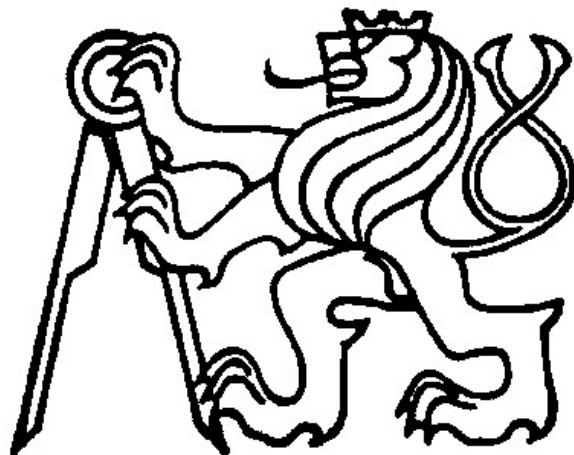


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Povyšil</u>	Jméno: <u>Bohdan</u>	Osobní číslo: <u>380607</u>
Zadávací katedra: <u>Ekonomiky a řízení ve stavebnictví, Fakulta stavební</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Management a ekonomika ve stavebnictví</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Technicko-ekonomické porovnání variant provedení podzemní stavby</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Technical and Economic Comparison of Alternative Methods of Underground Construction</u>	
Pokyny pro vypracování: Úvod Představení konkrétního projektu Možné varianty technologického provedení Kritéria hodnocení, vyhodnocení variant Doporučení a závěr	
Seznam doporučené literatury: KLEPSATEL F., RACLAVSKÝ J. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Bratislava : Jaga Group, s.r.o., 2007. ISBN 978-80-8076-053-3. ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004. Zákon č. 183/2006 Sb., zákon o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon), v platném znění.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>doc. Ing. Zita Prostějovská, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>22.2.2016</u> Termín odevzdání bakalářské práce: <u>20.5.2016</u>	
_____ Podpis vedoucího práce	_____ Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské 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“.</i>	
_____ Datum převzetí zadání	_____ Podpis studenta(ky)

Anotace

Bakalářská práce je zaměřena na zpracování hodnotové analýzy variant provedení zemních prací na konkrétním projektu „Intenzifikace čistírny odpadních vod v Dolních Břežanech“. Hodnotová analýza je vytvořena s cílem, aby se snažila simulovat a racionalizovat rozhodování o provedení jednotlivých možných variant zemních prací, které byly uvažovány v průběhu plánování. V teoretické části je popsána problematika realizace těchto typů konstrukcí. Jsou zde také definována kritéria, podle kterých jsou jednotlivé varianty realizace ohodnoceny. Na základě dvou metod hodnocení významnosti získávají tato kritéria váhu, která posléze poslouží pro vážené vyhodnocení jednotlivých realizovatelných variant prací pomocí bodového ohodnocení. Získaný výsledek se porovná se skutečným provedením stavby.

Annotation

Bachelor thesis is focused to elaborate the value analysis of variations of realization the earthworks on specific project „Intensification the wastewater treatment plant in Dolní Břežany, Czechia“. The analysis is made to try to simulate and to rationalize decision-making about realization of individual possible variations of earthworks, which were considered through planing. Theoretical part describes the problems of realization bound to this types of constructions. There are also defined the rating criteria of every individual variants of realization. On the basis of two methods of relevance assessment these criterias gains weight to be used as weighted evaluation of these individual variants of realization, with points fulfilling the function as rating. The gained result is compared with real execution of the construction.

Klíčová slova:

Hodnotová analýza, kritéria, varianty, zemní práce, párové porovnání, Saatyho metoda

Key words

Value analysis, criteria, variants, earthworks, pairwise comparison, Saaty method

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Problematika intenzifikace ČOV a postupy	9
2.1	Stručná metodika postupu výběru varianty intenzifikace ČOV	9
2.2	Popis procesu stavebního provedení ČOV	10
2.3	Možná stavební provedení	11
3	Představení konkrétního projektu.....	13
3.1	Čistírna odpadních vod Dolní Břežany	13
3.2	Možné varianty technologického provedení.....	15
4	Stanovení kritérií k posouzení jednotlivých variant.....	19
4.1	Konkrétní kritéria k posouzení variant zakládání stavby	19
4.2	Rozpočtové náklady jednotlivých variant	21
4.3	Časová náročnost jednotlivých variant	25
4.4	Technologie používané při realizaci jednotlivých variant	26
4.5	Materiálové náklady	33
4.6	Vliv na okolní podmínky, životní prostředí a odpad.....	34
4.7	Nároky na profese zaměstnanců	35
4.8	Rizika	36
4.9	Stručný přehled kritérií a variant	39
5	Vyhodnocení	40
5.1	Hodnocení významnosti kritérií.....	40
5.1.1	Popis párového porovnání.....	40
5.1.2	Popis Saatyho metody	41
5.1.3	Významnost kritérií párovým porovnáním	42
5.1.4	Významnost kritérií Saatyho metodou	43

5.1.5	Porovnání obou metod zjištění významnosti	46
5.2	Hodnocení bodovací metodou	46
5.2.1	Data vycházející z párového porovnání (Fullerova metoda).....	46
5.2.2	Data vycházející ze Saatyho metody	47
5.2.3	Vyhodnocení bodování.....	48
5.3	Porovnání se skutečným provedením.....	49
6	Závěr	51
	Citovaná literatura	52
	Seznam obrázků	53
	Seznam tabulek	54

1 Úvod

Rozhodování o jednotlivých variantách prací za účelem ušetření nákladů, času, práce, využití vlastních kapacit či know-how, je jednou ze základních činností provázející každého investora stavebního díla, dodavatele, stavební firmu a případně její manažery. Je závislé na racionální úvaze, vycházející z vědomostí, vědy či zkušeností, ale i umu se rozhodnout. Situace, do kterých se každý daný subjekt dostává nejen ve stavebnictví, nutí vybírat a rozhodovat mezi minimálně dvěma variantami tak, jak je nejlépe schopen. Rozhodnutí a jeho důsledky mohou ale mít neblahý vliv na vývoj podniku zejména tehdy, pokud jsou podloženy nejistými a nepřesnými podklady, pocity nepodloženými žádnou racionální úvahou a emocemi. To neznamená, že pocity a emoce jakožto čistě lidské vlastnosti jsou v rozhodování nedůležité, ba naopak, jsou podstatnou součástí vývoje podniku, ale i společnosti jako takové. Není ovšem nikdy na škodu si udělat analýzu na základě používaných matematických či statistických metod pro vyhodnocení rozhodnutí. V samotném důsledku má každý totiž možnosti tyto podklady využít, či naopak nerespektovat.

Tato úvaha byla základem pro téma této práce. Díky možnosti se seznámit s prací stavební firmy Ekostav a.s., přesněji jedním konkrétním projektem čistírny odpadních vod v Dolních Břežanech, jsem přišel s nápadem simulovat úvahu výběru varianty zemních prací u nitrifikačních a dosazovacích nádrží s využitím modelů hodnocení výběru variant stavebních děl. Díky informacím z průběhu plánování a výstavby je mi znám fakt, že se podobně postupovalo i ve skutečnosti, byť bez využití inženýrské stavby byly a jsou důležitou součástí různorodé palety projektů, které realizuje již výše zmíněná firma Ekostav a.s. Bylo tedy pro mě motivací se seznámit s těmito druhy staveb, na jejichž realizaci jsem se podílel během své praxe, také z pohledu vědeckého, s využitím vědeckých publikací.

Cílem této práce je představit konkrétní projekt, skutečnosti a problematiky s ním spojeny popsat a analyzovat, a posléze se zaměřit na výběr varianty provedení zemních prací tak, aby byla pro investora a dodavatele výhodná, a to za využití hodnotové analýzy. Zpracovanou hodnotovou analýzu porovnat se skutečností, jak byly práce realizovány.

Postup je zvolen tak, aby v teoretické části byl projekt popsán a poté každé, stanovené kritérium zhodnoceno a popsáno. Na základě této vypracované analýzy kritérií je využito metod pro zvážení jejich významnosti a posléze bodovací metodou zjištěna ta varianta, která je z těchto hledisek nejvýhodnější. Výsledek je posléze porovnán s realitou.

2 Problematika intenzifikace ČOV a postupy

2.1 Stručná metodika postupu výběru varianty intenzifikace ČOV

Metodicky se v těchto případech postupuje tak, že se připraví podklad, který usnadní výběr variant po uvážení veškerých vnějších i vnitřních vlivů, a poté na základě těchto podkladů se diskutuje a analyzuje konkrétní výběr věcněji. Podceněný výběr technologií může vést ke špatnému průběhu jednotlivých procesů v rámci celého systému čištění odpadních vod. Výsledkem je vhodný způsob intenzifikace ČOV. [1]

Ve většině případů se postupuje popořadě v těchto krocích:

- Celkově se analyzuje dosavadní ČOV
- Zjištění vlivů, které nevyhovují dosavadní či budoucí funkčnosti ČOV
- Výběr konkrétních variant intenzifikace
- Vyhodnocení vhodné varianty intenzifikace

V prvním kroku celkové analýzy dosavadní situace se zvažují vlivy vlastností odpadních vod; dále kapacity dosavadního mechanického čištění, aeračních a dosazovacích nádrží, jejich typy a konfigurace. Neméně důležitým procesem v čištění k posouzení je celkové hospodaření s kalem a jeho zpracování. Během intenzifikace se musí přemýšlet i o tom, zdali v okolí rozšiřovaného areálu nejsou jistá územní omezení, a zejména to, jestli a jak bude čistírna fungovat i během provádění stavebního díla.

Efektivnost ČOV může neblaze ovlivnit i nevyhovující vlivy, jakými jsou zejména špatně nastavená administrativní díla, nedostatečná údržba, špatně postavený projekt a v neposlední řadě nezvládnutý provoz čistírny. Všechny tyto vlivy by měly být včas komplexně analyzovány a jejím výsledkem má být zjištění situace, jestli problémem ČOV je její špatný provoz, nedostatečná údržba nebo nedostatečná kapacita. V případě ČOV Dolní Břežany byly řešeny nastávající kapacitní nedostatky.

Dále následuje výběr variant intenzifikace tak, aby proces byl ekonomický, energeticky úsporný, účinný a ekologický. Náklady na stavbu by také měly být pro

projekt vynaloženy efektivně. Vzhledem k dostatečně velkému areálu ČOV nenastal problém s nedostatkem prostoru. Po diskuzích specialistů s podklady v podobě inženýrských analýz variant, pilotních testech a měřeních se vybírá varianta nejlépe vyhovující vstupním požadavkům a podmínkám.

2.2 Popis procesu stavebního provedení ČOV

Co se týče stavebního provedení, podobně jako u například kanalizačních stok nebo obecně jiných vodohospodářských staveb, se musí dbát na kvalitu provedení a počítat s vysokou náročností provedených prací. Začíná se vyčislením zeminy, rozhodnutím o uskladnění a o způsobu využití při a po realizaci stavby. Vzhledem k tomu, že se jedná o vodohospodářskou stavbu, je velmi důležitá geodetická přesnost vytyčení, zafixování pevných bodů a umístění těchto bodů na místa, kde je minimální riziko jejich narušení. Případná nepřesnost a porušenost vytyčení zejména výškového může mít za následek nesprávnou funkci těchto stok, jímek a nádrží.

Materiálově se jedná o železobetonovou stavbu. Odpadní vody bývají mírně zásadité až neutrální, tedy samy o sobě nenarušují betony, které slouží jako nádrže a jsou ve společném styku. Odpadní vody ale mohou obsahovat soli, sírany či jiné látky, které mohou mít ve styku s betonem na něj negativní agresivní vliv. Zároveň samotný proces čištění odpadních vod produkuje látky, které mohou beton narušovat (organické kyseliny, sirovodík aj.). Nelze zanedbat ani povětrnostní vlivy a permanentní vlhkost některých konstrukcí. Zároveň je nutné vzít v potaz, že se v čistírnách odpadních vod nacházejí konstrukce, které nelze v průběhu provozu budovy rekonstruovat a sanovat. Nároky na železobeton jsou v tomto důsledku v porovnání s jinými typy staveb vysoké, a to zejména ve vlastnostech jako je vodotěsnost, odolnost proti mrazu, odolnost proti chemickým vlivům a dlouhodobá pevnost. [2]

V těchto budovách se tedy využívá vodostavebního betonu, který společně se správným návrhem projektu splňuje výše zmiňované požadavky. Vodostavební beton je specifický materiál, jehož náročnost provedení zejména v návržení, provedení a kontrolování jakosti, technologiích ve všech fázích výroby, představuje mnohem větší obezřetnost nežli u betonů klasických (portland, struskoportland). Návrh tohoto betonu vzhledem k specifikům jejich vlastností a problematice u vodohospodářských

staveb se doporučuje svěřit specifikovaným laboratořím. Vlastnosti vodostavebného betonu mohou být narušeny nesprávnou výrobou, prodlením v přepravě, zpracováním či ošetřováním.

Náročnost na dopravu směsi je také vysoká, zejména v ohledu na plynulost betonování a zamezení znehodnocení či rozmíchání. Bednění musí být navrženo tak, aby vyhovělo všem zatížením, rázovým úderům od dopravy či lití betonové směsi, aby nedošlo k deformacím bednění a bylo umožněno jeho bezpečné odstranění. Výztuž musí odpovídat návrhu v projektu, musí být umístěna a ukotvena tak, aby během betonáže nedošlo k její deformaci či posunu. Zároveň je vhodné očistit výztuž před uložením do bednění tak, aby rez, mastnota a jiné nečistoty nenarušily následné spolupůsobení výztuže s betonem. Bednění se před samotnou betonáží zvlhčuje, vyčistí se podkladní beton a zkontroluje čistota pracovních spár. Betonování probíhá ve vodorovných vrstvách, které se průběžně zhutňuje a vibruje tak, aby nedocházelo ke vzniku bublinek vzduchu v betonu. Příprava vlastní betonáže vyžaduje přípravu všech jednotlivých procesů, materiálů a strojů a vyžaduje jejich koordinaci v čase a prostoru. Při přerušení těchto procesů dochází ke vzniku nových pracovních spár, které nejsou projektované a jsou tedy mechanickými slabinami konstrukce. Dále je důležité konstrukci v období tuhnutí udržovat v stálých teplotních a vlhkostních podmínkách tím, že se konstrukce zvlhčuje a zakrývá fólií. Vzniklé pracovní spáry se očišťují tlakovou vodou, případně drátěným kartáčem, od nečistot. Před další betonáží se vlhčí a znovu očistí.

