

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Biodiverzita v městském prostředí**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Anna Petrušková**

**Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru**

**Vedoucí práce: prof. RNDr. Miroslav Barták, CSc.**

**© 2022 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Biodiverzita v městském prostředí" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 4. 2022

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu práce prof. RNDr. Miroslavu Bartákovi, CSc. za pomoc s výběrem zajímavého tématu, za cenné rady a pomoc s určováním hmyzu. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi umožnili přístup na jednotlivé střechy a tím mi pomohli uskutečnit výzkumnou část mé diplomové práce. Na závěr bych chtěla poděkovat také své Babičce za provedenou korekturu.

# Biodiverzita v městském prostředí

## Souhrn

Diplomová práce se zabývá biodiverzitou v městském prostředí. Cílem práce bylo zpracovat literární rešerši na téma biodiverzita, biodiverzita ve městě a ozelenovací prvky, specificky ozelenění střech. V praktické části bylo cílem ověřit hypotézu, že ozelenovací prvky, konkrétně zelené střechy, mají vliv na biodiverzitu ve městě. K posouzení biodiverzity bylo využito porovnání diverzity členovců (Arthropoda), se zaměřením na třídu hmyzu (Insecta), na zelených střechách a klasických nezelených střechách.

Výzkum probíhal na území hlavního města Prahy na 6 střechách – 4 zelených (Administrativní budova TV Nova, novější a starší budovy ČSOB a budova OC Smíchov) a 2 klasických nezelených (Administrativní budova Na Pankráci 30 a budova hotelu OREA). Zelené střechy se mezi sebou lišily především stářím a typem vegetační vrstvy a svým umístěním v prostoru. Vzhledem ke specifikům pozorovaných ploch byla jako odchyťová metoda zvolena nedestruktivní metoda žlutých misek. Na každé střeše byly provedeny 4 odběry, kdy žluté misky s vodou a detergentem byly položeny na 24 hodin. Následně byl odchyťovaný vzorek slit do sklenic se 70 % roztokem technického lihu, který sloužil jako konzervační prostředek. Odběry byly uskutečněny v období srpen až září 2021.

Po ukončení sběru byl odebraný materiál tříděn metodou morfodruhů. Všechny morfodruhy jsou určeny do řádu, některé i podrobněji do čeledi, rodu a druhu. Veškeré morfodruhy byly fotograficky zdokumentovány. Fotodokumentace sloužila k možnosti propojení morfodruhů napříč všemi střechami. Celkem bylo nasbíráno 9814 jedinců ze 154 morfodruhů a 14 řádů. Na klasických nezelených střechách bylo celkově nasbíráno 182-209 jedinců z 23-27 morfodruhů. Nižší čísla představují počet jedinců a druhů pro klasickou nezelenou střechu hotelu OREA a vyšší čísla pro klasickou nezelenou střechu administrativní budovy Na Pankráci 30. Naproti tomu na zelených střechách bylo celkově odebráno 1179-4340 jedinců z 61-92 morfodruhů. Nižší čísla platí v případě jedinců pro zelenou střechu novější budovy ČSOB a v případě morfodruhů pro zelenou střechu administrativní budovy TV Nova. Vyšší čísla představují hodnoty sběru ze zelené střechy na budově OC Smíchov.

Ke komplexnímu posouzení biodiverzity střech bylo využito Margalefova indexu druhové pestrosti, Simpsonova indexu diverzity a Shannonova indexu diverzity. K porovnání stanovišť mezi sebou byl použit Sørensenův index podobnosti. Statistické zhodnocení představovaly krabicové grafy, které ukazují rozptyl mezi výsledky v rámci jednotlivých střech

i mezi střechami navzájem. Všechny zmíněné indexy vycházely výrazně lépe pro zelené střechy. Zároveň i samotné počty jedinců a morfodruhů ukázaly významný rozdíl mezi klasickými nezelenými střechami a zelenými střechami.

Hypotéza byla potvrzena. Ozelenovací prvky, konkrétně zelené střechy mají vliv na biodiverzitu ve městě. Dle výsledků této diplomové práce je vliv zelených střech na biodiverzitu pozitivní, a tedy velmi žádoucí.

**Klíčová slova:** Biodiverzita, městské prostředí, hmyz, zelená střecha

# The biodiversity in the urban environment

## Summary

The master's thesis deals with biodiversity in the urban environment. The aim of the thesis was to do a literature search on biodiversity, biodiversity in the city and greening elements, specifically roof greening. In the practical part, the aim was to test the hypothesis that greening elements, specifically green roofs, have an impact on biodiversity in the city. A comparison of arthropod (Arthropoda) diversity, focusing on the insect (Insecta) class, on green roofs and conventional non-green roofs was used to assess biodiversity.

The research was carried out on 6 roofs in Prague - 4 green roofs (Administration Building TV Nova, newer and older buildings of ČSOB and building of OC Smíchov) and 2 classic non-green roofs (Administration Building Na Pankráci 30 and building of OREA Hotel). The green roofs differed from each other mainly by their age and type of vegetation layer and their location in the space. Due to the specifics of the observed areas, the non-destructive yellow dish method was chosen as the trapping method. Four samplings were carried out on each roof, where yellow trays with water and detergent were placed for 24h. Subsequently, the trapped sample was poured into jars containing a 70% solution of technical alcohol, which served as a preservative. The sampling was carried out between August and September 2021.

After the collection was completed, the collected material was sorted using the morphospecimen method. All morphospecies are assigned to order, some even more detailed to family, genus and species. All morphospecies were documented photographically. The photo-documentation was used to enable the morphospecies to be linked across all roofs. A total of 9814 individuals from 154 morphospecies and 14 orders were collected. On classic non-green roofs, a total of 182-209 individuals were collected from 23-27 morphospecies. The lower numbers represent the number of individuals and species for the classic non-green roof of the OREA Hotel and the higher numbers for the classic non-green roof of the administration building Na Pankráci 30. In contrast, on the green roofs, a total of 1179-4340 individuals from 61-92 morphospecies were collected. The lower numbers apply to the individuals for the green roof of the newer building of ČSOB and for the morphospecies for the green roof of the administration building TV Nova. The higher numbers represent the collection values from the green roof of the building of OC Smíchov.

Margalef's Species Diversity Index, Simpson's Diversity Index and Shannon's Diversity Index were used to comprehensively assess rooftop biodiversity. Sørensen's similarity index

was used to compare habitats with each other. Statistical evaluation was represented by box plots showing the variance between results within and between roofs. All the indices mentioned above came out significantly better for the green roofs. At the same time, the numbers of individuals and morphospecies alone showed a significant difference between the classical non-green roofs and the green roofs.

The hypothesis was confirmed. Greening features, specifically green roofs, have an impact on biodiversity in the city. According to the results of this thesis, the effect of green roofs on biodiversity is positive and therefore highly desirable.

