

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



PRIMÁRNÍ PRODUKCE BIOMASY V ZÁVISLOSTI
NA ABIOTICKÝCH VLIVECH
Z VEŘEJNÉ ZELENĚ
VE FRANTIŠKOVÝCH LÁZNÍCH

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Diplomant: Bc. Ladislav Lokajíček

2019



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce:	Bc. Ladislav Lokajíček
Studijní program:	Krajinné inženýrství
Obor:	Regionální environmentální správa
Vedoucí práce:	doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	Primární produkce biomasy v závislosti na abiotických vlivech z veřejné zeleně ve Františkových Lázních
Název anglicky:	Primary production of biomass depending on abiotic effects in public greenery in Františkovy Lázně
Cíle práce:	Jedním z cílů diplomové práce je zpracování všech dostupných dat vztahujících se k primární produkci biomasy z veřejné zeleně Města Františkovy Lázně za rok 2016 - 2018 a přiřadit data k jednotlivým lokalitám veřejné zeleně členěných dle pasportu. Dalším cílem diplomové práce je vyhodnotit primární produkci v jednotlivých lokalitách ve vztahu k abiotickým vlivům (teplota vzduchu, vodní srážky). Takto získaná data jsou kvantifikována a je definováno kolik dané biomasy je využitelné a k jakému účelu. Vyhodnocení takto získaných dat může být součástí některých z faktorů potřebných při rozhodování o pořízení technologie, která bude biomasu z údržby veřejné zeleně pro Město Františkovy Lázně využívat.
Metodika:	Metodika k vyhodnocení primární produkce biomasy z údržby veřejné zeleně sestává ze čtyř částí. V první části je proveden sběr dat vztažených k množství biomasy a plochám ve vlastnictví Města Františkovy Lázně, ze kterých byla biomasa získávána. Tato data jsou poskytnuta správcem zeleně Města Františkovy Lázně. Ve druhé části jsou sbírána data vztažená k teplotám vzduchu a úhrnu srážek ve Františkových Lázních. Tato data jsou získána z veřejného portálu. Ve třetí části budou všechna data roztríděna a přiřazena dle jednotlivých kritérií - sledovaný rok, produkce v daném roce, konkrétní plocha rozčleněná dle pasportu veřejné zeleně města, teplota vzduchu a úhrny srážek. Ve čtvrté části jsou všechna prostorová data uložena do Geografického informačního systému (GIS), pomocí kterého jsou analyzována.

Na základě těchto analýz jsou vytvořeny potřebné výstupy včetně mapových.

Doporučený rozsah práce: 50 stran textu

Klíčová slova: produkce biomasy, biomasa a veřejná zeleň, travní biomasa, primární produkce

Doporučené zdroje informací:

1. AITKEN W.D.: Bílá kniha ISES, Přechod k obnovitelným zdrojům energie budoucnosti. Internacional solar energy society. Freiburg. S. 92.
2. ANDERT at al., 2007: Energetické využití trav a travních směsí. In Příručka pro pěstování, spalování a využití trav při výrobě bioplynu. Vydavatel Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha 2007. ISBN: 978-80-86884-35-6. S. 110.
3. CELJAK, Ivo: Biomasa je nezbytná součást lidského života. Biom.cz [online]. 2008-12-22 [cit. 2011-11-10].
4. GOLUBIEWSKI N. E., 2006: Urbanization Increases Grassland Carbon Pools: Effects Of Landscaping In Colorado's Front Range. Ecological Applications, vol. 16, P. 555-571
5. HAVLÍČKOVÁ K. 2005: Metodika analýzy potenciálu biomasy pro zájmové území. Obnovitelné zdroje energie pro venkov i teplárenství. Sborník konference Ministerstva životního prostředí.
6. CHIESURA A. 2004: The role of urban parks for the sustainable city. Landscape and Urban Planning, S. 129 – 138.
7. KAVKA B., ŠINDELÁŘOVÁ, J., 1978: Funkce zeleně v životním prostředí. PRAHA.
8. TEMESGEN H. et al., 2011: Sampling Strategies for Efficient Estimation of Tree Foliage Biomass, Forest Science, vol. 57, P. 153-163

Předběžný termín obhajoby: 2018/19 LS – FŽP

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením doc. Mgr. Marka Vacha, Ph.D.“

„Konzultováno bylo s RNDr. Karlem Najmanem“.

„Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

„Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém“.

V Plané

.....

28.2. 2019

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni s touto prací, zvláště pak RNDr. Karlu Najmanovi.

V Plané 28.2. 2019

Primární produkce biomasy v závislosti na abiotických vlivech ve veřejné zeleni ve Františkových Lázních

Abstrakt:

Tato práce má charakter experimentální diplomové práce, ve které se zpracovávají již existující dostupná data. Jedním z cílů diplomové práce je zpracování všech dostupných dat vztahujících se k primární produkci biomasy z veřejné zeleně Města Františkovy Lázně za rok 2016 – 2018. Data jsou roztříděna a přiřazena k jednotlivým lokalitám veřejné zeleně členěných dle pasportu. Druhým cílem diplomové práce je vyhodnotit primární produkci v jednotlivých lokalitách ve vztahu k abiotickým vlivům (teplota vzduchu, vodní srážky) a porovnat závislost produkce na těchto vlivech v jednotlivých měsících a letech. Třetím cílem je vygenerovat potřebné informace k případnému využití biomasy.

Metodika k vyhodnocení primární produkce biomasy z údržby veřejné zeleně sestává ze čtyř částí. V první části je proveden sběr dat vztažených k množství biomasy a plochám ve vlastnictví Města Františkovy Lázně, ze kterých byla biomasa získávána. Tato data jsou poskytnuta správcem zeleně Města Františkovy Lázně. Ve druhé části jsou sbírána data vztažená k teplotám vzduchu a úhrnu srážek ve Františkových Lázních. Tato data jsou získána od Českého hydrometeorologického ústavu. Ve třetí části jsou všechna data k produkci biomasy přiřazena k teplotním a srážkovým datům dle měsíců v jednotlivých letech. Následně jsou dle možností přiřazeny ke konkrétním lokalitám, členěným dle pasportu veřejné zeleně. Ve čtvrté části jsou všechna získaná a upravená data uložena do Geografického informačního systému (dále jen GIS), pomocí kterého jsou analyzována. Na základě těchto analýz jsou vytvořeny potřebné výstupy včetně mapových. Z analýz vyplývají i další zajímavé informace, zajímavosti i zákonitosti, které nejsou hlavními cíli této práce, ale mohou posloužit k jinak zaměřenému zpracování a vyhodnocení.

Získaná data jsou kvantifikována, z nichž je definováno, kolik dané biomasy je využitelné a k jakému účelu. Vyhodnocení takto získaných dat může být součástí některých z faktorů potřebných při rozhodování o pořízení technologie, která bude biomasu z údržby veřejné zeleně pro Město Františkovy Lázně využívat.

Klíčová slova:

produkce biomasy, biomasa a veřejná zeleň, travní biomasa, primární produkce

Primary production of biomass depending on abiotic effects in public greenery in Františkovy Lázně

Abstract:

This work has the character of an experimental thesis in which existing data are processed. One of the aims of this diploma thesis is the processing of all available data related to the primary production of biomass from the public greenery of Františkovy Lázně for the years 2016 - 2018. The data are categorized and assigned to the individual public green areas divided according to the passport. The second aim of this diploma thesis is to evaluate the primary production in individual localities in relation to abiotic influences (air temperature, water precipitation) and to compare production dependence on these influences in individual months and years. The third objective is to generate the necessary information for the possible use of biomass. The methodology for evaluating primary biomass production from public green maintenance consists of four parts. In the first part, the collection of data related to the amount of biomass and the areas owned by the town of Františkovy Lázně, from which the biomass was obtained. This data is provided by the manager of the green town of Františkovy Lázně. In the second part are collected data related to air temperatures and total precipitation in Františkovy Lázně. This data is obtained from the Czech Hydrometeorological Institute. In the third part, all data for biomass production are assigned to temperature and rainfall data by months in individual years. Subsequently, they are assigned to specific localities, broken down according to the public green passport. In the fourth part, all acquired and modified data are stored in the Geographic Information System (GIS) through which they are analyzed. Based on these analyzes, the necessary outputs, including maps, are created. The analysis also reveals other interesting information, interests and laws, which are not the main goals of this work, but can serve for other purposeful processing and evaluation. The data obtained are quantified, which defines how much biomass is usable and for what purpose. The evaluation of the data thus obtained can be part of some of the factors needed to make the decision to acquire the technology that will use biomass for maintenance of public green areas for the town of Františkovy Lázně.

Key words: biomass production, biomass and public greenery, grass biomass, primary production

OBSAH

1. Úvod	9
2. Cíle práce	10
3. Metodika	11
3.1 Prostorové uspořádání cílových ploch	11, 12, 13, 14
3.2 Data – biomasa	14
3.3 Data – teploty, vodní srážky	14, 15
3.4 GIS	16, 17, 18, 19, 20, 21
4. Biomasa	21
4.1 Druhy bioodpadů a jejich využití	22, 23, 24
4.2 Biologicky rozložitelný odpad	25
4.3 Produkce biomasy	25, 26
5. Charakteristika zájmového území	26
5.1 Charakteristika města, historie	27
5.2 Přírodní podmínky	27
5.2.1 Geologie	29, 30
5.2.2 Geomorfologie	30
5.2.3 Hydrogeologie	31, 32, 33
5.2.4 Klimatické podmínky	33, 34
5.2.5 Pedologie	34, 35, 36, 37
5.2.6 Fauna a flóra	37, 38
6. Výsledky práce	38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
7. Diskuse	44, 45, 46
8. Závěr a přínos práce	47, 48
9. Přehled literatury a použitých zdrojů	48, 49, 50, 51, 52, 53
10 Seznam obrázků	53, 54
11 Seznam tabulek	54
12 Seznam příloh	54
13 Použité zkratky	54

1 Úvod

V současné etapě vývoje lidské společnosti dochází k neustálému růstu životní úrovně a kulturního stylu. Vedle kladných znaků sebou tento vývoj přináší i mnoho problémů. Jedním z nich je produkce odpadů. Aby bylo trvale udržitelné cokoliv produkovat, je nezbytné se zabývat životním cyklem produktů a odpady vzniklé během celého cyklu produktu nadále využívat nebo zcela vyloučit. V České republice v současné době evidujeme značné množství odpadů, které pocházejí z výrobních a jiných lidských činností. My se budeme v této práci zabývat odpadem, který by za jistých okolností odpadem být nemusel a který se dá beze zbytku využít jako vstupní surovina k dalšímu využití. Jedná se o biomasu získanou z veřejné zeleně. Vždy, když se hledá nový potenciální zdroj biomasy k jejímu využití, je třeba si položit několik otázek. Je uvažovaná biomasa pro obyvatele regionu opravdu zajímavým a využitelným zdrojem? Měla by být zařazena mezi využívané alternativní zdroje energie? K posouzení potenciálu biomasy z údržby veřejné zeleně na konkrétním území a jeho významu je nutné jednak kvantifikovat množství zdrojů a dále určit, zda je uvažovaná biomasa skutečně využitelná. Nový zdroj biomasy je důležité na začátku reálně posoudit, aby nedošlo k falešným očekáváním. Před jakýmkoliv dalším posouzením biomasy z údržby veřejné zeleně (v angličtině byl zvolen termín „biomass from landscape conservation and maintenance work“, dále jen LCMW) je zásadní získat základní informace o této biomase jako zdroji, včetně informací o tom, jak je v daném regionu rozšířena, nebo jaká plocha je udržována (greenGain ©2016).

Tato práce je zaměřena na jeden z problémů související se správou veřejné zeleně (dále jen VZ) ve Františkových Lázních. Celkové náklady na údržbu VZ tvoří značnou část rozpočtu města, proto se hledají různé způsoby, jak výdaje na její údržbu

a likvidaci bioodpadu minimalizovat a vynakládat finanční prostředky efektivněji. Analýza provedená v této práci má poukázat na celkový objem biomasy vyprodukované v letech 2016 – 2018. Dále bude zkoumána závislost produkce biomasy v řešené oblasti na klimatických podmínkách. Získaná data budou zpracována, biomasa kvantifikována. Získané výsledky mohou být jedním z podkladů při rozhodování elit řídicích město Františkovy Lázně, jak a kde ušetřit finanční prostředky. Zpracování biomasy z VZ a její využití kompostováním v městské kompostárně, o kterém se již několik let ve Františkových Lázních uvažuje, je jeden ze způsobů.

2. Cíle práce

Prvním z cílů práce je zpracování dat vztahujících se k primární produkci biomasy z VZ ve Františkových Lázních. Data se vztahují k letům 2016 – 2018. VZ ve Františkových Lázních je členěna dle pasportu zeleně na jednotlivé lokality. Všechna data související s pasportem zeleně a produkcí biomasy jsou poskytnuta správcem zeleně Města Františkovy Lázně. Jsou přiřazena k jednotlivým základním plochám (dále jen ZP) a konkrétním kalendářním měsícům v letech 2016, 2017 a 2018. Pasport obsahuje výměry 127 ZP VZ.

Druhým cílem je zpracování dat vztahujících se k teplotám vzduchu a dešťovým srážkám v dané oblasti za stejné období, let 2016, 2017 a 2018. Data k teplotám vzduchu a dešťovým srážkám jsou získána od Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen ČHMÚ) a úkolem je posoudit jejich rozkolísanost během let 2016 – 2018. Data budou taktéž porovnána s údaji v širším časovém rámci.

Třetím cílem je všechna získaná data zpracovat, porovnat a posoudit jejich vzájemné souvislosti a vztahy. Určit, zda je vhodné a možné biomasu/bioodpad využít pro kompostování a navrácení cenného organického materiálu zpět do půdy VZ.



Obr.1: Park u Glauberovy dvorany (autor ©2018)

3. Metodika

K vyhodnocení produkce travní biomasy (fytomasy, nadzemní části) z VZ bylo přistoupeno k vytvoření vlastní metodiky, vycházející ze statistických záznamů, zkušeností a důvěrné znalosti terénu správce zeleně, ze znalostí zaměstnanců provádějících údržbu a vlastních zkušeností v oboru. Aby bylo dosaženo cílů této práce, bylo postupováno v několika krocích:

- určení cílových ploch a jejich prostorové uspořádání (kapitola 3.1)
- zpracování dat vztahujících se k produkci biomasy/bioodpadu z VZ, přiřazení k cílovým plochám a jejich kvantifikace (kapitola 3.2)
- zpracování dat poskytnutých ČHMÚ, vztahujících se k zájmové oblasti (kapitola 3.3)
- zpracování nově uspořádaných cílových ploch a jejich vizualizace s využitím softwaru ArcGIS 10.6.1 (kapitola 3.4)
- shrnutí výsledků a jejich vyhodnocení (kapitola 6., 7 a 8)

3.1 Prostorové uspořádání cílových ploch

Aby bylo možné určit potenciál cílových ploch z hlediska produkce biomasy /bioodpadu, je nutné vycházet ze stávajícího pasportu VZ ve Františkových Lázních. Tento pasport byl poskytnut správcem VZ se svolením Městského úřadu, odbor stavební a životního prostředí se všemi údaji, které obsahoval. Spolu s pasportem byla poskytnuta veškerá data udávající produkci biomasy/bioodpadu v jednotlivých letech i kalendářních měsících. Tato část práce byla řešena v úzké spolupráci se správcem VZ i zaměstnanců, kteří se podílejí na údržbě. Zkušenosti těchto konzultantů jsou od samého počátku právě v této fázi hodnoceny jako velmi přínosné a nezastupitelné.

VZ ve Františkových Lázních se dle pasportu člení na 127 ZP o celkové rozloze 912 811 m². Výměry jsou uváděny v metrech čtverečních (m²) a hektarech (ha). Pro potřeby této práce byla data sloučena a rozčleněna do čtyř oddílů, tvořících celky, které jsou si polohou, rozlohou, sluneční expozicí, typem stresu, počtem sečí, zápojem dřevin, vegetačním pokryvem velmi podobné. Správcova zkušenost

a znalost místních poměrů byla přínosem především při rozhodování u ZP, u kterých nebylo zcela jednoznačné, do jakého oddílu konkrétní ZP zařadit. ZP VZ ve Františkových Lázních nejsou stejně jako v jiných obcích či městech stejného charakteru, proto mají i odlišnou produkci biomasy. Protože jsou si některé ZP velmi podobné svým charakterem a způsobem údržby, je již výše zmíněných 127 ZP sloučeno do čtyř oddílů. Znamená to například, že travnatý pás ve městě podél ulice „X“ má prakticky stejnou produkci biomasy v přepočtu na 1 m² jako travnatý pás podél ulice „Y“, nacházející se taktéž v některém z městských bloků. Travnatý pás „X“ i „Y“ se nacházejí v městských blocích s podobnými půdními podmínkami, se stejnou nebo podobnou expozicí světla, se stejným typem údržby a s podobným typem stresování. Podobné jsou si zelené plochy na sídlišťích, stejně jako veřejná zeleň v parcích. Účelem této práce není posoudit produkci biomasy každé ZP, ale zaznamenat zjevné diference a vztahy ke klimatickým podmínkám 4 oddílů sloučených ploch, lišících se svým charakterem. Takřka všechny oddíly VZ se nacházejí na slatinných půdách, proto jsou růstové podmínky z tohoto pohledu vyrovnané. ZP jsou v této práci členěny na „parky a lesoparky“, „louky a volné plochy“, „zelené pásy a plošky“ a „Mulčované plochy“.