Vzhledem k technickým požadavkům byly tyto nádrže navrženy jako železobetonová jímka s rovným dnem a jímkou jako prostorem pro umístění kalového čerpadla v případě aktivační nádrže, a jako železobetonová jímka s podélným rozdělením na dvě komory v případě dosazovací nádrže. Základová deska obou jímek bude vybudovaná v hloubce 5,5 metru. [3]

2.3 Možná stavební provedení

Cílem této práce je porovnání variant výkopů stavby za účelem spolehlivého založení stavby, případně budování suterénních prostorů. Stavební jámy se budují v každém případě plošných základů, často i u budov zakládaných hlubinným způsobem, hlavně z důvodu takového, že je základ pod úrovní původního terénu. Hloubí se v různých půdách, jak suchých, tak pod hladinou podzemní vody. Podle

těchto vlastností půdy se rozhoduje o použití jednotlivých typů stavebních jam. Zejména v husté zástavbě měst existuje snaha o maximální využití suterénních prostor pro skladování, podpovrchová parkovací místa, podchody či technické zázemí. Hodnota těchto prostor je vzhledem k omezeným rozměrovým možnostem intravilánu zejména velkých měst vysoká a jeho budování a využití se vyplácí.

Volba technologie závisí zejména na geologii a hydrogeologii v oblasti staveniště, účelu objektu, okolní zastavěnosti, okolnímu umístění inženýrských sítí či komunikací i z pohledu toho, jak bude jednotlivá technologie nápomocna v příštím vývoji budování stavebního díla.

Stavební jámy lze dělit do čtyř typů, které ovšem se navzájem mohou doplňovat a kombinovat.

- Svahované jámy, využívajícího sklonu svahu k dočasnému stabilizování výkopu.
- Těsněné jámy, které zajišťují hydroizolaci v propustných zeminách či pod hladinou podzemní vody.
- Jímkové jámy, umístované přímo do vody za účelem budování zejména vodních a mostních staveb.
- Pažené jámy, využívající dočasných nebo stálých stěn po obvodu s využitím podpůrných prvků rozpěrných nebo kotvicích, které ve spolupůsobení vedou ke stabilitě jámy.

Pažené jámy můžou být prováděny podle metod závislých na stabilitě stěn: [4]

- Klasické hloubené šachty:
 - Nezapažené jámy
 - Šachty a jámy s provizorním pažením
 - Šachty a jámy se ztraceným pažením
- Spouštěné šachty:
 - Uzavřené (kesony)
 - Otevřené (studny)
- Vrtané šachty

Výběr z těchto variant je předmětem úvahy této práce.

Po výběru varianty je potřebné promyslet postup provádění budování stavební jámy. Po vyčíslení objemu přebytečné zeminy či zeminy dočasně uskladněné se rozhodne o jejím použití buďto na stavbě navýšením terénu, nebo odvezením na skládku. Následuje vytyčení, kde je důležitá fixace a neporušení těchto bodů v období celé stavby. Zejména výškové uspořádání je důležité, vzhledem charakteru vodohospodářské stavby. Po sejmutí humusové vrstvy a její oddělení uskladnění se nastartuje proces realizace jedné z variant výkopu.

Realizaci stavebních jam můžeme považovat za velmi riskantní činnost zejména díky skutečnosti, že se jedná o činnost tvůrčí, nemající pouze jedno jednoznačně nejsprávnější řešení. Příklady problémů, které se mohou vyskytnout na budování stavební jámy a zvyšují rizikovost prodražení nebo destrukce konstrukce, jsou:

- Důsledky výrazného zásahu do základové půdy a její případné deformace
- Neodpovídající či nerespektované geotechnické podklady
- Matematické modelování a posouzení pažící konstrukce, které vede k výsledkům buďto chybným, nebo projektantem nepochopeným.
- Technologické možnosti zhotovitele, které neodpovídají náročnosti stavby

Změny během stavby, které nejsou důkladně posouzeny z hlediska návazností na zbytek stavby či okolí, mohou mít fatální vliv na průběh stavby. [5]

3 Představení konkrétního projektu

3.1 Čistírna odpadních vod Dolní Břežany

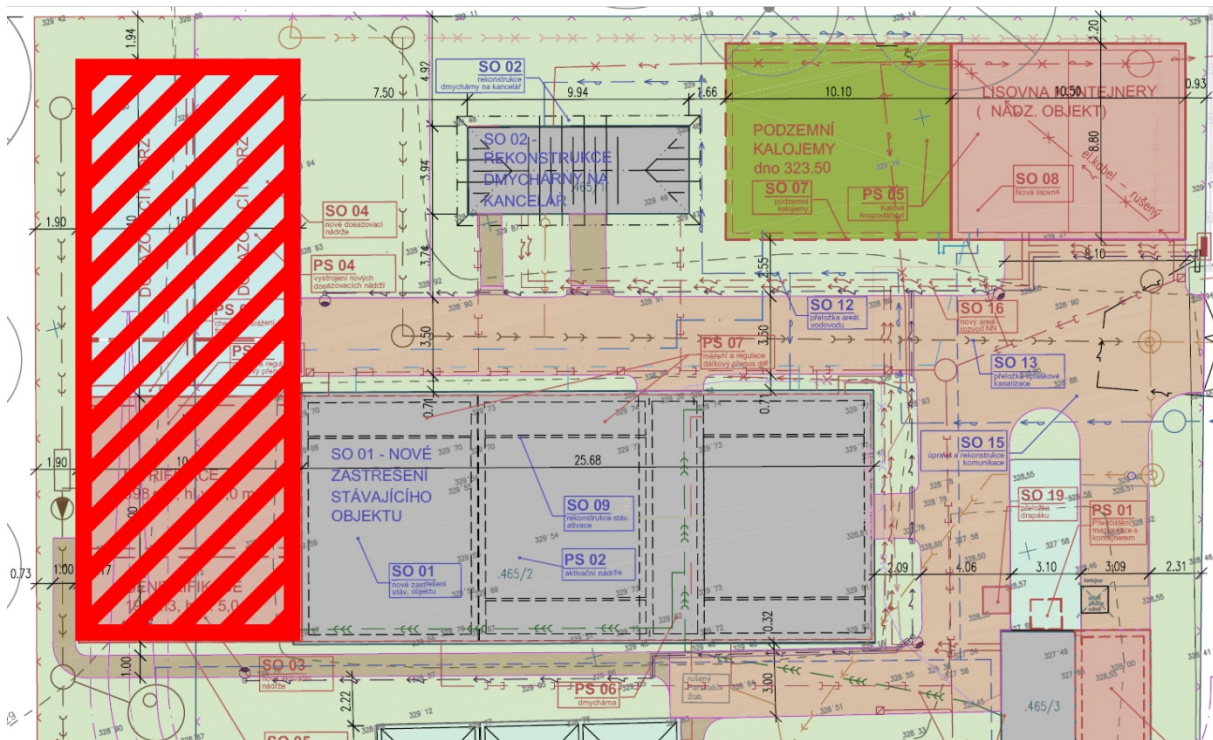
Projekt, který je předmětem této práce, se uskutečnil v obci Dolní Břežany v okrese Praha-západ, kraj Středočeský. S rostoucí popularitou příměstských domů se vzhledem poloze přímo za hranicemi Hlavního města Prahy rozrůstá zástavba v obci, a analogicky s ní narůstá i produkce splaškových vod. Již existující čistírna odpadních vod v obci tedy nebyla schopna vyhovět kapacitnímu nárůstu, docházelo k látkovému přetěžování a tím posléze snížení efektivity čištění. Na základě toho

investor, v tomto případě majitel ČOV, rozhodl o navýšení kapacity tak, aby bylo vyhověno kapacitním potřebám rozrůstající se obce. [6]

Areál ČOV se nachází v údolní nivě Břežanského potoka v centru obce přímo obklopen centrálním parkem, který byl v době průběhu stavby intenzifikace ČOV zároveň rekonstruován. Je umístěn do plochy, která je podle územního plánu obce Dolní Břežany vyčleněna pro občanské vybavení – veřejné infrastruktury. [7] [8] Před intenzifikací ČOV se v areálu nacházel objekt provozní budovy, objekt dmýchárny a objekt hrubého předčištění. Vzhledem k různorodosti vzhledu a architektonického rázu byly objekty vizuálně sjednoceny. K nim přibyl další nově postavený objekt kalového hospodářství (lisovna), objekt pro umístění kontejneru a rozšíření provozního objektu o místnosti pro instalaci dmychadel. Rozměry, dispozice a umístění objektů bylo přizpůsobeno potřebám kapacitním a technologickým tohoto provozu. V západní části areálu se právě pod novou místností pro instalaci dmychadel a v prostoru přímo sousedícím severním směrem budoval výkop pro nové aktivační a dosazovací nádrže. Tyto výkopy, jejich technologie, ekologická a ekonomická analýza bude předmětem této práce. [6]

Aktivační nádrž, která se v rámci tohoto projektu budovala, má funkci aktivačního čištění, které v ní probíhá. Probíhá zde biologické čištění, což je proces, ve kterém se aktivní kal, tvořený mikroorganismy, zejména bakteriemi, mísí s odpadní vodou. Výsledkem tohoto čištění je separace biologických nečistot z odpadní vody právě do aktivovaného kalu. [6]

S touto nádrží přímo sousedí dosazovací nádrž, ve které sedimentovaný aktivovaný kal z předchozího procesu denitrifikace a nitrifikace se shrabuje do jímky, poté odvádí a regeneruje a opětovně použije. Tento proces čištění odstraňuje z odpadních vod dusík právě díky procesu nitrifikace (rozkládá amoniak na dusičnany) a denitrifikace (proces rozkladu dusičnanů až v čistý plynný dusík). [1]



Obrázek 1 - Zastavovací situace se zvýrazněnou lokalitou nádrží. Zpracováno autorem pomocí grafického programu „Gimp 2.8“ na podkladu „Zastavovací situace intenzifikace ČOV Dolní Břežany“ [9]

Pro pozdější účely této práce je potřeba zjistit konkrétní rozměry nádrží. Pro lepší orientaci je přiložen obrázek s lokalitou řešených nádrží, které se nachází v červeně vyšrafované oblasti na levém okraji zastavovací situace. Nitrifikační a denitrifikační nádrže, jakožto samostatný objekt SO03 v jižní části vyšrafované oblasti, jsou široké 10 metrů, dlouhé 11 metrů a hloubka výkopu je projektována na 5 metrů. Přímo tyto nádrže navazují na sousední stávající objekt čistírny na východní straně a na nový objekt SO04 dvou dosazovacích nádrží na straně severní. Tento objekt má šířku a hloubku stejnou, tedy 10 metrů, respektive 5 metrů, jeho délka činí 15,1 metrů. Bylo naplánováno, že tyto dva stavební objekty se budou budovat zároveň. Skládka přebytečné půdy je ve vzdálenosti dvou kilometrů. [6]

3.2 Možné varianty technologického provedení

Při projektování tohoto druhu stavby se zejména uvažuje nad složitostí postupu vykonaných prací, jejich finanční, časovou a ekologickou náročností. Při výpočtu se vychází z platných norem. K pochopení problematiky výkopových prací je potřeba znát určitá základní fakta, a to výškové a půdorysné rozměry objektu, geologické poměry, hydrologické poměry, prostorové a přístupové podmínky.

Zemina jako taková je složena z pevných částic a z pórů, které mohou být vyplněny částečně nebo i plně vodou. Vlastnosti zeminy se s objemem vody v pórech zásadně mění, jednotlivé zeminy se tedy rozdělují na suché, zavlhlé, vlhké, velmi vlhké a vodou saturované. Dále se zeminy dělí podle ulehlosti, a to na kypré, středně ulehlé a ulehlé. [10]

Dále je podstatná i zrnitost zeminy. Ta se stanoví v laboratořích zkouškou proséváním u zrn hrubších než 0,1mm, zatímco jemnější zrna se stanovují hustoměrnou zkouškou. Výslednými měřeními se vytvoří křivka zrnitosti, podle které se spočítá číslo nestejnozrnnosti a číslo křivosti. Hlavním cílem těchto laboratorních zkoušek je zařazení těchto zemin, a to podle trojúhelníkového diagramu a diagramu plasticity. Do trojúhelníkového diagramu se vynáší na svislou osu složka jemné zeminy, ze které se zjistí skupina tříd, do které zemina patří. Na vodorovné ose se zjišťuje, zdali se jedná o zeminu písčitou nebo štěrkovou, a to ze složky, která převládá. Všechny hodnoty dosazené do trojúhelníkového diagramu jsou v procentech. Detailnější zařazení, tedy jestli je zemina jílovitá či hlinitá, se zjistí podle diagramu plasticity, do kterého se vynáší číslo plasticity I_p a mez tekutosti w_L . Pokud má zemina poměrně nízké číslo plasticity, jde o zeminu hlinitou, je-li hodnota plasticity vysoká, máme co do činění se zeminou jílovitou. Výsledkem zařazení je konkrétní zemina, u které již můžeme tabulkově dohledat podle normy ČSN 72 1001 konkrétní hodnoty fyzikálních vlastností. [10]

Objekty nádrží se nachází na navážkách, nanejvýše 20 starých, neulehlých, z volně nasypného materiálu, a to do hloubky až 3 metrů. Pod tím se nachází původní zemina údolní nivy. Nové nádrže tedy byly vybudovány do navážek, na které v hloubce 2 až 3 metrů navazuje mocnost jílovito- a hlinitopísčitých náplav se zvýšenou vlhkostí. Předpokládalo se vzhledem k lokalitě nestabilní podloží, s nebezpečím sesuvu svahu, s vysokou vlhkostí a případným odčerpáváním přítokových vod do jámy. Základová půda byla zařazena jako jíl s nízkou plasticitou (F6 CL), s únosností maximálně 80 kPa podle technické zprávy. [6]

K přesnějšímu zjištění vlastností zeminy se během realizace využilo dynamické penetrační zkoušky. V místě vybudování budoucích nádrží byla montována sonda, ze které byl zjištěn tento geologický profil: [11]

Tabulka 1 - Geologický profil v místě sondy nad budoucími nádržemi

Hloubka (m)	Geologický popis	Dle ČSN 73 6133
0,0 - 0,5	Navážka, charakteru štěrku hlinitého, s písčitou příměsí, konstrukce vozovky	YGM
0,5 - 1,3	Navážka, charakteru hlíny písčité se štěrkem, antropogenní sediment	YMS
1,3 - 8,6	Hlína písčitá, s více písčitými polohami, nivní sediment	F3MS
8,6 - 11,4	Břidlice zcela až velmi zvětřalá, střídají se více jílovité a více prachovité polohy	R6 – R5
>11,4	Břidlice mírně až slabě zvětřalá, svrchní proterozoikum – štěchovická skupina	R4

Zdroj: Dynamické penetrační zkoušky 2014 [11]

Hloubka výkopku bude nanejvýše 5,5 metru, záporny a štětovnice budou zabíraněny maximálně do hloubky cca 8 metrů, což znamená, že se budou uvažovat zeminy s označením YGM, YMS a F3MS. [6] [11]

K ekonomickému zhodnocení variant bude potřebné zjistit těžitelnost zeminy podle ceníku prací ÚRS. Podle normy ČSN 73 3050 se navážky řadí do třídy číslo 3. Tato informace je důležitá pro zjištění dané položky práce v programu Kros plus a tím přesné ocenění nákladů jednotlivých metod. Zároveň tímto bylo zjištěno, že se takto zaříděná zemina – koptná zemina soudržné pevné konzistence a nesoudržně ulehle - ručně těží krumpáčem a strojně rypadlem.