**Keywords:** Biodiversity, urban environment, insects, green roof

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíle práce</b> .....	<b>11</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 Biodiverzita</b> .....	<b>12</b>
3.1.1 Úbytek a narušení přirozených ekosystémů .....	13
3.1.2 Úrovně pozorování biodiverzity .....	13
3.1.2.1 Úroveň společenstev .....	13
3.1.2.2 Úroveň druhů.....	14
3.1.2.3 Prostorové měřítko – alfa, beta, gama, omega .....	14
3.1.3 Biodiverzita hmyzu .....	15
<b>3.2 Biodiverzita a městské prostředí</b> .....	<b>17</b>
3.2.1 Typy zeleně v městském prostředí .....	17
3.2.1.1 Parky a okrasné zahrady .....	17
3.2.1.2 Komunitní zahrady.....	18
3.2.1.3 Golfová hřiště .....	19
3.2.1.4 Příměstské lesy .....	20
3.2.2 Funkce městské zeleně .....	20
3.2.3 Biodiverzita ve městě .....	21
3.2.4 Biodiverzita hmyzu ve městě.....	24
<b>3.3 Zelené střechy</b> .....	<b>26</b>
3.3.1 Typy zelených střech.....	27
3.3.1.1 Extenzivní.....	27
3.3.1.2 Intenzivní .....	27
3.3.2 Klady zelených střech .....	28
3.3.3 Zápory zelených střech .....	29
3.3.4 Biodiverzita zelených střech .....	29
<b>4 Metodika</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1 Charakteristika studovaných ploch</b> .....	<b>33</b>
4.1.1 Administrativní budova TV NOVA.....	33
4.1.2 Administrativní budovy ČSOB.....	34
4.1.2.1 Starší administrativní budova .....	34
4.1.2.2 Novější administrativní budova .....	35
4.1.3 Obchodní centrum Nový Smíchov .....	36
4.1.4 Hotel OREA .....	37



4.1.5	Administrativní budova Na Pankráci 30 .....	37
<b>4.2</b>	<b>Sběr dat .....</b>	<b>37</b>
4.2.1	Odběrová metoda.....	37
4.2.2	Vlastní sběry.....	38
4.2.3	Zpracování vzorků a fotodokumentace .....	39
<b>4.3</b>	<b>Metody analýzy dat .....</b>	<b>39</b>
4.3.1	Prosté součty .....	39
4.3.2	Relativní početnost .....	39
4.3.3	Margalefův index druhové pestrosti (P) .....	40
4.3.4	Simpsonův index diverzity (D) .....	40
4.3.5	Shannonův index diverzity (H) .....	40
4.3.6	Indexy vyrovnanosti .....	40
4.3.7	Sörensenův index podobnosti (CC).....	41
4.3.8	Statistické zhodnocení .....	41
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>42</b>
<b>5.1</b>	<b>Základní charakteristika.....</b>	<b>42</b>
5.1.1	Zelená střecha administrativní budovy TV Nova .....	42
5.1.2	Zelená střecha novější budovy ČSOB.....	42
5.1.3	Zelená střecha starší budovy ČSOB .....	42
5.1.4	Zelená střecha na budově OC Smíchov .....	42
5.1.5	Klasická nezelená střecha hotelu OREA.....	43
5.1.6	Klasická nezelená střecha administrativní budovy Na Pankráci 30 .....	43
<b>5.2</b>	<b>Relativní početnost morfodruhů .....</b>	<b>43</b>
5.2.1	Relativní početnost morfodruhů v rámci stanovišť .....	43
5.2.2	Relativní početnost morfodruhů – srovnání všech stanovišť.....	44
<b>5.3</b>	<b>Margalefův index druhové pestrosti (P) .....</b>	<b>44</b>
<b>5.4</b>	<b>Simpsonův index diverzity (D).....</b>	<b>45</b>
<b>5.5</b>	<b>Shannonův index diverzity (H) .....</b>	<b>45</b>
<b>5.6</b>	<b>Indexy vyrovnanosti .....</b>	<b>46</b>
<b>5.7</b>	<b>Sörensenův index podobnosti (CC).....</b>	<b>47</b>
<b>5.8</b>	<b>Statistické zhodnocení indexů – krabicové grafy .....</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>48</b>
<b>6.1</b>	<b>Porovnání biodiverzity zelených a klasických nezelených střech .....</b>	<b>48</b>
<b>6.2</b>	<b>Porovnání biodiverzity zelených střech mezi sebou .....</b>	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>54</b>
<b>9</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>64</b>

# 1 Úvod

Biodiverzita neboli biologická rozmanitost je důležitou součástí života na planetě Zemi (Mora et al. 2011). Dá se říct, že je dokonce jeho podstatou. Variabilitu nalézáme mezi všemi druhy organismů, živočišnými i rostlinnými, vodními i suchozemskými. Můžeme ji pozorovat nejen na mezidruhově úrovni, ale i na úrovni vnitrodruhově (Chandra 2011), například v podobě plemen hospodářských zvířat (Seidl 2019).

Nicméně stejně jako vše na planetě Zemi i biodiverzita je ovlivňována lidskou činností, a to bohužel převážně negativně (Pimentel et al. 2007). V důsledku lidské činnosti se biodiverzita snižuje, a to ať už z důvodu přímého vyhubení některých druhů tak i kvůli úbytku přírodních stanovišť způsobeným ku příkladu zemědělskou činností a rozšiřováním měst (Armsworth 2004).

V posledních letech či desetiletích si lidé začínají uvědomovat toto své negativní působení a vznikají iniciativy na ochranu druhové pestrosti. Prvním velkým krokem byl vznik mezinárodní smlouvy „Úmluva o biologické rozmanitosti“, která vstoupila v platnost v roce 1993. Jedná se o podporu biodiverzity jak na mezinárodní, tak i národní úrovni (Chandra 2011).

Tato diplomová práce se bude zabývat biodiverzitou v městském prostředí. Právě rozšiřování měst je jedním z hlavních důvodů úbytku přírodních stanovišť, a tedy snižování jak počtu jedinců, tak i počtu druhů (Armsworth 2004). Nicméně i na území měst mohou vznikat nová polopřírodní stanoviště, která mohou výrazně napomoci zvýšení městské biodiverzity (Dalimier et al. 2012; Pereira-Peixoto et al. 2014).

Jedním z takových novodobých prvků jsou zelené střechy (Shafique et al. 2018). V posledních letech se jedná o velmi diskutované téma, které začíná nabývat na oblibě. Střechy pokryté různými typy vegetace mohou vytvářet nová stanoviště pro mnohé druhy především z třídy hmyzu (Insecta) (Colla et al. 2009; New 2015).

## **2 Vědecká hypotéza a cíle práce**

Cílem práce „Biodiverzita v městském prostředí“ bylo zpracovat literární rešerši vědecké literatury shrnující informace o biodiverzitě ve městě, různorodosti městských ekosystémů a ozeleňovacích prvcích, specificky zelených střechách. V praktické části bylo cílem porovnat vliv ozeleňovacích prvků v podobě diverzity klasických nezelených střech a zelených střech. Experiment měl podobu odchyty hmyzu na vybraných střechách ve městě Praha a zahrnoval roztřídění hmyzu do řádů a morfodruhů. Následně byl odebraný materiál zpracován běžnými metodami synekologické analýzy.

