

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení využití technických zařízení pro opravy vodovodních sítí

Autor: **Pavel Čvančara**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.**

Akademický rok 2011/2012

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Čvančara	Jméno Pavel	
STUDIJNÍ OBOR	B2301 Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUČÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kleinová,CSc.	Jméno Jana	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Hodnocení využití kapacity technických zařízení pro opravy vodovodních sítí		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	40	TEXTOVÁ ČÁST	40	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce se zabývá hodnocením využití technických zařízení používaných k opravám poruch na vodovodních sítích. Konkrétně se jedná o použití statistické metody pro výpočet využití kapacit. Práce obsahuje jak teoretickou část k této problematice a charakteristiku vybraného výrobního zařízení, tak i praktickou analýzu s následným návrhem řešení ke zvýšení využití kapacit.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Náklady, kapacita, operátor, technická zařízení, analýza, statistika, kriteria, rozvod vody

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Čvančara	Name Pavel
FIELD OF STUDY	B2301 Industrial Engineering and Management	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Name Jana
INSTITUTION	ZČU - FST – KPV	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR
TITLE OF THE WORK	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	The evaluation of utilisation of the technical devices which are used for failure reparation in the water mains	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	40	TEXT PART	40	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>The main topic of this bachelor work is the evaluation of utilisation of the technical devices which are used for failure reparation in the water mains. For this evaluation it was used the special statistical method.</p> <p>This work contains theoretical part which describes the main issues and practical part with analysis and proposal how to increase the capacity utilisation.</p>
KEY WORDS	Costs, capacity, operator, technical machinery, analyses, statistics, criteria, water distribution

Obsah

Seznam zkratk	6
Úvod.....	7
1 Charakteristika oprav	8
1.1 Popis struktury a problémů provozu	8
1.2 Popis opravy poruch a faktory ovlivňující jejich vznik	11
2 Použitá technická zařízení.....	13
2.1 Analýza využití techniky.....	13
2.2 Výběr technického zařízení.....	14
3 Využití kapacity technických zařízení	17
3.1 Výrobní kapacita výrobních jednotek	17
3.2 Výrobní kapacita technických zařízení	19
3.3 Kapacita technických zařízení pro opravy vodovodních sítí	21
4 Využitelnost výrobní kapacity	22
5 Metody propočtu výrobních kapacit	25
5.1 Propočtová analytická metoda výpočtu výrobních kapacit [3]	26
5.2 Zkušební metoda výpočtu výrobních kapacit [3].....	27
5.3 Porovnávací metoda výpočtu výrobních kapacit [3].....	27
5.4 Statistická metoda výpočtu výrobních kapacit [3]	28
5.5 Výběr vhodné metody	29
6 Návrh na zlepšení využití kapacity	30
6.1 Osazení techniky stálou posádkou	30
6.2 Přemístění techniky do jiného provozu v rámci podniku.....	30
6.3 Prodej techniky.....	31
7 Porovnání prostřednictvím zvolené metody.....	32
7.1 Výběr varianty metodou kriteriálních vah [2].....	32
7.2 Bodovací metoda bez vah kriterií	33
7.3 Bodovací metoda s vahami	35
8 Zhodnocení přínosů vybrané varianty.....	37
Závěr	38
Použitá literatura	39
Seznam knižní literatury:	39
Seznam příloh.....	40

Seznam zkratek

- K_T - využitelný časový fond výrobního zařízení
 K_{TS} - skutečná doba provozu
 K_k - kalendářní časový fond (365 dnů-rok)
 K_v - stupeň využití kapacity
 K_t - teoretická (jmenovitá) výrobní kapacita
 K_s - skutečná (dosažená) kapacita
 K_q - optimální reálný objem určitého výkonu (výroby) za jednotku času
 K_{qs} - skutečný výkon daného zařízení
 K_r - kapacitní rezerva
 K_{QP} - výrobní kapacita plochy
 k - dny pracovního klidu (u přerušovaného výrobního procesu)
 t_z - časové ztráty (plánované prostoje)
 h - počet hodin provozu zařízení za den (hod) s uvažovaným počtem směn v jednom pracovním dnu a s uvažovaným počtem pracovních hodin v jedné směně.
 t_{dk} - počet kalendářních dní ve sledovaném období
 t_{dn} - počet nepracovních dnů ve sledovaném období
 S - průměrný počet směn v jednom pracovním dnu
 t_h - průměrný počet hodin v jedné směně
 k_{vt} - koeficient využití nominálního časového fondu příslušného výrobního zařízení propočtený podle údajů z minulé skutečnosti
 k_i - koeficient intenzivního využití kapacity
 k_e - koeficient extenzivního využití kapacity

Úvod

Stálá dodávka a dostatek pitné vody je v dnešní době pro většinu lidí samozřejmostí. Pokud otočíme kohoutkem v kuchyni a voda teče, ani nás nenapadne jak složitá je její cesta k nám do bytů, do podniků a vlastně všude tam, kde je jí potřeba. Počínaje odběrem surové vody z řeky, filtrací a konečnou úpravou na vodu pitnou je také třeba ji dopravit k uživatelům. Distribuce pitné vody se provádí pomocí rozvětvené sítě vodovodního potrubí, které čítá několik stovek kilometrů délky a je mnohde i sto let staré.

Není proto třeba zdůrazňovat, že se provozování vodovodního potrubí neobejde bez pravidelné údržby a oprav havárií, které vznikají prakticky po celý rok. Distribuční síť potrubí je z velké části uložena hluboko pod zemí, a proto společnost musí disponovat speciální technikou, která je schopna zajistit veškeré opravy v co nejkratším čase, s minimálním rizikem a za pokud možno nejnižší náklady.

Je tedy nutné využití této techniky stále sledovat a pokud možno minimalizovat úzká místa. Správné využití této techniky může výrazně snížit náklady spojené s opravami a údržbou vodovodní sítě, což je úzce spjato s provozem celé společnosti VODÁRNA PLZEŇ a.s.

1 Charakteristika oprav

1.1 Popis struktury a problémů provozu

VODÁRNA PLZEŇ a.s. zajišťuje dle [8] výrobu a rozvod pitné vody ve městě Plzni, na území bývalého okresu Plzeň-sever a lokalitách Starý Plzenec, Stod, Plešnice, Břasy a Štěnovice. Svoji činností tak pokrývá 84 obcí v Plzeňském kraji a celkem zásobuje přes 220 tisíc obyvatel. Zásobuje také významný průmysl a ostatní odběratele. K tomu využívá celkem 24 úpraven vody, téměř 1300 km vodovodní sítě a 35000 přípojek. Součástí distribučního systému je 37 čerpacích stanic a 76 vodojemů.

Společnost VODÁRNA PLZEŇ a.s. také odvádí odpadní vodu od cca 200 tisíc obyvatel města Plzně a dalších 24 obcí a měst bývalých okresů Plzeň-sever, Plzeň-jih a Rokycany. Kanalizační síť čítá cca 750 km stok, 22800 kanalizačních přípojek o délce 170 km a 68 čerpacích stanic odpadních vod.

Hlavní část infrastruktury používané k distribuci pitné vody a následného odvádění odpadní vody je uložena pod zemí v minimální tzv. nezámrazné hloubce 120 cm. Průměry potrubí se pohybují v rozsahu od desítek milimetrů až do několika stovek centimetrů. Materiály používané k výrobě jsou také rozličné a závisí jak na velikosti průměru potrubí tak i na době, ve které bylo potrubí instalováno. V Plzni a okolí se používá potrubí i více než sto let staré. Je zřejmé, že provoz takové rozsáhlé vodovodní a kanalizační sítě se neobejde bez poruch.

O množství vyrobené pitné vody, která činí dle [8] ročně 16384 tisíc kubických metrů a množství vyčištěné vody, které je dle [8] ročně 24088 tisíc kubických metrů, ale samozřejmě také o celkový provoz a údržbu jak zařízení samotné vodárny, tak celé distribuční sítě se stará 394 zaměstnanců.

Pracovní doba zaměstnanců VODÁRNY PLZEŇ a.s. je různá a liší se podle vykonávané funkce. Jsou zde zastoupeny jak provoz s jednosměrným, dvousměrným, tak i s nepřetržitým (třísměrným) provozem. Třísměrný provoz je zajišťován v provozu úpravny pitné vody, kde je zapotřebí stálý dohled při výrobě pitné vody. V hlavní čistící stanici v Plzni na Jateční ulici je provoz dvousměrný. Aby byl zajištěn 24 hodinový servis pro případ, kdy nastane nějaká nepředvídaná situace, jsou vyčleněni pracovníci, kteří drží pohotovost a jsou v případě havárie připraveni ihned nastoupit do práce. V hlavním sídle společnosti na Malostranské ulici č. 2 je nonstop dispečink, který je připraven řešit právě tyto vzniklé situace.

Bezproblémový chod takové společnosti, která zajišťuje dodávky pitné vody ke všem koncovým zákazníkům se neobejde bez kvalitního technického zázemí. K běžným údržbářským pracím, které jsou zapotřebí, jako je například čištění kanalizačních sítí, plánovaná výměna potrubí, kohoutů a přípojek musíme také přičíst opravy vzniklých poruch jak na vodovodním potrubí, kterých ročně vzniká kolem 1800, tak i na kanalizačních sítích, kde se množství poruch ročně pohybuje kolem 200 až 250. V zimním období, zvláště při dlouhotrvajících mrazech vzniká nových poruch i několik denně.

Vozový park, který je potřeba, aby bylo zajištěno kvalitní čištění a monitoring kanalizačních stok a objektů je složen z několika tlakových vozů na podvozcích Mercedes Benz Actros, jednoho fekálního vozu Mercedes Benz Atego, který slouží k vyvážení septiků, menšího nákladního vozu Mercedes Benz Atego s hydraulickou rukou a dvou dodávkových vozů sloužících na rozvoz zaměstnanců a monitoringu kanalizačních stok pomocí kamerového systému. Vozy pro čištění kanalizace jsou používány jak pro práci na údržbě sítě pod správou společnosti Vodárna Plzeň a.s. tak i ke komerčním účelům při pracích pro třetí osobu. Všechny vozy jsou vybaveny systémem satelitního monitorování GPS (globální polohový systém).

Vzhledem k tomu, že výskyt poruch na kanalizačních sítích není tak častý, a také časový limit na jejich odstranění není tak důležitý jako u poruch na vodovodních řadech, jde práci s těmito vozy dobře dopředu naplánovat. V případě nečekané události, která nastane během odpoledních hodin, v noci nebo o víkendu či svátcích je v pohotovosti vždy jedna posádka, která připravena kdykoliv nastoupit do práce. Provoz kanalizace společnosti VODÁRNA PLZEŇ a.s. sídlí na Jateční třídě 40 v Plzni, kde jsou také garáže pro veškerou potřebnou techniku.