Jednou z variant realizace byl projektován jako svahovaný výkop se sklony v navážkách 1:1, na povrchu náplavů s odskočenou lavičkou pokračovat ve sklonu maximálně 1:1,5. V předstihu by se budovaly jímky pro odčerpávání vody. Tato varianta vyžaduje k bezpečnému zajištění svahů vzhledem k nesoudržnosti zeminy velký prostor vně samotného prostoru nádrží. Výkop musí být zároveň rozšířen o pracovní prostor v úrovni základové spáry, který slouží pro umístění vnějšího bednění nádrží a 1,5 metru širokého bezpečného pracovního prostoru. [6]

Druhou uvažovanou variantou bylo využití záporového pažení s případným využitím kotvení nebo vnitřních rozpěr. Tato metoda probíhá tak, že se osadí svislé ocelové, například HEB profily, do předpřipraveného vrtu do hloubky podle statického výpočtu a projektové dokumentace, a zabetonují se patky těchto ocelových zápor. Poté se začne s postupným výkopem přibližně do hloubky 1 metru. Následně se po zabudování rozpěr nebo kotev pokračuje s výkopem o další metr, a tento proces postupně pokračuje až do potřebné hloubky. Během toho se montují dřevěné pažnice mezi ocelové záporny. Je vhodné kontinuálně odtěžovat a odvážet výkopek.

Budování touto metodou výkopu je zakončeno konečnou úpravou základové spáry a případných jímek pro odčerpávání přítokové vody. Po realizaci samotných nádrží se jejich okolí postupně zasypává a hutní. Je vhodné zmínit, že u záporového pažení se počítá s tím, že samotná konstrukce podzemní stěny funguje de facto jako ztracené bednění a materiál tedy zůstává v zemi i po realizaci stavby. [12]

Třetí variantou jsou štětovicové stěny, tvořené válcovanými ocelovými prvky, konkrétně u nás nejčastěji používanými larseny, které jsou beraněny do půdy tak, aby navzájem působily pomocí zámků na okrajích válcovaných profilů. Průběh realizace spočívá v dovezení materiálu na stavbu a v technologické přípravě, na kterou navazuje zarážení štětovic po obvodu výkopu. V návaznosti na tento proces se odtěží přibližně dva metry pod úroveň původního rostlého terénu a zemina se odtěží. V této fázi nastává okamžik realizace vrtů pro horninové kotvy, které se po vyvrtání montují a zalijí. Po uplynutí technologické přestávky v délce dvou týdnů se kotvy napínají do požadované hodnoty napětí. Výkopek se poté vyhloubí do požadované hloubky a vytěžená zemina se odveze. Po realizaci samotné konstrukce nádrží, u kterých štětovicové stěny osazeny polystyrenem a igelitem pracují jako bednění, se demontují horninové kotvy a vytáhnou štětovnice. Okolí definitivního objektu se zasype a po 0,3 metrech zhutní. Tato varianta ale naráží na problém takový, že je nevhodná pro skalní podloží, neboť se štětovnice neosazují do předem připraveného vrtu, což ovšem v našem případě vzhledem k pozitivním geologickým podmínkám není problém. Je ovšem nutné vzhledem k stávající zástavbě v areálu ČOV počítat s použitím beranidla, které zamezí negativním účinkům z úderů beranění na okolí. Škody spojené s nesprávnou technologií stavby štětovicových stěn by byly na zdivu stávajících budov areálu poměrně vysoké. Je důležité ještě zmínit, že v této variantě se počítá s obratem materiálu ocelových štětovic, kdy se po realizování stavby vytáhnou v takovém stavu, že se v průměru 80% z nich můžou použít znovu na jiných stavbách. [12]

Strojově jsou si jednotlivé metody poměrně blízké. Pro svahovaný výkop je třeba použít bagr s delší lžící. Pro zbylé dvě varianty se použití strojů příliš neliší. V případě, že bagr má dostatečný prostor v okolí výkopu a dostatečně dlouhý dosah a rameno, není třeba použít malého bagru přímo ve výkopu a rypadla. Je ovšem potřeba použít beranidel, a to u zaberanění zápor, respektive štětovic.

4 Stanovení kritérií k posouzení jednotlivých variant

K rozhodování, kterou variantu výkopu použít, si musím uvědomit požadavky a cíle, kterých při projektu jako investor chci dosáhnout.

Investorem v tomto případě je obec, která bude provozovat realizovanou čistírnu odpadních vod. Prvním zásadním důvodem k rozhodnutí o investici byla potřeba navýšit kapacitu stávající čistírny odpadních vod z důvodu růstu počtu obyvatel v obci. Dalšími požadavky jsou nízká nákladovost realizace, minimální provozní náklady, minimalizování provozních nároků na zaměstnance a zamezení případných vlivů stavby na okolí, neboť se v blízkém sousedství stavby nachází veřejný prostor pro odpočinek, konkrétně „Keltský park Dolní Břežany“. Jinak investorovi nezáleží na způsobu založení stavby, jeho prioritními záměry je cena a doba realizace stavby.

Požadavky dodavatele v tomto případě jsou zejména minimalizování pořizovacích nákladů, nejkratší možná doba realizace, nejjednodušší technologie výstavby, minimální náročnost na profese při výstavbě a minimální rizikovost procesů ve výstavbě. Cílem této práce je výběr vhodné varianty zemních prací k posouzení.

Důležité je zvolit takové požadavky a cíle, které jsou jednoznačně vymezeny a jsou jasně měřitelné. Aby byly jednotlivé varianty zakládání stavby porovnatelné, je třeba rozhodnout o prioritách při realizaci projektu, tyto priority transformovat do jasně definovaných kritérií. V dalším kroku je třeba pokračovat v rozhodování tím, že se jednotlivá kritéria ohodnotí na základě priorit a důležitosti v rámci projektu a rozhodování.

Do tohoto rozhodování dále mohou zasáhnout podmínky, které zamezují reálnému použití jednotlivých variant. V projektech tohoto typu bývají nejčastější omezení související s geologickými podmínkami, technologickou nerealizovatelností, časovou náročností přesahující smluvní dobu výstavby, prostorovými omezeními na staveništi a omezeními hlukovými či ekologickými. Tyto podmínky mají zásadní vliv na výběr variant, neboť velmi často eliminují celý možný postup výstavby.

4.1 Konkrétní kritéria k posouzení variant zakládání stavby

Kritérii k porovnání tohoto projektu:

- Rozpočtové náklady
- Časová náročnost realizace
- Používané technologie
- Materiálové náklady
- Vliv na životní prostředí a okolí
- Počet profesí zaměstnanců
- Bezpečnostní a jiná rizika

Prvním kritériem je pokud možno co nejnižší hodnota nákladů z těchto tří variant. Je jednoznačně nejdůležitějším kritériem při výběru technologie výstavby. Nejlepším způsobem, jak zjistit výši těchto nákladů, je sestavení rozpočtu každé jednotlivé varianty výkopu. Na základě rozpočtů se porovná hodnota nákladů a vybere se ta nejvýhodnější.

Druhé kritérium, které získám také díky sestavení rozpočtu, se zjistí i časová náročnost výstavby. Porovná-li hodnotu času výstavby v normohodinách, zjistím, jak jednotlivé varianty trvají dlouho. Ne vždy ale nejrychlejší varianta je ta nejlepší vzhledem ke skutečnosti, že urychlení výstavby může být spojeno s nárůstem nákladů a rizik. To ale pravděpodobně nebude faktorem, neboť jednotlivé varianty se významně časově z prvního pohledu neliší.

Třetí kritérium jsou technologie výstavby. Jak již bylo výše zmíněno, technologicky se varianty tolik neliší. Strojem, který je používán v každé variantě, je bagr, může se lišit jen v použití lžice. Dále jak varianta zápor, tak larsenů, vyžaduje využití beranidla, tedy dalšího stroje na osazení statických prvků podzemní stěny. Jak bagr, tak beranidla jsou nutnými stroji v realizaci jednotlivých variant (v případě beranidel posledních dvou variant). Zápor, jejichž patky se budou zabetonovávat, vyžadují využití betonového mixu. K manipulaci se záporami a štětovicemi je zapotřebí autojeřábu.

Další kritérium je materiálová náročnost, která může být taktéž velmi důležitým faktorem v rozhodování, kterou variantu realizace stavby zvolit. V porovnání těchto variant může zejména použití ocelových profilů navýšit náklady na realizaci. Je zároveň potřeba zmínit i práci s přesuny zeminy, což je jednoznačně slabina svahovaného výkopu vzhledem k většímu objemu výkopu. Ruku v ruce

s materiálovou náročností se kloubí možnost znovupoužití prvků stavby. Štětovnicové stěny jsou známy tím, že je možné jejich vytažení po zásypu či zaplavení (v případě staveb pod hladinou vody) a znovupoužití na jiných stavbách. Naopak záporny se v tomto případě projektovaly jako zabetonované, tudíž se nepředpokládalo s jejich „vyrabováním“ a opětovném použití.

Kritérium zabývající se nároky na profese u těchto tří variant poměrně zásadně liší. Zatímco u varianty svahovaného výkopu je zapotřebí dvou profesí (bagrista, řidič), další dvě varianty vyžadují více profesí k realizaci variant zemních prací. Dále jsou důležité další požadavky na zaměstnance. Základním požadavkem je poučení zaměstnanců o bezpečnosti a ochraně zdraví na staveništi. Dále je potřeba seznámit zaměstnance s obsluhou strojů použitých na stavbě.

Riziky spojenými se stavbou stavební jámy takového rozsahu jsou zejména z pohledu velkého zásahu do základové půdy, která je velmi nasycená a nestabilní, a zároveň nevhodné použití technologií, které může vést k nesprávnému spolupůsobení konstrukcí s půdou. Vzhledem k rozsáhlosti výkopu svahované varianty lze předpokládat, že riziko spojené s narušením půdy je v případě nevhodných klimatických podmínek (zejména stálého deště) vyšší než u pažené a těsněné varianty. Technologicky náročnější a tedy vyžadující více péče na důkladné dodržování postupů a zamezení se stavbou souvisejících rizik je jednoznačně na straně variant pažené stěny a těsněných štětovic.

4.2 Rozpočtové náklady jednotlivých variant

První kritérium - rozpočtové náklady variant jsou základním kritériem při rozhodování postupu prací z pohledu dodavatele. Cenový údaj by měl být natolik přesný, jak přesné jsou odpovídající podklady dodané investorem nebo projektantem. Znamená to, že rozpočtové náklady odpovídají představám, které jsou vyjádřeny v projektové dokumentaci a technických zprávách tak, aby z nich bylo zřejmé uspořádání, tvar a typ konstrukce, ale zároveň i vykonaná práce.

Nejdříve je potřeba zpracovat výkaz výměr, což je podklad, vypracovaný k jednotlivým položkám a sloužící k pozdějšímu ocenění materiálu, práce a dodávek. V praxi se setkávám se skutečností, zejména u zakázek, u kterých se bude pořádat výběrové řízení, že výkaz výměr bývá již zpracován a pouze se do něj doplňují ceny k jednotlivým položkám prací. U těchto výběrových řízení jsou chyby u jednotlivých

uchazečů eliminovány tím, že jsou u každého uchazeče chyby výkazu výměr stejné. Musí se zároveň ocenit činnosti tak, jak jsou ovlivněny okolními podmínkami, jakými jsou třídy těžitelnosti, vzdálenosti mezideponií a celková manipulace s materiály, potřeba čerpání vody, případné zajištění výkopu provedením drenáže, přesuny hmot a další vlivy s umístěním stavby či okolním provozem.

Obsahem této práce je porovnání tří variant zemních prací u budoucích aktivačních a dosazovacích nádrží. Abych je mohl porovnat, musím sestavit samostatný rozpočet těchto prací u každé z jednotlivých variant, a to díky programu KROS plus s ceníkem ÚRS Praha 2014 01. Rozpočet je omezen na ty položky, které úzce souvisí se zemními pracemi. Ve všech variantách se počítá s několika společnými vlastnostmi výkazu výměr, které odpovídají informacím ze zdrojové technické zprávy. [6]

- Ornice má mocnost 15 cm.
- Hornina je zařazena do třídy 3 a připočítává se i s příplatkem za lepivost
- Vodorovné přemístění zeminy na stavbě se počítá do vzdálenosti 50 metrů
- Vodorovné přemístění na skládku se počítá do vzdálenosti 2000 metrů
- Poplatek za skládkovné je v tunách, při přepočtu z m^3 se použije koeficient 2000 kg/m^3

Použitím těchto společných vlastností rozpočtů všech tří variant se definovaly podobné vlastnosti jednotlivých prací a dodávek. Následuje popis jednotlivých variant rozpočtů vzhledem k jejich specifikům.

Náklady první varianty svahovaného výkopu jsou v rozpočtu sestaveny z prací a dodávek HSV tak, jak je uvedeno v tabulce „Příloha 1 - Rozpočet zemních prací svahovaného výkopu“. Nejdříve je součástí rozpočtu položka sejmutím ornice, které se musí praktikovat na celé ploše výkopu počínaje hranou počínajícího svahu, jehož sklon je vzhledem k půdním podmínkám mírný. V tom důsledku je plocha výkopu oproti samotné ploše nádrží několikanásobně větší. Podobně tomu je i u položek hloubení jam a příplatku za lepivost, u kterých objemy vytěžené zeminy jsou několikanásobně vyšší, než je čistý objem nádrží i se samotnou železobetonovou konstrukcí. Objem zeminy, která se využije zpětně na zásyp, je zároveň započtena

dvojnásobně v položce vodorovného přemístění do 50 metrů, tedy na místní skládku v rámci stavby. Zbytek, který odpovídá objemu samostatné konstrukce a objemu nádrží, se musí odvézt na skládku mimo stavbu, tedy se vodorovně přesune do vzdálenosti 2000 m, bude se nakládat a zaplatí se poplatek za uložení odpadu.

