
 - Vázací prostředky
 - Nivelační přístroj, lať, pásma, kužel, klíče na šrouby, náhradní součásti vrtných nástrojů, svářečka, osvětlení, lopaty sochory

- Spojovací materiál, sbíječka

Složení pracovní čety

- Širokoprofilové vrtý – vedoucí čety, 1x strojník, 2x vrtař
- Tesaři (výdřevy) – vedoucí čety, 3x dělníci (1četa)

Každý stavebně technický celek by měl k dispozici jednu či dvě čety širokoprofilových vrtů a dvě čety tesařů. Vedoucí pracovník má povinnost vést stavební deník na prováděné práce. [19]



Obr. 19, schéma vrtací soupravy BAUER BG 28, zdroj: BAUER

Pracovní postup

Příprava pracoviště

Pro samotnou realizaci zajištění stavební jámy musí být připraveno oplocení staveniště, předané geodetického bodového pole, zajištění zdroje elektrické energie a vody, zpevněná příjezdová komunikace, vyznačení a ochrana inženýrských sítí v křížení se stavbou, připravená pracovní plocha, nastavení vrtné soupravy na osu vrtu vrtané záporny, kontrola stability pracovní plochy. Před zahájením vrtných prací musí být ověřena úroveň založení sousedních objektů, aby nedošlo k jejichmu poškození nebo narušení stability budovy. V takovém případě musí být práce zastaveny a musí být vyrozuměn projektant stavby. Pro provádění vrtných prací budou provedeny zpevněné manipulační plochy pro pojezd vrtné soupravy. Únosnost manipulační plochy musí být posouzena způsobilou osobou. [19]

Realizace záporového pažení

Vrty pro zápor budou zhotoveny velkoprofilovou vrtnou soupravou pomocí vrtného zařízení. Svislost vrtu v průběhu vrtání průběžně kontroluje vrtmistr dle údajů o poloze vrtné věže. Po odvrtání vrtu záporu na stanovenou hloubku bude dno vrtu očištěno od napadané rozvrtané horniny pomocí vrtného spirálu nebo vrtným hrncem. [19]

Zápor z válcovaných profilů IPE v navržených délkách a profilech budou při manipulaci na staveništi nad vrtem vždy zavěšeny a manipulovány na laně vrátku vrtné soupravy. Toto bude prováděno pracovníkem vrtné soupravy, který musí mít platné vazačské oprávnění. Po osazení ocelového válcovaného profilu bude zahájena betonáž paty záporu betonem C8/10 X0. Ocelové válcované nosníky budou osazeny do vrtů tak, aby horní část v délce 30-50 cm zůstávala nad terénem z důvodu kontroly přesnosti jejich osazení. Při montáži záporu bude průběžně vydáván „Protokol o výrobě záporu“. [19]

Stěny stavební jámy budou po dobu výkopu zajištěny pažením mezi profily zápor dřevěnými vodorovnými pažinami po jednotlivých polích vkládáním mezi stojiny ocelových zápor. Dřevěné pažiny a klínky z různě měkkého dřeva budou provedeny z polohraněného řeziva. Z rubové strany bude proveden zásyp zeminou pro aktivaci horninového tlaku. Zásyp zeminou bude prováděn z vytěžené zeminy na staveništi. Vrchní část pažení bude zasypána rýpadlem a dolní část bude zasypána ručně lopatami. Hutnění bude prováděno ručními hutnicími prostředky po vrstvách tloušťky max. 30 cm. [19]

Tolerance

Výrobní tolerance provádění vrtných záporů jsou určeny v ČSN EN 1536 Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty. [20]

Přesnost provádění vrtu pro záporu

- *Tolerance hloubky vrtu* -100 mm
- *Tolerance průměru vrtu* -20 mm
- *Tolerance sklonu vrtu* 2 %

Přesnost provádění záporu

- *Polohová odchylka v úrovni vrtání* max.100 mm
- *Svislost z délky záporu max.* 1 %
- *Tolerance výrobní délky tyčí* +/- 100 mm
- *Výšková odchylka IPE profilů* +/- 50 mm

Kontrola a převzetí prací

Kvalita používaných materiálů a provedených prací je průběžně kontrolována a sledovaná ve shodě s platnými technickými normami (ČSN EN) s přihlédnutím k požadavkům dokumentace stavby. Použité materiály musí mít atesty, prohlášení o shodě, certifikáty výrobku, zkoušky betonu apod. Převzetí prací se bude provádět pro jednotlivé části a na konci pro celé dílo. Převzetí prací se uskutečňuje převjímacím řízením. [19]

BOZP

Během vrtných prací dohlíží pověřená osoba na dodržování bezpečné vzdálenosti od ústí vrtu a sleduje pohyb osob v pracovním okruhu vrtné soupravy. V pracovním prostoru vrtné soupravy se nesmí pohybovat osoby neseznámené s riziky. Pracovní prostor se rovná 1,5 násobku výšky vrtné soupravy.

Důležité vyhlášky a zákony:

- NV č. 591/2006 Sb.
- NV č. 362/2005 Sb., o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích

Životní prostředí

Zásady ochrany životního prostředí se řídí:

- obecnými právními předpisy: č. 17/1992 Sb., č. 114/1992 Sb., ve znění zákona č. 347/1992 Sb., zákon č. 289/1995 Sb., prováděcí vyhláška č. 395/1992 Sb., zákon č. 244/1992 Sb. ve znění zákona č. 132/2000 Sb. a zákon č. 100/2001 Sb.
- obecnými ustanoveními, ustanoveními stavebního povolení a rozhodnutími ostatních orgánů státní správy
- Po dobu provádění vrtných zápor bude zhotovitel dodržovat ustanovení zákona č. 244/92 Sb. O posuzování vlivu na životní prostředí a bude dále rovněž dodržovat ustanovení zákona č. 309/91 Sb., O ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami, jakož i ustanovení vyhlášky č. 13/97 Sb., O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Zhotovitel bude rovněž v průběhu prací provádět opatření ke snížení prašnosti a dbát o to, aby nedocházelo k ohrožování kvality podzemních vod
- Stroje a zařízení musí být v dobrém technickém stavu, nesmí z nich unikat pohonné hmoty a maziva, nesmí produkovat nadměrné množství výfukových zplodin. Stroje musí být vybaveny zařízením proti nadměrné hlučnosti a prašnosti. Přípustnou hladinu hluku stanovuje stavební povolení podle hygienických předpisů v závislosti na prostředí, v němž se práce provádějí. Protihluková a protiprachová zařízení nesmí být vyřazena z

činnosti. Vozidla vyjíždějící na veřejná prostranství a komunikace musí být řádně očištěna. [19]

Odpady

Všichni zúčastnění pracovníci musí nakládat s odpady vznikajícími při stavební činnosti v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb., O odpadech, ve znění pozdějších předpisů. Skládkování výkopku a dalších odpadů vzniklých při výrobě pilot a podzemních stěn se řídí obecnými právními předpisy (zákon 185/2001 Sb., ČSN 838030). [19]

Kategorizace odpadu se provádí podle Vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb., nakládání s odpady se řídí Vyhláškou MŽP č. 383/2001 Sb. v platných zněních. Na skládky se ukládá pouze odpad, který již nelze jinak využít. [19]

Legislativa:

- Zákon č. 185/2001 Sb. O odpadech, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 383/2001 Sb. O podrobnostech nakládání s odpady.
- Zákon č. 477/2001 Sb. O obalech, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 376/2001 Sb. O hodnocení nebezpečných vlastností odpadů

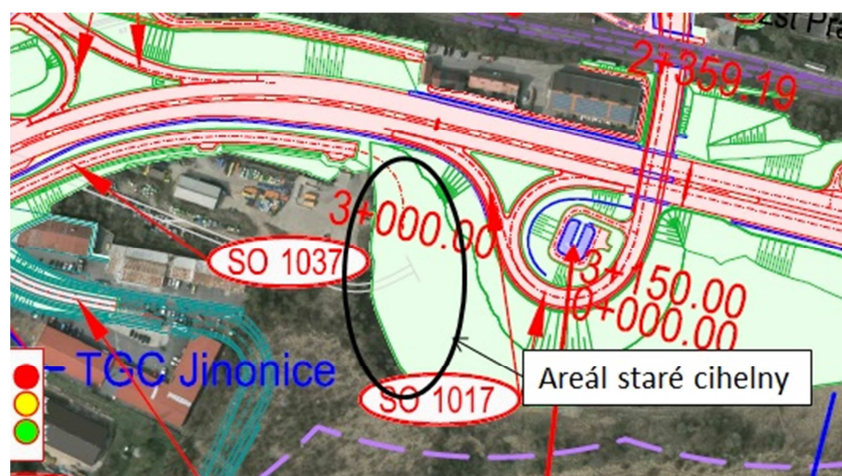
PROSTOROVÁ STRUKTURA

Hlavním řešeným problémem této kapitoly je variantní srovnání logistického systému odvozu zeminy (rubaniny) ze staveniště, a to z pohledu prostorového, technického, technologického a ekonomického. Jelikož se jedná velké množství přepravované zeminy či horniny, není možné rubaninu na stálo ukládat v rámci stavby či v jejím okolí. Je ovšem možné využít určitá místa pro ukládání násypy a budoucí modelaci území v rámci stavby Radlická radiála.



Obr. 20, prostor pro budoucí městský park, zdroj: Pudis

Na obrázku č. 20 je znázorněn jeden z prostorů pro stálou ukládku zeminy přímo na staveništi. Na tomto místě je plánován městský park, z navezené zeminy se budou modelovat různé úrovně tohoto zeleného pásu. Dalším možným uvažovaným místem, kde by se dalo ukládat relativně větší množství rubaniny je prostor staré cihelny v Jinonicích.



Obr. 21, prostor staré cihelny Jinonice, zdroj: Pudis

Na variantním místě pro uložení zeminy u staré cihelny (obr. 21) je ovšem komplikací to, že tento prostor by měla protínat staveništní komunikace pro dopravu nákladních aut z tunelu Radlice na překladiště zeminy na vlakovou dopravu a v tomto prostoru se rovněž nachází funkční betonárka. Tyto prostory ovšem vyplní poměrně malou část ukládky vytěžené rubaniny. Větší část rubaniny je nutné odvést na skládky, které jsou k ukládání zeminy určené a mají na tuto činnost oprávnění.

Prostorové a technologické variantní řešení logistického systému

Výběr druhu dopravního systému odvozu rubaniny ze staveniště výrazně ovlivňuje návrh a výběr prostorů pro zařízení staveniště. Hlavně místa pro překladiště rubaniny, deponie a mezideponie rubaniny. Součástí prostorového a technologického řešení je i návrh optimálních dopravních cest materiálu a to jak mimo-staveništních, tak i vnitro-staveništních. V této části jsou variantně uvedeny možnosti dopravy odvozu rubaniny ze staveniště s ohledem na prostorové řešení staveniště. Pro efektivní odvoz rubaniny na skládku zeminy jsou možné tyto druhy dopravy:

- A. Železniční doprava
- B. Automobilová doprava
- C. Lodní doprava
- D. Kombinace vlaková + automobilová doprava
- E. Kombinace lodní + automobilová doprava

A) Železniční doprava

Varianta železniční dopravy odvozu rubaniny je preferovaná ze strany objednatele. Ovšem má své limity, hlavně co se týče železniční sítě. Pro efektivní využití této varianty by bylo třeba odvážet zeminu na skládku, která není příliš vzdálená od Prahy (cca do 50km a má svojí železniční vlečku). Najít skládku, která splňuje tyto kritéria, není v době kdy se spíš skládky zanikají (hlavně v okolí Prahy), jednoduché.

Výhody železniční dopravy:

- Odvoz většího množství zeminy na jeden cyklus,
- Ekologická varianta dopravy,
- Rychlost dopravy,
- Zajištění odvozu jedním dodavatelem až na místo určení (v případě železniční vlečky)
- Možnost využití blízkých vlakových nádraží,
- Teoretická možnost využití depa Praha-Smíchov pro údržbu mechanizace, což by znamenalo ušetření prostoru ve staveništi.

Nevýhody železniční dopravy:

- Úzká železniční síť napojená na skládky zeminy,
- V případě nedostupnosti železniční vlečky v areálu skládky, nutnost překládky zeminy
- Stavební úpravy železničních stanic pro potřeby překládky,
- V případě nakládky ze stanice Praha-Smíchov, velmi omezený prostor pro mezideponie a manipulaci s rubaninou,
- Nutné využití automobilové dopravy pro vnitro-staveništní dopravu rubaniny na překladiště,
- V případě vlivu počasí na železniční trasu (neprůjezdnost trati) vzniká problém s náhradní dopravní trasou.

Z tohoto srovnání je patrné, že železniční doprava má výhodu v efektivnosti odvozu zeminy. Je možné naložit a odvést v jeden moment poměrně velké množství rubaniny, s tím, že dopravní trasa bude plynulá a nebudou vznikat časové prodlevy z důvodu dopravní zácpy (s výjimkou možných přírodních vlivů). Avšak pokud nastane případ, že železniční trasa nebude z nějakých důvodů průjezdná, vzniká problém s nalezením náhradní trasy a s největší pravděpodobností by musela být doprava zajištěna pomocí nákladních automobilů. Jako velké plus železniční dopravy, a zvláště v případě Radlické radiály, která protíná velké městské zástavby Prahy 5 a Prahy 13 (jihozápadní město, Radlice, Jinonice), je ekologičnost dopravy. Jedním z důvodů je, že již tak hustá automobilová doprava v této oblasti nebude zvýšena o velký počet nákladních automobilů. S tím je samozřejmě spojené menší množství emisí výfukových plynů. Jako jedna z největších nevýhod železniční dopravy je velké množství překládek rubaniny a tím spíše, pokud nebude možnost využít železniční vlečku.

Pro využití železniční dopravy se nabízí na nakládku zeminy na vlak tři vlaková nádraží a to Praha-Jinonice, Praha-Smíchov a Praha-Zličín. Výběr nádraží závisí na způsobu ražby tunelu Radlice popřípadě dopravy zeminy na nádraží a možnost zařízení plochy pro mezideponie a staveništní techniku.

Umístění hlavního překladiště rubaniny

Pro celý systém zařízení stavenišť a vnitro-staveništní dopravy je klíčové umístění hlavního překladiště rubaniny na vlak. V případě použití vlakové dopravy by pak vznikl centrální prostor, kam by se pak svážela veškerá rubanina. Jak již bylo zmíněno, taková místa možná pro umístění hlavního překladiště jsou dvě a to nádraží Praha-Smíchov a stanice Praha-Jinonice.

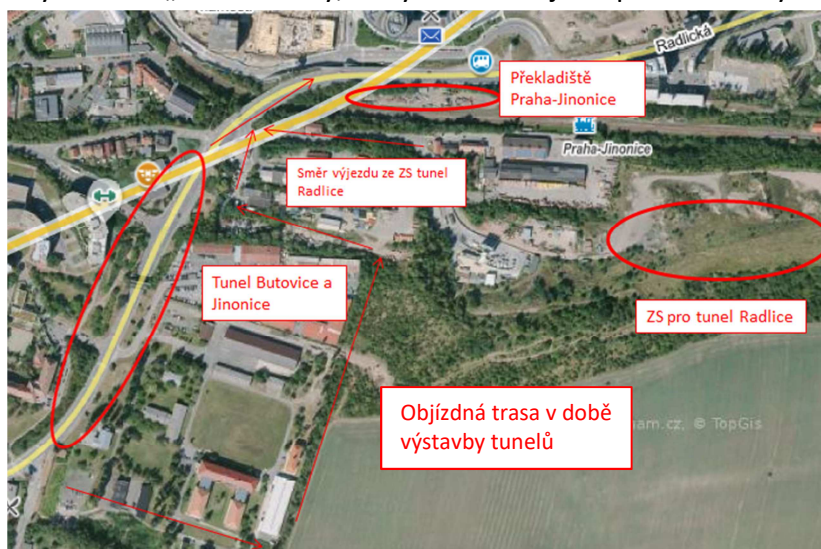
Překladiště Praha-Jinonice

Využití železniční stanice Praha-Jinonice jako hlavního překladiště (viz.obr.22) pro nakládku rubaniny na nákladní vlak je výhodné zejména při „horním“ způsobu ražby tunelu Radlice. Výhody hlavního překladiště Praha-Jinonice:

- Poloha překladiště vzhledem k poloze tunelů Radlice, Jinonice a Butovice.
- V blízkosti překladiště se nacházejí velké plochy pro zařízení staveniště. Nevznikal by zde problém s prostorem pro mezideponie rubaniny, manipulace pro nakládání rubaniny na nákladní auta, parkování staveništní mechanizace, údržbu staveništní mechanizace.
- Dostatečné místo pro nakládku rubaniny na nákladní vlak v prostoru překladiště.

Nevýhody hlavního překladiště Praha-Jinonice:

- Zásadní nevýhoda umístění hlavního překladiště v Jinonicích je ve způsobu ražby tunelu Radlice. „Horní“ ražba vedená z Radlic směrem na Zlíchov je technicky náročnější na čerpání podzemní vody. Je zde nebezpečí „zatopení“ čelby tunelu, při návrtu přítoku. Tudíž hrozí zpomalení prací. Podmínkou pro využití „horního“ způsobu ražby je budování usazovacích jímek a používání výkonných čerpadel. Čerpání vody by bylo velmi ekonomicky náročné. Jílovité břidlice, které se vyskytují ve vrchní části tunelu, v kontaktu s vodou bobtnají. To by mohlo způsobit problémy při provádění sekundárního ostění.
- Dále zde hrozí, při horní ražbě, uvolnění stojícího staveništního mechanismu v tunelu.
- Stávající infrastruktura není ve vhodném stavu, musela by být zajištěna dostavba a rekonstrukce kolejiště
- Nutný souhlas „třetí“ strany, nevyřešené majetkoprávní vztahy

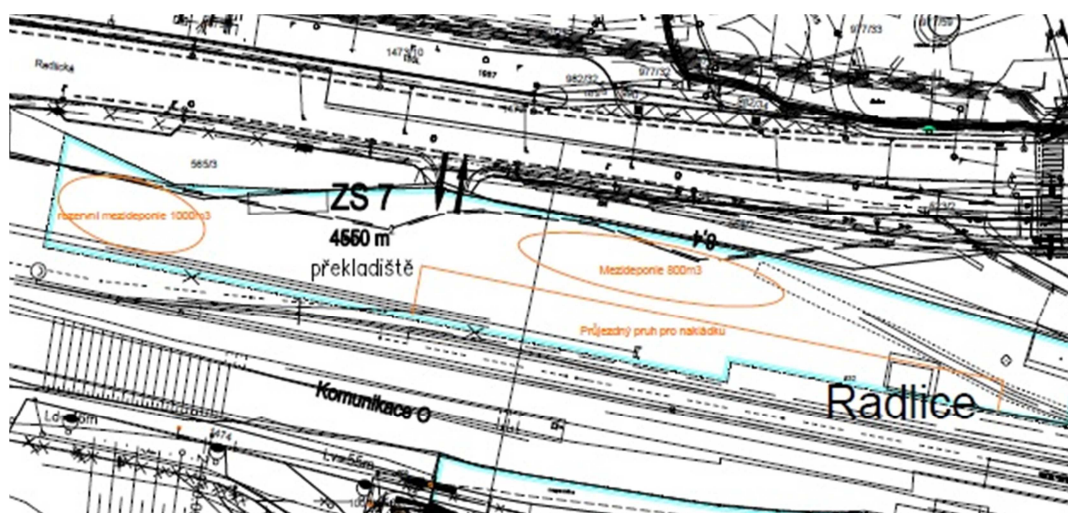


Obr. 22, prostorové uspořádání překladiště vzhledem k tunelovým objektům

Způsob nakládky zeminy – překladiště Praha-Jinonice

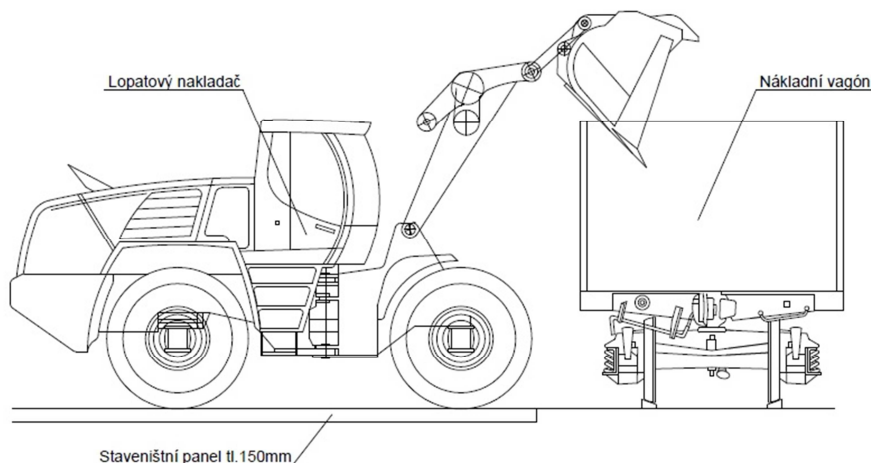
Nakládku zeminy z mezideponie na překladišti Praha-Jinonice na nákladní vlak (vagón), lze zajistit více způsoby. Jednotlivé způsoby nakládky zeminy se od sebe liší časovou náročností nakládky, technologickou náročností na vybudování, ekonomickou náročností na pořízení a údržbu a potřebou způsobu nakládky na prostor. Způsoby nakládky zeminy na železniční vlak:

- Pomocí lopatového nakladače – z jednotlivých způsobů je tento časově nejnáročnější, jelikož je nutná překládka zeminy. Výhodou je, že nejsou nutná téměř žádná stavební opatření. Plocha, kde by probíhala nakládka z mezideponie na vlak by musela být zarovnána a zpevněna, např. stavebními panely. Nevýhodou je nutnost zajištění prostoru pro mezideponii rubaniny v místě překladiště Praha-Jinonice.



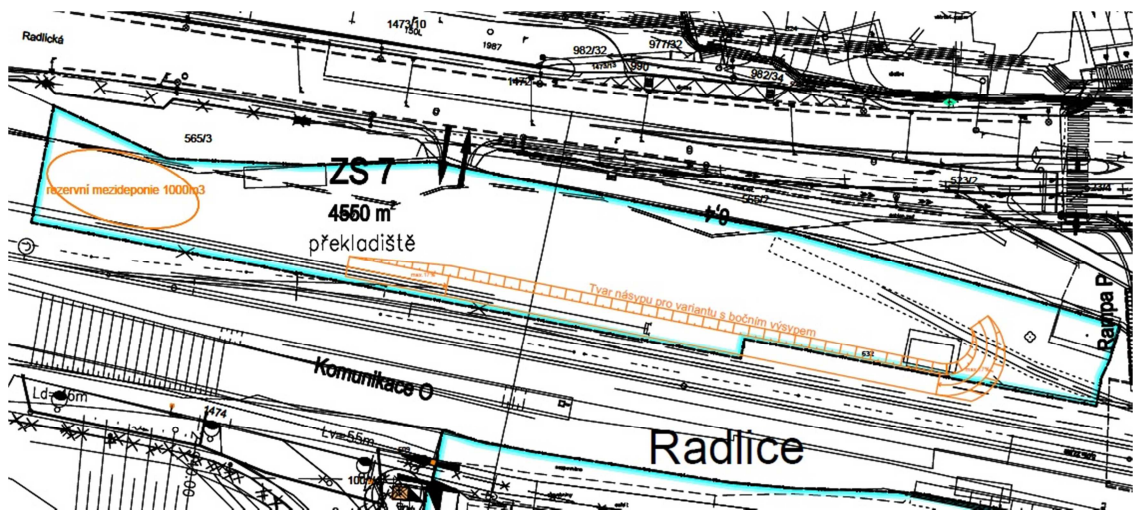
Obr. 23, prostorové uspořádání překladiště-lopátový nakladač, zdroj: Pudis

Ze schématu překladiště (obr. 23) je vidět, že je nutné zajistit průjezdny pruh pro lopátový nakladač. Prostor překladiště je nyní využíván jako skládka odpadu a proto je již velká část překladiště vypanelována. Nákladní automobil nacouvá k mezideponii, kde vysype rubaninu, kterou následně nabere lopátový nakladač a vysype do nákladního vlaku.

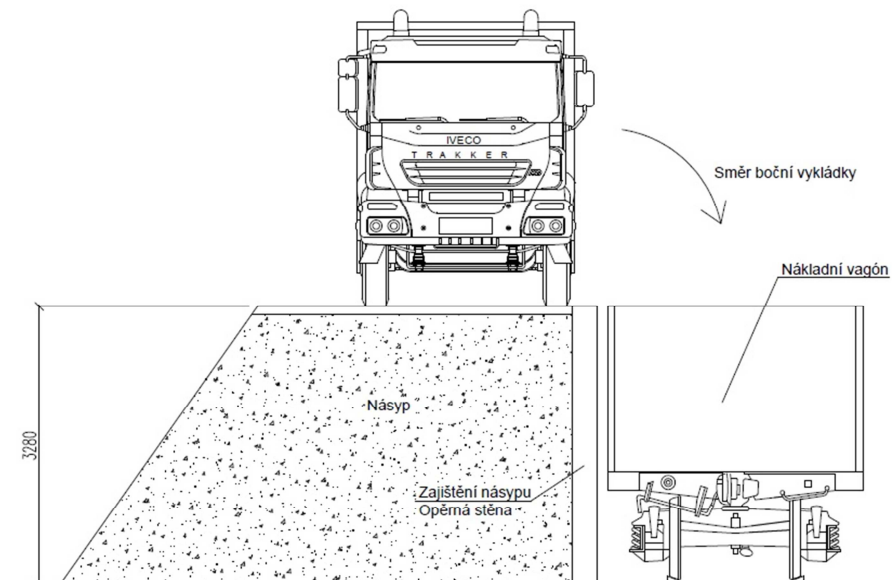


Obr. 24, postavení nakladače při nkládce

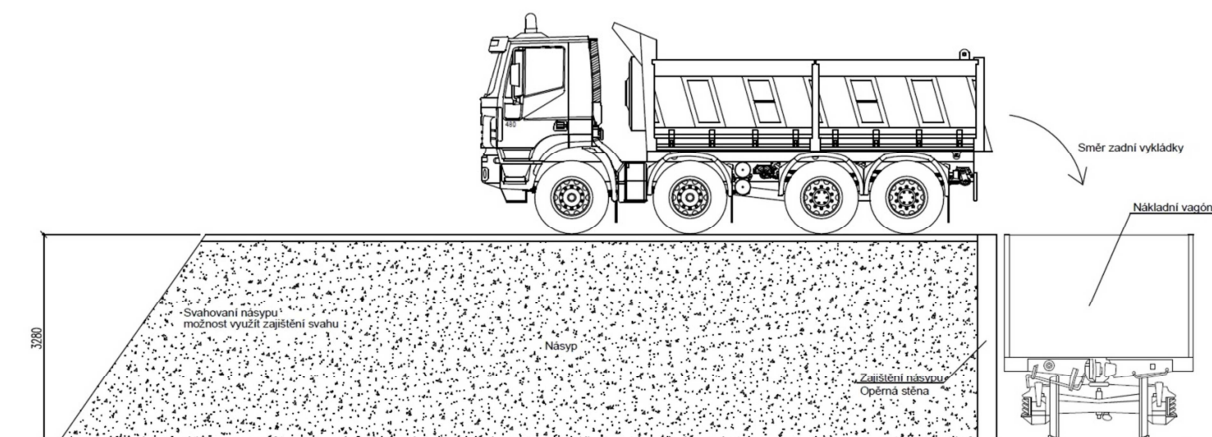
- Nakládka přímo z nákladního automobilu do vagónu – hlavní výhodou je úspora času, není třeba překládka rubaniny. K možnému použití tohoto způsobu je ale nutné vybudovat násyp pro pozici nákladních aut. Násyp by měl být po vrstvách řádně hutněn a vrchní část zpevněna panelem či šterkem. Násyp bude, na straně vykládky zajištěn opěrnou stěnou (či záporami) proti sesunutí zeminy. Na druhé straně bude násyp svahovaný či opět zajištěn opěrnou stěnou. Vykládka z nákladních aut je možná buď bočním výsypem nebo zadním výsypem. Dle druhu výsypu, se určí, jaké množství zeminy bude třeba na vybudování násypu.



Obr. 25, prostorové uspořádání překladiště při tvaru násypu pro boční vykládku zeminy, zdroj: Pudis



Obr.26, varianta bočního výsypu rubaniny



Obr. 27, varianta zadního výsypu rubaniny

Z uvedených schémat je jasné, že varianta zadního výsypu, u kterého je potřeba prostor pro otočení nákladního automobilu, bude prostorově a materiálově náročnější.

Shrnutí potřeby materiálů na vybudování násypu pro vykládku rubaniny ve variantách s boční a zadní výsypkou, je uvedeno v tabulce č. 2.

Výkaz výměr pro těleso vykládky zeminy		
<i>Varianta bočního výsypu</i>		
Položka	MJ	Množství
Násyp	m3	1863,8
Opěrná stěna - ZTR	m2	312,0
Staveništní panely	m2	488,2
<i>Varianta zadního výsypu</i>		
Položka	MJ	Množství
Násyp	m3	4451,6
Opěrná stěna - ZTR	m2	312,0
Staveništní panely	m2	1299,3

Tab. č. 2, výkaz výměr – násyp pro překládku rubaniny

Z tabulky je patrné, že největší ekonomický rozdíl bude dělat dodávka a montáž panelů. Při předpokladu, že dodávka a montáž panelů bude stát 1400 Kč/m², tak vychází varianta se zadním výsypem o **1 136 000 Kč** více oproti variantě s bočním výsypem. Z hlediska úspor by bylo žádoucí přepoužít stávající panely. Je však možná změna materiálu povrchu násypu, či kombinace materiálů. Zemina potřebná pro násyp bude dodána ze stavby.

- Nakládka zeminy na nákladní vlak pomocí pásového dopravníku – je možné využít mobilní či statický dopravník. V případě statického by musel vlak při nakládce popojíždět dle potřeby. Efektivnější je použití mobilního pásového dopravníku s násypkou. Je to plynulý způsob překládky rubaniny, který nepotřebuje zřízení mezideponie. Odpadá tedy překládka další mechanizací (nakladač, rýpadlo-nakladač).



Obr. 28 mobilní pásový dopravník na pásovém podvozku, zdroj: hyperinzerce.cz

- WoodTainer-systém – tato poměrně nová technologie využívá kombinaci kontejnerových nákladních vagónů a kontejnerového vozu. Ze všech systémů je neefektivnější na přípravu území, jelikož zpevněná panelová cesta již na překladiště je vyhotovena. Výhodnější je tato metoda spíše při překládce rubaniny z vlaku na nákladní automobil. Velikost a konstrukce kontejnerů se dá dle potřeby upravit. (obr. 29, obr. 30) [13]



Obr. 29 vykládka kontejneru za nákladního vlaku, Obr.30 speciální kontejnerové vagóny, zdroj: ČD Cargo

Překladiště Praha-Smíchov

Využití hlavního překladiště v prostoru železničního nádraží Praha-Smíchov se nabízí v případě ražení tunelu Radlice „dolním“ směrem ze Zlíchova. Výhody hlavního překladiště Praha-Smíchov:

- Možnost nakládky na větším nádraží s dostatečnou kapacitou a zázemím
- Ražba prováděna „dolním“ směrem či kombinací směrů. Výhodné z hlediska čerpání podzemní vody
- Využití stávajícího zařízení staveniště z ražby průzkumné štoly radlické radiály

- Možnost využití prostoru nádraží pro údržbu mechanizace.