Obr. 1-1 : Tlakový vůz k čištění kanalizačních stok [8]

Dalším důležitým provozem, o který v tomto projektu jde především je provoz rozvodu vody, který má na starosti distribuci pitné vody koncovým zákazníkům, provoz a údržbu veškeré vodovodní sítě v Plzni a okolí a k tomu patří hlavně rychlé a kvalitní odstraňování poruch. Vzhledem k celkové délce potrubí a stáří, které se pohybuje místy i kolem 80-ti let je vznik nečekaných událostí (poruch) mnohem častější než u provozu kanalizace a proto je zde velmi složité řízení přesunu strojů a vozidel mezi jednotlivými pracemi, které probíhají na celém území Plzně a blízkého okolí.

Vozový park, který je potřeba pro zajištění běhu provozu rozvodu vody je složen jak z nákladních vozů, tak i další techniky. Provoz má k dispozici z nákladních vozidel (sklápěček) dvě šestikolové Tatro 815, jednu čtyřkolovou Tatru 815, Mercedes Benz Actros a menší Mercedes Benz Atego s hydraulickou rukou a nástavbou na převoz kontejnerů, který je také využíván na převoz kontejnerových cisteren na pitnou vodu, které slouží jako dočasný zdroj pitné vody pro případ poruchy. Z nákladních vozů jsou ještě k dispozici dvě cisterny na pitnou vodu, které slouží k zavážení pitné vody do vodojemů, nebo jsou používány komerčně především na plnění bazénů. Velmi důležitý, je také sací vůz Mercedes Benz Atego, který je nepostradatelný při odsávání vody z výkopů při opravách prasklého potrubí. Na výkopové práce má provoz k dispozici tři traktorová rypadla CASE a jedno pásové rypadlo Bobcat. Na nakládku drtě, která slouží, jako zásypový materiál, jsou na provozu ještě dva smykem řízené nakladače Bobcat a Lotus.

Jedno traktorové rypadlo je vybaveno pneumatickým kladivem, které slouží k narušení asfaltového povrchu, nebo zmrzlé země, která v zimě, a to je čas nejčastějších poruch, promrzá do hloubky až jednoho metru. Dále jsou ve vozovém parku dva montážní vozy Iveco s vybavením pro opravu prasklého potrubí.

Aby oprava poruch byla co nejrychlejší a nedocházelo ke zbytečným výkopům, jsou dva dodávkové vozy vybaveny speciálním přístrojem na hledání poruch.

Provoz rozvodu vody je jednosměnný, ale pro případ vzniklé poruchy je k dispozici služba, která je nonstop na telefonu a v případě potřeby je připravena vždy jedna skupina (řidič nákladního automobilu, bagrista a montér) okamžitě nastoupit do práce. Jelikož vznik poruch na vodovodním potrubí se neřídí žádnými pravidly a je těžké práci dopředu naplánovat, kromě pravidelných údržeb a plánovaných výměn potrubí a šoupat musí být vždy k dispozici potřebná technika a samozřejmě i obsluha. Všechna vozidla jsou vybaveny systémem GPS (globální polohový systém). Tento systém je zatím ve vozech krátce, a proto se využití techniky se zatím dá zjistit jen statisticky z minulých let.

Některá technika je používána denně a její využití se blíží dle statistiky k hranici 90%. To je naprosto dostačující, ale u techniky, která je připravena pro případ náhle vzniklé situace se využití pohybuje na hranici 50%. Konkrétně se jedná o jedno traktorové rypadlo CASE a sklápěč Tatra 815, na kterých není stála posádka a slouží jako „záloha“ pro případ, že selže některý z používaných strojů, nebo je zapotřebí větší počet techniky. V tomto případě má provoz rozvodu vody dva zaměstnance, kteří pracují v jiném oboru, ale kteří mají oprávnění a jsou proškoleni na práci s tímto zařízením.

Zdálo by se, že držení této techniky je zbytečné, ale musíme si uvědomit, že Vodárna Plzeň a.s. je smluvně povinna dodávat pitnou vodu a v případě porušení smlouvy by byla tvrdě sankcionována. Nicméně 50% využití jakékoliv kapacity je podnětem k podrobnější analýze. Proto je potřeba pomocí vhodné metody určit, zda je výhodnější držet rezervu v podobě této techniky, nebo ji obsadit posádkou a používat ji k práci pro třetí osobu, což by ale znamenalo další problém v případě, že technika bude u zákazníka a při nastalé poruše bude muset být z původní práce odvolána. Další možnost je smluvní dohoda s jinou firmou, která by byla v případě nutnosti připravena poskytnout potřebnou techniku. Dále by vhodná analýza mohla odhalit i další nedostatky a pomoci tak k jejich řešení a celkovému sjednocení a zorganizování prací, sloužících k údržbě a opravám vodovodních řadů.



Obr. 2-1 : Souprava s rypadlem Bobcat [8]

1.2 Popis opravy poruch a faktory ovlivňující jejich vznik

Poruchy vznikají v průběhu celého kalendářního roku a je prakticky nemožné odhadnout čas a místo vzniku. V zimních měsících je výskyt poruch několikanásobně větší vzhledem k velkým změnám v počasí, mrazu a chladné surové vody, která přitéká do úpravny a následně do potrubí. Vznik havárie je signalizován buď přímo viditelným únikem vody přímo ze země, nebo poklesem tlaku v síti, který zaznamená signalizační technika přímo na úpravně vody v Plzni.

V případě že porucha vznikne v místě, kde není zapotřebí speciální techniky (kolektory, technická podlaží domů podobně), je oprava prováděna pouze techniky. Když ale porucha vznikne na potrubí uloženém pod zemí, a to je většina případů je průběh opravy složitější.

Nejprve je nutné lokalizovat místo havárie pomocí speciální techniky, která monitoruje za pomoci počítače průtok vody v potrubí a je schopna s přesností mnohdy jen několika centimetrů nalézt a přesně určit místo, kde došlo k porušení potrubí.

Dalším krokem je zjištění veškerých inženýrských sítí, které se nachází v blízkosti budoucího výkopu a posouzení celé situace z hlediska dopravy, pohybu chodců, blízkosti budov a podobně. Často je zapotřebí vyžádání povolení k uzavírce komunikace. Velmi důležité je také zjištění o jaký průměr potrubí se jedná a v jaké hloubce se přibližně nachází. To vše je bezpodmínečně nutné, aby se určilo, jaká těžká technika bude výkopové práce provádět. Aby mohlo dojít k výkopovým pracím, musí se potrubí, na kterém vznikla porucha uzavřít. Jelikož má VODÁRNA PLZEŇ a.s. smlouvu s odběratelem na nepřetržitou dodávku pitné vody je zapotřebí zajistit náhradní dodávku pitné vody. Ta se zajišťuje pomocí cisteren, které jsou včas dovezeny na místo, kde dojde k odstávce dodávky pitné vody.

Pak může dojít k samotným výkopovým pracím, které jsou zajišťovány vlastní technikou. Pro bezproblémový průběh těchto prací, musí být vypracován technologický postup, který závisí na obtížnosti, respektive možnosti dostat se s bagrem přímo k místu poruchy. Protože vodovodní řád je nejhluběji z všech inženýrských sítí, bývá toto často dosti obtížné. Proto je třeba zručné a velmi zkušené obsluhy rypadla. V případě, že by došlo k porušení ostatních inženýrských sítí, jako je například plyn, telefon či elektřina, mohla by se oprava značně prodražit.



Obr. 3-1 : Škody vzniklé na komunikaci [8]

Sledování poruchovosti vodovodního potrubí má velký význam. Tato problematika s sebou nese celou řadu otázek, ať už to jsou metody nalezení skrytých úniků vody (ty nejsou na první pohled vidět), nebo odhadu velikosti ztrát, velikosti vlivu různých okolností na vznik poruch, nebo sledování druhů materiálů používaných na vodovodní síť z hlediska jejich životnosti. Hodnocení poruch tedy může být podkladem pro celou řadu dalších činností, jako jsou dlouhodobé plány obnovování sítí a nebo zabezpečení možnosti rychlé opravy vzniklé havárie.

Faktory, mající zásadní vliv na vznik poruch vodovodního potrubí můžeme rozdělit do několika skupin:

- **stáří materiálu**
(Potrubí, které je stále funkční dosahuje stáří několika desítek let. V místě starého města je potrubí starší sta let)
- **koroze**
(Valná většina vodovodních přípojek a všechny spojovací materiály, jako jsou šrouby, matky a podobně jsou vyrobeny ze železa, což má za následek korozi vlivem vlhkosti v okolí potrubí. Materiál, ve kterém je potrubí uloženo má také vliv na vzniku koroze.)
- **nevhodný materiál**
(V mnoha případech je potrubí vyrobeno z nevhodného materiálu, jako je tvrzené polyetylen, asbest, nebo potrubí z nekvalitní litiny)
- **špatná instalace potrubí**
(Způsob jakým je potrubí uloženo v zemi má také velmi velký vliv na vzniku poruch. Špatné podloží, obsyp hrubým materiálem, nebo nesouměrné podkládání potrubí má za následek časté praskání litinového potrubí)
- **mráz**
(Mráz způsobuje promrznutí a rozpínání horních vrstev zeminy nad potrubím. Kvůli změnám objemu zeminy dochází k tlakům na potrubí a jeho následnému prasknutí.)
- **vnější vlivy**
(Do vnějších vlivů, které mají za následek havárie vodovodního potrubí, můžeme zahrnout například silný provoz těžkých vozidel na komunikacích, ve kterých je často potrubí uloženo. Následné otřesy způsobují vznik poruch)
- **jiné**
(Změny tlaku v potrubí způsobené jak neodbornou manipulací s tlakovou armaturou, tak i změny tlaku v důsledku náhlých velkých odběrů vody. Další vliv jsou například bludné proudy vyskytující se převážně u trakčních trolejbusových a tramvajových vedení)