Rozpočet záporového pažení začíná položkou sejmutí ornice a jejím vodorovným přemístěním na staveništi. Dále pokračuje hloubením zapažených jam objemu od 1000 do 5000 m³, doplněným o příplatek za lepivost. Objem těchto prací odpovídá objemu nádrží a jejich železobetonové konstrukce tak, že je na každé straně rozšířen o 30 cm pro osazení zápor a pažin. Samotná práce se záporami je obsažena v další položce „osazení zápor ocelových délky do 8m“. Záporů budou osazeny od sebe ve vzdálenosti 1,5 metru, na celkový obrys 72,2 metru tedy odpovídá počet 49 zápor, které jsou osazeny do hloubky 8 metrů. K této položce konstrukce musí být připočteny i materiálové položky betonové směsi, která bude plnit funkci patky v zemi (vysoké přibližně 2 metry kruhového půdorysu o poloměru 15 cm, pro každou záporu), a položky s ocelovou tyčí HEA 260, která plní funkci záporů (0,0682 tuny na metr). Dále bylo zapotřebí každou záporu kotvit, což je obsaženo ve dvou položkách prací „zřízení vrchního kotvení“ a „odstranění vrchního kotvení“. Odstranění vrchního kotvení bylo zapotřebí vykonat v období následné betonáže, neboť se počítá s tím, že záporové pažení bude plnit funkce ztraceného vnějšího bednění. Záporů neplní svou funkci bez pažin osazených mezi tyto záporů, což je obsaženo v další položce „zřízení pažení do ocelových záporů“. Následují svislé přesuny výkopku a následné jeho vodorovné přemístění na skládku včetně nakládání a skládkového. U těchto položek výkaz výměr odpovídá objemu stavby s rozšířením výkopu na každé straně o 0,3 metru. Vzhledem k tomu, že se jedná o stavbu základové konstrukce, musí se počítat i s přesuny hmot, které jsou v programu automaticky spočítány v tunách. Tabulka s vypracovaným rozpočtem je v Příloha 2 - Rozpočet zemních prací záporového pažení.

Třetí variantou je štětovicová stěna, jejíž rozpočet obdobně jako u předchozích variant začíná výpočtem ornice sejmuté nad půdorysem stavby nádrží s rozšířením o 30 cm na každou stranu. Výkazy výměr položek hloubení jam a příplatek za lepivost, které v rozpočtu následují, mají stejný půdorys jako předchozí položka s ornici, jen její hloubka je 5,5 metru. Následují položky úzce související s použitou technologií výstavby podzemní části díla. Nejdříve se štětovnice musí

připravit na pozdější zaberanění nastražením do beranidla. Při této variantě výstavby se použijí štětovnice délky 8 metrů, a při vynásobení tohoto čísla obvodem nádrží, získáváme kýžený výkaz výměr této položky v metrech čtverečních. Stejně se výkaz výměr získá u položky samostatného zaberanění těchto štětovnic do standartního terénu, pouze se musí přidat materiálová položka samotné štětovnice, která se musí převézt na měrnou jednotku tun. Následuje položka vytažení ocelových štětovnic, která má stejný výkaz výměr jako položka zaberanění. K této položce je výjimečně přiřazen i materiál z toho důvodu, že po vybetonování stavby se štětovnice vytažují tak, že se dají v průměru z 80% použít znova na další stavbě. Tato položka, takzvaný „výzisk z vytažení“ má záporný výkaz výměr, což v důsledku zlevní náklady o značnou hodnotu. Při bližším zkoumání právě materiál na této variantě je tou nejdražší položkou v celém rozpočtu. Vytěžená hornina je naložena a uložena na skládce, ale na rozdíl od záporového pažení se musí počítat s tím, že prostor mezi vytaženými štětovnicemi a stěnou nádrže bude vyplněn zásypem a zhutněn. Výkaz výměr nakládání výkopku je tedy omezen pouze na objem nádrží a jejich železobetonové konstrukce. Prostor o šířce 30 cm mezi stěnou nádrže a štětovnicemi je obsažen v položce „zásyp jam, šachet, rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním“. Varianta počítá se stavbou podzemních stěn, je tedy nutné přidat do rozpočtu položku s přesunem hmot pro ocelové stěny zřizované v terénu.

Vzhledem ke skutečnosti, že i varianta štětovnicových stěn využívá štětovnic k vnějšímu bednění stěn nádrže, rozpočet pokračuje v položkách přidružené stavební výroby. Důvodem k tomu jsou fakta, že tvar štětovnic není rovný, tedy vhodný pro použití jako bednění, a že při betonáži by se beton navázal na stěny tak, že by nebylo možné štětovnice vytáhnout a znovupoužít na jiné další stavbě. K vyřešení tohoto problému se používají polystyrenové desky, kterými se profil stěny z vnější hrany stavby vyrovná, a geotextilie (či jiná separační fólie), která umožní snadné vytažení štětovnic po realizaci betonáže. K rozpočtování těchto prací byla použita položka montáže separační a vyrovnávací vrstvy, ke které souvisejí materiálové položky pěnového polystyrenu a geotextilie. Výkaz výměr polystyrenových desek musí odpovídat tomu, že tvar štětovnic není rovný, to znamená, že se musí připočíst objem polystyrenu, který bude vložen do vypouklých částí štětovnic. Nedílnou součástí rozpočtu musí být i přesun hmot přidružen k této přidružené stavební výrobě. Podrobněji vypracovaný rozpočet je v tabulce „Příloha 3 - Rozpočet zemních

prací štětovnicových stěn“. Výsledkem těchto nákladových rozpočtů jsou celkové hodnoty nákladů jednotlivých variant.

- Svahovaný výkop 1 965 306 Kč
- Záporové pažení 4 123 465 Kč
- Štětovnicové stěny 3 054 098 Kč

Vypracované rozpočty jednotlivých variant jsou k nahlédnutí v následujících tabulkách.

4.3 Časová náročnost jednotlivých variant

Čas je faktorem, který může ovlivnit rozhodování o jednotlivých variantách natolik, že se pouze na základě času vybere konkrétní varianta. Pro účely rozhodování v této práci zjistím časovou náročnost znova z rozpočtu, neboť se zde nachází informace náročnosti práce v normohodinách. Je pravdou, že varianta s nejvyššími normohodinami se může realizovat v kratší době než varianta s nejnižšími při zaměstnání více pracovníků na místě. Pro účely hodnocení časové náročnosti tuto skutečnost zanedbám a budu počítat pouze s čistou hodnotou normohodin, které jsou spočítány ve vypracovaných rozpočtech jednotlivých variant v programu Kros Plus.

Varianta svahovaného výkopu je časově náročná hlavně z toho důvodu, že se zde pracuje s největšími objemy zemin v porovnání se všemi dalšími variantami. Podle rozpočtu je jedna položka úzce s tímto faktem související největší časovou zátěží uvažované varianty, a to konkrétně položka svislého přemístění výkopku, které zabere 2165 normohodin. Další náročnou položkou je zásyp jam se zhutněním, které ale zabere už pouze přibližně čtvrtinu svislého přemístění, tedy konkrétně 656 normohodin.

U varianty záporového pažení by se na první pohled zdálo, že časově nebude tak náročná, jak vykopávání velkoplošného svahovaného výkopu první varianty, zdání ovšem klame. V rozpočtu je vidět, že časová náročnost hloubení zapažených jam, jakožto největšího spotřebitele času, prodlužuje stavbu o 1 174 normohodin, a společně se svislým přemístěním výkopku o hodnotě 974 normohodin vynáší časovou náročnost varianty k podobným číslům, které můžeme vidět u varianty

svahované. Důležitým faktorem ovlivňující dobu trvání je také položka přesunu hmot, která je na hodnotě 583 normohodin.

Normohodiny ve třetí variantě štětovicových stěn jsou obdobně náročné hlavně v položkách svislých přemístění (974 Nh), dále v položkách vytažení štětovic (693 Nh) a zaberanění štětovic (626 Nh). Ve velké míře ovlivňuje časovou náročnost samostatné hloubení jam, nastražení jednotlivých štětovic na beranidlo a i přesuny hmot těchto ocelových stěn zřizovaných v terénu. Vzhledem k tomu, že se v této variantě počítá s obratem materiálu (konkrétních ocelových larsenů), může se na první pohled zdát, že v rozpočtu chybí časová informace o přesunu vytažených štětovic. Tento přesun je ale obsažen v každé položce přesunu hmot, neboť v něm je zakomponován veškerý přesun materiálu od dodavatele po staveniště, v tomto případě při obratovosti ocelových štětovic se jedná o přesun z původní stavby, kde larseny byly vyrabovány, na nové staveniště.

Metodiku, kterou volím pro porovnání variant z pohledu tohoto kritéria, volím vzhledem k informacím vycházejících z rozpočtu tak, že porovnávám pouze hodnotu normohodin. Nemám totiž definované počty pracovníků, které mám k dispozici tak, abych je mohl úkolovat, vytvořit harmonogram stavby a zjistit přesnou dobu výstavby. I přes jednoduchost tohoto postupu a porovnání získávám určitou představu o časové náročnosti, se kterou budu dále pracovat.

Jednotlivé varianty jsou časově náročné z pohledu normohodin takto:

- Svahovaný výkop: 4 368 Nh
- Záporové pažení: 5 009 Nh
- Štětovicové stěny 3 752 Nh

Je tedy z mého pohledu zřejmé, že nejvýhodněji z časového vnímání problematiky vychází nejlépe konstrukce štětovicových stěn. Tyto hodnoty následně můžeme použít při vyhodnocování výhodnosti jednotlivých variant.

4.4 Technologie používané při realizaci jednotlivých variant

K porovnání náročnosti technologií jednotlivých variant musím zjistit, jaké stroje se budou na stavbě každé varianty podílet. Po definování ideálních strojů se následně zjistí náklady, které vycházejí z rozpočtu jednotlivých variant.

V první variantě se pro výkopové práce využívá rypadla s širokou lžící, které vykope postupně celý svahovaný výkop. Vzhledem k povaze půdy, která při dešti navlhne a rozbředne se tak, že by bylo problematické použití kolových rypadel, pro tuto činnost vybírám rypadlo pásové. Dále je potřeba využít nákladních vozidel pro přesun zeminy. Dále je v této variantě potřeba počítat s využitím vibrační desky pro zhutnění zeminy. Pro vhodné porovnání s dalšími variantami vyberu konkrétní, které bude dosahem vyhovovat výkopům v dalších dvou variantách.

V druhé variantě objem vykopané zeminy vytěží také rypadlo s dostatečným dosahem, 5,3 metrů minimálně (vzhledem k šířce jámy 10,6 metru) do vodorovné vzdálenosti od kabiny a do hloubky 5,5 metru. Vytěženou zeminu je nutné přesunout na skládku nákladními vozidly. Další stroj potřebný pro realizaci zápor je vrtná soustava, která vytvoří vrty pro osazení zápor. K zabetonování patek je dále potřebný mix pro betonovou směs. Záporů jsou v tomto případě osazovány autojeřábem.

Třetí varianta je znovu závislá na rypadle stejného dosahu jako v předchozí variantě zápor. Vrtnou soustavu nahrazuje beranidlo, v tomto případě jde ovšem o stejný stroj, který má místo vrutu nasazený nástavec. Štětovnice musí přesouvat autojeřáb, vytěženou zeminu jako v předchozích variantách odváží nákladní vozidlo. Prostor kolem nádrží při dosypávání zeminy se musí zhutnit vibrační deskou.


U těchto strojů budu porovnávat náklad tak, jak je spočítán v rozpočtu jednotlivých variant. V rozboru „technologicko-organizační varianty“ jsou spočítány náklady na jednotlivé stroje používané při každé jednotlivé rozpočtované položky. Tyto náklady použiji pro porovnání. Pro účely této práce jsem dodal inzeráty pro nákup každého jednotlivého stroje. Převážná většina těchto strojů se poptává, na internetu se objevují jen ceny strojů ojetých, již použitých.









Jednotlivé stroje a inzeráty na ně jsou na dalších stránkách.





Prvním strojem používaným v každé variantě, je bagr, s potřebným dosahem do hloubky 5,5 metru a do vodorovné vzdálenosti 5,3 metru. Těmto požadavkům vyhovuje na příklad tento stroj Caterpillar 320F2GC. Dostupnost strojů podobného druhu je poměrně jednoduchá, nalézt na internetu tento druh stroje není vzhledem k velkému počtu nabídek problematické.

Caterpillar 320F2GC

📅 2014 🕒 1242 h 📍 Nizozemí Mascus ID: 5AE6972C
🖨️ Tisk ↩️ Informujte známého




2 568 515 CZK Cena bez DPH

Prodávající



Boss Machinery BV

[» Boss Machinery BV: Prohlédnout si mapu a další informace](#)

[» Ukázat všechny nabídky prodejce Boss Machinery BV](#)

Detaily o prodejci

Janus van Kasteren

☎ [Zobrazit telefonní číslo](#)

🗣️ **Jazyky:** Holandsky, Anglicky, Německy

📍 **Eindhovensebaan 3, 5505 JA Veldhoven, (Region: Noord-Brabant), Nizozemí**

Váš vzkaz prodávajícímu *

Jméno *

Firma

E-mail *

Telefon *

🇨🇪 +420

Základní informace o Caterpillar 320F2GC

Skupina výrobku	Pásová rýpadla
Značka/model	CATERPILLAR 320F2GC
Rok výroby	2014
Umístění stroje	VELDHOVEN
Stát	Nizozemí

🚚 Přepravní služby

Obrázek 2 – Výběr rýpadla – staženo z webu [13]

Druhým strojem je vrtná souprava, používaná při budování vrtů pro záporny, ale také pro budování štětovnicových stěn při výměně nástavce. Těchto strojů již není na trhu tolik, navíc mají nevýhodu ve svém zaměření pouze na vrtání či budování podzemních stěn, nelze stroje variovat podobně jako u bagru. Navíc cena vrtných soustav je několikanásobně větší, než je tomu například u bagrů. K posouzení byl vybrán tento stroj:

Bauer RG 25 S - Česká republika

🏠 2009 🕒 12500 h 📍 Česká republika Mascus ID: A1E77C57

🖨 Tisk 🗉 Informujte známého



Základní informace o Bauer RG 25 S

Skupina výrobku	Velké vrtací stroje
Značka/model	Bauer RG 25 S
Rok výroby	2009
Stát	Česká republika

🚚 Přepravní služby

14 999 000 CZK *Cena bez DPH*

Prodávající

CZECH M.A.T. s.r.o.