Hypotéza: Ozeleňovací prvky, specificky ozelenění střech má vliv na diverzitu hmyzu.

### 3 Literární rešerše

Literární rešerše se bude zabývat problematikou biodiverzity ve městě. Vysvětlí, co je biodiverzita, jaké známe její druhy. Dále se zaměří na městské prostředí a popíše, jaké typy zeleně se v urbanizovaném prostředí nachází a jaký je stav městské biodiverzity se zaměřením na hmyz. Literární rešerše se také podívá na možnosti podpoření biodiverzity ve městě, a to pomocí ozeleňovacích prvků se zaměřením na zelené střechy.

#### 3.1 Biodiverzita

Rozmanitost života je jednou z nejpozoruhodnějších vlastností planety Země. Mora a jeho tým odhadují, že na Zemi žije okolo 8,7 milionu druhů eukaryotních organismů (Mora et al. 2011). Samotný pojem „biodiverzita“ použil jako první v roce 1986 biolog Walter Rosen. Tento pojem využil jako název pro Národní fórum, které se mělo zabývat právě rozmanitostí druhů (Wilson 1988).

Podle Úmluvy o biologické rozmanitosti biodiverzita znamená variabilitu organismů ze všech typů prostředí. Zahrnuje suchozemské organismy, mořské i sladkovodní, ze všech konkrétních typů ekosystémů. Biodiverzita zahrnuje rozmanitost nejen mezi druhy, ale i uvnitř jednotlivých druhů. Variabilitu ale můžeme sledovat i mezi samotnými jednotlivými typy ekosystémů (Armsworth 2004; Chandra 2011).

Úmluva o biologické rozmanitosti je první mezinárodní smlouvou na podporu zachování biodiverzity a na udržitelné využívání biologické rozmanitosti. Byla sjednána na základě celosvětových obav z úbytku druhů organismů a vstoupila v platnost v roce 1993. Jednotlivé smluvní strany se zavázaly přijmout různá opatření na podporu a zachování biodiverzity na národní i mezinárodní úrovni (Chandra 2011).

Celá lidská společnost, ale i všechny světové ekosystémy jsou závislé na zdravém a produktivním životním prostředí, které zahrnuje všechny druhy rostlin i živočichů. Nicméně i když je člověk závislý na životaschopném životním prostředí, zároveň je to on, kdo jej poškozují nejvíce a kvůli komu biodiverzita klesá (Pimentel et al. 2007).

Příklad tohoto úbytku druhů může být ukázán na celosvětovém množství domestikovaných plemen zvířat a odrůd rostlin. Zatímco v minulosti se lidé více zaměřovali na lokální odrůdy a plemena, v současnosti se společnost upíná prakticky jen k těm nejvýnosnějším odrůdám a plemenům s největší užitkovostí. Tím v celosvětovém měřítku mizí mnoho místních forem, čímž se snižuje genetická rozmanitost a odolnost zemědělských zvířat a plodin. Tedy v konečném důsledku se jedná o negativní jev i přímo pro člověka, protože tím může být ohrožena celosvětová potravinová bezpečnost (Seidl 2019).

Zemědělství je jen jedním z mála aspektů, jímž člověk mění životní prostředí. Růst lidské populace způsobuje rozrůstání lidských sídel, přeměnu krajiny kvůli dopravě, zásahy v podobě turismu a využívání krajiny ve volném čase. Člověk přetváří okolní prostředí těžbou nerostných surovin, skládkami, odvodňováním mokřadů i následnou snahou o rekultivaci a tvorbou nových biotopů. To vše, a nejen to, má vliv na veškeré druhy fauny i flóry (Dellasala 2018).

### 3.1.1 Úbytek a narušení přirozených ekosystémů

Obecně lze říct, že lidskou činností dochází k úbytku, degradaci či rozdrobení přirozených habitatů jednotlivých organismů. Pokud je přírodní prostředí přeměněno na zemědělskou půdu nebo ve stavební pozemky při rozšiřování urbanizovaného území, většina druhů se nedokáže přizpůsobit a vymizí (Armsworth 2004). Jako příklad lze uvést sledování populace motýlů v Amazonském pralese. K tomu, aby došlo k výraznému snížení druhové pestrosti motýlů stačí, aby 30% plochy bylo vytěženo a přeměněno lidskou činností. Vytěžení části plochy tedy významně ovlivní zbývající část přírodní oblasti (Brown 1997).

Ne vždy dochází k úplnému zničení dané lokality. Na velkém množství území lidská činnost působí degradačně, nikoliv přímo destruktivně. Mnohé oblasti jsou ovlivňovány znečištěním z odpadů, dopravy či pesticidů. Běžně se nevyskytující látky snižují kvalitu stanoviště, mohou snižovat plodnost či narušovat schopnost přežít. I zde může dojít k postupnému vymizení některých druhů, které se nedokáží na změněné podmínky adaptovat (Armsworth 2004).

Třetím typem narušení, je rozdrobení daného přírodního území. Je totiž dokázáno, že na jedné celistvé větší ploše je větší druhová pestrost, než na více menších celcích o celkově stejné rozloze. I když se může jednat o drobnější předěly, např. silnici protínající jinak přírodní stanoviště, některé druhy si s touto překážkou nedokážou poradit. Podmínky reprodukce se tímto zhoršují a může docházet ke snižování počtu druhů na všech částech daného stanoviště. Opět může dojít i k úplnému vymizení některých druhů (Trombulak 2000).

### 3.1.2 Úrovně pozorování biodiverzity

Armsworth (2004) se dívá na biodiverzitu a její úrovně ze tří stran. Popisuje, že ji lze sledovat na úrovni společenství a jednotlivých druhů. Zároveň trochu bokem stojí hledisko prostorového určení biodiverzity.

#### 3.1.2.1 Úroveň společenstev

Společenstva jsou soubory vzájemně se ovlivňujících organismů. Jednotlivá společenstva mají různé počty druhů, některé druhy i sdílí. Prostorové určení je často obtížnější, neboť nemají pevně dané hranice a vzájemně se prolínají. Nejdůležitější je zde rozmanitost mezidruhových interakcí, která je v každém společenstvu jedinečná (Armsworth 2004).

Jednotlivá společenstva jsou nejčastěji definována podle typu vegetace. Modelování biodiverzity na úrovni společenstev může být významným přínosem zejména pro výzkumy zaměřující se na oblasti s velmi vysokým počtem druhů. Modelování na úrovni společenstva kombinuje údaje o více druzích. Prostorové výstupy pak zahrnují prediktivní mapování jednotlivých typů společenstev (základem jsou skupiny lokalit s podobným druhovým složením) nebo skupin druhů (základem jsou skupiny druhů s podobným rozšířením) (Ferrier 2006).