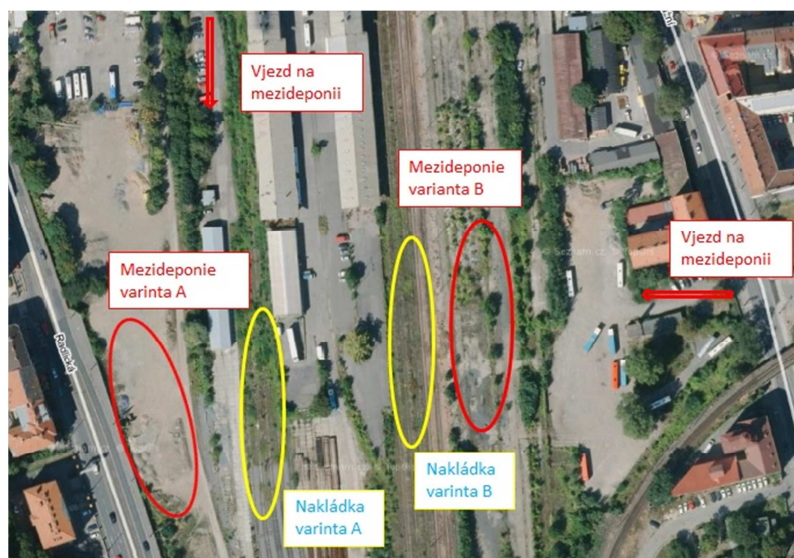
Nevýhody hlavního překladiště Praha-Smíchov:

- Velmi limitující prostor zařízení staveniště u „dolní ražby“
- Omezení ve stavebních úpravách ohledně způsobu nakládky rubaniny, z toho vyplývá i menší možnosti ve volbě způsobu nakládky
- Nutnost překládky materiálu
- Složité majetkoprávní vztahy vzhledem k zařízení staveniště. Pokud by mělo vzniknout řádné a provozuschopné zařízení staveniště jsou nutné demolicе stávajících budov (ulice Ke sklárně).
- Velmi hustá automobilová doprava v okolí zařízení staveniště a trasy na překladiště
- Pravděpodobná přestavba nádraží do dvou let a nemožnost využití nádraží pro nákladní dopravu.

Způsob nakládky zeminy – překladiště Praha-Smíchov

Možnosti způsobu nakládky jsou zde omezené. Není možné zde budovat nájezdové násypy. To znamená, že nakládka na nákladní vlak nelze provést přímo z nákladního automobilu a je tedy nutné vybudování mezideponie v prostoru vlakového nádraží popřípadě využití pásového dopravníku, který je zásobován přímo z nákladního automobilu (viz. obr.31). Možnosti způsobu překládky zeminy na nákladní vlak:

- Nakládka lopatovým kolovým nakladačem – platí to samé jako u překladiště Praha-Jinonice. Povrch je již zpevněný a není třeba ho více upravovat. V prostoru překladiště je dostatek místa pro mezideponie rubaniny.
- Nakládka zeminy na nákladní vlak pomocí pásového dopravníku
- Nakládka rubaniny pásovým dopravníkem přímo ze zařízení staveniště ZS12



Obr. 31 Prostorové uspořádání překladiště Praha-Smíchov

Překladiště Praha-Zličín

Vzhledem k majetkoprávním nejasnostem či nevhodném stavu infrastruktury předchozích překladišť, je potřeba počítat i s řešením překladiště v železniční stanici Praha-Zličín. Překladiště Praha-Zličín je momentálně připraveno pro zajištění překládky rubaniny, infrastruktura je ve vyhovujícím stavu.

Výhody překladiště Praha-Zličín:

- Vyhovující stav infrastruktury překladiště, pouze menší úpravy.
- Možnost využití meziskládky v areálu nádraží

Nevýhody překladiště Praha-Zličín

- Délka kolejiště pro nakládku pouze 150 m, nutnost přestavování vagonů.
- Časově náročnější nakládka.
- Nejvzdálenější překladiště od stavby, větší vzdálenosti pro automobilovou dopravu.
- Automobilová doprava by musela rubaninu přepravovat přes sídliště Praha-Řepy.
- Zatížení dopravou hustě osídlených oblastí.
- V blízkosti nejsou plochy pro meziskládky pouze pro účely stavby Radlické radiály.

Způsob nakládky zeminy – překladiště Praha-Zličín

Prostor pro nakládku je omezený, to znamená, že není možné přímo u místa nakládky skladovat větší množství rubaniny. Povrch je zde zpevněný a není třeba jej více upravovat. Úpravy by se týkaly pouze vjezdu do prostoru překladiště. Nakládka by byla závislá na délce kolejiště a tím nutnost přestavování vagonů. Možnosti nakládky jsou stejné jako v předchozích případech:

- Nakládka lopatovým kolovým nakladačem.
- Nakládka zeminy na nákladní vlak pomocí pásového dopravníku – přestavování vagonů či pojezd vlaku.
- WoodTainer-systém – nákladné

Místo vykládky a uložení rubaniny

V této době není mnoho skládek zeminy, které jsou schopné pojmout takové množství zeminy. Pro variantu dopravy zeminy nákladním vlakem je navíc zcela klíčové dostupnost vhodné železniční stanice z hlediska dostatku prostoru pro manipulaci se zeminou, dopravní dostupnosti k vlakovému nádraží a z vlakového

nádraží na skládku. Nejvhodnějším způsobem by bylo dopravovat zeminu vlakem až přímo do areálu skládky zeminy.

Po provedení průzkumu skládek zeminy, které jsou v provozu a pojmu potřebný objem zeminy a je zde možná doprava zeminy vlakem či efektivní kombinací vlakové a automobilové dopravy, byla jako nejvhodnější vybrána skládka v Rynholci, vzdálená cca 38 km od staveniště. Pro vyložení rubaniny jsou v tomto případě možné tři místa a to tyto:

- Železniční stanice Stochov
- Železniční stanice Kamenné Žehrovice
- Areál skládky Rynholec – železniční vlečka

Železniční stanice Stochov

Nachází se zhruba 32 km od staveniště a dalších 5 km od skládky Rynholec. Doprava zeminy ze Stochova na skládku by byla zajištěna nákladními automobily.



Obr. 32, dopravní trasa Překladiště Stochov – Skládka Rynholec

Výhodou je příznivá poloha překladiště vzhledem k silnici II. třídy č. 236, která obec Lány objíždí. Na celé trase tedy neprojíždí nákladní automobil zastavěným územím, s výjimkou zhruba 300metrového úseku v obci Stochov-Slovanka. Je to nejbližší možné místo pro překládku rubaniny, doba jízdy nákladního automobilu z překladiště na skládku je 6 minut. Příznivé pro vybudování překladiště je možnost stavebních úprav. Na této straně železniční stanice není žádná zástavba. Zástavbu rodinných domů a možného překladiště dělí kolejiště a pás zeleně.



Obr. 33, návrh umístění překladiště Stochov

Železniční stanice Stochov (viz.obr.33) je již jako překladiště rubaniny vyzkoušena, je tady dostatek místa pro manipulaci s mechanizací a je i možno použít nákladní automobily s návěsy pro větší efektivitu dopravy materiálu. Nevýhoda je samozřejmě to, že je nutná samotná další překládka materiálu, což značí velkou ekonomickou zátěž.

Železniční stanice Kamenné Žehrovice

Uvažované překladiště Kamenné Žehrovice je vzdálené asi 25 km od staveniště a dalších 10 km na skládku v Rynholci (viz obr.34). Doprava rubaniny z překladiště na skládku by byla opět zajištěna nákladními automobily.



Obr. 34, dopravní trasa překladiště Kamenné Žehrovice – Rynholec

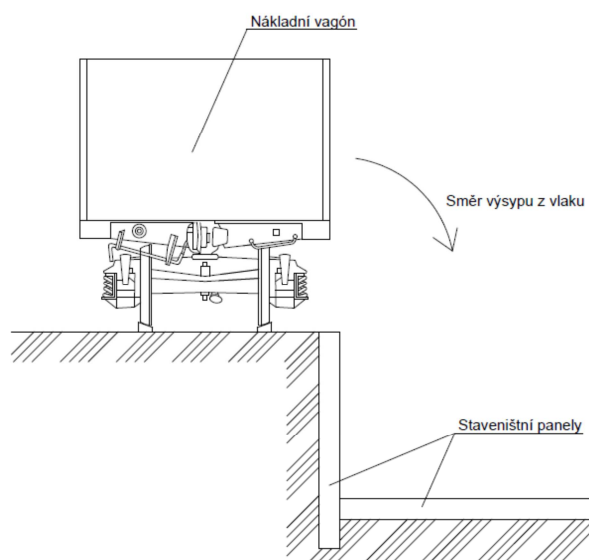
Oproti překladišti ve Stochově, trvá cesta nákladního automobilu z překladiště na skládku cca 13 min. (dvojnásobek oproti Stochov-Rynholec). Dopravní trasa je problematická vzhledem k protnutí obce Tuchlovice a Srby. Druhá polovina trasy kopíruje trasu Stochov-Rynholec a je vzhledem k zastavěnému území bez problému. Stejně jako v železniční stanici Stochov, tak i v Kamenných Žehrovicích byly realizovány překládky syvkých materiálů. Výhodou oproti překladišti Stochov jsou větší prostorové možnosti a již vyhotovená příjezdová komunikace. Železniční stanice je poměrně dost vzdálená od nejbližších obcí Srby a Kamenné Žehrovice.



Obr. 35, návrh umístění překladiště Kamenné Žehrovice
Způsob vykládky v překladištích

Možnosti vykládky rubaniny v překladištích Stochov a Kamenné Žehrovice jsou v určeném prostoru tyto:

- Výsypné železniční vagóny – před samotnou vykládkou je potřeba vytvořit zářez, do kterého bude rubanina vysypána. Zářez bude zajištěn proti sesunutí staveništními panely či opěrnou stěnou a bude zpevněna plocha, kam je rubanina vysypána. Nakládka může být prováděna pomocí lopatového nakladače či pásového dopravníku. Nevýhodou toho systému může být lepkavost rubaniny na stěny vagónu při přepravě jílovitých materiálů. Zvláště pokud bude přepravována jílovitá břidlice, ze které se stane po styku s vodou lepkavá hmota, musí být následně vagóny očištěny. To přináší opět zátěž ekonomickou, časovou a technologickou.



Obr. 36, schéma výsypu rubaniny na překladišti

- Woodtainer systém – systém Innofreight – Využití speciálních výsypných kontejnerů, které využívají vyprazdňování pomocí překladačů s otočným systémem. Nejsou zde potřeba žádné stavební úpravy. Objem jednoho kontejneru je 45m³. Výhodou tohoto systému je rychlost vykládky, flexibilita

systému a kladný vliv na ekologii. Nevýhodou jsou poměrně vysoké pořizovací náklady. [13]

Vykládka rubaniny přímo v areálu skládky

Při použití železniční dopravy jako primárního systému odvozu rubaniny ze stavby radlické radiály, by ideálním řešením vykládky bylo využití železniční vlečky přímo v areálu skládky Rynholec (viz obr.37). Odpadla by tedy jedna překládka rubaniny a to znamená úsporu čas a nákladů.



Obr. 37, areál skládky Rynholec s vyznačenými místy pro vjezd dopravních prostředků

Momentálně není železniční vlečka v areálu skládky Rynholec připravena na přísun takového objemu rubaniny. Byly by třeba určité stavební úpravy kolejiště a modernizace vozového parku (lokotraktory atd.). Dále by bylo třeba vybudovat výsypné místo dle vybraného typu vagónů. Při výběru vlakové dopravy k přepravě rubaniny ze staveniště by při určitých stavebních úpravách mohla být železniční vlečka k dispozici. Vedení skládky prozatím o modernizaci vlečky neuvažuje, ale ve spolupráci vedení skládky s objednatelem projektu by mohla být vlečka uvedena do provozu, což by bylo výhodné pro obě strany. Objednavateli by nevznikly náklady z důvodu překládky rubaniny z nákladního vlaku na nákladní automobil a s tím spojené nutné náklady na stavební úpravy překladiště. V rámci skládky bude rubanina přepravována velkoobjemovými dempry.

B) Automobilová doprava

Nejrozšířenější nákladní dopravou rubaniny v této době je automobilová doprava. Musíme si uvědomit, že stavba prochází skrz více městských čtvrtí (Radlice, Jinonice, Nové Butovice, Stodůlky), které jsou hustě zabydlené. Pro staveništní dopravu není ideální transportovat rubaninu městskou zástavbou s ohledem na hustotu dopravy a ekologii v obydlených částech. S tím je spojená i nutnost vybudování čistících míst pro nákladní automobily vyjíždějící ze stavenišť či meziskládek. Při větším počtu

strojů vzniká také potřeba zajistit místo pro jejich parkování, údržbu a zázemí pro pracovníky.

Oproti železniční dopravě má výhodu v univerzálnosti a flexibilitě. Jestliže, nebude železniční trasa v provozu (např. klimatické podmínky), je velmi obtížné ne-li nereálné najít náhradní trasu pro nákladní vlak či jinou skládku s vlečkou. V tom je výhodnější silniční síť, která je mnohem rozšířenější a není takový problém navrhnout náhradní trasy, rozhodně je to méně ekonomicky náročné. Automobilová doprava bude v systému logistiky dopravy rubaniny na radlické radiále zastoupená vždy, ať se bude jednat o dopravu primární či sekundární. Při primární dopravě nákladním vlak či lodí bude vždy zapotřebí dostat rubaninu k danému prostředku na překladiště. Doprava rubaniny v rámci vnitro-staveništní bude vždy zajištěna pomocí nákladních automobilů.

Používané typy nákladních aut:

- Jednostranný sklápěč 8x8 – objem korby 18 m³[16]
- Třístranný sklápěč 6x6 – objem korby 12 m³[16]
- K jednotlivým typům je možno napojit návěs, který zvýší objem odvezené rubaniny



*Obr. 38, jednostranný sklápěč 8x8 Tatra, Obr. 18, třístranný sklápěč Tatra, Zdroj: Tatra[16]
Výhody nákladní automobilové dopravy:*

- Flexibilita – možnost změny dopravní trasy
- Automobilová doprava není fixovaná na jednu či dvě skládky, je možno využívat více skladovacích míst.
- Odpadající nutnost překládky materiálu v rámci vnitro-staveništní dopravy. V rámci staveniště není jedno hlavní překladiště, ale vychází se z meziskládek, které jsou rozprostřeny po jednotlivých stavebních celcích.
- Možnost využití návěsů pro zvýšení kapacity nákladních automobilů
- Hustá silniční síť

- Na rozdíl od železniční a lodní dopravy není potřeba na trase stavenišť-skládka překládka rubaniny. To má samozřejmě pozitivní vliv na čas a ekonomickou náročnost přepravy.

Nevýhody nákladní automobilové dopravy:

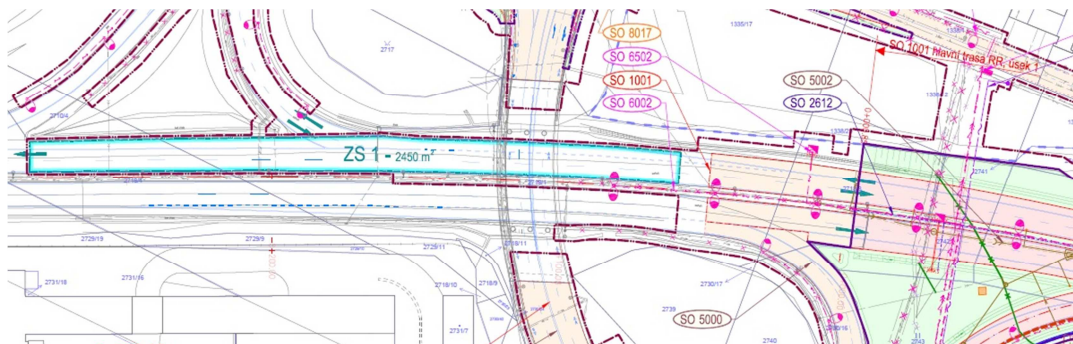
- Potřeba nasazení velkého množství automobilů.
- Náklady spojené s údržbou.
- Zhuštění automobilové dopravy v již frekventovaných městských částech.
- Ekologická zátěž – emise.
- Nedostatek skládek v bezprostředním okolí Prahy.
- Prostorově náročný systém na parkování přepravních mechanismů.
- Oproti železniční a lodní dopravě přepraví na jednu nakládku mnohem méně rubaniny.
- Velká spotřeba nafty, neekologické palivo.
- Nutné čištění vozů před nájezdem na veřejnou komunikaci od zeminy (zvláště v deštivém počasí) a čištění znečištěných veřejných komunikací kropícími vozy.

Meziskládky pro automobilovou dopravu

U železniční dopravy by bylo využíváno jedno nebo dvě hlavní překladiště, které připadají v úvahu (Praha – Jinonice, Praha – Smíchov). Na tyto překladiště by se odvážela rubanina ze všech částí radlické radiály. U automobilové dopravy bude využíváno více meziskládek, ze kterých bude doprava vedena přímo na cílovou skládku.

Meziskládky ZS1

Nachází se hned na začátku stavby a navazuje na Rozvadovskou spojku. Meziskládky ZS1 bude sloužit pro dočasné uložení nákladů, které jsou pod silnicemi ve vrstvě zhruba 2m. Veškerá náklad je pro stavební účely bezcenná, a proto bude odvezena pryč ze stavby. Přes meziskládky ZS1 se bude automobilová doprava napojovat na veřejnou komunikaci a proto bude muset být součástí ZS1 i čistící místo pro nákladní automobily a odvodnění tohoto místa. Plocha ZS1 je 2450 m². Minimálně jeden pruh musí být volný pro průjezd nákladních automobilů, což má za následek limitující manipulační možnosti mechanizace.



Obr. 39, umístění meziskládky ZS1, zdroj: Pudis

Meziskládky ZS2

Plocha určená pro zařízení staveniště má plochu 5420 m². Je umístěná 1 km od ZS1 (od staničení 0,000). Meziskládky má výhodnou polohu vzhledem k plánovanému městskému parku, kam bude navezena zemina ze stavby. Je zde dostatečný prostor pro manipulaci s mechanismy. Nákladní automobil bude vyjíždět z meziskládky ZS2 (obr.40) na staveništní komunikaci a přes ZS1, kde bude očištěno, na veřejnou komunikaci. Stejně jako v případě ZS1 i zde bude hlavně uložena navážka, která je pod budoucími komunikacemi. Bude navrženo místo pro podsypy vozovek. Na podsypy vozovek bude využita, pokud to bude možné, rubanina vytěžená z výkopových prací tunelových objektů.



Obr. 40, umístění meziskládky ZS2, zdroj: Pudis

Meziskládky ZS3, ZS4, ZS4a, ZS5

Všechny tyto potenciální meziskládky jsou situovány v centrální části radlické radiály, před hloubenými tunely. Jsou poměrně blízko u sebe a je možné je využít i jako meziskládky pro hloubené tunely, jelikož u těch se nám ploch pro meziskládky nedostává.

Nyní se na těchto plochách, zejména na ZS4 a ZS5 (obr. 41), vyskytují stávající objekty určené k demolici. V první fázi budou tedy tyto prostory určené k odvozu staveništní sutě a posléze bude probíhat příprava ploch pro potenciální meziskládky.



Obr. 41, umístění meziskládek ZS3-ZS5, zdroj: Pudis

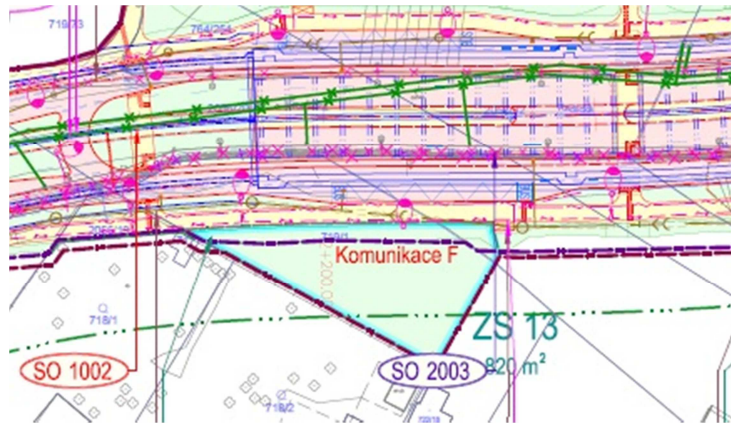
Možné využití je u jednotlivých ploch různé, záleží na velikosti prostoru, jeho přístupu na staveništní komunikaci a veřejnou komunikaci, zasíťování zařízení staveniště a tvaru plochy.

Možné využití jednotlivých zařízení staveniště:

- ZS3 – plocha má trojúhelníkový tvar, celý prostor se bude dát těžko efektivně využít dle jeho tvaru. Nabízí se zde využití pro meziskládku budoucích násypů pod vozovku v této části RR.
- ZS4a – dostatečně velký prostor pro skladování většího množství rubaniny. Je zde možnost skladovat rubaninu určenou pro vývoz na skládku zvlášť s rubaninou, co bude možné použít na zpětné zásypy či podsypy vozovky. To se týká hlavně rubaniny z hloubených tunelů Butovice a Jinonice.
- ZS4 – podobná velikost plochy jako u ZS3, je možné využívat plochu jako meziskládku pro podsypy vozovky či rubaniny určené k vývozu na skládku z této části RR.
- ZS5 – nedostatečná plocha pro efektivní využití za účelem meziskládky. Je zde možné umístit strojní mechanismy, popřípadě část buňkoviště.

Meziskládky ZS13

U hloubených tunelů Butovice a Jinonice se v bezprostřední blízkosti nachází pouze jedno místo určené k zařízení staveniště a to ZS13 (obr.42). Navíc tato plocha je nevyužitelná jako meziskládky materiálu. Její půdorysná plocha ani tvar nejsou pro tyto účely vhodné. Plocha se může využít jako parkovací prostory, buňkoviště nebo skladovací buňky.



Obr. 42 umístění ZS13, zdroj: Pudis

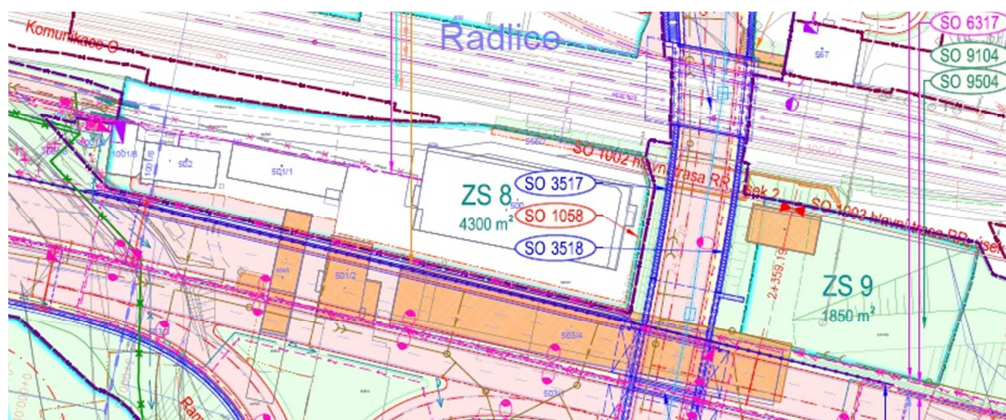
Meziskládka ZS7

U automobilové dopravy je meziskládka nepotřebná, využití tohoto prostoru je efektivní hlavně jako překladiště rubaniny v případě použití železniční dopravy. Její nevýhodou je také to, že není přímo na trase staveništní komunikace a nákladní automobily by musely dopravovat rubaninu přes veřejnou komunikaci, což znamená další náklady na čištění vozů a komunikací. Meziskládka ZS7 se dá v případě použití automobilové dopravy využít pro zásypy při výstavbě mostního objektu, který překonává železnici a radlickou radiálu a napojuje se na ulici Radlická.

Meziskládka ZS8 a ZS9

Tyto meziskládky se dají využít v odvozu navážky, která vznikla v prostoru staré cihelny v Jinonicích. Všechn tento materiál je pro zpětné zásypy nepoužitelný.

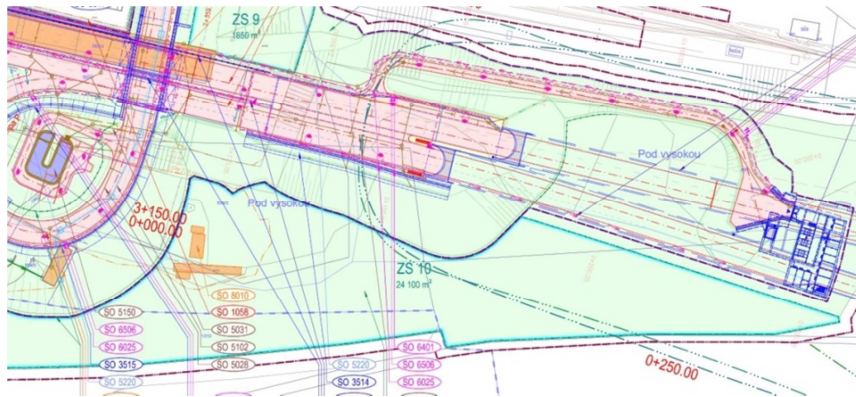
Meziskládku ZS8 lze použít stejně jako ZS7 pro skladování materiálu určeného pro zpětné zásypy mostního objektu SO3102. ZS8 má dostatečně velkou plochu a je napojena na staveništní komunikaci, je zde tedy možné zřízení meziskládky pro i pro rubaninu určenou k vývozu. Prostor ZS9 je poměrně malý pro zřízení meziskládky materiálu, lez ho využít opět pro zpětné zásypy objektu SO3102.



Obr. 43, umístění ZS8 a ZS9, zdroj: Pudis

Meziskládky ZS10

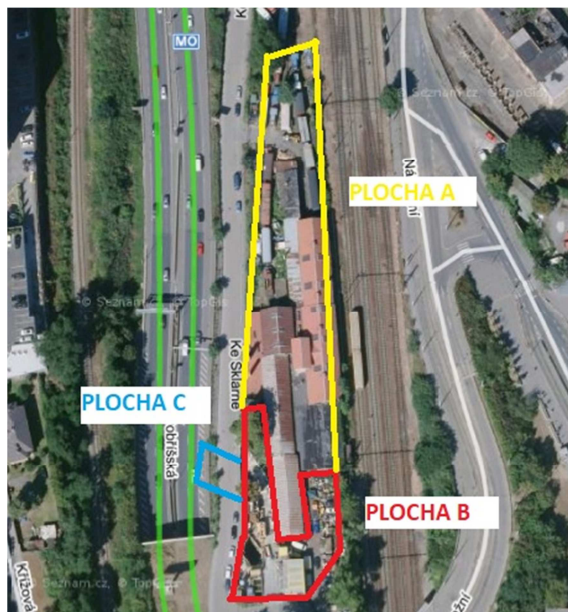
Je to největší prostor pro zařízení staveniště, který je v rámci radlické radiály k dispozici. Jeho rozloha je 24 100 m². Má výhodnou polohu vzhledem k umístění raženého tunelu Radlice, tak k hloubeným tunelům Butovice a Jinonice. Je zde dostatek místa na tříděné meziskládky určené pro využitelnou rubaninu a rubaninu určenou k odvozu ze staveniště. Nevýhoda této plochy tkví v tom, že v případě ražby tunelu Radlice „dolním“ směrem, budou muset nákladní automobily vozit materiál ze Zlíchova do Radlic objíždnou trasou.



Obr. 44, část ZS 10 s napojením na ražený tunel Radlice, zdroj: Pudis

Meziskládky ZS11 a ZS12

Při ražbě tunelu Radlice „dolním“ (dovrchní ražba) způsobem, což je ta pravděpodobnější varianta, hlavně z bezpečnostních a ekonomických důvodů, bude klíčové zajistit zařízení staveniště na straně ražby (Zlíchova). Tyto prostory budou jako meziskládky nedostatečné, jelikož zde budou muset být umístěny technologické zařízení staveniště nutné k provádění ražby. Je zde i problém majetkoprávní, jelikož zatím není zajištěné zařízení staveniště v ulici Ke sklárně (ZS12), kde se momentálně nachází zařízení staveniště k provádění průzkumné štoly radlické radiály.



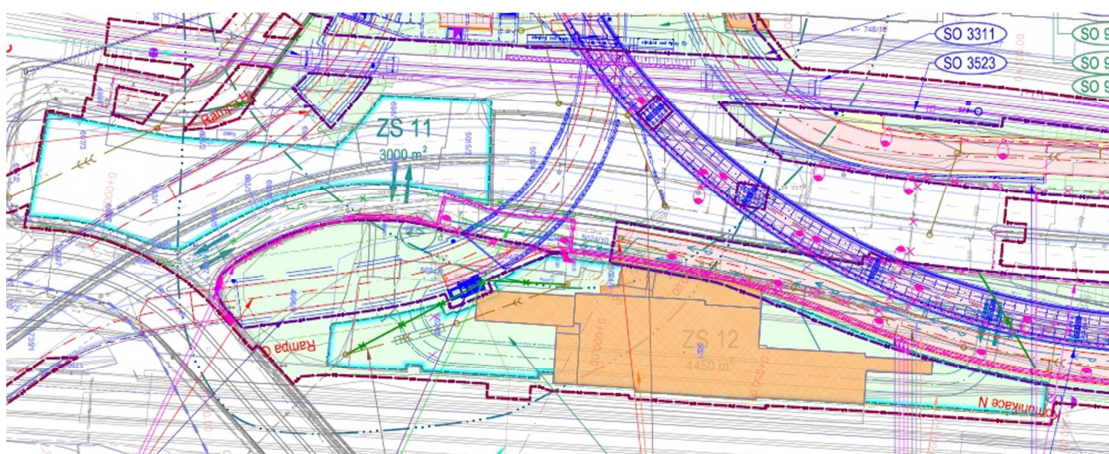
Obr. 45, umístění ZS12 vzhledem k nynějšímu stavu

Plocha A – nutná plocha zařízení staveniště k provádění dovrchní ražby. K přípravě prostoru se bude muset zajistit demontáž stávajících objektů. Prozatím není toto místo majetkoprávně vyřešeno.

Plocha B – stávající zařízení staveniště pro ražbu průzkumné štoly. Již v tomto rozsahu je velmi stísněné a nevyhovující. Nedostatek místa má za následek zpomalení ražby a postupu dalších prací. Z této plochy je možnost nakládat vlak pásovým dopravníkem.

Plocha C – již připravená ŽB deska pro podjezd, ulic Ke sklárně a Dobříšská, nákladních prostředků z ražby tunelu Radlice. Podjezd spojuje tunel Radlice se zařízením staveniště a tedy s meziskládkou rubaniny.