» [CZECH M.A.T. s.r.o.: Prohlédnout si mapu a další informace](#)

» [Ukázat všechny nabídky prodejce CZECH M.A.T. s.r.o.](#)

Detaily o prodejci

Antonín Majer

📞

☎

🗣 Jazyky: Anglicky, Czech, Německy, Polsky, Rusky

📍 teplická 313, 41761 bystřany, Česká republika

Váš vzkaz prodávajícímu *

Jméno *

Firma

E-mail *

Telefon *

🇨🇪 +420


Stát *









Obrázek 3 – Výběr beranidla – staženo z webu [13]





K zabetonování patek ocelových HEB profilů u záporového pažení bude potřeba betonové pumpy, na trhu je vyhledání těchto strojů poměrně snadné. Pro účely porovnání byl zvolen tento stroj:

Putzmeister BSA 1005 D

📅 1999 📍 Polsko Mascus ID: 12C7E6DC
🖨️ Tisk 📧 Informujte známého



419 331 CZK Cena bez DPH

Prodávající

Alco

[»Alco: Prohlédnout si mapu a další informace](#)

[»Ukázat všechny nabídky prodejce Alco](#)

Detaily o prodejci

Paweł Dykiel

☎

🗣 Jazyky: Polsky

📍 Polsko

Marcin Łukasik

☎

☎

🗣 Jazyky: Anglicky

Váš vzkaz prodávajícímu *

Jméno *

Firma

E-mail *

Základní informace o Putzmeister BSA 1005 D

Skupina výrobku	Betonové pumpy
Značka/model	Putzmeister BSA 1005 D
Rok výroby	1999
Stát	Polsko

Obrázek 4 – Výběr betonového mixu – staženo z webu [13]

K nastražení štětovic a k osazení zápor u druhé, respektive i třetí varianty, bude potřeba autojeřáb. Nabídka těchto strojů na trhu je obdobná jako u stavebních bagrů. Pro porovnání byl nalezen zánovní stroj z roku 2015:

Marchetti MTK35

2015 📍 Polsko Mascus ID: DADCB606

🖨️ Tisk ↩️ Informujte známého



Základní informace o Marchetti MTK35

Skupina výrobku	Jeřáby pro těžký terén
Značka/model	Marchetti MTK35
Rok výroby	2015
Stát	Polsko

🚚 Přepravní služby

7 989 434 CZK *Cena bez DPH*

Prodávající

Europolift Sp.zo.o.

» [Europolift Sp.zo.o.: Prohlédnout si mapu a další informace](#)

» [Ukázat všechny nabídky prodejce Europolift Sp.zo.o.](#)

Detaily o prodejci

Europolift Sp. z o.o. Europolift

📞

☎️

📠

🗣️ Detaily přímého kontaktu: Skype: Europolift

📍 Latonice 59, 09-120 Nowe Miasto, Polsko

Váš vzkaz prodávajícímu *

Jméno *

Firma

E-mail *

Telefon *

Obrázek 5 – Výběr autojeřábu – staženo z webu [13]

Dalším strojem využívaným ve dvou ze tří variant těchto zemních prací je vibrační deska. Využívána by byla při zhutňování okolí stavby ve variantě svahovaného výkopu a zároveň při zasypávání okolí stavby nádrží po vytažení štětovic při uskutečnění varianty štětovicových stěn.

Dynapac LT 800 - Česká republika

📅 2006 📍 Česká republika Mascus ID: 15FD3852
🖨️ Tisk 📧 Informujte známého











69 000 CZK Cena bez DPH

Prodávající

CZECH M.A.T. s.r.o.

[»CZECH M.A.T. s.r.o.: Prohlédnout si mapu a další informace](#)

[»Ukázat všechny nabídky prodejce CZECH M.A.T. s.r.o.](#)

Detaily o prodejci

Antonín Majer

☎

📞

🌐 Jazyky: Anglicky, Czech, Německy, Polsky, Rusky

📍 teplická 313, 41761 bystřany, Česká republika

Váš vzkaz prodávajícímu *

Jméno *

Firma

E-mail *

Základní informace o Dynapac LT 800

Skupina výrobku	Vibrační desky
Značka/model	Dynapac LT 800
Rok výroby	2006
Stát	Česká republika

Obrázek 6 - Výběr vibrační desky - staženo z webu [13]

Když sečtu rozpočtové náklady na použití jednotlivých strojů na stavbě, získám porovnatelná data, podle kterých mohu zjistit, která varianta je z hlediska využití mechanizace nejnáročnější, tedy pro mě nejméně vhodná. Je potřeba zmínit fakt, že reálně se tyto stroje pronajímají, když nejsou obsaženy ve flotile dané stavební firmy.

Tabulka rozpočtovaných nákladů na jednotlivé stroje, vztažené na objem prací jednotlivých variant, vypadá takto:

Tabulka 2 – Výsledná tabulka nákladů na stroje

Náklady na stroje [Kč]	1. varianta	2. varianta	3. varianta
Rypadlo	432 868	66 516	56 452
Vrtná souprava	0	251 570	482 742
Betonová pumpa	0	1 183	0
Jeřáb	0	343 504	254 825
Vibrační deska	18 081	0	998
Nákladní vozidlo	67 674	96 418	76 530
Výsledek	518 623	759 191	871 547

Náklady na mechanizaci jsou tedy ve variantě svahovaného výkopu nižší, než varianty záporového pažení a štětovnicové stěny. Náročnost na technologii těchto dalších variant se odrazila i na nákladech na mechanizaci. Stěžejními stroji, které mění tyto náklady, jsou práce vrtné soustavy a jeřábu. Zatímco ve variantě záporového pažení je jeřáb nejvyužívanějším strojem, štětovnicové stěny způsobují nárůst nákladů hlavně díky práci vrtné soustavy, která v tomto případě beraní jednotlivé štětovnice. Rozdíl mezi paženými variantami je přibližně 111 tisíc Kč, kdy varianta štětovnic je nejdražší, a tudíž nejvíce nevyhovuje tomuto kritériu.

4.5 Materiálové náklady

Dalším faktorem, který může ovlivnit rozhodování, a vybral jsem jej pro posouzení v této práci, jsou náklady na materiál. Dodavatel může mít zájem na tom, aby se během budování výkopu spotřebovalo minimum materiálu. Zdrojem pro toto rozhodování bude znovu rozpočet, konkrétně sumář nákladů varianty podle kalkulačního vzorce, kde se položka materiálu samostatně vyskytuje. Hodnoty těchto materiálových nákladů pro jednotlivé varianty jsou tyto:

- Pro svahovaný výkop: 315 810 Kč
- Pro záporové pažení: 1 644 136 Kč
- Pro štětovicové stěny: 832 958 Kč

Je jasně znát, že spotřeba materiálu u svahovaného výkopu je minimální, neboť se do materiálu započítává podle systematiky používané v programu Kros Plus materiál, který je uložen jako sypanina na skládce. U štětovic se projevuje znovu výhodnost varianty díky využití obratu materiálu samotných larsenů. Oproti tomu materiálové náklady na záporové pažení jsou dvojnásobné, než je tomu tak u štětovic, a to hlavně proto, že samotná konstrukce záporové stěny zůstává v zemi, sama o sobě je materiálově náročná, a v důsledku drahá.

4.6 Vliv na okolní podmínky, životní prostředí a odpad

Varianty z pohledu životního prostředí a odpadu nelze jednoznačně porovnat v takové podobě, aby hodnoty byly v nějaké konkrétní měrné jednotce, jakými jsou například náklady, normohodiny nebo objemy materiálu. Při porovnání variant jsem posoudil, jak která varianta ovlivňuje okolí z hlediska životního prostředí a jak která varianta hospodaří s odpadem. Tyto vlivy mohou být posuzovány investorem nebo dodavatelem třeba v případě, že není v jeho zájmu stavbu a její okolí zatížit náročnou výstavbou nebo kontaminovat odpadem ze stavby.

První varianta může mít neblahý vliv na okolí hlavně z toho důvodu, že je prostorově náročná a výkop takto široký může narušit vlastnosti zemin v okolí stavby. Navíc se musí takto vytěžené okolí ve velké míře rekultivovat. Odpadově tato varianta náročná není, neboť nevyužívá žádných konstrukcí k realizování zemních prací.

Záporové pažení je mnohem příjemnější z pohledu ovlivnění okolí stavby, neboť samotný výkop je prostorově minimalizován na samostatný prostor budoucí konstrukcí nádrže a záporové pažené stěny. V této variantě ale se počítá s tím, že takto záporová stěna zůstane v zemi jako ztracené bednění. V zemi tedy zůstanou zápory a dřevěné pažiny, které ale nebudou mít větší vliv na ekologii okolí stavby. V tomto případě se spíše jedná o ztrátu materiálu, což je kritérium již výše zmíněné.

Třetí variantou jsou štětovicové stěny, ke kterým se přidávají polystyrenové desky za účelem vyrovnání vnější stěny budoucích nádrží. Prostorově má tedy tato

stavba vliv na okolí minimální podobně jako je to u varianty záporového pažení. Co se týče odpadu, v zemi nezůstává po důkladném vytahování štětovnic a separačních desek žádný odpad. Pouze polystyrenové desky, které sloužily jako separační a vyrovnávací vrstva, nebude možno použít znovu a budou vyhozeny.

Následuje zařazení jednotlivých vlivů, jak jsem je zařadil do přehledných bodů.

- Svahovaný výkop je nevhodný z důvodu narušení okolí velkou plochou výkopu
- Záporová a štětovnicová varianta nemá podle mě podstatný vliv na podmínky spojené s tímto kritériem

Na první pohled je při porovnání znát, že největší neblahý vliv na okolí má varianta první, svahovaný výkop. Další dvě varianty jsou z pohledu vlivu na životní prostředí srovnatelné. Toto kritérium má tedy dva vítěze, záporové pažení a štětovnicové stěny. Naopak z pohledu tohoto kritéria je svahovaný výkop nejvíce nevyhovující.

4.7 Nároky na profese zaměstnanců

Ne každá stavební firma má všechny druhy profesí, které jsou spjaty se stavebním businessem. V tomto kritériu se budu snažit spočítat počet jednotlivých profesí potřebných pro realizaci každé jednotlivé varianty stavby. Seznam profesí a jejich použití v rámci jednotlivých variant jsem sestavil do následné tabulky a popisujícího textu pod ní.

Tabulka 3 – Tabulka počtu profesí

Profese	1. varianta	2. varianta	3. varianta
Bagrista	●	●	●
Řidič	●	●	●
Betonář	○	●	○
Jeřábek	○	●	●
Zámečnick	○	●	●
Truhlář	○	●	○
Strojník-vrtná soustava	○	●	●
Výsledek	2 profese	7 profesí	5 profesí

Varianta záporového pažení je méně náchylná na změny počasí, byť při větších přítocích podzemní vody do výkopu je potřeba tento problém vyřešit nasazením čerpadel v častějších intervalech nebo s větší kapacitou. To zejména z toho důvodu, že tato varianta záporového pažení je považována za voděpropustnou. U této varianty se objevují jiná rizika. Vzhledem ale k hloubce založení zde vyvstává riziko pádu z výšek. Zároveň riziko spojené s nedokonalou technologickou realizací je vyšší, než by to bylo u varianty svahovaného výkopu.

Štětovnicové stěny jsou považovány za voděnepropustné stěny, rizikovost zpoždění výstavby v důsledku nepříznivých klimatických podmínek, zejména v podobě dešťů, je tedy nízká, byť se počítá s potřebou zvýšení kapacit čerpadel v případě zvýšení přítoků podzemní vody. Stejně jako u záporového pažení se zde jedná o výkop s ostrou hranou stěny, která je vysoká 5,5 metru, což způsobuje riziko pádu z výšky. Technologicky chybné provedení a opravy konstrukce jsou rizikem, které je v porovnání s první variantou vyšší a s variantou záporového pažení na obdobné úrovni.

Rizika, jak jsou zde vypsány, jsem implementoval do tabulky podle významu, jinými slovy jsem stanovil jejich důležitost. Použiji k tomu metodu klasifikování do tříd. Za předpokladu, že zakázku bude dělat firma s jednotlivými technologiemi seznámena mající dlouhodobou (řekněme třeba dvaceti letou) praxi, můžu riziku chyby provedení dát významnost nízkou pro dodavatele. Riziko úrazu je pro každý podnik významné, byť velmi často natolik hlídané a podchycené, že významnost z globálního hlediska snižuje. Riziko úrazu bude mít v tomto případě střední významnost. Riziko změn klimatických podmínek, které způsobí zvýšení nákladů z důvodu časového zpoždění či nehody, je pro dodavatele vysoce důležité, neboť ovlivňuje ekonomický výsledek stavby. Významnost těchto kritérií zařadím do tříd, které budou obodovány vzestupně podle významu. Vysokou váhu rizika bude mít hodnotu 5, středně 3 a mírně 1. Varianta s nejvíce body je nejvíce riziková. Takto zařazená a ohodnocená rizika jsem přenesl do níže uvedené tabulky:

Tabulka 4 - Stanovení důležitosti kritérií u rizik

Riziko	Váha	1 . varianta	2 . varianta	3 . varianta
Klimatické	5	●	○	○
Úrazu	3	○	●	●
Chyby	1	○	●	●
Výsledek		5	4	4

Na základě tabulky můžu konstatovat, že nejvíce riziková varianta je svahovaný výkop, a to z důvodu váhy rizika nevhodných klimatických podmínek a jeho vysokého významu.

Toto je poslední kritérium, které jsem zvolil pro vyhodnocení, které následuje.