2 Použitá technická zařízení

2.1 Analýza využití techniky

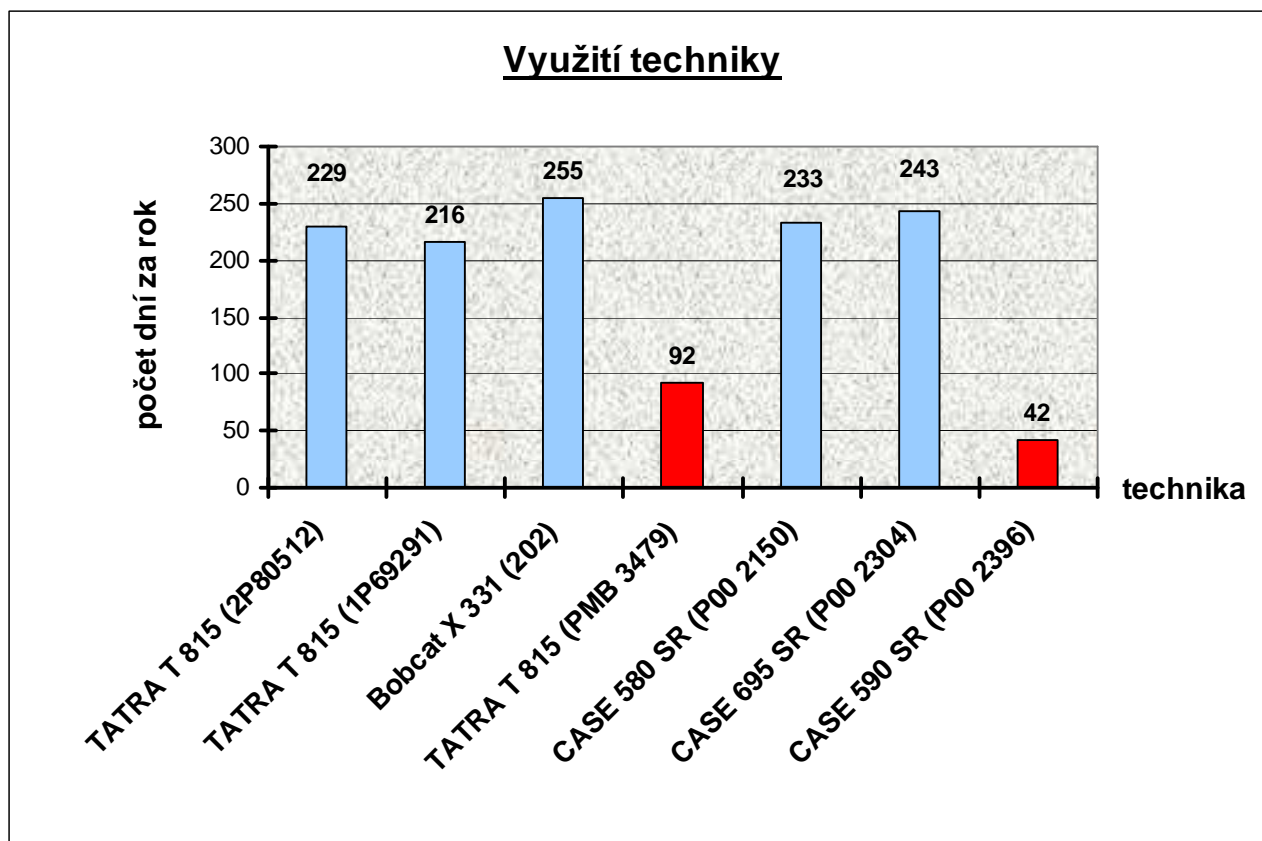
Analýzou provozů společnosti VODÁRNY PLZEŇ a.s. které se zabývají údržbou vodovodní a kanalizační sítě, byly zjištěny nedostatky v provozu **rozvod vody** ohledně využití těžké techniky používané při opravách a údržbě infrastruktury. Konkrétně se jedná o vodovodní potrubí, které dopravuje pitnou vodu ke koncovým zákazníkům v Plzni a blízkém okolí. Jak již bylo uvedeno, provoz disponuje rozličnou technikou. Jsou to osobní vozidla, které jsou využity pouze pro přepravu osob obsluhujících různé přečerpávací stanice, výměníky a podobně, a také těžká technika, která se přímo podílí na opravách poruch vzniklých na podzemním vedení pitné vody. Právě o využití této techniky se v tomto projektu jedná. Konkrétně jsme se zaměřili na tři nákladní vozy Tatra 815, dvě kolová rypadla CASE 590 SR a jedno malé pásové rypadlo Bobcat X 331 E, které je přepravováno na podvalníku za jedním z nákladních vozidel.

Rozdělování techniky na určité práce je řízeno ze střediska v Plzni Božkově Údolní ul.. Tam se soustředí veškeré informace o problémech na vodovodních řadech, žádosti o zhotovení nových přípojek, což je také v náplních práce provozu **rozvod vody**. Další důležitá součást podniku je úpravná vody Plzeň Homolka Malostranská ul., kde jsou centrální dílny a čistička odpadních vod na Jateční 40, kde jsou garáže těžké techniky a zázemí posádky.

Ke sledování využívání této techniky bylo vybráno období od 1. 1. 2010 do 31. 12. 2010. Jedná se o kalendářní rok, ve kterém probíhala řada změn. Probíhaly zde různé drobné reorganizace, a také drobné změny v zaměstnaneckých pozicích a zaškolování nových operátorů pro obsluhu těžké techniky. Dva zaměstnanci byli zaškoleni, aby v případě potřeby mohli nastoupit jako řidiči na záložní technice. Jejich původní profese se ale nezměnila, tak zde nastává další problém, a to ten že když budou pracovat jako strojn^íci, musel by zase někdo jiný zastoupit jejich pozice.

Proto je třeba podrobně analyzovat využití záložní techniky a určit co možná nejlepší řešení jak naložit s tímto problémem a odstranit tím zbytečné náklady, které tím zákonitě vznikají.

Data, která jsou použita pro analýzu, jsme získali přímo od společnosti VODÁRNA PLZEŇ a.s. Tabulka, ve které jsou uvedeny statistické údaje o provozu vybrané těžké techniky, ujeté kilometry, spotřebované palivo a počet dní, během kterých byla v provozu a podle které je vytvořen následující graf využití techniky je součástí přílohy 1 a 2. Graf ukazuje rozdíl, mezi využitím techniky osazené stálou posádkou a záložní technikou. Červeně je vyznačena dvojice strojů, na které se projekt zaměřuje.



Graf č. 1- využití techniky za kalendářní rok

2.2 Výběr technického zařízení

V projektu řešíme využití dvojice strojů, které slouží jako záloha. Jsou to nákladní vůz Tatra 815 (PMB 3479) a kolové rypadlo CASE 590 SR (P00 2396). Při výkopových pracích se většinou využívá jak rypadla tak nákladního vozidla najednou.



Obr. 1-2 : nákladní vůz TATRA 815 [8]



Obr. 2-2 : záložní rypadlo CASE 590 SR [8]

Využívání techniky v provozu *rozvod vody* nemá přímo daná pravidla, respektive se dopředu nikdy neví, jak dlouho, kde, kdy a jakou techniku bude třeba použít. Pro předběžnou analýzu, jak je tato technika využita, byla použita tzv. *metoda pozorovatele* [10] (objektivní sledování činnosti). Konkrétní technika, sledovaná v daném období sídlí i s obsluhou na Jateční ulici v Plzni. Tam jsou i garáže v objektu čistící stanice odpadních vod pro VODÁRNU PLZEŇ a.s., které slouží k uskladnění techniky. O provozu, době činnosti a ujetých kilometrech včetně tunokilometrů a motohodin u rypadel se vedou písemné výkazy a v poslední době se zavádí systém GPS, který slouží k přesnému sledování pohybu veškeré techniky při provozu. To pomáhá při přesnějším určování využití techniky.

Předběžným pozorováním bylo zjištěno, že pokud byla pevná osádka na každém stroji a byl dostatek práce, oprav, pravidelných výměn nefungujících armatur apod., bylo vyžití veškeré techniky přibližně na 90%. S postupným zdokonalováním oprav armatur, výměnou celých vodovodních řadů, se počet poruch, vyžadujících okamžitou opravu snížil. To zaznamenalo pokles ve využití techniky. Nezávisle na to se struktura osazení strojů stálou osádkou změnila a to tak, že jeden pracovník odešel do důchodu (Tatra 815 PMB 3479) a druhý přestoupil na jinou pozici v rámci restrukturalizace (CASE 590 SR POO 2396).

Tím se navrátila využitelnost zbývajících techniky (dvě Tatry 815, pásové rypadlo Bobcat a kolové rypadlo CASE 590 SR POO 2150) na 90% a zbylé dva stroje byly určeny pro případ rozsáhlejších poruch, nebo jako náhradní technika, kterou je možno použít při vzniklých závadách na ostatních strojích. Případná odstávka stroje by mohla zapříčinit nedodržení termínů daných pro znovuoobnovení dodávky pitné vody při haváriích a následné nezanedbatelné sankce. VODÁRNA PLZEŇ a.s. dodává pitnou vodu nejen drobným odběratelům, ale i velkým podnikům včetně nemocnic a tam by přerušená dodávka pitné vody mohla znamenat velké problémy.

Absencí stálé posádky na technice, která je určena jako záloha klesla využitelnost pod 50%. Tato "zahálejší" technika představuje pro podnik velké náklady (silniční daně, pravidelná údržba, technické prohlídky, garážování a podobně.). Použitím vhodně vybrané metody, chceme zjistit, zda by nebyla možnost zvýšit využití kapacity alespoň na 70%, což by náklady na držení těchto strojů z větší části pokrylo. Na zřetel se ale musí vzít ona podmínka, že obnova dodávky pitné vody při vzniklé havárii musí být neprodleně obnovena a to i ve dnech pracovního klidu v noci či ve svátek. Proto je třeba použít vhodnou rozhodovací analýzu, která by vedla ke zjištění nejvhodnější varianty a tím odstranit nedostatky a zbytečné náklady.



Obr. 3-2 : ilustrační foto

Na obrázku je dobře vidět, na jakých místech se kolikrát musí pracovat, a proto je důležité, aby operátor rypadla byl opravdu schopný. Proto musíme brát na zřetel, že využití externí firmy, která nemá zkušenosti s takovýmto druhem práce, by mohlo přinést řadu problémů. Tyto zkušenosti jsou získávány pouze každodenní praxí.

3 Využití kapacity technických zařízení

3.1 Výrobní kapacita výrobních jednotek

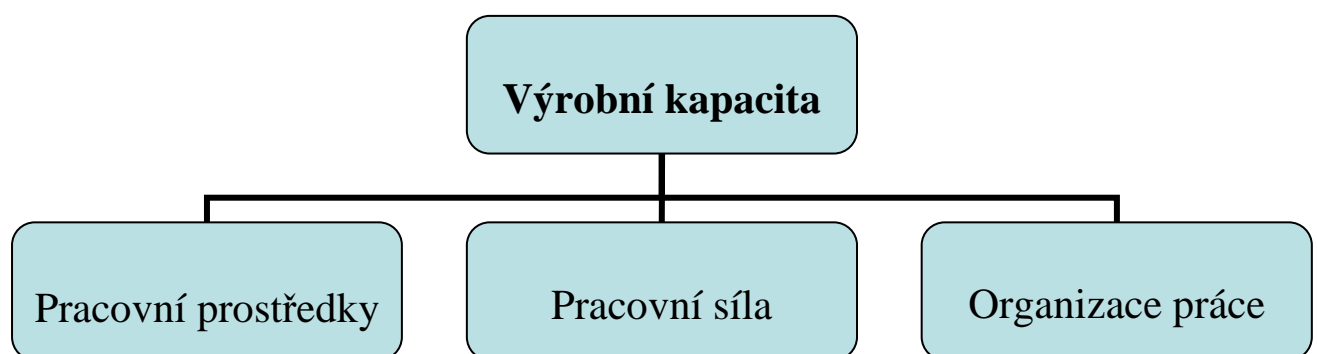
Obecně můžeme kapacitu výrobní jednotky vyjádřit jako výsledek jejího výkonu a doby, po kterou je v činnosti. Výrobní kapacita je tedy maximální objem produkce, který může **výrobní jednotka** (podnik, závod, dílna, stroj) vyrobit za určitou dobu (obvykle rok, den, hodinu). Jinými slovy celková kapacita je schopnost výkonu výrobní jednotky, nebo výrobního systému (libovolného druhu, velikosti, struktury) v daném časovém úseku. Pokud se vztahuje sledování na výrobní jednotku, nebo na libovolný systém, všeobecně hovoříme o **kapacitní jednotce**. Ta závisí na jednotlivých speciálních úkolech, které má řešit vedení výroby. Pro dosažení maximálního využití kapacity výrobní jednotky je potřeba zajištění optimálních podmínek.