ZS11 se nachází nad zlíčovským tunelem kolem ulice Ke sklárně (obr.46). Je tedy jen přes ulici Ke sklárně se zařízením staveniště ZS12. Nevýhoda této meziskládky byla v tom, že by muselo být zajištěno čištění automobilů, jelikož by se dostávaly na meziskládku ZS11 přes veřejnou komunikaci. ZS11 by se dalo využívat jako meziskládku pro materiál, který by našel využití v další výstavbě. Z meziskládky ZS11 by byl převezen na meziskládky v Jinonicích a Radlicích. Dále zde bude využití pro skladování materiálu pro zásypy pro vybudování přemostění ramp radlického tunelu.



Obr. 46, umístění ZS11 a ZS12, zdroj: Pudis

Pro vybudování meziskládek na trase radlické radiály jsou vhodné plochy ZS2, ZS3, ZS4a, ZS8, ZS10, ZS11 a ZS12. ZS1 se dá použít jen částečně kvůli nedostatečné šířce zařízení staveniště.

- ZS2 – odvoz navážky, uskladnění rubaniny ze stavby pro modelaci parku.
- ZS3 – odvoz navážky, uskladnění rubaniny pro násypy pod vozovky a pro násypy zemního tělesa.
- ZS4a – odvoz rubaniny z výstavby tunelu Butovice a Jinonice, třídění rubaniny na rubaninu určenou k odvozu na skládku a potřebnou k další výstavbě.

- ZS8 – odvoz navážky z areálu „staré cihelny“, násypy pro mostní objekt.
- ZS10 – meziskládka pro rubaninu z tunelů Butovice, Jinonice a Radlice. Roztřídění rubaniny. Prostor pro zařízení staveniště a objekty pro údržbu mechanismů.
- ZS11- odvoz rubaniny, která se bude dát využít na jiné meziskládky v rámci staveniště. Odvoz navážky z hloubených částí portálu tunelu Radlice.
- ZS12 – zařízení staveniště pro tunel Radlice, limitovaný prostor pro zřízení mezideponií.

Způsob nakládky a vykládky rubaniny

Nakládka v hloubených částech bude probíhat standardním způsobem, při těžbě rýpadlem bude rubanina nakládána přímo na odvozní prostředek. Dle druhu rubaniny bude materiál odvezen přímo na skládku nebo na příslušnou meziskládku v rámci staveniště.

V ražené části tunelu Radlice bude nakládka probíhat pomocí kontinuálního kolového nakladače buď rovnou do nákladního automobilu, který rubaninu odveze na finální místo uložení nebo tunelbagru, který rubaninu vyloží v prostoru zařízení staveniště ZS12 (meziskládka). Druh odvozního prostředku závisí na prostoru přilehlého zařízení staveniště, povrch pracovního podloží v tunelu, možnost očištění vozidel. V případě zařízení staveniště ZS12 by byla lepší varianta s nakládkou do odvozního prostředku (obr.45), který hned rubaninu odveze na finální skládku či jinou meziskládku. A to hlavně z prostorových důvodů. Jako zajímavá varianta se nabízí využití systému Woodtainer s použitím speciálních kontejnerů. V tunelu by byl naplněn kontejner rubaninou, poté by byl přemístěn překladačem umístěn na nákladní automobil. Při využití tohoto systému by musel být vyřešena plynulá dodávka prázdných kontejnerů, aby nevznikaly časové prostoje v nakládce rubaniny.

Vykládka by probíhala přímo v areálu skládky na finálním místě určení. Stejně tak v případě kvalitního materiálu, který se uloží na meziskládkách pro další použití.

Skládka pro finální uložení rubaniny

Skládky v nejbližším okolí Prahy cca do 20 km od staveniště, jsou buď uzavřené (Chýně, Kosoř), nebo mají velmi malou kapacitu (Radotín) a jsou tedy pro účely radlické radiály nepoužitelné. Dále jsou zde skládky, které jsou v dosahu do 40 km, ale nemají kapacitu pokrýt všechny objem rubaniny (Kladno, Kladno-Libušín, Unhošť). Skládky, které dokáží pokrýt kapacitně celou dodávku rubaniny, jsou od staveniště vzdáleny lehce nad 40 km.

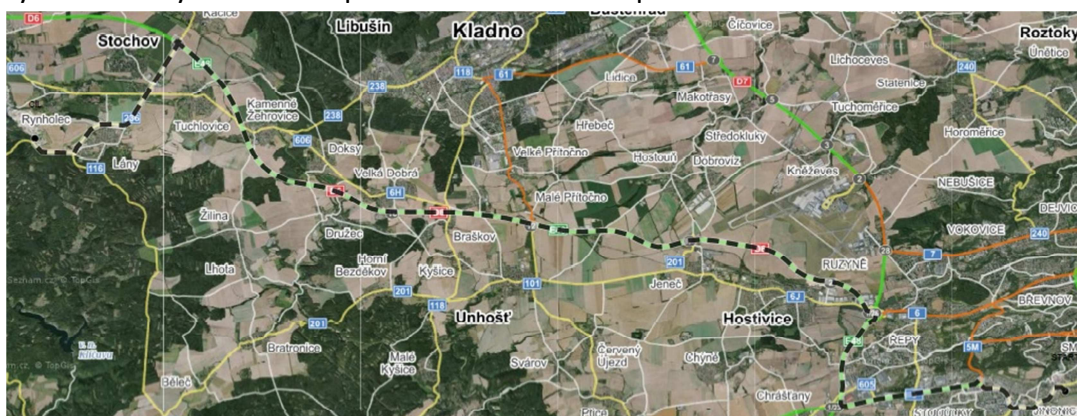
Možné skládky k využití:

- Kladno – Libušín, kapacita: 350 000 m³, vzdálenost od staveniště: 35,2 km
- Kladno, kapacita: cca 300 000 m³, vzdálenost od staveniště: 32,2 km

- Unhošť, kapacita: cca 200 000 m³, vzdálenost od staveniště: 26,8 km
- Rynholec, kapacita: více než 900 000 m³, vzdálenost od staveniště 42 km
- Borek, kapacita: více než 900 000 m³, vzdálenost od staveniště 40 km

Všechny uvedené skládky, kromě skládky Borek, jsou na západ (severozápad) od Prahy, což je výhodné pro plynulost dopravy. Nehrozí v takové míře dopravní zácpy a tím pádem časové ztráty na dopravní trase.

Skládka Borek se nachází na severovýchodě od Prahy a dopravní trasa by musela vést skrz Prahu, pravděpodobně přes jižní spojku, kde hrozí časté dopravní zácpy. Využití skládky Borek není pro automobilovou dopravu vhodné.



Obr. 47, dopravní trasa RR-Rynholec

C) Lodní doprava

Další možností přepravy je využití lodní dopravy z přístaviště Praha-Smíchov nebo z přístaviště Praha-Radotín, ale tam by byla nutná překládka z nákladních aut lanovým či kolovým jeřábem. Oproti automobilové dopravě nezahušťuje městskou dopravu a nepotřebuje tolik prostoru pro údržbu. To má samozřejmě pozitivní vliv na ekologii, tím spíše, že se pohybujeme v hustě zastavěném území. Kapacita jednoho remorkéru je průměrně 900 tun rubaniny, což je podstatně více než u nákladních automobilů.

Čas přepravy závisí na hustotě lodní dopravy v Praze. Hlavně doprava přes centrum Prahy může být problematická s ohledem na stavební díla a lodní dopravu. Při využití této varianty by muselo být k dispozici více tlačných remorkéru pro zajištění plynulosti ražby a nakládky. Což by neměl být problém, jelikož momentálně by mělo být k dispozici osm soulodí tlačných remorkérů a tlačných van TS 1000. Maximální nosnost tlačného remorkéru je 1000 tun. Po naložení tlačného remorkéru by měl být připraven další, to znamená zajištění místa v rámci přístavu pro remorkér čekající na naložení rubaniny. [14]

Výhody lodní dopravy:

- Při dovrchní ražbě se nabízí využití přístavu, který se nachází blízko od zařízení staveništi ZS12.
- Možnost nakládky rubaniny bez nutnosti překládky další mechanizací.
- Ekologický typ dopravy.
- Nezatěžuje městské části dopravou a emisemi z výfukových plynů.
- Již hotová infrastruktura pro nakládku rubaniny.
- Dostatek tlačných remorkéru pro plynulou dopravu rubaniny nezpomalující ražbu.
- Není nutné vybudování meziskládek, nakládka by probíhala přímo z nákladního auta.
- V rámci přístaviště Smíchov lze využít prostor pro meziskládku.

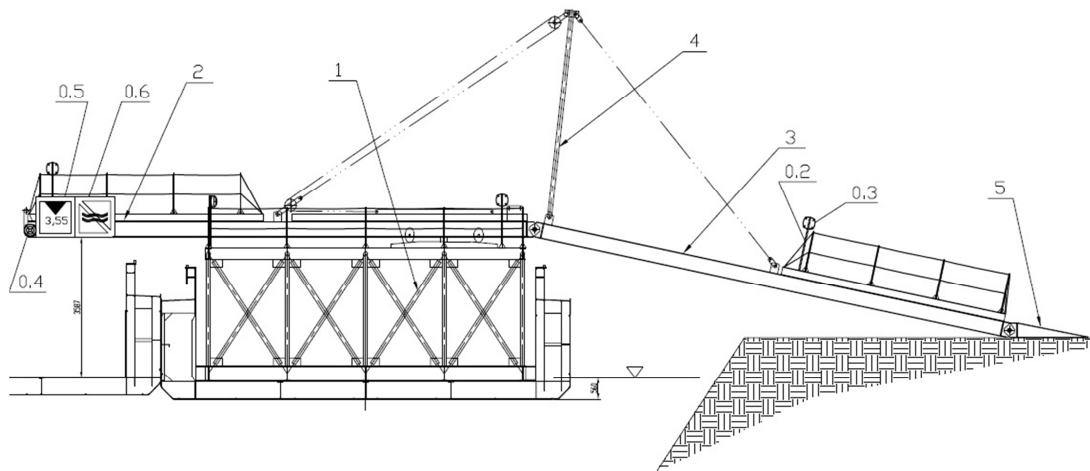
Nevýhoda lodní dopravy:

- Časová náročnost dopravy – do překladiště v Nelahozevsi trvá cesta 6-7 hodin, dle hustoty dopravy v Praze.
- Nutnost překládky rubaniny z lodi na nákladní automobil v cílové zastávce ve variantě využití překladiště Nelahozeves.
- Zhuštění lodní dopravy v centru Prahy.
- Dopravní trasa pro lodní dopravu je pouze jediná možná, v případě nemožnosti proplutí trasy je potřeba využít jiný typ dopravy.
- Je závislá na povětrnostních podmínkách respektive na stavu hladiny vodních toků. Je tedy možné, že v případě povodní nebo naopak sucha by lodní doprava nemohla být používána.
- V případě výpadku lodní dopravy je pak velmi ekonomicky náročné hledat jiná řešení, zvláště když jsou pod smlouvou skládky určené k lodní dopravě, které jsou pro automobilovou dopravu nevhodné.

Překládka rubaniny na remorkér

Pro nakládku na lodní dopravu je vhodnější, vzhledem k poloze, přístaviště Praha-Smíchov. Do přístaviště Praha-Radotín by musela být rubanina přepravena nákladními automobily trasou dlouhou cca 10 km a k tomu přes část Prahy trpící na dopravní zácpy. Byla by zde hrozba zpoždění nakládky lodí a tím zpomalení navazujících prací.

V přístavu Praha-Smíchov by nakládka probíhala přímo z nákladního automobilu na nákladní loď. Byla by zhotovena plovoucí rampa pro nákladní automobily. (viz.obr.48)



Obr. 48, Plovoucí rampa pro nakládku na nákladní loď, zdroj: České přístavy a.s.[14]
 1 – Podstavec, 2 – Návodní rampa, 3 – Nábřežní rampa, 4 – sloupek zvedacího zařízení, 5 – Nájezd



Obr. 49, umístění přístaviště vzhledem k zařízení staveniště

Z obrázku č. 49 je vidět, že trasa nákladních aut je poměrně krátká. Celá trasa by měla trvat cca 4 min. Z toho vyplývá, že bude potřeba menší počet nákladních automobilů pro souvislou nakládku s těžbou rubaniny. V prostoru přístaviště je možné využít menší mezideponii, použitelnou při potížích s nakládkou rubaniny.

Překládka na loď se nabízí v případě dovrchní ražby tunelu Radlice. Efektivní využití lodní dopravy by nastalo až v pozdních fázích ražby, jelikož v první polovině ražby tunelu bude vytěžen materiál, který se bude využívat pro další stavební práce na projektu Radlické radiály. Jedná se především o vápence, které se dají použít pro podsypy vozovek. Komplikovanější je to pro dopravu rubaniny z ostatních stavebních objektů. Například dopravní trasa rubaniny z druhého konce Radlické radiály (staničení 0,000 km) je dlouhá téměř 10 km a trvá 13 minut při plynulé dopravě. Dopravní trasa od hloubených tunelů k přístavišti je dlouhá 5 km a trvá 9 minut při plynulé dopravě. Dopravní trasy vedoucí přes hustě zastavěnou část města je vždy problém, takže cílem je, aby tyto trasy byly co nejkratší.

Vykládka rubaniny z lodní dopravy

Možná místa pro vykládku rubaniny ze soulodí tlačného remorkéru s tlačnou vanou jsou dvě:

- Překladiště RORO Nelahozeves
- Skládka Tapas Borek u Staré Boleslavi

V případě využití překladiště RORO Nelahozeves by rubanina byla přeložena nakladačem na nákladní automobil (viz.obr.50). Po naložení by rubanina byla přepravena na skládku ÚHY vzdálená 10 km od překladiště Nelahozeves. Je zde tedy nevýhoda v potřebě další překládky rubaniny. [14]



Obr. 50, pozice skládky ÚHY vzhledem k překladišti Nelahozeves

Druhou možností je přepravovat rubaninu na skládku Borek u Staré Boleslavi, kde je možné vyložit rubaninu přímo v areálu skládky ve slepém rameni Labe. Není třeba přesun rubaniny po veřejných komunikacích. Vykládka by probíhala stejně jako v první variantě pomocí nakladače. Nevýhodou oproti první variantě je delší trasa remorkéru o cca 20 km. Pro cestu na skládku Borek je možno využít Vraňansko-hořínský plavební kanál, který zajišťuje bezproblémovou plavbu směrem na Mělník.

D) Kombinace automobilové a lodní dopravy

V rámci optimalizace dopravy rubaniny ze stavby na stálé úložiště je také možnost kombinace různých druhů dopravy. Jednou z možností je kombinace automobilové a lodní dopravy. Výhodné je zejména poloha přístaviště vzhledem k raženému tunelu Radlice a jeho východnímu portálu (viz.obr.51). V případě využití lodní dopravy by výrazně klesla nutnost nasazení automobilů přes ulici Radlická. Je třeba uvažovat s omezenou kapacitou přístaviště a infrastruktury. Denní objem odvezené rubaniny se pohybuje okolo dvou tisíc tun.

Výhody kombinace dopravy automobil-lod'

- Snížení zatížení automobilovou dopravou městských částí Radlice a Smíchov, menší opotřebení vozovek.
- Snížení zatížení ovzduší z výfukových plynů.
- Odvoz rubaniny z raženého tunelu, největší objem na stavební objekt, z blízkého místa vzhledem ke zdroji rubaniny.
- Menší počet nutné mechanizace.
- Není nutná žádná překládka v rámci staveniště a dopravní trasy. Vykládka na loď jde přímo z nákladního automobilu. Vykládka z automobilové dopravy bude prováděna na místo určení na skládce.
- Možnost nahrazení lodní dopravy, v případě výpadku, už používanou automobilovou dopravou. Je to flexibilnější systém.
- Větší možnosti ve využití skládek v okolí Kladna, které by pojmuly rubaniny z oblasti Stodůlek, Butovic a Jinonic.
- Méně náročný systém na potřebu meziskládek. Nákladní loď by fungovala jako, jakási meziskládka než by se naplnila. Poté by opět bylo přistaveno prázdné soulodí tlačného remorkéru s tlačnou vanou TS1000, aby byla zajištěna kontinuální nakládka a těžba a nebylo třeba budovat meziskládku.
- Dostatek tlačných remorkérů pro daný objem rubaniny.

Nevýhody kombinace dopravy automobil-lod'

- Více náročný systém na koordinaci.
- Je třeba najít více míst, kam ukládat rubaninu. Pro lodní a automobilovou dopravu bude různá cílová skládka rubaniny.
- Tento systém je efektivní pouze při dovrchním způsobu těžby raženého tunelu Radlice.
- První polovina tunelu Radlice směrem na Radlice je geologicky cenná pro další využití a není třeba ji odvážet ze staveniště. Z toho důvody by rubanina stejně musela být automobilovou dopravou převezena do prostoru meziskládky ZS10. Meziskládka ZS10 má dostatečné kapacity pro uložení materiálu určeného pro zpětné zapracování. Trochu je tím degradována výhoda snížení zátěže automobilové dopravy v městských částech Radlice a Smíchov. Jsou zde možnosti upravení trasy přes Dívčí hrady a přes Radlice na meziskládku ZS10, přes městskou část Smíchov by dopravní trasa vůbec nevedla.
- Pro efektivní využití lodní dopravy je potřeba vytvoření meziskládky pro hloubené části tunelu Radlice v oblasti Zlíchova. Nevznikne tím časová prodleva mezi nakládkami rubaniny určené pro odvoz ze stavby na skládku. (viz. geologický řez radlickým tunelem, technologická struktura). Tím by

ovšem vznikla potřeba jedné překládky navíc, což by mělo negativní vliv na náklady a čas.

- Nedostatečná infrastruktura a kapacita přístaviště. Je možné odbavit dvě tlačné lodní soupravy denně (2000 tun rubaniny). Pro větší objemy by bylo nutno odbavovat i přístavišti Praha-Radotín.

Vhodné skládky pro logistický systém automobil-loď:

- Skládky Kladno – nákladní automobily
- Skládky Kladno-Libušín – nákladní automobily
- Skládky Tapas Borek – lodní doprava



Obr. 51, rozdělení stavebních objektů pro různé druhy dopravy

E) Kombinace automobilové a železniční dopravy

Tento způsob splňuje podmínku (danou objednatelem) využití železniční dopravy rubaniny. Je zde několik variant, jak tuto kombinaci využít. Varianty jsou závislé na způsobu směru ražby tunelu Radlice, nakládání rubaniny na jednom (popřípadě jakém) nebo obou překladištích (Praha-Jinonice, Praha-Smíchov).

Varianta s jedním překladištěm – Praha-Smíchov

Použitelná varianta hlavně při dovrchním způsobu ražby tunelu. Nakládka by mohla probíhat v areálu nádraží Praha-Smíchov nebo přímo z prostoru zařízení staveniště ZS12 pásovým dopravníkem. Doprava rubaniny nákladními automobily by zajišťovala úseky Stodůlky a Butovice, kde se nachází menší objemy navážky a bylo by výhodné je odvážet do menších skládek v okolí Prahy. Větší objemy rubaniny z hloubených tunelů by se odvážely buď na určené meziskládky v rámci staveniště, nebo na překladiště Praha-Smíchov. Je zde také možnost využít areál smíchovského nádraží k dalším účelům, které by měly za následek ušetření místa v rámci zařízení staveniště.

Varianta s jedním překladištěm – Praha-Jinonice

Tato varianta může být efektivní i jako primární doprava rubaniny ze staveniště na cílovou skládku. Při variantě kombinace s nákladní automobilovou dopravou se nabízí úseky Butovice a Jinonice svážet na překladiště Jinonice. Menší objemy rubaniny v úseku Stodůlek by mohly být po rozvadovské spojce odvezeny do menších skládek v okolí Prahy a Kladna. Rubanina těžena z raženého tunelu, která má výchozí bod z oblasti Zlíchova by bylo výhodnější převést a překladiště Jinonice. Použitelná rubanina k pozdějšímu zpracování bude ve větší míře odvezena na meziskládku ZS10 v Jinonicích, pro stavební účely bezcenná rubanina by mohla být přepravována automobilovou dopravou přímo na skládku, ale jediný směr odvozu, který je smysluplný je na Radlice a mimo Prahu, jelikož přes střed města či přes jižní spojku nebo Strakonickou ulici při dopravní situaci v Praze je časově nepřijatelně náročný. A protože ve stejné trase je i překladiště Jinonice, nabízí se překládka na vlak. Sníží se tím počet nákladních vozů pro kontinuální přepravu rubaniny, opotřebení vozovek a znečištění ovzduší.

Varianta se dvěma překladišti – Praha-Smíchov a Praha-Jinonice

Tento systém je náročnější na stavební a provozní přípravu obou překladišť k provozu. Naopak by byla využita výhodná poloha obou překladišť vzhledem ke zdrojům rubaniny. Překladiště Praha-Smíchov by bylo využíváno pro tunel Radlice a přilehlé stavební objekty a na překladiště Praha-Jinonice by byla navážena rubanina z hloubených tunelů Butovice a Jinonice, hloubené portály tunelu Radlice (západní strana) a část navážky z výkopových prací pro vozovky v částech Butovice, Jinonice a Radlice. Odvoz nákladní dopravou by spíše fungoval jako doplňkový dopravní systém odvozu rubaniny ze stavby. Výhodné využití automobilové dopravy by bylo spíše v menším měřítku v části RR ve Stodůlkách a Butovicích.

Vhodné skládky pro logistický systém automobil-vlak:

- Skládky Rynholec – železniční doprava
- Skládky Úholičky – automobilová doprava
- Skládky Radotín – automobilová doprava (velmi malé objemy)
- Skládky Kladno – automobilová doprava
- Skládky Kladno-Libušín – automobilová doprava

Výhody kombinace dopravy automobil-vlak:

- Snížený počet nasazených nákladních vozidel v zastavěném území městských částí, s tím spojená menší opotřebenost vozovek, menší zahuštění dopravy, snížení emisí, hluku a prachu.
- Využití ekologického typu dopravy.
- Výhodná poloha obou překladišť vzhledem ke zdrojům rubaniny.
- Poměrně malé využívání veřejných komunikací.

- V případě poruchy na železniční trase je možné využít univerzállosti automobilové dopravy.
- Možnosti výběru přecladiště rubaniny.
- V případě přecladiště Praha-Jinonice a přilehlých prostor, dostatek místa pro zařízení staveniště a jeho příslušenství.
- Za určitých podmínky menší četnosti přecládek (viz. varianta železniční dopravy)

Nevýhody kombinace dopravy automobil-vlak:

- Větší nároky na koordinaci dopravy a dopravních cest.
- Nutnost čištění vozidel před vjezdem na veřejnou komunikaci (hlavně rozvadovskou spojku).
- Čištění veřejných komunikací (čisticí vozy).
- Při použití obou přecladišť je automobilová doprava méně ekonomicky efektivní.
- Určité zahuštění automobilové dopravy na veřejných komunikacích. Ovšem v této variantě se jedná hlavně o méně zastavěná území.
- Při využívání pouze jednoho přecladiště by bylo nutné rubaninu dopravovat na trase Jinonice – Smíchov (popř. Zlíchov – Jinonice), musela by být částečně využívána radlická ulice, kde je hlavně v dopravní špičce velmi hustý provoz.

Porovnání variant systému dopravy rubaniny – prostorová struktura

Výběr vhodného druhu dopravy rubaniny závisí především na rozhodnutí způsobu vedení ražby tunelu Radlice. Pokud by byl ražen jako úpatní tunel, bylo by to výhodné pro využití vlakové dopravy s přecladištěm Praha-Jinonice. Veškerá nutná infrastruktura by byla nablízku a přejezd nákladních automobilů po veřejné komunikaci by byl pouze cca 1 km. Ostatní stavební objekty, zejména tunelové, jsou vzdáleny také nedaleko od přecladiště. Výhodnou jsou samozřejmě blízkost meziskládek pro uložení rubaniny určené k dalšímu použití. Systém železniční dopravy s podporou vnitro-staveništní dopravy pomocí automobilové dopravy měl z prostorového hlediska smysl.

Univerzálnost a flexibilita automobilové dopravy opravňuje uvažovat i nad touto možností, je nutné ovšem brát v potaz skokové zatížení hustoty provozu v oblasti Radlic, Jinonic, Butovic a částečně Smíchova. S tím je spojené opotřebení vozovek, které by bylo nutné opravit, což znamená další náklady navíc a samozřejmě znečištění ovzduší v zastavěném území. V každém případě bude v určitém objemu automobilová doprava potřeba v jakékoliv variantě. Je zde možná i varianta kombinace vlaku a automobilů, v tom případě by nákladní automobily využívaly menší skládky v okolí Prahy. Pro případ, že bychom chtěli odvést celý objem

vytěžené rubaniny na jedno místo (v našem případě taková kritéria splňuje skládka v Rynholci) bylo by efektivnější použít vlakovou dopravu.

V případně dovrchního způsobu ražby je situace odlišná, jelikož prostor pro zařízení staveniště v oblasti Zlíchova je stísněný a nedostatečný pro podobný typ a velikost stavby. Větší část rubaniny by musela být přepravována na meziskládky, které mají dostatečnou kapacitu. Ty se nacházejí u vrchní části tunelu Radlice. Využila by se tedy automobilová doprava pro převoz rubaniny ze Zlíchova na meziskládky (ZS10). U dovrchního způsobu ražby by se nabízela možnost vlakové dopravy z překladiště Praha-Smíchov či lodní dopravy z přístaviště Praha-Smíchov. Při určitých podmínkách by bylo možné nakládat rubaninu na vlak pomocí pásového dopravníku přímo z meziskládky v rámci areálu zařízení staveniště ZS12. V případě lodní dopravy stačí k přepravě rubaniny na loď krátký úsek obstaraný automobilovou dopravou, který zajistí menší počet nákladních automobilů.

Efektivita automobilové dopravy by v tomto případě nebyla taková jako u úpatním způsobu ražby tunelu Radlice. Hrozí zpomalení prací vinou velmi husté dopravy v oblastech Smíchova a Zlíchova. Na cílovou skládku rubaniny by musely nákladní automobily přes staveniště v oblastech Radlice až Stodůlek, což je méně výhodná varianta než využít překladiště Smíchov a Jinonice na nakládku na železniční dopravu.

Efektivní varianty pro úpatní ražbu tunelu Radlice

- Vlaková doprava s překladištěm Jinonice
- Automobilová doprava
- Kombinace vlakové s automobilovou, pro nákladní automobily jen menší objemy na odvoz rubaniny na skládku

Efektivní varianty pro dovrchní ražbu tunelu Radlice

- Vlaková doprava, překladiště Jinonice a Smíchov
- Kombinace lodní a automobilové dopravy
- Kombinace vlakové a automobilové dopravy, překladiště Smíchov
- Kombinace vlakové a automobilové dopravy, překladiště Jinonice

Bilance rubaniny

Pro kvalitní a přínosný návrh logistického systému projektu Radlická radiála, je nutné vytvoření bilance rubaniny (viz.tab.č.3). Je zde uvedeno kolik a jaký typ rubaniny se v jednotlivých stavebních objektech nachází a vytěží. V našem případě jsou stěžejní tunelové stavební objekty, kde se nachází největší objem a více druhů rubaniny. U rýh pro vozovky a menších stavebních objektů se z pravidla jedná o

navážku, která není pro další stavební účely použitelná. Postupem těžby/ražby v čase se bude geologie rubaniny měnit, každý materiál má jiné vlastnosti a hlavně některé druhy rubaniny se dají dále využít na stavbě a není nutné je odvážet za stavby, což je ekonomicky velice nákladné. Rubaninu, která se bude dál využívat, je nutné převést na meziskládky vnitro-staveništní dopravou.

Součástí této podkapitoly jsou i dopravní vzdálenosti jednotlivých meziskládek od zdrojů rubanin včetně jejich úložných kapacit. Je nutné posoudit, jestli jsou navržené úložné kapacity rubaniny na stavbě dostatečné. V projektové dokumentaci je počítáno s násypy zemních těles v objemu cca 320 tis. m³ k tomu je potřeba připočítat podsyp vozovky a rubaninu na modelaci městského parku v Praze-Stodůlkách. Skladovací plocha pro modelaci parku by mohla vzniknout přímo na ploše budoucího parku.