4.9 Stručný přehled kritérií a variant

Tabulka 5 - Přehled kritérií a jejich hodnot

Kritéria	1 . varianta	2 . varianta	3 . varianta
Náklady	1 965 306 Kč	4 123 465 Kč	3 054 098 Kč
Časová náročnost	4 368 Nh	5 009 Nh	3 752 Nh
Technologie	518 623 Kč	759 191 Kč	871 547 Kč
Materiálové náklady	315 810 Kč	1 644 136 Kč	832 958 Kč
Vliv na okolí	Nevhodný	Vhodný	Vhodný
Nároky na profese	2 profese	7 profesí	5 profesí
Rizika	5 bodů	4 bodů	4 bodů
Legenda			
odstínu buňek:	Vhodné	Středně vhodné	Nevhodné

V tabulce nad tímto textem je přehled kritérií a jejich hodnot. Podle odstínu je znát pořadí výhodnosti kritéria, kdy tmavší odstín znamená horší variantu z pohledu tohoto kritéria. Pro přehlednost dodávám tabulku s pořadími od výhodného prvního pořadí po třetí nejméně vhodné. V případě rovnosti dvou variant v pořadí kritéria používám průměrné hodnoty bodů, tedy v případě děleného prvního místa 1,5 bodu.

Tabulka 6 - Přehled kritérií s přepočítaným pořadím

Kritéria	1. varianta	2. varianta	3. varianta
Náklady	1.	3.	2.
Časová náročnost	2.	3.	1.
Technologie	1.	2.	3.
Materiálové náklady	1.	3.	2.
Vliv na okolí	3.	1.	1.
Nároky na profese	1.	3.	2.
Rizika	3.	1.	1.

Tato data se hodí pro vyhodnocování výhodnosti jednotlivých variant z jednotlivých pohledů na problematiku a zároveň při použití různých metod stanovení důležitosti tak, jak to je vypracováno a popsáno v dalších kapitolách.

5 Vyhodnocení

K vyhodnocení těchto jednotlivých kritérií a rozhodnutí, která varianta zemních prací je pro tuto zakázku, zvolím různé modely hodnocení tak, abych co nejlépe simuloval jak záměry investora, případně dodavatele. Každé kritérium, které je definované výše v textu, má z pohledu jednotlivých záměrů jiné priority, v této analýze fungující jako váhu. Po uspořádání těchto kritérií podle preferencí připravím tabulku hodnocení. [14]

K posouzení důležitosti kritérií použiji dvě metody, a to párové porovnání a Saatyho metodu. V každém případě je nutné konstatovat, že se jedná o analytické metody vyhodnocení variant a nemusí jejich použití být pro konkrétní případ v praxi vhodné.

5.1 Hodnocení významnosti kritérií

5.1.1 Popis párového porovnání

Párové porovnání (v jiných publikacích označena jako Fullerova metoda) je velmi používané v mnoha variantách a mutacích, vychází ovšem vždy z porovnání vzájemné významnosti dvou samotných kritérií. V těchto dvojicích se zjišťuje, které kritérium je významnější. To kritérium, které získá nejvíce preferencí vůči jiným z dvojice, je udělena nejvyšší významnost. K takovému porovnání se nejlépe využívá tabulkového schématu jednotlivých kritérií.

Tabulka 7 - Vzorové schéma párového porovnání

Kritérium	A	B	C	D	E	F	Počet preferencí	Pořadí kritéria
A		A	A	A	A	A	5	1.
B			C	B	B	F	2	4.
C				C	C	C	4	2.
D					E	F	0	6.
E						F	1	5.
F							3	3.

V horní trojúhelníkové matici je potřeba zjistit dané preference jednotlivých dvojic kritérií, jejíž symbol se zapíše do dané tabulky, přesněji do příslušného políčka náležejícího k dvojici těchto kritérií. Pro každé kritérium se spočítá počet preferencí náležející právě tomuto kritériu v šedě vyznačené zóně horní trojúhelníkové matice. Normované váhy se poté zjistí z následujícího vztahu

$$v_i = \frac{f_i}{n * (n-1) * \frac{1}{2}}, \quad (1)$$

ve kterém je f_i počet preferencí i -tého kritéria, n počet kritérií a $n * (n - 1) * (1/2)$ počet uskutečněných porovnání. Tato varianta má jednu nevýhodu, a to takovou, že eliminuje z výpočtu to nejméně významné kritérium, jinými slovy mu přiřadí nulovou váhu, což nemusí odpovídat realitě (kritérium nejméně významné nemusí mít nulovou váhu při rozhodování). Z tohoto důvodu se uvádí další navazující vztah

$$k_i = n + 1 - p_i, \quad (2)$$

který nám vypočítá normovanou váhu kritérií k_i , která se poté dále normuje, a ve které je p_i pořadí i -tého kritéria z párového porovnání. [14]

5.1.2 Popis Saatyho metody

Saatyho metoda se sestavuje ve dvou krocích. Prvním krokem odpovídá postupu párové metody, tedy, že se porovnají preference každé jednotlivé dvojice kritérií. K tomuto postupu, který je popsán výše, se doplňuje také velikost této preference vyjádřena určitým bodovým ohodnocením ze zvolené bodové stupnice. Tyto bodové stupnice mohou mít různou škálu, například procentuální (100% maximum, 0% minimum), či celočíselné (7 nejvíce, 1 nejméně). Pokud jsou kritéria vyjádřeny v jedné měrné jednotce (například v penězích), může mít toto bodové ohodnocení i hodnotu v této měrné jednotce. Výsledkem tohoto kroku jsou získaná data v horní trojúhelníkové části matice počtu preferencí, které se považují za odhad podílu hledaných vah kritérií.

Druhý krok se stanovují váhy kritérií. První možností je řešení rovnice, která je stanovená samotným strůjcem metody Saatyem:

$$\mathbf{S} * \mathbf{v} - \lambda_{max} * \mathbf{v} = 0 \quad \text{za podmínky:} \quad \sum_{i=1}^n v_i = 1 \quad (3)$$

kde \mathbf{S} je matice relativních důležitostí, \mathbf{v} je vektor normovaných vah kritérií a λ_{max} je největší vlastní číslo matice \mathbf{S} .

Další metodou je využití metody nejmenších čtverců při znalosti matice \mathbf{S} . Váhy kritérií se stanoví z minimalizovaného výrazu:

$$D = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(s_{ij} - \frac{v_i}{v_j} \right) \quad \text{za podmínky, že} \quad \sum_{i=1}^n v_i = 1 \quad (4)$$

kde D je vzdálenost, $i = 1$ do n , $j = 1$ do m , n je počet kritérií, m je počet variant.

Složitost této metody vyžaduje využití výpočetní techniky. [14] [15]

5.1.3 Významnost kritérií párovým porovnáním

Při mé úvaze, jaké preference by zvolil investor a pozdější provozovatel stavby, jsem porovnával jednotlivá kritéria, které jsem poté vnesl do schématu párového porovnání. Nejlépe z těchto kritérií dopadlo kritérium nákladů hlavně z toho důvodu, že každý investor (byť se v tomto případě jedná o veřejného zadavatele) by měl mít zájem na tom zaplatit nejméně. Dalším důležitým kritériem pro investora a uživatele je vliv na okolí, neboť má zájem na estetickém a funkčním vlivu na okolí. Doba realizace vyšla z mého porovnání jako kritérium třetí nejvýznamnější, což odpovídá záměru investora mít funkční dílo co nejdříve použitelné. Zájmy ušetřit na materiálu a použité technologie nejsou z pohledu investora natolik významné. Na základě mé úvahy usuzuji, že investorovi jde spíše o kvalitu realizovaného díla. Rizika spojená s realizací stavby jsou přenesena čistě na dodavatele, bývají ošetřena ve smlouvách o dílo. Rizika mohou i přes to mít na rozhodování investora vyšší vliv, než je tomu u kritéria počtu profesí. Profese zajímají čistě a pouze realizátora stavby.

Takto párově porovnaná kritéria jsou zanesena do Fullerova trojúhelníku níže, ve kterém jsou na tmavém podkladu s bílým textem kritéria z každé dvojice významnější.

Tabulka 8 - Trojúhelník významnosti pro rozhodování párovém porovnáním z pohledu investora

Náklady	Náklady	Náklady	Náklady	Náklady	Náklady
Čas [Nh]	Technologie	Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika

Čas [Nh]	Čas [Nh]	Čas [Nh]	Čas [Nh]	Čas [Nh]
Technologie	Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika

Technologie	Technologie	Technologie	Technologie
Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika

Materiál	Materiál	Materiál
Vliv na okolí	Profese	Rizika

Vliv na okolí	Vliv na okolí
Profese	Rizika

Profese
Rizika

Legenda:

Významnější
Méně význ.

Váhy jednotlivých variant jsou zaneseny do následující tabulky, jejíž hodnoty se použijí v pozdějším vyhodnocování.

Tabulka 9 - Váhy kritérií párového porovnání z pohledu investora

	Body	Váhy
Náklady	6	0,28571
Čas [Nh]	4	0,19048
Technologie	2	0,09524
Materiál	3	0,14286
Vliv na okolí	5	0,23810
Profese	0	0,00000
Rizika	1	0,04762

K vypracování tohoto, stejně jako následujících vah kritérií a hodnocení, byl využit doplněk do programu MS Excel, který tuto metodu je schopen simulovat. [15]

5.1.4 Významnost kritérií Saatyho metodou

Významnost kritérií Saatyho metodou započnu analogicky jako u předchozí metody, a to tím, že každé kritérium z dvojice budu preferovat podle toho, které je

významnější. K tomu ovšem přidám i význam této preference v hodnotách od 1 do 9 a podle tabulky níže.

Tabulka 10 - Deskriptory podle Saatyho

Počet bodů	Deskriptor
1	Kritéria jsou stejně významná
3	První kritérium je slabě významnější než druhé
5	První kritérium je dosti významnější než druhé
7	První kritérium je prokazatelně významnější než druhé
9	První kritérium je absolutně významnější než druhé

Hodnoty 2, 4, 6, 8 lze využít k přesnějšímu rozlišení preferencí. Zdroj: [16]

Takto posoudím každou dvojici metod zvlášť ponechaje směr preferencí stejný, jako je tomu v metodě párového porovnání. Počínaje náklady, které jsou nejvýznamnější v párovém porovnání, usuzuji, že s časem a vlivem na okolí jsou dosti významnější, nabývají hodnoty 5. S technologiemi, materiálem, profesemi a riziky jsou prokazatelně významnější náklady, tedy získávají hodnotu 7. Když postoupím níže o řádek v Saatyho trojúhelníku, porovnávám čas. Ten má ve svém řádku všechny preference, než na jednu s vlivem na okolí. Tu ohodnocuji tak, že jí dávám slabou vyšší významnost oproti času (hodnota 3). U dvojice „čas-materiál“ volím také slabou významnost, u dvojice „čas-technologie“ významnost s hodnotou 5 a u ostatních dvou (čas versus riziko/profese) významnost prokazatelnou s hodnotou 7. Tím se přesouvám na nižší řádek se čtyřmi kritérii technologií ve dvojicích s kritérii materiálu, vlivu na okolí, profesí a rizik. Preference získává na úkor technologií materiál a vliv na okolí, a to v hodnotách 3 u materiálu a 5 u vlivu na okolí. Významnost technologií nad profesemi hodnotím jako slabou (hodnota 3) a vůči rizikům jako dostatečnou (hodnota 5). Jako dostatečnou preferenci volím významnost vlivu na okolí nad materiálem. Materiál je dle mé úvahy prokazatelně významnějším kritériem než počet profesí a slabě významné oproti rizikům. Vliv na okolí stavby je z hlediska porovnání prokazatelně významnější než kritérium profesí, proti rizikům dostatečně významnější. Při porovnání rizik s počtem profesí usuzuji, že významnost prvního kritéria je dosti významnější než druhé, a nabývá hodnoty 5 v Saatyho trojúhelníku, který je se všemi zbylými hodnotami dosazen do následující tabulky.

Tabulka 11 - Saatyho trojúhelník s dosazenými hodnotami

Náklady	Náklady	Náklady	Náklady	Náklady	Náklady
Čas [Nh]	Technologie	Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika
5	7	7	5	7	7

Čas [Nh]	Čas [Nh]	Čas [Nh]	Čas [Nh]	Čas [Nh]
Technologie	Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika
5	3	3	7	7

Technologie	Technologie	Technologie	Technologie
Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika
3	5	3	5

Materiál	Materiál	Materiál
Vliv na okolí	Profese	Rizika
5	7	3

Vliv na okolí	Vliv na okolí
Profese	Rizika
7	5

Profese
Rizika
5

Legenda: **Významnější**
Méně význ.

Zdroj: vlastní zpracování doplňku MS Excel Sanna 2014 [15]

Výpočet, který je pro účely této práce zpracován v doplňku MS Excel, ještě nabízí pohled na další tabulku, a to Saatyho matici, která je mezikrokem k výsledným vahám jednotlivých kritérií. [15]

Tabulka 12 - Saatyho matice

	Náklady	Čas [Nh]	Technologie	Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika
Náklady	1,00000	5,00000	7,00000	7,00000	5,00000	7,00000	7,00000
Čas [Nh]	0,20000	1,00000	5,00000	3,00000	0,33333	7,00000	7,00000
Technologie	0,14286	0,20000	1,00000	0,33333	0,20000	3,00000	5,00000
Materiál	0,14286	0,33333	3,00000	1,00000	0,20000	7,00000	3,00000
Vliv na okolí	0,20000	3,00000	5,00000	5,00000	1,00000	7,00000	5,00000
Profese	0,14286	0,14286	0,33333	0,14286	0,14286	1,00000	0,20000
Rizika	0,14286	0,14286	0,20000	0,33333	0,20000	5,00000	1,00000

Zdroj: vlastní zpracování doplňku MS Excel Sanna 2014 [15]

Výsledné hodnoty vah jsou v následující tabulce, vycházející také z procesu výpočetního doplňku MS Excel Sanna [15], které poté budou použity v následném hodnocení.

Tabulka 13 - Vyhodnocení vah kritérií Saatyho metodou

	Body	Váhy
Náklady	3,67127	0,42604
Čas [Nh]	1,19675	0,16063
Technologie	0,43298	0,05836
Materiál	0,63213	0,08038
Vliv na okolí	1,76638	0,22563
Profese	0,17082	0,01756
Rizika	0,28661	0,03141

Zdroj: vlastní zpracování doplňku MS Excel Sanna 2014 [15]

5.1.5 Porovnání obou metod zjištění významnosti

Je zajímavé porovnat, jak se jednotlivé metody zjištění významnosti liší. Váha kritéria nákladů je u složitější Saatyho metody mnohem vyšší, než je tomu u párového porovnání. Naopak neméně významné kritérium počtu profesí je nulové v párovém porovnání, Saatyho metoda dává alespoň nízký číselný význam v hodnotě necelých 2%. Jak jednotlivé metody ovlivní výsledky vyhodnocení bude zjištěno z jejich aplikace v další fázi této práce.