### 3.1.2.2 Úroveň druhů

Biodiverzitu lze pozorovat přímo na úrovni druhů. Zde je možné sledovat počet druhů v dané lokalitě nebo rovnoměrnost zastoupení jednotlivých druhů v rámci celého sledovaného území. Rovnoměrnost lze chápat i z druhého hlediska jako množství jedinců daného druhu vůči ostatním druhům. Rovnoměrnější a žádanější je tedy situace, kdy společenstvo nebo daná lokalita má např. 100 jedinců rozdělených do 10 druhů, přičemž každý druh je zastoupen 10 jedinci. Naproti tomu je nežádoucí situace, kdy je 100 jedinců mezi 10 druhů rozděleno nerovnoměrně – např. jeden druh má 91 jedinců a zbývajících 9 druhů má po jednom jedinci (Armsworth 2004).

V biologickém kontextu lze rozlišit tři hlavní typy druhové rozmanitosti. Genetickou diverzitu, funkční diverzitu a fylogenetickou diverzitu. Nehring (2004) se ve své práci zaměřil na fylogenetickou diverzitu, kterou popisuje jako morfologickou diverzitu druhů založenou na jejich evolučním původu. Navrhuje častější využívání modelu fylogenetického stromu, který je podle něj v matematických výpočtech biodiverzity přesnější.

Existuje více různých způsobů, pomocí nichž se druhová biodiverzita určuje a popisuje. Jedním z nich je Shannonův index diverzity, který do svého výpočtu zahrnuje počet jedinců i druhů v dané lokalitě i rovnoměrnost jejich zastoupení (Alnashiri 2021). Výpočet tohoto indexu je však časově poměrně náročný, proto se často pro posouzení biodiverzity používá čistě počet druhů (Armsworth 2004).

Obvykle se ve výpočtech počítá pouze s množstvím a rozložením druhů v určité oblasti a další faktory se neberou v potaz. Existují ale i fylogenetické indexy diverzity, které zohledňují i příbuznost jednotlivých druhů a přiřazují v rámci výpočtů vyšší důležitost souborům druhů, které jsou evolučně méně příbuzné. Některé indexy také zohledňují přítomnost endemických druhů (Nehring 2004).

### 3.1.2.3 Prostorové měřítko – alfa, beta, gama, omega

Kromě rozhodnutí, zda budeme biodiverzitu popisovat na úrovni stanovišť nebo druhů, je třeba také zvolit odpovídající prostorové měřítko, protože druhové bohatství se zvyšuje s rozlohou. Obvykle se volí buď ekonomicky významné měřítko (jednotlivé pozemky) nebo ekologicky významné měřítko (zóny stanovišť). Po zvolení měřítka je třeba zvážit tři aspekty biologické rozmanitosti (Schlter 1993).

Tyto tři aspekty jsou označovány řeckými písmeny alfa, beta a gama. Někteří autoři uvádějí ještě čtvrtý rozměr – omegu (Hannley et Perrings 2019). Alfa diverzita je lokální diverzita v rámci každé jednotlivé lokality nebo průměr lokálních měř na všech lokalitách (Armsworth 2004). Jedná se o taxonomickou diverzitu druhů v určitém systému a měří se pomocí indexu počtu druhů a jejich početnosti.

Jedním z nejčastěji používaných indexů pro výpočet alfa diverzity je Shannonův index. Shannonův index je založen na podílu počtu jedinců *i*-tého druhu k celkovému počtu druhů. Index je tím vyšší, čím větší je druhové bohatství v dané lokalitě a čím rovnoměrnější je druhové bohatství v dané lokalitě (Hannley et Perrings 2019).

Beta diverzita ukazuje změnu druhového složení mezi jednotlivými lokalitami. Čím méně druhů mají dvě lokality společné, tím vyšší je diverzita beta (Armsworth 2004). Je zde tedy

podstatný počet taxonů, který je jedinečný pro každý porovnávaný systém. Pro porovnání dvou systémů se využívá Sørensenův index, který porovnává celkový počet druhů v obou systémech s počty druhů, které jsou pro oba systémy společné. Nabývá hodnot 0-1, kdy 0 znamená, že se společenstva druhově nepřekrývají a hodnota 1 ukazuje, že v obou společenstvech se vyskytují naprosto shodné druhy (Hannley et Perrings 2019).

Diverzitu gama lze označit také jako „celkovou“ diverzitu, neboť je měřítkem taxonomické diverzity v rámci celého souboru posuzovaných lokalit. Lze ji odhadnout přímo nebo vypočítat z diverzit alfa a beta. Opět je podstatný počet odlišných druhů mezi jednotlivými soubory (Armsworth 2004; Hannley et Perrings 2019).

Omega diverzita je měřítkem taxonomické diverzity mezi druhy nebo fylogenetické diverzity (Schweiger et al. 2008). Nejčastěji se používá přístup založený na párové vzdálenosti. Párová vzdálenost měří taxonomickou odlišnost nebo vzdálenost jednoho druhu od druhého, jeho nejbližšího souseda (Solow et al. 1993; Hannley et Perrings 2019).

Armsworth (2004) vysvětluje, že diverzita gama je v rámci dané oblasti funkcí diverzity alfa a beta. Pokud jsou diverzity alfa a beta nízké, bude i diverzita gama nízká. Pokud jsou diverzity alfa a beta vysoké, bude i diverzita gama vysoká. Ke změně dochází, pokud je diverzita gama na střední úrovni, protože tento stav může odpovídat vysoké diverzitě alfa (každá lokalita je místně rozmanitá), ale nízké diverzitě beta (všechny lokality mají stejný soubor druhů), nebo nízké diverzitě alfa (každá lokalita je druhově chudá), ale současně vysoké diverzitě beta (všechny lokality se od sebe liší).

Zde lze uvést příklad pozorování ptactva na Karibských ostrovech. Cox et Ricklefs (1977) zkoumali diverzitu ptáků na dvou ostrovech. Na obou ostrovech bylo stejných 9 typů stanovišť, ale jeden ostrov byl větší než ten druhý. Na větším ostrově byla 5x vyšší diverzita gama, než na menším ostrově. To bylo způsobeno především nárůstem alfa diverzity na větším ostrově – tedy zvýšením průměrného počtu druhů na jednotlivých stanovištích. Zároveň se zvýšením počtu druhů ale došlo i ke zvýšení druhové rozdílnosti mezi jednotlivými stanovišti.

Ne vždy se vypočítávají všechny typy diverzity – alfa, beta, gama, omega. Výběr vhodného systému je vždy individuální dle konkrétního řešeného problému. Záleží na tom, zda posuzujeme jednu oblast, porovnáваме ji s jinou, nebo řešíme rozsáhlé území, které sestává z mnoha malých částí. Záleží ale také nejenom na tom, co pozorují, ale i proč to pozorují. Jiné indexy je třeba zvolit, pokud nás zajímá fylogenetická vzdálenost mezi jednotlivými druhy a jiný, pokud posuzujeme genetickou diverzitu (Brock et Xepapadeas 2003; Hartmann 2013).

### **3.1.3 Biodiverzita hmyzu**

Hmyz je nejrozmanitějším a nejhojnějším makroskopickým živočichem na planetě a tvoří základ všech suchozemských i sladkovodních systémů. Úloha hmyzu v ekosystémech je velmi rozmanitá, vždy však platí, že je důležitá. Hmyz je klíčovou složkou potravy nespočtu obratlovců, zejména obojživelníků, plazů, zpěvných ptáků, netopýrů a drobných savců.