Stavební objekt - ražený tunel Radlice				
<i>Staničení</i>	<i>Druh horniny/zeminy</i>	<i>Množství (m3)</i>	<i>Využití</i>	<i>Meziskládka</i>
0-100 m	Jílovité břidlice	26 455	žádné/stavba	ZS12/odvoz
Další SO	Jílovité břidlice	9 111	žádné	Odvoz
100-600 m	Vápence	132 275	podšypy	ZS10/ZS12
Další SO	Vápence	53 084	podšypy	ZS8/ZS7
600-650 m	Vápenitá břidlice	13 228	násypy	ZS9
650-750 m	Vápence	26 455	podšypy	ZS2/ZS3
Další SO	Vápence	2 200	podšypy	ZS2
750-780 m	Vápenitá břidlice	7 937	násypy	ZS2/ZS4a
780-900 m	Vápenitá břidlice	31 746	násypy	ZS4a
Další SO	Vápenitá břidlice	1 090	násypy	ZS4a
900-930 m	Diabas bazalt	7 950	obsypy	Odvoz
1020-1125 m	Břidlice a křem. pískovce	26 728	podšypy	ZS11/odvoz
1125-1400 m	Jílovité břidlice	72 752	žádné	Odvoz
Daší SO	Jílovité břidlice	2 675	žádné	Odvoz
1400-2200 m	Jílovité břidlice	211 640	násypy	ZS12/ZS10/o
Daší SO	Jílovité břidlice	991	žádné	Odvoz
Stavební objekt - hloubený tunel Butovice, délka 356,3 m				
<i>Ø tl. vrstvy (m)</i>	<i>Druh horniny/zeminy</i>	<i>Množství (m3)</i>	<i>Využití</i>	<i>Meziskládka</i>
3	Navážka	28 326	žádné	Odvoz
2,5	Eolitické sedimenty	23 605	žádné	ZS4a/odvoz
0,5	Deluviální sedimenty	4 721	žádné	ZS4/odvoz
3	Fluviální sedimenty	20 376	násypy	ZS4a/odvoz
3	Jílovité břidlice	20 376	zásypy	ZS4a
Stavební objekt - hloubený úsek mezi tunely Butovice a Jinonice, délka 162,2 m				
<i>Ø tl. vrstvy (m)</i>	<i>Druh horniny/zeminy</i>	<i>Množství (m3)</i>	<i>Využití</i>	<i>Meziskládka</i>
2,5	Navážka	11 436	žádné	Odvoz
1	Eolitické sedimenty	4 574	žádné	Odvoz
1	Fluviální sedimenty	4 574	násypy	ZS4/odvoz

4,5	Deluviální sedimenty	20 584	násypy	ZS4/ZS5
3	Jílovité břidlice	13 723	zásypy	Odvoz
Stavební objekt - hloubený tunel Jinonice, délka 348,43 m				
<i>Ø tl. vrstvy (m)</i>	<i>Druh horniny/zeminy</i>	<i>Množství (m3)</i>	<i>Využití</i>	<i>Meziskládka</i>
4	Navážka	50 030	žádné	Odvoz
1	Eolitické sedimenty	12 508	žádné	Odvoz
2,5	Deluviální sedimenty	31 269	žádné	Odvoz
8,5	Jílovité až prach. břidlice	106 312	žádné	Odvoz
Stavební objekt - hloubené portály tunelu Radlice Západ (+stará cihelna)				
	<i>Druh horniny/zeminy</i>	<i>Množství (m3)</i>	<i>Využití</i>	<i>Meziskládka</i>
	Navážka	125 000	žádné	Odvoz
	Jílovité břidlice, váp. prachovce	59 400	žádné	Odvoz
Stavební objekt - hloubené portály tunelu Radlice Západ - propojka, TGC				
	<i>Druh horniny/zeminy</i>	<i>Množství (m3)</i>	<i>Využití</i>	<i>Meziskládka</i>
	Navážka	8 500	žádné	Odvoz
	Jílovité břidlice, váp. prachovce	7 000	žádné	Odvoz
Stavební objekt - hloubené portály tunelu Radlice Východ				
<i>Objekt</i>	<i>Druh horniny/zeminy</i>	<i>Množství (m3)</i>	<i>Využití</i>	<i>Meziskládka</i>
SO 2005	Navážka	8 200	žádné	Odvoz
	Jílovité břidlice, váp. prachovce	10 900	žádné	Odvoz
SO 2006	Navážka	1 950	žádné	Odvoz
	Jílovité břidlice, váp. prachovce	3 600	žádné	Odvoz
SO 2007	Navážka	2 500	žádné	Odvoz
	Jílovité břidlice, váp. prachovce	3 607	žádné	Odvoz
SO 2008	Navážka	1 750	žádné	Odvoz
	Jílovité břidlice, váp. prachovce	2 695	žádné	Odvoz
Stavební objekt - Prostor kolem rampy O a P				
	<i>Druh horniny/zeminy</i>	<i>Množství (m3)</i>	<i>Využití</i>	<i>Meziskládka</i>
	Navážka	40 000	žádné	Odvoz
	Jílovité břidlice, váp. prachovce	55 000	žádné	Odvoz
Stavební objekt - Vozovky				
<i>Staničení (km)</i>	<i>Druh horniny/zeminy</i>	<i>Množství (m3)</i>	<i>Využití</i>	<i>Meziskládka</i>
0-1 km	Navážka	60 000	žádné	Odvoz
1-1,5 km	Navážka	25 500	žádné	Odvoz
1,5-1,8 km	Navážka	9 000	žádné	Odvoz
2,5 - 3,25 km	Navážka	68 000	žádné	Odvoz

Tab. č. 3, bilance rubaniny RR

Kapacity meziskládek - Radlická radiála			
Označení	Vzdálenost od zdroje rubaniny(km)	Kapacita (m ³)	Přijezdová komunikace
ZS1	2,3	1 000	soukromá/nezpevněná
ZS2	1,15	18 000	soukromá/nezpevněná
ZS3	0,8	12 000	soukromá/nezpevněná
ZS4	0,6	18 000	soukromá/nezpevněná
ZS4a	0,6	50 000	soukromá/nezpevněná
ZS5	0,55	5 000	soukromá/nezpevněná
ZS7	0,5 (hl. t.), 3,5 (raž. t.)	18 000	veřejná/asfalt
ZS8	0,1	32 000	soukromá/nezpevněná
ZS9	0,2	14 000	soukromá/nezpevněná
ZS10	0,5 (hl. t.), 4,1 (raž. t.)	160 000	dle místa těžby
ZS11	0,2	20 000	veřejná/asfalt
ZS12	0,25	7 500	veřejná/asfalt
ZS13	0	0	veřejná/asfalt

Tab. č. 4, kapacity meziskládek se vzdálenostmi od zdrojů rubaniny, hl. t. – hloubené tunely, raž. t. – ražený tunel

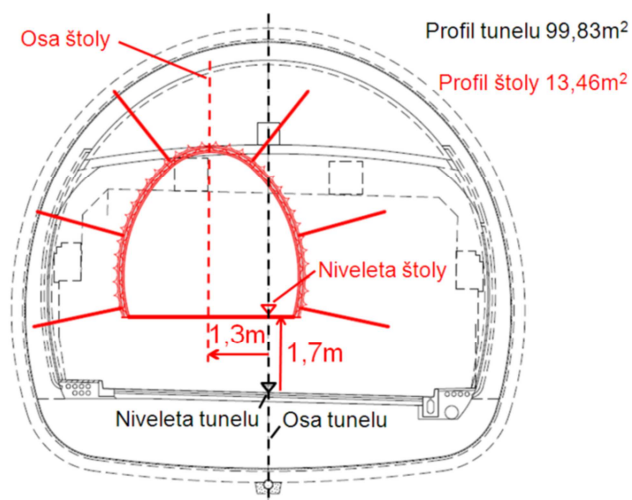
Jílovitá břidlice bude využívána pro další stavební účely dle jejího stavu a zvětrání. Kapacity skládek by měly být dostačující vzhledem k postupu výstavby a využití uloženého materiálu pro podsypy či násypy.

Část vytěženého materiálu, bude využit na stavbě na další práce. Zejména na podsypy vozovek, násypů pro modelaci zemní pláně a terénu pro vozovky a zpětných zásypů na hloubené tunely, mostní objekty atd. V tabulce č. 5 je souhrn rubaniny, která bude zapotřebí pro další využití. Je zde uveden geologický druh rubaniny a účel jejího dalšího použití.

Radlická radiála – podsypy vozovek			
Část RR	Podsypy (m ³)	materiál pro podsyp	Dodáno z meziskládky
Stodůlky	11 695	Vápenec	ZS2
Butovice	10 500	Vápenec	ZS2/ZS3
Tunel Butovice	6 700	Vápenec	ZS10
Mezi tunelový úsek	3 200	Vápenec	ZS10
Tunel Jinonice	8 763	Vápenec	ZS10
Tunel Radlice	49 910	Vápenec	ZS10
Hloubené části	6 300	Vápenec	ZS10
Zlíchov	1 850	Vápenec	ZS12
Radlická radiála – násypy			
Část RR	násypy(m ³)	materiál pro násyp	Dodáno z meziskládky
Stodůlky	18 000	Vápenitá břidlice	ZS2/ZS4a
Butovice	42 000	Váp. břidlice/Jíl. břid.	ZS4a
Tunel Butovice	35 000	Vápenec	ZS10
Mezi tunelový úsek	10 000	Vápenec	ZS8/ZS7
Tunel Jinonice	30 000	Vápenec	ZS8/ZS7
Tunel Radlice	145 000	Vápenec/Jíl. břidlice	ZS10/ZS12
Zlíchov	40 000	Vápenec	ZS10
Městský park (STO)	38 500	DL a FL sediment	ZS4

Tab. č. 5, výpis materiálu pro podsypy a násypy RR

V trase raženého tunelu Radlice již byla ražena průzkumná štola (viz.obr.52) směrem za Zlíchova do Radlic. Celková délka ražené štoly je 850 m. Již vytěžený materiál tedy nebude v uvažovaném objemu odvážené rubaniny. [4]



Obr. 52, pozice průzkumné štoly vzhledem k tunelu Radlice, zdroj: Subterra, [4]

Radlická radiála – průzkumná štola dl. 850m		
Staničení	Druh rubaniny	Množství (m ³)
0-50 m	Jilovitá břidlice	895
50-500 m	Vápence	6 548
500-750 m	Vápenitá břidlice	3 611
750-810 m	Vápence	807
810-850 m	Diabas bazalt	538

Tab. č. 6, objem již vytěžené rubaniny z průzkumné štoly

V tabulce č. 3 je uvedeno množství rubaniny v pevném stavu, ovšem pro odvoz se musí počítat s nakypřením rubaniny. K tomu je používán koeficient nakypření, kterým se vynásobí množství rubaniny v pevném stavu a vyjde nám objem rubaniny, se kterým je nutno počítat při návrh počtu odvozních prostředků.

Reálné množství rubaniny k odvozu ze stavby (m ³) - Radlická radiála							
Druh rubaniny	Množství (m ³)	Posypy	Násypy	Pr. štola	Rozdíl	koef. nakypření	Reál. množství
Jilovitá břidlice	357 723	0	151 803	895	205 025	1,25	256 281
Vápence	214 014	98 918	106 996	8 100	0	1,4	0
Váp. břidlice	54 001	0	50 390	3 611	0	1,4	0
Diabas bazalt	7 950	0	7 200	750	0	1,4	0
Břid., kř. pískovce	26 728	0	0	0	26 728	1,3	34 746
EOL sedimenty	40 687	0	0	0	40 687	1,25	50 859
DL sedimenty	56 574	0	18 500	0	38 074	1,35	51 400
FL sedimenty	24 950	0	23 611	0	1 339	1,25	1 674
Navážka	403 992	0	0	0	403 992	1,3	525 190
Břid., váp. prachovce	117 202	0	0	0	117 202	1,25	146 503
Jíl. až prach. břidlice	106 312	0	0	0	106 312	1,2	127 574
SUMA	1 410 133	98 918	358 500	13 356	939 359		1 194 227

Tab. č. 7, celkové množství rubaniny určené k odvozu na skládku

U hornin typu jako jsou vápence, vápenité břidlice, břidlice a křemičité pískovce, které se budou používat na zásypy, je bezpodmínečně nutné důsledné odvodňování během dopravy rubaniny a čištění dna. Totéž platí u počvy ražeb a hloubených tunelů.

Celkové množství rubaniny v nakypřeném stavu určeném pro odvoz ze staveniště na skládce je uvedeno v tabulce č. 7. Na toto množství bude navržen počet a typ odvozních prostředků v části Časová struktura.

Zařízení staveniště

Návrh zařízení staveniště musí být vypracován autorizovaným projektantem a musí projít stavebním řízením. V této práci se jedná o návrh ideového zařízení staveniště stavby Radlické radiály. Stavební řízení pro zařízení staveniště podléhá stejným principům jako u stálých pozemních staveb. Fáze zřízení zařízení staveniště může rozdělit na přípravnou, realizační a provozní. [7]

Přípravná fáze

Pro získání stavebního povolení je třeba zajistit:

- Základní koncepci staveniště – studie
- Projektovou dokumentaci ZS s napojením na veřejné sítě, schválenou autorizovanou osobou
- DIO
- Vyjádření dotčených orgánů (PVK, policie ČR, hygiena, TSK, telekomunikace, správci vodních toků, dotčení majitelé pozemků, atd.)
- Územní rozhodnutí
- Vyjednání nutných záborů po dobu stavby
- Vyjednání přeložek sítí [7]

Realizační fáze

V rámci projektu RR, jakožto liniové stavby, se zde nachází více ploch pro zařízení staveniště. Některé z nich budou využity pouze jako meziskládka rubaniny či jiného materiálu a ostatní budou fungovat jako zázemí pro zařízení staveniště a jeho příslušenství. Zařízení staveniště jsou rozděleny na tzv. malá ZS a velká ZS. Přičemž velká (centrální) zařízení staveniště budou jedno až dvě (dle koncepce návrhu dopravy rubaniny a směru ražby tunelu Radlice). Jako centrální ZS bude v každém případě používáno ZS10, které svojí rozlohou a polohou splňuje veškeré parametry pro centrální ZS celé stavby. [7]

Členění objektů zařízení staveniště projektu Radlické radiály:

- Provozní – buňkoviště, sklad nebezpečných odpadů, lapoly, čističky odpadních vod, sklad trhavin (speciální úpravy, tlakové bariéry), myčky

automobilů, sklady a haly, staveništní komunikace, objekt pro hlídače, trafostanice (VN, NN), napojení na veřejné komunikace, zpevněné plochy pro údržbu mechanizace, stany pro údržbu mechanizace, sklad maziv, sklad plynů, zámečnická dílna, elektro dílna [7]

- Výrobní – drtička vápence (pro další využití vápence na podsypy), výrobní směsí pro zajištění tunel Radlice, přípravný výztuže pro zajištění tunelu Radlice [7]
- Hygienické – šatny, WC, sprchy, přístřešky [7]

Dále je nutné na ZS zajistit:

- Souvislé oplocení staveniště do výšky do min. výšky 1,8 m,
- Zajištění kyp uskladněné rubaniny na meziskládkách proti víření prachu (zazelenění, geotextílie, vlhčení),
- Osvětlení staveniště,
- Zajištění čerpacích míst pro čerpání vody z jámy či ražby,
- Usazovací nádrže,
- Rozvaděče pro napojení na elektrickou energii,
- Čištění úkapů olejů z mechanizace,
- Hlídací služba,
- Přípojky sítí (voda, el., kanalizace),
- Informační tabule stavby,
- Sklad trhavin musí být vzdálená od vedení VN minimálně 100 m.

Provozní fáze

Ideový návrh zařízení staveniště je zpracován pouze na technologickou etapu zemních prací, v pozdějších fázích se bude zázemí a využití jednotlivých prostor měnit. Pro bezproblémový chod staveniště je třeba dbát na údržbu a úklid, s tím souvisí kontrola celistvosti oplocení. Obnova a údržba komunikací je důležitou součástí provozní fáze, připravené a udržované staveništní komunikace přispívají k efektivitě a bezpečné práci. [7]

Využití ploch určených pro zařízení staveniště

ZS1 – vjezd do staveniště z Rozvadovské spojky. V pokročilejší fázi výstavby zemních prací, bude se moci dostat staveništní komunikací až k hloubeným tunelům Butovice a Jinonice. Tato plocha bude především sloužit pro evidenci staveništní techniky a čištění odvozních prostředků mířících na cílovou skládku Rynholec. Je zde možné parkovat staveništní techniku či zřídit menší místo pro údržbu staveništní techniky. Bude zde umístěna jedna chemická toaleta.

ZS2 – tento prostor bude využíván hlavně jako meziskládka rubaniny z vozovek určené buď k použití na modelaci městského parku nebo násypy zemní pláně vozovky. Bude zde umístěn sklad maziv, chemické WC, šatna.

ZS3 – v rámci zemních prací využíván jako meziskládka rubaniny. Budou se zde ukládat rozdrčené vápence pro budoucí podsypy vozovek.

ZS4 – v rámci zemních prací využíván jako meziskládka rubaniny. Bude zde svážena rubanina z hloubených tunelů určená na násypy a zásypy.

ZS4a – pro oblast od ZS1 do ZS5 je největším zařízením staveniště. Bude zde svážena rubaniny určená pro další využití. Bude se zde nacházet menší zpevněná plocha pro údržbu vozidel, zpevněná staveništní komunikace, umývárna, šatna, WC, kancelářské buňky pro vedení dotyčného úseku stavby, buňka pro hlídače, sklad maziv, elektro sklad, zámečnický sklad, mycí místo pro nákladní automobily, sklad nebezpečných odpadů, sklad plynu, osvětlení staveniště.

ZS5 – v rámci zemních prací využíván jako meziskládka rubanina. Bude zde svážena rubanina z hloubených tunelů určená na násypy a zásypy.

ZS13 – tento prostor je příliš malý na zřízení meziskládky. Je možné jej použít jako parkovací místo pro staveništní techniku či jako skladovací plochu pro materiál k zajištění stavební jámy.

ZS7 – v případě využití železniční dopravy a překladiště Praha-Jinonice, by ZS7 bylo použito jako nákladní místo rubaniny na nákladní vlak. Dle použité technologie by byly zvolené vhodné stavební úpravy (viz prostorová struktura – meziskládky). Bylo by zde možné zhotovení meziskládky rubaniny. Pro provoz by bylo nezbytné vybudování buňky hlídače k vjezdu do ZS7, chemického WC, šatny, 2x kancelářské buňky, zámečnické dílny, dílny maziv.

ZS8 a ZS9 – tyto prostory budou využity jako meziskládky pro rubaninu určenou k opětovnému použití či odvozu na cílovou skládku.

ZS10 – Největší prostor, který je v rámci stavby k dispozici jako zařízení staveniště. Má i výhodnou polohu a to zvláště pokud by byl tunel Radlice ražen úpatní ražbou. ZS10 bude využíváno jako centrální zařízení staveniště. Bude zde buňkoviště pro vedení stavby, 3x stan pro údržbu mechanismů, sklad paliv, sklad maziv, sklad plynů, sklad nebezpečných odpadů, zámečnický sklad, elektro sklad, mytí vozidel, zpevněná panelová staveništní komunikace, drtič vápence, umývárna, šatna, WC, sklad trhavin, trafostanice (VN, NN). Bude zde kapacitně největší meziskládka rubaniny. Hlavním zdrojem ukládané rubaniny bude vápenec z raženého tunelu Radlice.

ZS11 – v rámci zemních prací využíváný jako meziskládka rubaniny. Bude zde svážena rubanina z raženého tunelu. Je zde možnost využití ZS pro parkování staveništní techniky.

ZS12 – prostor zařízení staveniště bude využíván hlavně jako místo pro obsluhu a údržbu ražby tunelu Radlice (dovrchní způsob ražby). Velký důraz zde bude kladen na údržbu a stav staveništních komunikací. Dále je zde potřeba zajistit místo pro skladování výztuže a výrobní směsi na zajištění raženého tunelu, sklady zámečnické, elektro, maziv a nebezpečných odpadů, čistírnu odpadních vod, sklad trhavin, trafostanice (VN, NN), rozvaděče, místo pro napojení vody, zpevněný prostor pro údržbu mechanismů, mytí nákladních automobilů vyjíždějící na veřejnou komunikaci, kompresorovnu.

Seznam příloh – prostorová struktura

Příloha č. 1 – Zařízení staveniště ZS1

Příloha č. 2 – Zařízení staveniště ZS3-ZS5

Příloha č. 3 – Zařízení staveniště Z8-ZS10

Příloha č. 4 – Zařízení staveniště ZS11-ZS12

ČASOVÁ STRUKTURA

Zemní práce na projektu Radlické radiály se dají rozdělit dle hlavních stavebních objektů na tyto skupiny:

- Ražený tunel Radlice
- Hloubené portály tunelu Radlice
- Hloubené tunely (Butovice, Jinonice, úsek mezi tunely Butovice a Jinonice)
- Vozovky (Stodůlky, Nové Butovice, Jinonice, Radlice, Zlíčov)

Na tyto části je navržen harmonogram postupu výstavby (provádění zemních prací) a na tyto objekty bude navrženo množství a výkonnosti těžebních a odvozních mechanismů v závislosti na čase a objemu vytěžené rubaniny. V projektu je uvažováno s pracovní dobou od 6 hod. do 18 hod., tedy dvanáctihodinová pracovní doba s pracovním týdnem pondělí až sobota.

Dopravní trasy rubaniny

Pro odvoz rubaniny ze stavby je uvažováno se třemi základními variantami druhu dopravy, které se dají reálně aplikovat vzhledem k prostorové struktuře stavby, jsou to:

- A) Železniční doprava
- B) Automobilová doprava
- C) Lodní doprava
- D) Kombinace s automobilovou dopravou

A) Dopravní trasy železniční dopravy

Překladiště Praha-Jinonice lze využít v případě, že bude zpětně dobudována manipulační kolej pro účely nakládky rubaniny. Délka koleje by byla 400 m, aby se na ní vešla celá 20ti vozová vlaková souprava včetně tří lokomotiv tř. 742. Maximální délka soupravy by byla 360 m, aby bylo možné křížení ve stanici Praha-Zličín.

Překládka v prostoru nádraží Praha-Smíchov bude možná v případě zanechání manipulační koleje. Délka koleje bude 400 m (20vozová souprava). Maximální délka soupravy je 360 m.

Další možností je realizace překládky rubaniny na překladišti Praha-Zličín. Je možné zde překládat na 4. manipulační koleji, užitná délka koleje je 139 m. Z důvodu krátké délky tratě je tedy nutné skládat vlak při nakládce. K těmto účelům by sloužila 3. staniční kolej případně koleje č. 5 a č. 7 po dohodě s majiteli koleje. Délka 3. staniční koleje je 417 m (19vz souprava + 2x hv tř. 742).

Časy a vzdálenosti jsou naplánovány na trasu: Praha-Smíchov – Praha-Zličín – Hostivice – Kladno – Kamenné Žehrovice – Rynholec. V případě výluk by byla trasa vedena odklonem Praha-Smíchov – Praha-Řeporyje – Rudná u Prahy – Hostivice. V takové případě by byla dopravní trasa o cca 20 minut náročnější než u návrhové trasy (viz tabulka č. 1).

Železniční doprava - Radlická radiála				
Počáteční stanice	Cílová stanice	Doba trasy-noc(min)	Doba trasy-špička(min)	Vzdálenost (km)
Praha-Zličín	Kamenné Žehrovice	37	60	23,7
	Rynholec	57	90	37,8
Praha-Jinonice	Kamenné Žehrovice	57	90	30,7
	Rynholec	77	120	44,8
Praha-Smíchov	Kamenné Žehrovice	74	120	38,4
	Rynholec	94	150	52,5

Tab. č. 8, vzdálenosti skládky Rynholec od překladišť rubaniny, zdroj: ČD Cargo, a. s.

B) Automobilová doprava

Automobilová doprava - Radlická radiála				
Zdroj rubaniny	Cílová skládka	Kapacita skládky	Vzdálenost (km)	Doba jízdy(min)
Vozovky Stodůlky	Rynholec	více jak 900 000 m3	41,1	30
	Kladno-Libušín	350 000 m3	40	29
	Kladno	300 000 m3	27,5	21
	Unhošť	200 000 m3	22	19
Vozovky Butovice	Rynholec	více jak 900 000 m3	42,8	32
	Kladno-Libušín	350 000 m3	42,5	31
	Kladno	300 000 m3	30	23
	Unhošť	200 000 m3	25,8	20
Hloubené tunely	Rynholec	více jak 900 000 m3	43,6	33
	Kladno-Libušín	350 000 m3	43,3	32
	Kladno	300 000 m3	30,8	24
	Unhošť	200 000 m3	26,5	21
Vozovky Jinonice	Rynholec	více jak 900 000 m3	44,7	36
	Kladno-Libušín	350 000 m3	44,4	35
	Kladno	300 000 m3	31,9	27
	Unhošť	200 000 m3	27,6	24
Tunel Radlice, dovrční r. ZS10	Rynholec	více jak 900 000 m3	44,7	36
	Kladno-Libušín	350 000 m3	44,4	35
	Kladno	300 000 m3	31,9	27
	Unhošť	200 000 m3	27,6	24
Tunel Radlice, úpatní r.	Rynholec	více jak 900 000 m3	50	36
	Kladno-Libušín	350 000 m3	49,4	36
	Kladno	300 000 m3	37	27
	Unhošť	200 000 m3	36,4	26

Tab. č. 9 – vzdálenosti skládek od zdrojů rubaniny pro automobilovou dopravu

Pro využití automobilové dopravy jako primární dopravy pro odvoz rubaniny je uvažováno s využitím skládky v Rynholci, která má kapacity k uložení veškerého objemu vytěžené nevyužitelné rubaniny na stavbě.

V menších objemech se dají využít i skládky na Kladensku či v Unhošti, které kapacitně dokáží pokrýt pouze část objemu rubaniny.

C) Lodní doprava

U lodní dopravy jsou dvě možné varianty cílové skládky, a to na Vltavě překládka v Nelahozevsi na automobilovou dopravu s převozem na skládku Úhy, nebo na Labi s vykládkou přímo na skládce Tapas Borek. (viz. tab. č. 10)

Lodní doprava - Radlická radiála							
Trasa přístaviště Praha-Smíchov - Skládky							
Nakládka	Vykládka loď	Vzdálenost(km)	Doba jízdy	Překládka	Cílová skládka	Trasa od překládky(km)	Doba jízdy(min)
Přístaviště Smíchov	Nelahozeves	cca 40	6 až 7	ANO	ÚHY	7	10
Přístaviště Smíchov	Tapas Borek	cca 66	14	NE	Tapas Borek	0	0
Trasa zdroj rubaniny - přístaviště Praha-Smíchov							
Zdroj rubaniny	Překladiště	Vzdálenost(km)	Doba jízdy(min)				
Vozovky Stodůlky	Přístav Smíchov	9,7	13				
Vozovky Butovice	Přístav Smíchov	6,3	11				
Hloubené tunely	Přístav Smíchov	5,6	9				
Vozovky Ji nonice	Přístav Smíchov	4,8	8				
Tunel Radlice ZS12	Přístav Smíchov	1,9	4				
Tunel Radlice ZS10	Přístav Smíchov	5,2	9				

Tab. č. 10 – vzdálenosti skládek od zdrojů rubaniny (překládky) pro lodní dopravu

Pracovní výkonnosti těžebních strojů a odvozních prostředků

Ražený tunel Radlice

Při předpokladu způsobu ražby tunelu kombinací dovrchního a úpatního směru vedení ražby, pro zrychlení postupu prací, bude tunel pomyslně rozdělen v polovině a z této trasy bude odvozena střední vzdálenost trasy tunelu. V reálu se tato vzdálenost rovná hodnotě 575 m, ovšem z důvodu možných komplikací či překlenutí různých výškových úrovní budeme střední vzdálenost trasy uvažovat hodnotou 700 m. K možným komplikacím může patřit betonáže protikleneb („mokry“ proces), neudržovaná dopravní cesta, technologicky obtížnější trhací práce, nekvalitně provedené odvodnění dopravní trasy.

U tohoto systému ražby můžeme uvažovat objem denního postupu ražby cca čtyři metry (kroky) vytěžené rubaniny. Tato hodnota se může měnit dle druhu geologie a jejího stavu. V našem případě budeme uvažovat denní objem ražby 900 m³.

Strojní sestava (nakládka a odvoz rubaniny):

- Nakládání – kolový nakladač, objem lopaty: 3-3,5 m³, příklad: Volvo 120D
- Odvozní prostředek – jednostranný sklápěč, objem korby: 13 m³, Tatra 815 8x8

Časový náročnost jednoho cyklu

- Naložení nákladního automobilu (objem 13 m³) – 2,5 min., kolový nakladač po nabrání rubaniny se musí otočit a vyložit rubaninu do korby nákladního automobilu, jedna otočka zabere nakladači 0,5 min. Kolový nakladač, absolvuje pět otoček pro naložení jednoho nákladního automobilu.
- Dopravní trasa v tunelu – jak již bylo zmíněno, bude počítáno se střední vzdáleností 700 m. Rychlost v tunelu bude stanovena 10 km/hod. Z praxe na podobných stavbách v ČR, se bude díky stavu dopravní komunikace reálně pohybovat rychlost okolo 5 km/hod. Tento problém je možné eliminovat neustálou úpravou dopravní komunikace, např. posypem štěrku (tvrdšího materiálu) pro zpevnění cest. V Německu je běžné, že rychlost odvozních prostředků v tunelech dosahuje až 30 km/hod. Je to hlavně z důvodu neustálého udržování dopravních cest, což výrazně zefektivňuje vytížení těžební i odvozních mechanismů. Na konci těžby se nasypaný materiál, za dobu stavby, shrne silniční frézou či skrejprem mimo tunel. Doba jízdy dopravní trasou tunelu vzhledem k možné maximální rychlosti dopravního prostředku:

$$t_1 = \frac{s}{v_1} = \frac{0,7}{10} = 0,07 \text{ hod.} = 4,2 \text{ min.}$$

$$t_2 = \frac{s}{v_2} = \frac{0,7}{5} = 0,14 \text{ hod.} = 8,4 \text{ min.}$$

$$t_3 = \frac{s}{v_3} = \frac{0,7}{30} = 0,023 \text{ hod.} = 1,38 \text{ min.}$$

Při denním objemu 900 m³ je nutné provést 70x nájezd nákladního automobilu. Časový rozdíl při jedné cestě mezi dobou jízdy t_2 a t_3 je 7,02 min. Za celou směnu se časový rozdíl krajních případů rovná **491,4 minutám!** (8,19 hod). Při takovém rozdílu se vyplatí do úpravy komunikace zainvestovat, nejen pro časové úspory ze samotné jízdy, ale je zde i menší opotřebení mechanismů. Což má za následek lepší výkonnost a mnohem menší náklady na údržbu mechanismů. V našich podmínkách budeme uvažovat při výpočtu s dobou jízdy t_1 , čili 4,2 min/jedna jízda.

Celková doba jízdy odvozního prostředku

- K překládce na vlak, Praha-Smíchov
 $T_{vl.1} = t_1 + t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} + t_1 = 4,2 + 6 + 0,5 + 6 + 4,2 = 20,9 \text{ min.}$
 $T_{vl.2} = t_1 + t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} + t_1 = 4,2 + 8 + 0,5 + 8 + 4,2 = 24,9 \text{ min.}$
- K překládce na vlak, Praha-Jinonice
 $T_{vl.3} = t_1 + t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} + t_1 = 4,2 + 7 + 0,5 + 7 + 4,2 = 22,9 \text{ min.}$
 $T_{vl.4} = t_1 + t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} + t_1 = 4,2 + 3 + 0,5 + 3 + 4,2 = 14,9 \text{ min.}$
- K překládce na vlak, Praha-Zličín
 $T_{vl.5} = t_1 + t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} + t_1 = 4,2 + 17 + 0,5 + 17 + 4,2 = 42,9 \text{ min.}$
 $T_{vl.6} = t_1 + t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} + t_1 = 4,2 + 14 + 0,5 + 14 + 4,2 = 36,9 \text{ min.}$
- K překládce na loď, Praha-Smíchov
 $T_{l.1} = t_1 + t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} + t_1 = 4,2 + 4 + 0,5 + 4 + 4,2 = 16,9 \text{ min.}$
 $T_{l.2} = t_1 + t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} + t_1 = 4,2 + 12 + 0,5 + 12 + 4,2 = 32,9 \text{ min.}$
- K vykládce na skládce v Rynholci
 $T_{R.1,2} = t_1 + t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} + t_1 = 4,2 + 36 + 0,5 + 36 + 4,2 = 80,9 \text{ min.}$

$T_{vl.1}$ – celková doba jízdy NA k překládce na nádraží Praha-Smíchov (dovrchní ražba)

$T_{vl.2}$ – celková doba jízdy NA k překládce na nádraží Praha-Smíchov (úpatní ražba)

$T_{vl.3}$ – celková doba jízdy NA k překládce na nádraží Praha-Jinonice (dovrchní ražba)

$T_{vl.4}$ – celková doba jízdy NA k překládce na nádraží Praha-Jinonice (úpatní ražba)

$T_{vl.5}$ – celková doba jízdy NA k překládce na nádraží Praha-Zličín (dovrchní ražba)

$T_{vl.6}$ – celková doba jízdy NA k překládce na nádraží Praha-Zličín (úpatní ražba)

$T_{l.1}$ – celková doba jízdy NA k překládce na přístaviště Praha-Smíchov (dovrchní ražba)

$T_{l.2}$ – celková doba jízdy NA k překládce na přístaviště Praha-Smíchov (úpatní ražba)

$T_{R.1,2}$ – celková doba jízdy NA k překládce na skládku Rynholec (dovrchní i úpatní ražba)

t_1 – doba jízdy v tunelu

t_{vk} – doba jízdy po veřejných/staveništních komunikacích

t_{vyk} – doba vykládky rubaniny

Hloubené portály tunelu Radlice

Hloubené portály se dělí na dvě části, a to na západ a východ, s tím že na západní straně se jedná o cca 6x větší objemy rubaniny než na východní (Zlíchov). V těchto částech se nachází hlavně navážka a jílovitá břidlice s vápenným prachovcem. Tato rubanina bude nakládána přímo rýpadlem na nákladní automobil nebo v případě tvrdších hornin rýpadlo horninu rozpojí a následně bude naložena kolovým nakladačem na nákladní automobil.