Tabulka 14 - Porovnání výsledných vah vycházejících z dvou různých metod zjištění významnosti

	Párové porovnání	Saatyho metoda
Náklady	0,28571	0,42604
Čas [Nh]	0,19048	0,16063
Technologie	0,09524	0,05836
Materiál	0,14286	0,08038
Vliv na okolí	0,23810	0,22563
Profese	0,00000	0,01756
Rizika	0,04762	0,03141

Zdroj: vlastní zpracování výsledků

5.2 Hodnocení bodovací metodou

V dalším kroku se již dostávám k samotnému vyhodnocení. Vzhledem k tomu, že mám vypracovaná data významností dvěma částečně odlišnými metodikami, vypracuji dvě řešení, která posléze porovnam a vyhodnotím.

5.2.1 Data vycházející z párového porovnání (Fullerova metoda)

Nejdříve sestavím tabulku pořadí jednotlivých variant z hlediska podmínek jednotlivých kritérií. Pořadí je převzato z již výše vypracovaných analýz jednotlivých kritérií. Ke každému kritériu je v posledním řádku přiřazena váha zjištěná z párového porovnání.

Tabulka 15 - Pořadí preferencí investora s váhou kritérií vycházející z párového porovnání

	Náklady	Čas [Nh]	Technologie	Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika
Svah	1	2	1	1	3	1	3
Zápory	3	3	2	3	1	3	1
Štětavnice	2	1	3	2	1	2	1
Váhy	0,28571	0,19048	0,09524	0,14286	0,23810	0,00000	0,04762

Zdroj: vlastní zpracování doplňku MS Excel Sanna 2014 [15]

Abych zjistil, které kritérium je nejvýhodnější, tedy má nejvyšší hodnotu, musím bodově přepočítat pořadí. První varianta (včetně dělených míst) v pořadí získá dva body, druhá po jednom a poslední třetí zůstane bez bodu. Tyto body se u každé varianty znásobí vahou kritéria a sečtou. Ze sečtených hodnot jednotlivých variant se vybere varianta s nejvyšším bodovým ohodnocením jako vítěz. Výsledky jsou zaneseny do následující tabulky.

Tabulka 16 – Přepočítané preference s Fullerovou váhou kritérií a výslednou hodnotou

	Náklady	Čas [Nh]	Technologie	Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika	Výsledek
Svah	2	1	2	2	0	2	0	1,238095238
Zápory	0	0	1	0	1,5	0	1,5	0,523809524
Štětavnice	1	2	0	1	1,5	1	1,5	1,238095238
Váhy	0,28571	0,19048	0,09524	0,14286	0,23810	0,00000	0,04762	

Zdroj: vlastní zpracování doplňku MS Excel Sanna 2014 [15]

Bodové ohodnocení ukazuje na stejnou výhodnost variant svahu a štětavnicových stěn. S ignorováním váhy jednotlivých variant má svahovaný výkop stejný počet bodů jako varianta štětavnicových stěn. Díky započítání vah ale varianta štětavnicových stěn získává na vrh a v tomto porovnání vítězí.

5.2.2 Data vycházející ze Saatyho metody

Analogicky jako u metody párového porovnání nejdříve představuji pořadí jednotlivých variant s váhovým ohodnocením kritérií tak, jak tomu bylo po použití Saatyho metody hodnocení významnosti kritérií.

Tabulka 17 - Pořadí preferencí investora se Saatyho váhou kritérií vycházející

	Náklady	Čas [Nh]	Technologie	Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika
Svah	1	2	1	1	3	1	3
Zápory	3	3	2	3	1	3	1
Štětovnice	2	1	3	2	1	2	1
Váhy	0,42604	0,16063	0,05836	0,08038	0,22563	0,01756	0,03141

Zdroj: vlastní zpracování doplňku MS Excel Sanna 2014 [15]

Abych získal nejvyšší bodové ohodnocení, stejně jako u předchozí metodiky musím přepočítat pořadí variant na body, kdy vítěz získá dva, prostřední jeden a poslední nula bodů. Vážené bodové ohodnocení poté vyhodnotím. Výsledná tabulka vypadá takto.

Tabulka 18 – Přepočítané preference s váhou kritérií a výslednou hodnotou Saatyho kritérií

	Náklady	Čas [Nh]	Technologie	Materiál	Vliv na okolí	Profese	Rizika	Výsledek
Svah	2	1	2	2	0	2	0	1,325302668
Zápory	0	0	1	0	1,5	0	1,5	0,443907446
Štětovnice	1	2	0	1	1,5	1	1,5	1,230789886
Váhy	0,42604	0,16063	0,05836	0,08038	0,22563	0,01756	0,03141	

Zdroj: vlastní zpracování doplňku MS Excel Sanna 2014 [15]

Výsledek tohoto porovnání dopadá tak, že vítězem a nejvýhodnější variantou je varianta svahovaného výkopu, těsně následovaná štětovnicovými stěnami. V obou variantách bodování má nejméně bodů varianta zápor, nepřipadá tedy v úvahu.

5.2.3 Vyhodnocení bodování

Když znovu použijeme bodovací metodu (kdy vítěz získá 2 body, druhý 1 bod a v případě nerozhodnosti se použije průměr), pořadí variant dopadlo takto:

1. Svahovaný výkop (3,5 bodů)
2. Štětovnicové stěny (2,5 bodů)
3. Záporové pažení (bez bodů)

V obou variantách byl na prvním místě svahovaný výkop, i když v párovém porovnání se stejným bodovým ziskem jako štětovnice. Záporové pažení naopak z výběru absolutně vypadlo.

5.3 Porovnání se skutečným provedením

Intenzifikace čistírny odpadních vod Dolní Břežany byla realizována roku 2014, se zemními pracemi spojená konstrukce podzemní část aktivačních a nitrifikačních nádrží byla realizována na jaře daného roku. V původních verzích technické dokumentace byly navrhovány projektantem svahované výkopové práce, které by vzhledem ke geologickým poměrům v místě stavby měly velký rozsah a zasahovaly by do sousedního pozemku v té době nově zrekonstruovaného parku. To byl taktéž hlavní důvod zavržení této varianty svahovaného výkopu, to zejména z toho důvodu, že by zde vznikl problém s neproplacením dotací z Evropské unie na projekt rekonstrukce sousedního parku, který by byl touto stavbou narušen. Investor tedy eliminoval tuto variantu, což vedlo k vyprojektování nové verze zemních prací. [6]

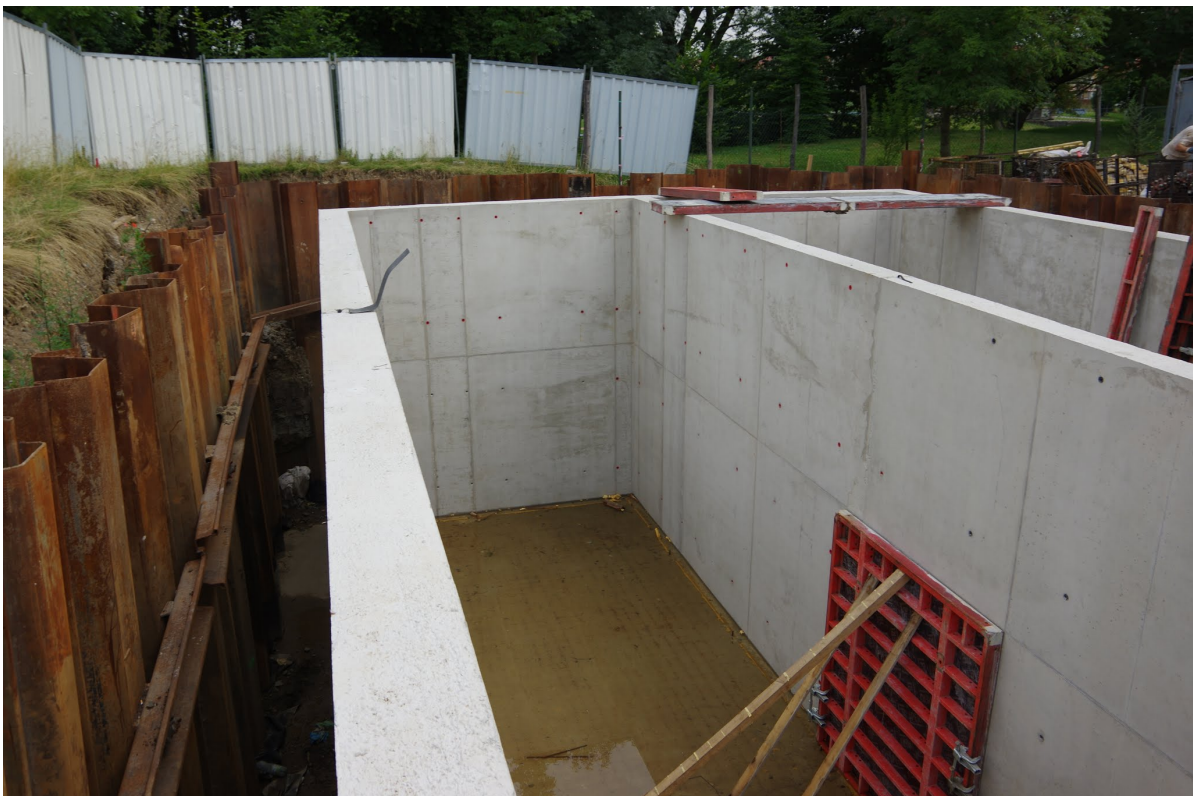
Tou verzí bylo záporové pažení. Takto navržený projekt stavby byl pobídnut ve veřejné soutěži. Posléze subdodavatel, Ekostav, a.s., při realizaci uvažoval o změně technologie vzhledem k zájmu ušetřit náklady výstavby. Vzhledem ke svým zkušenostem navrhl realizaci zemních prací formou štětovicových stěn. Tato varianta je možná pouze v půdních podmínkách, které dovolují zaberanění štětovicových prvků (larsenů) do požadované hloubky. Informaci o tom, zda je provedení štětovicových pažených jam v tomto místě možné, získal subdodavatel objednávkou dynamické penetrační zkoušky u firmy Inset s.r.o. [11] K rozhodnutí o použití štětovicové varianty zemních prací vedly informace o pozitivním výsledku penetrační zkoušky, stejně jako informace o nižších nákladech realizace. Nemalý vliv na rozhodnutí měl i fakt, že materiál použitý při stavbě – larseny, byly v té době zásobou subdodavatele, který zemní, podzemní a výkopové práce velmi často realizuje. Dalším faktorem rozhodování bylo i vlastnění technologií pro realizaci tohoto druhu staveb. [12]

Na rozdíl od výsledku hodnotové analýzy se tedy ve skutečnosti realizovala varianta štětovicových stěn.

Obrázky z realizace jsou na další straně.



Obrázek 7 - Skutečné provedení 1 [17]



Obrázek 8 - Skutečné provedení 2 [17]

6 Závěr

Hodnotová analýza, kterou se snaží tato práce vypracovat a popsat, je obor, který pracuje se škálou informací různé kvality, významnosti a přesnosti. Podle svých skromných zkušeností a dohledaných informací jsem se snažil vypracovat tuto práci vedoucí k vyhodnocení, které bude odpovídat skutečnosti co možná nejvíce. To ne ale za účelem nastavit podmínky tak, aby analýza záměrně skončila stejným výsledkem, jako tomu bylo v realitě.

Důležitou skutečnost, kterou jsem nabyl při realizaci této práce je to, že je potřeba co možná nejpřesněji vypracovat jednotlivá kritéria, jejich hodnoty a podmínky tak, aby přesnost hodnocení byla relevantní. Při rozhodování, které potenciálně budu v budoucnu podstupovat, je potřeba si uvědomit faktory s daným projektem související, ovlivňující jeho úspěšnost. Proto jsou v této práci vypracována jednotlivá kritéria tak, aby byla porovnatelná v rámci jednotlivých variant. Rovněž je potřeba ale napsat, že subjektivita pohledu na hodnocení, měření a úvahy nad definovanými kritérii může být spouštěčem diskuze. Cílem této práce je ale spíše vytvořit systém vedoucí k nějakému konkrétnímu výsledku, než samostatné hodnocení váhy kritérií.

Vyhodnocení využívá hodnotové analýzy, což je již čistě výpočtová metoda pracující se vstupními daty. Důležitost u tohoto hodnocení je ta skutečnost, že udělené body v rámci každé jednotlivé varianty musí mít stejnou sumu, jako u každého jiného kritéria. Jinými slovy se musí přidělit při dělení místě v pořadí střední hodnota, což v důsledku neovlivní právě celkovou sumu udělených bodů na kritérium. Takto jsou nenarušeny hodnoty vah jednotlivých variant, které jsou v této práci vypracovány dvěma metodami.

Při vyhodnocení jsem byl překvapen, jak dopadla, vzhledem k zadaným podmínkám, varianta štětovicových stěn. Domníval jsem se, že rozdíl mezi svahovaným výkopem a zbylými paženými variantami bude ve výsledku větší, štětovnice ale obstály na děleném prvním místě v případě párového porovnání a bodová ztráta na svah metodou Saatyho je minimální. Tento výsledek překvapil mé očekávání, že svah získá kolem tří čtvrtin bodů a štětovnice pouze přibližně polovinu ve vyhodnocení každé metody.