Hmyz je důležitý i v rámci ekosystémových služeb. Základní ekosystémové služby, které poskytuje, jsou opylování, rozklad a tvorba půdy, biologická regulace populací jiných živočichů, čištění vody a rozklad organických zbytků. Úloha mnoha druhů hmyzu je tedy podstatná i pro život člověka (Wagner 2018).

Aktuálně, k začátku roku 2022, je podle Catalogue of Life popsáno 1 070 781 druhů hmyzu. Z toho nejpočetnější skupinu tvoří řád brouci (Coleoptera) s 392 415 druhy. Druhou nejpočetnější skupinou jsou dvoukřídli (Diptera) se 160 591 druhy a na třetím místě je řád motýli (Lepidoptera) se 158 570 druhy (Zhang 2013).

Ovšem většina druhů, nejen hmyzu, dosud nebyla popsána. Podle nejpřesnějších možných odhadů žije na zemi okolo 8,7 milionu druhů eukaryotních organismů (Mora et al. 2011). Z toho celých 5,5 milionu druhů by mělo patřit do třídy hmyzu (Stork 2018). Nejvyšší koncentrace druhů hmyzu se nachází v tropickém pásu. V tomto pásu se nachází až 90 % všech druhů hmyzu. Ku příkladu na jednom hektaru Amazonského pralesa se vyskytuje až 85 tisíc druhů hmyzu (Footit et Adler 2018). Obecně v tropických lesích jen biomasa tvořená mravenci a termity převyšuje biomasu všech ostatních živočichů (Wagner 2018).

Díky tomu, že dochází ke zdokonalování molekulárních metod, je každým rokem odhalováno a popisováno vyšší množství nových druhů (Costello et al. 2012). Nicméně i přes to se diverzita hmyzu snižuje. Studie z celého světa, zejména však ze severní polokoule, hlásí alarmující úbytek hmyzu, a to jak z hlediska početnosti, tak z hlediska druhové rozmanitosti. Mezi hlavní hrozby, které vedou ke snižování diverzity, patří degradace stanovišť (především odlesňování a zemědělské postupy), invazní druhy, změny klimatu, přítomnost znečištění (např. rezidua pesticidů) a patogeny (Wagner 2018).

Na webových stránkách IUCN je zdokumentováno a sledováno 12100 druhů hmyzu. Z toho 1611 druhů má sestupný populační trend a rychle ubývají. Jedná se o celých 13,31 %. Ovšem pro většinu druhů nejsou aktuálně známy výsledky, tedy toto číslo bude pravděpodobně výrazně vyšší. Neoptimistický je počet druhů, který se nachází ve stoupajícím populačním trendu. Jedná se totiž pouze o 50 druhů hmyzu (IUCN 2022).

Velmi ohrožený je především hmyz s nízkým reprodukčním potenciálem, specializovanými návyky, malým areálem výskytu a nízkou disperzibilitou (zejména nelétavé taxony). Všechny tyto vlastnosti totiž při zhoršených životních podmínkách vedou ke snižování počtu jedinců, čímž jsou nejvíce ohroženi vyhynutím (Wagner 2018).

Ochrana druhů a druhové biodiverzity je ekologicko-inženýrskou činností. Jiné principy ochrany jsou vhodné pro konkrétní druhy a jiné pro celistvá ekosystémová společenstva. Je důležité si uvědomit, že nikdy nemůžeme na jednom místě chránit všechny existující druhy. Právě proto je ale velmi důležitá diverzita jednotlivých společenství a stanovišť a potřeba uvědomit si, co vlastně chceme chránit (Montagna et al. 2012).

Například při ochraně motýlů je důležité brát v potaz jejich životní cyklus a požadavky. Existují tedy vhodné způsoby hospodaření, které napomáhají populačnímu rozvoji motýlů, a naopak nevhodné způsoby hospodaření, které vedou k úbytku populace. Mezi vhodné způsoby hospodaření patří např. rotační seč, extenzivní pastva nebo občasné výpal (Farruggia et al. 2012; McIver et Macke 2014). Mezi nevhodné způsoby hospodaření můžeme zařadit odlesňování (Augenstein et al. 2012).

Weiss et al. (2020) se zaměřili na porovnání a pozorování dvou typů lesů mírného pásu. První les nebyl pravidelně kácen, zatímco druhý ano. Ukázalo se, že řízené kácení části lesního porostu podporuje rozvoj biodiverzity. Po odstranění části dřevní hmoty dochází k sukcesním procesům. Dochází tak k postupnému přetváření stanoviště, kdy každé stádium vývoje upřednostňuje jiné druhy hmyzu.



Při pravidelném kácení porostu se objevují 4 stádia, mezi nimiž jsou podstatné rozdíly v druhovém složení společenstev. První stádium se objevuje ihned po vykácení – jedná se o porosty v první sezóně. Druhé stádium zahrnuje mladý výmladkový porost – toto trvá po dobu 3-7 let. Třetí stádium tvoří středně starý porost se stářím 10-15 let. Poslední fází je zralý porost se vzrostlými stromy ve věku 30-40 let.

Nejvýznamnější rozdíly v druhové bohatosti byly objeveny v druhové bohatosti motýlů a mūr. Nejvíce druhů motýlů se objevilo ve druhém stádiu, a naopak nejméně jich bylo ve třetím stádiu. Nejvíce druhů mūr se vyskytlo ve třetím a čtvrtém stádiu. Toto pozorování ukazuje, že nejefektivnější pro rozvoj biodiverzity je udržování mozaikovitého rázu krajiny. Čím pestřejší prostředí, tím větší množství druhů danou oblast může obývat.

## **3.2 Biodiverzita a městské prostředí**

### **3.2.1 Typy zeleně v městském prostředí**

Více než polovina světové populace žije ve městech. Pro mnohé obyvatele jsou pak městské zelené plochy jediným místem, kde se setkávají s biologickou rozmanitostí a celkově přírodou jako takovou. Přitom kontakt člověka s přírodou je velmi důležitý. Přibývá totiž důkazů, že pobyt v přírodě zvyšuje lidskou pohodu. Přítomnost zeleně ve městě je tedy užitečná nejen k podpoře biodiverzity, ale i k podpoře lidského psychického zdraví (Dallimier et al. 2012).

Jedna z mnoha definic městských zelených ploch říká, že se jedná o venkovní prostory s významným množstvím vegetace, které jsou svým charakterem blíže přírodním plochám (Jim et Chen 2003). Obecně platí, že městská zeleň je v rámci každého města rozprostřena nerovnoměrně. Rozmístění zelených ploch na veřejné i soukromé půdě je ovlivňováno mnoha faktory. Mezi ty nejdůležitější patří vlastnická práva, míra zástavby dané lokality, členění městských částí a celkově sociodemografické faktory (Phama et al. 2013).

Pro městskou krajinu je charakteristické, že se skládá z hustě zastavěných ploch doplněných o drobné zelené prostory. Poměr těchto částí je pro každé město rozdílný. Zároveň městské prostředí přebírá některé venkovské prvky, modifikuje je pro své potřeby a tím vznikají různé větší zelené plochy uvnitř či na okrajích zástavby (Pereira-Peixoto et al. 2014).

