TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta

Využití statistických metod při alokaci prostředků do obnovy vodovodů a kanalizací podnikuv mezinárodním prostředí

Bakalářská práce

Studijní program: B0488A050006 Mezinárodní ekonomické vztahy

Studijní obor: Mezinárodní obchod

Autor práce: **Petr Medřický**

Vedoucí práce: Ing. Vladimíra Hovorková Valentová, Ph.D. Katedra ekonomické statistiky

Liberec 2022

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta

Zadání bakalářské práce

Využití statistických metod při alokaci prostředků do obnovy vodovodů a kanalizací podniku v mezinárodním prostředí

Jméno a příjmení: **Petr Medřický**
Osobní číslo: E19000189
Studijní program: B0488A050006 Mezinárodní ekonomické vztahy
Specializace: Mezinárodní obchod
Zadávající katedra: Katedra ekonomické statistiky
Akademický rok: **2021/2022**

Zásady pro vypracování:

1. Stanovení cílů práce a formulace výzkumných otázek.
2. Zpracování teoretického základu práce.
3. Stanovení metod pro analýzu dat vedoucích k naplnění cílů.
4. Popis realizace analytických prací.
5. Formulace závěru a zhodnocení výzkumných otázek.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 normostran

Forma zpracování práce: tištěná/elektronická

Jazyk práce: Čeština

Seznam odborné literatury:

- FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ, 2016. *Manažerské rozhodování.* Praha: Ekopress. ISBN 978-80-87865-33-0.
- KELLER, Gerald, 2017. *Statistics for management and economics.* Mason: South-Western/Cengage Learning. ISBN 978-1-337-29694-6.
- NEWBOLD, Paul, William LEE CARLSON a Betty THORNE, 2013. *Statistics for business and economics.* 8th ed. Harlow: Pearson Education. ISBN 978-0-273-76706-0.
- POKORNÝ, Miroslav, 2015. *Nekonvenční metody řešení ekonomických a manažerských úloh.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4218-1.
- HEBÁK, Petr, a kol., 2013. *Statistické myšlení a nástroje analýzy dat.* Praha: Informatorium. ISBN 978-80-7333-105-4.
- PEKAŘ, Václav, 2020. *Jak na potrubí?: kniha nejen o pevnostních výpočtech potrubí.* Libeznice: Medim, spol. s.r.o. pro Asociaci poskytovatelů technických informací. ISBN 978-80-87140-60-4.
- PROQUEST, 2021. Databáze článků ProQuest [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2021-09-30]. Dostupné z: http://knihovna.tul.cz

Konzultant práce: Ing. Radek Neruda, samostatný odborný referent, specialista Útvaru strategiea plánování, Ekonomický odbor, Severočeská vodárenská společnost a.s.

Vedoucí práce: Ing. Vladimíra Hovorková Valentová, Ph.D. Katedra ekonomické statistiky

Datum zadání práce: 1. listopadu 2021
Předpokládaný termín odevzdání: 31. srpna 2023

L.S.

doc. Ing. Aleš Kocourek, Ph.D.
děkan

Ing. Vladimíra Hovorková Valentová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

6. května 2022 Petr Medřický

Anotace

Severočeská vodárenská společnost a.s. (dále jen „SVS“) je co do rozsahu spravovaného území i majetku největším vlastníkem vodárenské infrastruktury v České republice. Prostřednictvím 9 tis. km vodovodů a 4 tis. km kanalizací zajišťuje zásobování pitnou vodou a odvádění komunálních odpadních vod na území Ústeckého a podstatné části Libereckého kraje. Provoz vodárenské infrastruktury zajišťuje společnost Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. („SčVK“).

Vodovodní a kanalizační síť vykazuje různé parametry – např. použitý materiál, dimenzi (průřez), stáří (datum výstavby / rekonstrukce), poruchovost. S ohledem na stav tohoto majetku (fyzický stav, četnost poruch, riziko dožití) je třeba průběžně plánovat a realizovat jeho obnovu. Dalšími důvody pro výměnu potrubí mohou být např. potřeba koordinace s vlastníky komunikací nebo jiné síťové infrastruktury či požadavky na zkapacitnění vodovodů nebo kanalizací.

Bakalářská práce vychází z dat poskytnutých SVS a SčVK k dílčím úsekům vodovodů a kanalizací nebo územních celků - zejména okresů (lokalizace, materiál, dimenze, délka, stáří, reprodukční cena, poruchovost, ztráty pitné vody) dle jejich dostupnosti v informačních systémech SVS a SčVK. Předmětem práce je vyhodnocení potenciálu těchto údajů a jejich zpracování s využitím statistických metod pro rozhodování SVS a SčVK o alokaci prostředků do obnovy vodárenského majetku, příp. pro stanovení priorit pro obnovu tohoto majetku.

Klíčová slova: SVS, SčVK, vodovod, kanalizace, statistické metody, alokace prostředků, infrastruktura, okres, obnova vodárenského majetku.

Annotation

Severočeská vodárenská společnost a.s. (hereinafter referred to as “SVS”) is the largest owner of water infrastructure in the Czech Republic in terms of the scope of the managed territory and property. Through 9 thousand. km of water mains and 4 thous. km of sewers ensures the supply of drinking water and the discharge of municipal wastewater in the Ústí nad Labem region and a substantial part of the Liberec region. The operation of the water infrastructure is provided by Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. (“SČVK”).

The water supply and sewerage network shows various parameters - eg material used, dimension (cross-section), age (date of construction / reconstruction), failure rate. With regard to the condition of these assets (physical condition, frequency of failures, risk of survival), it is necessary to continuously plan and implement its restoration. Other reasons for the replacement of pipelines may be, for example, the need for coordination with the owners of roads or other network infrastructure or requirements for the capacity of water supply or sewerage systems.

The bachelor thesis is based on data provided by SVS and SčVK for sub-sections of water supply and sewerage or territorial units - especially districts (location, material, dimensions, length, age, reproduction price, failure rate, drinking water losses) according to their availability in SVS and SčVK information systems . The subject of the work is the evaluation of the potential of these data and their processing using statistical methods for decision-making SVS and SčVK on the allocation of funds for the renewal of water assets, or. to set priorities for the restoration of these assets.

Keywords: SVS, SčVK, water supply, sewerage, statistical methods, resource allocation, infrastructure, district, renewal of water supply.

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat Ing. Vladimíře Hovorkové Valentové, Ph.D. za přínosné konzultace a za její trpělivost a ochotu při vedení mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Radku Nerudovi a Ing. Lukáši Hartychovi z Útvaru strategie a plánování Ekonomického odboru SVS a.s. za ochotu při zajištění nezbytných firemních údajů a za spolupráci při realizaci práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům za jejich podporu a trpělivost po dobu studia.

Obsah

Úvod 16

Teoretická část 18

Základní pojmy 18

Podnik 18

Vnější mezinárodní prostředí 18

Konkurenční prostředí 19

Legislativa 19

Dotace 20

Daně 21

Měna 21

Statistika 22

Návrh využití statistických metod podle etap 23

Základní statistické pojmy 23

Statistické zjišťování (šetření) 23

Statistické zpracování 24

Využitelné statistické metody 24

Statistická analýza 27

Využitelné statistické metody 27

Regresní a korelační analýza 28

Statistické porovnávání 29

Praktická část 31

Severočeská vodárenská společnost 31

Skupina Severočeská voda 31

Koncern 31

Základní statistické údaje 32

Mezinárodní prostředí 34

Obnova vodohospodářské infrastruktury 35
Podobně zaměřené práce 35
Financování obnovy 36
Analýza dat s využitím statistických metod 39
Informace ke vstupním datům 39
Histogram 40
Statistická jednotka 41
Statistický soubor 41
Statistický znak 41
Statistické zjišťování 43
Statistické zpracování 43
Třídění statistického souboru 43
Prezentace statistických údajů, výpočet číselných charakteristik a jejich prezentace 44
Ukazatele rozsahu sítě – délky a ceny 44
Ukazatele stavu (opotřebení) sítě 45
Doplňující statistická analýza 50
Metoda ABC 50
Regresní a korelační analýza 51
Vyhodnocení analytických prací, formulace doporučení 52
Závěry a doporučení 55
Seznam použité literatury 57

Seznam obrázků

Obrázek 1 koncern skupiny Severočeská voda 32
Obrázek 2: Podíl obyvatel zásobovaných vodou a napojených na kanalizaci – srovnání ČR podle krajů 34
Obrázek 3: Struktura ceny SVS pro vodné a stočné na rok 2020 37
Obrázek 4 Statistické rozložení rozvodné vodovodní sítě podle délky „homogenních“ úseků 40
Obrázek 5: Délky rozvodné vodovodní sítě v okresech 44
Obrázek 6: Poměr reprodukční ceny rozvodné sítě po okresech 45
Obrázek 7: Průměrné stáří sítě v jednotlivých okresech 46
Obrázek 8: Průměrná míra opotřebení sítě v jednotlivých okresech 47
Obrázek 9: Statistické rozložení rozvodné vodovodní sítě podle míry opotřebení 47
Obrázek 10: Podíl počtu poruch na vodovodech v jednotlivých okresech 48
Obrázek 11: Měrné ztráty po okresech 49
Obrázek 12: Korelace míry opotřebení a měrných poruch 51
Obrázek 13: Korelace míry opotřebení a měrných ztrát 51

Seznam tabulek

Tabulka 1: SVS – základní vodohospodářské údaje (vodovody) 33
Tabulka 2: SVS – základní vodohospodářské údaje (kanalizace) 33
Tabulka 3: Podíl délky sítě a reprodukční ceny v korunách 41
Tabulka 4: Materiál potrubí a jeho délka 42
Tabulka 5: Životnosti materiálů - vodovody 46
Tabulka 6: Použití metody ABC (délka sítě podle okresů) 50
Tabulka 7: Nastavení vah pro dílčí ukazatele 52
Tabulka 8: Kombinované hodnocení ukazatelů 53
Tabulka 9: Použití metody ABC (kombinované hodnocení ukazatelů) 54

Seznam zkratek

MZe	Ministerstvo zemědělství ČR
OV	Odpadní vody
PFO	Plán financování obnovy vodovodů a kanalizací
PO	Právnická osoba
SčVK	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
SVS	Severočeská vodárenská společnost a.s.
TUL	Technická univerzita v Liberci
VHI	Vodohospodářská infrastruktura

Úvod

Průběžná obnova vodárenské infrastruktury je jedním z hlavních úkolů SVS a na její realizaci jsou každoročně vynakládány prostředky přesahující 1 mld. Kč. Současně hodnota této infrastruktury v reprodukčních cenách přesahuje částku 100 mld. Kč. Alokace prostředků na obnovu do dílčích územních celků, skupin majetku a v konečném důsledku do konkrétního zařízení je důležitým procesem s dopady na efektivitu takto vynakládaných prostředků a na kondici vodohospodářského majetku.
SVS a další společnosti skupiny Severočeská voda v rámci svých informačních systémů disponují řadou údajů o dílčích součástech vodárenské infrastruktury. Statistické zpracování těchto dat v sobě pravděpodobně skrývá potenciál pro lepší směřování těchto prostředků a mohlo by tak doplnit stávající postupy pro plánování a financování obnovy.
Cílem této práce proto je tyto možnosti ověřit a formulovat příslušné návrhy a doporučení pro praxi SVS a dalších společností vodárenské skupiny působící na severu Čech.

Obecně lze práci rozdělit na dvě části - teoretickou a praktickou. V první části se práce věnuje obecné charakteristice firmy a vlivům působícím na tuto firmu zvenčí, jako jsou například legislativa, konkurence, dotační podmínky atd. Dále jsou zde shrnuty statistické metody využité k provedenému výzkumu.

Praktická část je zaměřena na detailnější popis firmy Severočeská vodárenská společnost a.s. (dále také jen „SVS“) a na práci s daty poskytnutými touto společností.

Cílem této práce je pomocí vhodných statistických metod posoudit různé možnosti alokace prostředků do obnovy vodovodů a kanalizací Severočeské vodárenské společnosti) působící na českém trhu, ale i v podmínkách mezinárodního prostředí. A dále odpovědět na to, zda-li umožňuje dostupný rozsah dat o vodovodech a kanalizacích SVS využití statistických metod při manažerském rozhodování o alokaci prostředků do obnovy tohoto majetku. Kromě těchto cílů je potřeba odpovědět na následující otázky:

- Do jaké míry lze při zpracování dostupných dat uplatnit statistické metody?
- Jaká je specifikace metod, jejich využitelnost, a účelnost?

- Jaká jsou na základě zpracování dat za rok 2020 s využitím statistických metod doporučení pro alokaci prostředků do obnovy vodovodů a kanalizací, popř. pro další postup při manažerském rozhodování v této věci?

Při zodpovězení těchto otázek může firma mít možnost zjistit, do které části infrastruktury (podle územního členění nebo podle skupin majetku) je zapotřebí nejvíce alokovat prostředky, a tak zefektivnit péči o svůj majetek a zkvalitnit své služby.

Teoretická část

Základní pojmy

Podnik

V této části se budeme soustředit na podnik obecně a na faktory, které na něj působí, a to jak v mezinárodním prostředí, tak i v rámci České republiky.

Podnik, který je podle občanského zákoníku popsán jako „obchodní závod“ je definován jako organizovaný soubor jmění, který podnikatel vytvořil a který z jeho vůle slouží k provozování jeho činnosti. (Zákon č. 89/2012 Sb. § 502, 2012) Jmění podniku zahrnuje hmotný (např. budovy, stroje), nehmotný majetek (např. patenty, hodnota obchodního jména) a dluhy. Pro fungování podniku je rovněž nezbytné, aby podnikatel a jeho zaměstnanci disponovali určitými znalostmi a zkušenostmi.