Optimální podmínky [1] : jsou podmínky nejpříznivější tzv. dostatečný počet pracovníků, dostatek materiálu, bezporuchovost strojů, průběh práce bez nečekaných komplikací jako je výpadek proudu a podobně.

Nejčastější způsob měření využití výrobní kapacity je kapacita měřená na výstupu. Zde je naměřená veličina objem vyrobené produkce a kapacita se vyjadřuje v naturálních či hodnotových jednotkách.

Výrobní kapacita výrobní jednotky vyjádřená na výstupu je podle [4] maximální objem výroby za rok a to za dodržení optimálních podmínek.

Ve výrobní kapacitě obecně se nejvíce projevují tři hlavní výrobní faktory (základní prostředky), které se přímo účastní výrobního procesu.



Obr. 1–3: Výrobní kapacita [1]

- **účinnost pracovních prostředků** je ovlivněna rozsahem a skladbou pracovních prostředků, jejich věkovou strukturou, technickou úrovní, úrovní technologií a organizací výrobního procesu.
- **účinnost pracovních sil** je ovlivněna jejich počtem, profesí a věkovou skladbou, stupněm kvalifikovanosti, motivací a hmotnou zainteresovaností, organizací práce.
- **vliv organizace práce** prostupuje všemi stupni společenské dělby práce od organizace výrobního procesu na pracovišti, v dílně až po vyšší organizační jednotky, jako je podnik, obor či odvětví.

Na rozdíl od technologické kapacity zařízení, která má v čase plynulý průběh a mění se vlivem vědeckotechnické revoluce a tím způsobeným změnám ve fyzickém objemu strojního zařízení je skutečná kapacita podle [3] ovlivněna mnoha dalšími faktory:

- **technická úroveň strojů a zařízení** (podmiňuje kvalitu technologického procesu, má vliv na jakost a množství výrobků, dokáže eliminovat negativní vliv lidského činitele na produkci – robotizace, automatizace)
- **doba činnosti strojů a zařízení** (strojní čas je čas uskutečňování technologických operací přímým působením pracovní části zařízení, nebo operací uskutečňovaných působením tepelné, chemické, nebo elektrické energie)
- **organizace řízení výroby** (organizací výroby rozumíme uspořádání vztahů mezi jednotlivými výrobními jednotkami a pracovníky příslušné výrobní jednotky. Organizace řízení výroby se zabývá organizací řídicích a informačních procesů ve výrobě)
- **pracovní síla** (pracovní síla jako určující faktor výrobní kapacity se posuzuje především u manuálních výrobních procesů, nebo tam, kde je práce stroje úzce spojena s prací člověka, respektive obě činnosti mají na sebe přímý vliv. Čím je více rozhodující pracovní síla pro daný výrobní postup, tím více ovlivňuje výrobní kapacitu daného výrobního organismu)
- **koncepte údržby** (zvolená politika údržby určuje, zda všechny údržbářské práce budou prováděny až po poruše za předpokladu, že je prováděn běžný dozor a pravidelná péče o stroje, předchází se poruchám nezávisle na opotřebením pravidelnými opravami v daných termínech a nebo se opravy provádějí průběžně v závislosti na opotřebením)
- **použité suroviny a materiály** (surovina a materiál představují oběžný kapitál, který do produkčního procesu vstupuje v naturalizované podobě. Rozhodující je jeho kvalita, cena, dostupnost, trvanlivost, možnost skladování, cena za dopravu)

Dalšími faktory ovlivňujícími výrobní kapacitu jsou také vlivy vnější (okolí výrobního organismu) jako je například potřeba odbytu, dopravní možnosti firmy, skladování (jak materiálu, tak i hotových výrobků), disponibilní zdroje surovin, energie a podobně.

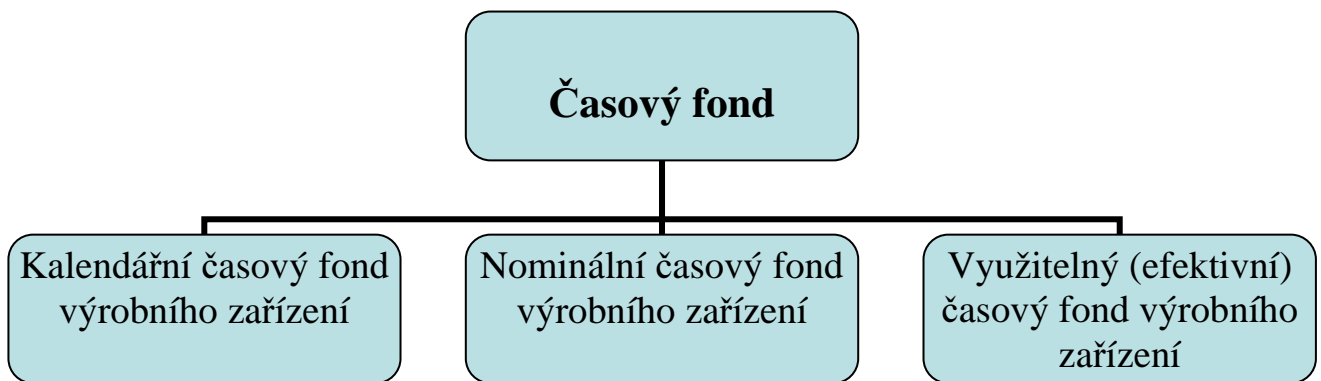
3.2 Výrobní kapacita technických zařízení

Výsledky každého výrobního procesu jsou ve značné míře podmíněny mírou využití výrobního zařízení dané výrobní jednotky. Zatímco základní technické charakteristiky a parametry (účinnost, velikost, způsob obsluhy výrobního zařízení a podobně) jsou předem více méně známy a stanoveny technologickým předpisem, záměrem či projektem, o stupni jejich využití rozhoduje zejména úroveň řízení a organizace výrobního procesu.

Vzhledem ke skutečnosti, že výrobní zařízení je ve výrobě činné relativně trvale (během celé řady výrobních cyklů), je třeba zkoumat jeho využití v průběhu času a za časovou jednotku. Souhrnný pohled na využití výrobního zařízení poskytuje celkové využití charakterizované výrobní kapacitou.

Kapacitu výrobního zařízení tedy můžeme chápat jako maximální produkci za jisté časové období, které lze dosáhnout na zařízení (např. strojním) za optimálních podmínek při respektování produkčních schopností i dalších výrobních zdrojů, zejména pracovních sil za jednotku času.

Obecně kapacitu vyjadřujeme podle [1] jako **výsledek výkonu a doby činnosti** (vyjádřena pomocí časových fondů).



Obr. 3-3 : časový fond [2]

- **kalendářní časový fond** [2] : počet dní v roce, počet hodin v roce
- **nominální časový fond** [2]: vypočítá se odečtením nepracovních dnů od kalendářního časového fondu (vyjadřuje se ve dnech a v hodinách)
- **využitelný časový fond** [2]: vypočítá se odečtením časových ztrát od nominálního časového fondu výrobního zařízení. (do ztrát se počítají i plánované prostoje)

Schopnost výrobního organismu dosáhnout určité výrobní kapacity výrobního zařízení je dána nejen působením jednotlivých **faktorů**, ale i jejich provázaností, činností člověka a stroje, ale i jejich působením, tedy organizací práce a výrobního systému.

Navíc si musíme uvědomit, že výrobní kapacita není neměnná a změna jakéhokoliv faktoru má přímý vliv na změnu [1], nebo využití výrobní kapacity.

Ve výrobním systému dělíme kapacitu na **kapacitu vyjádřenou na výstupu a kapacitu vyjádřenou na vstupu**.

Výrobní zařízení je součástí výrobního systému.

Vlastní výpočet kapacity:

- je zadána kapacitní norma výkonnosti

$$\mathbf{K} = \mathbf{K}_T \times \mathbf{V} \times \mathbf{N} \quad [4] \quad (1)$$

K - kapacita

K_T - využitelný časový fond

V - kapacitní norma výkonu

N - počet jednotek technických zařízení

- výpočet objemu produkce

$$\mathbf{Q} = \mathbf{K}_k \times \mathbf{K}_q \quad [4] \quad (2)$$

Q – objem produkce za určité období

K_k – časový fond

K_q – optimální objem výkonu zařízení

Objem produkce je převážně určován časovým fondem a výkonností výrobního zařízení, popřípadě produktivitou práce.

3.3 Kapacita technických zařízení pro opravy vodovodních sítí

Kapacita technických zařízení používaných pro opravy a údržbu vodovodních sítí se liší od výrobní kapacity výrobních zařízení především druhem a specifikací jednotlivých strojů. Nejedná se o výrobní stroje, ale především o stroje používané k zemním pracím, převozu materiálu, nebo vozidel používaných na nejrůznější činnosti, které úzce souvisí se zajištěním bezproblémového chodu podniku.

Pokud bychom chtěli vyjádřit využití kapacity technického zařízení, které se používá pro údržbu a opravu vodovodních sítí ve výrobním systému podniku, bylo by možné vyjádřit pouze kapacitu na vstupu.

Obecně, dle [1], kapacitu měřenou na vstupu (pomocí vstupních veličin) používáme především tam, kde je různý výsledek výroby při použití stejné vstupní suroviny. Časový fond k vyjádření kapacity se podle [7] používá především u výroby rozmanitých výrobků na stejném výrobním zařízení.

Výrobní kapacita výrobní jednotky **vyjádřená na vstupu** je využitelný časový fond výrobní jednotky za rok za optimálních podmínek, nebo maximální množství určité suroviny zpracované ve výrobní jednotce za rok za optimálních podmínek [1].

Určení kapacity výrobního zařízení, na němž se vyrábí výrobky různého sortimentu, se provádí pomocí výpočtu využitelného (efektivního) časového fondu výrobního zařízení

$$K_T = (K_k - k - t_z) \times h \quad [4] \quad (3)$$

K_T – využitelný časový fond výrobního zařízení

K_k – kalendářní časový fond (365 dní)

k – dny pracovního klidu

t_z – časové ztráty (plánované prostoje)

Za h dosadíme počet hodin provozu zařízení za den (hod) s uvažovaným počtem směn v jednom pracovním dnu a s uvažovaným počtem pracovních hodin v jedné směně. Pokud určité výrobní zařízení je v přerušovaném výrobním procesu s vyšší směnností než 2, počítá se s touto vyšší směnností tj. $16 < h > 24$. Dvousměnný režim se pro přerušovaný výrobní proces považuje za optimální. Třetí směna je rezerva na vyrovnání výkyvů ve výrobním procesu a zároveň slouží k provádění oprav [7].