Mezi městskou zeleň se řadí parky, lesoparky, okrasné zahrady, hřbitovy, městské a příměstské lesy, zahrádkářské osady a golfová hřiště. Zároveň sem ale patří i menší prvky jako jsou travnaté pásy, stromy v ulicích, dvorky či zarostlé opuštěné plochy (Saarikivi et al. 2010; Dalimier et al. 2012; Pereira-Peixoto et al. 2014).

#### **3.2.1.1 Parky a okrasné zahrady**

Parky a okrasné zahrady jsou významnými potenciálními zdroji pro zachování biologické rozmanitosti v městských oblastech (Helden et al. 2018). Městské parky jsou často definovány jako otevřené, ale ohraničené městské prostory s převahou vegetace a vody. Obecně slouží veřejnosti hlavně k rekreaci, odpočinku a sportu. Často tvoří největší souvislou plochu zeleně uvnitř města. Mohou mít ale podobu i menších ploch, malých parčíků (Nielsen et al. 2013).

Ve srovnání s původním přírodním prostředím se habitat městského parku a okrasných zahrad liší v mnoha ohledech. Jako příklad lze uvést rozdílné druhové zastoupení vegetace, chudší zastoupení vegetačních pater či nesrovnatelně vyšší přítomnost lidí (Jokimäki 1999).

Parky i okrasné zahrady patří k druhově nejbohatším typům městské zeleně (Nielsen et al. 2013). Obzvláště pak okrasné zahrady představují místo s velmi vysokým množstvím pěstovaných druhů rostlin. Velmi často zde lze najít i mnohé exotické druhy, které nejsou přímo typické pro danou oblast (Goddard et al. 2010).

Mnohé studie ukazují, že v městských parcích se nachází nejvyšší množství druhů ptáků ze všech městských typů zeleně (Jokimäki 1999). Pro okrasné zahrady je typické vysoké množství druhů hmyzu, zejména motýlů (Gaston et al. 2007).

Četnost bezobratlých živočichů, a tedy i celková biodiverzita daných lokalit je často negativně ovlivňována intenzivním sečením trávníků. Tedy pokud dojde ke snížení frekvence sečení trávníků v parcích i zahradách, může dojít k nárůstu počtu jedinců i počtu druhů bezobratlých živočichů a tím k podpoření celkové biodiverzity (Helden et Leather 2004; Blake et al. 2011).

### 3.2.1.2 Komunitní zahrady

Komunitní zahrady se poprvé objevily v 90. letech 19. století a první větší rozvoj zaznamenaly během obou světových válek. V Evropě i Americe se staly důležitým prostředkem k doplnění zásob potravin v době krize. Nadále vznikaly a zanikaly vždy dle aktuální socio-ekonomické situace v konkrétních zemích. V posledních letech začínají komunitní zahrady získávat na oblibě (Kingsley et al. 2019).

V současné době se větší množství komunitních zahrad nachází především na území Ameriky. Nicméně i v Evropě se tento trend objevuje čím dál tím častěji, a to včetně postkomunistických zemí (Anderson et al. 2019; Hencelová et al. 2020).

Ku příkladu v Bratislavě vznikla první komunitní zahrada v roce 2012. Pro postkomunistické státy byl donedávna typičtější systém zahrádkářských kolonií, které se ale nachází spíše na okrajích měst nebo mimo město, v jeho blízkosti. Naproti tomu komunitní zahrady se typicky nacházejí přímo na území města, často i ve vnitřních prostorách, a nejen na okrajích.

Hlavní rozdíl mezi zahrádkářskou kolonií a komunitní zahradou spočívá ve složení komunity lidí. V případě zahrádkářské kolonie se kolektiv vytvářel postupně a lidé byli z různých částí města. Většinou také každý obhospodařoval svoji zahrádku a hlavní sociální funkce byla rodinná, nikoliv komunitní. Komunitní zahrady naopak často vytváří lidé z jedné lokality bydliště, kteří se již dříve znali. Tedy dochází k prohloubení sousedských vztahů, které zde primárně hrají o něco větší roli, než vztahy rodinné (Hencelová et al. 2020).

Komunitní zahrady se objevují i na území České republiky. Například Spilkova a Rypackova se ve své práci zabývají komunitními zahradami na území hlavního města Prahy. Posuzují sociální efekt komunitních zahrad, jejich potenciál vzniku a principy tvorby jednotlivých komunit (Spilkova et Rypackova 2019).

Městské komunitní zahrady mají ve městech jedinečný sociální a ekologický význam. Poskytují velké množství ekosystémových služeb a jsou důležitou součástí udržitelného

rozvoje. Zelené plochy komunitních zahrad přinášejí mnoho benefitů lidem, a zároveň vytváří prostor k žití pro volně žijící živočichy, čímž podporují biodiverzitu (Anderson et al. 2019).

Komunitní zahrady je poměrně těžké definovat, neboť mají mnoho různých podob. Může se jednat o jednotlivé pozemky nebo větší plochy o různém uspořádání. Obecně mají komunitní zahrady různou velikost, liší se zeměpisnou polohou, strukturou řízení i jednotlivými funkcemi, které poskytují (Kingsley et al. 2019).

Kingsley et Henderson-Wilson (2009) ve své práci popisují komunitní zahrady jako pozemky přidělené jednotlivcům nebo skupinám lidí. Tyto pozemky pak slouží ke tvorbě zahrad dle představ jedinců dané komunity, kteří buď individuálně, nebo společně hospodaří v daných prostorách tak, aby tyto představy byly naplněny.

V současné době se většina vědeckých prací na téma komunitních zahrad zabývá spíše sociální stránkou. Prací, které by se zabývaly ekologickou stránkou a s ní spojenou ochranou přírody, je pomálu (Pearsall et al. 2017; Anderson et al. 2019).

Komunitní zahrady poskytují především sociální, kulturní, ekonomické a komunitní přínosy (Pearsall et al. 2017). Mnohé studie ukazují, že taková zařízení zlepšují fyzické i psychické zdraví. Zvyšují duševní pohodu, odbourávají stres, podporují sociální interakce, posilují komunitní cítění a slouží jako místo odpočinku (Kingsley et al. 2019).

Komunitní zahrady jsou také důležitým prvkem podporujícím městskou biodiverzitu. V lokálním měřítku vytváří jednotlivé zahrady různorodá stanoviště zejména pro mobilní živočichy, jako jsou ptáci. Velmi důležitou úlohu hrají i v podpoře diverzity členovců. Tím, že se odlišují od ostatních typů městské zeleně, neboť jsou zde pěstovány převážně zemědělské plodiny, tak dochází k vytvoření specifického stanoviště, které by se jinak v městském prostředí nenacházelo vůbec (Anderson et al. 2019).