Dále podnik jako právnická osoba podle §118 a násl. občanského zákoníku. Právnická osoba má právní osobnost od svého vzniku do svého zániku. PO dále podle § 119 vedou spolehlivé záznamy o svých majetkových poměrech, i když nejsou povinny vést účetnictví podle jiného právního předpisu.

Akciová společnost která je upravena zákonem 90/2012 Sb., o obchodních společnostech a družstvech (zákon o obchodních korporacích), ve znění pozdějších předpisů. Přesněji Akciová společnost - §243 a násl. Akciovou společností je společnost, jejíž základní kapitál je rozvržen na určitý počet akcií. Dále firma obsahuje označení "akciová společnost", které může být nahrazeno zkratkou "akc. spol." nebo "a. s.". §246 Výše základního kapitálu akciové společnosti je alespoň 2 000 000 Kč, nebo 80 000 EUR.

Vnější mezinárodní prostředí

Mezinárodní podnikání je charakterizováno jako vyvíjení obchodní činnosti na více jak dvou světových trzích, neboli podnikání na domácím a alespoň jednom zahraničním trhu. Společnosti jsou pro vstup na zahraniční trh motivovány rozličnými důvody. Lze však říci,

že hlavními důvody jsou nejčastěji zvýšení zisků či prodejů nebo překonání konkurenčních bojů neboli diverzifikace rizika.

Konkurenční prostředí

Definice konkurence říká: Konkurence je hospodářská soutěž mezi výrobci zboží (konkurence nabídky) nebo spotřebiteli (konkurence poptávky). Konkurence může existovat a volně působit pouze v tržním hospodářství, urychluje technický pokrok a vývoj v sociální sféře.[1] Tudíž Konkurence je jedním z mnoha faktorů působících na podnik jak v mezinárodním prostředí, tak na domácím trhu. Konkurence sebou přináší spoustu dopadů na firmy. Jedním z těchto dopadů je například stále rostoucí tlak na udržování či vylepšování kvality produktů či poskytovaných služeb. Tento tlak neustále nutí firmy ke zlepšování a ke snaze udržet si konkurenceschopnost. Tento efekt ale přináší i rizika pro slabší, méně konkurenceschopné firmy, které tento nátlak nemusí zvládnout a tím pádem jsou postupem času vyřazeny z trhu.

Legislativa

V České republice najdeme řadu zákonů a vyhlášek, které jsou zaměřeny na problematiku týkající se odpadních vod a pitné vody. Například vyhláška č. 252/2004 Sb. Jde o vyhlášku, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Tato vyhláška zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje věci jako hygienické limity, rozsah a četnost kontroly a požadavky na kontroly pitné vody.

Dále Vodní zákon (zák. č. 254/2001 Sb., v platném znění, novely do 225/2017 Sb.) který upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy fyzických a právnických osob k využívání povrchových a podzemních vod, a to v zájmu zajištění trvale udržitelného užívání těchto vod. Zákon o vodovodech a kanalizacích (zák. č. 274/2001 Sb., v platném znění, novely do 225/2017 Sb.) jež zakotvuje povinnost zpracovávat a realizovat plány financování obnovy vodovodů a kanalizací (na dobu nejméně 10 kalendářních let).

[1] Ing. Jindra Chválová, Minislovník ekonomických výrazů. Dostupné z: https://www.penize.cz/slovnik/konkurence

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích (novely do 448/2017 Sb.) tato vyhláška upřesňuje postupy a požadavky uvedené v zákonu o vodovodech a kanalizacích, např.: rozsah, způsob zpracování a průběžné aktualizace Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací nebo také vedení majetkové a provozní evidence vodovodů a kanalizací.
A v neposlední řadě Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví (novely do 225/2017 Sb.) zaměřený na hygienické požadavky na zdravotní nezávadnost a čistotu pitné vody.

Dotace

Ustanovení § 3 písm. a) zákona č. 218/2000 Sb., o rozpočtových pravidlech stanoví, že dotací se rozumí peněžní prostředky státního rozpočtu, státních finančních aktiv nebo Národního fondu poskytnuté právnickým nebo fyzickým osobám na stanovený účel. Charakteristickým rysem každé dotace je její povinná účelovost, která musí být dodržena i při jejím čerpání.[2]

Dotace se často stávají nedílnou součástí některých projektů firem. Dotace může čerpat firma i škola či orgán státní samosprávy apod. A všechny tyto organizace musejí mít nějaký projekt, aby dotaci získaly. Díky možnosti čerpání financí od států nebo institucí řada firem dosáhne na realizaci svých projektů.

Jedním z takových dotačních fondů byl v rozmezí let 2014 - 2020 Operační program Životní prostředí, který umožňoval čerpat finanční prostředky z Evropského fondu pro regionální rozvoj a Fondu soudržnosti na projekty v oblasti ochrany životního prostředí. Tento program nabízel žadatelům až 2,75 miliardy eur a zaměřoval se na vodu, ovzduší, odpad, přírodu a energetické úspory. V oblasti vody byly dotace zaměřeny na výstavbu a modernizaci úpraven vody a zvyšování kvality zdrojů pitné vody, dostavbu přivaděčů a rozvodných sítí pitné vody, kanalizací, výstavbu a intenzifikaci čistíren odpadních vodaj.

[2] Co to jsou dotace ve smyslu českých zákonů? Dostupné z: https://www.oziveni.cz/faqs/co-jsou-dotace-ve-smyslu-ceskych-zakonu/

V současné době je již v přípravě nástupnický program s obdobnými cíli na období let 2021-2027.[3]

Daně

Povinná a nenávratná platba, která je vybírána státem z titulu vlastnictví nějakého majetku nebo příjmu.

Daně se však vztahují na spoustu věcí, pitnou vodu nevyjímaje, a proto pro účely zákona o dani z přidané hodnoty se pitnou vodou rozumí pouze pitná voda, která je dodávána vodovodem. Na pitnou vodu dodávanou jiným způsobem (např. balená voda) se uplatní sazbě daně 15 %. Snížená sazba daně 10 % se kromě pitné vody dodané vodovodem uplatní i na dodání teplé vody vodovodem, která byla z pitné vody vyrobena.[4]

Měna

Měna je též jedním z důležitých faktorů působících na podnik, především svou tendencí se vychylovat od kurzu vůči ostatním měnám. (Floating je pohyblivý měnový kurz nazývaný též „plovoucí“. Na rozdíl od pevně stanoveného kurzu nemá stanoveno rozpětí pro oscilaci, které centrální banka udržuje pomocí devizových intervencí.) Tyto odchylky mají podstatný vliv především na množství importu či exportu firmy působící na mezinárodním trhu. V našem případě se tyto odchylky mohou projevit na ceně materiálů, které jsou dováženy do České republiky, nebo které jsou nakupovány z ciziny. Firma proto musí vyhledávat nové dodavatele, nebo se spokojit se stávající cenou. Toto rozhodnutí se ale může později projevit na cenách produktů nebo služeb dané firmy.

Aktuální monetární dění.

Zpřísňování globální měnové politiky nabralo na rychlosti, když dalších devět centrálních bank – od Asie přes Evropu, Afriku a poté až po Ameriku – zvýšilo úrokové sazby, aby utlumilo rostoucí poptávku a zabránilo rostoucí inflaci dále zvyšovat inflační očekávání. V prvních pěti týdnech roku 2022 centrální banky z 51 zemí zkoumaly svou měnovou politiku, přičemž více než polovina z nich – přesněji 27 – dospěla k závěru, že jejich

[3] Programové období 2021–2027: Operační programu Životní prostředí. *Opzp.cz* [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: https://www.opzp.cz/opzp-2021-2027/

[4] Změny sazby DPH dodání vody. EKP Dostupné z: https://www.ekp.cz/novinky-blog/zmeny-sazby-dph-dodani-vody/

politika byla příliš volná, přičemž 24 z těchto bank poté zvýšilo úrokové sazby. Česká republika - zpřísnila svou měnovou politiku buď zvýšením úrokových sazeb, nebo zastavením přísunu likvidity na finanční trhy zrušením dalších nákupů státních dluhopisů. V našem případě to tedy znamená, že s největší pravděpodobností dojde k dalšímu zdražování materiálů využívaných pro výstavbu nebo renovaci vodárenské infrastruktury. (Newstex 2022)

Devizové kurzy- spojují vnitřní ekonomiku s vnějším okolím a současně zprostředkovávají vliv vnějších ekonomických vztahů na domácí ekonomické procesy. Svými důsledky se dotýkají nejen finančního hospodaření státu a podniků, ale i spotřebitelů. Výše devizových kurzů a jejich změny působí na ceny dovozu a vývozu zboží a služeb. Devizový kurz v Kč tak může např. podporovat rozhodování o tom, zda je výhodnější dovážet moderní technologie z USA nebo z Číny.(Portyš 2009)

Import a export - Pohyb zboží mezi jednotlivými zeměmi je historicky prvotní a základní formou mezinárodních ekonomických vztahů, je faktorem, který významnou měrou a ve stále větší míře vede k propojování národních ekonomik, a tím i k jejich rostoucí vzájemné závislosti, je významným a nezbytným faktorem ekonomického růstu jednotlivých zemí a rozvoje světové ekonomiky.(Portyš 2009)

Samozřejmě ani obor vodárenství nežije mimo ekonomickou realitu a jeho vstupy jsou stále nákladnější. Do kalkulace cen pro vodné a stočné se kromě provozních nákladů (surová voda, energie, likvidace odpadů, mzdy aj.) promítají investice na obnovu a prostředky na opravy vodárenské infrastruktury, které jsou do velké míry ovlivněny cenami stavebních prací a materiálu.

Statistika

Statistika je věda zabývající se sběrem, klasifikací a interpretací kvantitativních dat a aplikací teorie pravděpodobnosti na analýzu a odhad populačních parametrů. Tato věda je využívána pravděpodobně všemi, od vědců, politiků, organizací, firem až po obyčejný lid. (Bradley 2007) V této práci je tedy statistika využívána pro klasifikaci a následnou interpretaci dat poskytnutých firmou za účelem určení míry významnosti statistiky pro manažerské pozice.

Návrh využití statistických metod podle etap

Základní statistické pojmy

Statistická jednotka – základní prvek, na kterém pozorujeme projevy určité hromadné události; je to přesně vymezený objekt hromadného pozorování. Statistické jednotky je třeba přesně identifikovat z hlediska prostorového, časového a věcného.

Statistický soubor – množina statistických jednotek, které mají požadované společné (identické vlastnosti). Může jít o základní soubor (všechny statistické jednotky odpovídající požadovanému vymezení), nebo soubor výběrový u kterého zjišťujeme vlastnosti jen vybraných statistických jednotek, které jsou podmnožinou vzorku. (Představitel základního souboru podle kterého tvoříme závěry o celkovém souboru).

Statistický znak – vnější, postihnutelný nebo měřitelný projev zkoumané míry vlastnosti statistické jednotky (statistické údaje). Mírou dané vlastnosti (statistického znaku) u každé jednotky souboru je hodnota (slovní nebo číselná) daného znaku. Těchto hodnot je pro daný znak tolik, kolik jednotek patří do daného souboru. Počet hodnot jednoho statistického znaku je tedy roven rozsahu souboru. (Cyhelský a kolektiv 1996)
Rozdělení statistických znaků, např.:

- kvalitativní a kvantitativní,
- diskrétní a spojité (kvantitativní),
- alternativní (dichotomické) a množné (multinomické).

Statistické zjišťování (šetření)

Etapa zahrnuje přípravu požadavků na zajištění potřebných údajů a jejich vlastní získání. V rámci přípravy požadavků je třeba se znalostí problematiky a cílů zjišťování definovat příslušné statistické jednotky a jejich statistické znaky, rozsah statistického souboru, období zjišťování a určit zpravodajské jednotky. (Cyhelský a kolektiv 1996).

Statistické zpracování

Etapa zahrnuje pracovní postupy od kontroly zjištěných údajů, přes jejich uspořádání, prezentování vhodnou přehlednou a názornou formou po výpočet vybraných číselných charakteristik:

- Třídění statistického souboru, tj, jeho uspořádání podle zvolených hledisek.
- Prezentace statistických údajů (tabulky, grafy aj.).
- Výpočet číselných charakteristik a jejich prezentace.

Využitelné statistické metody

Rozdělení četností - kumulativní četnost

Soubor se uspořádá podle velikosti (hodnoty) vybraných statistických znaků. Díky tomuto seřazení má u numerické proměnné smysl i postupné přičítání absolutních i relativních četností, čímž vznikají kumulativní četnosti (absolutní a relativní). Kumulativní relativní četnost vyjádřená v % (po vynásobení stem) přehledně informuje o tom, jaké procento rozsahu souboru má menší hodnotu dané proměnné. (Cyhelský a kolektiv 1996). Například relativní kumulativní četnost 0,842 říká, že existuje 84,2% statistických jednotek s hodnotou statistického znaku nižší než je příslušná hodnota (v našem případě třeba délka úseku sítě).