Strojní sestava – východní portál tunel Radlice

- Pásové rypadlo CAT 345 D L, objem lopaty 3,5m³, 1,05 m³, [8]
- Jednostranný sklápěč Tatra Phoenix, objem korby 18 m³
- Kolový nakladač Volvo 180, objem lopaty 5 m³ – při těžbě tvrdší horniny

Výkonnost rýpadla se mění dle těžené horniny (rubaniny), při těžbě navážky můžeme uvažovat výkon rýpadla CAT 345 D L hodnotu 199 m³/hod. (dle výpočtu níže), v případě tvrdší zdravé břidlice 62 m³/hod. (dle výpočtu níže). Pracovní doba je uvažována jako 12hodinová směna, dvě hodiny ze směny je nutné věnovat údržbě mechanizace. Na samotnou těžbu tedy zbývá deset hodin ze směny.

Doba jednoho pracovního cyklu rýpadla t_c [20]

- Nabrání výkopku – 21 sec.
- Natočení lopaty do pozice výsypu – 7 sec.
- Vysypání lopaty – 5 sec.
- Natočení lopaty do počáteční lopaty – 7 sec.
- Celková doba pracovního cyklu t_c – 40 sec.

Teoretický výkon rýpadla – navážka

$$Q_{teor.} = \frac{(V_{lopaty} * k_p)}{(k_n * t_c/3600)} = \frac{(3,5 * 1,1)}{(1,3 * 40)/3600} = 267 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Teoretický výkon rýpadla – jílovitá břidlice

$$Q_{teor.} = \frac{(V_{lopaty} * k_p)}{(k_n * t_c/3600)} = \frac{(1,05 * 1,1)}{(1,25 * 40)/3600} = 83 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Skutečný výkon rýpadla – navážka

$$Q_{skut.} = k_o * k_s * k_{\check{c}} * Q_{teor.} = 0,85 * 0,95 * 0,92 * 267 = 199 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Skutečný výkon rýpadla – jílovitá břidlice

$$Q_{skut.} = k_o * k_s * k_{\check{c}} * Q_{teor.} = 0,85 * 0,95 * 0,92 * 83 = 62 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Skutečný čas práce – denní těžby

- Denní výkonnost těžby – navážka, 199 * 10 (hod) = 1990 m³/den-rýpadlo CAT 345 D L
- Denní výkonnost těžby – břidlice + vápenné prachovce, 62 * 10 (hod) = 620 m³/den-rýpadlo CAT 345 D L

Skutečný čas práce – celková doba těžby

$$T_{c.navážka} = \frac{V_{navážky} * k_n}{Denní výkonnost} = \frac{18\,720}{1\,990} = 9,4 \text{ dne}$$

$$T_{c.břidlice+prachovce} = \frac{V_{břidlice+prachovce} * k_n}{Denní výkonnost} = \frac{24\,963}{620} = 40,3 \text{ dne}$$

- Doba těžby s jedním rýpadlem CAT 345 D L – 50 dní
- Doba těžby se dvěma rýpadly CAT 345 DL – 25 dní
- Více rýpadel by nebylo efektivní díky omezenému pracovnímu prostoru.
- Zrychlení těžby by bylo možné při použití většího rýpadla, která ale nejsou v našich podmínkách běžná. Těžké rýpadla s objemy lopat 4 – 6 m³.
- Tvrdší hornina bude rýpadlem rozpojena, nakládku bude provádět kolový nakladač. V době, kdy nebude nakládat, bude jeho využití na úpravy staveništní komunikace a zařízení staveniště.

Strojní sestava západní portál tunel Radlice+ rampy O a P

- Pásové rýpadlo CAT 345 D L, objem lopaty 3,5m³, 1,05 m³, [8]
- Dampr Volvo A35E, objem korby 20 m³ – doprava v rámci staveniště
- Tatra Phoenix 8x8, objem korby 18 m³ – doprava rubaniny k překládkám nebo na cílovou skládku.
- Kolový nakladač Volvo 180, objem lopaty 5 m³ – při těžbě tvrdší horniny

Skutečný čas těžby – celková doba těžby

$$T_{c.navážka} = \frac{V_{navážky} * k_n}{Denní výkonnost} = \frac{225\,550}{1\,990} = 114 \text{ dní}$$

$$T_{c.břidlice+prachovce} = \frac{V_{břidlice+prachovce} * k_n}{Denní výkonnost} = \frac{96\,400}{620} = 156 \text{ dní}$$

- Doba těžby s nasazením jednoho rýpadla CAT 345 D L – 270 dní
- Doba těžba s nasazením čtyř rýpadel CAT 345 D L – 68 dní

Celková doba dopravních tras odvozních prostředků

- Východní portál k překládce na vlak, Praha-Smíchov
 $T_{vl1.východ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 5 + 1,5 + 5 = 12,5 \text{ min.}$
- Východní portál k překládce na vlak, Praha-Jinonice
 $T_{vl2.východ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 6 + 1,5 + 6 = 13,5 \text{ min.}$
- Východní portál k překládce na vlak, Praha-Zličín
 $T_{vl3.východ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 17 + 1,5 + 17 = 35,5 \text{ min.}$
- Východní portál k překládce na loď, Praha-Smíchov
 $T_{lod.východ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 3 + 1,5 + 3 = 7,5 \text{ min.}$

- Východní portál k vykládce na skládku Rynholec

$$T_{Rynholec.východ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 36 + 1,5 + 36 = 73,5min.$$
- Západní portál k překládce na vlak, Praha-Smíchov

$$T_{vl1.západ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 7 + 1,5 + 7 = 15,5min.$$
- Západní portál k překládce na vlak, Praha-Jinonice

$$T_{vl2.západ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 2,5 + 1,5 + 2,5 = 6,5min.$$
- Západní portál k překládce na vlak, Praha-Zličín

$$T_{vl3.západ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 14 + 1,5 + 14 = 29,5min.$$
- Západní portál k překládce na loď, Praha-Smíchov

$$T_{lod,západ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 10 + 1,5 + 10 = 20,5min.$$
- Západní portál k vykládce na skládku Rynholec

$$T_{Rynholec.východ} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 36 + 1,5 + 36 = 73,5min.$$

Hloubené tunely Butovice a Jinonice

Počátek zemních prací na hloubených tunelech závisí na dokončení provizorní objízdne komunikace pro zachování spojení Stodůlky – Smíchov. Tato objízdna trasa vede „starými“ Jinonicemi. Poté může být Radlická ulice uzavřena pro osobní dopravu a může se začít s těžbou hloubených tunelů Butovice a Jinonice.

Práce na obou tunelech bude pro zrychlení postupu těžby probíhat souběžně. S tím, že budou využity čtyři rýpadla CAT 345 D L, dvě budou nasazena na tunel Butovice a mezi úsek tunelů a dvě na tunel Jinonice, který je z části s pěti jízdními pruhy. Sjezdy pro nákladní automobily budou z obou stran stavební jámy (jeden u tunelu Butovice, jeden u tunelu Jinonice) dále je možné zřídit ještě boční sjezd při úpravách zemního tělesa (viz.obr.53).

U „měkčích“ vrstev rubaniny (navážka, eolitické sedimenty, deluviální sedimenty, fluviální sedimenty) bude probíhat nakládka přímo z rýpadla na odvozní prostředek pomocí lopaty rýpadla o objemu 3,5 m³. U jílovitých břidlic, které se vyznačují větší tvrdostí, bude použita menší lopata o objemu 1,05 m³ s rozpojovacími zuby pro rozrušení horniny a přípravě k nakládce. Samotnou nakládku bude zajišťovat kolový nakladač. V případě nepřízně počasí a nedostatečně pevnému podkladu, což se u břidlic v případě dešťů může snadno stát, bude muset být použit lopatový nakladač na pásové m podvozku.

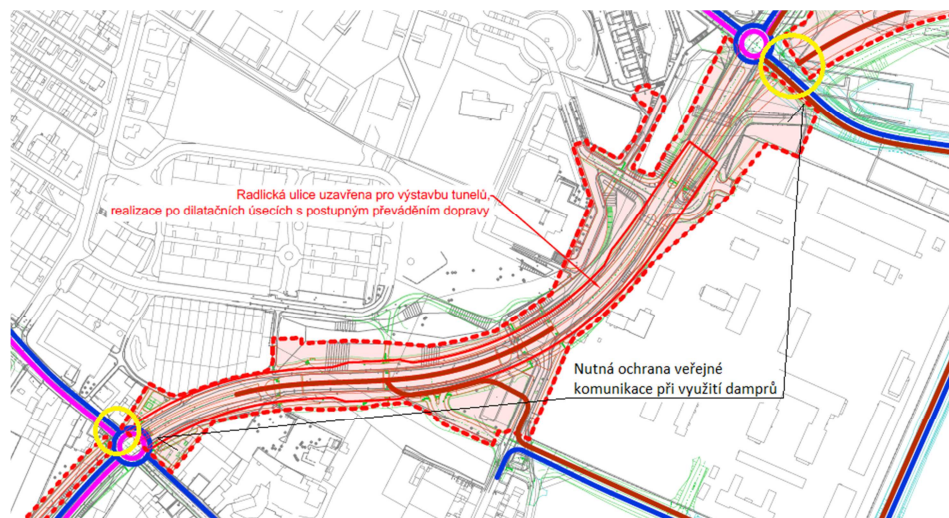
Strojní sestava hloubené tunely Butovice a Jinonice

- Pásové rýpadlo CAT 345 D L, objem lopaty 3,5m³, 1,05 m³, [8]
- Odvozní prostředek rubaniny, zde jsou dvě možné varianty:
 - a) *Tatra Phoenix 8x8, objem korby 18 m³ – je uzpůsobená pro jízdu na veřejných komunikacích. Při jejím pohybu na staveništních*

komunikací je třeba dbát na řádnou údržbu, která může být velmi nákladná.

b) Dampř Volvo A35E, objem korby 20 m^3 nebo Volvo A25E objem korby 13 m^3 – výhoda těchto strojů je hlavně v jejich bezproblémové údržbě a mechanické odolnosti. Tyto typy nákladních ovšem nejsou určeny pro provoz na veřejných komunikacích. Teoreticky by bylo možné je nasadit pro převoz rubaniny k dalšímu využití na meziskládky v rámci staveniště. V tom případě by, ale muselo být zajištěno ochránění veřejné komunikace silničními panely a to ve dvou místech.

- Kolový nakladač Volvo 180 (pásový nakladač), objem lopaty 5 m^3 – budou nasazeny při těžbě jílovité břidlice. Hlavní využití se předpokládá na tunelu Jinonice, při vhodném časovém plánování je možné využít kolové nakladače nejdříve na tunel Butovice a poté na tunel Jinonice, aby byla mechanizace plně využita. Při časové prodlevě mezi těžbou a nakládkou budou kolové či pásové nakladače využívány na úpravu staveništní komunikace a profilování stavební jámy.



Obr. 53, místa určená pro ochranu veřejné komunikace při využití dampřů při překládce rubaniny, zdroj: Pudis

Doba jednoho pracovního cyklu rýpadla CAT 345 D L s lopatou o objemu $3,5 \text{ m}^3$ - t_{c1} : [20]

- Nabrání výkopku – 21 s.
- Natočení lopaty do pozice výsypu – 7 s.
- Vysypání lopaty – 5 s.
- Natočení lopaty do počáteční lopaty – 7 s.
- Celková doba pracovního cyklu t_{c1} – 40 s.

Doba jednoho pracovního cyklu rýpadla CAT 345 D L s lopatou o objemu 1,05 m³ a nakládkou lopatového nakladače Volvo 180 s objemem lopaty 5 m³-t_{c2}: [20]

- Rozpojování horniny – 20 s.
- Nabrání rubaniny – 10 s.
- Natočení lopaty do pozice výsypu – 6 s.
- Vysypání lopaty – 4 s.
- Natočení lopaty do počáteční polohy – 6 s.
- Celková doba pracovního cyklu t_{c2} – 46 s.
- Po vysypání lopaty rýpadla si kolový nakladač upravuje rubaninu pro nakládku na odvozní prostředek. Nakládka nakladačem na odvozní prostředek bude provedena po čtyřech pracovních cyklech rýpadla.

Časová náročnost rozpojování a nabrání horniny (jílovitá břidlice) závisí na její pevnosti (R3 či R4), ve výpočtu doby pracovního cyklu je uvažováno s variantou R4.

Doba jednoho pracovního cyklu nakladače Volvo 180 s objemem lopaty 5 m³-t_{c3}:

- Naložení rubaniny – 11 s.
- Příjezd k odvoznímu prostředku pro výsyp rubaniny – 8 s.
- Výsyp rubaniny na odvozní prostředek – 5 s.
- Nájezd nakladače do počáteční pozice – 8 s.
- Celková doba pracovního cyklu nakladače t_{c3} – 32 s.

Teoretický výkon rýpadla – „měkké“ horniny (průměrný koeficient nakypření k_n)

$$Q_{teor.} = \frac{(V_{lopaty} * k_p)}{(k_n * t_c / 3600)} = \frac{(3,5 * 1,1)}{(1,3 * 40) / 3600} = 267 \text{ m}^3 / \text{hod}$$

Teoretický výkon rýpadla – jílovitá břidlice

$$Q_{teor.} = \frac{(V_{lopaty} * k_p)}{(k_n * t_c / 3600)} = \frac{(1,05 * 1,1)}{(1,25 * 46) / 3600} = 72 \text{ m}^3 / \text{hod}$$

Skutečný výkon rýpadla – „měkké“ horniny (průměrný koeficient nakypření k_n)

$$Q_{skut.} = k_o * k_s * k_{\zeta} * Q_{teor.} = 0,85 * 0,95 * 0,92 * 267 = 199 \text{ m}^3 / \text{hod}$$

Skutečný výkon rýpadla – jílovitá břidlice

$$Q_{skut.} = k_o * k_s * k_{\zeta} * Q_{teor.} = 0,85 * 0,95 * 0,92 * 72 = 53,7 \text{ m}^3 / \text{hod}$$

Skutečný čas práce – denní těžby

- Denní výkonnost těžby – měkké horniny, 199 * 10 (hod) = 1990 m³/den-
rýpadlo CAT 345 D L

- Denní výkonnost těžby – jílovitá břidlice, $53,7 * 10$ (hod) = 537 m³/den-
rýpadlo CAT 345 D L

Skutečný čas práce – celková doba těžby, tunel Butovice

$$T_{c.měkké\ hor.} = \frac{V_{měkké\ hor.} * k_n}{Denní\ výkonnost} = \frac{(36\ 824 + 29\ 506 + 25\ 470 + 6\ 374)}{1\ 990} = 50\ \text{dní}$$

$$T_{c.břidlice} = \frac{V_{břidlice} * k_n}{Denní\ výkonnost} = \frac{25\ 470}{537} = 48\ \text{dní}$$

Skutečný čas práce – celková doba těžby, úsek mezi tunely Butovice a Jinonice

$$T_{c.měkké\ hor.} = \frac{V_{měkké\ hor.} * k_n}{Denní\ výkonnost} = \frac{(14\ 919 + 5\ 718 + 5\ 718 + 27\ 769)}{1\ 990} = 28\ \text{dní}$$

$$T_{c.břidlice} = \frac{V_{břidlice} * k_n}{Denní\ výkonnost} = \frac{17\ 154}{537} = 32\ \text{dní}$$

Skutečný čas práce – celková doba těžby, tunel Jinonice

$$T_{c.měkké\ hor.} = \frac{V_{měkké\ hor.} * k_n}{Denní\ výkonnost} = \frac{(65\ 039 + 15\ 635 + 42\ 213)}{1\ 990} = 62\ \text{dní}$$

$$T_{c.břidlice} = \frac{V_{břidlice} * k_n}{Denní\ výkonnost} = \frac{132\ 890}{537} = 248\ \text{dní}$$

- Celková doba těžby jedním rýpadlem CAT 345 D L, tunel Butovice – 98 dní
- Celková doba těžby jedním rýpadlem CAT 345 D L, úsek mezi tunely – 60 dní
- Celková doba těžby jedním rýpadlem CAT 345 D L, tunel Jinonice – 310 dní
- Celková doba těžby jedním rýpadlem CAT 345 D L, tunelový komplex – 468 dní
- Celková doba těžby čtyřmi rýpadly CAT 345 D L, tunelový komplex – 117 dní

S navrženými čtyřmi rýpadly CAT 345 D L vychází doba těžby na 117 dní, ale tato doba není reálně dosažitelná. Hlavně je to z důvodů stavebních prací na zajištění stavební jámy. Celkovou dobu provádění zemních prací tunelového komplexu (tunel Butovice, tunel Jinonice a úseku mezi nimi) ovlivní zejména práce na vrtání, osazení a injektáž kotev a montáž převázek kotev, montáž výdřev mezi záporovým pažením. Celková doba výstavby bude obsahovat i čištění základové spáry. Tyto práce budou probíhat po dosažení úrovně ochranné vrstvy základové spáry, což je přibližně 0,3 m nad základovou spárou. Přesné vytvarování detailů u stísněných míst bude prováděno minirýpadlem CAT 307 E2. Reálně lze uvažovat dobu provádění, se všemi nutnými stavebními pracemi, tunelového komplexu na 220 dní.

Celková doba dopravních tras odvozních prostředků

- Hloubené tunely k překládce na vlak, Praha-Smíchov

$$T_{vl1.hl} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 6 + 1,5 + 6 = 13,5min.$$

- Hloubené tunely k překládce na vlak, Praha-Jinonice

$$T_{vl2.hl} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 2 + 1,5 + 2 = 5,5min.$$

- Hloubené tunely k překládce na vlak, Praha-Zličín

$$T_{vl3.hl} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 12 + 1,5 + 12 = 24,5min.$$

- Hloubené tunely k překládce na loď, Praha-Smíchov

$$T_{lod.hl} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 9 + 1,5 + 9 = 19,5min.$$

- Hloubené tunely k vykládce na skládku Rynholec

$$T_{Rynholec.hl} = t_{vk} + t_{vyk} + t_{vk} = 33 + 1,5 + 33 = 67,5min.$$

Vozovky Stodůlky, Butovice a Jinonice

Plochy mimo tunelové objekty jsou brány jako běžné vozovky, u kterých třeba je připravit zemní plán pro vrstvy samotné vozovky. Odtěžovaný materiál bude navážka, která byla navedena v době výstavby jihozápadního města. Průměrně se jedná o vrstvu 2m, která bude odtěžena. Na určitých místech naopak bude materiál nasypán. Jako hlavní těžební mechanizace bude využíván skrejpr, např. CAT 637 K. Používání skrejprů klade vysoké požadavky na organizaci a provoz stavby. Hlavně na údržbu cest a tras, čerpání pohonných hmot, míjení na úzkých trasách. Úsek Stodůlky a Butovice bude prováděn proudovou metodou výstavby.

Strojní sestava vozovky Stodůlky, Butovice, Jinonice

- Skrejpr CAT 637 K, objem korby 26 m³, max. rychlost 54 km/hod., [8]
- Kolový nakladač Volvo 180, objem lopaty 5 m³
- Tatra Phoenix 8x8, objem korby 18 m³
- Grejdr – pro rovnání zemní pláňe a svahování, např. CAT 12M3, [8]
- Silniční válec – pro zhutnění vrstev zemní pláňe

Doba jednoho pracovního cyklu skrejpru CAT 637 K pro úsek 0-1,5 km t_c (Stodůlky-Butovice):

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

t₁ – doba těžení, t₂ – doba dopravy rubaniny, t₃ – doba vykládky, t₄ – doba doprava prázdného stroje na místo těžby, t₅ – doba vrácení stroje do původní pozice

Délka úseku těžení daného typu skrejpru L₁:

$$L_1 = \frac{V_{korby} * k_p * k_z}{h * B * k_n} = \frac{26 * 1,1 * 1,2}{0,3 * 3,4 * 1,3} = 25,9 m$$

Doba těžení t_1 :

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} = \frac{25,9}{2,7} = 9,6 \text{ s}$$

V_{korby} – Objem korby skrejpru (m^3)

k_p – součinitel naplnění korby

k_z – součinitel zahrnující ztráty při nabírání zeminy

B – šířka korby (m)

h – tloušťka odebírané třísky (m)

k_n – koeficient nakypření

v – rychlost mechanizace (m/s)

k_c – součinitel časového využití stroje

Délka přepravní trasy horniny k výsypu L_2 – 974,1m

Doba přepravy rubaniny t_2 :

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{1450}{8,3} = 178 \text{ s}$$

Délka úseku vyprazdňování daného typu skrejpru L_3 :

$$L_3 = \frac{V_{korby} * k_p}{h_1 * B_1} = \frac{26 * 1,1}{0,3 * 1,15 * 3,4} = 24,4 \text{ m}$$

Doba vyprazdňování rubaniny t_3 :

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{24,4}{2,7} = 9 \text{ s}$$

Délka zpáteční jízdy L_4 :

$$L_4 = L_1 + L_2 + L_3 = 25,9 + 24,4 + 1450 = 1500 \text{ m (zaokrouhleno)}$$

Doba zpáteční jízdy t_4 :

$$t_4 = \frac{L_4}{v_4} = \frac{1500}{8,3} = 181 \text{ s}$$

Doba jednoho pracovního cyklu skrejpru CAT 637 K pro úsek 0-1,5 km t_c :

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 9,6 + 178 + 9 + 181 + 20 = 397,6 \text{ s}$$

Teoretická výkonnost skrejpru:

$$Q_t = \frac{3600}{t_c} * V * \frac{k_p}{k_c} = \frac{3600}{397,6} * 26 * \frac{1,1}{1,1} = 235,4 \text{ m}^3 / \text{hod}$$

Pracovní výkonnost skrejpr:

$$Q_P = \frac{3600}{t_c} * V * \frac{k_p}{k_c} * k_\zeta = \frac{3600}{397,6} * 26 * \frac{1,1}{1,1} * 0,75 = 176,6 \text{ m}^3/\text{hod}$$

- Denní výkonost jednoho skrejpru – $10 * 176,6 = 1766 \text{ m}^3/\text{den}$
- Při nasazení dvou skrejprů – $1766 * 2 = 3532 \text{ m}^3$
- Celková doba těžení zeminy úseku 0-1,5 km – 33 dní (2 skrejpry)

Doba jednoho pracovního cyklu skrejpru CAT 637 K pro úsek 1,5-1,8 km t_c (Butovice):

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 9,6 + 35 + 9 + 40 + 20 = 113,6 \text{ s}$$

Teoretická výkonnost skrejpr:

$$Q_t = \frac{3600}{t_c} * V * \frac{k_p}{k_c} = \frac{3600}{113,6} * 26 * \frac{1,1}{1,2} = 755,3 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Pracovní výkonnost skrejpr:

$$Q_P = \frac{3600}{t_c} * V * \frac{k_p}{k_c} * k_\zeta = \frac{3600}{113,6} * 26 * \frac{1,1}{1,2} * 0,75 = 566,5 \text{ m}^3/\text{hod}$$

- Denní výkonost jednoho skrejpru – $10 * 566,5 = 5665 \text{ m}^3/\text{den}$
- Celková doba těžení zeminy úseku 0-1,5 km – 5 dní (1 skrejpr)

Doba jednoho pracovního cyklu skrejpru CAT 637 K pro úsek 2,5-3,25 km t_c (Jinonice):

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 9,6 + 90 + 9 + 94 + 20 = 222,6 \text{ s}$$

Teoretická výkonnost skrejpr:

$$Q_t = \frac{3600}{t_c} * V * \frac{k_p}{k_c} = \frac{3600}{222,6} * 26 * \frac{1,1}{1,2} = 385,5 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Pracovní výkonnost skrejpr:

$$Q_P = \frac{3600}{t_c} * V * \frac{k_p}{k_c} * k_\zeta = \frac{3600}{113,6} * 26 * \frac{1,1}{1,2} * 0,75 = 289 \text{ m}^3/\text{hod}$$

- Denní výkonost jednoho skrejpru – $10 * 289 = 2890 \text{ m}^3/\text{den}$
- Celková doba těžení zeminy úseku 0-1,5 km – 25 dní (1 skrejpr)

Doba jednoho pracovního cyklu nakladače Volvo 180 s objeme lopaty 5 m^3 :

- Naložení rubaniny – 11 s.
- Příklad k odvoznímu prostředku pro výsyp rubaniny – 8 s.
- Výsyp rubaniny na odvozní prostředek – 5 s.

- Nájezd nakladače do počáteční pozice – 8 s.
- Celková doba pracovního cyklu nakladače – 32 s.

Pozn. – Použité vzorce této kapitoly – zdroj [3]

Návrh počtu odvozních prostředků

Návrh počtu a druhu odvozních prostředků bude proveden pro primární a sekundární odvozní prostředky neboli pro vně-staveništní a vnitro-staveništní dopravu. U kombinací dopravních systémů mohou být i dva druhy dopravy jako primární systém odvozu rubaniny ze stavby.

Primární dopravní systém

A) Železniční doprava

Pro odvoz rubaniny nákladním vlakem je navržena lokomotiva třídy 742 s dvěma druhy podvozkovými vozy:

- Podvozkové vozy typu Ua – výsypné vozy Ua Dumpcar, kapacita 31 m³(53 t), délka vozu 12,54 m
- Podvozkové vozy typu Sgs – Innofreight, výsyp systémem Woodtainer XXL, max. objem 43 m³, délka vozu 20 m

Pro dodržení hmotnostního limitu pro traťovou třídu C (rameno Praha-Smíchov – Hostivice) nelze překročit ložení vozu 60 tun. Po odečtení hmotnosti kontejneru (Woodtainer), lze tedy na jednom voze odvést max. 54 tun rubaniny.

Normy vlaků nákladní dopravy v GVD 2017/2018 na rameni Praha-Smíchov – Praha-Zličín – Hostivice – Kladno – Kamenné Žehrovice – Rynholec:

- 1x lokomotiva řady 742 – norma T4 – ložené podvozkové vozy:
 - Praha-Smíchov – Praha-Zličín – T4 = 620 tun
 - Praha-Zličín – Hostivice – T4 = 950 tun
 - Hostivice – Kladno – T4 = 1200 tun
 - Kladno – Kamenné Žehrovice – T4 = 1200 tun
 - Kamenné Žehrovice – Rynholec – T4 = 750 tun
- 2x lokomotiva řady 742 – norma T4 – ložené podvozkové vozy:
 - Praha-Smíchov – Praha-Zličín – T4 = 1200 tun
 - Praha-Zličín – Hostivice – T4 = 1800 tun
 - Hostivice – Kladno – T4 = 2200 tun
 - Kladno – Kamenné Žehrovice – T4 = 2500 tun
 - Kamenné Žehrovice – Rynholec – T4 = 1450 tun



Obr. 54, lokomotiva třídy 742, zdroj: K-REPORT, český dopravní servis

Dovolené zatížení pro traťovou třídu max. C2 – max. 20 tun na nápravu, max. 6,4 tun na běžný metr.

Návrh počtu a objemu vlakové soupravy dle denních těžeb:

Návrh vlakové soupravy - Praha-Jinonice, Praha-Smíchov					
Den	Typ vozu	Počet hv. tř 742	Objem jedné soupravy (tuny)	Počet souprav/den	Doplňková souprava
0-40	Ua	3	1250	11	1x za 5 dní - další vlak
	Sg	2	900	15	1x za 2 dny - další vlak
40-65	Ua	3	1250	10	1x za 2 dny - další vlak
	Sg	2	900	14	1x za 2 dny - další vlak
65-88	Ua	3	1250	9	1x za 2 dny - další vlak
	Sg	2	900	13	1x za 3 dny - další vlak
88-101	Ua	2	1000	8	1x za 5 dní - další vlak
	Sg	2	900	9	1x za 9 dní - další vlak
101-118	Ua	2	1000	7	žádný
	Sg	2	900	7	1x za 2 dny - další vlak
118-314	Ua	3	650	2	žádný
	Sg	2	900	1	1x za 2 dny - další vlak
314-330	Ua	3	1250	5	žádný
	Sg	2	900	7	1x za 4 dny - další vlak
330-599	Ua	3	1250	4	žádný
	Sg	2	870	6	žádný

Tab. č. 11 – návrh vlakové soupravy dle denních výkonností těžeb pro Prahu-Jinonice a Prahu-Smíchov

Návrh vlakové soupravy - Praha-Zličín					
Den	Typ vozu	Počet hv. tř 742	Objem jedné soupravy (tuny)	Počet souprav/den	Doplňková souprava
0-40	Ua	3	1250	11	1x za 5 dní - další vlak

	Sg	2	950	14	1x za 3 dny - další vlak
40-65	Ua	3	1250	10	1x za 2 dny - další vlak
	Sg	2	950	14	žádný
65-88	Ua	3	1250	9	1x za 2 dny - další vlak
	Sg	2	950	12	1x za 2 dny - další vlak
88-101	Ua	2	1000	8	1x za 5 dní - další vlak
	Sg	2	950	8	1x za 2 dny - další vlak
101-118	Ua	2	1000	7	žádný
	Sg	2	950	7	1x za 3 dny - další vlak
118-314	Ua	3	650	2	žádný
	Sg	2	950	1	1x za 2 dny - další vlak
314-330	Ua	3	1250	5	žádný
	Sg	2	950	7	žádný
330-599	Ua	3	1250	4	1x za 5 dní - další vlak
	Sg	2	950	5	1x za 2 dny - další vlak

Tab. č. 12 – návrh vlakové soupravy dle denních výkonností těžeb pro Prahu-Zličín

U souprav, které překročí svou hmotností normativ T4 1200 tun, je nutný postrk pomocí 1x hv. Třídy 742 v úseku Praha-Smíchov – Praha-Zličín.

Návrh je uvažován za předpokladu funkčních výhybek Praha-Žvahov, Praha-Waltrovka a Praha-Cibulka.

B) Lodní doprava

Časová náročnost jednoho cyklu tlačného remorkéru a tlačné vany TČ1000:

- Naložení lodi – cca 5 hod
- Cesta do překladiště Nelahozeves – 6-7 hod
- Cesta na skládku Tapas Borek – 14 hod
- Vyložení rubaniny nakladačem – 4 hod

Z těchto časů vyplývá, že denně lze v přístavu Smíchov vypravit dvě lodní tlačné soupravy TČ1000 s denní přepravní kapacitou 800 – 1000 m³ dle typu přepravované horniny. Při použití pouze lodní dopravy jako primárního způsobu odvozu rubaniny by vznikl velký problém, při navržených výkonnostech těžby, s nutností skládkovat rubaninu určenou k odvozu ze stavby. Vznikl by takový přebytek rubaniny, který by byl nad možné kapacity meziskládek. Možným řešením by byla nakládka dvou lodí současně, ale na to není připravena infrastruktura nakládacích i vykládacích míst.