Pearsall et al. (2017) se ve své práci zaměřili na hodnocení agrodiverzity městských komunitních zahrad a její vztah ke kulturní identitě zahrádkářů. Do svého pozorování zahrnuli 8 komunitních zahrad ve Filadelfii v Pensylvánii. Na těchto pozemcích napočítali 104 pěstovaných druhů rostlin, jedlých i okrasných. Dohromady spadaly do 34 čeledí. V rámci vlivu kulturní identity zjistili, že neovlivňuje druhovou bohatost, ale má vliv na konkrétní skladbu pěstovaných druhů.

### 3.2.1.3 Golfová hřiště

Golf je v mnoha zemích oblíbeným sportem. Pro jeho rozvoj jsou určeny stále větší a větší plochy městských a poloměstských pozemků (Saarikivi et al. 2010). S jeho rozvojem tedy stoupá plocha golfových hřišť. V prvním desetiletí 21. století vzniklo větší množství golfových hřišť např. v jihovýchodním Španělsku (Ortuno et al. 2015).

Golfová hřiště tvoří heterogenní typ pozemku polopřírodního charakteru, který kombinuje krátce sečený trávník s přírodními prvky jako jsou jezírka nebo remízky. V případě, že se nachází uvnitř nebo na okraji měst, mohou tvořit rozsáhlejší prostor pro podporu městské biodiverzity. Velký význam má především pro různé druhy hmyzu (Saarikivi et al. 2010).

Některé studie ukazují, že ekologický význam hřišť spočívá i v podpoře množství druhů ptáků (Terman 1997). Ku příkladu White a Main zjistili, že na Floridě se na území 183 golfových hřišť vyskytuje více než 10 tisíc jedinců vodního ptactva, tvořených 42 druhy (Cristol et Rodewald 2005).

Saarikivi et al. (2015) se zaměřili na pozorování střevlíkovitých (Carabidae) na území městských golfových hřišť v Helsinkách ve Finsku. Odchyt hmyzu uskutečnili na pěti městských golfových hřištích a nachytání střevlíkovití se řadili k 72 druhům. Převažovaly druhy generalistů, létající druhy a středně velké až velké druhy. Ukázalo se, že významný vliv na zvýšení diverzity hmyzu na golfových hřištích má zachování alespoň části původních stanovišť, vyskytujících se na daném území před realizací golfového hřiště. Obecně lze říct, že golfové hřiště mohou být užitečná pro zachování a ochranu některých druhů organismů. Při správném managementu mohou dokonce zvyšovat biologickou rozmanitost dané oblasti, zejména pokud se nachází ve městech.

#### 3.2.1.4 Příměstské lesy

Městské a příměstské lesy jsou často definovány jako pěstování a hospodaření ve stromových porostech za účelem poskytnutí benefitů městské společnosti lidí. Tyto benefity jsou především psychologického a sociologického charakteru a napomáhají i ekonomickému blahobytu společnosti (Rydberg et Falck 2000).

Příměstské lesy slouží pro obyvatele měst často jako nejbližší rozlehlější zelené prostranství. Lidé je využívají k rekreaci, sportu, jako místo setkávání a odpočinku. Napomáhají ve zlepšení psychické pohody a zlepšují kvalitu života. Zároveň jsou místem vysoké biodiverzity a zlepšují kvalitu životního prostředí (Collins 1995).

Aby bylo možné oddělit příměstské lesy od ostatní městské zeleně, tak jsou příměstské lesy definovány jako populace stromů s nekultivovanou přízemní vegetací. Příměstské lesy jsou svým charakterem nejbližší plně přírodním stanovištím a tvoří jakýsi přechod mezi městem a venkovskou oblastí (Rydberg et Falck 2000).

### 3.2.2 Funkce městské zeleně

Funkce městské zeleně zahrnují hlavně dvě kategorie – ekologické funkce a sociální funkce (Ratih et Febrianto 2015). Ekologické funkce, ale částečně i sociální, jsou popisovány pomocí ekosystémových služeb. Jedná se o služby, které přírodní prostředí poskytuje lidstvu již jen svou existencí. Pokud by je měl člověk nahradit vlastními zdroji, stály by určitý obnos peněz. Jsou tedy ocenitelné a mají svou hodnotu (Tratalos et al. 2007).

Mezi ekosystémové služby patří například sekvence uhlíku, zachycování dešťové vody, regulace klimatu i samotná biologická rozmanitost. Úroveň těchto služeb je samozřejmě ovlivněna množstvím a typem zeleně nacházejícím se v městské oblasti (Whitford et al. 2001).

Úroveň a dostupnost ekosystémových služeb se promítá i do ceny bydlení, ceny chlazení a vytápění budov či do atraktivity lokality pro rezidenty, podniky a zaměstnance. Zde lze vidět prolnutí ekologické a sociální funkce městské zeleně (Tyrvaainen et Miettinen 2000; Morancho 2003).

Významnou ekologickou úlohou, a tedy i ekosystémovou službou s důsledkem na zkvalitnění života lidí ve městě, je schopnost zeleně ochlazovat okolní prostředí. Ve větších městech vzniká efekt „tepelného ostrova“, což znamená, že dochází k přehřívání oblastí měst z důvodu husté zástavby, která velmi ochotně absorbuje teplo. Tento jev znepríjemňuje život ve městě zejména v horkých letních dnech.

Vegetace napomáhá snížení teploty dvojitým způsobem. Vytváří zastíněné území, kdy daná zastíněná část neabsorbuje tolik slunečního záření. Druhý způsob představuje ochlazování pomocí odpařování vody z povrchu rostlin. Chladicí efekt je dominantní hlavně u rostlin s co největší listovou plochou, tedy pro tuto vlastnost jsou nejužitečnější stromy. Při vegetačním pokryvu 10 % dochází k ochlazení oblasti o 0,5 °C. Pokud ale dojde ke zvýšení pokryvu na 70 %, chladicí účinek se výrazně zvýší a v dané oblasti je pak až o 3,6 °C nižší teplota, než v holé městské zástavbě bez vegetace (Vidrih et Medved 2013).

Mezi hlavní sociální funkce patří rekreační funkce a estetická funkce. Díky tomu, že ve městech žije čím dál tím více lidí, a že v dnešní době mají lidé nejvíce volného času, co kdy měli, tak si začínají uvědomovat, že městská zeleň je velmi důležitým prostředkem rekreace. Ať už čistě pro odpočinek, sport nebo jako prostor setkávání (Miller 2015).

Hromadí se důkazy o osobních i společenských přínosech, které plynou z pobytu v přírodním prostředí (Brown et Grant 2005). Například zvýšení množství zeleně v místě bydliště je spojeno se zvýšením délky života (Takano et al. 2002). Lidé, kteří navštěvují městské parky, hlásí méně návštěv u lékaře a snižuje se u nich procento úmrtnosti na nemoci oběhové soustavy (Mitchell et Popham 2008).

Lidé, kteří cvičí venku v přírodě (například tedy v parku), uvádějí větší zlepšení nálady a zvýšení sebevědomí oproti lidem, kteří cvičí uvnitř budov (Barton et Pretty 2010). Pobyt v přírodním prostředí je také spojen s rychlejším zotavením po operaci, vyšší mírou sociálních interakcí, zlepšením kognitivních funkcí, snížením duševní únavy a zmírněním stresu (Dallimer et al. 2012).