Histogram

– sloupcový graf představující grafické znázornění intervalového rozdělení četností určitého kvantitativního znaku (osa x – obměny statistického znaku, osa y - absolutní nebo relativní četnosti). Stanovení orientačního počtu intervalů např. pomocí Sturgessova pravidla:

$$k \cong 1 + 3{,}322 \log n \qquad (1)$$

Aritmetický průměr

– je podíl součtu všech hodnot znaku $x_1, x_2, \ldots x_n$ a rozsahu statistického souboru n. Označuje se symbolem $\bar{x}$. Jeho výpočet závisí na tom, jestli máme k dispozici netříděné,

nebo tříděné údaje statistického znaku. V případě netříděných znaků používáme jednoduchý aritmetický průměr, který se vypočítá: (Pacáková a kolektiv 2009)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=x}^{n} x_i}{n} \quad (2)$$

V případě tříděného statistického znaku, ale používáme vážený aritmetický průměr, přičemž jako váhy používáme absolutní četnosti:

$$\bar{x} = \frac{x_1 n_1 + x_2 n_2 + \cdots + x_k n_k}{n_1 + n_2 + \cdots n_k} = \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i n_1}{\sum_{i=1}^{k} n_1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{k} x_i n_1 \quad (3)$$

respektive relativní četnosti:

$$\bar{x} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \cdots + x_k f_k}{f_1 + f_2 + \cdots f_k} = \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i f_1}{1} = \sum_{i=1}^{k} x_i f_1 \quad (4)$$

Medián

Medián na rozdíl od aritmetického průměru není citlivý na extrémní pozorování, takže jeho použití je vhodné v případě, kdy soubor takové jevy obsahuje. (Například pokud se v našem případě v pozorovaném souboru ceny úseku vodovodní sítě nachází jeden extrémně vysoký údaj, hodnota mediánu zůstane stejná, ale uvedená extrémní hodnota určitě zvýší aritmetický průměr).

– medián $\tilde{x}$ je nejčastěji používaný kvantil. Přičemž $\tilde{x}$ je taková reálná hodnota, která vzestupně uspořádaný soubor zjištěných hodnot $x_1, x_2, \ldots x_n$ rozdělí na dvě stejně početné části. Platí, že polovina zjištěných hodnot znaku X je menší nebo se rovná mediánu a polovina je větší nebo se rovná mediánu. (Při netříděném souboru je nutné znaky nejprve vzestupně uspořádat.) Medián je tedy prostřední hodnota uspořádaného řadu. Pokud rozsah souboru *n* je sudé číslo, potom medián je libovolné číslo z intervalu $\left(x_{\frac{n}{2}},\ x_{\frac{n}{1}+1}\right)$. V praxi nejčastější hodnotu mediánu určíme pomocí:

$$\tilde{x} = \frac{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}}{2} \quad (5)$$

V případě kde je ale rozsah souboru liché číslo, potom je ale medián statistická jednotka, která je v uspořádaném souboru $\frac{n+1}{2}$. V takovém případě medián určíme pomocí: (Pacáková a kolektiv 2009)

$$\tilde{x} = x_{\frac{n+1}{2}} \tag{6}$$

Modus

– $\hat{x}$ je taková hodnota x, znaku X, která se v daném statistickém souboru vyskytuje nejčastěji. Modus představuje typickou hodnotu proměnné, které v případě jedno-vrcholového rozdělení početností udává souřadnice vrcholu tohoto rozdělení na vodorovné ose. Podle počtu vrcholů rozlišujeme:

- jednovrcholové rozdělení početností,
- vícevrcholové,
- bezvrcholové.

Přičemž v praxi se nejčastěji vyskytují jednovrcholové rozdělení početnost, pro které je typické, že modus se nachází někde mezi minimální a maximální hodnotou znaku. (Pacáková a kolektiv 2009)

Kvantily

– jsou takové reálné číselné hodnoty, které rozdělují řad vzestupně uspořádaných hodnot $x_1, x_2, \ldots x_n$ statistického znaku X na několik (symbolicky α) rovných početných částí.
Při určování je potřeba zdůraznit že hodnoty statistického řadu musí být uspořádané. Hodnota kvantilu se zjistí podle:

$$r = n\frac{k}{a} \tag{7}$$

Kdy všeobecné označení kvantilu je $x_{\frac{k}{2}}$ nebo $Q\frac{a}{k}$, kde *k* je pořadí kvantilu *k = 1,2 ... a-1.*

Pokud *r* není celé číslo, zaokrouhlí se nahoru, a za kvantil se potom považuje hodnota *r-té* statistické jednotky (x_r). Pokud ale r je celé číslo kvantil není jednoznačně určený a budeme ho muset odhadnout pomocí:

$$x_{\frac{k}{2}} = \frac{x_{(r)}+x_{(r+1)}}{2} = Q_{\frac{2}{k}} \quad (8)$$

V praxi existuje celý řad kvantilů, přičemž jejich názvy jsou obvykle odvozené od počtu částí na který rozdělujeme neklesající řad hodnot. Mezi tyto kvantily se řadí například medián, decil,... (Pacáková a kolektiv 2009)

Decily

– jsou kvantily, které rozdělují neklesající řadu hodnot proměnných na deset stejně početných částí. (Pacáková a kolektiv 2009)

Statistická analýza

Etapa zahrnuje pracovní postupy od kontroly zjištěných údajů, přes jejich uspořádání, prezentování vhodnou přehlednou a názornou formou po výpočet vybraných číselných charakteristik:

Využitelné statistické metody

Metody popisné statistiky

– Metody popisné statistiky v této práci využijeme především. Popisná statistika zkoumá statistické soubory a jeho prvky – statistické jednotky, vykazující určité statistické znaky (zejména proměnné). Vybrané nástroje popisné statistiky jsou uvedeny výše a zahrnují statistická šetření (zjišťování), zpracování dat a výpočet a prezentaci číselných charakteristik. Z hlediska zpracování dat se budeme soustředit zejména na kvantitativní znaky (numerické proměnné) a na tyto metody (činnosti) – rozdělení četností a základní charakteristiky polohy. Naopak pozornost v této práci nebude věnována charakteristikám variability, šikmosti a špičatosti (ve smyslu členění metod dle Cyhelský a kol., 1996, str. 38 – 81).

Metody založené na teorii pravděpodobnosti

– V této práci nevyužijeme.

Výběrová metoda (statistická indukce)

– V této práci nevyužijeme, zkoumáme celé (základní) statistické soubory, nicméně v praxi vodárenské společnosti by i tato metoda jistě našla uplatnění.

Regresní a korelační analýza

Korelační analýza

Uplatňuje statistické metody, postupy k posouzení intenzity (těsnosti) volné (statistické) závislosti mezi kvantitativními proměnnými a na hodnocení kvality vyrovnání regresními funkcemi.Tuto metodu použijeme pouze okrajově. (Pacáková a kolektiv 2009)

Typy korelace bychom mohli kategorizovat podle toho, co se stane s první proměnou, když druhá poroste.

- Kladná korelace - první proměnná má tendenci také růst.
- Záporná korelace - první proměnná má tendenci klesat.
- Nulová korelace - první proměnná nemá tendenci ani růst, ani klesat.

Pearsonův korelační koeficient

– Je statistický ukazatel síly lineárního vztahu mezi párovými daty. Jedná se o výběrový korelační koeficient. Označujeme ho *r,* pro jeho hodnoty platí:

$$-1 \leq r \leq 1 \qquad (9)$$

Kladné hodnoty *r* znamenají kladnou korelaci, záporné hodnoty *r* negativní a hodnota *r* nula znamená, že mezi proměnnými neexistuje lineární závislost. Čím je hodnota blíže 1 nebo -1, tím silnější lineární závislost je. (Brase 2018)

Korelační míra souvislosti může být popsána i slovně. Při použití Evansovy příručky (1996), kterou navrhl pro absolutní hodnotu *r* :

- 0,00 - 0,19 velmi slabá,
- 0,20 - 0,39 slabá,
- 0,40 - 0,59 střední,

- 0,60 - 0,79 silná,
- 0,80 - 1,00 velmi silná.

Test významnosti koeficientu korelace (t-test)

– Podle něj můžeme zjistit zda je možné na základě Pearsonova korelačního koeficientu usuzovat na existenci lineární závislost v celém souboru zkoumaných hodnot. Abychom toho dosáhli je zapotřebí provést test s nulovou hypotézou, $H_0 : \rho = 0$ (že souboru žádná korelace není), a na druhé straně alternativní hypotéza, $H_1 : \rho \neq 0$ (kde korelace existuje). Přičemž výsledek p-hodnoty 0,000 značí velmi silný důkaz ve prospěch H_1, a tudíž máme důvod věřit v korelaci dvou zkoumaných souborů.[5] (Anon 2022)

Regresní analýza

– Je statistická metoda, pomocí které můžeme stanovit předpověď vývoje na základě známé závislosti (korelace) dvou proměnných; metodu v této práci nevyužijeme.

Analýza časových řad

– V této práci nevyužijeme, posuzovaný statistický soubor neobsahuje časové řady (s výjimkou vývoje počtu poruch v letech 2018 – 2020); analýza časových řad by však měla být vhodným a standardně používaným nástrojem k ověření vypovídací schopnosti dat a k eliminaci nežádoucích výkyvů.

Statistické porovnávání

– v této práci využijeme - porovnání statistických údajů (znaků) po okresech, na základě kterého by bylo možno rozhodnout o poměru alokace prostředků na obnovu sítě do těchto okresů. Předmětem metody statistického porovnávání (ve smyslu publikace Pacáková a kol., 2009, str. 329 a násl.) jsou otázky a problémy porovnávání statistických proměnných v situacích lišících se časovým, prostorovým nebo věcným vymezením. Při prostorovém porovnávání (které nás v této práci zajímá nejvíce) porovnáváme hodnoty statistického znaku (proměnné), jejichž věcné a časové vymezení je shodné. Hodnoty, které

[5] *Pearsonův korelační koeficient: Math and Stats Support.* Dostupné z: https://mathstat.econ.muni.cz/media/12657/pear_cor.pdf

porovnáváme, byly zjištěny v různých geografických jednotkách (např. krajích, okresech) nebo v různých organizačních celcích (např. závody jednoho podniku). Obdobně by bylo možno proměnné porovnávat věcně (např. míra opotřebení vodovodů oproti stejnému parametru u kanalizací) nebo časově (vývoj míry opotřebení nebo poruchovosti v různých letech). Statistické porovnávání můžeme provádět jako absolutní (rozdíl hodnot) nebo relativní (podíl hodnot, index).

Praktická část

Severočeská vodárenská společnost

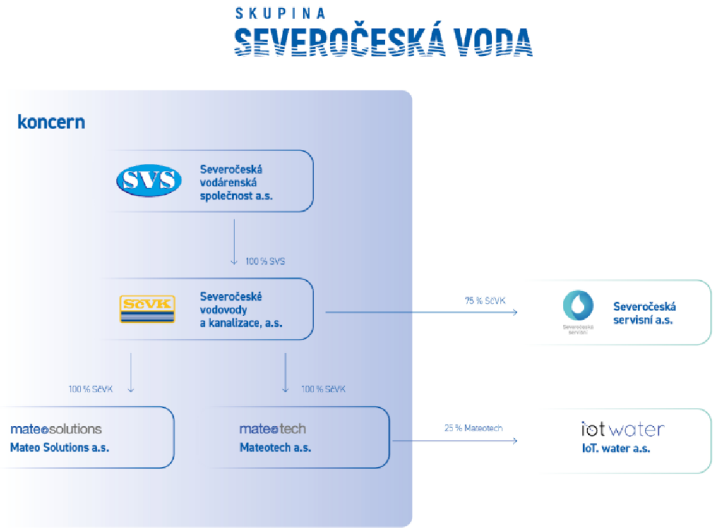
SVS je akciová společnost, působící od roku 1993 na trhu v oblasti výstavby a správy vodohospodářské infrastruktury (VHI). Co do objemu majetku a velikosti spravovaného území je největší vodárenskou společností v České republice i v širším středoevropském regionu. Veškeré akcie jsou v držení 458 severočeských měst a obcí. Založení velké regionální vodohospodářské vlastnické společnosti od začátku umožnilo racionálně a rychle řešit závažné ekologické problémy v oblasti a výrazně pomohlo malým obcím, jež by nebyly schopné financovat zavedení a rozvoj vodohospodářské infrastruktury.

Skupina Severočeská voda

Skupina Severočeská voda je celek vzájemně provázaných, od sebe neoddělitelných společností: mateřskou společností je SVS, která je vlastníkem podstatné části VHI v Ústeckém a Libereckém kraji. Druhým členem je společnost Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. (SčVK), která je provozovatelem vodohospodářské infrastruktury. Třetí společností je Severočeská servisní a.s., která zajišťuje servis vodohospodářských zařízení. Dalšími členy skupiny jsou společnosti Mateotech a.s. zajišťující servis informačních a komunikačních technologií, Mateo Solutions a.s. soustřeďující se na technický rozvoj, kaly a stavební činnost a IoT.water a.s. se zaměřením na smart technologie (například „chytré“ vodoměry).

Koncern

Podmnožinou skupiny Severočeská voda ve smyslu § 79, zákona č. 90/2012 Sb., o obchodních korporacích, jsou následující společnosti, které tvoří koncern: řídící společnost SVS prostřednictvím vlastnictví 100% podílu v SčVK ovládá a řídí osoby, kterými jsou SčVK, Mateotech a.s. a Mateo Solutions a.s.