Oddíl „parky a lesoparky“ zaujímá plochu 58,9 ha a tvoří jej 30 ZP (tab.1, příloha 2), které jsou zastoupeny především městským parky a lesoparky. Plochy v tomto oddílu jsou charakteristické především zastoupením dřevin na plochách. V parcích se jedná o dřeviny listnaté, v lesoparcích se jedná o smíšené porosty s převládajícím zastoupením dřevin jehličnatých. V obou případech jde o plochy s měnícím se zápojem dřevin. Parky ve Františkových lázních tvoří jakýsi prsteneček kolem historického jádra města, lesoparky se nacházejí v okrajových částech katastru města. Na těchto plochách je prováděna seč travníků s menší četností, v porovnání s plochami v jiných oddílech. V některých částech seč zcela odpadá. Oproti rozvolněným plochám zde vyšší produkce biomasy – listů než travní biomasy. V této práci uvádíme biomasu ze všech ZP jako biomasu travní. Určit produkci biomasy z jednotlivých stromů je velmi náročné, kdy není uvažováno pouze listů, ale i větve. Existují způsoby výpočtů vycházejících ze snadno měřitelných vlastností stromů, kterými jsou průměr kmenu v různých výškách, poměr výšky koruny k výšce celého stromu, výška kmenu k začátku koruny nebo propustnosti koruny stromu pro sluneční záření. Tento přístup (a další jiné) je však zatížen velkou chybou způsobenou rozdílností druhů, samotných jedinců, věkem, či počtem větví jednotlivých stromů (Temesgen 2011). Účelem této práce není posoudit produkci

biomasy z korun stromů a travní biomasu zvláště, ale celkovou biomasu pro účely zbudování kompostárny.

Oddíl „louky a volné plochy“ v sobě zahrnuje plochu 24,9 ha a skládá se ze 49 ZP (tab.1, příloha 3). Oddíl tvoří zejména louky, zelené plochy na sídlištích a zelené pásy podél komunikací v okrajových částech města. Na plochách v tomto oddílu jsou dřeviny zastoupeny minimálně v porovnání s plochami parkovými – oddíl „parky a lesoparky“. Nejedná se o kompaktní celky dřevin, jde zpravidla o solitery, případně aleje podpořené okrasnými keři. Na těchto plochách panují zcela odlišné podmínky pro růst trávy, produkce listů je v porovnání s oddílem „parky a lesoparky“ minimální. Plochy jsou exponované z pohledu dopadu slunečního záření i pohybu obyvatel. Četnost sečí je vyšší.

Oddíl „zelené pásy a plošky“ zaujímá rozlohu 2,8 ha a skládá se ze 43 ZP (tab.1, příloha 4). Tento oddíl tvoří travnaté pásy podél komunikací, malé travnaté plochy v městské zástavbě a úzké pásy podél záhonů. ZP tohoto oddílu jsou charakteristické svým poměrem značného počtu ZP (33,8% z celkového počtu) k velmi malé výměře (3,1% z celkové plochy). ZP, které tvoří tento oddíl, mají zpravidla liniový charakter, kdy jsou často stresovány ze všech směrů. Mají velmi nízkou retenční plochu, a jsou mnohem více vystavovány mechanickým stresům plynoucích především z dopravního provozu, ale i pěších.

Dochází v porovnání se ZP v ostatních oddílech k nepoměrně většímu zhutnění půdy a tím zhoršení růstových podmínek.

Oddíl „mulčované plochy“ zaujímá rozlohu 4,7 ha a skládá se z 5 ZP (tab.1, příloha 5). Zahrnuje plochy blízké svým charakterem plochám v oddílu „louky a volné plochy“. Růstové podmínky jsou si velmi podobné. Jeden z faktorů, proč se plochy pouze mulčují, je jejich umístění. Plochy se nacházejí zpravidla v extravilánu města a není z hlediska atraktivity a efektivity nákladů spojených s údržbou nutné provádět seč. Jedná se stejně jako u oddílu „louky a volné plochy“ například o louky a příkopy podél komunikací. Protože tato práce řeší plochy VZ produkující biomasu, nejsou plochy v tomto oddílu uvažovány v analýzách produkce. Plochy jsou ale součástí VZ města Františkovy Lázně a lze s nimi v budoucnu počítat jako s možným producentem biomasy. Protože se v současné době biomasa ponechává na místě, lze pouze kvalifikovaně odhadnout produkci biomasy na těchto plochách.

č. oddílu	oddíl	výměra [ha]	%	počet ploch	%
1	Parky a lesoparky	58,9	64,5	30	23,7
2	Louky, volné plochy	24,9	27,3	49	38,6
3	Zelené pásy a plošky	2,8	3,1	43	33,8
4	Mulčované plochy	4,7	5,1	5	3,9
Celkem		91,3	100	127	100

Tab.1: Členění ploch do oddílů, jejich počet a výměra (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně, upravil autor)

3.2 Data – biomasa

Data vztahující se k produkci biomasy z VZ ve Františkových Lázních byla poskytnuta spolu s daty k ZP taktéž správcem zeleně. Jedná se o data evidovaná správcem zeleně v roce 2016, 2017 a 2018. Hmotnost biomasy budeme uvádět v tunách (t) a gramech (g). Biomasa zahrnuje veškerou posečenou trávu a shrabané listí na daných lokalitách v daném měsíci v konkrétním roce. Jedná se o hmotnost čerstvě posečené trávy a shrabaného listí, které jsou několika dodavateli provádějících údržbu zeleně bezprostředně odváženy na skládku. Na skládce je bioodpad zvážen a na základě vážních lístků a (a dalších výkazů) dodavatel vystaví správci fakturu. Správce zeleně všechny vážní lístky eviduje a archivuje. Pro účely této práce jsou data poskytnutá správcem použitelná z hlediska vypovídací hodnoty především proto, že výše zmíněným jednotným způsobem údržby, tj. okamžitého odvozu bioodpadu na skládky, jsou řešeny všechny plochy VZ a v každém období. Data k suché i mokré biomase od různých dodavatelů v různém období sebou přináší spoustu kombinací a variant. Byla by víceméně nepoužitelná. V tomto případě se nejedná o metodický přístup správce zeleně, ale jedná se o skutečnost vyplývající především z technologie současného (převážně) sekání parkových a dalších městských ploch. Trávník je posečen zahradní technikou, kdy je travní biomasa (listí) sebrána do sběrače. Po naplnění je vysypána do kontejneru (valníku) a okamžitě odvážena na skládku. Veškerá data k biomase jsou zpracována (tab.2) a pomocí grafů (obr.28, obr.29) vyhodnocena (kapitola 6.).

3.3 Data – teploty, vodní srážky

Data udávající teploty a úhrny srážek v letech 2016 - 2018 byla poskytnuta ČHMÚ, regionálním pracovištěm v Plzni (stanice Cheb a Františkovy Lázně). Měsíční

a roční průměrné úhrny srážek jsou uvedeny v milimetrech (tab.5 a 6), měsíční a roční průměrné teploty jsou uvedeny ve stupních Celsia (tab.4 a 6).

Aby mohla být data vyhodnocena pomocí grafů (obr.24 - 27), byla zpracována do tabulky (tab.3). Údaje v tabulkách jsou vyhodnoceny grafy, pomocí kterých jsou data vyhodnocena a dána do souvislostí s jinými daty a jejich výstupy (kapitola 6, 7).

měsíc	Produkce biomasy v letech [tuna]		
	2016	2017	2018
I	2,71	6,43	4,26
II	21,16	9,87	14,66
III	48,51	35,67	42,36
IV	68,44	28,42	56,54
V	176,22	122,38	129,47
VI	131,22	79,46	96,52
VII	58,11	54,93	21,45
VIII	86,68	64,72	10,01
IX	47,55	39,9	31,29
X	99,12	86,93	97,23
XI	33,9	23,3	85,78
XII	4,09	0	3,04
CELKEM	777,71	552,01	592,61

Tab.2: Produkce biomasy ve veřejných plochách v jednotlivých letech (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně, upravil autor)

Měsíc	Srážky [mm] za rok			Teplota [°C] za rok			Biomasa [tuna] za rok		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
I.	59,1	30,9	80,5	-0,7	-5,1	2,5	2,71	6,43	4,26
II.	55,4	20	6,1	2,1	1,5	-3,3	21,16	9,87	14,66
III.	34,1	48,7	42	2,9	6,3	1,3	48,51	35,67	42,36
IV.	33,8	39,5	24	7,5	7	12,3	68,44	28,42	56,54
V.	42,6	36,1	119,5	13,2	14	15,4	176,22	122,38	129,47
VI.	132,4	85,1	39,3	16,9	18,1	17,3	131,22	79,46	96,52
VII.	110,1	84,9	18,5	18,3	18,4	20,1	58,11	54,93	21,45
VIII.	31,6	123,4	27	17,1	18	20,3	86,68	64,72	10,01
IX.	91	54	54,6	15,6	11,3	14,2	47,55	39,9	31,29
X.	43,1	71,2	19,9	7,6	9,8	9,6	99,12	86,93	97,23
XI.	45,6	63,3	16,6	2,6	3,7	3,8	33,9	23,3	85,78
XII.	15	60,3	78,1	-0,2	0,8	2,1	4,09	0	3,04
průměr celkem	693,8	717,4	526,1	8,6	8,7	9,6	777,71	552,01	592,61

Tab.3: Klimatické podmínky v jednotlivých letech (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)



Obr.2: U Glauberovy dvorany (autor© 2018)

Měsíční průměrné teploty		[°C]											
Eg gh id	Year	Valmon01	Valmon02	Valmon03	Valmon04	Valmon05	Valmon06	Valmon07	Valmon08	Valmon09	Valmon10	Valmon11	Valmon12
L3CHEB01	2016	-0,7	2,1	2,9	7,5	13,2	16,9	18,3	17,1	15,6	7,6	2,6	-0,2
L3CHEB01	2017	-5,1	1,5	6,3	7	14	18,1	18,4	18	11,3	9,8	3,7	0,8
L3CHEB01	2018	2,5	-3,3	1,3	12,3	15,4	17,3	20,1	20,3	14,2	9,6	3,8	2,1

Tab.4: Měsíční průměrné teploty v jednotlivých letech (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)

Měsíční úhrny srážek		[mm]											
Eg gh id	Year	Valmon01	Valmon02	Valmon03	Valmon04	Valmon05	Valmon06	Valmon07	Valmon08	Valmon09	Valmon10	Valmon11	Valmon12
L3FRAL01	2016	59,1	55,4	34,1	33,8	42,6	132,4	110,1	31,6	91	43,1	45,6	15
L3FRAL01	2017	30,9	20	48,7	39,5	36,1	85,1	84,9	123,4	54	71,2	63,1	60,3
L3FRAL01	2018	80,5	6,1	42	24	119,5	39,3	18,5	27	54,6	19,9	16,6	78,1

Tab.5: Měsíční úhrny srážek v jednotlivých letech (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)

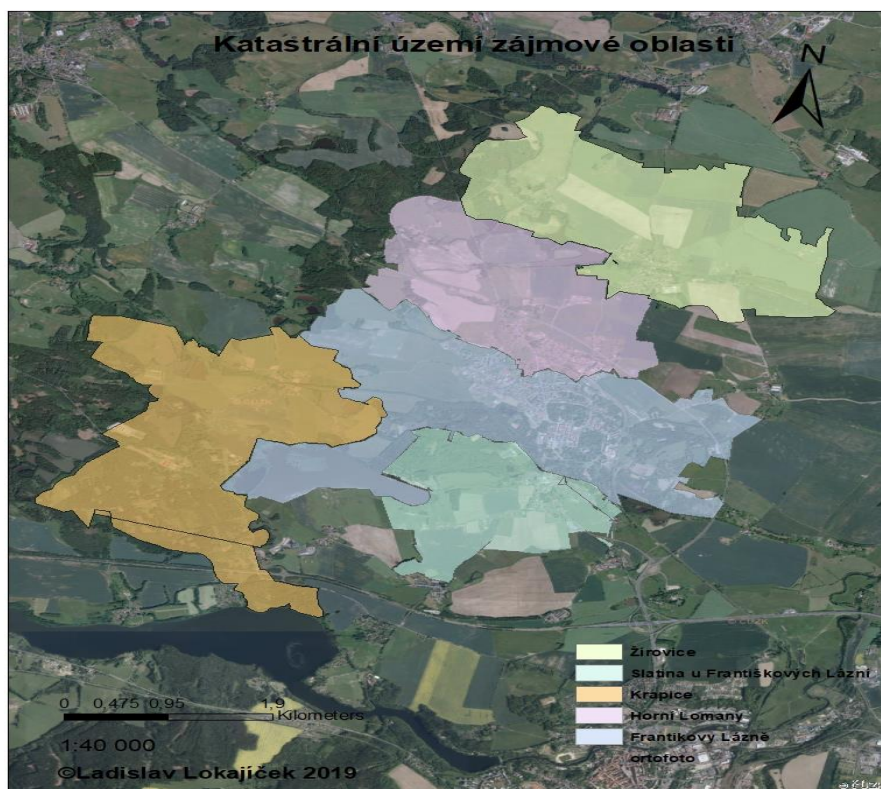
Rok	Roční úhrny srážek [mm]	Průměrná roční teplota [°C]
2016	693,8	8,6
2017	717,4	8,7
2018	526,1	9,6
N	686,0	7,9

N = dlouhodobý normál teploty vzduchu a srážkový normál 1981-2010

Tab.6: Porovnání dat s dlouhodobým normálem (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)

3.4 GIS

Grafické znázornění katastrálních území msta Františkovy Lázně a čtyř oddílů VZ vytvořených dle vlastní metodiky bylo provedeno pomocí geografického informačního systému (dále jen GIS) od společnosti ESRI. Město Františkovy Lázně tvoří 7 katastrálních území. Jedná se o k.ú. Františkovy Lázně (634 646),



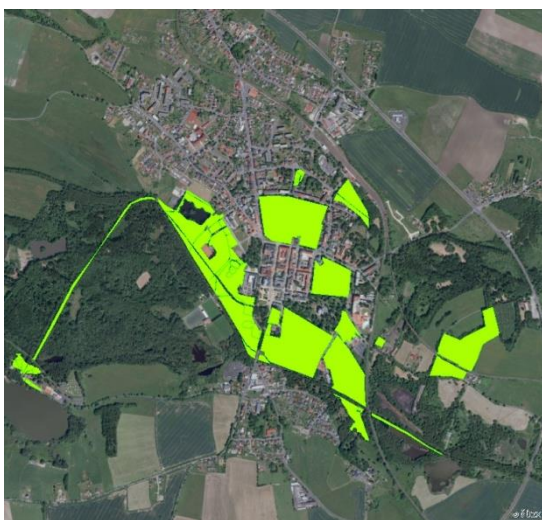
Obr.3: Katastrální území zájmové oblasti (autor© 2018)

Slatina u Františkových Lázní (634 689), Krapice (634 662), Horní Lomany (634 654), Žirovice (634 697), Dlouhé Mosty (768 880) a Jedličná (634 638) (ČÚZK 2018). V GiSu je zpracováno pouze prvních pět katastrálních území, ve kterých je řešena údržba VZ a která jsou v této práci sledována (obr.3).

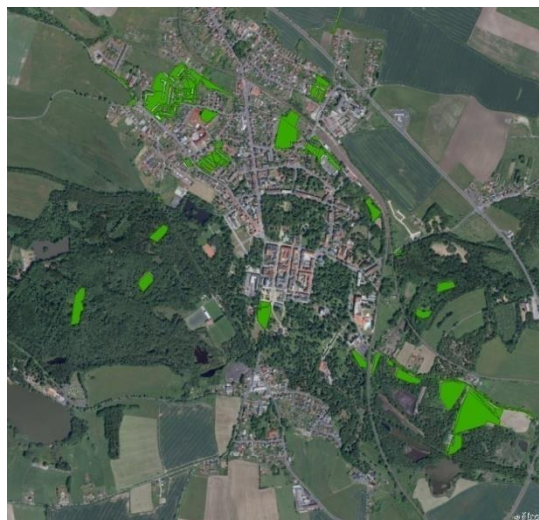
Pro větší přehlednost je vytvořena vizualizace zájmového území s využitím softwaru ArcGIS 10.6.1. Původní záměr počítal s vytvořením 21 map (vrstev), znázorňujících jednotlivá katastrální území, rozdělených na jednotlivé oddíly a vizualizovat zastoupení a lokalizaci jednotlivých oddílů v jednotlivých katastrálních území. Protože nejsou v každém katastrálním území zastoupeny všechny 4 oddíly, bylo nakonec vytvořeno pouze 12 map (obr.3 - 14). Vizualizaci předcházela vektorizace

každé ze 127 ZP, které byly následně na základě zadaných atributů dle metodiky rozčleněny do 4 oddílů. Podkladem pro vektorizaci byl pasport zeleně a jeho tištěná mapová část, spolu se seznamem všech ZP. Některé nejasnosti byly konzultovány a upraveny se správcem zeleně. Základním atributem jednotlivých vrstev je číselné označení jednotlivých oddílů od 1 – 4. Vrstvy ve formátu SHP (Shapefile) neobsahují další metada, neboť účelem těchto vrstev je pouze prostorová vizualizace. Protože vizualizace ploch v sobě zahrnuje i parkové cesty a jiné detaily, není součástí metadat výměra. Záměr rozšířit digitální pasport o další metadata byl konzultován se správcem zeleně a v souvislosti s doplňováním pasportů v GIS v rámci interního informačního systému Města Františkovy Lázně, bude v blízké době řešeno.