Z těchto důvodů je vhodné lodní dopravu použít pro „spodní“ úseky, tzn. pro ražený tunel Radlice a jeho východní portál nebo po celou dobu stavby jako kombinaci k automobilové dopravě.

C) Automobilová doprava

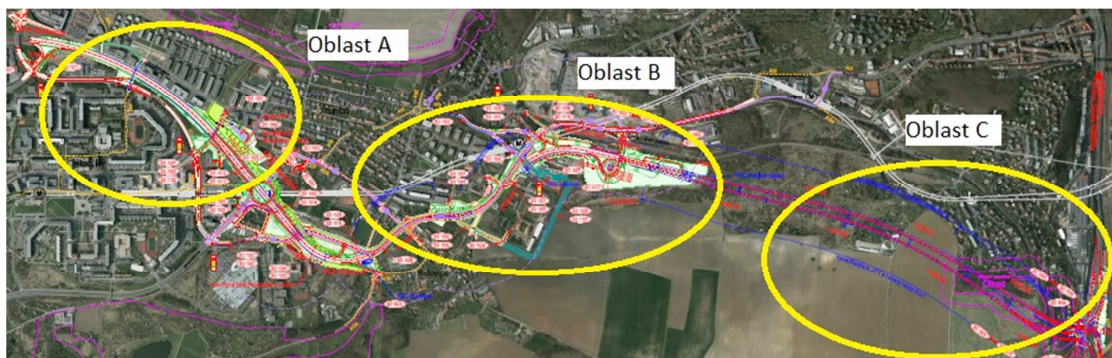
Nasazení počtu nákladních automobilů je závislé na výkonnosti těžebních strojů, hustotě dopravy na dopravní trase, stavu vozovek a dostupnosti možné nejkratší trasy do cílové skládky, která je pro všechny stavební objekty skládka v Rynholci. Návrh počtu a druh nákladních automobilů při optimálních podmínkách dle stavebních objektů:

- Vozovky Stodůlky a Butovice – 12x Tatra Phoenix, 18 m³
- Západní portál tunelu Radlice + rampa O a P – 22x Tatra Phoenix, 18 m³
- Východní portál tunelu Radlice – 10x Tatra Phoenix, 18 m³
- Ražený tunel do 118. dne HMG – 8x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Ražený tunel od 118. do 330. dne HMG – 4x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Hloubené tunely Butovice a Jinonice – 11x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Jinonice – 5x Tatra Phoenix, 18 m³

Nasazení mechanismů a odvozních prostředků je znázorněno v grafu nasazení mechanismů. Z těchto čísel je zřejmé, že použití pouze automobilové dopravy by velmi zahustilo dopravu, což by bylo velmi problematické především v úseku ulice Radlická. Vhodné řešení by bylo nasazení kombinace lodní či vlakové dopravy s tou automobilovou s tím, že pohyb nákladních aut v ulici Radlická by se velmi omezil.

D) Kombinace železniční a automobilové dopravy

U této varianty, která využívá kombinace železniční a automobilové dopravy, je možné aplikovat více možností provedení. Je zde možnost kombinace použití více překladišť na železniční dopravu či určení stavebních objektů, ze kterých bude rubanina odvozena pomocí nákladních automobilů (viz.obr.55).



Obr.55, rozdělení oblastí RR dle stavebních objektů, zdroj: Pudis

Oblast A – vozovky Stodůlky a Butovice

Oblast B – Hloubené tunely, vozovky Jinonice, západní portál tunelu Radlice, tunel Radlice – úpatní ražba

Oblast C – východní portál tunelu Radlice, tunel Radlice – dovrchní ražba

Varianta č. 1

- Oblast A – odvoz nákladními automobily na skládku Rynholec
- Oblast B – odvoz nákladním vlakem z překladiště Praha-Jinonice + sekundární doprava zajištěná nákladními automobily
- Oblast C – odvoz nákladním vlakem z překladiště Praha-Smíchov + sekundární doprava zajištěná nákladními automobily

Pro tuto variantu je klíčové otevření překladišť Smíchov a Jinonice. Výhodou je, že dopravní trasy nevedou přes ulici Radlická.

Varianta č. 2

- Oblast A – odvoz nákladními automobily na skládku Rynholec
- Oblast B – odvoz nákladním vlakem z překladiště Praha-Jinonice + sekundární doprava zajištěná nákladními automobily
- Oblast C – odvoz nákladními automobily na skládku Rynholec

Otevření překladišť Smíchov i Jinonice zároveň není pravděpodobné. Reálně můžeme počítat spíše s překladištěm Praha-Jinonice. Stavební objekty v oblasti C (viz obr. 2) by byly vyváženy na skládku v Rynholci či jinou dostupnou skládku směrem na Zbraslav.

Varianta č. 3

- Oblast A – odvoz nákladním vlakem z překladiště Praha-Zličín + sekundární doprava zajištěná nákladními automobily
- Oblast B – odvoz nákladním vlakem z překladiště Praha-Zličín + sekundární doprava zajištěná nákladními automobily
- Oblast C – odvoz nákladními automobily na skládku Rynholec

Pokud nebude možné využít překladiště Praha-Smíchov ani Praha-Jinonice, je zde ještě záložní řešení s překladištěm Praha-Zličín. S tím, že by oblasti A a B používaly sekundární automobilovou dopravu pro odvoz rubaniny na překladiště Praha-Zličín.

U všech navržených variant je snaha omezení staveništní dopravy přes ulici Radlická.

Návrh počtu nákladních automobilů jako primární dopravy odvozu rubaniny od zdroje rubaniny na skládku Rynholec dle jednotlivých variant:

Varianta č. 1

- Oblast A – skládku Rynholec, 12x Tatra Phoenix, 18 m³

Varianta č. 2

- Oblast A – skládku Rynholec, 12x Tatra Phoenix, 18 m³

- Oblast C – skládka Rynholec, východní portál tunelu Radlice 10x Tatra Phoenix, Tunel Radlice (dovrchní ražba) 3-4x Tatra 815 8x8

Varianta č. 3

- Oblast C – skládka Rynholec, východní portál tunelu Radlice 10x Tatra Phoenix, Tunel Radlice (dovrchní ražba) 3-4x Tatra 815 8x8

Návrh počtu vlakových souprav jako primární dopravy odvozu rubaniny od překladiště rubaniny na skládku Rynholec dle jednotlivých variant:

Návrh vlakové soupravy - Kombinace automobil + vlak - varianta č.1					
Den	Typ vozu	Počet hv. tř 742	Objem jedné soupravy (tuny)	Počet souprav/den	Doplňková souprava
0-40	Ua	3	1250	7	1x za 3 dny - další vlak
	Sg	2	900	10	1x za 2 dny - další vlak
40-65	Ua	3	1250	10	1x za 2 dny - další vlak
	Sg	2	900	14	žádný
65-88	Ua	3	1250	9	1x za 2 dny - další vlak
	Sg	2	900	13	1x za 2 dny - další vlak
88-101	Ua	2	1000	8	1x za 5 dní - další vlak
	Sg	2	900	9	1x za 2 dny - další vlak
101-118	Ua	2	1000	7	žádný
	Sg	2	900	7	1x za 3 dny - další vlak
118-314	Ua	1	650	2	žádný
	Sg	1	650	1	1x za 2 dny - další vlak
314-330	Ua	2	1000	5	žádný
	Sg	2	900	7	1x za 2 dny - další vlak
330-599	Ua	3	1250	4	žádný
	Sg	2	870	6	žádný

Tab. č. 13 – návrh vlakové soupravy dle denních výkoností těžeb pro variantu č. 1

Návrh vlakové soupravy - Kombinace automobil + vlak - varianta č.2					
Den	Typ vozu	Počet hv. tř 742	Objem jedné soupravy (tuny)	Počet souprav/den	Doplňková souprava
0-40	Ua	3	1250	7	1x za 3 dny - další vlak
	Sg	2	900	10	1x za 2 dny - další vlak
40-65	Ua	3	1250	7	1x za 3 dny - další vlak
	Sg	2	900	10	1x za 2 dny - další vlak
65-88	Ua	3	1250	8	1x za 2 dny - další vlak
	Sg	2	900	12	žádný
88-101	Ua	2	1000	7	žádný
	Sg	2	900	8	žádný
101-118	Ua	2	1000	6	1x za 3 dny - další vlak
	Sg	2	900	7	žádný

118-314	Ua	1	650	1	žádný
	Sg	1	650	1	žádný
314-330	Ua	2	1000	6	žádný
	Sg	2	900	6	1x za 2 dny - další vlak
330-599	Ua	3	1250	4	žádný
	Sg	2	870	6	žádný

Tab. č. 14 – návrh vlakové soupravy dle denních výkonností těžeb pro variantu č. 2

Návrh vlakové soupravy - Kombinace automobil + vlak - varianta č.3					
Den	Typ vozu	Počet hv. tř 742	Objem jedné soupravy (tuny)	Počet souprav/den	Doplňková souprava
0-40	Ua	3	1250	11	1x za 5 dní- další vlak
	Sg	2	950	14	1x za 3 dny - další vlak
40-65	Ua	3	1250	8	1x za 2 dny - další vlak
	Sg	2	950	10	žádný
65-88	Ua	3	1250	8	1x za 2 dny - další vlak
	Sg	2	950	11	žádný
88-101	Ua	2	1000	7	žádný
	Sg	2	950	7	1x za 2 dny - další vlak
101-118	Ua	2	1000	6	1x za 3 dny - další vlak
	Sg	2	900	7	žádný
118-314	Ua	1	650	1	žádný
	Sg	1	650	1	žádný
314-330	Ua	2	1000	6	žádný
	Sg	2	950	6	1x za 5 dní - další vlak
330-599	Ua	3	1250	4	žádný
	Sg	2	950	4	1x za 2 dny - další vlak

Tab. č. 15 – návrh vlakové soupravy dle denních výkonností těžeb pro variantu č. 3

E) Kombinace lodní a automobilové dopravy

Tato kombinace systémů má výhodu v tom, že by minimalizovala automobilovou dopravu přes ulici Radlická. Odvoz rubaniny z tunelu Radlice a východního portálu tunelu Radlice by byl řešen lodní dopravou a u ostatních stavebních objektů by byla využita automobilová doprava. Podíl lodní dopravy na odvozu rubaniny lze zvýšit delším úsekem dovrchní ražby tunelu Radlice (návrh je proveden na poloviční úseky pro úpatní a dovrchní ražbu). Při navržených výkonnostech těžebních strojů by navíc nevznikalo takové množství rubaniny, na které by nestačily kapacity meziskládek ZS12 a ZS11, případně v areálu přístavu. Návrh počtu odvozních prostředků dle stavebních objektů:

- Východní portál tunelu Radlice – 2x tlačná lodní souprava TČ1000
- Tunel Radlice dovrchní ražba – 2x tlačná lodní souprava TČ1000
- Tunel Radlice úpatní ražba do 118. dne HMG – 4x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Tunel Radlice úpatní ražba 118-330 den HMG – 2x Tatra 815 8x8, 13 m³

- Západní portál tunelu Radlice – 22x Tatra Phoenix, 18 m³
- Hloubené tunely Butovice a Jinonice – 11x Tatra Phoenix, 18m³

Sekundární dopravní systém

Jedná se o vnitro-staveništní dopravu, tzn. dopravu mezi zdrojem rubaniny a překladištěm na jiný dopravní prostředek či přepravu rubaniny k dalšímu použití na stavbě na meziskládku a následnou ukládku na místo využití rubaniny. To se týká hlavně tvrdších hornin jako vápence či vápenné břidlice používané na podsypy vozovek.

A) Železniční doprava

Zde je klíčové, na jakém vlakovém nádraží bude probíhat překládka rubaniny. Překladiště Praha-Jinonice a Praha-Smíchov jsou pozicí poměrně výhodné, překladiště Praha-Zličín už je více vzdálené a již není, tak efektivní jako ostatní dvě překladiště. Při návrhu je nutné brát v potaz dopravní situaci pro danou dopravní trasu. Návrh počtu nákladních automobilů od zdroje rubaniny do překladiště rubaniny:

Překladiště Praha-Smíchov

- Tunel Radlice, dovrchní ražba – 2x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Tunel Radlice, úpatní ražba – 3x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Tunel Radlice, východní portál – 6x Tatra Phoenix, 18 m³
- Tunel Radlice, západní portál – 16x Tatra Phoenix, 18 m³
- Hloubené tunely – 16x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Stodůlky a Butovice – 10x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Jinonice – 5x Tatra Phoenix, 18 m³

Překladiště Praha-Jinonice

- Tunel Radlice, dovrchní ražba – 2x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Tunel Radlice, úpatní ražba – 2x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Tunel Radlice, východní portál – 4x Tatra Phoenix, 18 m³
- Tunel Radlice, západní portál – 8x Tatra Phoenix, 18 m³
- Hloubené tunely – 10x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Stodůlky a Butovice – 6x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Jinonice – 2x Tatra Phoenix, 18 m³

Překladiště Praha-Zličín

- Tunel Radlice, dovrchní ražba – 4x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Tunel Radlice, úpatní ražba – 3x Tatra 815 8x8, 13 m³

- Tunel Radlice, východní portál – 14x Tatra Phoenix, 18 m³
- Tunel Radlice, západní portál – 26x Tatra Phoenix, 18 m³
- Hloubené tunely – 24x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Stodůlky a Butovice – 8x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Jinonice – 4x Tatra Phoenix, 18 m³

Návrh počtu odvozních prostředků je proveden jako ideový, je v něm počítáno s bezproblémovou dopravní trasou. Je třeba brát v úvahu dopravní situaci hlavně v ulici Radlická, která v dopravní špičce je hůře průjezdná a je zde pravděpodobné nabrání časové ztráty. Při samotném nasazování nákladních automobilů je třeba brát na zřetel různou těžitelnost horniny ve spodních vrstvách (u dna stavebních jam hloubených tunelů). U hůře rozpojitelných hornin bude nižší výkonnost těžby a bude tedy i klesat počet nasazených nákladních automobilů. Přesné počty nákladních automobilů budou nasazeny dle aktuálního stavu na stavbě.

B) Lodní doprava

Opět zde vzniká problém s vedením hlavní vnitro-staveništní trasy ulicí Radlická. Což může mít za následek zpoždění nakládky respektive těžby rubaniny. Při tomto způsobu by navíc nárůst nákladní dopravy byl enormní. Návrh počtu nákladních aut od zdroje rubaniny k překladišti v přístavu Praha-Smíchov:

- Tunel Radlice, dovrchní ražba – 2x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Tunel Radlice, úpatní ražba – 3x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Tunel Radlice, východní portál – 4x Tatra Phoenix, 18 m³
- Tunel Radlice, západní portál – 16x Tatra Phoenix, 18 m³
- Hloubené tunely – 20x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Stodůlky a Butovice – 10x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Jinonice – 4x Tatra Phoenix, 18 m³

C) Automobilová doprava

Sekundární doprava je již v případě automobilové dopravy součástí primární dopravy rubaniny. Návrh počtu odvozních prostředků je tedy vyřešen v části návrhu primární dopravy rubaniny. Není zde nutná doprava od zdroje rubaniny na překladiště.

D) Kombinace vlakové a automobilové dopravy

Návrh vnitro-staveništní (sekundární) dopravy rubaniny od zdroje k překladišti dle navržených variant (viz návrh primární dopravy) a stavebních objektů:

Varianta č. 1

- Hloubené tunely – překladiště Jinonice, 10x Tatra Phoenix, 18 m³
- Západní portál tunelu Radlice – překladiště Jinonice, 8x Tatra Phoenix, 18 m³
- Tunel Radlice, úpatní ražba – překladiště Jinonice, 2x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Východní portál tunelu Radlice – překladiště Smíchov, 4x Tatra Phoenix, 18 m³
- Tunel Radlice, dovrchní ražba – překladiště Smíchov, 2x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Vozovky Jinonice – překladiště Jinonice, 2x Tatra Phoenix, 18 m³

Varianta č. 2

- Hloubené tunely – překladiště Jinonice, 10x Tatra Phoenix, 18 m³
- Západní portál tunelu Radlice – překladiště Jinonice, 8x Tatra Phoenix, 18 m³
- Tunel Radlice, úpatní ražba – překladiště Jinonice, 2x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Vozovky Jinonice – překladiště Jinonice, 2x Tatra Phoenix, 18 m³

Varianta č. 3

- Hloubené tunely – překladiště Zličín, 24x Tatra Phoenix, 18 m³
- Západní portál tunelu Radlice – překladiště Zličín, 26x Tatra Phoenix, 18 m³
- Tunel Radlice, úpatní ražba – překladiště Zličín, 3x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Vozovky Jinonice – překladiště Zličín, 4x Tatra Phoenix, 18 m³
- Vozovky Stodůlky, Butovice – překladiště Zličín, 8x Tatra Phoenix, 18 m³

E) Kombinace lodní a automobilové dopravy

Vhodné řešení z hlediska vynechání dopravních tras přes ulici Radlická. Návrh počtu odvozních prostředků od zdroje rubaniny k překladišti přístav Praha-Smíchov:

- Východní portál tunelu Radlice – 6x Tatra Phoenix, 18 m³
- Tunel Radlice dovrchní ražba – 2x Tatra 815 8x8, 13 m³

Sekundární (vnitro-staveništní) doprava, zdroj rubaniny – meziskládka

Jedná se o transport rubaniny, která bude po vytěžení použita pro další stavební práce na stavbě Radlické radiály. A to jsou hlavně pevnější a tvrdší materiály jako vápenec, vápenitá břidlice či jílovitá břidlice. Návrh počtu odvozních prostředků dle stavebních objektů:

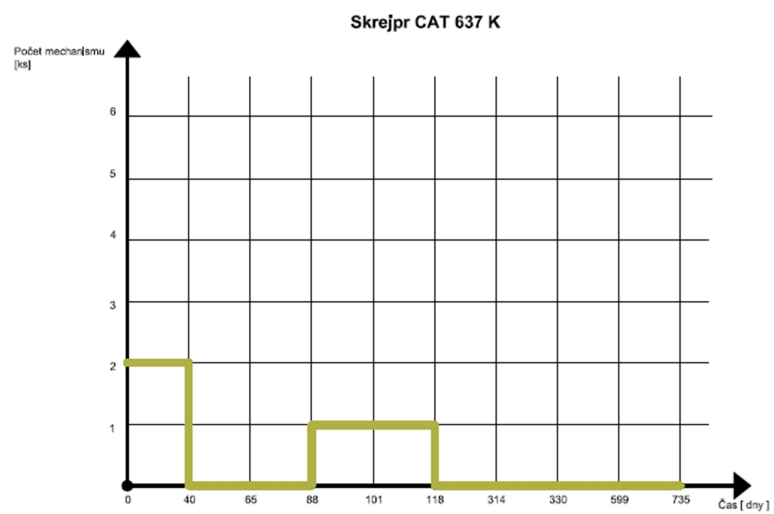
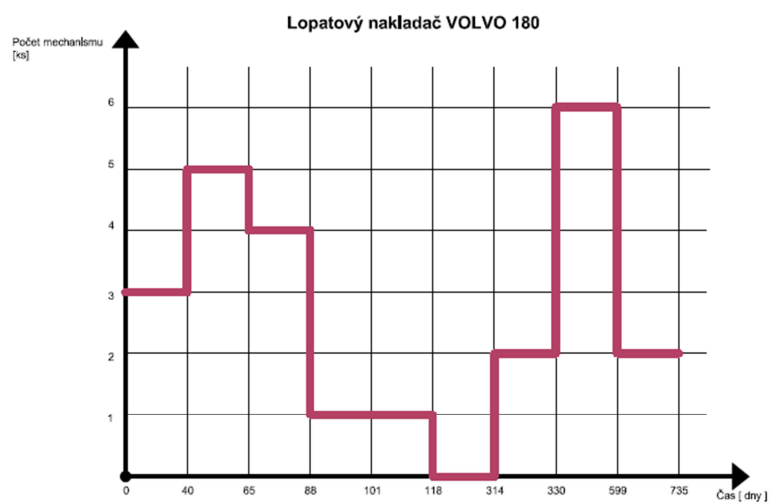
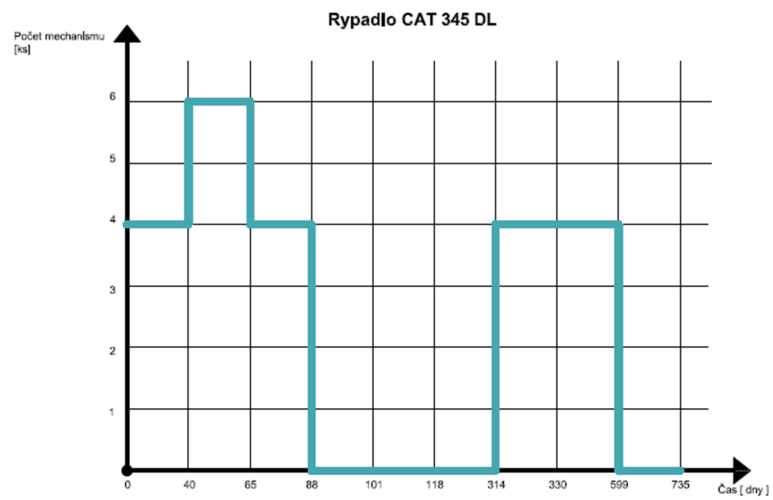
- Tunel Radlice, úpatní ražba – meziskládka ZS10, 1x dampr Volvo A35E, 20 m³
- Tunel Radlice, dovrchní ražba – meziskládka ZS10, 2x Tatra 815 8x8, 13 m³
- Hloubené tunely – meziskládka ZS4(ZS4a), 4x Tatra Phoenix, 18 m³,

Při použití silničních panelů přes veřejné komunikace (ochrana vozovky) by bylo možné použít pro odvoz rubaniny dampr Volvo A35E.

Grafy počtu nasazených mechanismů

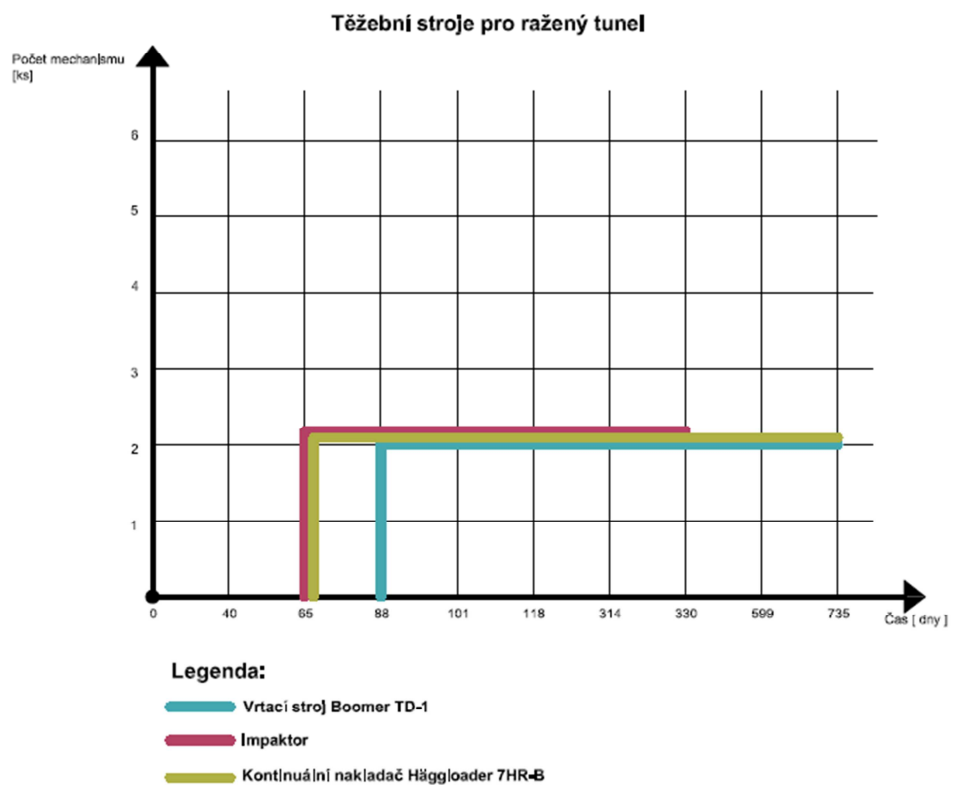
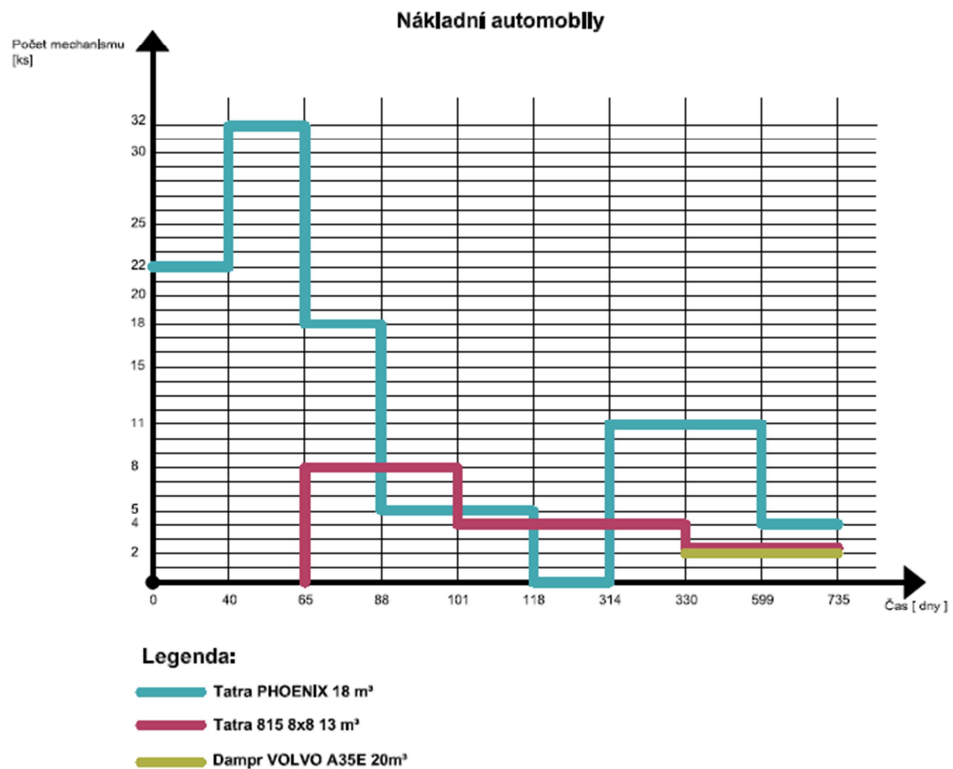
Automobilová doprava

AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA



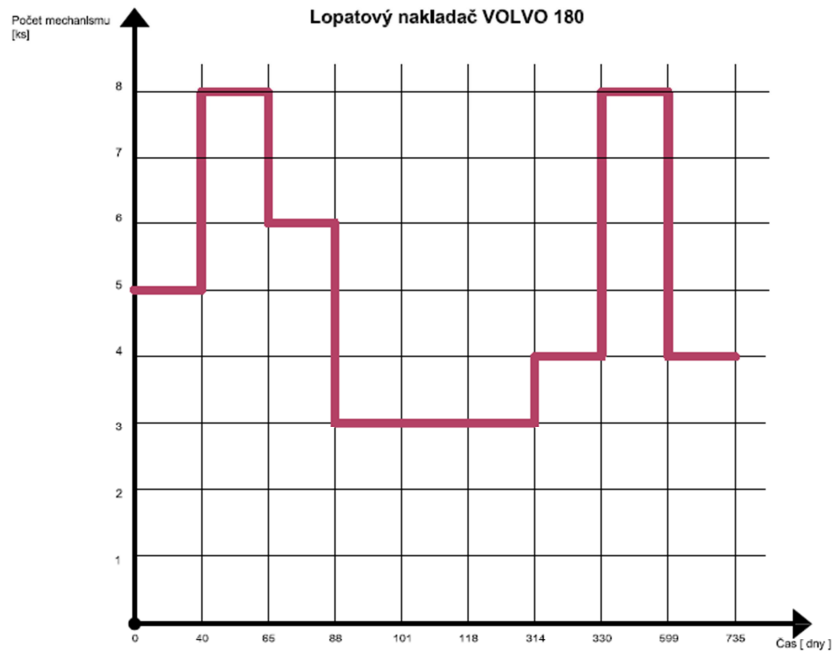
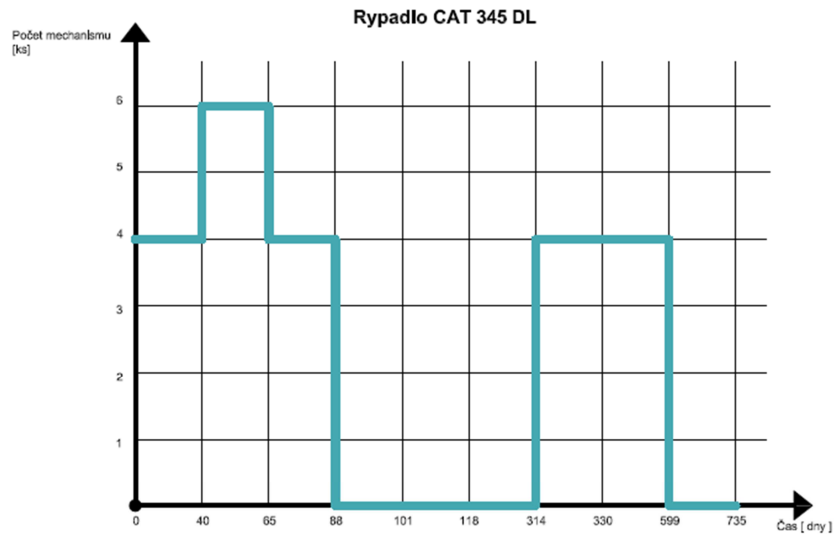
Automobilová doprava

AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA

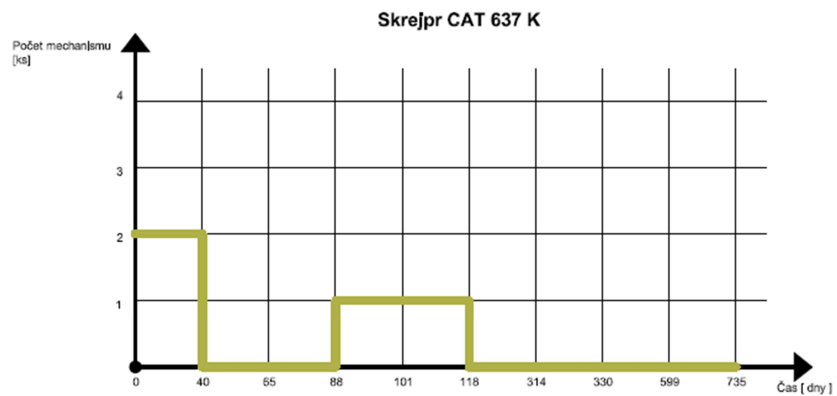


Vlaková doprava

VLA KOVÁ DOPRAVA

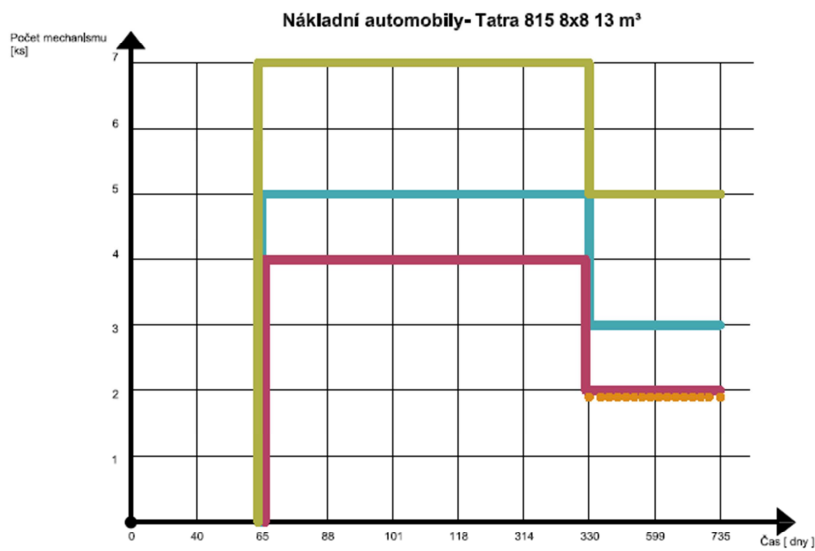
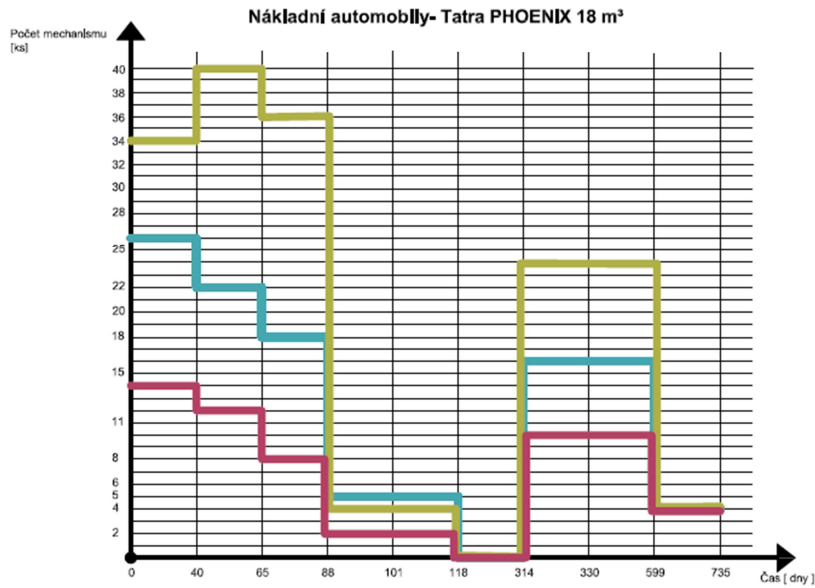


Pozn:
Použití lopatových nakladačů v případě jejich využití při nakládce rubaniny na nákladní vlak v překladlích.