Obrázek 1 koncern skupiny Severočeská voda
Zdroj: www.svs.cz, Společnost/Kdo jsme/Skupina Severočeská voda/Koncern

Základní statistické údaje

Region působnosti SVS pokrývá kraj Ústecký a podstatnou část Libereckého kraje. Jde o území o celkové rozloze 6.930 km^2, tedy 9% plochy státu, kde žije 1,172 milionu obyvatel. SVS je vlastníkem vodárenské infrastruktury v hodnotě 109,7 mld. Kč (vodní zdroje, úpravny vody, vodovody vč. vodojemů a dalších objektů na síti, kanalizace, čistírny odpadních vod - ceny podle metodického pokynu MZe ČR čj. 14000/2020-15132, ze dne 24.9.2020, údaje bez DPH, ke 31.12.2020). Z toho vodovody (přiváděcí řady, rozvodná vodovodní síť, objekty na síti) tvoří 48,7 mld. Kč a kanalizace (přiváděcí stoky, stoková síť, objekty na síti) 43,0 mld. Kč. Rozsah vodovodní sítě ke 31.12.2020 je 9 077 km, kanalizační sítě 4 045 km. (Pro porovnání Pražská vodohospodářská společnost: 3 541 km vodovodů a 3 690 km kanalizací, Jihočeská společnost ČEVAK: 4 843 km vodovodů a 2 962 km kanalizační sítě.(Vodovody a kanalizace ČR 2020)

Tabulka 1: SVS – základní vodohospodářské údaje (vodovody)

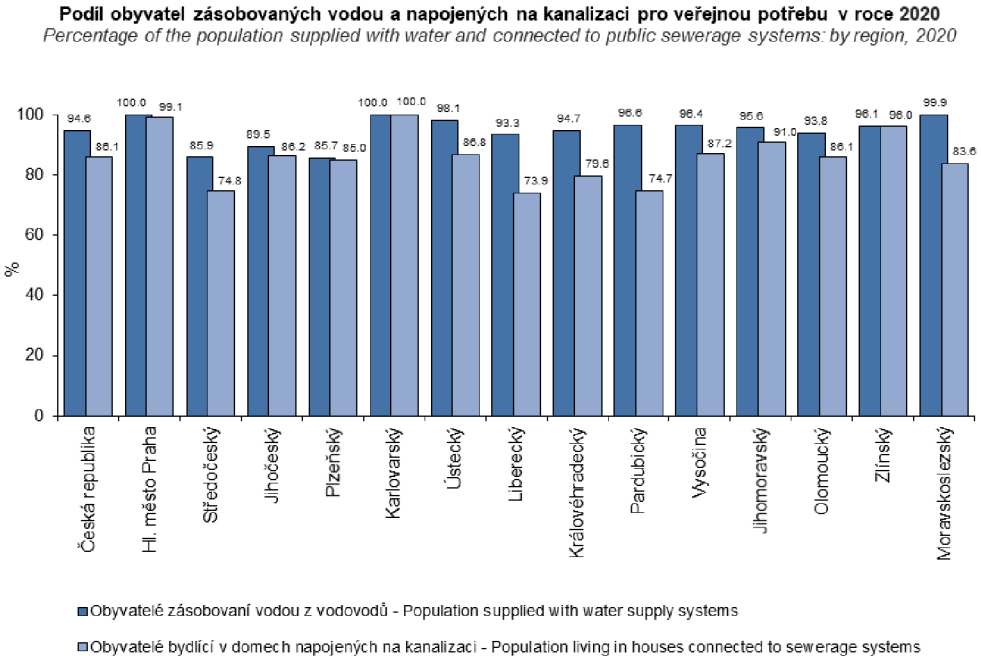
Vodovody	2020	Jednotky
Počet obyvatel celkem	1,133	mil.
Počet zásobených obyvatel	1,105	mil.
Počet úpraven vod	63	ks
Počet vodojemů	965	ks
Počet čerpacích stanic pitné vody	266	ks
Délka vodovodních přípojek	2 018	km
Délka vodovodní sítě (bez přípojek)	9 077	km
Kapacita úpraven vody celkem	4 494	l/s
Kapacita podzemních zdrojů	2 064	l/s
Kapacita vodojemů	640 976	m^3
Voda vyrobená	67 329	tis. m^3/rok
Voda fakturovaná	51 025	tis. m^3/rok
Specifická spotřeba vody (obyv.)	92	l/os./den

Zdroj: Výroční zpráva SVS 2020

Tabulka 2: SVS – základní vodohospodářské údaje (kanalizace)

Kanalizace	2020	Jednotky
Počet obyvatel celkem	1,133	mil.
Počet obyvatel napojených na kanalizaci	0,943	mil.
Počet obyvatel napojených na ČOV	0,937	mil.
Počet čistíren odpadních vod celkem	187	ks
Kapacita čistíren odpadních vod	330 429	m^3/den
Délka kanalizační sítě (bez přípojek)	4 045	km
Voda vypouštěná do vodních toků	84 583	tis. m^3/rok
Voda čištěná	83 111	tis. m^3/rok

Zdroj: Výroční zpráva SVS 2020



Obrázek 2: Podíl obyvatel zásobovaných vodou a napojených na kanalizaci – srovnání ČR podle krajů[6]
Zdroj: Vodovody a kanalizace ČR 2020

Mezinárodní prostředí

Území SVS náleží do mezinárodní oblasti povodí Labe a z menší části do mezinárodní oblasti povodí Odry (Liberecko – povodí Lužické Nisy a část Šluknovského výběžku – povodí Mandavy). Z toho vyplývají povinnosti a úkoly při čištění komunálních odpadních vod na území SVS – plnění parametrů kvality odpadních vod (OV) vypouštěných do příhraničních vodních toků; v řadě případů byla výstavba nebo rekonstrukce ČOV podpořena z dotačních prostředků SRN nebo EU. (Za 20 let existence společnosti SVS čerpala investiční dotace v celkové výši téměř 2 500 mil. Kč, tj. cca 15% z celkových investičních nákladů na výstavbu a obnovu vodárenské infrastruktury).

Ve specifických případech je čištění OV zajišťováno i pro obce na území SRN (Saska) – kanalizace Rumburk – Seifhennersdorf – Varnsdorf odkanalizování místní části Lückendorf (obec Oybin / SRN) na ČOV Jablonné v Podještědí.

I území SVS a podmínky pro realizaci dodávek pitné vody a odvádění a čištění OV jsou ovlivněny vnějším mezinárodním prostředím – implementace evropské legislativy do právního řádu ČR po vstupu do EU v r. 2004, aplikace a dopady dotačních podmínek EU

[6] Jde o údaje za celý kraj. V případě SVS je podíl obyvatel napojených na vodovod 97,5%, na kanalizaci 83,2% a na čistírnu odpadních vod 82,7%.

(Phare, ISPA(program EU pro uplatnění strukturální politiky v období před vstupem ČR do EU), Operační program životní prostředí). Konkrétním příkladem ovlivnění místních vodohospodářských poměrů jsou dopady činnosti a rozšiřování polského hnědouhelného dolu Turów na vodní zdroje na Hrádecku a Chrastavsku, které vyvolávají potřebu realizace investic do posílení zdrojů a rozšiřování vodovodů a jsou předmětem jednání na mezinárodní vládní úrovni. Přičemž mezivládní dohoda Polska a České republiky byla uzavřena dne 3. února 2022.(20 let SVS 2013)

Obnova vodohospodářské infrastruktury

Jedním z hlavních cílů SVS a společností skupiny Severočeská voda je zajistit dostatečnou obnovu objektů (úpravny vody, vodojemy, čerpací stanice, čistírny odpadních vod) a vodovodních a kanalizačních sítí. Obnova VHI je prováděna prostřednictvím investičních akcí (rekonstrukce, modernizace) a oprav majetku. V roce 2020 bylo na investiční obnovu majetku vynaloženo celkem 1 164 mil. Kč, což představuje celkem 79,9 % proinvestovaných prostředků v daném roce. V rámci obnovy bylo celkem realizováno 177 jmenovitých staveb a 119 drobných staveb stavebních a strojních. Na opravy majetku bylo v roce 2020 vynaloženo dalších 290 mil. Kč. (Výroční zpráva SVS 2020)

Podobně zaměřené práce

Vzhledem ke skutečnosti, že SVS je co do rozsahu majetku největší vodárenskou společností v České republice, je analýza obdobného objemu dat za účelem rozhodování o územní alokaci prostředků pravděpodobně ojedinělou záležitostí. Jiné vodárenské společnosti se zřejmě spíše rozhodují o obnově konkrétních úseků sítě v rámci jednoho spravovaného okresu nebo města a nemusí řešit srovnání stavu sítě v rámci větších územních celků (krajů apod.).

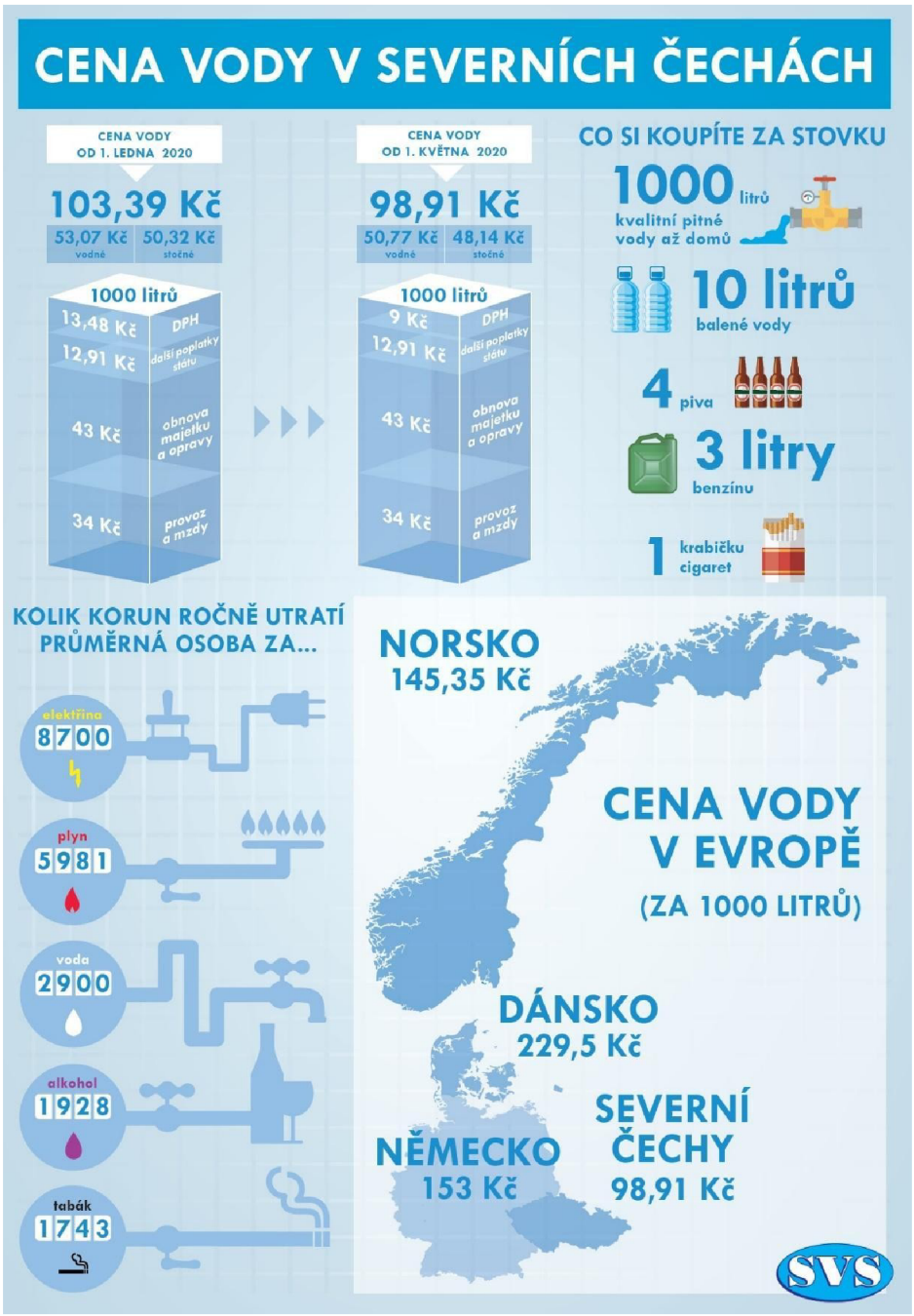
SVS k rozhodování o obnově konkrétních úseků sítě standardně jako jeden z nástrojů využívá tzv. multikriteriální bodové hodnocení. To rovněž zahrnuje vybraná data informačních systémů k dílčím úsekům sítě (např. materiál, stáří, počet poruch), ale hlavní část hodnocení představují záznamy provozů (úniky vody, záznamy z oprav poruch včetně zjištěného stavu potrubí – koroze, inkrustace atd.). Tímto způsobem ale není hodnocen celý soubor majetku, pouze jeho vytipované části.

Podobným způsobem postupují i další vodárny nebo odborné organizace. Prvky multikriteriální analýzy vodovodní sítě využívají např. tzv. generely vodovodů (generely zásobování pitnou vodou) a kanalizací, zpracovávané zpravidla pro větší aglomerace. Pro města v působnosti SVS a SčVK řadu takových studií zpracovala externí společnost společnost.
Obdobné postupy zkoumá a využívá rovněž Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí VUT Brno (např. přednáška Hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury a plány její obnovy, doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc. a kol., konference Obnova vodohospodářské infrastruktury, Brno, 2017). Jde o metodiku technického auditu vodárenských objektů a sítí, využívající historická, provozní a environmentální data.

(Vodárenská infrastruktura stárne a její obnova je celosvětovým problémem. Obrovské prostředky, které mají být investovány do neustálé obnovy vodárenské infrastruktury, odhadují, že v příštích 20 letech dosáhnou investice do vodovodních systémů v USA celkem 77 miliard USD. Podobně v Kanadě budou takové investice v příštích 15 letech činit 12,5 miliardy dolarů ročně. V České republice činí roční investice zhruba 592 milionů eur. Podobná situace je i v jiných evropských zemích. Finanční prostředky na průběžnou obnovu jsou omezené, a proto musí být vynaloženy efektivně tam, kde je to nejvíce potřeba.)(Tuhovčák a kolektiv 2018)

Financování obnovy

Hlavním zdrojem prostředků na obnovu VHI a na další investice do tohoto majetku jsou výnosy provozovatele (SčVK) z prodeje pitné vody a z plateb za odvádění a čištění odpadních vod. SVS je jako vlastník příjemcem nájemného z infrastruktury, které tvoří podstatnou část jejích příjmů. Dalšími významnými příjmy SVS jsou podíl na zisku SčVK a dotace na rozvoj a obnovu VHI. Vzhledem ke skutečnosti, že výdaje na obnovu majetku jsou z podstatné části generovány z plateb za vodné a stočné (které je hrazeno obyvateli i podnikatelskými subjekty působícími v Ústeckém a Libereckém kraji), je mj. správná alokace prostředků do obnovy VHI velmi významným a sledovaným ukazatelem hospodaření SVS a SčVK.