Vrstvy byly vytvořeny a „naneseny“ na ortofotomapu České republiky a katastrální mapu získané z geoportálu spravovaným Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním (ČÚZK). Protože pro většinu ZP VZ není hranic hranice pozemku, bylo nutné při vektorizaci použít jako podklad mapy výše zmíněné. Běžně jsou řešeny situace, kdy se ZP rozprostírá například na třech různých pozemcích. V opačném případě ZP zaujímá pouze část pozemku.



Obr.4: K.ú. Františkovy Lázně – oddíl „parky a lesoparky“ (autor ©2018)



Obr.5: K.ú. Františkovy Lázně – oddíl „louky a volné plochy“ (autor ©2018)



Obr.6: K.ú. Františkovy Lázně – oddíl „zelené pásy a plošky“ (autor ©2018)

Obr.7: K.ú. Františkovy Lázně – oddíl „mulčované plochy“ (autor ©2018)



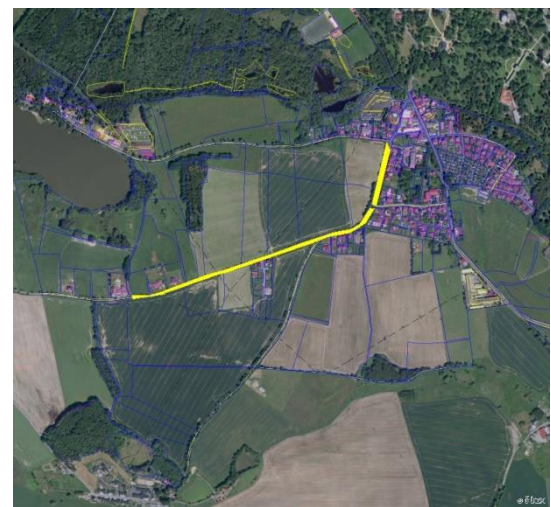
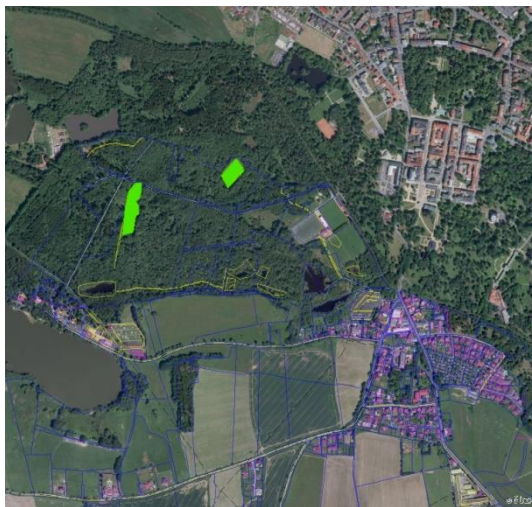
Obr.8: K.ú. Horní Lomany - oddíl „park a lesoparky“ (autor ©2018)

Obr.9: K.ú. Horní Lomany – oddíl „louky a volné plochy“ (autor ©2018)



Obr.10: K.ú. Horní Lomany - oddíl „zelené pásy plošky“ (autor ©2018)

Obr.11: K.ú. Slatina u Františkových Lázní – oddíl „parky a lesoparky“ (autor ©2018)



Obr.12: K.ú. Slatina u Františkových Lázní - oddíl „louky a volné plochy“ (autor ©2018)

Obr.13: K.ú. Slatina u Františkových Lázní „mulčované plochy“ (autor ©2018)



Obr.14: K.ú. Žírovice - oddíl „louky a volné plochy“ (autor ©2018)

4. Biomasa

Biomasu komplexně definuje Bílá kniha o obnovitelných zdrojích energie (dále jen OZE), kdy biomasu představuje jako výsledek fotosyntetické konverze solární energie a oxidu uhličitého do chemických a fyzikálních složek rostlinného materiálu. Tyto složky naakumulovanou solární energii uvolňují prostřednictvím rostlinných a živočišných ekosystémů, lidí a systémů průmyslových (Aitken W.D. 2003). Biomasa je popisována taktéž jako živá hmota, která vznikla před milióny let, karbonizačními procesy přeměněná na nynější fosilní paliva. Protože se jedná o biomasu vyčerpateľnou, nebere se v rámci OZE v potaz a pozornost je soustředěna na biomasu energeticky využitelnou, obnovitelnou. Jedná se o části rostlin nebo celé rostliny, živočišné odpady a další odpady vznikajících lidskou činností v zemědělství, lesnictví, zpracovatelského průmyslu. V této práci se věnuje pozornost travní biomase (listí) z VZ. Travní biomasa je jedním z alternativních zdrojů energie. V České republice se za poslední roky stále zvyšují výměry travních porostů, které jsou nevyužité v zemědělské výrobě a k výrobě potravin. Významným zdrojem travní biomasy je produkce z údržby krajiny a VZ ve městech a obcích (Frydrych at al. 2014). Využití travních porostů pro energetické účely nabývá na důležitosti a jeví se jako perspektivní řešení. V současné době vědecké poznatky nabízejí dva způsoby využití vzniklé biomasy. Jedním ze způsobů je suchou biomasu spalovat, druhým způsobem je vlhkou biomasu zpracovat anaerobní digescí na bioplyn a hnojivý substrát (Frydrych at al. 2014).

4.1 Druhy bioodpadů a jejich využití

Biomasu dělíme na energeticky využitelnou, která se primárně dělí na biomasu odpadní a záměrně pěstovanou. Základní rozdíl mezi těmito dvěma kategoriemi spočívá v míře vynaloženého úsilí k jejich získání. Biomasa odpadní vzniká z činnosti zaměřené na jiné produkty a lze ji získat ze zemědělství (sláma, chlévská mrva, ...), z lesnictví (těžební odpad), z péče o krajinu (údržba veřejné zeleně v sídlech), z odpadového hospodářství (odpady ze sídel) a z průmyslu (odpad z truhláren, dřevokombinátů). Biomasa záměrně pěstovanou lze rozdělit na energetické plodiny I. generace (řepka, palma olejná, pšenice, kukuřice, triticales) a energetické plodiny II. generace (rychlerostoucí plodiny, energetické rostliny nedřevnaté) (Cenek at al. 2001). Travní biomasu lze využít taktéž jako krmivo (silážování), pro výrobu pevných biopaliv (peletování, briketování) nebo k produkci kompostu. Travní biomasa je potencionálním zdrojem energie, která se začíná postupně a více využívat (BERC 2012) a může být záměrně pěstována nebo může pocházet z přirozených travních porostů. Energetickými travinami není možné nahradit přírodní travní ekosystémy, z důvodů zachování biodiverzity (Frydrych, Macháč 2011). Pro zpracování biomasy pro energetické účely může být problematickým parametr vlhkosti. Především v deštivých obdobích může vlhkost zpracování biomasy ovlivnit. K poklesu vlhkosti na přijatelnou úroveň dochází při podzimní sklizni, kdy lze sklizenou biomasu zpracovávat téměř bez dosušování díky meteorologickým podmínkám.

Dle technologie je možné biomasu/bioodpad zpracovávat v kompostárnách a v bioplynových stanicích. Město Františkovy Lázně uvažuje o zpracování bioodpadu kompostováním. Kompostování je vhodná technologie pro zpracování bioodpadu, kam spadá i bioodpad získaný v rámci údržby z VZ. Z ekologického hlediska je kompostování přirozené zpracování bioodpadu, kdy se pomocí činností mikro a makro organismů za přístupu vzduchu přeměňuje využitelný bioodpad na stabilizovaný výstup – kompost (dle vyhlášky č. 341/2008 Sb.). Ten je aplikován zpět do půd, kdy dochází k doplnění humusu v půdě a uzavírá se tím koloběh prvků v přírodě. Z důvodu správného vývoje a průběhu výroby kompostu je nutné tento proces monitorovat a řídit. Na úpravu kompostu jsou kladeny požadavky s podrobnostmi, které jsou upraveny legislativou (dle vyhlášky č. 341/2008 Sb.) Vyhláška výše zmíněná především obsahuje:

- Seznam bioodpadů a požadavky na kvalitu odpadů vstupujících do technologie materiálového využívání bioodpadů

- Technické požadavky na vybavení a provoz zařízení biologického zpracování bioodpadů v závislosti na množství a druhu v něm upravovaných bioodpadů a technologické požadavky na úpravu bioodpadů
- Obsah provozního řádu zařízení
- Četnost a metody vzorkování
- Seznam bioodpadů a požadavky na kvalitu odpadů vstupujících do technologie materiálového využívání odpadů
- Technologické požadavky na jednotlivé způsoby biologického zpracování bioodpadů a technické požadavky na vybavení a provoz zařízení biologického zpracování bioodpadů. U kompostáren je mimojiné uvedené nezbytné vybavení, kterým je zařízení ke sledování teploty, zvlhčování, provzdušňování a překopávání.
- Teplotní režimy při hygienizaci kompostováním
- Základní požadavky na zřízení malého zařízení k využívání bioodpadů (kompostování) a jeho provoz
- Hodnocení a kontrolu výstupů a další

Technologie	Vstupy	Teplota, doba
Malé zařízení	Odpady ze zahrad a zeleně	≥45 °C, 5 dní
Kompostování	Odpady ze zahrad a zeleně, zbytková biomasa ze zemědělství	≥45°C, 10 dní
Kompostování	Biologicky rozložitelné odpady (dle přílohy č. 1 seznam A)	≥55°C, 21 dní ≥65 °C, 5 dní
Kompostování v uzavřených prostorách	Biologicky rozložitelné odpady (dle přílohy č. 1, seznam A)	≥65 °C, 5 dní

Tab. 7: Teplotní rozdíly při hygienizaci kompostováním (zdroj: vyhláška č. 341/2008 Sb., upravil autor)

Výstupy ze zařízení k využívání bioodpadů, vyjma výstupů z malých zařízení, které nejsou uváděny na trh nebo do oběhu a které budou používány mimo zemědělskou nebo lesní půdu k zakládání nebo pro údržbu v obcích, z jejichž území bioodpady zpracované v malém zařízení pocházejí, se podle svých vlastností a způsobu využití zařazují do 3 skupin.

Do 1. skupiny patří například bioplyn, kompost a digestát. Do 2. skupiny se řadí výrobky, které se využívají mimo zemědělskou a lesní půdu. 3. skupinu tvoří stabilizovaný bioodpad určený k uložení na skládku nebo k jinému způsobu využití, než výstupy 1. a 2. skupiny. Na základě skutečných vlastností, složení a způsobu využití se 2. skupina dále dělí na třídu I, II a III. Třída I je určena pro využití na povrchu terénu užívaného nebo určeného pro zeleň u sportovních a rekreačních

zařízení včetně těchto zařízení v obytných zónách s výjimkou venkovních hracích ploch. Třída II je určena pro využití na povrchu terénu užívaného nebo určeného pro městskou zeleň, zeleň parků a lesoparků, pro využití při vytváření rekultivačních vrstev nebo pro přimíchávání do zemin při tvorbě rekultivačních vrstev, na území průmyslových zón, při úpravách terénu v průmyslových zónách (rekultivační kompost v doporučeném množství nepřesahujícím v průměru 200 t sušiny na 1 ha v období deseti let a rekultivační digestát v doporučeném množství nepřekračující 20 t sušiny na 1 ha v období deseti let. Rekultivační digestát musí být aplikován v dělených dávkách tak, aby nedošlo k zamokření pozemku na dobu delší než 12 hodin či k jeho zaplavení. Pro uvedená místa a účely je možné užívat i třídu I. Třída III je určena pro využití na povrchu terénu vytvářeného rekultivačními vrstvami zabezpečených skládek odpadů. Pro uvedené účely je možné užívat i třídu I a třídu II (dle vyhlášky 341/2008 Sb.).

Sledovaný ukazatel	Jednotka	Výstupy (skupina 2)			Stabilizovaný biologicky rozložitelný odpad (skupina 3)
		Třída I	Třída II	Třída III	
As	mg/kg sušiny	10	20	30	40
Cd	mg/kg sušiny	2	3	4	5
Cr celkový	mg/kg sušiny	100	250	300	600
Cu	mg/kg sušiny	170	400	500	600
Hg	mg/kg sušiny	1	1,5	2	5
Ni	mg/kg sušiny	65	100	120	150
Pb	mg/kg sušiny	200	300	400	500
Zn	mg/kg sušiny	500	1200	1500	1800
PCB	mg/kg sušiny	0,02	0,2	-	dle způsobu využití
PAU	mg/kg sušiny	3	6	-	dle způsobu využití
Nerazložitelné příměsi >2 mm	% hm.	max. 2% hm.	max. 2% hm.	-	-
AT4	mg O ₂ /g sušiny	-	-	-	< 10

Tab. 8: Limitní koncentrace vybraných rizikových látek a prvků (zdroj: vyhláška č. 341/2008 Sb., upraven autor)

Aby byl kompost využitelný pro aplikaci do půd v plochách VZ ve Františkových Lázních, měl by se řadit minimálně do II. třídy. V průběhu celého procesu kompostování je nutné důsledně dodržovat opatření stanovená k dodržení požadavků jiných právních předpisů (Zákon č. 86/2002 Sb., Vyhláška č. 362/2006 Sb., Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon č. 258/2000 Sb., Vyhláška č. 450/2005 Sb.).

4.2 Biologicky rozložitelný odpad

Podrobnosti nakládání s bioodpady je legislativně upraveno vyhláškou č. 341/2008 Sb. Tato vyhláška obsahuje seznam bioodpadů a požadavky na kvalitu odpadů vstupujících do technologie materiálového využívání bioodpadů. Bioodpad z VZ je dle Katalogu odpadů řazen do skupiny „odpady ze zahrad a parků (včetně hřbitovního odpadu)“ a podskupiny „Biologicky rozložitelný odpad“ s kódovým označením 20 02 01.

Biologicky rozložitelný odpad (dále jen BRO) tvoří odpady a zbytky, které jsou důsledkem lidské činnosti, převážně zemědělské. Jejím využitím je proces především recyklace, kdy její zpracování dělíme na „mokrý“ a „suchý“. Mokrý zpracování představuje anaerobní fermentaci (anaerobní digesci) zemědělských a potravinářských zbytků v bioplynových stanicích. Jedná se o bioenergetickou transformaci organických látek, při které nedochází ke snížení hnojivé hodnoty. Výsledným produktem je biologicky stabilizovaný substrát s vysokým hnojivým účinkem a bioplyn s obsahem 55 – 70 % metanu, s výhřevností cca 18 – 26 MJ/m³ (Mužík, Kára 2008). Bioplyn je možné následně po pročištění dále distribuovat nebo spalovat přímo v místě pro výrobu elektřiny, tepla nebo kogeneračně. U suchého zpracování se jedná zjednodušeně o spalování. Veškeré zbytky pocházející ze zemědělství, lesnictví a průmyslových odvětví se po náležité úpravě může spalovat za účelem získávání tepla, elektrické energie nebo kogeneračně. Způsob úpravy v sobě zahrnuje vysušení a zajištění zrnitosti materiálu. Obě hodnoty jsou závislé na výrobní technologii. Jiné parametry bude mít vstupní materiál určený pro spalování v kotli v rodinném domě a jiné parametry materiálu budou požadovány pro výrobu tepla v elektrárně nebo výrobu elektrické energie v elektrárně.

4.3 Produkce biomasy

Z hlediska produkce biomasy se uvažuje hmotnost, vlhkost a objemová hmotnost. Vlhkost a objemová hmotnost jsou údaje pouze orientační. Obsah vody získané biomasy je ve většině případů neznámý, protože firmy, které se starají o její zpracování, ji neměří. Nicméně v závislosti na zdroji, lze vycházet z obecných údajů o vlhkosti materiálů, které jsou k dispozici: 20 % vlhkost pro suché trávy, 50 % pro živé tkáně stromů, nebo 60 % u čerstvé trávy, apod. Objemová hmotnost, která je definována jako poměr hmotnosti materiálu k určitému objemu,

je parametrem, kterým lze na základě objemu biomasy určit její hmotnost. Objemová hmotnost je velmi proměnlivým parametrem, který závisí na tvaru, struktuře a zhutnění získané biomasy. Volné větve v kontejneru nákladního vozu mohou mít hustotu v rozmezí od 50 do 100 kg na m³ biomasy v kontejneru. Posekaná biomasa se může pohybovat mezi 150 a 250 kg na m³, zatímco dřevěná štěpka má tendenci pohybovat se v rozmezí od 200 do 300 kg/m³ (greenGain 2016).

5. Charakteristika území

Řešené území je součástí léčebné lázeňské (terapeutické) krajiny. Na prstencové lázeňských parků navazuje kultivovaná a volná krajina v extravianu Františkových Lázní. V místě lázeňského města se původně rozkládaly jen močály a slatiniště. Terén je plochý, rovinný. Na území města se vztahuje vícenásobná ochrana, kterou definují národní legislativní předpisy o státní památkové péči (obr.16), o ochraně přírody a krajiny a dalšími nařízeními (zákon č. 20/1987 Sb., Nařízení vlády České republiky č. 443/1992 Sb., Nařízení vlády České republiky č. 430/2017 Sb.).