U technických zařízení, která jsou používána k opravám a údržbě vodovodních sítí se konkrétně věnujeme dvojici, složené z lopatového rypadla a nákladního automobilu (tzv. sklápěč) jelikož se nejedná o výrobní zařízení, kapacita těchto zařízení se dá určit podle výkonu, který se dá dopředu určit jen teoreticky, a to podle parametrů určených výrobcem.

- **Výkonnost hydraulického lopatového rypadla**
(výkonnost rypadla se dá určit podle množství vytěžené horniny za jeden pracovní cyklus. Určuje se v metrech krychlových za hodinu)
- **Výkonnost nákladního vozidla**
(výkonnost nákladního vozidla se určuje podle množství zeminy, jaké je schopno odvézt za jeden pracovní cyklus. Určuje se v tunokilometrech)

U konkrétního případu, kde se toto technické zařízení používá pouze pro účely údržby a oprav poruch na vodovodním potrubí se výkon mění podle druhu a typu práce, která je pokaždé jiná a proto se dá celkový výkon určit pouze teoreticky. K tomu slouží statistické údaje z předchozích období, ze kterých se dá určit, jaká činnost se nejčastěji opakuje a podle výsledků statistických propočtů se dá určit celkový výkon zařízení.

4 Využitelnost výrobní kapacity

Ve skutečném výrobním procesu se výrobní kapacita nevyužívá v jejích maximálních hodnotách, ale jen zčásti. V rozdílu mezi skutečným a teoretickým využitím výrobní kapacity je skryta rezerva. Právě velikost rezervy mezi teoretickou a skutečně dosahovanou výrobní kapacitou je středem pozornosti plánovačů výroby a řídicích pracovníků ve výrobě.

Mezi důvody, které ovlivňují to, že výroba nedosahuje teoretických hodnot výrobních kapacit je několik.[1]

- **nezaměnitelnost výrobních zařízení** (omezená zaměnitelnost) způsobuje, že se některé výrobní zařízení stává úzkoprofilovým a svou produkcí omezuje výši celkové produkce výroby. Ostatní zařízení se pak jeví jako nevyužitá.
- **výrobní zařízení není využito celou dobu**. To může být vyvoláno řadou různých důvodů, jako například technických a podobně.
- **výrobní zařízení nepracuje na plný výkon**, nebo po celou dobu skutečného využívání.

Jak jsme již dříve zmínili, využití kapacity a způsob jejího ovlivňování je podle [1] dáno dvěma prvky:

- **skutečnou dobou činnosti kapacity**
- **skutečnou produkčností a výkonností kapacity**

Když bude první veličina vyjádřena v časových jednotkách a druhá v množství produkce za časovou jednotku (výkon) bude výraz pro kapacitu vypadat takto:

$$K_Q = K_T \times K_q \quad [1] \quad (4)$$

- výkon výrobního zařízení (K_q) se vždy uvažuje jako maximální výrobnost za jednotku času

- časový fond výrobního zařízení (K_T) je plánovaný počet dnů (hodin) jeho činnosti za jeden rok.

Vztah udává výrobní kapacitu (K_Q) v jednotkách produkce (p), vyrobených za čas (t), při vlastní produkci (p/t)

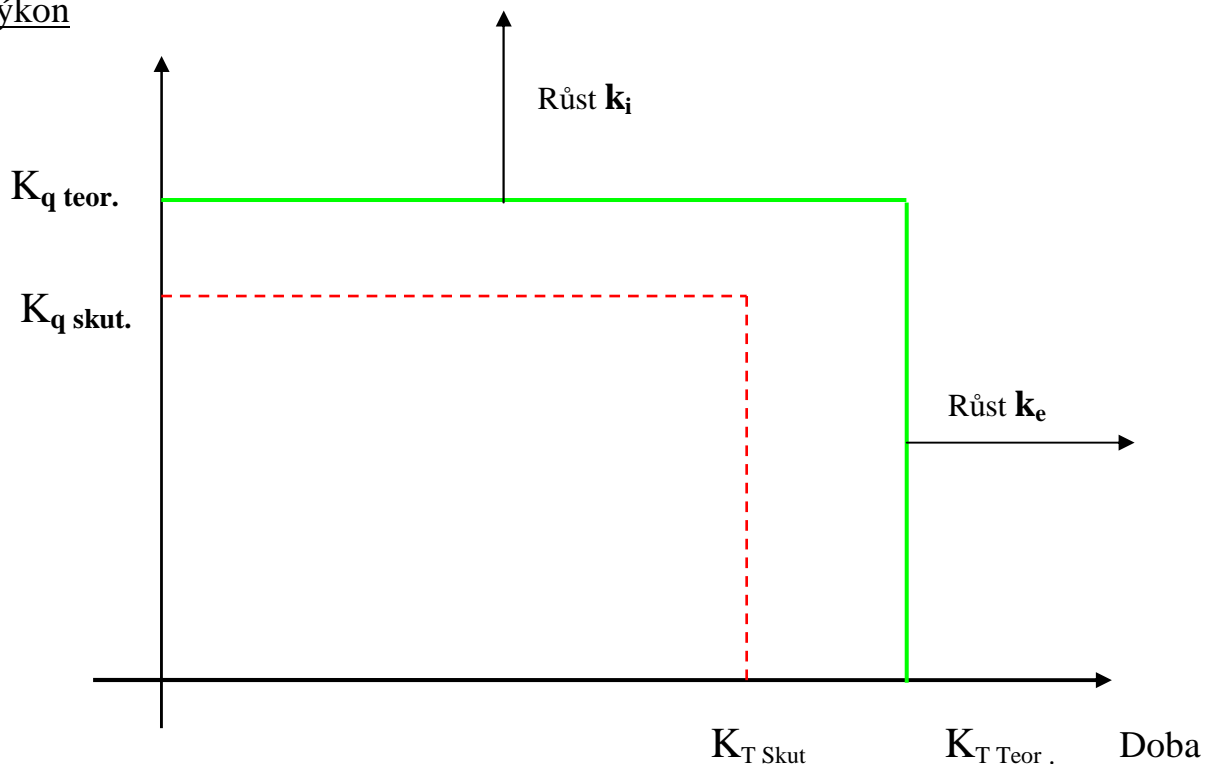
Vztah mezi výrobní kapacitou a jejím využitím můžeme vyjádřit na základě uvedeného výrazu jako poměr:

$$K_V = K_t / K_S \quad [1] \quad (5)$$

kde K_V je stupeň využití kapacity.

Celý vztah si můžeme znázornit na jednoduchém grafu, kde na vodorovné ose vynášíme dobu využitelnosti kapacity a na svislé hodnotu vlastní produkce.

-výkon



Obr. 1-4 : výkon a časový fond [1]

k_i – koeficient výkonového (intenzivního) využití

k_e – koeficient časového (intenzivního) využití

Plocha ohraničená červeně (čerchovaně) znázorňuje skutečné využití výrobní kapacity. Rozdíl mezi zelenou a červenou plochou vyjadřuje kapacitní rezervu.

$$K_r = K_q \text{ teor.} \times K_T \text{ teor.} - K_q \times K_T \quad [1] \quad (6)$$

Z grafu a výše uvedeného vztahu lze určit dvě možnosti, jak ovlivnit stupeň využití kapacity. Hlavně nás zajímá využití **kapacitní rezervy**.

Koeficient časového (extenzivního) využití k_e kladně ovlivníme zvýšením směnnosti, produktivity práce,...[7]

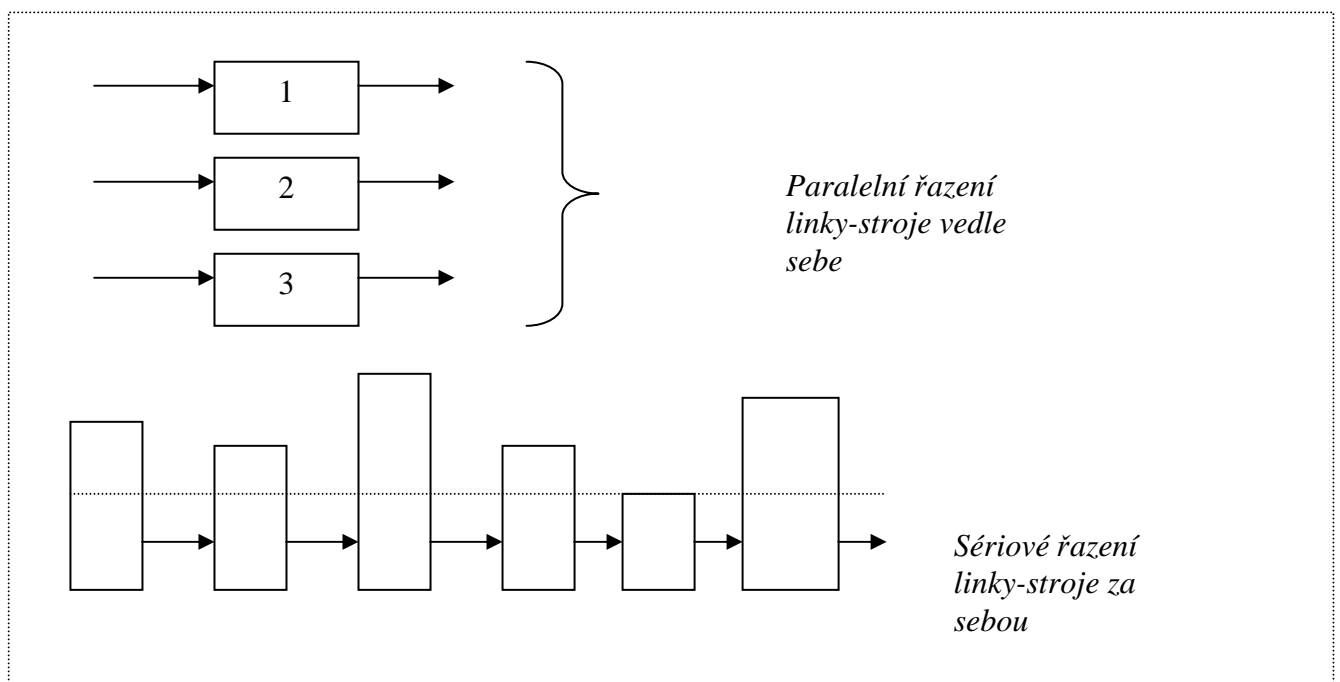
Koeficient výkonového (intenzivního) využití k_i je možné zvýšit snížením pracnosti, zvýšením kvalifikace pracovníků, zlepšením technických parametrů strojů,...[7]

Z toho nám plynou možnosti, jakým způsobem toho dosáhnout, jedná se převážně o lepší vyžívání zařízení, racionalizaci práce, změna organizační struktury výroby, zavádění nových, progresivních technických zařízení, snížením pracnosti výrobků, investiční výstavbu, zvyšování počtu zaměstnanců a podobně.

V případě že určujeme kapacitu celého provozu (podniku) máme dle [5] dva způsoby.

-stroje seřazené vedle sebe (např. tkalcovské stavy, soustruhy a podobně), je výrobní kapacita dána součtem kapacit jednotlivých strojů.