Obrázek 3: Struktura ceny SVS pro vodné a stočné na rok 2020[7]
Zdroj: www.svs.cz, Veřejnost/Aktuality/29.11.2019

Využití dotačních prostředků pro financování obnovy je omezené, protože EU i ČR prosazuje koncept samofinancovatelnosti VHI (tj. zejména z výnosů z vodného a stočného). Do určité míry lze čerpat prostředky na obnovu ÚV a ČOV, a to v souvislosti s jejich modernizací a intenzifikací vyvolanou požadavky na kvalitu pitné a vypouštěné odpadní vody. MZe v posledních letech uvolnilo prostředky na obnovu vodárenských

[7] Cena pro vodné a stočné v regionu SVS je pro rok 2022 ve výši 112,45 Kč s DPH.

soustav jako klíčových součástí systému zásobování pitnou vodou, a to v souvislosti s aktuálními i očekávanými dopady klimatických změn (sucho).

Analýza dat s využitím statistických metod

Informace ke vstupním datům

Zpracovávaná data se skládají z úseků sítě vymezených specifickými vlastnostmi – mj. materiál řadu, jeho průměr (profil, DN), délka úseku, stáří (datum výstavby nebo výměny / rekonstrukce), lokalizace (obec, okres), hodnota úseku (reprodukční cena podle metodického pokynu MZe). Kromě toho jsou k dispozici údaje o poruchách sítě za roky 2018 – 2020 a údaje ke ztrátám vody za rok 2020, vždy lokalizované podle obcí.

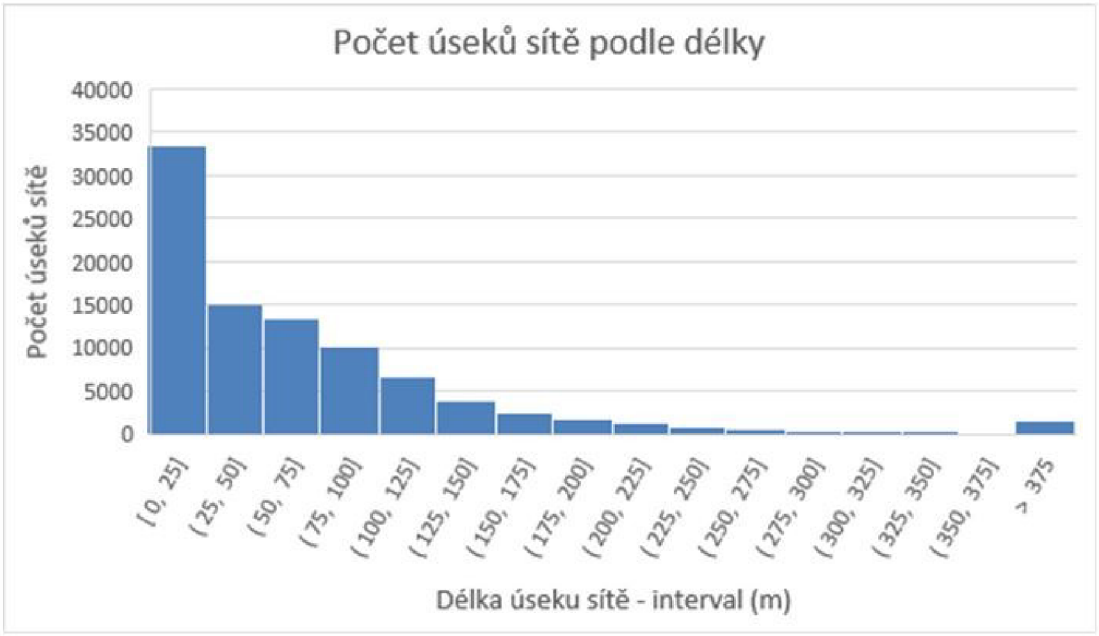
S ohledem na stav tohoto majetku (fyzický stav, četnost poruch, riziko dožití) je třeba průběžně plánovat a realizovat jeho obnovu. Dalšími důvody pro výměnu potrubí mohou být např. potřeba koordinace s vlastníky komunikací nebo jiné síťové infrastruktury či požadavky na zkapacitnění vodovodů nebo kanalizací.

Bakalářská práce analyzuje možnosti využití statistických metod pro manažerské rozhodování SVS a SčVK při alokaci prostředků do obnovy vodovodů. Segment kanalizací nebyl analyzován, nicméně se předpokládá, že uvedené závěry bude možno přiměřeně aplikovat i na tuto skupinu majetku (s dílčími úpravami – např. ztráty vody jsou z logiky věci sledovány pouze u vodovodů).

Bakalářská práce vychází z dat poskytnutých SVS a SčVK k dílčím úsekům vodovodů dle jejich dostupnosti v informačních systémech SVS a SčVK. Data jsou u SVS a SčVK zpracovávána v geografickém informačním systému (GIS), v informačním systému pro plánování a realizaci údržby a oprav (IS Údržba) a v nástroji ministerstva zemědělství pro vybrané údaje majetkové a provozní evidence (VÚME, VÚPE). Data byla poskytnuta ve stavu ke 31.12.2020, a to jako export do souboru MS Excel®.

Předané údaje k vodovodní síti představují celkovou délku vodovodů 9 125 km. Pro účely této práce byly z posuzování vyčleněny zářezy (jímací vodovody v prameništích), svodné řady (přívod surové vody ze zdroje, např. přehrady nebo vrtu, do úpravny vody) a přiváděcí řady (páteřní vodovody propojující různé zdroje a místa spotřeby), protože jde o vodovody se zvláštním přístupem k plánování obnovy, sloužící zpravidla rozsáhlejší oblasti, než vodovody místní. Posuzovány jsou údaje o rozváděcích řadech (vodovody v městech a obcích), doplněné o údaje o řadech průmyslových (napojení průmyslových areálů) a odkalovacích (součást rozvodné sítě, ale bez napojených odběratelů). Délka posuzovaných sítí po provedení výše uvedené redukce je 6 907 km.

Data jsou strukturována po úsecích sítě se stejnými vlastnostmi (typ řadu, materiál, dimenze, stáří / datum pořízení). Těmto úsekům jsou pak přiřazeny další vlastnosti, pro naše potřeby zejména délka a reprodukční cena, ale i další údaje (např. způsob uložení – v zemi, kolektor, v mostovce apod., způsob provozování – gravitačně nebo s čerpáním). Ve skupině sledovaných vodovodů se jedná o 99 087 dílčích úseků sítě. Minimální délka úseku je 1 cm, nejdelší dílčí úsek měří 3 080 m, průměrná délka úseku je 70 m (aritmetický průměr), medián 45 m. 70% úseků sítě je v délce do 80 m, 90% do 160 m (9. decil má hodnotu 156 m). Při rozdělení délky úseků po intervalech 10 m spadá největší počet do prvního intervalu 0 – 10 m (26 135 úseků, tj. 26% z celkového počtu), 9 060 úseků (9%) potom v intervalu od 0 do 2 m. Na následujícím grafu (histogramu) je patrná struktura rozvodné vodovodní sítě podle délky úseků se shodnými výběrovými vlastnostmi (úseky, které tvoří řádky databáze).



Obrázek 4 Statistické rozložení rozvodné vodovodní sítě podle délky „homogenních" úseků
Zdroj: Data SVS a.s.

Histogram

Základní informace ke zpracovávaným datům – znázornění četností úseků sítě podle jejich délky pomocí histogramu. Stanovení orientačního počtu intervalů pomocí Sturgessova pravidla: n = 99 087 úseků sítě, počet intervalů k ≅ 17,6. V našem případě jsme zvolili 16

intervalů po 25 metrech. Podobně možno prezentovat četnostní rozložení podle průměrů potrubí, stáří, životnosti, míry opotřebení.

Statistická jednotka

V našem případě se jedná o úsek sítě – vodovodu nebo kanalizace, který SčVK provozuje pro SVS na základě provozní smlouvy v území působnosti SVS. Údaje ke 31.12.2020.
V případě poruch a ztrát pitné vody je statistickou jednotkou okres (přesněji tedy okres Česká Lípa, Chomutov, Děčín, Jablonec nad Nisou, Karlovy Vary, Kladno, Liberec, Litoměřice, Louny, Most, Rakovník, Teplice a Ústí nad Labem). Údaje jsou za roky 2018 – 2020.

Statistický soubor

Identickými vlastnostmi jsou: typ potrubí – vodovod nebo kanalizace, podtyp vodovodu – rozváděcí, odkalovací a průmyslové, tj. lokální vodovody, na rozdíl od regionálních, provoz zajišťovaný SčVK pro SVS – tj. vodovod nebo kanalizace je předmětem příslušné provozní smlouvy. V případě okresů pro posouzení poruch a ztrát pitné vody je společnou vlastností příslušnost do územní působnosti SVS, současně jsou v daném okresu posuzovány pouze ty obce, které jsou akcionáři SVS a pro jejichž území jsou vodovody a kanalizace provozovány. Budeme pracovat se základními statistickými soubory.

Statistický znak

Délka úseku, cena úseku dle metodického pokynu MZe, dimenze, datum výstavby nebo renovace / výměny, lokalizace – znaky kvantitativní, spojité, množné; materiál, kraj, závod, okres – kvalitativní, množné. V tabulce můžeme vidět procentuální podíl délky sítě v okresech na celkové délce rozvodné sítě a k tomu přiřazené reprodukční ceny v korunách.

Tabulka 3: Podíl délky sítě a reprodukční ceny v korunách

	Hodnoty	
Okresy	Část délky z celku sítě (%)	Cena úseků 2020 (Kč)
Česká Lípa	10,36%	3892338847
Děčín	11,63%	4606458258

Chomutov	9,12%	4043900919
Jablonec nad Nisou	7,38%	3062179261
Liberec	12,02%	5378002178
Litoměřice	12,93%	5127118532
Louny	11,48%	4137873904
Most	6,32%	3143114868
Teplice	10,25%	4893546961
Ústí nad Labem	8,50%	3981160165
Celkový součet	**100,00%**	**42265693893**

Zdroj: Data SVS a.s.

Dále se můžeme orientovat podle dimenzí potrubí nebo materiálu. Oba znaky (obě charakteristiky) nám ovlivňují buď délku života, cenu nebo pravděpodobnost a potenciální rozsah poruchy. Tabulka nám zobrazuje druhy materiálů a jejich zastoupení jak v metrech, tak v procentech z celkové délky sítě. Zároveň si můžeme povšimnout, že největší zastoupení ze všech materiálů mají tyto tři: litina s 31,29%, polyetylen 28,05% a polyvinylchlorid 20,70%.

Tabulka 4: Materiál potrubí a jeho délka

	Hodnoty	
Materiál potrubí	**Podíl z celkové délky sítě (m)**	**Zastoupení úseků sítě (%)**
Azbestocement	215554,07	2,36%
Beton	9751,18	0,11%
Kamenina	25703,84	0,28%
Litina	2854434,92	31,29%
Neznámo	130914,68	1,44%
Ocel	1404873,18	15,40%
Olovo	77,72	0,00%
Polyetylen	2558359,42	28,05%
Polyetylen korugovaný	47,51	0,00%
Polypropylen	1550,14	0,02%
Polyvinylchlorid	1888242,15	20,70%
Polyvinylchlorid korugovaný	368,55	0,00%
Sklo	6083,35	0,07%
Sklolaminát	23344,11	0,26%
Zdivo	1153,72	0,01%
Železobeton	730,86	0,01%
Celkový součet	**9121189,4**	**100,00%**

Zdroj: Data SVS a.s.

Pro vodovodní potrubí je využívána řada materiálů, rovněž se můžeme setkat s velkou škálou rozměrů (dimenzí, průměrů) potrubí (konkrétně od 15 do 800 mm).

Statistické zjišťování

Byly zjišťovány tyto charakteristiky úseků sítě, které SčVK provozuje pro SVS na základě provozní smlouvy – délka úseku, materiál řadu, jeho průměr (profil, DN), datum výstavby nebo výměny / renovace příslušného úseku, cena podle metodického pokynu MZe, lokalizace – kraj, závod, okres); tyto údaje byly zjišťovány ke 31.12.2020. Dále byla získána data k počtu evidovaných poruch a objemu ztrát pitné vody za poslední tři roky (2018 – 2020, údaje byly zjišťovány kumulativně v členění po okresech, závodech a krajích). Zpravodajskou jednotkou je společnost SčVK, která požadovanými daty disponuje a je schopna je poskytnout jako výstup z příslušných informačních systémů.

Statistické zpracování

Třídění statistického souboru

Třídění souboru spočívalo ve zpracování dat v prostředí MS Excel, proběhla kontrola dat, zda odpovídají definovaným požadavkům, vypuštění nadbytečných údajů – např. vodovody a kanalizace jiných vlastníků provozované SčVK na základě samostatných smluv, vyřazený majetek, údaje, které nebudou předmětem zpracování – např. vyřazení přívodních a svodných řadů z dalšího zpracování, kontrola územního členění.

SVS pro potřeby rozhodování o alokaci prostředků do obnovy vodovodů a kanalizací preferuje třídění údajů podle okresů. Třídění podle krajů (Ústecký a Liberecký) či závodů je příliš hrubé, naopak třídění podle obcí, kterých je 458, je příliš podrobné a pro praktické účely nevhodné. Porovnání údajů na úrovni 10 okresů se proto jeví jako vhodné měřítko pro manažerské rozhodování – sledování stavu majetku a plánování prostředků na obnovu.