Součástí památkově chráněného území lázeňského města Františkovy Lázně jsou i parky a lesoparky tvořící ve vazbě na zástavbu města léčebnou, tzv. terapeutickou krajinu. V plném rozsahu se zde zachoval původní koncept zahradně upravených ploch uvnitř sídla, plynule přecházejících prostřednictvím vnějšího prstence parků do okolní kulturní krajiny. Všechny tyto plochy zeleně byly postupně upravovány nejen dle aktuálních trendů zahradního umění, ale jejich náplň reflektovala i úroveň poznání pozitivního vlivu přírodního prostředí na léčbu jednotlivých obtíží a nemocí.

5.1 Charakteristika města, historie

Město Františkovy Lázně se nachází v Karlovarském kraji, 5 km severně od města Chebu. Františkovy Lázně leží v nadmořské výšce 442 metrů, na území o rozloze 2 576 ha. Ke 1.1. 2017 zde žilo 5501 obyvatel. Město náleží a je součástí správního obvodu obce s rozšířenou působností Chebu. Území města je dále členěno na 8 částí obcí a 7 katastrálních území (RIS ©2017). Hlavní produkční oblastí Františkových Lázní je lázeňství a cestovní ruch. V lázních jsou léčeny nemoci pohybového ústrojí, cévní a srdeční nemoci a ženská onemocnění jako jsou poruchy plodnosti, pooperační stavy včetně stavů po onkologických operacích.

Na lázeňství je napojena řada dalších soukromých i státních subjektů, které provozují ubytovací zařízení nebo zajišťují další doprovodné služby a volnočasové aktivity lázeňských hostů a návštěvníků města. Historie města sahá do roku 1793, kdy byly Františkovy Lázně založeny jako „Ves císaře Františka“. V roce 1807 vznikl úřední název po svém zakladateli císaři Františku I., „Františkovy Lázně“. Venkovské lázně se rychle rozvíjely, až se staly jedněmi z nejvyhledávanějšími lázněmi v Evropě. Císař František Josef I. povýšil v roce 1865 Františkovy Lázně na město. Venkovské lázně se s jedním pramenem a dřevěnou kolonádou dynamicky rozvíjely až do doby počátku první světové války,



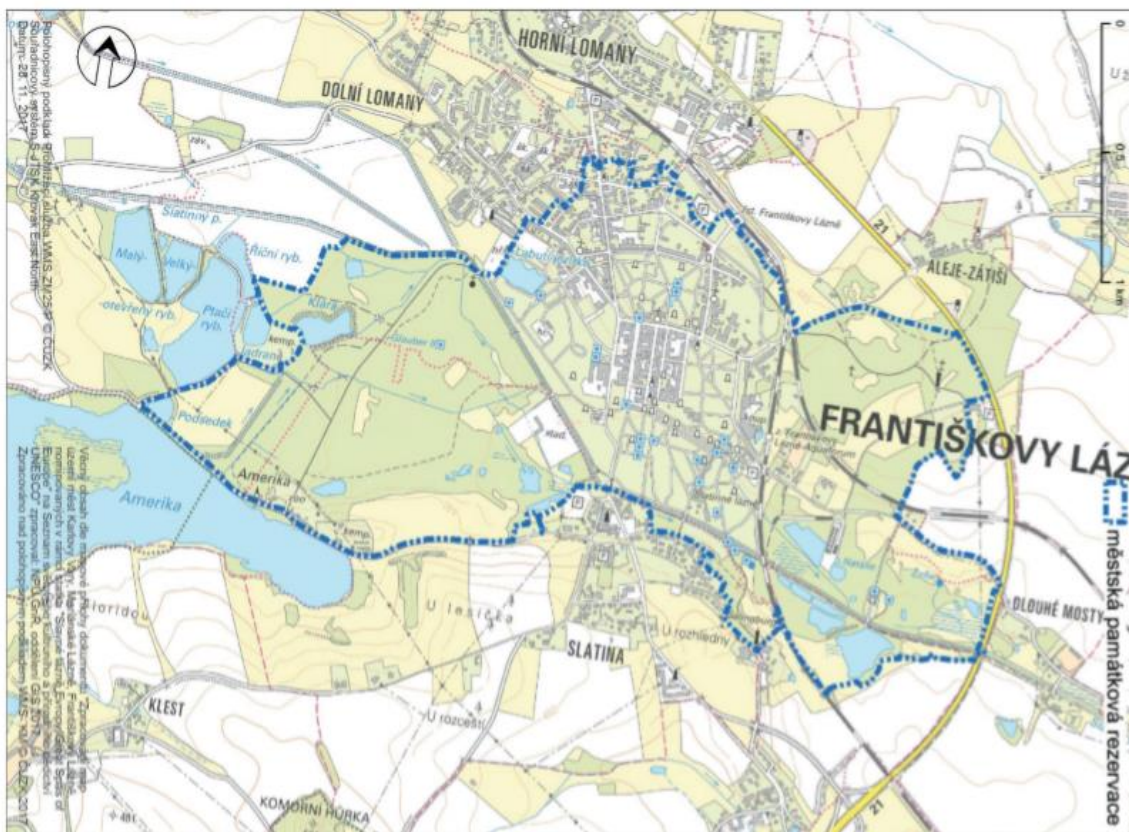
Obr.15: Park Solný Luční (autor ©2018)

kdy se město nacházelo na vrcholu své slávy. V roce 1991 přebírá většinu léčebných zařízení akciová společnost Lázně Františkovy Lázně. Nová éra v historii se začíná psát vyhlášením městské památkové rezervace. V současné době město usiluje o vstup do UNESCO (Františkovy Lázně ©2007).

5.2 Přírodní podmínky

Území Františkových Lázní je tvořeno dvěma chráněnými lokalitami. První je Národní přírodní památka Komorní hůrka, druhou je přírodní rezervace Amerika. Obě chráněné lokality se nachází jižně od Františkových Lázní. Komorní hůrka

představuje jednu z nejmladších sopek ve střední Evropě. Na Americe se nachází hnízdiště a tahová zastávka vodního ptactva. V prostředí s jednoznačnou lázeňskou funkcí je ochrana jednotlivých složek životního prostředí akcentována. Počínaje 90. léty 20. století došlo k výraznému pozitivnímu posunu z hlediska ochrany přírody, kdy byly stanoveny nové limitní hodnoty pro sledování enviromentálních charakteristik. Jejich dodržování je předmětem průběžného monitoringu. Krajina

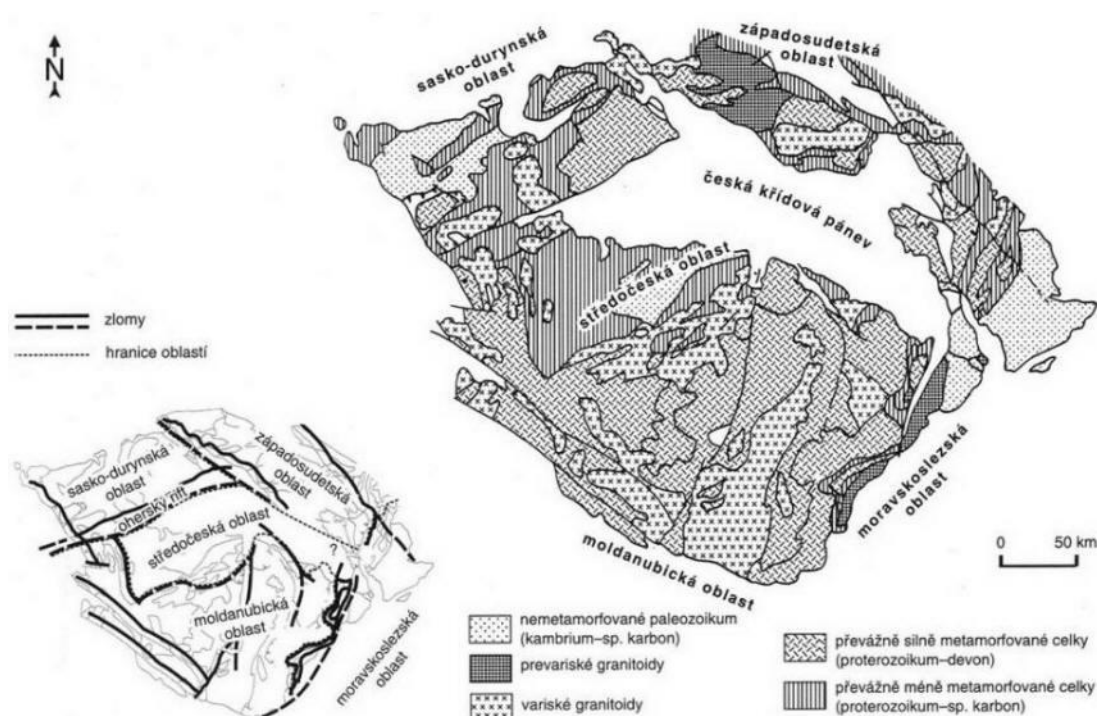


Obr.16: Hranice území památkové rezervace města Františkovy Lázně (zdroj: Nařízení vlády České republiky č. 430/2017 Sb.)

je zastoupena významnými krajinnými prvky, jako jsou lesy, vodní toky, rašeliniště u Slatinného potoka a rybníky. Lesní porosty mají funkci lesů lázeňských a spadají do kategorie lesů zvláštního určení (zákon č. 289/1995 Sb.). Františkolázeňské lesy jsou cílem návštěvníků vyhledávajících pohyb v čistém prostředí. Pohyb v okolí Františkových Lázní a v parcích v samotném středu města je indikován jako léčebná terapie. Rybníky na území města tvoří prostředí pro mnoho druhů vodních a pobřežních rostlin, kterými jsou například různé druhy rákosů a ostřic. Břehové a doprovodné rostliny se vyskytují rovněž podél vodotečí (KÚKK 2014).

5.2.1 Geologie

Zájmové území náleží do geologické jednotky Český masív. V rámci Českého masívu (obr.17) se nachází v západní části sasko-durynské oblasti (Chlupáč, Štorch 1992). V západní části zájmového území se rozprostírá smrčinský pluton, který na území zasahuje východním okrajem. Většina masívu je zakryta sedimentární výplní chebské pánve, pod níž pokračuje až k jejímu východnímu okraji (Burda at al. 1998). Mocnost krystalinického podloží západním směrem od Františkových Lázní je 80 m a pod Františkovými Lázněmi dosahuje hloubky 85 m. Odhadovaná hloubka krystalinického podloží severovýchodním směrem se odhaduje až na 100 m. Jižním směrem dochází k rychlému zmenšování hloubky až na několik metrů, což může být způsobeno tektonickým omezením jižního okraje františkolázeňské oblasti. V podloží pánve jsou kaolinicky zvětralé žuly a fylity. Kaolinickým zvětráváním se žula proměňuje v hrubě písčité, sině slídnatý jílovitý písek, relativně propustný. Kaolinicky zvětralý fylit je tvořen jemně písčítým slídnatým jílem, špatně propustným (Kolářová, Myslíl 1979).



Obr.17: Základní regionálně geologické členění variské stavby Českého masívu (Chlupáč et al., 2002)

Oblast výskytu pramenišť ve Františkových Lázních je místem výskytu souvislého ložiska slatiny. Výplň pánve je rychle vyvinuta se střídajícími jílovitými, šterkovými a písčítými polohami. Mocnost pánevní výplně je několik desítek metrů. Františkolázeňskou pánvičku tvoří spodní jílovito - písčité souvrství, pásmo uhelné sloje a cyprysové souvrství. Jílovito - písčité souvrství má proměnlivou mocnost od 30 m do 75 m. Je nejmladší, transgresivní, pliocenní. Skládá se z písků různé zrnitosti a z jílu. Na bázi jsou valouny žilného křemene a částečně zvětralé žulové balvany. Ve svrchní části se vyskytují vrstvy uhelných jílu a proplástky uhlí. Maximální mocnost je ve východní části, kdy dosahuje až 300 m. Sedimentace v pánvi započala v eocénu a pokračovala do kvartéru. Mocnost pásma uhelné sloje v porovnání s mocností v jiných částech chebské pánve je v porovnání menší. Cyprysové souvrství dosahuje mocnosti až 170 m. V místech, kde cyprysové souvrství překrývá uhelnou sloj, převládají písčité jíly, jílovité břidlice a jemné jílovité písky (Hynie 1963).

Oblast západních a severozápadních Čech je typická pro výskyt proplyněných minerálních vod a četných výronů oxidu uhličitého, který je dozvukem vulkanické činnosti. V nejzápadnější části České republiky se rozkládá Chebská pánev, která zaujímá asi 360 km² a jejíž součástí jsou i Františkovy Lázně. V oblasti Chebské pánve jsou nejpočetnější vývěry uhličitých vod (Dvořák, Krásný 2003; Kolářová, Myslík 1979). V západních Čechách se na poměrně malé ploše vyskytuje několik geologických jevů. Jsou jimi hluboké zlomy, rozlehlá terciální sedimentární pánev s ložisky hnědého uhlí, granitový masiv, minerální a termální prameny, mofety, kvartérní vulkanismus. V této oblasti jsou čtyři geochemicky stejná místa s výrony plynů, která jsou tektonicky oddělená. Jedná se o Františkovy Lázně, Konstantinovy Lázně, Mariánské Lázně a Karlovy Vary (Fiala, Vejnar 2004).

5.2.2 Geomorfologie

Z hlediska geomorfologického spadá zájmové území do části Františkolázeňská kotlina (Tab. 9), která je součástí geomorfologického celku Chebské pánve (Balatka B., Kalvoda J. 2006). Chebská pánev se nachází v jihozápadní části Podkrušnohorské oblasti. Jedná se o nejzápadnější pánev v podkrušnohoří a je protažena ve směru severozápad – jihovýchod. Jedná se o nesouměrnou příkopovou propadlinu paleogenního zarovnaného povrchu. Charakteristický je orograficky homogenní reliéf denudačních plošin, říčních teras s údolími v povodí Ohře a Odavy (Balatka et al. 1987). Hlavní vodotečí je řeka Ohře s řadou přítoků.

Levostranné přítoky Ohře jsou málo zaříznuté a ploché, většinou bez teras a s aluviálními náplavami. Narozdíl od pravostranných přítoků, které tvoří morfoloicky utvářená údolí, většinou s několika terasovitými stupni (Staněk I. 2009).

Geomorfologická jednotka	Název geomorfologické jednotky
část	Františkolázeňská kotlina
celek	Chebská pánev
oblast	Podkrušnohorská oblast
subprovincie	Krušnohorská subprovincie
provincie	Česká vysočina
subsystém	Hercynská pohoří
systém	Hercynský systém

Tab.9: Zařazení zájmového území do taxonomického systému geomorfologického členění reliéfu Čech (Balatka, Kalvoda 2006)

Z důvodu morfologie podloží došlo ke vzniku tří oddělených dílčích pánviček. Na jihu vznikla pánvička Oravská, na západě Františkolázeňská, na východě a severovýchodě Oldřichovsko-pochlovická. Maximální mocnost sedimentů je 300 m. Z hydrogeologického hlediska tvoří Chebská pánev hlubokou, asymetrickou a tektonicky zakleslou strukturu s výparným drenážním účinkem na okolní krystalinikum (Burda et al. 1998). Reliéf je plochý a málo členitý. Průměrná nadmořská výška činí cca 445 m. Terén se zvolna svažuje od severu k jihu. Povrchový odtok vod z území zajišťuje Slatinný potok, který je levobřežním přítokem řeky Ohře. Prostor Františkových Lázní tvořily ještě v 18. století rašelinné louky s rybníky a mokřinami, které byly odvodněny. Na vysušená místa, v prostoru dnešního městského středu, byl postupně navezen, průměrně do výšky jednoho metru, písek a úrodná zemina (Prošek 1982).

5.2.3 Hydrogeologie

Chebská pánev patří z hlediska hydrogeologické struktury k platformní artéské pánvi. Pánevní uložení a dobrá propustnost některých poloh vytváří příznivé podmínky pro vznik napjatých a volných zvodní. Příron oxidu uhličitého z podloží pánve je přes poruchové pásmo a kontaktní plochu smrčinské žuly a krystalických břidlic. Mladá tektonika provázená sopečnou činností je jedním z hlavních činitelů při vzniku minerálních zřídél. Kyselky se soustřeďují do větších center, na čemž má

hlavní podíl stavba krystalinika. Krušnohorská oblast je nejbohatší pro výskyt uniků oxidu uhličitého. Oxid uhličitý uniká při vysokých rychlostech podél preferenčních cest. (Drozd et al. 1964; Kolářová, Myslík 1979). Svrchní zvodnělý komplex je složen z jednoho nebo více horizontů podzemní vody převážně s volnou hladinou. Komplex je uložen nad místní bází erose a je doplňován z větší části infiltrací srážkových vod a z menší části příronem vod z hlubších partií po tektonických zlomech. Jedná se o vildštejnské souvrství. Mezilehlý komplex izolátorů je zastoupen uhelným a cyprisovým souvrstvím. Odděluje svrchní a spodní zvodnělý komplex. Nepropustnost závisí na litologickém vývoji a tektonice. Pánevní výplň je zastoupena střídáním písčitých, jílovitých a uhelných poloh. Spodní zvodnělý komplex je tvořen napjatou hladinou podzemní vody, která je převážně proplyněná. Podzemní vody jsou uloženy ve spodním jílovito-písčitém souvrství, nebo slojovém pásmu a v propustných polohách cyprisového souvrství. Komplex je doplňován z okrajové části žuly a krystalinických břidlic nebo podél zlomů podloží pánve (Krásný et al. 2012).