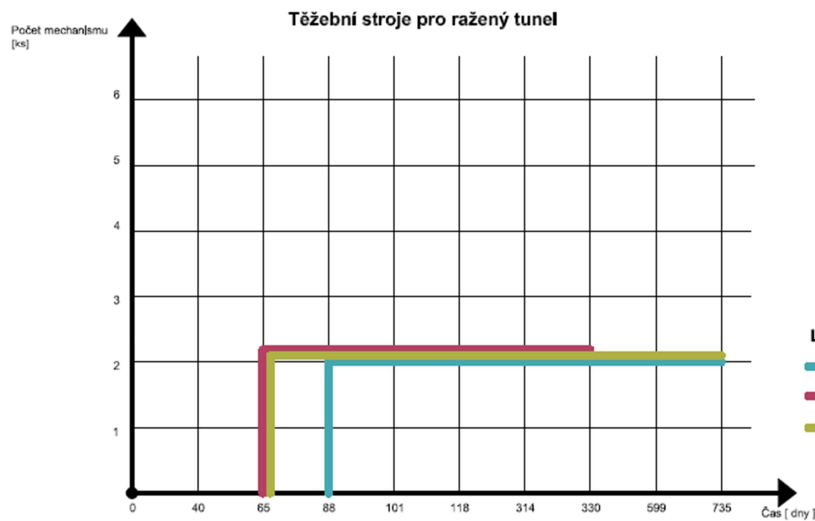
Vlaková doprava

VLA KOVÁ DOPRAVA



Legenda:

- Překladiště Praha - Smíchov
- Překladiště Praha - Jinnocce
- Překladiště Praha - Zličín
- Dampr VOLVO A35E 20m³ (na všech překladištích)



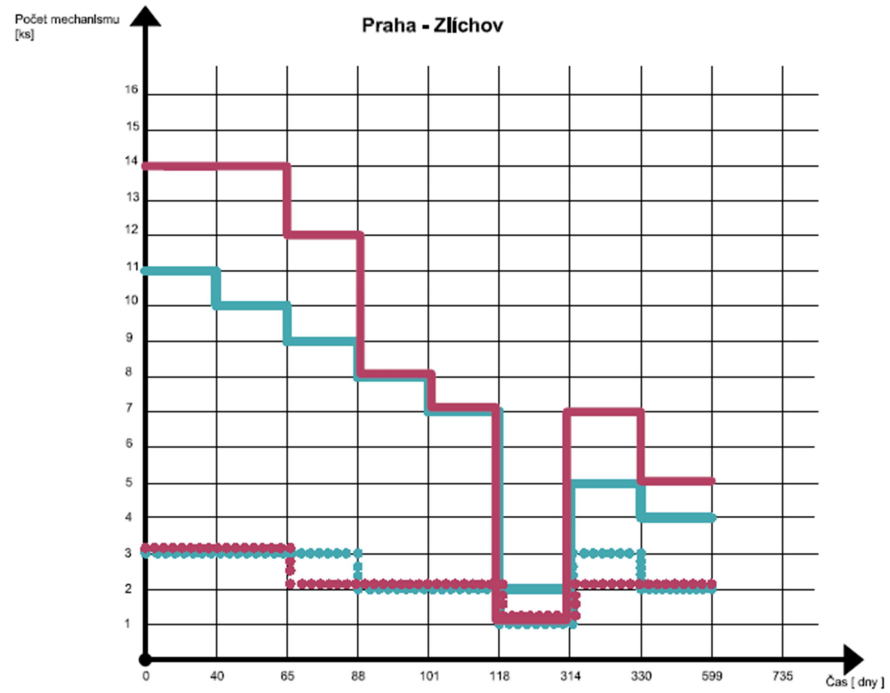
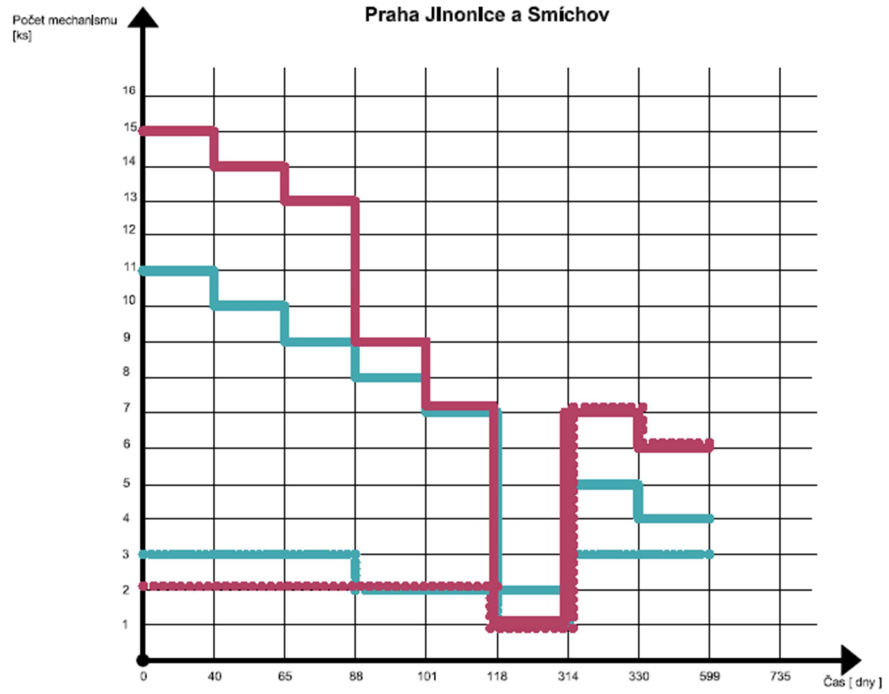
Legenda:

- Vrtací stroj Boomer TD-1
- Impaktor
- Kontinuální nakladač Hägglöader 7HR-B

Vlaková doprava

VLAPOVÁ DOPRAVA

Lokomotiva řady 742

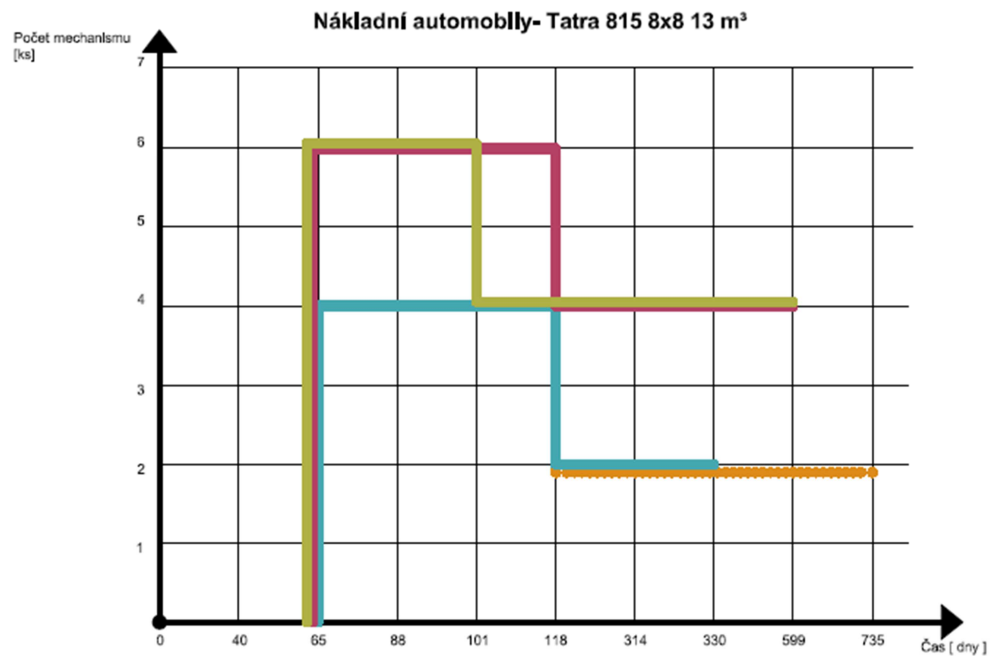
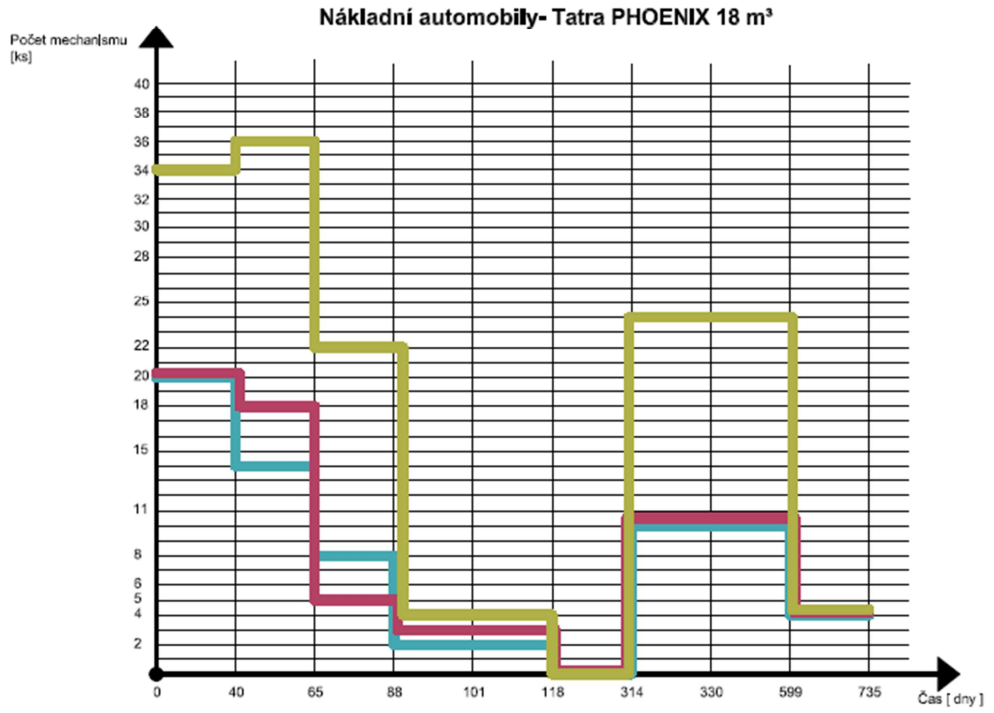


Legenda:

- Množství souprav za den - vozy typu Ua
- Počet lokomotiv v jedné soupravě - vozy typu Ua
- Množství souprav za den - vozy typu Sg
- Počet lokomotiv v jedné soupravě - vozy typu Sg

Vlaková + automobilová doprava

VLAKOVÁ A AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA

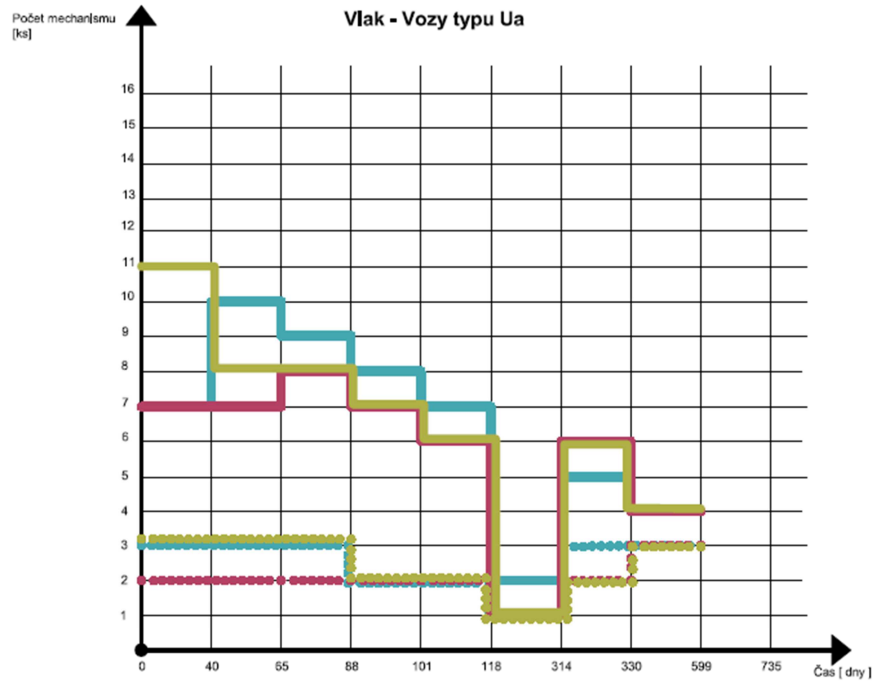


Legenda:

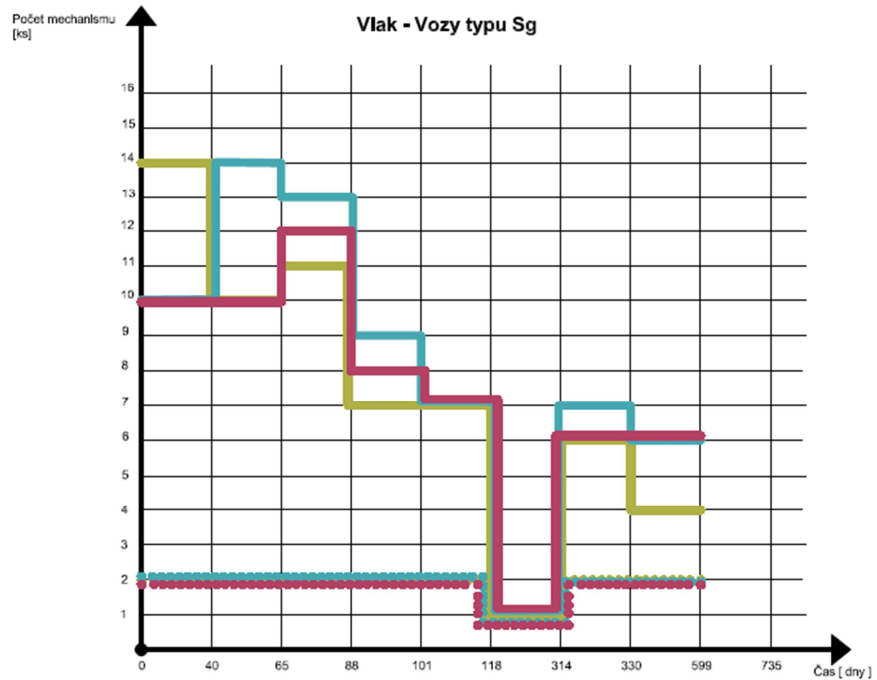
- Varlanta 1
- Varlanta 2
- Varlanta 3
- - - Dampr VOLVO A35E 20m³ (ve všech varlantách)

Vlaková + automobilová doprava

VLA KOVÁ A AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA



Legenda:

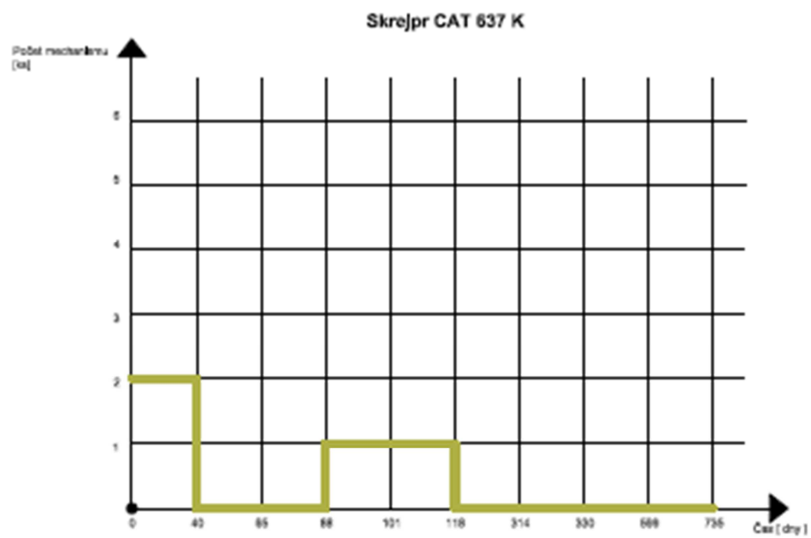
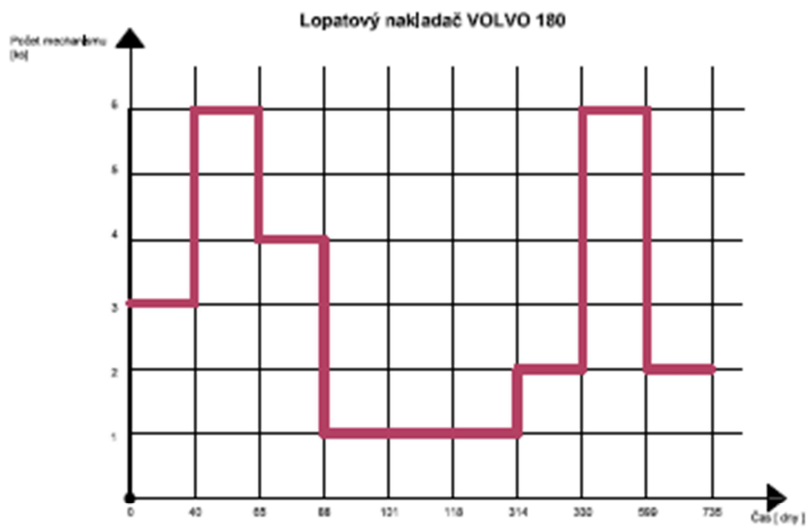
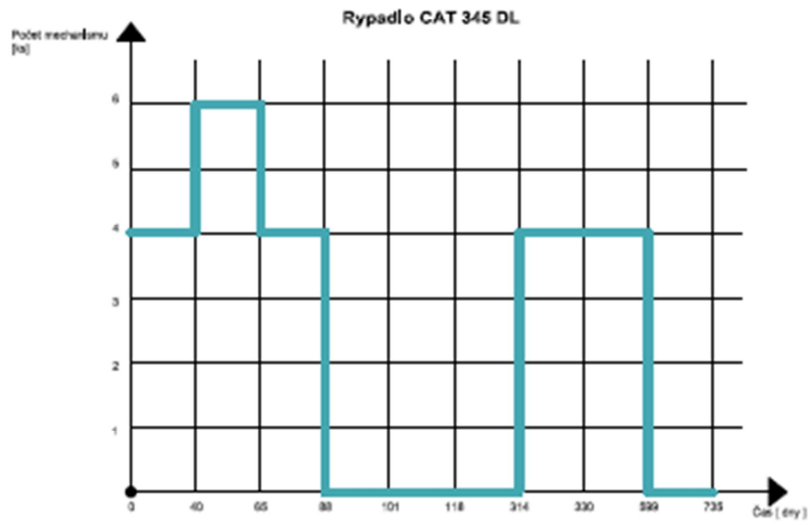


Legenda:

- Varianta 1: Množství souprav za den
- Varianta 1: Počet lokomotiv v jedné soupravě
- Varianta 2: Množství souprav za den
- Varianta 2: Počet lokomotiv v jedné soupravě
- Varianta 3: Množství souprav za den
- Varianta 3: Počet lokomotiv v jedné soupravě

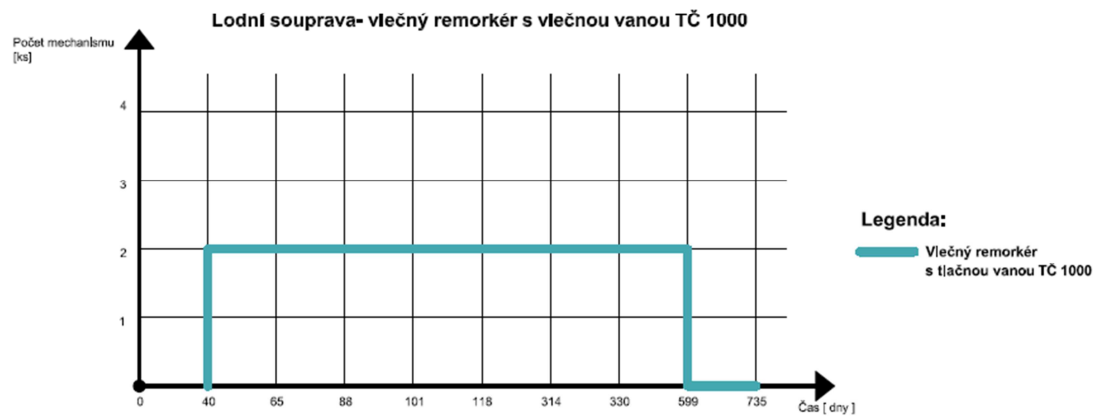
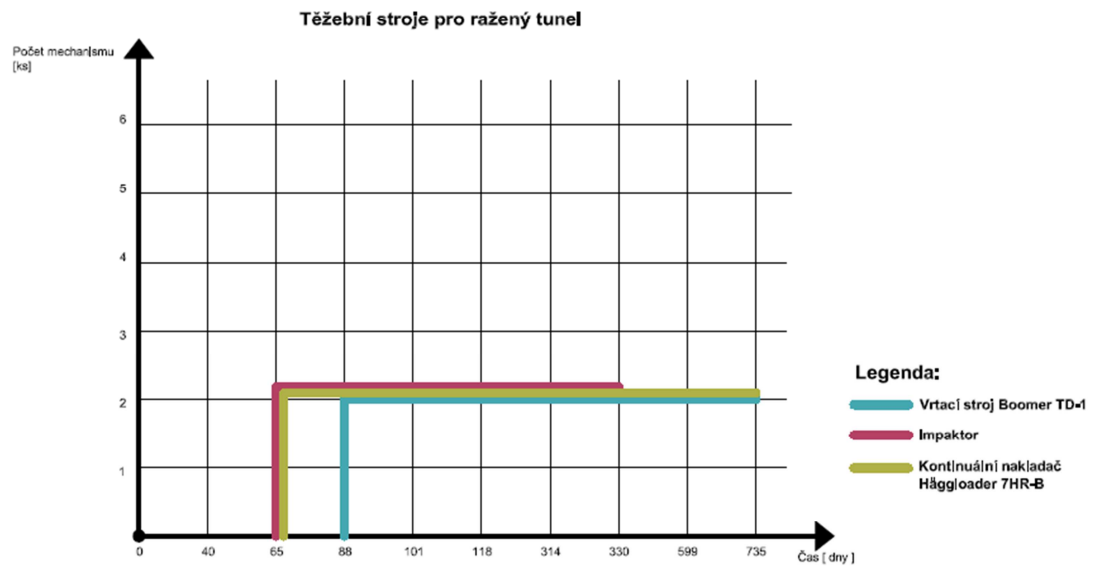
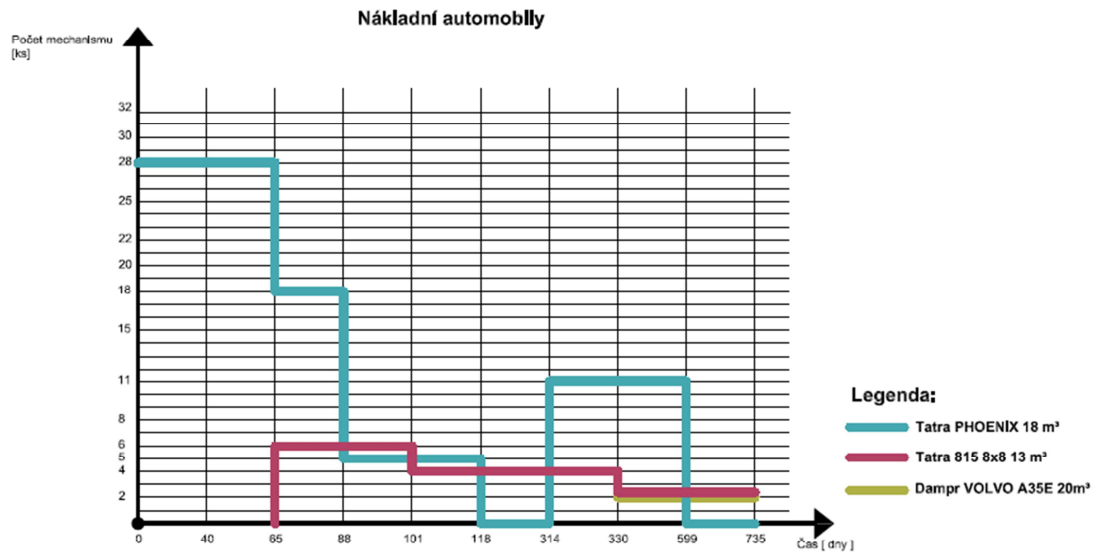
Lodní + automobilová doprava

LODNÍ a AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA



Lodní + automobilová doprava

LODNÍ a AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA



Seznam příloh – časová struktura

Příloha č. 5 – HMG stavby

Příloha č. 6 – Časoprostorový graf

Pro lodní dopravu (jako samostatné varianty) nebyl graf nasazení mechanismů zpracováván, pro velký počet nasazených nákladních aut s dopravní trasou přes ulici Radlická a nedostatečné kapacity meziskládek a omezených kapacit pro odvoz rubaniny.

EKONOMICKÁ BILANCE

Tato část obsahuje hrubé porovnání nákladů na odvoz rubaniny primární způsobem dopravy (dle navržených variant v prostorové struktuře DP).

A) Železniční doprava

Cenová nabídka byla zpracována na odvoz zeminy pro dva typy vozů (Ua a Sg) a na dva typy vlakové soupravy (14 vozů/700tun a 20 vozů/1000 tun).

CN pro typ vozů Ua:

ŽST POČÁTEK	ŽST CÍL	Vlaková souprava	Množství (t)	Cena/t	Celková cena
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 700 717	145,00	391 603 965 Kč
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 700 717	131,00	353 793 927 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 14/700	2 700 717	161,00	434 815 437 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 20/1000	2 700 717	145,00	391 603 965 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 700 717	140,00	378 100 380 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 700 717	127,00	342 991 059 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 14/700	2 700 717	156,00	421 311 852 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 20/1000	2 700 717	140,00	378 100 380 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 700 717	153,00	413 209 701 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 700 717	138,00	372 698 946 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 14/700	2 700 717	169,00	456 421 173 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 20/1000	2 700 717	151,00	407 808 267 Kč

Tab. č. 16 – Cenová kalkulace na celkové množství rubaniny pro vozy typu Ua

CN pro typ vozů Sg

ŽST POČÁTEK	ŽST CÍL	Vlaková souprava	Množství (t)	Cena/t	Celková cena
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 700 717	195,00	526 639 815 Kč
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 700 717	181,00	488 829 777 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 14/700	2 700 717	211,00	569 851 287 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 20/1000	2 700 717	195,00	526 639 815 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 700 717	190,00	513 136 230 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 700 717	177,00	478 026 909 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 14/700	2 700 717	206,00	556 347 702 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 20/1000	2 700 717	190,00	513 136 230 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 700 717	203,00	548 245 551 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 700 717	188,00	507 734 796 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 14/700	2 700 717	219,00	591 457 023 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 20/1000	2 700 717	201,00	542 844 117 Kč

Tab. č. 17 – Cenová kalkulace na celkové množství rubaniny pro vozy typu Sg

Nakládka rubaniny (14 Kč/t) – $14 * 2\,700\,717 = 37\,810\,038$ Kč

Vykládka rubaniny (14 Kč/t) – $14 * 2\,700\,717 = 37\,810\,038$ Kč

Ukládka rubaniny (85 Kč/t) – $85 * 2\,700\,717 = 229\,560\,945$ Kč

Při nutnosti posunu vozů při nakládce a vykládce (nutnost zajištění hnacího vozidla, strojvedoucího a vedoucího posunu u nakládky a vykládky) – smluvní cena 2 800 Kč/hod. Tento případ by nastal u varianty nakládky ve stanici Praha-Zličín.