-stroje seřazené za sebou (výrobek se opracovává postupně na více strojích za sebou, výrobní linka a podobně), pak je kapacita dána hlavním výrobním článkem. Zařízení, která mají menší výrobní kapacitu, než hlavní článek se označují jako úzká místa výroby a jejich kapacitu je třeba přizpůsobit kapacitě hlavního článku, aby byla výroba co nejefektivnější.



Obr. 2–4: Paralelní a sériové řazení strojů [5]

Hlavním článkem z technologického hlediska, je ten výrobní úsek, na který připadá největší část pracnosti vyráběné produkce a hlavním článkem z ekonomického hlediska je výrobní úsek na který připadá největší část pořizovací hodnoty všech výrobních zařízení.

Zavádění nových technologií, produktivnějších zařízení ale i výrobních postupů se ve výrobních kapacitách projevuje především v pracovních prostředcích, které se tím stávají produktivnějšími, a lze tím dosahovat větší množství produkce a využívání prostředků se stává efektivnější. Nové, lepší technologické postupy mohou nahradit dosavadní, technicky či ekonomicky slabší. Vědeckotechnický pokrok vytváří celkově nový pohled na fungování výrobního procesu se snahou o jeho zefektivnění při dosažení co největšího objemu produkce. Při určování výrobní kapacity se vychází ze všeho instalovaného výrobního zařízení bez ohledu na jeho aktuální stav.

Zvláštní význam má pro stanovení výrobní kapacity má výrobní plocha. Ta má velký význam převážně v provozech, kde má limitující charakter. (výroba s převládající velkou plochou, např. montážní plochy a podobně)[1]

$$K_{QP} = (M/m) \times (K_T/K_t) \quad [1] \quad (7)$$

U určení výrobní kapacity plochy (K_{QP}) se kapacita určí jako poměr celkové plochy (M) a kapacitní normy plochy potřebné k výrobě jednoho výrobku (m) násobené poměrem využitelného časového fondu v jednotkách (K_T) a kapacitní normy pracnosti jednoho výrobku za jednu hodinu (K_t)

5 Metody propočtu výrobních kapacit

Druhy propočtů výrobní kapacity závisí na výrobních podmínkách, za nichž se výrobní proces realizuje. Podle toho se nám také odráží to, v jakých měrových jednotkách vyjadřujeme výrobní kapacitu. [2]

- naturální (kusy, kWh, objemové jednotky,...)
- časové (hodiny, minuty,...)
- hodnotové (Kč, Euro,...)

Důležité je stanovit časové období (periodu), pro které má výpočet kapacity platit a určit časový fond možného působení hlavních výrobních činitelů (pracovní prostředky a pracovní síla)

Výpočty výrobních kapacit mají svá specifika taky podle výrobně technických podmínek, pro které se vypočítávají (podnik, závod, dílna, resort nebo pracoviště). Pro průmysl můžeme shrnout výpočty kapacit do čtyř skupin. [2]

- **funkce výkonu a časového fondu** (tato funkce je nejvhodnější pro naši problematiku řešení využitelnosti technických zařízení pro opravy vodovodních sítí, jedná se o výkon daného zařízení a času, po který je využíváno)
- **funkce časového fondu a pracnosti výrobku**
- **funkce výrobních ploch**
- **kapacity v aparaturních procesech** (chemickotechnologické procesy probíhající převážně v armaturách spojených v jednu soustavu – aparaturu)

5.1 Propočtová analytická metoda výpočtu výrobních kapacit [3]

Základní propočtová analytická metoda se používá především v opakované výrobě, kde se vyrábí užší sortiment výrobků a všude tam, kde existuje dominující výrobní zařízení. Použijeme ji i v souvislosti s použitím porovnávacích metod při propočtu výrobní kapacity u typového respondenta.

Vstupní informace [3]:

- **výrobní zařízení** (údaje o stavu, údržbě,...)
- **výrobek** (popis výrobku, výkresy,...)
- **technologie výroby** (technologický postup)
- **pracovní metoda** (návodka)
- **režim obsluhy** (norma času, spotřeby práce)
- **pracovní režim** (režim práce, odpočinek, směnnost, nepracovní dny,...)
- **organizace práce, pracoviště**
- **organizace výrobního procesu** (dávky, pořadí dávek,...)
- **program pracovní péče** (seřizování, prohlídky,...)

Postup propočtu lze podle [3] charakterizovat takto:

- propočte se využitelný časový fond ve dnech na základě analýzy struktury spotřeby času.
- analyzuje se neproduktivní část časového fondu v rámci jedné směny
- stanoví se normou využitelného časového fondu výrobního zařízení
- analyzuje se výkon za jednotku času a stanovení kapacity výkonu
- stanoví se celková výrobní kapacita

Tato metoda není příliš vhodná pro propočty využití kapacity technických zařízení, které slouží k opravám a údržbě vodovodního potrubí. Vstupní informace jsou sice v určité oblasti podobné, ale tato metoda je vhodná spíše pro opakovanou výrobu určitého sortimentu na výrobním zařízení.

5.2 Zkušební metoda výpočtu výrobních kapacit [3]

Zkušebně provozní metoda se týká hlavně k určení výkonnosti výrobního zařízení a pracnosti výrobku. Používá se všude tam, kde nelze použít propočtově analytickou metodu a tam, kde působí více faktorů obtížně jednotlivě kvantifikovatelných.

Vstupní informace [3]:

- **základní technické údaje o zařízení**
- **základní údaje o výrobku**
- **základní údaje o technologii**
- **organizace práce**
- **režim práce a obsluhy**

Postup propočtu lze dle [3] charakterizovat takto:

- příprava měření a zajištění normálních podmínek provozu výrobního zařízení
- měření v rozsahu požadované přesnosti
- vyhodnocení zjištěných údajů a vyloučení extrémů
- ověření koeficientu rozpětí
- propočet středních hodnot
- stanovení kapacitní výkonnosti výrobního zařízení, popřípadě pracnosti výrobku

U této metody je hlavním faktorem výkonnost výrobního zařízení a pracnosti výrobku. Vstupní informace u zkušební metody jsou prakticky stejné, ale postup propočtu se více hodí pro sériovou výrobu, nežli pro údržbářské a opravárenské práce.

5.3 Porovnávací metoda výpočtu výrobních kapacit [3]

Jedna z nejrozšířenějších metod, kterou použijeme zejména tam, kde se vyrábí několik druhů výrobků (komponentů), jejichž počet a struktura není konstantní, ale jsou si technologicky podobné. Používá se také tam, kde je řada typů zařízení se stejnou či podobnou funkcí.

Vstupní informace [3]:

- výrobní zařízení
- výrobek
- technologie výroby
- pracovní metoda

- režim obsluhy
- pracovní režim
- organizace práce, pracoviště, výrobního procesu
- program pracovní péče

Postup propočtu [3] :

- výběr výrobků – reprezentantů
- propočet výrobních kapacit pro reprezentanta
- stanovení převodových koeficientů
- přepočet kapacit reprezentanta na ostatní výrobky

Postup propočtu se mění dle různosti sortimentu a druhu výrobního zařízení.

Již podle vstupních informací je zřejmé, že tato metoda je vhodná pro porovnání kapacit výrobního zařízení a ne nevýrobní techniky.

5.4 Statistická metoda výpočtu výrobních kapacit [3]

Tuto metodu použijeme všude tam, kde nemůžeme k výpočtu výrobní kapacity použít žádnou z předchozích metod. Používá se většinou v kombinaci s metodou jinou. Pro určení dílčích činitelů výrobní kapacity se kombinuje s metodou propočtově analytickou.

Vstupní informace [3] :

- výrobní zařízení (údaje o stavu, údržbě, pasport)
- výrobek (popis výrobku, výkresy,...)
- technologie výroby (technologický postup)
- pracovní metoda (návodka)
- režim obsluhy (norma času, spotřeby práce)
- pracovní režim (režim práce, odpočinek, směnnost, nepracovní dny,...)
- organizace práce, pracoviště
- organizace výrobního procesu (dávky, pořadí dávek,...)
- program pracovní péče (seřizování, prohlídky,...)
- statistické údaje o minulém skutečném využitím časovém fondu výrobního zařízení
- statistické údaje o minulém skutečném výkonu výrobního zařízení

Postup propočtu [3]:

- zjistit a uspořádat řady údajů o minulém časovém fondu a výkonech
- analýza a vyloučení extrémů
- propočet charakteristik kvality údajů o minulé skutečnosti
- propočet statistických charakteristik využití výrobního zařízení
- dosazení hodnot do příslušného vzorce a výpočet výrobní kapacity

Vztah pro výpočet [3] :

$$K_T = [(t_{dk} - t_{dn}) \times S \times t_h] \times k_{vt} \quad (8)$$

Nominální časový fond $(t_{dk} - t_{dn})$ tj. počet neodpracovaných dní (soboty, neděle, svátky,....) odečtené od kalendářního časového fondu (365 dní v roce \times 24 hodin) vynásobíme průměrným počtem směn v jednom pracovním dnu S a průměrným počtem hodin v jedné směně t_h . T_0 celé vynásobíme koeficientem využití nominálního časového fondu příslušného výrobního zařízení propočteného podle údajů z minulé skutečnosti.

Statistická metoda výpočtu kapacity využívá převážně vstupních informací na bázi statistik z minulých období, což je vhodné jak pro výrobní stroje a zařízení, tak veškerou techniku, nebo pomocné provozy a podobně, u kterých chceme zjistit využití.

5.5 Výběr vhodné metody

Vybraná metoda propočtu (hodnocení) kapacity by nám měla v daném případě ukázat skutečné využití kapacity vybraného zařízení, které nás zajímá. V našem případě se jedná o využití kapacity techniky, která je používána jako záloha pro případ poruchy a není stále nasazena v provozu (traktorové rypadlo CASE a jednostranný sklápěč Tatra 815). Jelikož se nejedná o klasický výrobní podnik, kde na výstupu je určitý druh produktu který lze snadno spočítat, budeme muset zvolit metodu, která je nejvhodnější pro náš případ.

Do vstupních informací musíme, zahrnou různé délky výjezdů v nepravidelných intervalech, doby kdy je technika pouze v pohotovosti a nebo podléhá pravidelné údržbě a neplánovaných oprav. Metoda by nám měla upřesnit jak s technikou nakládat, zda by bylo možné zvýšit využití kapacity. Ze statistiky z minulého období jsme zjistily, že využití je 50%. Cílem projektu je zjistit možnost zvýšení využití kapacity alespoň na 70% což by pro využití této techniky bylo dostačující.