Františkovy Lázně jsou význačné výskytem minerálních vod, které jsou vázány na významná geologická poruchová pásma. Jedná se o tektonické zlomy, kde dochází ke vzniku, akumulaci a výstupu těchto vod. V současné době se využívá 23 pramenů vody typu Na₂SO₄ (síran sodný), které se jímají mělkými jímkami a vrty. Teplota vod se pohybuje v rozmezí 8 – 13°C s mineralizací 1 – 20 g/l, s obsahem CO₂ (oxid uhličitý) mezi 1,1 – 2,8 g/l. Jímky a vrty produkují asi 700 – 1000 l/m. Prameny jsou využívány k léčebným pitným kúrám a k balneologii. K pitným kúrám jsou využívány prameny: Františkův pramen, pramen Glauber I, pramen Glauber II, pramen Glauber IV, Luční pramen, pramen Natálie, Sluneční pramen, Solný pramen, Železnatý pramen. Především k balneologickému využití jsou využívány prameny: Luisin pramen, Studený pramen, Nový pramen, pramen Cartellieri, pramen Palliardi, pramen Glauber III, pramen Marian, pramen Adler, pramen Stanislav, Císařský pramen, Nový Kostelní pramen (FLINFO.CZ.).

K ochraně přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně jsou stanovena ochranná pásma 1., 2. a 3. stupně a zvláštní ochranné pásmo uvnitř ochranného pásma 1. a 2. stupně (Nařízení vlády č. 152/1992 Sb.). Do ochranného pásma 1. stupně spadají k.ú. Františkovy Lázně, Dlouhé mosty, Krapice, Horní Lomany, Žírovice a Slatina u Františkových Lázní. V tomto pásmu je ochrana nejpřísnější. Ochranné pásmo 2. stupně v sobě zahrnuje území mezi městem Cheb, městem Skalná a obcí Libá. Ochranné pásmo 3. stupně má

ochranu nejmírnější a zaujímá největší území. Pásmo zasahuje až k městům Aš, Skalná, Kynšperk nad Ohří a obci Dolní Žandov (příloha 8). V ochranných pásmech je zakázáno: Těžít nerostné suroviny včetně těžby rašeliny, která není prohlášena za přírodní léčivý zdroj, budovat a provozovat objekty pro zemědělskou výrobu, objekty průmyslové výroby a skládky nebezpečných odpadů, aplikovat tekutá čpavková hnojiva, kejdu skotu a prasat. Dále se nesmějí aplikovat průmyslová a statková hnojiva a chemické přípravky na ochranu rostlin, vypouštět, vylévat nebo odkapávat do půdy nebo povrchových vod kapaliny ze siláže nebo jiné kapaliny. Taktéž je omezeno čerpání podzemní vody, provádět zemní a jiné práce do hloubky větší než deset metrů, vrty pod bází cyprisového souvrství, s výjimkou vrtů pro jímání minerálních vod. Činností, které jsou zcela zakázány nebo jen omezeny, je celá řada a jsou všechny součástí legislativy (Nařízení vlády č. 152/1992 Sb.).

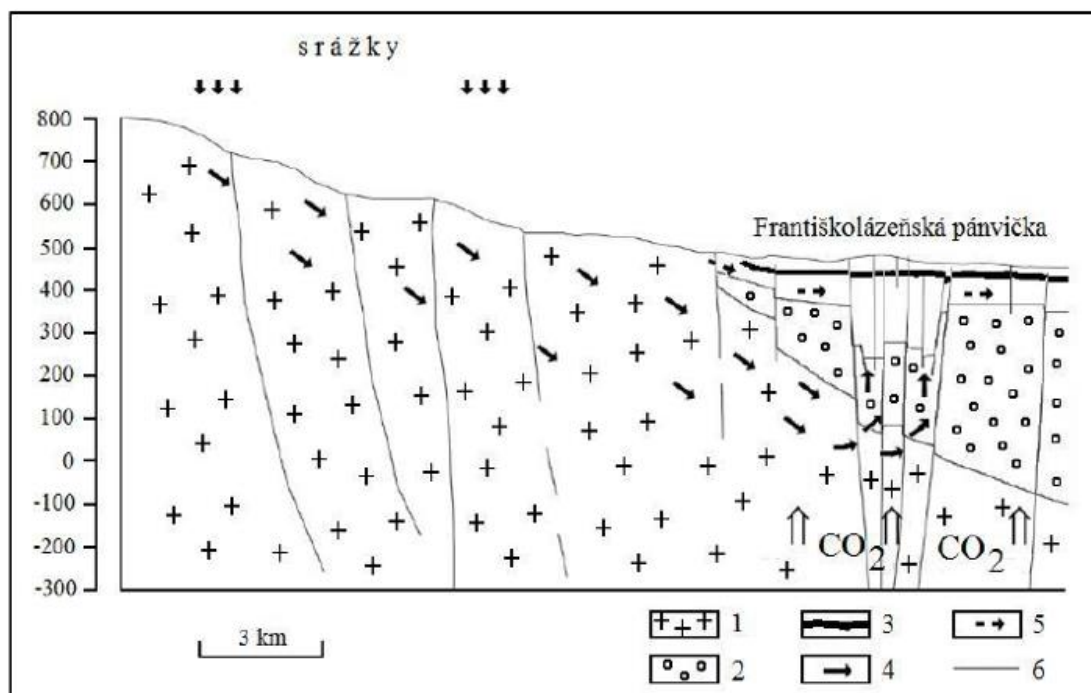
5.2.4 Klimatické podmínky

Františkovy Lázně se nacházejí v oblasti se značně proměnlivým počasím, se střeoevropským klimatem, mírnou zimou a mírným létem. Srážky se v průběhu roku velmi mění. Tlakové níže od Středozemního moře způsobují déletrvajících srážky, naproti tomu oblast vysokého tlaku přináší ustálené sušší počasí (Jirásek, Jirásková 1977). Na podnebí mají výrazný vliv pásma pohraničních horstev, která se rozprostírají napříč převládajícímu proudění oceánských vzdušných proudů (Mištera 1993). Podnebí celých západních Čech ovlivňují především západní, severozápadní a jihozápadní větry přicházející od Atlantského oceánu. V zimě převládají větry jihozápadní, kdy mají výsušný charakter.

Zájmová oblast Františkových Lázní spadá do oblasti, pro kterou je charakteristické krátké, mírné, suché, mírně suché léto. Přejídná období jsou krátká s mírnými jary a mírnými podzimy. Zimy jsou normálně dlouhé, s krátkým trváním sněhové pokrývky. Dle Quittovi klasifikace podnebí se zájmová oblast řadí do oblasti MT4 (Quitt 1971). Město má vlivem své polohy v západní části Čech zřetelně mírnější zimu v porovnání s centrální nebo východní částí České republiky. Na podzim je počasí stálé, s vyššími teplotami a vydatným slunečním zářením. V průběhu roku dochází k náhlým změnám teplot. V ranních a večerních hodinách bývá v porovnání s oblastmi níže položenými chladněji (Hrůza 1968). Průměrná teplota vzduchu naměřená na stanici Cheb v období 1981 – 2010 je 7,9 °C. Průměrný roční úhrn srážek naměřený v období 1981 – 2010 na stanici Františkovy Lázně činí 686 mm.

Průměrná doba trvání slunečního svítu za rok v období 1981 – 2010 naměřená na stanici Cheb je 1423 hodin.

Františkovy Lázně se dlouhodobě řadí mezi města s velmi dobrou kvalitou ovzduší s uváděným indexem kvality ovzduší 1 (dále jen IKO). Ukazatel IKO podává souhrnnou informaci o kvalitě ovzduší na konkrétní měřící stanici. Výpočet IKO je založen na vyhodnocení hodinových koncentrací oxidu dusičitého (NO_2), přízemního ozonu¹ (O_3) a suspendovaných částic (PM_{10}) tak, aby co nejlépe



Obr.18: Infiltrační pásmo a výstupní cesty minerální vody (Stejskal et al. 2008)

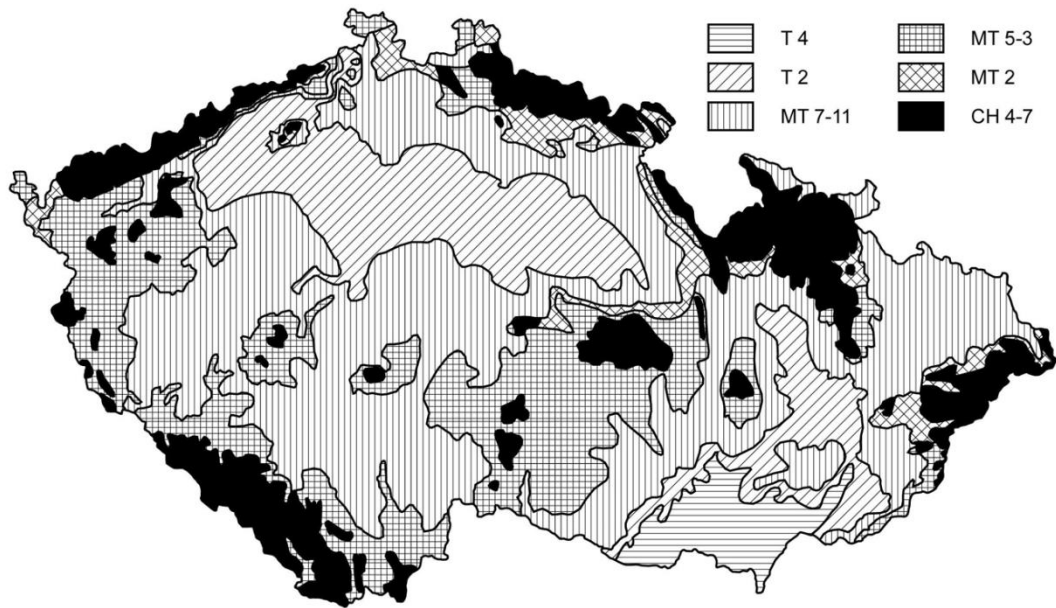
charakterizoval kvalitu ovzduší s ohledem na imisní limity pro ochranu lidského zdraví stanovených současnou legislativou. IKO nabývá šesti stupňů (od 1 do 6, přičemž 1 odpovídá nejlepší podmínkám). Mezní hodnoty jsou odvozeny od hodnot imisních limitů, u přízemního ozonu od informativních a varovných prahových hodnot. IKO vychází z dat naměřených v souladu s platnou národní legislativou (zákon č. 201/2012 Sb., vyhlášky č. 330/2012 Sb.), o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích) a v souladu s požadavky Evropské unie (ČHMÚ 2019).

5.2.5 Pedologie

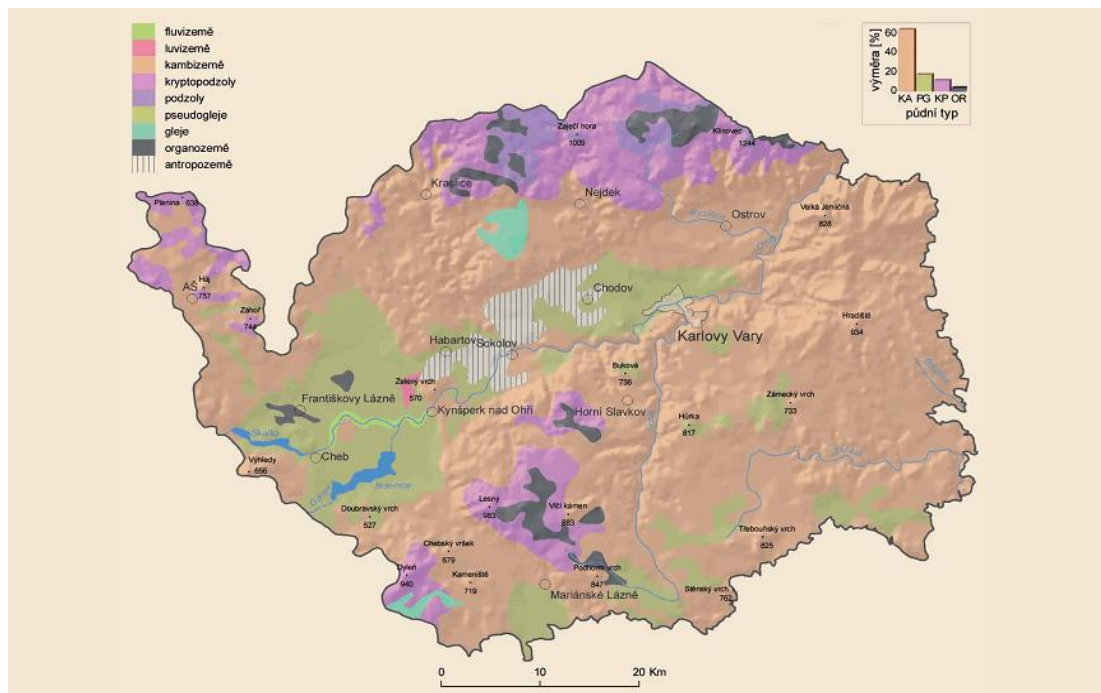
Na území Františkových Lázní se vyskytují především dva typy půdních typů. Jedná se o pseudoglej a rašelinní půdu. Půdotvornými substráty jsou nejčastěji předkvartérní zajižené písky nekarbonátové, předkvartérní jíly nekarbonátové a rašeliny. V severní polovině zájmového území jsou zastoupeny především pseudogleje, s výjimkou střední části, kde zasahují dva výběžky gleje. V severozápadní části zaujímá většinu území zrašelinělý glej a na severovýchodě hnědá půda kyselá oglejená. Jižní polovina zájmového území má vyvinutou především rašeliništní půdu přechodovou mezotrofní a při jižním okraji rašeliništní půdu slatinnou. Severovýchodně od rybníku Amerika byla zjištěna rašeliništní půda přechodová oligotrofní. V jihozápadní a jihovýchodní části v oblasti rybníků se nachází glej. Půdotvornými substráty jsou v severní polovině zájmového území ve východní části především předkvartérní jíly nekarbonátové a v západní části předkvartérní zajižené písky nekarbonátové. Jižní polovinu vyplňují převážně rašeliny slatinné, pouze na území severovýchodně od Říčního rybníka se nachází rašeliny přechodové.

Klimatická jednotka	Jaro	Léto	Podzim	Zima
MT2	krátké, mírné	krátké, mírné až mírně chladné, mírně vlhké	krátké, mírné	mírná, normálně dlouhá, suchá, normální trvání sněhové pokrývky
MT3	mírné, normálně dlouhé až delší	krátké, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché	mírné, normálně dlouhé až delší	mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá, normálně dlouhá
MT4	mírné, krátké	mírné, krátké, suché až mírně suché léto	mírné, krátké	mírně teplá, suchá
MT5	mírné, až dlouhé	mírné až mírně chladné, suché až mírně suché, až krátké	mírný, až dlouhý	mírně chladná, suchá až mírně suchá
MT7	krátké, mírné	mírné, mírně suché, normálně dlouhé	krátký, mírně teplý	mírně chladná, suchá až mírně suchá, normálně dlouhá
MT9	mírně teplé, krátké	dlouhé, teplé, suché až mírně suché	mírně teplý, krátký	mírná, suchá, krátká
MT10	mírně teplé, krátké	dlouhé, teplé, mírně suché	mírně teplý, krátký	mírně teplá, velmi suchá, krátká
MT11	mírně teplé, krátké	dlouhé, teplé, suché	mírně teplý, krátký	mírně teplá, velmi suchá, krátká, krátké trvání sněhové pokrývky

Tab.10: Klimatické jednotky v mírně teplé oblasti (Quitt 1971)

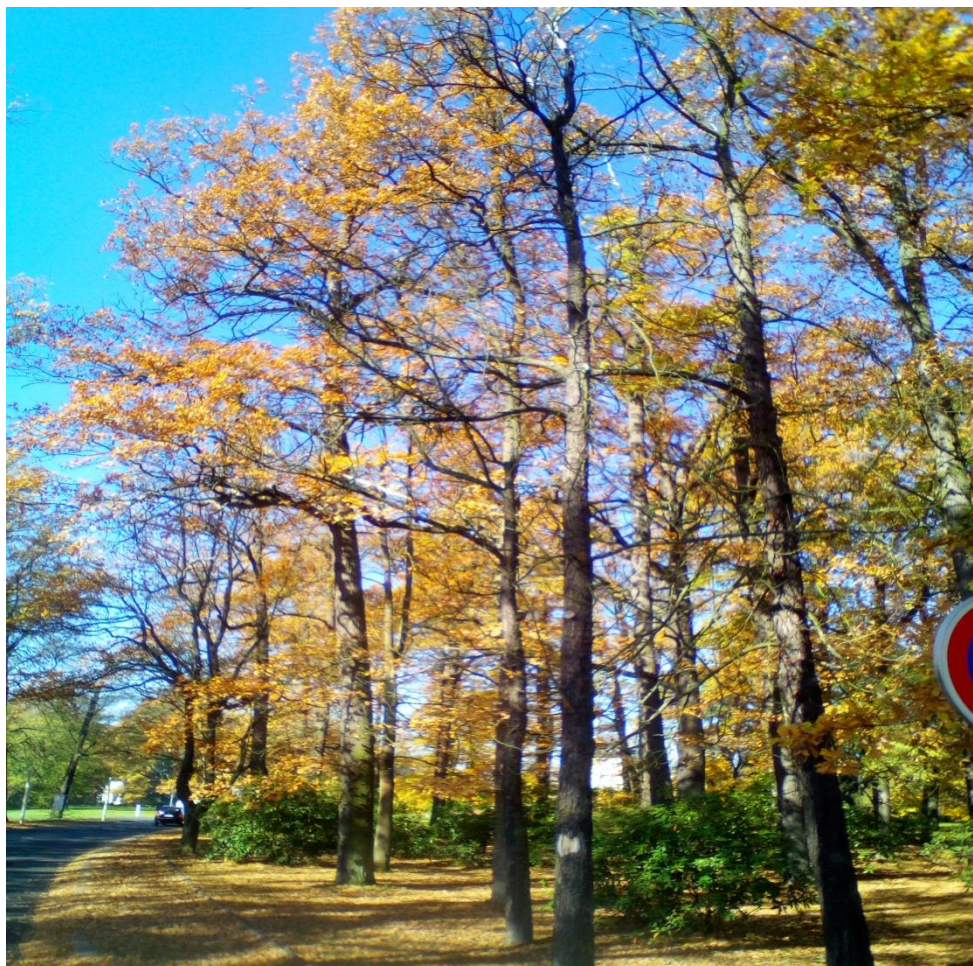


Obr.19: Klimatické oblasti dle Quitta (www.herber.kvalitne.cz)



Obr.21: Půdní mapa Karlovarského kraje (https://www.mzp.cz/cz/pudni_mapy)

V oblastech, kde se nacházejí rybníky se vyskytují deluviofluviální uloženiny nekarbonátové střední. Na jihovýchodě zájmového území se nachází slatiniště se silně mineralizovanou sirnoželezitou slatinou, která se využívá k léčebným procedurám. Františkolázeňská slatina vznikla hlavně z vrstev rákosu, kterým zarůstalo dno chebské pánve. Ložisko se nasýtilo minerálními látkami z přítomných minerálních pramenů. Za nejvýznamnější z nich jsou pokládány sloučeniny síry a železa. Tvorba slatiny probíhá i dnes, ale pouze v místech, jejichž vodní režim a rostlinný pokryv nebyly činností člověka příliš pozmeněny (Půdní mapa ČR, list 11 - 14 Cheb 1995).