U některých znaků nejsou k dispozici údaje pro všechny jednotky – např. průměr potrubí není znám u 3,6% jednotek, materiál u 3,5%, stáří úseku sítě nelze stanovit u 7,3% jednotek představujících 4,7% celkové délky sítě. K doplnění (odhadu) těchto údajů by zřejmě bylo možné využít metod založených na teorii pravděpodobnosti (analýza závisloti). Např. by bylo možno hledat vztah mezi stářím sítě a použitým materiálem nebo množstvím poruch. V rámci této práce však tato analýza prováděna nebyla a prvky sítě

s chybějícími údaji nebyly do analýzy tyto údaje vyžadující zahrnuty, tj. statistický soubor byl redukován.

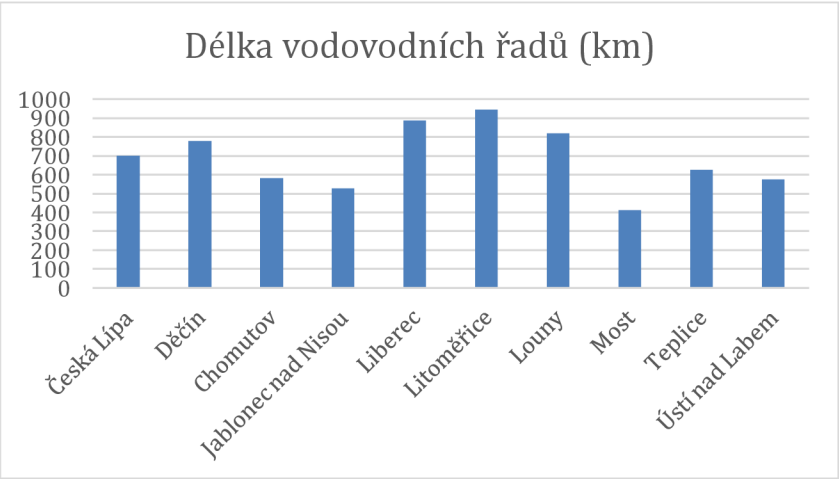
Prezentace statistických údajů, výpočet číselných charakteristik a jejich prezentace

Prezentace údajů a výstupů je realizována pomocí tabulek a grafů s využitím nástrojů MS Excel – kontingenční tabulky, grafy apod.

Ukazatele rozsahu sítě – délky a ceny

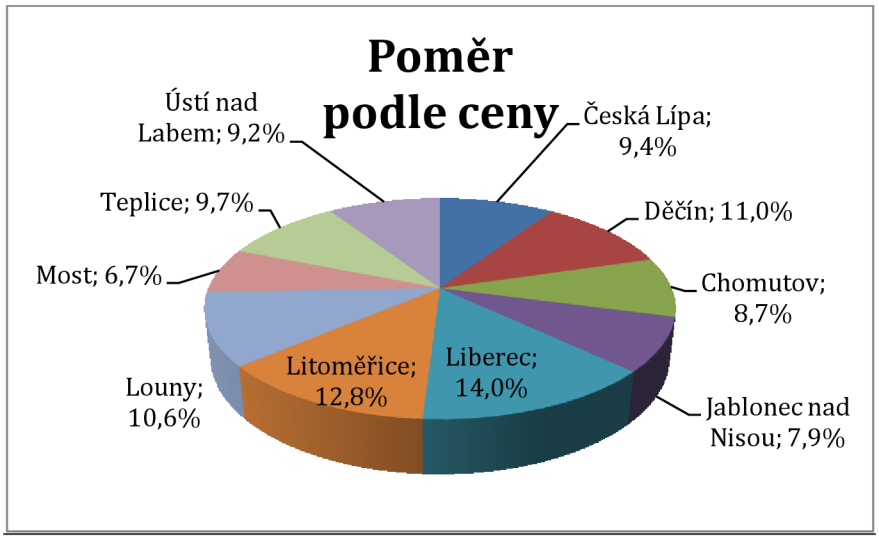
Výše na Tabulka 4 jsou po okresech tabulkovou formou prezentovány délky vodovodní sítě, hodnoty (ceny) příslušného majetku a dále délky vodovodů v členění podle použitých materiálů (souhrnně za celou společnost).

Na následujícím grafu jsou znázorněny délky řadů v kilometrech (zaokrouhleno na celé km nahoru) u jednotlivých okresů. Celková délka činí necelých 7 tis. km (rozvodné, průmyslové a odkalovací řady; do přehledu nejsou zahrnuty přiváděcí a svodné řady, které mají regionální charakter (slouží více okresům a proto by do jejich porovnání neměly vstupovat). Celková délka sítě SVS včetně přiváděcích a svodných řadů přesahuje 9 tis. km.



Obrázek 5: Délky rozvodné vodovodní sítě v okresech
Zdroj: Data SVS a.s.

Druhý ukazatel je zaměřený na poměr z celkové ceny sítě. Jinými slovy na to, kolik procent z celkové ceny sítě (reprodukční hodnoty podle metodického pokynu MZe) je alokováno u jednotlivých okresů. Celková cena za celou SVS činí přibližně 42 mld. Kč (v rozsahu sítě, která byl zmíněn dříve).

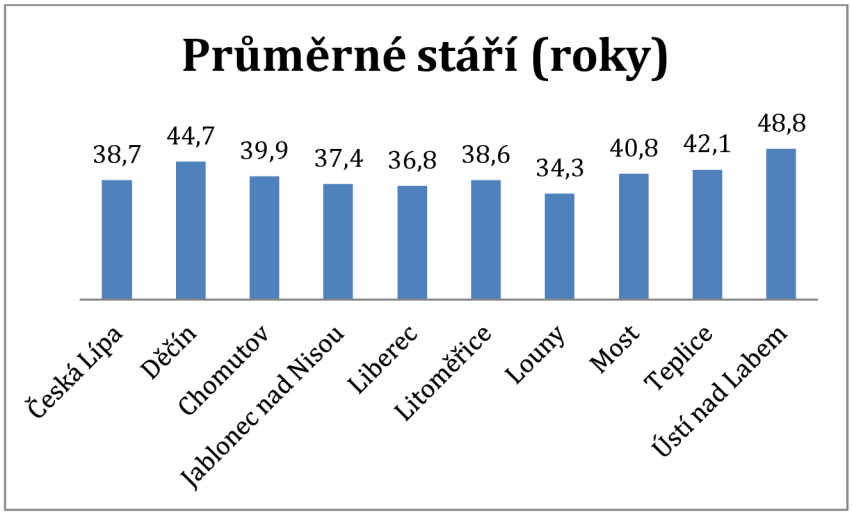


Obrázek 6: Poměr reprodukční ceny rozvodné sítě po okresech
Zdroj: Data SVS a.s.

Ukazatele stavu (opotřebení) sítě

Na míru opotřebení sítě v okresech lze usuzovat z několika ukazatelů, a to ze stáří úseků (tedy doba od výstavby jednotlivých částí nebo od doby poslední provedené rekonstrukce), z míry opotřebení jednotlivých částí (podíl stáří úseku a celkové kalkulované životnosti) a z měrných poruch a ztrát na systému.

Prvním z těchto ukazatelů, který můžeme vidět na obrázku, je průměrné stáří rozvodné sítě. Vzhledem k rozdílné délce a hodnotě dílčích úseků sítě jde o vážený průměr, kde jako váha byla využita cena (hodnota) příslušného úseku. Na prvním grafu je vyobrazeno stáří systému v jednotlivých okresech. Zde můžeme vidět, že okresy s největším průměrným stářím sítě jsou Ústí nad Labem, Děčín a Teplice. Lze očekávat, že čím větší je tato hodnota, tím více se tyto systémy blíží k hranici své životnosti a tudíž je velice pravděpodobné, že se do obnovy v těchto okresech bude muset v nejbližší době investovat. Tj. budou se muset alokovat finanční prostředky na obnovu.



Obrázek 7: Průměrné stáří sítě v jednotlivých okresech
Zdroj: Data SVS a.s.

Druhým ukazatelem opotřebení sítě je průměrná míra opotřebení, která udává poměr stáří (ke 31.12.2020) a životnosti příslušného materiálu.

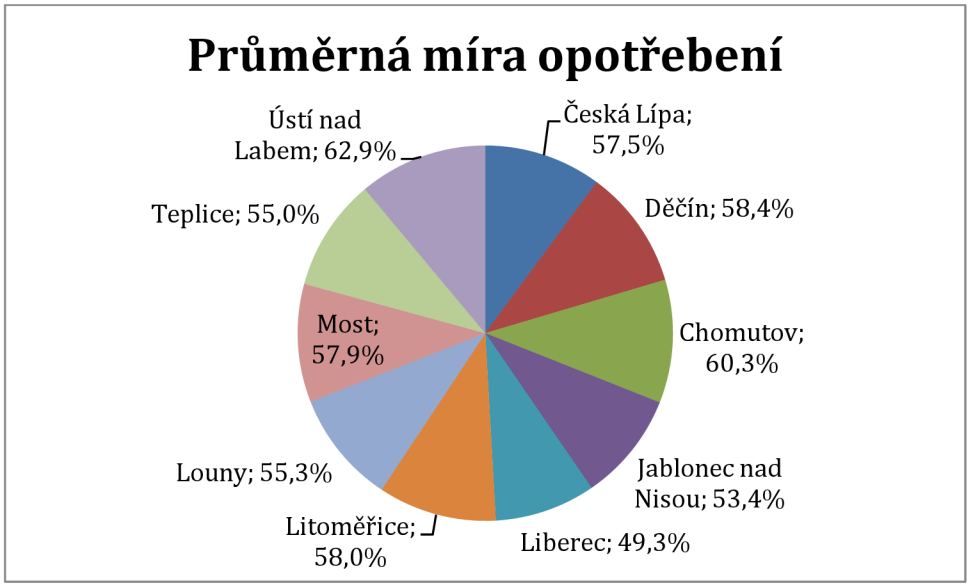
Životnost materiálu je obtížně stanovitelný údaj, vychází ze zkušeností výrobců, projekčních kanceláří a zejména samotných vodáren, které s potrubím pracují. SVS a SčVK dostupné údaje k životnostem vyhodnocují a uvádějí je v rámci plánu financování obnovy vodovodů a kanalizací pro potřeby stanovení míry opotřebení i k dalším účelům.

Tabulka 5: Životnosti materiálů - vodovody

Materiál	Doba životnosti (roky)
litina (všechny typy, průměrná hodnota)	90
ocel (všechny typy)	50
azbestocement	40
beton, železobeton	50
polyvinylchlorid	50
polyetylen (všechny typy)	50
polypropylen	50
sklolaminát	50
kamenina	100
sklo	50
ostatní typy a neznámé materiály	50

Zdroj: PFO SVS 2020

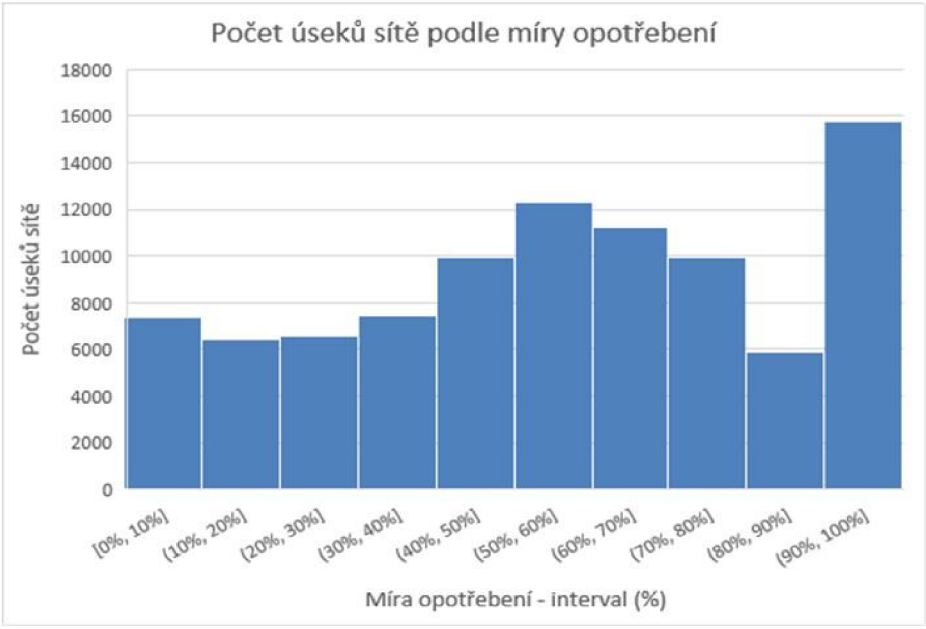
S využitím těchto údajů lze tedy stanovit míru opotřebení dílčích úseků sítě a provést sumarizaci za jednotlivé okresy i celou společnost. Celková míra opotřebení je opět stanovena jako vážený průměr podle ceny úseku.



Obrázek 8: Průměrná míra opotřebení sítě v jednotlivých okresech
Zdroj: Data SVS a.s.

Jako v předchozím grafu tak i zde můžeme vidět podobné výsledky. Okresy s nejvyšším procentem opotřebení jsou opět Ústí nad Labem, Děčín, místo Teplic je zde Chomutov.