Citovaná literatura

1. **Hlavínek P., Novotný D.** *Intenzifikace čistíren odpadních vod*. Brno : Noel 200 s.r.o., 1996. ISBN 80-86020-01-0.
2. **ČSN 73 6005.** Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
3. **Herle J., Bareš P.** *Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění*. Praha : SNTL, 1990. ISBN 80-03-00457-6.
4. **Klepsatel F., Raclacský J.** *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení*. Bratislava : Jaga Group, s.r.o., 2007. ISBN 978-80-8076-053-3.
5. **Masopust, J.** *Rizika prací speciálního zakládání staveb*. Praha : Informační centrum ČKAIT, 2011. ISBN 978-80-87438-10-7.
6. **VodoPro s.r.o.** *Souhrnná technická zpráva, Intenzifikace ČOV Dolní Břežany*. Praha : autor neznámý, 2013.
7. **Zákon č. 183/2006 Sb.,** Zákon o územním plánování a stavebním řádu. V platném znění.
8. **Dolní Břežany.** Dokumenty, výkresy. *Dolní Břežany, oficiální web obce*. [Online] [Citace: 1. květen 2016.] http://dolnibrezany.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=2879&id_dokumenty=4153.
9. **VodoPro s.r.o.** *Souhrnná technická zpráva, výkresová část, Intenzifikace ČOV Dolní Břežany*. Praha : autor neznámý, 2013.
10. **Turček, P.** *Zakládání staveb*. Bratislava : Jaga, 2005. ISBN 80-8076-023-3.
11. **Inset s.r.o.** *ČOV Dolní Břežany - Dynamické penetrační zkoušky*. Praha : autor neznámý, 2014.
12. **Ekostav a.s.** *Technologický postup intenzifikace ČOV Dolní Břežany*. Praha : autor neznámý, 2014.
13. **Mascus Česko.** Použité vybavení a těžká technika. *Mascus Česko*. [Online] 1. květen 2016. www.mascus.cz.
14. **Schneiderová-Heralová, R.** *Model hodnocení výběrů variant stavebního díla*. Praha : FSv ČVUT, Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví, 2000. ISBN 80-01-02309-5.
15. **Jablonský, J.** Sanna 2014. *JJ's page*. [Online] 2014. [Citace: 10. 5 2016.] <https://webhosting.vse.cz/jablon/>.
16. **Richtář M., Křivda V., Olivková I.** Hodnocení kvality přemístění v mhd. Metody stanovení vah kritérií. *Městská hromadná doprava*. [Online] [Citace: 17. Květen 2016.] <http://kds.vsb.cz/mhd/kvalita-vahy.htm>.
17. **Ekostav, a.s.** Inženýrské stavby. *Ekostav, a.s.* [Online] červen 2014. [Citace: 1. květen 2016.] <http://www.ekostavas.cz/>.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Zastavovací situace se zvýrazněnou lokalitou nádrží. Zpracováno autorem pomocí grafického programu Gimp 2.8 na podkladu „Zastavovací situace intenzifikace ČOV Dolní Břežany“ [9]	15
Obrázek 2 – Výběr rypadla – staženo z webu [13]	28
Obrázek 3 – Výběr beranidla – staženo z webu [13]	29
Obrázek 4 – Výběr betonového mixu – staženo z webu [13].....	30
Obrázek 5 – Výběr autojeřábu – staženo z webu [13].....	31
Obrázek 6 - Výběr vybrační desky - staženo z webu [13].....	32
Obrázek 7 - Skutečné provedení 1 [17]	50
Obrázek 8 - Skutečné provedení 2 [17]	50

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Geologický profil v místě sondy nad budoucími nádržemi	17
Tabulka 2 – Výsledná tabulka nákladů na stroje	33
Tabulka 3 – Tabulka počtu profesí	35
Tabulka 4 - Stanovení důležitosti kritérií u rizik.....	38
Tabulka 5 - Přehled kritérií a jejich hodnot.....	39
Tabulka 6 - Přehled kritérií s přepočítaným pořadím	39
Tabulka 7 - Vzorové schéma párového porovnání	40
Tabulka 8 - Trojúhelník významnosti pro rozhodování párovém porovnáním z pohledu investora	43
Tabulka 9 - Váhy kritérií párového porovnání z pohledu investora	43
Tabulka 10 - Deskriptory podle Saatyho.....	44
Tabulka 11 - Saatyho trojúhelník s dosazenými hodnotami.....	45
Tabulka 12 - Saatyho matice	45
Tabulka 13 - Vyhodnocení vah kritérií Saatyho metodou	46
Tabulka 14 - Porovnání výsledných vah vycházejících z dvou různých metod zjištění významnosti.....	46
Tabulka 15 - Pořadí preferencí investora s vahou kritérií vycházející z párového porovnání.....	47
Tabulka 16 – Přepočítané preference s Fullerovou vahou kritérií a výslednou hodnotou.....	47
Tabulka 17 - Pořadí preferencí investora se Saatyho vahou kritérií vycházející.....	48
Tabulka 18 – Přepočítané preference s vahou kritérií a výslednou hodnotou Saatyho kritérií.....	48

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Rozpočet zemních prací svahovaného výkopu

Varianta svahovaný výkop - (Standardní pohled)

CP	Úroveň	TC	ČP	TV	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena	Hmotnost celkem	Suť celkem	Nh celkem	TD
	0			D	HSV	Práce a dodávky HSV					1 965 306,38	0,000	0,000	4 368,374	
	1			D	1	Zemní práce					1 965 306,38	0,000	0,000	4 368,374	
	2	oc	2	K	121112111	Sejmutí omíčky tl vrstvy do 150 mm ručně s vodorovným přemístěním do 50 m	m3	171,414	364,00	1,000	62 394,70	0,000	0,000	347,285	vlast.
	2	oc	3	K	131201103	Hloubení jam nezapažených v homině tř. 3 objemu do 5000 m3	m3	3 458,591	67,40	1,000	233 109,03	0,000	0,000	525,706	vlast.
	2	oc	4	K	131201109	Příplatek za lepivost u hloubení jam nezapažených v homině tř. 3	m3	3 458,591	18,10	1,000	62 600,50	0,000	0,000	138,344	vlast.
	2	oc	5	K	161101103	Svislé přemístění výkopku z hominy tř. 1 až 4 hl výkopu do 6 m	m3	3 458,591	229,00	1,000	792 017,34	0,000	0,000	2 165,078	vlast.
	2	oc	6	K	162201102	Vodorovné přemístění do 50 m výkopku/ sypaniny z hominy tř. 1 až 4	m3	4 389,010	30,20	1,000	132 548,10	0,000	0,000	324,787	vlast.
	2	oc	7	K	162401102	Vodorovné přemístění do 2000 m výkopku/ sypaniny z hominy tř. 1 až 4	m3	1 435,500	94,30	1,000	135 367,65	0,000	0,000	71,775	vlast.
	2	oc	8	K	167101102	Nakládání výkopku z hominy tř. 1 až 4 přes 100 m3	m3	1 435,500	50,10	1,000	71 918,55	0,000	0,000	139,244	vlast.
	2	oc	9	K	171201211	Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce (skládkové)	t	2 871,000	110,00	1,000	315 810,00	0,000	0,000	0,000	vlast.
	2	oc	10	K	174101101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektu sypaninou se zhutněním	m3	2 194,505	72,70	1,000	159 540,51	0,000	0,000	656,157	vlast.
	1			D	998	Přesun hmot					0,000	0,000	0,000	0,000	
	2	oc	11	K	998142251	Přesun hmot pro nádrže, jímky, zásobníky a jámy betonové monolitické v do 25 m	t	0,000	594,00	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	vlast.

Příloha 2 - Rozpočet zemních prací záporového pažení

Varianta záporové pažení - (Standardní pohled)

CP	Úroveň	TC	ČP	TV	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena	Hmotnost celkem	Suť celkem	Nh celkem	TD
	0			D	HSV	Práce a dodávky HSV					4 123 465,65	233,868	0,000	5 009,019	
	1			D	1	Zemní práce					3 384 874,81	233,856	0,000	4 331,123	
	2	oc	5	K	121112111	Sejmutí omíčky tl vrstvy do 150 mm ručně s vodorovným přemístěním do 50 m	m3	42,453	364,00	1,000	15 452,89	0,000	0,000	86,010	vlast.
	2	oc	20	K	131201203	Hloubení jam zapažených v homině tř. 3 objemu do 5000 m3	m3	1 556,610	176,00	1,000	273 963,36	0,000	0,000	1 173,684	vlast.
	2	oc	21	K	131201209	Příplatek za lepivost u hloubení jam zapažených v homině tř. 3	m3	1 556,610	33,00	1,000	51 368,13	0,000	0,000	166,557	vlast.
	2	oc	3	K	151711111	Osazení zápor ocelových dl do 8 m	m	392,000	1 270,00	1,000	497 840,00	0,521	0,000	600,936	vlast.
	2	pc	6	M	589329110	směs pro beton třídy B 25 vodotěsnost V8 kamenivo do 8 mm	m3	6,924	2 490,00	1,000	17 240,76	15,468			vlast.
	2	pc	4	M	134863300	tyč ocelová HEA, jakost RSt 37-2 označení průřezu 260	t	26,734	27 500,00	1,000	735 185,00	26,734			vlast.
Hmotnost: 68,2 kg/m															
	2	oc	9	K	151713111	Zřízení vrchního kotvení zápor při délce záporu do 8 m	kus	49,000	9 630,00	1,000	471 870,00	181,781	0,000	318,549	vlast.
	2	oc	17	K	151713112	Odstranění vrchního kotvení zápor při délce záporu do 8 m	kus	49,000	3 160,00	1,000	154 840,00	0,000	0,000	317,520	vlast.
	2	oc	8	K	151721112	Zřízení pažení do ocelových zápor hl výkopu do 10 m	m2	397,100	613,00	1,000	243 422,30	9,352	0,000	464,607	vlast.
	2	oc	10	K	161101103	Svislé přemístění výkopku z hominy tř. 1 až 4 hl výkopu do 6 m	m3	1 556,610	229,00	1,000	356 463,69	0,000	0,000	974,438	vlast.
	2	oc	12	K	162401102	Vodorovné přemístění do 2000 m výkopku/ sypaniny z hominy tř. 1 až 4	m3	1 556,610	94,30	1,000	146 788,32	0,000	0,000	77,831	vlast.
	2	oc	14	K	167101102	Nakládání výkopku z hominy tř. 1 až 4 přes 100 m3	m3	1 556,610	50,10	1,000	77 986,16	0,000	0,000	150,991	vlast.
	2	oc	15	K	171201211	Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce (skládkové)	t	3 113,220	110,00	1,000	342 454,20	0,000	0,000	0,000	vlast.
	1			D	2	Zakládání					474 320,00	0,012	0,000	94,864	
	2	oc	22	K	226111213	Vrty velkopřítlové svislé nezapažené D do 450 mm hl přes 5 m hor. III	m	392,000	1 210,00	1,000	474 320,00	0,012	0,000	94,864	vlast.
	1			D	998	Přesun hmot					264 270,84	0,000	0,000	583,033	
	2	oc	19	K	998003111	Přesun hmot pro piloty, kůly, jehly a stěny dřevěné a ocelové zřizované z terénu	t	233,868	1 130,00	1,000	264 270,84	0,000	0,000	583,033	vlast.

Příloha 3 - Rozpočet zemních prací štětovnicových stěn

Varianta štětovnicové stěny - (Standardní pohled)

CP	Úroveň	TC	ČP	TV	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena	Hmotnost celkem	Suť celkem	Nh celkem	TD
	0			D	HSV	Práce a dodávky HSV					3 054 098,22	89,904	0,000	3 751,750	
	1			D	1	Zemní práce					2 952 506,70	89,904	0,000	3 527,619	
	2	oc	1	K	121112111	Sejmutí omíčky tl. vrstvy do 150 mm ručně s vodorovným přemístěním do 50 m	m3	42,453	364,00	1,000	15 452,89	0,000	0,000	86,010	vlast.
	2	oc	2	K	131201204	Hloubení jam zapažených v homině tř. 3 objemu přes 5000 m3	m3	1 556,610	88,60	1,000	137 915,65	0,000	0,000	403,162	vlast.
	2	oc	3	K	131201209	Příplatek za lepivost u hloubení jam zapažených v homině tř. 3	m3	1 556,610	33,00	1,000	51 368,13	0,000	0,000	166,557	vlast.
	2	oc	4	K	153112111	Nastražení ocelových štětovnic dl do 10 m ve standardních podmínkách z terénu	m2	577,600	339,00	1,000	195 806,40	0,087	0,000	313,059	vlast.
	2	oc	5	K	153112122	Zaberanění ocelových štětovnic na dl do 8 m ve standardních podmínkách z terénu	m2	577,600	1 040,00	1,000	600 704,00	0,000	0,000	626,118	vlast.
	2	pc	6	M	159202200	štětovnice ZTV III n, EN 10248-2 zn. S240GP (1.0021) dle EN 10248-1	t	89,817	25 000,00	1,000	2 245 425,00	89,817			vlast.
	2	oc	7	K	153113112	Vytažení ocelových štětovnic dl do 12 m zaberaněných do hl 8 m z terénu ve standardních podmínkách	m2	577,600	1 050,00	1,000	606 480,00	0,000	0,000	693,120	vlast.
	2	pc	8	M	159202200-1	Výzisk z vytažovaných štětovnic bez hmotnosti	t	-71,853	25 000,00	1,000	-1 796 325,00	0,000			vlast.
	2	oc	9	K	161101103	Svislé přemístění výkopku z hominy tř. 1 až 4 hl výkopu do 6 m	m3	1 556,610	229,00	1,000	356 463,69	0,000	0,000	974,438	vlast.
	2	oc	10	K	162201102	Vodorovné přemístění do 50 m výkopku/sypaniny z hominy tř. 1 až 4	m3	242,220	30,20	1,000	7 315,04	0,000	0,000	17,924	vlast.
	2	oc	11	K	162401102	Vodorovné přemístění do 2000 m výkopku/sypaniny z hominy tř. 1 až 4	m3	1 435,500	94,30	1,000	135 367,65	0,000	0,000	71,775	vlast.
	2	oc	12	K	167101102	Nakládání výkopku z hominy tř. 1 až 4 přes 100 m3	m3	1 435,500	50,10	1,000	71 918,55	0,000	0,000	139,244	vlast.
	2	oc	13	K	171201211	Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce (skládkovné)	t	2 871,000	110,00	1,000	315 810,00	0,000	0,000	0,000	vlast.
	2	oc	14	K	174101101	Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se zhutněním	m3	121,110	72,70	1,000	8 804,70	0,000	0,000	36,212	vlast.
	1			D	998	Přesun hmot					101 591,52	0,000	0,000	224,131	
	2	oc	15	K	998003111	Přesun hmot pro piloty, kůly, jehly a stěny dřevěné a ocelové zřizované z terénu	t	89,904	1 130,00	1,000	101 591,52	0,000	0,000	224,131	vlast.
	0			D	PSV	Práce a dodávky PSV					75 886,87	0,557	0,000	61,725	
	1			D	713	Izolace tepelné					75 886,87	0,557	0,000	61,725	
	2	oc	16	K	713131151-1	Montáž separační a vyrovnávací vrstvy vložení mezi štětovnice a konstrukci nádrže	m2	595,650	25,60	1,000	15 248,64	0,000	0,000	60,756	vlast.
	2	pc	17	M	562415570	geotextilie GEON 250 Azura 2 x 80 m	m2	405,042	52,60	1,000	21 305,21	0,101			vlast.
WAVIN, kód výrobku:LF100200W															
	2	pc	18	M	283723020	deska z pěnového polystyrenu bílá EPS 100 S 1000 x 1000 x 30 mm	m2	607,563	64,10	1,000	38 944,79	0,456			vlast.
	2	oc	19	K	998713101	Přesun hmot tonážní tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,557	697,00	1,000	388,23	0,000	0,000	0,969	vlast.