Obr.20: Parková plocha (autor ©2018)

5.2.6 Fauna a flora

Oblast Františkových Lázní je cennou lokalitou z hlediska botanického pro výskyt rašelinišť a slatinišť. Na rašeliništích jsou zastoupeny z chráněných rostlin:

hrotnosemenka bílá (*Rhynchospora alba*), rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*), klikva bahenní (*Vaccinium oxycoccus*L.), korálice trojklanná (*Corallorhiza trifida*), tři druhy suchopýru (*Eriophorum* L.) a čtyři druhy bublinatky (*Utricularia*).

Na slatiništích je vegetace odlišná. Roste zde kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*), prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*), vemeník dvoulistý (*Platanthera bifolia*), ostřice mokřadní (*Carex limosa*L.) a vachta trojlistá (*Menyanthes trifoliata*). Zajímavá je především Národní přírodní rezervace SOOS. Oblast je obklopena lesy měkkého luhu, který tvoří slepá ramena a vedlejší přítoky potoku Sázek. V těchto místech nalezneme raka říčního (*Astacus astacus*), mníka jednovouseho (*Lota lota*Linné, 1758) nebo mihule potoční (*Lampetra planeri*). V tůních rostou vzácné rostliny, rdest alpský (*Potamogeton alpinus*Balbis) a orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*L.). Na březích roste vrba plazivá (*Salix repens*) a také vzácné houby, ouško citrónové (*Otidea concina*) nebo holubinka olšinná (*Russula pumila*). V okrajových částech rezervace se nachází zachovalé společenstva ovsíkových luk a primárních březin a následně se vyvíjejících jako společenstva kyselých doubrav. I zde se vyskytuje mnoho vzácných druhů rostlin: žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), plavuň vidlačka (*Lycopodium clavatum*), jednokvítka velekvětá (*Moneses uniflora*), prha arnika (*Arnica montana*) a mnoho dalších. Lze zde potkat i mnoho druhů vzácných živočichů jako je kalous pustovka (*Asio flammeus*), sluka lesní (*Scolopax rusticola*), žluva hajní (*Oriolus oriolus*). V rezervaci je možné vidět desítky druhů vážek a stovky druhů motýlů. (Brož, Rolková 2009).

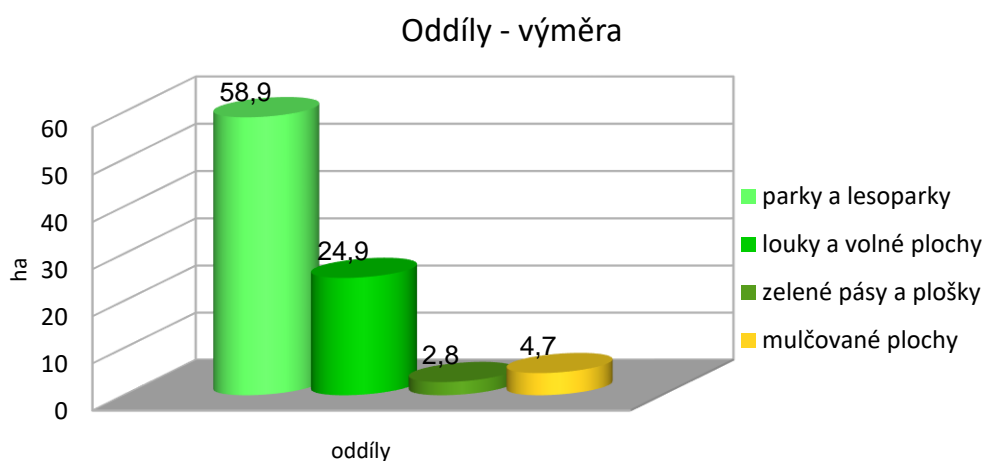
6. Výsledky práce

Data vztažená k pasportu VZ a bioodpadu, poskytnutá Městským úřadem ve Františkových Lázních, odbor stavební a životního prostředí, byla dle metodiky rozříděna, zpracována do tabulek a vyhodnocena pomocí grafů (obr.22, 23, 28 a 29). Data vztažená k teplotám vzduchu a úhrnu srážek byla získána od ČHMÚ a stejně jako data k VZ a bioodpadu byla zpracována do tabulek a vyhodnocena pomocí grafů (obr.24 - 27).

ZP tvořící oddíl „parky a lesoparky“ mají výměru 58,9 ha. Jedná se o více jak dvojnásobek plochy oddílu „louky a volné plochy“. Téměř poloviční výměru 24,9 ha činí ZP tvořící oddíl „louky a volné plochy“. Oddíl „zelené pásy a plošky“ zahrnuje ZP s nejmenší výměrou 2,8 ha. Oddíl „mulčované plochy“ a jeho ZP mají výměru 4,7 ha. Na ZP tohoto oddílu je biomasa v současné době pouze sečena,

ponechávána na místě a není v rámci údržby transportována v podobě bioodpadu. Proto není množství kvantifikováno a lze se jen pomocí kvalifikovaného odhadu domnívat, s jakým množstvím bioodpadu lze na těchto plochách počítat pro budoucí využití.

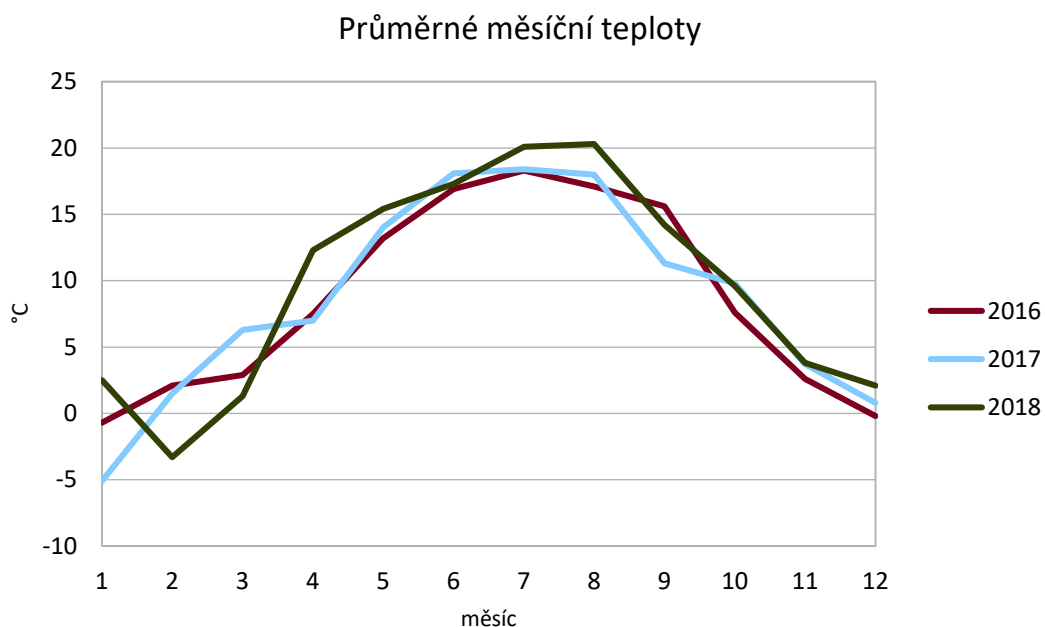
Z grafu znázorňujícího početní zastoupení ZP v rámci jednotlivých oddílů (obr.23) je patrné největší zastoupení oddílu „louky a volné plochy“ s 49 základními plochami. Následován je oddílem „zelené pásy a plošky“ zahrnující v sobě 43 ZP. Oddíl „parky a lesoparky“ se skládá ze 30 ZP. Oddíl „mulčované plochy“ je reprezentován 5 ZP. Lze si všimnout, že oddíl „parky a lesoparky“ má největší výměru a současně velmi vysoké zastoupení. Oddíl „mulčované plochy“ má nejnižší výměru a zároveň velmi nízké, druhé nejmenší zastoupení. Zajímavý je poměr výměry a zastoupení u oddílu „zelené pásy a plošky“. ZP tvořící tento oddíl jsou specifické svým velkým počtem a malou plochou, ale pro správce zeleně i údržbu zeleně především svojí náročností z hlediska údržby a nákladovosti. Nejhůře se udržují, mnohem častěji sekají a zalévají, hnojí a v konečném důsledku jsou nejdražší.



Obr. 22: Plocha jednotlivých oddílů (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně, upravil autor)



Obr.23: Zastoupení základních ploch v jednotlivých oddílech (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně, upravil autor)

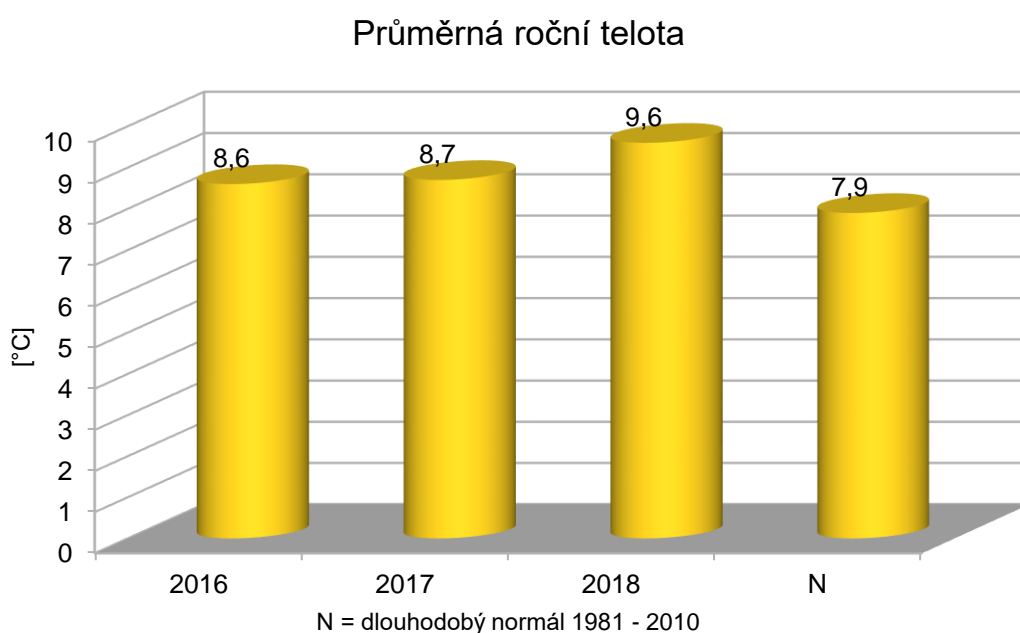


Obr.24: Průměrné měsíční teploty v letech 2016 - 2018 (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)

Průměrné denní teploty, naměřené ČHMÚ v letech 2016, 2017 a 2018, jsou si velmi podobné (obr.24) a kopírují pomyslnou parabolu s vrcholem během období červenec a srpen. Svého maxima, 20°C, dosahují ve všech třech letech v měsíci červenec a srpen. Z grafu je patrné, že v roce 2018 teploty přesahovaly teploty v předešlých letech cca o 5 °C. Nejvyšší průměrná denní teplota 20,3°C byla v roce 2018 naměřena v měsíci srpen. Nejnižší průměrná denní teplota -5,1°C byla zaznamenána v lednu 2017. Průměrná roční teplota v letech 2016 – 2018 (obr.25) se pohybuje mezi 8,6 – 9,6°C. Stejně, jako v případě průměrných denních teplot je i z tohoto srovnání pomocí grafu patrný nárůst teplot v roce 2018, kdy uvádí ČHMÚ

průměrnou roční teplotu 9,6°C. V porovnání s rokem 2016 se jedná o nárůst o 1°C, v porovnání s rokem 2017 mluvíme o nárůstu o 0,9°C. Srovnáme-li průměrné roční teploty naměřené v letech 2016 – 2018 s dlouhodobým normálem 1981 – 2010, vždy se jedná o nárůst teplot.

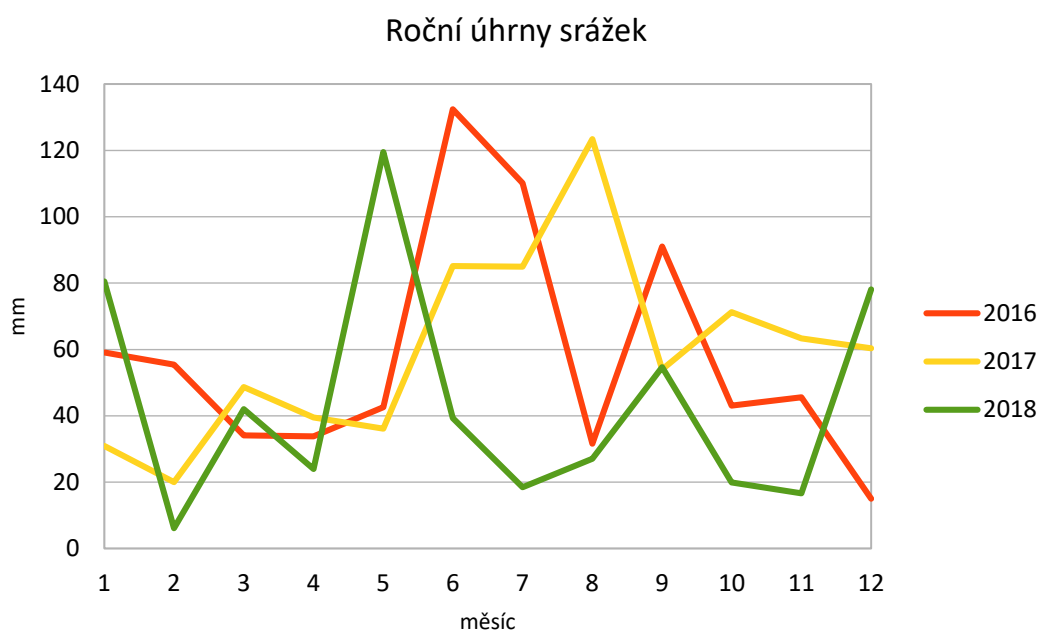
Průměrné měsíční úhrny srážek v letech 2016 – 2018 (obr.24), jsou v porovnání s průměrnými denními teplotami za stejné období velmi rozkolísané. Na první pohled je z grafu patrné období, kdy jsou roční úhrny srážek v letech 2016 – 2018 nejvyšší. Maxima hodnot jednotlivých let jsou naměřeny v období od května do srpna. Nejvíce srážek (132,4 mm) bylo naměřeno v roce 2016. Nejméně srážek (6,1 mm) spadlo v únoru 2018.