Pozn. Cenová nabídka firmy ČD Cargo, a. s. – nabídka č. 833119.001, Nabídka bude upravena dle skutečného použití druhu vlakových souprav. [13]

B) Automobilová doprava

U automobilové dopravy se bude orientační cena odvozu rubaniny skládat ze dvou složek dle typu použitého dopravního prostředku: [22]

- Tatra 815 8x8, 13m³ – 800 Kč/hod, 37 Kč/km (jednotkové ceny)
- Tatra Phoenix, 18m³ – 1000 Kč/hod, 45 Kč/km (jednotkové ceny)

Orientační kalkulace pronájem nákladních automobilů:

- Tatra 815 8x8 (hodinová sazba) – **11 900 000 Kč**
- Tatra 815 8x8 (km sazba) – **35 520 000 Kč**
- Tatra Phoenix (hodinová sazba) – **53 930 000 Kč**
- Tatra Phoenix (km sazba) – **198 683 540 Kč**
- **Celkem za pronájem – 300 033 540 Kč**

Orientační kalkulace za nakládku a skládkovné:

- Nakládka rubaniny (40 Kč/t) – **108 028 680 Kč**
- Uložení na skládce (85 Kč/t) – **229 560 945 Kč**

Celkem orientační kalkulace odvozu rubaniny automobilovou dopravou – **637 623 165 Kč**

C) Lodní doprava

V případě lodní dopravy je vypracována orientační cenová kalkulace na denní objem (2000 tun rubaniny), z důvodu nedostatečné infrastruktury pro náklad více lodí současně s přístaviště Praha-Smíchov. Pro porovnání s ostatními druhy přepravy je vypracovaná teoretická orientační cena na celý objem rubaniny. [14]

Denní objem – 2 000 tun (skládka ÚHY)

*Nakládka (40 Kč/t) – 40 * 2 000 = 80 000 Kč*

*Remorkáž (Nelahozeves – 100 Kč/t) – 100 * 2 000 = 200 000 Kč*

*Vykládka (40 Kč/t) – 40 * 2 000 = 80 000 Kč*

*Autodoprava Nelahozeves-Skládka (55 Kč/t) – 55 * 2 000 = 110 000 Kč*

*Uložení rubaniny na skládce (85 Kč/t) – 85 * 2 000 = 170 000 Kč*

Celkem (denní objem) – 560 080 Kč

Denní objem – 2 000 tun (skládka Tapas Borek)

*Nakládka (40 Kč/t) – 40 * 2 000 = 80 000 Kč*

*Remorkáž (Tapas Borek – 200 Kč/t) – 200 * 2 000 = 400 000 Kč*

*Vykládka (40 Kč/t) – 40 * 2 000 = 80 000 Kč*

*Uložení rubaniny na skládce (75 Kč/t) – 75 * 2 000 = 150 000 Kč*

Celkem (denní objem) – 710 000 Kč

Celkový objem – 2 700 717 tun (skládka ÚHY)

*Nakládka (40 Kč/t) – 40 * 2 700 717 = 108 028 680 Kč*

*Remorkáž (Nelahozeves – 100 Kč/t) – 100 * 2 700 717 = 270 071 700 Kč*

*Vykládka (40 Kč/t) – 40 * 2 700 717 = 108 028 680 Kč*

*Autodoprava Nelahozeves-Skládka (55 Kč/t) – 55 * 2 700 717 = 148 539 435 Kč*

*Uložení rubaniny na skládce (85 Kč/t) – 85 * 2 700 717 = 229 560 945 Kč*

Celkem (úplný objem rubaniny) – 864 229 440 Kč

Celkový objem – 2 700 717 tun (skládka Tapas Borek)

*Nakládka (40 Kč/t) – 40 * 2 700 717 = 108 028 680 Kč*

*Remorkáž (Tapas Borek – 200 Kč/t) – 200 * 2 700 717 = 540 143 400 Kč*

*Vykládka (40 Kč/t) – 40 * 2 700 717 = 108 028 680 Kč*

*Uložení rubaniny na skládce (75 Kč/t) – 75 * 2 700 717 = 202 553 775 Kč*

Celkem (úplný objem rubaniny) – 958 754 535 Kč

D) Kombinace lodní a automobilové dopravy

Druh dopravního systému dle stavebních objektů:

- Lodní doprava – východní portál tunelu Radlice, Tunel radlice dovrchní ražba
- Automobilová doprava – Vozovky Stodůlky, Butovice a Jinonice, hloubené tunely, tunel Radlice úpatní ražba, západní portál tunelu Radlice

Orientace kalkulace lodní dopravy – objem 161 000 tun (skládka ÚHY)

*Nakládka (40 Kč/t) – 40 * 161 000 = 6 440 000 Kč*

*Remorkáž (Nelahozeves – 100 Kč/t) – 100 * 161 000 = 16 100 000 Kč*

*Vykládka (40 Kč/t) – 40 * 161 000 = 6 440 000 Kč*

*Autodoprava Nelahozeves-Skládka (55 Kč/t) – 55 * 161 000 = 8 855 000 Kč*

*Uložení rubaniny na skládce (85 Kč/t) – 85 * 161 000 = 13 685 000 Kč*

Celkem (objem 161 000 tun) – 51 520 000 Kč

Orientační kalkulace pronájem nákladních automobilů:

- Tatra 815 8x8 (hodinová sazba) – 6 000 000 Kč
- Tatra 815 8x8 (km sazba) – 17 760 000 Kč
- Tatra Phoenix (hodinová sazba) – 50 930 000 Kč
- Tatra Phoenix (km sazba) – 165 926 821 Kč
- **Celkem za pronájem – 240 616 821 Kč**

Orientační kalkulace za nakládku a skládkovné pro automobilovou dopravu:

- Nakládka rubaniny (40 Kč/t) – 101 588 680 Kč
- Uložení na skládce (85 Kč/t) – 215 875 945 Kč

Celkem orientační kalkulace odvozu rubaniny pro kombinaci lodní a automobilové dopravy – 558 081 446 Kč

E) Kombinace železniční a automobilové dopravy

Orientační kalkulace byla provedena pro všechny tři navržené varianty v časové struktuře projektu Radlická radiála.

Varianta č. 1

Orientační kalkulace pronájem nákladních automobilů:

- Tatra Phoenix (hodinová sazba) – 5 040 000 Kč
- Tatra Phoenix (km sazba) – 16 914 960 Kč
- **Celkem za pronájem – 21 954 960 Kč**

Orientační kalkulace za nakládku:

- Nakládka rubaniny (40 Kč/t) – 6 800 000 Kč

Orientační kalkulace – doprava rubaniny vlakem (typ vozů Ua)

ŽST POČÁTEK	ŽST CÍL	Vlaková souprava	Množství (t)	Cena/t	Celková cena
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 530 717	195,00	493 489 815 Kč
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 530 717	181,00	458 059 777 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 14/700	2 530 717	211,00	533 981 287 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 20/1000	2 530 717	195,00	493 489 815 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 530 717	190,00	480 836 230 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 530 717	177,00	447 936 909 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 14/700	2 530 717	206,00	521 327 702 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 20/1000	2 530 717	190,00	480 836 230 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 530 717	203,00	513 735 551 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 530 717	188,00	475 774 796 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 14/700	2 530 717	219,00	554 227 023 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 20/1000	2 530 717	201,00	508 674 117 Kč

Tab. č. 18 – Cenová kalkulace pro variantu č. 1 s vozy typu Ua

Nakládka rubaniny (14 Kč/t) – $14 * 2\,530\,717 = 35\,430\,038$ Kč

Vykládka rubaniny (14 Kč/t) – $14 * 2\,530\,717 = 35\,430\,038$ Kč

Ukládka rubaniny (85 Kč/t) – $85 * 2\,530\,717 = 215\,110\,945$ Kč

Variantu č. 2

Orientační kalkulace pronájem nákladních automobilů:

- Tatra 815 8x8 (hodinová sazba) – **2 304 000 Kč**
- Tatra 815 8x8 (km sazba) – **8 957 013 Kč**
- Tatra Phoenix (hodinová sazba) – **7 800 000 Kč**
- Tatra Phoenix (km sazba) – **27 199 960 Kč**
- **Celkem za pronájem – 46 260 973 Kč**

Orientační kalkulace za nakládku:

- Nakládka rubaniny (40 Kč/t) – **13 240 000 Kč**

Orientační kalkulace – doprava rubaniny vlakem (typ vozů Ua)

ŽST POČÁTEK	ŽST CÍL	Vlaková souprava	Množství (t)	Cena/t	Celková cena
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 369 717	195,00	462 094 815 Kč
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 369 717	181,00	428 918 777 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 14/700	2 369 717	211,00	500 010 287 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 20/1000	2 369 717	195,00	462 094 815 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 369 717	190,00	450 246 230 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 369 717	177,00	419 439 909 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 14/700	2 369 717	206,00	488 161 702 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 20/1000	2 369 717	190,00	450 246 230 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 369 717	203,00	481 052 551 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 369 717	188,00	445 506 796 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 14/700	2 369 717	219,00	518 968 023 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 20/1000	2 369 717	201,00	476 313 117 Kč

Tab. č. 19 – Cenová kalkulace pro variantu č. 2 s vozy typu Ua

*Nakládka rubaniny (14 Kč/t) – 14 * 2 369 717 = 33 176 038 Kč*

*Vykládka rubaniny (14 Kč/t) – 14 * 2 369 717 = 33 176 038 Kč*

*Ukládka rubaniny (85 Kč/t) – 85 * 2 369 717 = 201 425 945 Kč*

Varianta č. 3

Orientační kalkulace pronájem nákladních automobilů:

- Tatra 815 8x8 (hodinová sazba) – **2 304 000 Kč**
- Tatra 815 8x8 (km sazba) – **8 957 013 Kč**
- Tatra Phoenix (hodinová sazba) – **2 760 000 Kč**
- Tatra Phoenix (km sazba) – **10 285 000 Kč**
- **Celkem za pronájem – 24 306 013 Kč**

Orientační kalkulace za nakládku:

- Nakládka rubaniny (40 Kč/t) – **6 440 000 Kč**

Orientační kalkulace – doprava rubaniny vlakem (typ vozů Ua)

ŽST POČÁTEK	ŽST CÍL	Vlaková souprava	Množství (t)	Cena/t	Celková cena
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 539 717	195,00	495 244 815 Kč
Praha - Jinonice	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 539 717	181,00	459 688 777 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 14/700	2 539 717	211,00	535 880 287 Kč
Praha - Jinonice	Rynholec	PUV 20/1000	2 539 717	195,00	495 244 815 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 539 717	190,00	482 546 230 Kč
Praha - Smíchov	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 539 717	177,00	449 529 909 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 14/700	2 539 717	206,00	523 181 702 Kč
Praha - Smíchov	Rynholec	PUV 20/1000	2 539 717	190,00	482 546 230 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 14/700	2 539 717	203,00	515 562 551 Kč
Praha - Zličín	Kamenné Žehrovice	PUV 20/1000	2 539 717	188,00	477 466 796 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 14/700	2 539 717	219,00	556 198 023 Kč
Praha - Zličín	Rynholec	PUV 20/1000	2 539 717	201,00	510 483 117 Kč

Tab. č. 20– Cenová kalkulace pro variantu č. 3 s vozy typu Ua

*Nakládka rubaniny (14 Kč/t) – 14 * 2 539 717 = 35 556 038 Kč*

*Vykládka rubaniny (14 Kč/t) – 14 * 2 539 717 = 35 556 038 Kč*

*Ukládka rubaniny (85 Kč/t) – 85 * 2 539 717 = 215 875 945 Kč*

U varianty kombinace dopravy vlaku a automobilu byla vypracovaná cenová kalkulace vlakové dopravy pouze na typ vozů Ua, u použití vozů typu Sg můžeme počítat s cenou o 50 Kč/t než u typu vozů Ua.

S výjimkou varianty čistě automobilové dopravy není v kalkulaci ostatních variant zahrnuta sekundární doprava (tedy doprava od zdroje rubaniny k překladišti).

Ekonomické shrnutí - cena/tunu rubaniny				
Železniční doprava				
<i>Nakládka</i>	<i>Vykládka</i>	<i>Typ vlaku</i>	<i>Typ vozů</i>	<i>Cena/tuna</i>
Praha-Jinonice	Rynholec	14/700	Ua	274 Kč
Praha-Jinonice	Rynholec	20/1000	Ua	258 Kč
Praha-Jinonice	Rynholec	14/700	Sg	324 Kč
Praha-Jinonice	Rynholec	20/1000	Sg	308 Kč
Automobilová doprava				
<i>Nakládka</i>	<i>Vykládka</i>	<i>Cena/tuna</i>		
Zdroj rubaniny	Skládka Rynholec	236 Kč		
Lodní doprava				
<i>Nakládka</i>	<i>Vykládka</i>	<i>Cena/tuna</i>		
Praha-Smíchov	Tapas Borek	320 Kč		
Praha-Smíchov	Skládka Úhy	355 Kč		
Kombinace automobilová + lodní doprava				
<i>Nakládka</i>	<i>Vykládka</i>	<i>Cena/tuna</i>		
Dle druhu dopravy	Dle druhu dopravy	207 Kč		
Kombinace automobilová + železniční doprava				
<i>Varianta 1 (pouze vozy typu Ua)</i>				
<i>Nakládka</i>	<i>Vykládka</i>	<i>Typ vlaku</i>	<i>Cena/tuna</i>	
Dle druhu dopravy	Rynholec	14/700	314 Kč	
Dle druhu dopravy	Rynholec	20/1000	299 Kč	
<i>Varianta 2 (pouze vozy typu Ua)</i>				
Dle druhu dopravy	Rynholec	14/700	306 Kč	
Dle druhu dopravy	Rynholec	20/1000	279 Kč	
<i>Varianta 3 (pouze vozy typu Ua)</i>				
Dle druhu dopravy	Rynholec	14/700	305 Kč	
Dle druhu dopravy	Rynholec	20/1000	290 Kč	

Tab. č. 21 – ekonomické srovnání, cena/tunu rubaniny

Je třeba brát v potaz, že sekundární cena je promítnutá pouze v ceně pro automobilovou dopravu. V ostatních variantách není uvažována. U lodní dopravy není uvažována cena po vykládce rubaniny v překladišti či přímo na skládce Tapas Borek.

ZÁVĚR

Tato práce se zabývala několika částmi s cílem porovnání logistických variant odvozu rubaniny ze stavby na cílovou skládku. Tato práce by mohla sloužit jako podklad pro projektanta a investora stavby ke zvolení ideální varianty, z hlediska prostorového, časového a ekonomického, odvozu rubaniny z provádění zemních prací projektu Radlická radiála.

V části technologická struktura byly popsány technologické postupy těžebních a razících prací (ražba pomocí NRTM). U ražby tunelu Radlice je pak klíčový způsob ražby. To zda se bude razit úpatně či dovrčně bude ovlivňovat zařízení staveniště, počty odvozních prostředků a samotný způsob dopravy rubaniny na skládku. V této práci je uvažováno s kombinací obou směrů. U úpatní ražby je největší komplikací čerpání vody a možné výrazné zpomalení postupu ražby. Je ekonomicky náročný způsob. U dovrční způsobu je problém ve velmi stísněné velikosti zařízení staveniště, a tedy nutnost využívat zařízení staveniště u západního portálu tunelu Radlice (ZS10). Podrobněji byl, v této části, zpracován technologický postup montáže záporového pažení pro zajištění stavební jámy hloubených tunelů (Butovice a Jinonice).

V části prostorová struktura bylo řešeno u jednotlivých variant dopravy rubaniny místa nakládek s případnými stavebními úpravami, místo vykládky, a tedy cílovou skládkou s dostatečnou kapacitou, způsoby nakládek a vykládek, návrhy dopravních tras a návrh meziskládek a zařízení staveniště.

Z důvodů rušení skládek v okolí Prahy, byla vybrána jako nejvhodnější skládka v Rynholci (*České Lupkové závody a.s.*), která disponuje dostatečnou kapacitou a železniční vlečkou, což umožňuje využití železniční dopravy. Tato skládka je uvažována pro automobilovou a železniční dopravu. U lodní dopravy byly jako cílové skládky navrženy skládka Úhy (s nutností překládky rubaniny) a Tapas Borek, kde by vykládka probíhala přímo v areálu skládky. U variant, které kombinují více způsobu systému dopravy lze využít i menší skládky na Kladensku, které jsou blíže než skládka v Rynholci (není možné je využít na celý objem rubaniny, pouze na menší část).

Místo nakládky rubaniny pro železniční dopravu:

- Praha-Jinonice – ideální pozice vzhledem ke staveništi a rozmístění jednotlivých stavebních objektů. Pro využívání je ovšem potřeba dobudovat manipulační kolej.
- Praha-Smíchov – momentálně by zde práce, po meších úpravách, mohli probíhat. Problém je, že do dvou let má v místě manipulačních kolejí začít výstavba developerského projektu. Využití toho překladiště je tedy velmi nejisté.

- Praha-Zličín – překladiště je připravené pro překládku materiálu. Nevýhody jsou v krátké délce kolejiště a tedy nutnosti posouvání vozů při nakládce a větší vzdálenost od zdrojů rubaniny.

Pro efektivní využití železniční dopravy je klíčové zprovoznit překladiště Praha-Jinonice a mít druhé překladiště pro souběžnou nakládku při větším objemu těžby rubaniny.

Místo vykládky rubaniny pro železniční dopravu:

- Stochov-Slovanka – zde již vykládka možná není kvůli zrušení manipulační koleje.
- Kamenné Žehrovice – vykládka zde možná za podmínek velké investice a rekonstrukci manipulačních kolejí a příslušenství. Bez těchto investic je efektivní vykládka nemožná.
- Železniční vlečka v areálu skládky – nevhodnější varianty z důvodů investic do vykládacího místa. Je třeba zde provést úpravu pro příjem takového objemu rubaniny.

Místo nakládky rubaniny pro lodní dopravu:

- Přístav Praha-Radotín – možnost využití z důvodu nedostatečné nakládací kapacity přístaviště Praha-Smíchov.
- Přístav Praha-Smíchov – Výhodná poloha přístaviště v blízkosti východního portálu tunelu Radlice. Nakládka by probíhala přímo z nákladního automobilu. Nemožnost nakládat dvě tlačné lodní soupravy najednou.

U automobilové dopravy by k nakládce docházelo přímo u zdroje rubaniny a vykládka na cílovém místě uložení. K potlačení negativ jednotlivých variant dopravy je možné využít kombinaci systému dopravy. Jedním z cílů návrhů kombinací systému dopravy bylo minimalizovat pohyb nákladních automobilů přes Radlickou ulici na minimum. Vzhledem k dopravní situaci v této oblasti by docházelo k velkým časovým ztrátám a i tím spojené zvýšené ekonomické náklady.

V části časové struktury byl řešen časový plán stavby a s tím spojené výkonnosti navržených strojních sestav, návrh počtu odvozních prostředků na vypočítaný objem rubaniny určené k odvozu ze stavby. Určené počty mechanizace dle navržených variant pro primární a sekundární dopravu.

Z vypočtených hodnot a výstupů od dopravců (České rejdářství a.s. a ČD Cargo, a. s.) je jasné, že při stanovených výkonnostech těžby (návrh) není možné na celkový objem rubaniny využít variantu pouze s železniční dopravou či lodní dopravou. U obou variant jde o nedostatečnou kapacitou infrastruktury. U lodní je možné denně přepravit pouze 2000 tun, v případě nasazení pouze lodní dopravy by vznikaly

obrovské přebytky rubaniny, na které by kapacita meziskládek nestačila. V případě železniční dopravy je možné, při nasazení většího počtu nakládacích mechanismů, odbavit maximálně sedm vlakových souprav (20 vozů) denně, přičemž v největších denních objemech by bylo třeba odbavit až čtrnáct souprav denně. Využít pouze tyto varianty bez kombinace s jiným druhem dopravy by bylo možné v případě:

- Snížení denní výkonnosti těžby – bude mít vliv na časový plán,
- Využití více vlakových překladišť současně, zachování překladiště Praha-Smíchov pro nákladní vlakovou dopravu
- Využití přístaviště Radotín – neefektivní z důvodu nasazení velkého počtu nákladních automobilů.

V jiných případech je třeba využívat automobilovou dopravu buď jako variantu jediného využívaného druhu dopravy či jako kombinací s jiným druhem dopravy.

Orientační ekonomické srovnání různých variant druhů dopravy je shrnuto v části ekonomická bilance. Součástí ekonomické bilance není vnitro-staveništní (sekundární) doprava. Je třeba brát v potaz, že varianty s lodní a železniční dopravou budou o tuto položku navýšeny.

Z bilance vyplývá, že ekonomicky nejnáročnější je lodní doprava. U vlakové dopravy cenu ovlivní, odkud bude vlak vypraven a jaké typy vozů budou využity. Varianty z překladišť Praha-Jinonice a Praha-Smíchov s použitým typem vozů Ua je cenově srovnatelná s automobilovou dopravou. Je snaha, co nejméně omezit osobní automobilovou dopravu v městských částech a to zejména v oblasti Radlic a Smíchova. Proto se nabízí uvažovat kombinací lodní a automobilové dopravy nebo, v případě možnosti využití překladiště Praha-Smíchov, kombinaci vlakové a automobilové dopravy. Kombinaci vlakové a automobilové dopravy je možné upravit dle dostupných vlakových překladišť.

Stavba takového rozsahu, a navíc v hustě osídleném území bude mít velký vliv hustotu dopravy a životní prostředí městských částí. Z těchto důvodů by mělo smysl rozvíjet varianty omezující pohyb mechanismů přes městskou část Radlice, což znamená využít kombinovanou dopravu pro odvoz rubaniny. Dokončená a plně funkční Radlická radiála bude mít za následek zklidnění a zmírnění hustoty dopravy v městských částech Praha-Stodůlky, Praha-Butovice, Praha-Jinonice a Praha-Radlice.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Autorský kolektiv: členové skupiny ČTuK pro konvenční tunelování , Zásady a principy NRTM jako převažující metody konvenčního tunelování v ČR, *Český tunelářský komitét ITA/AITES*, https://www.ita-aites.cz/files/edice_CTuK/ctuk_02.pdf, [1]
2. Prof. Ing. Jiří Barták DrSc., Doc. Dr. Ing. Jan Pruška Podzemní stavby, *ČVUT v Praze*, ISBN 978-80-01-04789-7 [2]
3. Ing. Ivo Celjak, CSc., Strojní zařízení pro realizaci stavebních prací, *Katedra zemědělské, strojní a manipulační techniky Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích*, 2009, 124s [3]
4. Václav Dohnálek, Jan Pruška, Alexandr Butovič, Radovan Chmelař, Radlická radiála – inženýrsko-geologický průzkum a průzkumná štola tunelu Radlice, *Časopis Tunel*, [4]
5. K. Jeřábek, F. Helebrant, J. Jurman, V. Vostová, Stroje pro zemní práce, silniční stroje, ISBN 80-7078-389-3 [5]
6. Ing. Libor Mařík, Historie a současnost NRTM v České republice, *Časopis Tunel* 1/2013, [6]
7. Multimediální učebnice Příprava a realizace objektů a staveb, *katedra technologie, staveb ČVUT v Praze*, autorský kolektiv katedry technologie staveb ČVUT v Praze, <http://technologie.fsv.cvut.cz/vyuka/podklady-k-vyuce-education/multimedialni-ucebnice-priprava-a-realizace-objektu-a-staveb>, [7]
8. Caterpillar heavy equipment, https://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment.html, [8]
9. Informační web o projektu Radlická radiála, <http://www.radlickaradiala.info/>, [9]
10. Firemní web Pudis a.s., <http://www.pudis.cz/radlicka-radiala>, [10]
11. Firemní web Satra a.s., <http://www.satra.cz/radlicka-radiala/>, [11]
12. Firemní web Subterra a.s., <http://www.subterra.cz/mainpage.tab.cs.aspx>, [12]
13. Firemní web ČD Cargo a.s., <https://www.cdcargo.cz/stavebniny>, [13]
14. Firemní web České přístavy a.s., <http://www.ceskepristavy.cz/> [14]
15. Firemní web Teda trans s.r.o., <http://www.teda.cz/cenik>, [22]
16. Katalog stavebních strojů, *katedra technologie staveb ČVUT v Praze*, <http://www.celysvet.cz/mechanizace>, [15]
17. Firemní web Tatra a.s., <http://www.tatra.cz/nakladni-automobily/odvetvovy-katalog/stavebnictvi/> [16]
18. Satra, Pudis – Dokumentace pro územní řízení Radlická radiála [17]
19. Souhrnná technická zpráva, *Projekt Radlická radiála*, autoři: Satra, Pudis [18]
20. Technologické postupy a dokumentace firmy GKR – zakládání staveb [19]

21. Videogalerie stavebních strojů a mechanizace. *katedra technologie staveb ČVUT v Praze*, <http://technologie.fsv.cvut.cz/vyuka/podklady-k-vyuce-education/videogalerie-stavebnich-stroju-a-mechanizace>, [20]
22. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu [21]

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK

Tab. č. 1 – základní data stavby, zdroj: Pudis [17]	14
Obr. 3, Skladba tunelu raženého tunelu Radlice, zdroj: Satra, Pudis[17]	16
Obr. 4, ukázka nadvýrubu technologického a nahodilého, zdroj: Český tunelářský komitét ITA/AITES, Zásady a principy NRTM jako převažující metody konvenčního tunelování v ČR[1]	18
Obr. 5, Schéma vrtacího stroje AC Boomer T1D, zdroj: Atlas Copco	19
Obr. 6, schéma kolového kontinuálního nakladače Häggloader 7HR-B, zdroj: Atlas Copco .	20
Obr. 4, Häggloader 7HR-B, zdroj: Atlas Copco	20
Obr. 5, schéma tunelbagru, zdroj: Podzemní stavby, Pruška, Barták, [2]	22
Obr. 8, tuneltruck Atlas Copco MT4312B, zdroj: Podzemní stavby, Pruška, Barták, [2]	22
Obr. 9, základní druhy horizontálního členění výrubu, zdroj: Podzemní stavby, Barták, Pruška, [2]	23
Obr. 10, základní druhy svislého členění výrubu, zdroj: Podzemní stavby, Barták, Pruška...	23
Obr. 11, základní typy předstihových stabilizačních opatření při NRTM, 1 – ocelové jehly, 2 – sloupy z tryskové injektáže, 3 – mikropiloty, zdroj: Podzemní stavby, Bartoš, Pruška, [2] ...	24
Obr. 12, geologický řez v trase STT tunelu Radlic, zdroj: Pudis[17]	26
Obr. 13, podélný řez tunelem Radlice s naznačenými směry ražby, zdroj: Pudis[17]	27
Obr. 14, trasy tunelů Butovice a Jinonice s mezilehlým úsekem, zdroj: Pudis[17].....	27
Obr. 15, pracovní diagram hydraulického rýpadla CAT 335F L, zdroj: CAT	29
Obr. 16, rozdělení na stavební celky hloubených tunelů, směr odvozu zeminy	30
Obr. 17, vzorový řez vozovkou – Radlická radiála, zdroj: Satra, Pudis[17]	32
Obr. 18, popis částí skrejpru, zdroj: Celý svět[15]	33
Obr. 19, schéma vrtací soupravy BAUER BG 28, zdroj: BAUER.....	35
Obr. 20, prostor pro budoucí městský park, zdroj: Pudis	39
Obr. 21, prostor staré cihelny Jinonice, zdroj: Pudis	39
Obr. 23, prostorové uspořádání překladiště-lopatový nakladač, zdroj: Pudis	43
Obr. 25, prostorové uspořádání překladiště při tvaru násypu pro boční vykládku zeminy, zdroj: Pudis.....	44
Obr.26, varianta bočního výsypu rubaniny.....	44
Tab. č. 2, výkaz výměr – násyp pro překládku rubaniny	45
Obr. 28 mobilní pásový dopravník na pásovém podvozku, zdroj: hyperinzerce.cz.....	46
Obr. 29 vykládka kontejneru za nákladního vlaku, Obr.30 speciální kontejnerové vagóny, zdroj: ČD Cargo	46
Obr. 32, dopravní trasa Překladiště Stochov – Skládka Rynholec.....	49
Obr. 33, návrh umístění překladiště Stochov	50
Obr. 34, dopravní trasa překladiště Kamenné Žehrovice – Rynholec.....	50
Obr. 35, návrh umístění překladiště Kamenné Žehrovice	51
Obr. 37, areál skládky Rynholec s vyznačenými místy pro vjezd dopravních prostředků	52

Obr. 38, jednostranný sklápěč 8x8 Tatra, Obr. 18, třístranný sklápěč Tatra, Zdroj: Tatra[16]	53
Obr. 40, umístění meziskládky ZS2, zdroj: Pudis.....	55
Obr. 41, umístění meziskládek ZS3-ZS5, zdroj: Pudis.....	56
Obr. 43, umístění ZS8 a ZS9, zdroj: Pudis.....	57
Obr. 44, část ZS 10 s napojením na ražený tunel Radlice, zdroj: Pudis.....	58
Obr. 46, umístění ZS11 a ZS12, zdroj: Pudis.....	59
Obr. 47, dopravní trasa RR-Rynholec.....	61
Obr. 48, Plovoucí rampa pro nakládku na nákladní loď, zdroj: České přístavy a.s.[14].....	63
Obr. 50, pozice skládky ÚHY vzhledem k přecladišti Nelahozeves	64
Tab. č. 3, bilance rubaniny RR	71
Tab. č. 4, kapacity meziskládek se vzdálenostmi od zdrojů rubaniny, hl. t. – hloubené tunely, raž. t. – ražený tunel	72
Tab. č. 5, výpis materiálu pro podsypy a násypy RR	72
Obr. 52, pozice průzkumné štoly vzhledem k tunelu Radlice, zdroj: Subterra, [4].....	73
Tab. č. 6, objem již vytěžené rubaniny z průzkumné štoly	73
Tab. č. 8, vzdálenosti skládky Rynholec od přecladišť rubaniny, zdroj: ČD Cargo, a. s.....	79
Tab. č. 9 – vzdálenosti skládek od zdrojů rubaniny pro automobilovou dopravu	79
.....	80
Tab. č. 10 – vzdálenosti skládek od zdrojů rubaniny (přecládky) pro lodní dopravu	80
Obr. 53, místa určená pro ochranu veřejné komunikace při využití damprů při přecládce rubaniny, zdroj: Pudis	86
Obr. 54, lokomotiva třídy 742, zdroj: K-REPORT, český dopravní servis.....	93
Tab. č. 11 – návrh vlakové soupravy dle denních výkonností těžeb pro Prahu-Jinonice a Prahu-Smíchov	93
Tab. č. 12 – návrh vlakové soupravy dle denních výkonností těžeb pro Prahu-Zličín	94
Tab. č. 13 – návrh vlakové soupravy dle denních výkonností těžeb pro variantu č. 1	97
Tab. č. 14 – návrh vlakové soupravy dle denních výkonností těžeb pro variantu č. 2	98
Tab. č. 15 – návrh vlakové soupravy dle denních výkonností těžeb pro variantu č. 3	98
Tab. č. 16 – Cenová kalkulace na celkové množství rubaniny pro vozy typu Ua	112
Tab. č. 18 – Cenová kalkulace pro variantu č. 1 s vozy typu Ua.....	116
Tab. č. 21– ekonomické srovnání, cena/tunu rubaniny.....	118