Podle výše zmíněných údajů nám bude nejlépe vyhovovat *statistická metoda výpočtu výrobní kapacity* [3]. Tu můžeme popřípadě zkombinovat s některou jinou metodou, abychom došly k co nejpresnějším výsledkům. Ke vstupním informacím by nám mohl také přispět nově instalovaný systém satelitního monitorování vozidel (GPS)

6 Návrh variant na zlepšení využití kapacity

6.1 Osazení techniky stálou posádkou

Jako jedna z variant zvýšení kapacity a tím zabránění zbytečnému zvyšování nákladů je osadit stroje stálou posádkou. Když má vozidlo stálého řidiče, nebo pracovní stroj operátora a nedochází ke střídání na této technice, je životnost a poruchovost znatelně nižší. Aby, byla splněna podmínka zvýšení využití kapacity alespoň na 90%, musela by se zajistit pro tuto techniku práce v rámci provozu VODÁRNÝ PLZEŇ a.s., nebo zajistit práci mimo rámec provozu (na objednávku pro třetí osobu), aby se zamezilo zbytečným prostojům. V současné době je veškerá práce zajištěna technikou se stálou posádkou a záloha vyjíždí jen výjimečně. Jsou to případy, kdy se porouchá technika a je potřeba náhrady. Při práci pro třetí osobu může nastat problém, že se nasmlouvaná práce bude muset přerušit, či odložit. To může nastat při neodkladné potřebě této techniky při opravě havárie na vodovodním potrubí.

Výhody:

- Zvýšení využití kapacity
- Větší vozový park osazený stálou technikou znamená snížení doby potřebné pro opravy havárií na vodovodním potrubí na minimum
- Snížení nákladů za nevyužitou techniku
- Přínos zisku při práci pro třetí osobu
- Pravidelná údržba

Nevýhody:

- Zajišťování práce
- Potřeba stálého zaměstnance
- Riziko nutnosti přerušit činnost mimo provoz z důvodu nečekané havárie

6.2 Přemístění techniky do jiného provozu v rámci podniku

Další varianta je přesunout techniku přímo na provoz *rozvod vody* do střediska v Plzni Božkově Údolní ul.. Zde jsou dva zaměstnanci proškoleni na práci s kolovým rypadlem. V prostoru provozu se nachází mezisklad se štěrkem, který se používá k zavážení výkopů vzniklých při opravách prasklého potrubí, písku a jiného zásypového materiálu, který je sem průběžně navážen. Kolové rypadlo CASE 590 SR by zde mohlo být využito jako čelní nakladač a nakládat materiál na nákladní auta a Tatra 815 by se používala k navážení tohoto materiálu. V případě nutnosti by stroje mohly vyjet na poruchu. Další důležitá věc, kterou je třeba vzít v potaz je ta, že práce na rypadle při opravě poruchy vyžaduje velkou zkušenost a zručnost získanou každodenní prací na opravách havárií. Proto je zde třeba vzít v úvahu četnost výjezdů na případné havárie. S nákladním vozem Tatra 815 by kromě místa v garážích neměl být problém.

V provozu **rozvod vody** je několik vyškolených profesionálních řidičů, kteří by mohli v případě nutnosti toto vozidlo použít pro opravu havárie na vodovodním potrubí.

Další úvaha by se měla ubírat směrem, zda se vyplatí na nakládku sypkého materiálu používat velké kolové rypadlo CASE 590 SR, když provoz disponuje dvěma smykem řízenými nakladači Bobcat a Loctus.

Výhody:

- Zvýšení využití techniky (převážně nákladního vozidla Tatra)
- Rychlejší možnost výjezdu na poruchu
- Pravidelná údržba

Nevýhody:

- Střídání řidičů a strojníků na technice
- Nedostatek garáží na parkování (v zimním období je to nutnost)
- Nedostatek zkušených strojníků



Obr. 1–6: univerzální nakladač Loctus

6.3 Prodej techniky

Poslední varianta je prodej záložní techniky. Jednoduchý způsob, kterým se provoz zbaví nákladů za nevyžité stroje. V tomto případě si ale musíme uvědomit, že v případě poruchy na některém zbývajícím stroji, nebo při náhlé potřebě více strojů (převážně v zimním období) by mohl nastat nedostatek potřebné techniky a tím následný problém při obnovování dodávky pitné vody.

Nastala by zde nutnost, mít zajištěnou externí firmu, která by v případě nutnosti vypomohla. Zde by bylo třeba přesně určit pravidla, za jakých podmínek, kdy a samozřejmě i výši nákladů vynaloženou při nasmlouvání takové služby. Zaměstnanci VODÁRNY PLZEŇ a.s. drží pravidelné služby o víkendech a svátcích a jsou schopni nastoupit do práce kdykoliv je potřeba. Tato schopnost by u externí firmy byla určitě možná, ale záleží na tom, za jakou cenu. Zde je potřeba zmínit, že v poslední době společnost VODÁRNA PLZEŇ a.s. spolupracuje s firmou OMEGA C+M spol. s.r.o.[9], která vypomáhá v opravách na vodovodním potrubí.

Při volbě této varianty je tedy také třeba podrobně nasledovat ze statistiky minulého období, jak často byla využívána záložní technika a propočíst, zda by se vyplatilo tuto techniku pustit a zaplatit jiné firmě a nebo si ji podržet.

Samozřejmě je tu možnost, že by se prodej týkal pouze jednoho stroje. Z předběžné *sledovací analýzy* [6], je evidentní, že nákladní vozidlo Tatra je využito více. Jsou to případy, kdy není práce pro rypadla. V těchto případech se práce ubírá k navážení šterku a vyvážení materiálu nashromážděného při opravách v meziskladu. To vše bude záležet na podrobnější analýze pomocí vybrané metody.

Výhody:

- Úplné odstranění nákladů za nevyužitou techniku

Nevýhody:

- Nutnost zajištění externí firmy při větším množství havárií
- Riziko neodborně provedené práce (nezkušenost operátora rypadla u výkopových pracích při odstraňování poruch na vodovodním potrubí)
- Složitě, nebo nákladně zajištění pohotovosti o víkendech a svátcích

7 Porovnání prostřednictvím zvolené metody

7.1 Výběr varianty metodou kriteriálních vah [2]

Jako nejvhodnější, rozhodovací metoda pomocí statistických údajů byla vybrána *vícekriteriální určovací analýza bodovací* [10] metodou a poté přesnější bodovací metodu pomocí *vah kriterií*. Jako první byla zvolena čtyři kriteria, které jsou pro dané řešení problému podstatná. Jsou to tři kvalitativní a jedno kvantitativní kritérium, podle kterých budou určeny varianty posuzovány.

K₁ - rychlost opravy: rychlost opravy je pro nás velmi důležitá, nejzazší termín opravy poruchy na vodovodním řadu je od počátku vzniku 36 hodin. Vzhledem k tomu že se nerozlišuje druh poruchy, je v některých případech, například když porucha vznikne na velkém průměru potrubí, které v Plzni dosahuje až 1000mm, toto kritérium nejdůležitější.

K₂ - bezpečnost při opravě havárie: bezpečnost je velmi důležitá a v našem případě klademe velký důraz na bezpečné provádění výkopových prací, to probíhá za plného provozu a v místech, kde jsou většinou soustředěny veškeré inženýrské sítě a riziko jejich poškození při probíhajících výkopových pracích je velmi vysoké.

K₃ . náklady na techniku: zde zohledňujeme náklady jako je silniční daň, náklady na údržbu opravy, technické prohlídky, garážování vozidel, náklady na PHM a podobně. Je zde zohledňováno vše, co se týče samotné techniky bez nákladů na posádku.

K₄ . potřebu zaškolené obsluhy: zde bereme v potaz obsluhu stroje, ale také všech zúčastněných pracovníků kteří se podílí na opravě a odstranění havárie. S tím je spojeno mnoho další aspektů, které mají samozřejmě vliv na celý průběh opravy.

7.2 Bodovací metoda bez vah kriterií

Při této metodě přiřadíme každému prvku rozhodovací matice určitý počet bodů ze zvolené stupnice. Lepší hodnota kriteriia dostala více bodů. Stupnici hodnocení je určena v intervalu $< 1; 3 >$ a pro přehlednost je bodová stupnice u každého kriteriia slovně popsána.

K₁ : 1 – pomalá
2 – středně rychlá
3 – rychlá

K₂ : 1 – malá bezpečnost
2 – střední bezpečnost
3 – vysoká bezpečnost

K₃ : 1 – vysoké náklady na opravu
2 – středně vysoké náklady na opravu
3 – nízké náklady na opravu

K₄ : 1 – malá odbornost
2 – středně zaučená osoba
3 – profesionál

Varianty (alternativy), které jsou realizovatelné:

- Varianta **A**: osazení vozidla stálou posádkou
- Varianta **B**: přesunutí techniky do jiného provozu
- Varianta **C**: prodej techniky

Přidělení bodů kritérií ke každé variantě:

Varianta A:

- prvnímu kritériu (rychlost opravy) byly přiděleny 3 body. Posádka pracuje jen na této technice a pouze na opravách vodovodního potrubí. Proto je bodové ohodnocení za rychlost nejvyšší.
- druhému kritériu (bezpečnost při opravě) byly přiděleny 3 body ze stejného důvodu jako u kritéria rychlost opravy.
- třetí kritérium (náklady na techniku) byl přidělen 1 bod. Společnost má techniku ve svém vlastnictví. Odpisy techniky, náklady na provoz a údržbu jsou vysoké.
- čtvrté kritérium (potřeba zaškolené posádky) dostalo 3 body. Stálá posádka má praxi a zkušenosti.

Varianta B:

- prvnímu kritériu byl přidělen 1 bod. Posádka u jiných provozů nemá praxi a zkušenosti, a proto čas opravy je mnohem delší
- druhému kritériu byl přidělen 1 bod ze stejného důvodu jako u rychlosti opravy. Posádka nemá dostatečnou praxi a proto i bezpečnost při práci je na nižší úrovni
- třetí kritérium dostalo 1 bod. Technika je v majetku společnosti. Odpisy techniky, náklady na provoz a údržbu jsou vysoké
- čtvrté kritérium dostalo 2 body. Technika nebude využívána tak často k opravám (jako u stálé posádky), posádka pracuje i na jiných činnostech.

Varianta C:

- první kritérium 2 body. Posádka u pronajaté techniky je profesionální, ale nemá velké zkušenosti s opravami poruch na vodovodních sítích
- druhé kritérium (bezpečnost) dostalo 3 body. Posádka je profesionální.
- třetí kritérium (náklady) Technika není ve vlastnictví společnosti a proto náklady za odpisy techniky, provoz a údržbu jdou na vrub pronájemce.
- čtvrté kritérium je ohodnoceno 3 body. Posádka je zkušená a profesionální.

	K1	K2	K3	K4	Součet bodů	Pořadí
Varianta A	3	3	1	3	10	2.
Varianta B	1	1	1	2	5	3.
Varianta C	2	3	3	3	11	1.

Tabulka č. 1-7: pořadí variant bez použití vah kritérií

Varianta s největším počtem bodů je považována za nejlepší. Bodovací metoda bez použití kritériálních vah je rychlá, jednoduchá, ale pro naše účely pouze orientační, neboť nejsou známi hodnoty preferencí jednotlivých kritérií. Proto dalším krokem pro zpřesnění výběru je použití přesnější varianty *metodou kritériálních vah* [5].