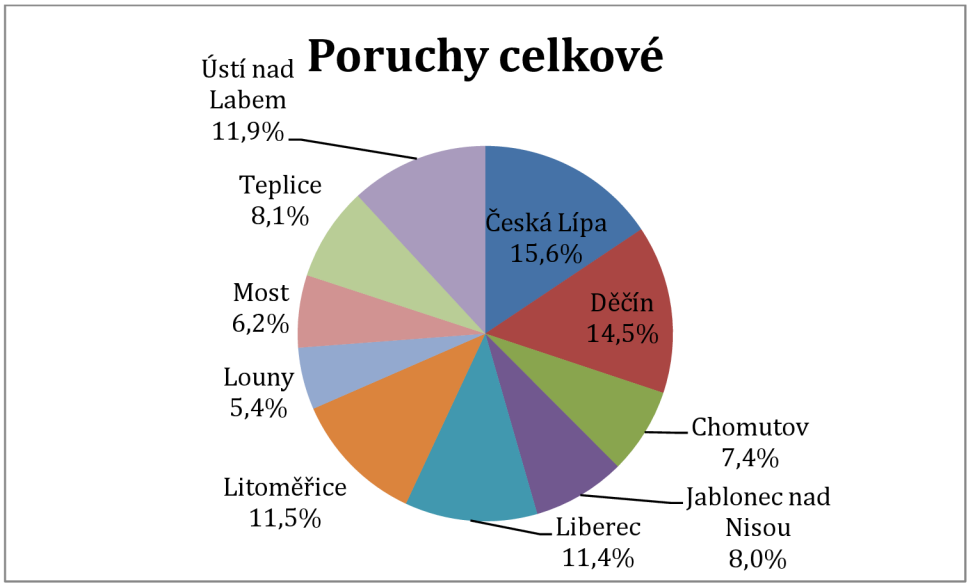
Na následujícím grafu (histogramu) je patrná struktura rozvodné vodovodní sítě na celém území SVS podle vypočtené míry opotřebení. Pro tento histogram jsme zvolili 10 intervalů tak, aby rozpětí každého bylo 10%.



Obrázek 9: Statistické rozložení rozvodné vodovodní sítě podle míry opotřebení
Zdroj: Data SVS a.s.

Z celkového počtu sledovaných 99 087 úseků rozvodné sítě není u 5 878 (5,9%) známo stáří, tj. nelze dopočítat míru opotřebení. Pro účely histogramu jsme zvolili rozdělení do 10 intervalů po úsecích po 10%. Střední hodnota míry opotřebení (medián) má hodnotu 57,8%, aritmetický průměr 56,3%. Za standardní hodnotu by v případě rozsáhlého souboru infrastruktury, jakým disponuje SVS, bylo možno považovat hodnotu 50% (rovnoměrné rozložení prvků sítě podle míry opotřebení – nového i dožívajícího potrubí). Vyšší míru opotřebení než 50% má 56 096 úseků sítě (60% úseků, 63% délky sítě), 13 807 úseků (14,8% úseků, 19,9% délky) má míru opotřebení vyšší než 90% (tj. včetně úseků, které jsou za hranicí své životnosti). Aktuální hodnoty tedy ukazují na vyšší opotřebení sítě a tedy vyšší očekávanou potřebu její obnovy v dalších letech.

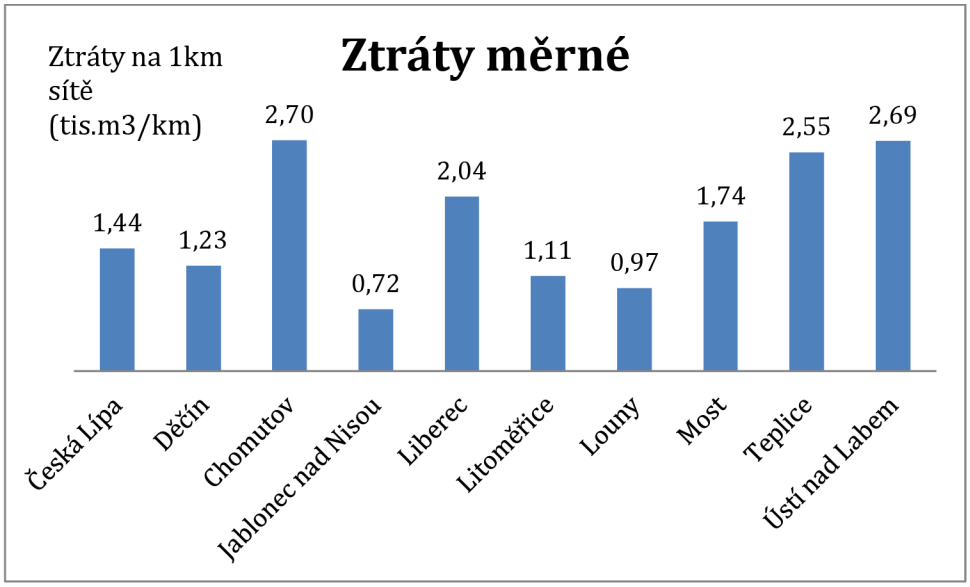
Množství poruch na síti i celkový objem ztrát pitné vody jsou ukazatele, které vypovídají jak o rozsahu sítě (při větší délce lze očekávat více poruch i větší ztráty), tak o fyzickém stavu vodovodů (horší stav – více poruch i ztrát). Lze je tedy jako kombinované uvažovat, nebo je modifikovat přepočtem na délku sítě. Tak získáme údaje, které vypovídají pouze o stavu, podobně jako stáří a míra opotřebení.
Pro potřeby této práce jsme zvolili ukazatel celkové množství poruch (podíly jednotlivých okresů) a měrné ztráty pitné vody (objem vody na 1 km sítě).



Obrázek 10: Podíl počtu poruch na vodovodech v jednotlivých okresech
Zdroj: Data SVS a.s.

Poruchovost je jedním z ukazatelů s velkou důležitostí, který by do značné míry měl ovlivňovat doporučení k alokaci prostředků do obnovy. Obrázek ukazuje okresy s největší poruchovostí - Česká Lípa, Děčín a Ústí nad Labem.

Měrné ztráty, tedy ztráty měřené na 1 km sítě (uváděno v tisících metrech krychlových na jeden kilometr potrubí) - zde se opět snažíme najit, v jakých místech se vyskytují největší ztráty a podle toho se dozvědět, kde je větší potřeba zásahu.



Obrázek 11: Měrné ztráty po okresech
Zdroj: Data SVS a.s.

Na rozdíl od poruch jsou okresy s nejvyšší mírou ztrát Chomutov, Ústí nad Labem a Teplice. Rozdíly mohou být dány např. dimenzemi potrubí ve velkých městech (při poruše na větším potrubí lze očekávat i vyšší objem ztrát) nebo rozsahem skrytých ztrát, které nejsou spojeny s evidovanými poruchami (např. úniky do vodního toku nebo do kanalizace).

Doplňující statistická analýza

V této kapitole provedeme doplňující statistické analýzy a vyhodnocení zpracovávaných údajů.

Metoda ABC

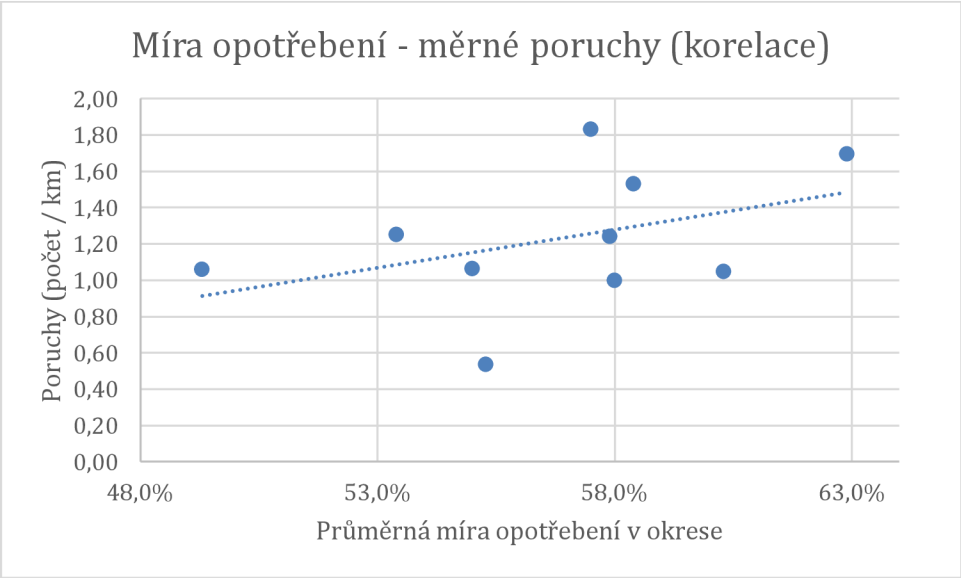
Použitím této metody se snažíme rozdělit určité údaje do tří skupin, které nám pomohou určit četnosti. V našem případě jsme jako příklad zvolili délky rozvodného potrubí v jednotlivých okresech, ke kterým jsme přiřadili kumulativní procento, a dále je rozřadili do tří skupin A, B a C. Kdy skupina A je v našem případě do 50%, skupina B od 50 do 80% a skupina C zahrnuje vše přesahující 80%. Díky tomuto rozdělení můžeme vidět, jaké okresy mají největší podíl na celkovém systému a tudíž na které by se firma mohla prioritně zaměřit. Pro získání podkladů pro alokaci prostředků je však třeba tuto metodu aplikovat komplexně, tj. i s využitím dalších ukazatelů (míra opotřebení, poruchy, ztráty …)

Tabulka 6: Použití metody ABC (délka sítě podle okresů)

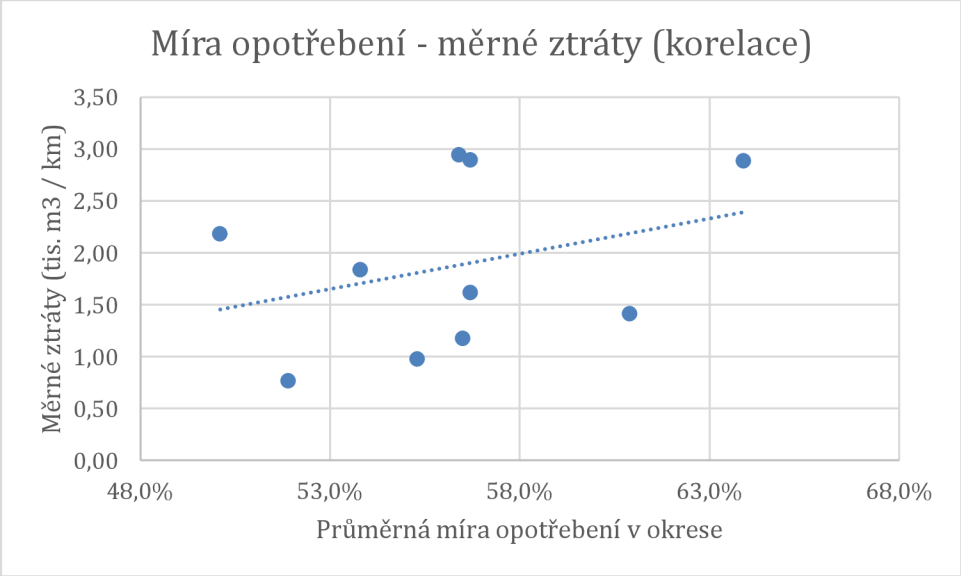
Okres	Délka řadů (m)	Podíl	Kumul.	Kategorie
Litoměřice	946091	13,8%	13,8%	A
Liberec	886197	12,9%	26,7%	A
Louny	819093	12,0%	38,7%	A
Děčín	778910	11,4%	50,0%	A
Česká Lípa	701954	10,2%	60,3%	B
Teplice	624784	9,1%	69,4%	B
Chomutov	580945	8,5%	77,9%	B
Ústí nad Labem	576189	8,4%	86,3%	C
Jablonec nad Nisou	526469	7,7%	94,0%	C
Most	413402	6,0%	100,0%	C
Celkový součet	**6854032**	**100,0%**		

Regresní a korelační analýza

V této práci jsme pouze informativně zkoumali závislost míry opotřebení vodovodní sítě (průměrné hodnoty v jednotlivých okresech), výskytu poruch v těchto okresech (měrný ukazatel počtu poruch na 1 km sítě) a objemu ztrát pitné vody (tis. m3 na 1 km sítě).



Obrázek 12: Korelace míry opotřebení a měrných poruch
Zdroj: Data SVS a.s.



Obrázek 13: Korelace míry opotřebení a měrných ztrát
Zdroj: Data SVS a.s.

V případě poruch je korelační koeficient 0,42, což lze charakterizovat jako střední míru korelace.(V případě poruch ρ = 0,2268). V případě ztrát pitné vody je koeficient ještě nižší (0,33), jde tedy o slabou míru korelace.(V případě ztrát je ρ = 0,3518). Příčinu nižší

závislosti obou parametrů lze přičítat způsobu pořízení dat (zejména u poruch může mít vliv rozdílná metodika jednotlivých provozů při evidenci poruch, v případě výpočtu míry opotřebení nelze exaktně stanovit životnosti materiálů), ale předmětné parametry spolu také nemusí příliš souviset z povahy věci (míra opotřebení, tj. parametr odpovídající stáří majetku, nutně neznamená horší stav majetku; na skutečný fyzický stav potrubí má vliv řada dalších parametrů, od období výstavby, přes technologické postupy při výstavbě, vnější vlivy – např. hustota provozu na komunikacích, výskyt bludných proudů apod.).

Vyhodnocení analytických prací, formulace doporučení

V předchozí kapitole jsme provedli analýzu dílčích statistických znaků zkoumaného souboru. Šlo o charakteristiky rozvodné vodovodní sítě SVS (délku, cenu, stáří, míru opotřebení, poruchy, ztráty), které jsme srovnávali po okresech, ve kterých SVS působí. Vzhledem k tomu, že vyhodnocení různých ukazatelů poskytuje rozdílné výstupy (důvody jsou zřejmé a jsou popsány výše), je třeba provést jejich syntézu, která by jednotlivé parametry kombinovala a poskytla využitelné výstupy. Za tím účelem je třeba dílčím znakům přiřadit váhy. Zpracovaný model umožňuje tyto váhy měnit, zkoumat dopad různých nastavení do celkových výsledků a zvolit jejich vhodnou kombinaci.