Obr.25: Průměrná roční teplota v jednotlivých letech 2016 - 2018 vs. dlouhodobý normál (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)

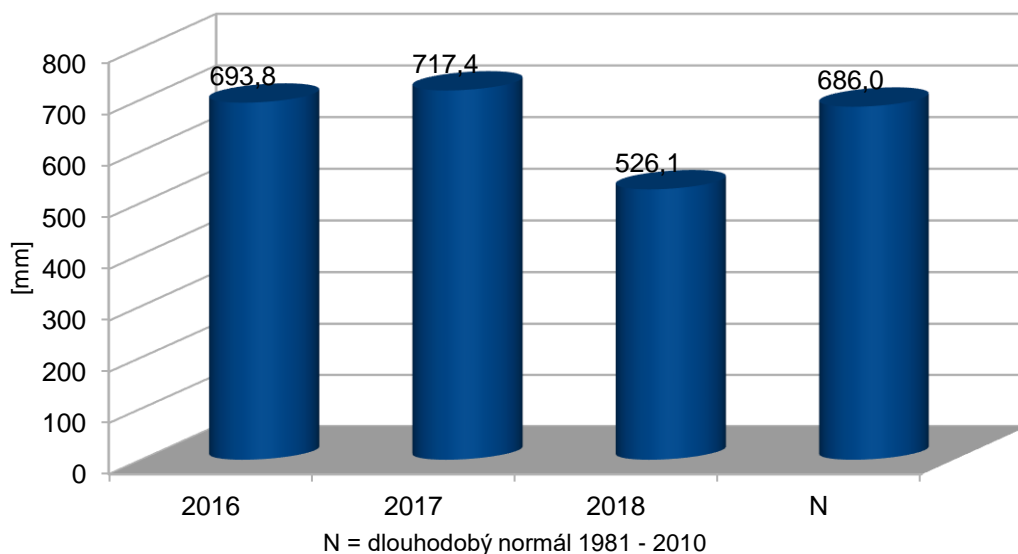
Naměřené maximum v roce 2017 činilo 123,4 mm v srpnu. 119,5 mm je maximum v roce 2018, naměřené v květnu. I z tohoto grafu je zřejmé, že rok 2018 byl mimořádný z hlediska nízkého úhrnu srážek a že se jednalo o velmi suchý rok. Vezmeme-li období na vodní srážky nejvydatnější, což je květen až srpen, dojdeme k dalším zajímavým zjištěním. Celkový úhrn srážek v tomto období naměřený v roce 2016 je 276,7 mm, v roce 2017 329,5 mm a v roce 2018 204,3 mm. Naměřené hodnoty v roce 2018 jsou opět nejnížší v roce 2018. Celkové roční úhrny naměřené v letech 2016 – 2018 jsou poměrně vyrovnané, s výjimkou roku 2018, který vykazuje hodnotu 526,1 mm. V porovnání s dlouhodobým normálem 1981 – 2010, který činí

686,0 mm (obr.27), se jedná o rozdíl 159,1 mm. Oproti letům 2016 a 2017 se jedná o rozdíl záporný. V roce 2016 bylo naměřeno 693,8 mm, což je o 17,8 mm více, než činí dlouhodobý normál 1981 – 2010. V roce 2017 bylo naměřeno 717,4 mm, což je o 31,4 mm více, než je dlouhodobý normál 1981 – 2010. Z výše uvedených dílčích závěrů vyplývá, že rok 2018 je držitelem několika prvenství. Rok 2018 byl nejteplejším a zároveň nejsušším za poslední tři roky.



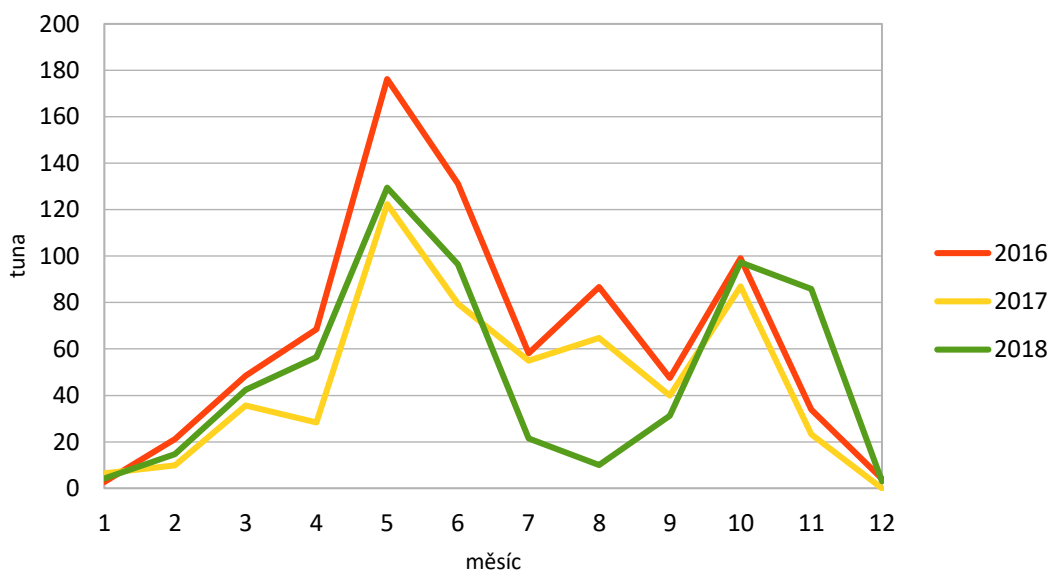
Obr.26: Úhrny srážek v jednotlivých letech (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)

Roční úhrny srážek



obr.27: Úhrny srážek v jednotlivých letech vs. dlouhodobý normál (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)

Roční produkce biomasy



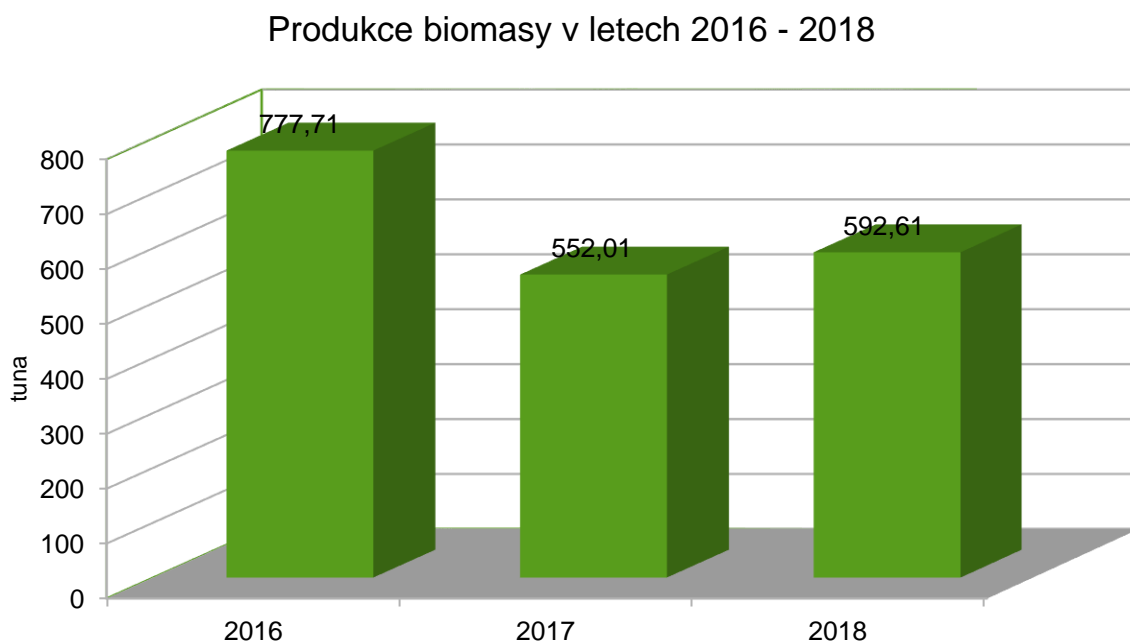
Obr.28: Produkce biomasy v jednotlivých měsících v roce 2016 - 2018 (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně, upravil autor)

Produkce biomasy z veřejné zeleně ve Františkových Lázních v letech 2016 – 2018 v jednotlivých měsících, je znázorněna grafem (obr.29). Udává nejvyšší dosaženou produkci v roce 2016, která činila 777,1 tun. Následuje rok 2018 s 592,61 tunami a rok 2017 s 552,01 tunami je na třetím místě. Křivky grafu jsou si podobné a z jejich vývoje vyplývá, že do dubna dochází k pozvolnému nárůstu produkce biodpadu. V květnu dochází k prudkému nárůstu produkce, která v červnu mírně

klesá. V červenci dochází k útlumu na dubnovou úroveň. K dalšímu nárůstu dochází na podzim a v říjnu. Následně křivky strmě padají na takřka nulovou prosincovou a lednovou úroveň. Nejvyšší produkce bylo dosaženo v květnu v roce 2016.

V roce 2016 a 2017 je vývoj produkce biomasy takřka stejný, pouze v roce 2018 dochází k odchylce. Narozdíl od měsíce srpen, kdy dochází v roce 2016 a 2017 k mírnému nárůstu, v roce 2018 dochází k propadu. V roce 2018 dochází k další odchylce

v listopadu, kdy se míra produkce oproti předchozímu měsíci mírně snižuje. Oproti letům 2016 a 2017 dochází k prudkému propadu na 23,3 a 33,9 tun.



Obr.29: Produkce biomasy v roce 2016 - 2018 (Městský úřad Františkovy Lázně, upravil autor)

Výsledky nám říkají, že produkce biomasy z VZ ve Františkových Lázních během let 2016 – 2018 se pohybuje v rozmezí od 552,01 tuny (rok 2017) do 777,71 tuny (rok 2016).

7. Diskuse

Abychom zjistili výši vyprodukované biomasy/bioodpadu, kterou bude možné v budoucnu využít ze všech ZP, je nutné přičíst výměru ZP v oddílu „mulčované

plochy“, na kterých v současné době není biomasa uklížena, svážena a vážena. Plochy ve výše zmíněném oddílu mají výměru 4,7 ha. Vezmeme-li průměrnou produkci biomasy v letech 2016 – 2018 (640,78 tun) a vydělíme plochou všech oddílů vyjma oddílu „mulčované plochy“ (86,6 ha), dopočítáme se hodnoty $742 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$. Tato hodnota nám udává, kolik gramů biomasy průměrně vyprodukovaly plochy ve VZ v období let 2016 - 2018 1m^2 ve Františkových Lázních. Budeme-li chtít znát hodnotu udávající potenciál v produkci travní biomasy všech ZP a oddílů, je zapotřebí k současně sečeným a sváženým plochám přičíst výměru oddílu „mulčované plochy“ 4,7 ha. Dostaneme se na hodnotu 91,3 ha, kterou vynásobíme $742 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$. Výsledkem je $675,62 \text{ t.rok}^{-1}$, což je o 5,2 % více než je průměrná produkce v letech 2016 – 2018 a která je rovna $647,78 \text{ t.rok}^{-1}$. To je hodnota, se kterou lze při plánování stavby kompostárny počítat a které bylo dosaženo na základě získaných a zpracovaných dat za období 2016 – 2018 v této práci. Jedná se o konečnou hodnotu týkající se pouze biomasy/bioodpadu z VZ města Františkovy Lázně. Tato výstupní hodnota může být zvýšena o další výstupy související s odpadovým hospodářstvím (kapitola 8). Zda je produkce biomasy z VZ, v našem případě **$742 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$** reálná, ověříme a provedeme srovnání.

Neexistuje jednoduchý způsob, jak odhadnout produkci travních porostů. I na relativně malých plochách (v geografickém měřítku) je naměřena produkce, která se diametrálně liší. Například na urbanizovaných územích v Coloradu, USA, jsou popisovány travníky s produkcí od 80 g do $1228 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$. Průměrná produkce se uvádí 445 g.m^{-2} (Golubiewski 2006). Problematice potenciálně významných zdrojů se věnuje značná pozornost ve výzkumných projektech ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky (VÚZT). V rámci řešení projektu NAZV Mze ČR č. QF 3153 (projekt „Stavební a energetické využití slámy“ vedený Národní agenturou pro zemědělský výzkum pod Ministerstvem zemědělství) je uváděna produkce biomasy ze zemědělských plodin od 293 do $650 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$. Produkce biomasy na trvale travnatých porostech je uváděna 253 g.m^{-2} . Travní biomasa má nejnižší hodnotu, následována je ovsem, ječmenem, pšenicí, žitem a kukuřicí. Kukuřice se uvádí s produkcí nejvyšší ($650 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$) (Mužík, Hutla 2005). V rámci České republiky probíhal další výzkum a i zde byly hodnoty variabilní. Opět se výsledky lišily v závislosti na zkoumaném stanovišti, kdy hodnoty naměřené v jednom roce na konkrétním stanovišti se pohybovaly od 644 g do 722 g.m^{-2} . Rozdíl naměřených hodnot byl 78 g.m^{-2} . To samé stanoviště vykazovalo v následujícím roce rozdíl $121 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$ (Agrostis 2008). Jak bylo již výše zmíněno, travní porosty se vyznačují nízkou produkční funkcí, neboli nízkou úrodností.

Výnosová variabilita je závislá na ekologických podmínkách a je velmi široká 100 - 1500 g.m⁻². Někteří autoři, zabývající se primární primární produkcí biomasy, uvádějí výnosy konkrétních druhů trav. Například chrastice rákosovité Palaton (118,9 g.m⁻²), chrastice rákosovité Chrastava (117,6 g.m⁻²), lesknice rákosovitá Chrifton (112 g.m⁻²), psinečku velikého Rožnovský (111,2 g.m⁻²) nebo kostřavy rákosovité Kora (106,9 g.m⁻²) (Andert D. At al. 2007). Jiné zdroje průměrné produkce travní biomasy, vycházející z řešení výzkumného projektu NAZV č. 1G 57004 „Komplexní metodické zabezpečení údržby trvalých travních porostů pro zlepšení ekologické stability v zemědělské krajině se zaměřením na oblasti se specifickými podmínkami“, uvádí v průměru 1000 g.m⁻². (ZAHRADA 2007). Výzkumný ústav rostlinné výroby (VÚRV) uvádí průměrný výnos energetické fytomasy 1750 g.m⁻².

Než začneme porovnávat průměrný roční výnos travní biomasy z VZ ve Františkových Lázních s ostatními hodnotami, je třeba vzít v úvahu, že všechny hodnoty výše uvedené se vztahují k sušině a ne vždy k travní biomase z parkových ploch nebo trvale travnatých ploch. Dále je třeba rozlišovat výnosové hodnoty u trav energetických. Těmi například jsou: kostřava rákosovitá, psineček veliký, kostřavice bezbranná, ovsík vyvýšený, lesknice rákosovitá, lesknice kanárská, ozdobnice čínská, proso seté, rákos obecný, bezkoleneček rákosovitý, třtina křovištní a sveřep vzpřímený (energie21.cz ©2015). V městských parcích nalezneme travníky jiného druhového složení. Jedná se často o trávy s jinou regenerační schopností a vyšší odolností. Častým zástupcem těchto trav jsou: lipnice luční, jílek anglický, kostřava červená výběžkatá, psineček výběžkatý, psárka luční a jetel plazivý. Trávy cíleně pěstované pro energetické účely jsou i často intenzivně přihnojovány a výnosy jsou odlišné. Podíváme-li se pozorně na několik výnosových hodnot výše uvedených, zjistíme, že se pohybují v širokém rozmezí od 80 g do 1500 g.m⁻².rok⁻¹. Abychom mohli porovnat průměrný roční výnos biomasy z VZ ve Františkových Lázních, musíme hodnotu 742 g.m⁻².rok⁻¹ přepočítat. 742 g.m⁻².rok⁻¹ nám udává produkci travní biomasy čerstvě posečené, s vlhkostí 60 – 70 %, obsahem sušiny 30 – 40 %. Budeme uvažovat obsah sušiny 35 %. Budeme-li se chtít dopočítat k výnosu sušiny v podmínkách Františkových Lázní, hodnotu 742 vynásobíme 0,35 a získáme 260 po zaokrouhlení. Výsledkem je **260 g.m⁻².rok⁻¹ sušiny travní biomasy z VZ**, se kterou lze počítat při dalším posuzování o zbudování městské kompostárny.

8. Závěr a přínos práce

Prvním z výstupů této práce je rozčlenění 127 ZP VZ zeleně ve Františkových Lázních do oddílů s podobnými specifiky, přenesení do vrstev vytvořených v GISu a jejich vizualizace. Takto zpracovaná data v ArcGIS 10.6.1 budou poskytnuta správci VZ ve Františkových Lázních. Pasport VZ - sečené plochy tím bude rozšířen o elektronickou grafickou část a práce v rámci interního informačního systému města se v souvislosti s VZ stane pro uživatele komfortnější. Informační systém užívaný na Městském úřadu Františkovy Lázně umožňuje data převzít a použít. Dalším výstupem je vyhodnocení teplotní a srážkové poměry v zájmovém území a kvantifikovat primární produkci biomasy z VZ, která bude použitelná dalšímu využití (kapitola 7. Výsledky práce).