7.3 Bodovací metoda s vahami

Nejdříve je třeba určit váhy u daných kritérií pomocí bodovací metody. Důležitost každého kritéria je ohodnocena určitým počtem bodů (čím je kritérium důležitější, dostane větší počet bodů). Použita je tzv. *Metfesselova alokace* [10], kdy mezi jednotlivá kritéria se v souladu s jejich důležitostí rozdělí **100 bodů**. Normované váhy jsou potom stokrát menší než příslušný počet bodů. Kritéria jsou srovnána podle pořadí preferencí a poté jsou určeny síly (váhy) těchto preferencí.

Stanovení vah u jednotlivých kritérií

- Nejvíce bodů v hodnocení vah dostalo kritérium číslo 1. Jedná se o rychlost opravy, respektive dobu od uzavření přívodu vody do opětovného spuštění. Doba opravy závisí na mnoha faktorech. Záleží na tom, v jaké lokalitě havárie vznikla, na jaké průměru potrubí, jaký je přístup k místu havárie a podobně. Jelikož společnost VODÁRNA PLZEŇ a.s. má smluvní povinnost nepřetržité dodávky pitné vody ke koncovým zákazníkům, musí být doba odstávky zkrácena na minimum. Každé neplánované přerušení dodávky pitné vody může mít za následek vznik velkých škod, zejména u zákazníků, kteří jsou na dodávce pitné vody závislí. (nemocnice, větší výrobní podniky, potravinářské závody a podobně). Každá takto vzniklá škoda musí být kompenzována. Proto kritérium č. 1 dostalo nejvyšší ohodnocení **60 bodů**.
- Druhým v pořadí je kritérium číslo 2. Bezpečnost při výkopových pracích, které se uskutečňují z důvodu opravy havárie na vodovodním řadu, byla ohodnocena **25 body**. Bezpečnost je velmi důležitá při jakékoliv činnosti. Zde musíme brát na zřetel, že práce spojené s opravami probíhají za plného provozu. Jelikož síť infrastruktury je rozvětvena po celém území města Plzně, může dojít k havárii na různých místech (frekventované silnice, pěší zóny, v blízkosti tramvajových těles a podobně). Omezení dopravy, pohybu chodců, nebo úplných uzavírek dochází jen výjimečně. Z těchto důvodů je pro nás bezpečnost na druhém nejvyšše bodovaném místě.
- Dále je zmíněno kritérium č. 3 náklady na techniku. V tomto případě uvažujeme nad rozdílem nákladů za vlastní techniku, která se podílí na pracích při odstraňování havárií, nebo na nákladech spojených s pronajmutím cizí techniky. U vlastní techniky se jedná o náklady spojené s provozem, spotřebou pohonných hmot, pravidelnou údržbou, garážováním a dalšími náklady s tím spojenými. Co se týče techniky pronajmuté, a to buď jen samotných strojů, nebo kompletní firmy i s techniky tyto náklady odpadají, ale vyskytnou se v ceně za provedenou práci, kterou si firma fakturuje. Přihlédnutí k tomuto kritériu je ohodnoceno **10 body**.

- Jako poslední kritérium č. 4, je zohledněna potřeba zaškoleného operátora techniky sloužící k výkopovým pracím. Rozdíl mezi běžnými výkopovými pracemi, které jsou předem plánované a projektované je právě v tom, že příprava na výkop pro opravu prasklého potrubí je omezena časem, který je potřebný pro podrobné prozkoumání všech plánů inženýrských sítí v místě havárie. Proto se často spoléhá na zkušenosti všech zúčastněných techniků, včetně operátora těžké techniky získané každodenní praxí při podobných pracích. Nesmí se ovšem zapomínat na bezpečnostní předpisy, ochranná pásma všech inženýrských sítí, které jsou v blízkosti výkopu. Poškození jakéhokoliv podzemního vedení je spojeno nejen s nebezpečím úrazu, ale taky s nemalou pokutou a následnými náklady spojenými s opravou poškozeného vedení. S těmito předpisy by měl být seznámen každý řádně proškolený operátor. Toto kritérium je ohodnoceno **5 body**.

K1	60	0,6
K2	25	0,25
K3	10	0,10
K4	5	0,05
	100	1

Tabulka č. 2-7: určení vah kritérií

Dále se postupuje stejně jako u předchozí metody, kde jsme neznali preference. Použité váhy kritérií jsou určeny v tabulce č. 2. Po pronásobení bodů přiřazených každému kritériu u variant se body sečtou a varianta s nejvyšším počtem bodů má nejlepší ohodnocení.

	K1	K2	K3	K4	Body	Pořadí
varianta A	3	3	1	3	2,8	1.
varianta B	1	1	2	2	1,15	3.
varianta C	2	3	3	3	2,4	2.
	0,6	0,25	0,1	0,05		

Tabulka č. 3-7: pořadí variant pomocí vah kritérií

První předběžný výsledek analýzy bez pomoci vah kritérií nám určil jako vítěznou variantu **C** a to prodej. Nutno podotknout, že zde nebylo přihlíženo právě na váhy kritérií, které jsou pro náš případ dost důležité.

Výsledek analýzy pomocí kritériálních vah nám ukázal jako nejvýhodnější variantu **A**, a sice *osazení techniky stálou posádkou*.

8 Zhodnocení přínosů vybrané varianty

Vybraná varianta řešení problému by měla přinést celkové zlepšení využití techniky. Náklady spojené s opravou havárie, které nejsou spojeny s technikou (instalační materiál, skládka výkopku, zásypový materiál a podobně) jsou u všech variant stejné, a proto nejsou zahrnuty do kritérií.

Vhodnou rozhodovací metodou a to určovací vícekritériální bodovací analýzy se ukázala jako nejvýhodnější varianta **A**. Je to varianta, při které technika zůstane zachována a osadí se stálou posádkou. Při dostatku práce se využití zvedne na požadovaný počet procent. Nevýhodou této varianty je nutnost zajistit vytížení a přijmout nové dva operátory, nebo je zajistit z vlastních zdrojů společnosti. Zvýšení počtu zaměstnanců povede k nárůstu nákladů s tím spojených, ale tato varianta počítá s využitím techniky na požadovaných 90%. Rypadlo CASE 590 SR a nákladní vůz Tatra 815 nemusí být používány výhradně pro práci na odstraňování havárií, ale taktéž ke komerčním účelům.

Práce bude poskytnuta společnosti VODÁRNA PLZEŇ a.s., která ji může využít k řešení problémů s využitím techniky pro opravy vodovodních sítí.

Momentální stav se v porovnání s obdobím od 1. 1. 2010 až 30. 12. 2010 nezměnil. Dvojice strojů je prakticky nevyužita. Rypadlo CASE 590 SR (P00 2396) vůbec a s Tatro 815 (PMB 3479) se vyjíždí jen v nejnútnejších případech (rozsáhlejší havárie, navážení drtě pro zásyp výkopů, odvoz zeminy z meziskládek a podobně). To, ale jen v případě že není nutná práce na rypadle. V případě většího rozsahu práce dochází ke kolizi a je nutnost zajistit externí firmu což je nákladné. Momentálně na obsluhu veškeré těžké techniky jsou pouze tři stálí zaměstnanci. Osazením nevyužitých techniky stálou posádkou by znamenalo i snížení rizika nutnosti objednávání externí firmy pro případ nemoci některého ze zaměstnanců. Zlepšila by se i rozložení pohotovostí, které jsou nutné držet o víkendech a svátcích. Navíc při komerčním využití techniky pro třetí osobu by toto řešení mělo přinést i určitý zisk pro společnost.

Na území města Plzně jsou realizovány různé rekonstrukce vodovodních řadů, zřizování nových přípojek a podobně. Na těchto pracích by se technika mohla podílet v případě nedostatku práce přímo pro údržbu vodovodních řadů a odstraňování havárií, pro kterou je určena.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zjištění nedostatků ve využití kapacity techniky, která se podílí na pracích pro údržbu a odstraňování poruch na vodovodní síti města Plzně a blízkého okolí. Při podrobnějším prozkoumání provozů společnosti VODÁRNA PLZEŇ a.s. byly zjištěny nedostatky ve využití „záložní techniky“.

Pomocí vhodně zvolené statistické metody výpočtu využitelnosti kapacit byla vybrána nejvhodnější varianta. Provedení aplikace metody pro výpočet využití kapacity dopravních zařízení pro opravy poruch na vodovodních sítích by mělo vyřešit stávající problém s využitím záložní techniky a vyřešit tak zjištěné nedostatky.

Použitá literatura

Seznam knižní literatury:

- [1] kolektiv autorů: Výrobní kapacity a jejich využití, Dům techniky ČSVTS Praha 1983 ISBN 60-786A-82
- [2] Gustav Tomek, Věra Vránová : Řízení výroby, Grada Publishing 1999 ISBN 80-7169-578-5
- [3] V. Líbal a kolektiv: Organizace a řízení výroby, SNTL-Nakladatelství technické literatury 1989 ISBN 80-30-00050-5
- [4] Podniková ekonomika (skripta) Prof. Ing. Miloš Konečný, DrSc
- [5] Výběr kritérií, tvorba variant a stanovení jejich důsledků (přednášky předmětu Plánovací a rozhodovací techniky)

Seznam internetových zdrojů:

- [6] <http://www.unium.cz/>
- [7] <http://cs.wikipedia.org/>
- [8] <http://www.google.cz/>
- [9] <http://www.vodarna.cz/>
- [10] <http://ucebnice-eia.zf.mendelu.cz/rozhodovaci-analyzy>

Seznam příloh

Příloha č. 1 – statistické údaje za období 1. 1. 2010 až 30. 12. 2010

Příloha č. 2 – Přehled odpracovaných hodin na stroji BOBCAT a CASE za rok 2010

Příloha 1

VODÁRNA PLZEŇ a.s.

VP Spotřeba PHM součtová

RZ	Název	Čerpání PHM	Norma	Spotřeba	Rozdíl	Km celkem	Datum od	Datum do	Dny
2P80512	TATRA T 815	7 153,00	7 086,89	7 122,00	35,1099	14 453	1.1.2010	30.12.2010	229
1P69291	TATRA T 815-	13 004,00	12 953,85	12 874,00	-79,8492	24 854	4.1.2010	29.12.2010	216
202	Bobcat X 331 I	2 976,00	2 986,20	2 986,00	-0,2000	497	3.1.2010	30.12.2010	255
PMB3479	Tatra T815	3 031,00	3 034,86	3 043,00	8,1354	5 818	4.1.2010	30.12.2010	92
P002085	CASE 580K	1 249,00	1 236,00	1 236,00	0,0000	206	4.1.2010	6.12.2010	54
P002150	CASE 590 SR	5 358,00	4 816,00	5 149,00	333,0000	689	1.1.2010	30.12.2010	233
P002304	CASE 695 SR	6 750,00	6 718,81	6 769,00	50,1900	959	1.1.2010	28.12.2010	243
P002396	CASE 590 SR	1 166,00	1 099,00	1 099,00	0,0000	157	22.2.2010	17.12.2010	42

Statistika za období 1. 1. 2010 až 30. 12. 2010