Váhy pracují s procentuálním principem, tudíž čím větší má ukazatel procento, tím větší význam (váhu) bude mít sledovaný ukazatel. Celkový součet vahmusí být 100%. Zvolený příklad nastavení vah je uveden v následující tabulce.

Tabulka 7: Nastavení vah pro dílčí ukazatele

Ukazatel	Váha ukazatele
Celková délka (m)	10%
Celková cena (Kč)	25%
Průměrné stáří (roky)	5%
Průměrná míra opotřebení (%)	20%
Celkové poruchy (počet)	25%
Měrné ztráty (tis. m^3/km)	15%
Celkem	100%

Zvolené nastavení kombinuje vliv ukazatelů charakterizujících rozsah i stav sítě.

Vyšší váha byla přiřazena ceně (hodnotě) majetku, protože její výpočet vychází z délky úseku, ale i z použitého materiálu a z průměru potrubí, takže lépe charakterizuje rozsah sítě, než její prostá délka.

Průměrné stáří majetku nelze z hlediska hodnocení jeho stavu považovat za příliš spolehlivý ukazatel. Jednak je míra opotřebení při stejném stáří rozdílná u různých materiálů (např. stáří 50 let je u plastových materiálů pravděpodobně na hranici životnosti, u tvárné litiny s protikorozní ochranou jsem ca na polovině očekávané doby provozu). Navíc, podle informací SVS, jsou stejné materiály z různých období různě kvalitní, takže například vodovod z počátku 20. století může být stále plně funkční, kdežto nekvalitní materiál z 80. let 20. století již vyžaduje výměnu. Z tohoto důvodu doporučuji tomuto ukazateli přiřadit nižší váhu.

Poruchovost je jedním z ukazatelů s velkou váhou, tedy ukazatelem který nás zajímá, a podle kterého formulujeme závěrečné doporučení.

Pro měrné ztráty není přiřazen tak velký váhový ukazatel jako u poruch, jelikož údaje ke ztrátám jsou k dispozici v menší podrobnosti a zahrnují i úniky na přiváděcích řadech.

Pro porovnatelnost vyhodnocení dílčích ukazatelů bylo nutno výstupy přepočítat na jednotný formát. Údaje o celkové délce, ceně a počtu poruch lze vyjádřit jako podíl jednotlivých okresů z celku (%). To není možné v případě přepočtených údajů – průměrného stáří, míry opotřebení a měrných ztrát. Tyto údaje byly tedy dále upraveny, aby shodně vyjadřovaly procentuální podíl z celku (proveden součet hodnot a vyjádření okresních údajů v %) .

Výsledné hodnocení s využitím kombinace ukazatelů a zvolených vah je uvedeno v tabulce dále. Zvýrazněny jsou 4 okresy s nejvyšším hodnocením, tj. s nejvyšší očekávanou potřebou prostředků na obnovu vodovodů.

Tabulka 8: Kombinované hodnocení ukazatelů

Okres	Délka řadů	Cena	Průměrné stáří	Průměrná míra opotřebení	Poruchy	Měrné ztráty	Výsledek
Česká Lípa	10,2%	9,4%	9,6%	10,1%	15,6%	8,4%	**11,0%**
Děčín	11,4%	11,0%	11,1%	10,3%	14,5%	7,2%	**11,2%**
Chomutov	8,5%	8,7%	9,9%	10,6%	7,4%	15,7%	**9,8%**
Jablonec nad Nisou	7,7%	7,9%	9,3%	9,4%	8,0%	4,2%	**7,7%**

Liberec	12,9%	14,0%	9,2%	8,7%	11,4%	11,9%	**11,6%**
Litoměřice	13,8%	12,8%	9,6%	10,2%	11,5%	6,5%	**11,0%**
Louny	12,0%	10,6%	8,5%	9,7%	5,4%	5,7%	**8,4%**
Most	6,0%	6,7%	10,1%	10,2%	6,2%	10,1%	**7,9%**
Teplice	9,1%	9,7%	10,5%	9,7%	8,1%	14,8%	**10,0%**
Ústí nad Labem	8,4%	9,2%	12,1%	11,1%	11,9%	15,6%	**11,3%**
Celkový součet	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**

Zdroj: Data SVS a.s.

S použitím metody ABC lze okresy rozdělit do skupin podle naléhavosti požadavků na obnovu sítě, resp. podle poměru alokovaných prostředků na obnovu, a to např. následujícím způsobem.

Tabulka 9: Použití metody ABC (kombinované hodnocení ukazatelů)

Okres	**Výsledné hodnocení - podíl (%)**	**Kumul. %**	**Kategorie**
Liberec	11,6%	11,6%	A
Ústí nad Labem	11,3%	22,9%	A
Děčín	11,2%	34,1%	A
Česká Lípa	11,0%	45,1%	A
Litoměřice	11,0%	56,1%	B
Teplice	10,0%	66,1%	B
Chomutov	9,8%	76,0%	B
Louny	8,4%	84,4%	C
Most	7,9%	92,3%	C
Jablonec nad Nisou	7,7%	100,0%	C
Celkový součet	**100,0%**		

Zpracováním statistických dat charakterizujících vodovodní síť lze tedy dospět k závěrům ohledně potřebné míry alokace prostředků do jednotlivých okresů (procentuální podíly na celku). Vzhledem k charakteru dat a způsobu jejich zpracování je však třeba výsledné poměry považovat za orientační a konečnou alokaci prostředků přizpůsobit dalším potřebám, zejména podloženým požadavkům z jednotlivých provozů SčVK.

Závěry a doporučení

Cílem této práce bylo pomocí vhodných statistických metod posoudit různé možnosti alokace prostředků do obnovy vodovodů a kanalizací Severočeské vodárenské společnosti) působící na českém trhu, ale i v podmínkách mezinárodního prostředí a odpovědět na to, zda-li umožňuje dostupný rozsah dat o vodovodech a kanalizacích SVS využití statistických metod při manažerském rozhodování o alokaci prostředků do obnovy tohoto majetku. Kromě těchto cílů bylo potřeba odpovědět na následující otázky:

- Do jaké míry lze při zpracování dostupných dat uplatnit statistické metody?
- Jaká je specifikace metod, jejich využitelnost, a účelnost?
- Jaká jsou na základě zpracování dat za rok 2020 s využitím statistických metod doporučení pro alokaci prostředků do obnovy vodovodů a kanalizací, popř. pro další postup při manažerském rozhodování v této věci?

V rámci bakalářské práce jsme v rámci statistického zjišťování převzali data provozovatele infrastruktury (SčVK) ktuální ke 31.12.2020, provedli jsme statistické zpracování údajů (třídění statistického souboru, výpočet základních číselných charakteristik a úvodní prezentace údajů). V rámci statistické analýzy jsme využili především metodu statistického porovnávání (kdy ze základní srovnávací jednotku byl zvolen okres), metody popisné statistiky, v omezené míře potom korelační analýzu. Na závěr byla provedena syntéza výsledků statistické analýzy a naznačeny možnosti manažerského využití údajů.

Závěrem lze konstatovat, že dostupný rozsah dat o vodovodech SVS umožňuje využití statistických metod při manažerském rozhodování o alokaci prostředků do obnovy tohoto majetku. Přestože nebylo provedeno analogické zpracování údajů o kanalizacích, máme za to, že i v jejich případě by závěry byly obdobné. Vzhledem k charakteru dat a způsobu jejich zpracování je však třeba výsledné poměry považovat za orientační a konečnou alokaci prostředků přizpůsobit dalším potřebám, zejména podloženým požadavkům z jednotlivých provozů SčVK.

Je třeba konstatovat, že statistické metody byly uplatněny pouze v omezené míře (z dostupné škály metod citovaných v literatuře); uplatnění dalších metod nad rámec této

práce může být předmětem dalšího ověřování ze strany SVS a SčVK, s možností využití externích kapacit (např. ve spolupráci s vysokými školami). Tato práce tedy odpovídá na otázku ohledně specifikace využitelných metod, ovšem bez nároku na úplnost.

Na základě zpracování dat za rok 2020 s využitím statistických metod doporučujeme prostředky do obnovy vodovodů a kanalizací alokovat (vyčlenit a přidělit) na základě kombinovaného vyhodnocení údajů o rozsahu a stavu sítě. Podle závěrů této práce je nejvyšší potřeba prostředků na obnovu vodovodů v rámci SVS v okresech Liberec, Ústí nad Labem, Děčín a Česká Lípa, nejnižší naopak v okresech Jablonec nad Nisou, Most a Louny.

Pro další postup při manažerském rozhodování o alokaci prostředků do obnovy vodovodů a kanalizací doporučujeme provedené hodnocení provádět a aktualizovat periodicky, např. 1x za 5 let, analyzovat údaje o poruchách a ztrátách pitné vody v časových řadách (vývoj, spolehlivost údajů) a v dalším období ověřit možnost využití dalších statistických metod k prohloubení znalosti o stavu sítě a potřebách obnovy, nejlépe v kombinaci s využitím dalších detailních údajů a znalostí provozů SčVK (např. místní znalost podmínek a funkčnosti sítě, kamerové prohlídky kanalizací, bodové hodnocení stavu sítě, výstupy ze zpracovaných studií apod.).

Seznam použité literatury

BRADLEY, Theresa, 2007. *Essential Statistics for Economics, Business and Management*. Chichester: John Wiley. ISBN 978-0-470-85079-4.

BRASE, H. Charles a Corrinne P. BRASE, 2018. *Undertanding Basic Statistic, metric version*. Eight edition. United States of America: Cengage. ISBN 978-1-337-78218-0.

CHVÁLOVÁ, Jindra. CO JE TO KONKURENCE. *Peníze.cz* [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: https://www.penize.cz/slovnik/konkurence

CentralBankNews.info: Central banks speed up policy tightening week 5, 2022 [online]. Singer Island: Newstex, 2022. Copyright - Copyright Newstex Feb 6, 2022; Poslední aktualizace - 2022-02-06. Dostupné také komerčně z databáze Proquest. Dostupné z: https://www.proquest.com/docview/2625643630/195E98CD234C41B9PQ/12?accountid=17116

Co jsou dotace ve smyslu českých zákonů?. In: *Oziveni.cz* [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: https://www.oziveni.cz/faqs/co-jsou-dotace-ve-smyslu-ceskych-zakonu/

CYHELSKÝ, Lubomír, Richard HINDLS a Jana KAHOUNOVÁ, 1996. *Elementární statistická analýza*. Praha: Management Press. ISBN 80-859-4318-2.

EVANS, D. James, 1996. *Straightforward statistics for the behavioral sciences.* [online]. Pacific Grove : Brooks/Cole Pub. Co. [cit. 2022-05-12]. ISBN 0534231004 9780534231002. Dostupné z: https://www.worldcat.org/title/straightforward-statistics-for-the-behavioral-sciences/oclc/32465263

Pearsonův korelační koeficient: Math and Stats Support centre, Katedra aplikované matematiky a informatiky Ekonomicko-správní fakulty Masarykovy univerzity. [online]. Masarikova univerzita [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: https://mathstat.econ.muni.cz/media/12657/pear_cor.pdf

Programové období 2021–2027: Operační programu Životní prostředí. *Opzp.cz* [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: https://www.opzp.cz/opzp-2021-2027/

PORTYŠ, Michal. *Vliv změny devizových kurzů na export,import zboží,služeb a kapitálu v České republice*. Pardubice, 2009. Dostupné také z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/34938/PortysM_Vliv_zmeny_LC_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Bakalářská práce. UNIVERZITA PARDUBICE FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ. Vedoucí práce Ing. Liběna Černohorská, Ph.D.

PACÁKOVÁ, Viera a kolektív. *Štatistické metódy pre ekonómov*. Bratislava: Iura Edition, 2009. Ekonómia. ISBN 978-80-8078-284-9.

SKUPINA SEVEROČESKÁ VODA: Historie a aktuální stav projektu [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: https://www.svs.cz/cz/spolecnost/vize-cile/vyznamne-projekty/provoz-vodovodu-kanalizaci-po-roce-2020/historie-aktualni-stav-projektu/

Severočeská vodárenská společnost a.s.: Výroční zpráva 2020 [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: https://www.svs.cz/files/vz/vz-2020.pdf

SEVEROČESKÁ VODÁRENSKÁ SPOLEČNOST A.S., 2013. *20 let SVS Ohlédnutí a poděkování*. Teplice. Vydáno pro vlastní potřebu společnosti.

TUHOVČÁK, L., KUČERA, T. and SUCHÁČEK, T. Technical Auditing of Water Supply Systems - Part 1: The Complex Methodology. *Water Science & Technology*, 08, 2018, vol. 18, no. 4. pp. 1133-1140 ProQuest Central. ISSN 16069749. Dostupné z: https://doi.org/10.2166/ws.2018.061.

Vodovody a kanalizace České republiky 2020. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021. ISBN 978-80-7434-627-9. Dostupné také z: https://eagri.cz/public/web/mze/voda/osveta-a-publikace/publikace-a-dokumenty/vodovody-a-kanalizace/vodovody-a-kanalizace-2020.html

Vodovody a kanalizace [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/mze/dotace/narodni-dotace/dotace-ve-vodnim-hospodarstvi/vodovody-a-kanalizace/

Změny sazby DPH dodání vody. *EKP* [online]. Praha, 8.6.2020 [cit. 2022-05-06]. Dostupné z: https://www.ekp.cz/novinky-blog/zmeny-sazby-dph-dodani-vody/

Zákon č. 89/2012 Sb. § 502: občanský zákoník, 2012. *Zákonyprolidi* [online]. Praha, 3. února 2012 [cit. 2022-05-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-89