Aby bylo možné použít výsledky této práce jako podklad pro rozhodování o realizaci městské kompostárny, je nutné data vztahující se k bioodpadu z VZ doplnit o další data. V rámci odpadového hospodářství Město Františkovy Lázně, stejně jako všechny obce v České republice každoročně vykazuje na základě ohlašovací povinnosti – Integrovaný systém plnění ohlašovací povinnosti (dále jen ISPOP). K položce 20 02 01 – biologicky rozložitelný odpad, který je součástí hlášení o odpadech, Františkovy Lázně vykazují v roce 1 363 tun, v roce 2017 se uvádí 995 tun a v roce 2018 se uvádí 1 194 tun. Jedná se o položku, která v sobě integruje bioodpad jednak z VZ, ale i bioodpad od občanů a jiné zdroje. Za současného stavu, kdy probíhá svoz bioodpadu od občanů Františkových Lázní zdarma, lze uvažovat s roční produkcí bioodpadu celkovou, uváděnou v ISPOP. Dojde-li ke změně situace kolem bioodpadu a politické situace na komunální úrovni, například souvislosti s poplatněním, nelze vyloučit situaci, že někteří občané budou bioodpad likvidovat jiným způsobem nebo u konkurenčních firem. Z těchto a jiných důvodů je účelem této práce kvantifikovat bioodpad zaručený, tj. z VZ města. Aby bylo reálné navracet organický materiál pocházející z VZ zpět do parkových ploch, zelených pásů, záhonů a dalších ploch s absencí výživných látek, musí vyrobený kompost splňovat limity obsažených nebezpečných látek. Je doporučeno odebrat vzorky travní biomasy z jednotlivých lokalit a zjistit tak hodnoty škodlivých látek obsažených v bioodpadu. Na základě kontrol výstupů z kompostáren v Karlovarském kraji a jiných oblastech, RNDr. Karla Najmana, konzultantem této práce, se dá předpokládat zvýšený obsah především nebezpečné látky Arsen (tab. 8, v kapitole 4.1). Zvýšený obsah této látky zpravidla souvisí se složením místního horninového prostředí, které je primárně obohaceno touto škodlivinou. K navýšení hodnot nebezpečných

látek dochází i u PAU i PCB. V tomto případě je zdrojem popel obsažený v kompostu. Pro výrobu průmyslového kompostu třídy I je vhodné zpracovávat pouze tyto druhy kompostovatelných odpadů:

- 02 01 Odpady ze zemědělství, zahradnictví, lesnictví, myslivosti a rybářství
- 02 03 Odpady ze zpracování ovoce, zeleniny
- 02 02 Odpady ze zahrad a parků (spadá řešený bioodpad z VZ)
- 19 08 Odpady z čistíren odpadních vod (v menším množství)

Výsledkem by měl být průmyslový kompost I. třídy, který nevykazuje žádný pach a jakostí odpovídá ČSN 46 5735 a vyhlášce č. 341/2008 Sb. Město Františkovy Lázně počítá s kompostováním jako s významným nástrojem v odpadovém hospodářství, jehož význam a podpora z rezortu životního prostředí bude stoupat. Rozčlenění VZ z hlediska údržby, stability, produkce a její kvantifikace jsou vyjádřeny pomocí výstupů této práce. Z hlediska předcházení technických problémů souvisejících s provozem kompostárny by mělo proběhnout vzorkování travní biomasy z jednotlivých oddílů VZ a jejich chemická analýza. Výsledky mohou ovlivnit volbu technologie kompostování a kvalitu kompostu.

9. Přehled literatury a použitých zdrojů:

Články a publikace:

- AITKEN W.D.: Bílá kniha ISES, Přechod k obnovitelným zdrojům energie budoucnosti. International solar energy society. Freiburg. S. 92.
- ANDERT at al., 2007: Energetické využití trav a travních směsí. In Příručka pro pěstování, spalování a využití trav při výrobě bioplynu. Vydavatel Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha 2007. ISBN: 978-80-86884-35-6. S. 110.
- BALATKA B. et. al., 1987: Zeměpisný lexikon ČSR. Academia. Praha. S. 584.
- BALATKA B., Kalvoda J., 2006: Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha, Praha, S. 79.
- BROŽ K., ROLKOVÁ J., 2009: Národní přírodní rezervace SOOS. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. S. 7.

- BURDA J. et al., 1998: Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1:50 000. Listy 11 – 13 Hazlov, 11 – 14 Cheb. Český geologický ústav, Praha, S. 75.
- CENEK M. at al.: Obnovitelné zdroje energie. 2.vydání. FCC Public. Praha. S. 208.
- DROZD K. at al., 1964: Řada HIG-hydrologie, inženýrský geologie. Sborník geologických věd. Nakladatelství Československé akademie věd. Praha. S.176
- DVOŘÁK J., KRÁSNÝ J., 2003: Ergebnisse aus em Heilwasserschutzprojekt im Raum Františkovy Lázně, Tschechische Republik. Proc.1. Europa Kongress „Kurort und Umwelt“, 13.-15.10.2003. – Bad Elster/Bad Brambach.
- FIALA J., VEJNAR Z., 2004: The lithology, geochemistry, and metamorphic gradation of the crystalline basement of the Cheb (Eger) Tertiary Basin, Saxothuringian Unit. Bulletin of Geosciences. Vol. 79. No. 1. Academy of Science of the Czech Republic. P. 41-52.
- FRYDRYCH J. at al., 2014: Využití travní biomasy pro energetické účely se zaměřením na produkci bioplynu. Sborník přednášek z konference Alternativní zdroje energie, 1.-3.7. 2014. Kroměříž. 29 – 35 s. ISBN 978-80-02-0254-7.
- GOLUBIEVSKI N. E., 2006: Urbanization Increases Grassland Carbon Pools: Effects Of Landscaping In Colorado's Front Range. Ecological Applications, vol. 16, S. 555–571
- HYNIE O., 1963: Hydrologie ČSSR II. Minerální vody. První vydání. Nakladatelství Československé akademie věd. Praha. S. 800.
- HRŮZA K., 1968: Františkovy Lázně. BALNEA. Praha. S. 65.
- CHLUPÁČ I., ŠTORCH P., 1992: Regionálně geologické dělení Českého masívu na území České republiky. Časopis pro mineralogii a geologii, S. 257–275.
- CHLUPÁČ I. et al., 2002: Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, S. 436.
- JIRÁSEK K., JIRÁSKOVÁ I., 1977: Františkovy Lázně. Olympia, Praha. S. 127.

- KOLÁŘOVÁ M., MYSLIL V., 1979: Minerální vody Západočeského kraje. Ústřední ústav geologický, Praha, S. 286.
- KOLÁŘOVÁ M., MYSLIL V., 1979: Minerální vody Západočeského kraje. Ústřední ústav geologický, Praha, S. 296.
- KRÁSNÝ J. at al., 2012: Podzemní vody České republiky. Regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod. První vydání. Vydala Česká geologická služba. Praha. S. 1144.
- MIŠTĚRA L., 1993: Geografie západočeské oblasti. Západočeská univerzita. Plzeň. S. 156.
- MRKVIČKA J. at al., 2005: Dlouhodobý vývoj psárkového porostu a jeho kvalita. Sborník z mezinárodní vědecké konference Praha 2005. Kvalita píce z travních porostů Praha 9.9 2005, ISBN: 80-86555-75-5232 VURV Praha 6-Ruzyně
- MUŽÍK O., KÁRA J., 2008: Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR. Energie 21, č. 1/2008. S. 22 – 25.
- MYSLIL V., VÁCL J., 1966: Geologický provodce, Západočeská lázněská oblast. První vydání. Ústřední geologický ústav. Praha. S. 308.
- PROŠEK J., 1982: Západočeské lázně. ČTK – pressfoto. Praha. S. 86.
- QUITT E., 1971: Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV, Brno. S. 82.
- STANĚK I., 2009: Zpracování a vyhodnocení režimních měření na zdrojích minerálních vod. Zřídelní struktura Františkovy Lázně 2002 – 2008. DHV CR, spol. s r.o., 17-15/2009. Praha. S. 86.
- TEMESGEN H. et al. 2011: Sampling Strategies for Efficient Estimation of Tree Foliage Biomass, Forest Science, vol. 57, 153-163

Internetový zdroj:

- AGROSTIS, ©2008: Racionální postupy při zakládání a ošetřování neprodučních travnatých ploch v kulturní krajině, cit. 1.8. 2011, dostupné z <http://www.agrostis.cz/?pg=vyzkum-projekt-1>
- RIS, ©2017: Regionální informační servis (online), dostupné z <<http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/detail?Zuj=554529>>

- KÚKK, ©2014: Informační portál Karlovarského kraje (online), dostupné z <http://webmap.kr-karlovarsky.cz/dpp/pub_554529/popis_uzemi.htm>
- Františkovy Lázně, ©2007: Oficiální web Města (online), dostupné z <<http://www.frantiskovy-lazne.cz/kratce-z-historie-mesta/d-93930/p1=7095>>
- Ministerstvo životního prostředí: Oficiální web ministerstva (online), dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/pudni_mapy>
- greenGain.EU, ©2016: Oficiální web (online), dostupné z <<https://greengain.eu/cs/2016/01/05/jak-nehodnotit-potencial-biomasy-z-udrzby-zelene-na-urcitem-uzemi/>>
- Technical Assessment of Grass Pellets as Boiler Fuel in Vermont, ©2012: BERCC, Biomass Energy Resource Center (online), dostupné z <<https://www.biomasscenter.org/resource-library/publications/technical-assessment-of-grass-pellets-as-boiler-fuel-in-vermont>>
- FRYDRYCH J., MACHÁČ R., 2011: Alternativní využití produkce lučních porostů s vysokou druhovou diverzitou pro energetické účely. Agritech Science (online), dostupné z <www.agritech.cz>, č. 1, článek 5, S. 1-6. ISSN 1802-8942.
- herber.kvalitne.cz, 2002 - 2019: Klimatické poměry ČR (online), <http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/klima.html>
- FLINFO.CZ: Oficiální průvodce městem (online), <<http://www.flinfo.cz/cz/lazenska-lecba-a-wellness-frantiskovy-lazne/prameny-a-dalsi-lecebne-zdroje>>
- ČÚZK, ©2018: Státní správa zeměměřičství a katastru (online), dostupné z <<http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>>
- ČHMÚ, ©2019: Český hydrometeorologický ústav (online), dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/actual_hour_data_CZ.html>
- MUŽÍK O., HUTLA P., 2005: Biomasa - bilance a podmínky využití v ČR. Biom.cz (online), dostupné z <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-bilance-a-podminky-vyuziti-v-cr>>. ISSN: 1801-2655.
- ZAHRADEK, ©2007: Travní hmota a možnosti jejího využití (online), dostupné z <<https://zahradaweb.cz/travni-hmota-a-moznosti-jejeho-vyuziti/>>

- Energie ©21, 2015: Výzkum využití trávy pro energetické účely (online), dostupné z <https://energie21.cz/vyzkum-vyuziti-travy-pro-energeticke-ucely/>

Legislativní materiály:

- Nařízení vlády č. 443/1992 Sb., Nařízení vlády České republiky o prohlášení území pevnosti Terezín za památkovou rezervaci.
- Nařízení vlády č. 430/2017 Sb., Nařízení vlády o prohlášení území vybraných částí měst Františkovy Lázně, Cheb, Karlovy Vary a Mariánské Lázně a obce Valy s lázeňskou kulturní krajinou za památkové rezervace a o změně nařízení vlády č. 443/1992 Sb., o prohlášení území historického jádra města Františkovy Lázně a území pevnosti Terezín za památkové rezervace, v platném znění.
- Zákon č. 20/1987 Sb., Zákon České národní rady o státní památkové péči, v platném znění.
- Zákon č. 289/1995 Sb., Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon).
- Nařízení vlády č. 152/1992 Sb., Nařízení vlády České republiky o ochranných pásmech přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně.
- Vyhláška č. 93/2016 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů.
- Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění.
- Vyhláška č. 330/2012 Sb. Vyhláška o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích.
- Vyhláška č. 341/2008 Sb. Vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady).
- Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění pozdějších předpisů.

- Vyhláška č. 362/2006 Sb., o způsobu stanovení koncentrace pachových látek, přípustné míry obtěžování zápachem a způsobu jejího zjišťování.
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 450/2005 Sb., o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků.
- ČSN 46 5735: Průmyslové komposty. Praha. Vydavatelství norem, 1991

10. Seznam obrázků

- Obr.1: Park u Glauberovy dvorany (autor ©2018)
- Obr.2: Parková plocha (autor ©2018)
- Obr.3: Katastrální území zájmové oblasti (autor ©2018)
- Obr.4: K.ú. Františkovy Lázně – oddíl „parky a lesoparky“ (autor ©2018)
- Obr.5: K.ú. Františkovy Lázně – oddíl „louky a volné plochy“ (autor ©2018)
- Obr.6: K.ú. Františkovy Lázně – oddíl „zelené pásy a plošky“ (autor ©2018)
- Obr.7: K.ú. Františkovy Lázně – oddíl „mulčované plochy“ (autor ©2018)
- Obr.8: K.ú. Horní Lomany - oddíl „park a lesoparky“ (autor ©2018)
- Obr.9: K.ú. Horní Lomany – oddíl „louky a volné plochy“ (autor ©2018)
- Obr.10: K.ú. Horní Lomany - oddíl „zelené pásy plošky“ (autor ©2018)
- Obr.11: K.ú. Slatina u Františkových Lázní – oddíl „parky a lesoparky“ (autor ©2018)
- Obr.12: K.ú. Slatina u Františkových Lázní - oddíl „louky a volné plochy“ (autor ©2018)
- Obr.13: K.ú. Slatina u Františkových Lázní „mulčované plochy“ (autor ©2018)
- Obr.14: K.ú. Žírovice - oddíl „louky a volné plochy“ (autor ©2018)
- Obr.15: Parková plocha (autor ©2018)
- Obr.16: Hranice území památkové rezervace města Františkovy Lázně (Nařízení vlády České republiky č. 430/2017 Sb.)

- Obr.17: Základní regionálně geologické členění variské stavby Českého masívu (Chlupáč et al., 2002)
- Obr.18: Infiltrační pásmo a výstupní cesty minerální vody (Stejskal et al. 2008)
- Obr.19: Klimatické oblasti dle Quitta (www.herber.kvalitne.cz)
- Obr.20: Parková plocha (autor ©2018)
- Obr.21: Půdní mapa Karlovarského kraje (https://www.mzp.cz/cz/pudni_mapy).
- Obr.22: Plocha jednotlivých oddílů (zdroj dat: Městský úřad Františkovy Lázně)
- Obr.23: Zastoupení základních ploch v jednotlivých oddílech (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně)
- Obr.24: Průměrné měsíční teploty v letech 2016 - 2018 (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)
- Obr.25: Průměrná roční teplota v jednotlivých letech 2016 - 2018 vs. dlouhodobý normál (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)
- Obr.26: Úhrny srážek v jednotlivých letech (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)
- Obr.27: Úhrny srážek v jednotlivých letech vs. dlouhodobý normál (<http://portal.chmi.cz>, upravil autor)
- Obr.28: Produkce biomasy v jednotlivých měsících v roce 2016 - 2018 (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně, upravil autor)
- Obr.29: Produkce biomasy v roce 2016 - 2018 (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně, upravil autor)

11. Seznam tabulek

- Tab.1: Členění ploch do oddílů, jejich počet a výměra (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně)
- Tab.2: Produkce biomasy ve veřejných plochách v jednotlivých letech (zdroj: Městský úřad Františkovy Lázně)
- Tab.3: Klimatické podmínky v jednotlivých letech (<http://portal.chmi.cz>)
- Tab.4: Měsíční průměrné teploty v jednotlivých letech (<http://portal.chmi.cz>)
- Tab.5: Měsíční úhrny srážek v jednotlivých letech (<http://portal.chmi.cz>)
- Tab.6: Porovnání dat s dlouhodobým normálem (<http://portal.chmi.cz>)
- Tab.7: Teplotní režimy při hygienizaci kompostováním (vyhláška č. 341/2008 Sb.)
- Tab.8: Limitní koncentrace vybraných rizikových látek a prvků (vyhláška č. 341/2008 Sb.)
- Tab.9: Zařazení zájmového území do taxonomického systému geomorfologického členění reliéfu Čech (Balatka, Kalvoda 2006)
- Tab.10: Klimatické jednotky v mírně teplé oblasti (Quitt 1971)

12. Seznam příloh

- Příloha 1 Základní plochy
- Příloha 2 Parky a lesoparky
- Příloha 3 Louky a volné plochy
- Příloha 4 Zelené pásy a plošky
- Příloha 5 Mulčované plochy
- Příloha 6 Denní úhrny srážek
- Příloha 7 Průměrné denní teploty
- Příloha 8 Ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů Františkových Lázní
- Příloha 9 Limitní koncentrace vybraných rizikových látek a prvků

13. Použité zkratky

- AT₄ Test respirační aktivity
- BRO Biologicky rozložitelný odpad
- CO₂ Oxid uhličitý
- ČHMÚ Český hydrometeorologický ústav
- GIS Geografický informační systém
- IKO Index kvality ovzduší
- ISPOP Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností
- LCMW Biomasa získaná z údržby veřejné zeleně
(biomass from landscape conservation and maintenance work)
- Mze Ministerstvo zemědělství
- NAZV Národní agentura pro zemědělský výzkum
- Na₂SO₄ Síran sodný
- NO₂ Oxid dusičitý
- OZE Obnovitelné zdroj energie
- O₃ Přízemní ozon
- PAU Polycyklické aromatické uhlovodíky
- PCB Polychlorované bifenyly
- PM₁₀ Suspendované pevné částice
- VÚRV Výzkumný ústav rostlinné výroby
- VÚZT Výzkumný ústav zemědělské techniky
- VZ Veřejná zeleň