### 3.2.3 Biodiverzita ve městě

Populace lidí na Zemi se velmi rychle rozrůstá, a tím i roste zastavěná plocha. Většina měst i menších obcí se zvětšuje a zabírá stále nové a nové pozemky, které dříve skýtal přírodní stanoviště. Tímto zábohem bylo ztraceno velké množství rostlinných i živočišných stanovišť (Klotz et Kühn 2010).

Tímto způsobem dochází k poklesu biodiverzity. Avšak existují i druhy, které se těmto urbanizačním změnám dokáží přizpůsobit a vysoké četnosti výskytu dosahují naopak právě v zelených plochách v urbanizovaném prostředí. Příkladem může být vyšší průměrný výskyt čmeláků (*Bombus* sp.) na území jednoho městského parku v San Francisku (Goddard et al. 2010).

Dalším příkladem je výskyt žáby *Rana temporaria* na území Velké Británie. Smith a jeho kolegové uvádí, že došlo k úbytku těchto žab ve venkovských prostorách, a naopak se jejich počty zvýšily v městských oblastech – v parcích a zahradách. Ovšem tyto případy jsou spíše ojedinělé a rozmanitost volně žijících druhů je v přírodním prostředí téměř vždy vyšší, než v tom městském (Smith et al. 2006).

Specifickou kategorií tvoří synantropní druhy. Jedná se o organismy, které se přizpůsobily životu poblíž člověka – adaptovaly se na různou míru urbanizovaného prostředí a mnohokrát se v něm vyskytují častěji, než ve volné přírodě. Příkladem synantropních druhů mohou být plevely podél cest a silnic. Tyto druhy také postupně získávají na odolnosti, a tedy potenciálně mohou být hrozbou a velkým konkurentem pro běžná přírodní společenství (Kostyukova et al. 2017).

Jako příklad z živočišných synantropů lze uvést hlodavce. Konkrétně myš domácí (*Mus musculus*), potkana obecného (*Rattus norvegicus*) a krysu obecnou (*Rattus rattus*). Tyto druhy se perfektně přizpůsobily životu ve městech, v blízkosti lidských obydlí. Myš domácí lze nalézt i přímo v lidských obydlích. Hlodavcům se ve městech daří natolik dobře, že jejich počty musí být korigovány, jinak hrozí jejich přemnožení (Ko et al. 1999; Luna et al. 2020).

Synantropní hlodavci se mohou stát pro člověka i přímo nebezpečnými, a to především z důvodu, že roznáší různé nemoci. Jednou z nejrozšířenějších zooceotických nemocí je leptospiróza. Leptospiróza je způsobena infekcí patogenními spirochétami rodu *Leptospira* a právě tyto spirochety hlodavci přenášejí. Nejčastější je přenos infekce způsoben nepřímo skrze kontakt s kontaminovanou močí infikovaných zvířat (Luna et al. 2020).

S nástupem moderní doby a zvýšením počtu lidí ve městech však roste i potřeba vzniku rekreačních prostor. Mnoho lidí si v dnešní době již uvědomuje, že přírodní nebo polopřírodní prostředí je dobrým místem odpočinku, což podporuje uvažování o zelené infrastruktuře měst a vzniku nových parků či zahrad (Klotz et Kühn 2010; Miller 2015).

Lidé v městském prostředí vysazují převážně okrasné rostliny. To pak výrazně přispívá k celkové biodiverzitě. Nicméně často se nejedná o původní přirozené druhy, ale o dovezené, nepůvodní druhy. Proto se městské prostředí stává hlavním zdrojem nových invazních druhů. Jedním z příkladů takto zavlečených rostlin do střední Evropy, je zlatobýl obecný (*Solidago canadensis*). Zlatobýl původně pochází z oblasti Kanady a do Evropy byl přivezen jako okrasná rostlina. Jedná se o velmi přizpůsobivý druh, a tak brzy uniknul ze zahrad a začal se volně šířit na ruderalních stanovištích (Klotz et Kühn 2010).

Pro zvýšení úrovně biologické diverzity ve městech je důležité zvětšování zelených ploch. Pozitivní vliv rozlohy městské zeleně na druhovou bohatost byl dobře zdokumentován u řady druhů (Goddard et al. 2010). Modelové studie předpovídají, že rozšířením stávající zelené plochy i jen o malý kousek (150 m<sup>2</sup>) dojde k výraznému zvýšení druhové bohatosti ptáků (Strohbach et al. 2013).

Velikost zelených ploch však není jedinou věcí, která může mít pozitivní dopad na biodiverzitu. Velmi důležitá je i kvalitativní stránka zeleně, a tedy i péče o současnou zelenou infrastrukturu. Při správném managementu lze i malými zásahy zvýšit biodiverzitu pomocí stávajících zelených ploch (Lepczyk et al. 2017).

Threlfall a jeho kolegové zjistili, že nejdůležitější proměnnou v ovlivnění počtu druhů je rozsáhlost podrostové vegetace. Na zvýšení objemu podrostové vegetace reagovalo pozitivně 60 % druhů (Threlfall et al. 2017). Silnou vazbu na podrostovou vegetaci mají hmyzožravé druhy ptáků.

White et al. (2005) pozorovali v Austrálii 3 druhy ptáků - *Cracticus torquatus*, *Neochmia temporalis* a *Phylidonyris novaehollandiae*. U všech těchto původních druhů se po rozšíření podrostové vegetace zvýšil počet jedinců v populaci. Hlavním důvodem bylo rozšíření možností hnízdění. Tito ptáci totiž využívají ke stavbě hnízd materiál typický právě pro podrost. Staví si hnízda z vysoké trávy a klacíků. Zároveň v podrostu nacházejí dostatek potravy a slouží jim jako úkryt před konkurenty.

Vliv objemu podrostové vegetace byl sledován i na populaci jednotlivých druhů netopýrů. Ukazuje se, že navýšení objemu podrostové vegetace způsobuje nárůst počtu jedinců již vyskytujících se druhů. Ovšem nebyl zaznamenán efekt na zvýšení počtu druhů (Threlfall et al. 2017).

Druhý největší vliv na zvýšení biodiverzity, v rámci stávajících zelených ploch, má druhové složení vegetace. Pokud je zvýšen poměr původní vegetace vůči nepůvodním druhům, tak na to pozitivně reaguje 54 % živočišných druhů (Chace et Walsh 2006; Threlfall et al. 2017).

Mnohé práce se zabývají sledováním druhového složení ptactva v urbanizovaném území (White et al. 2005; Chace et Walsh 2006). Chace et Walsh (2006) uvádějí, že v urbanizovaném prostředí se častěji vyskytují všežravé, zrnožravé a dutinové druhy. Zvýšená míra urbanizace obvykle vede ke zvýšení biomasy ptáků, ale ke snížení jejich druhového bohatství. Ptáci velmi reagují na složení a strukturu vegetace. Tedy v městských oblastech, které si zachovávají prvky původní vegetace, se nachází i více původních druhů ptáků. Přežívání ptáků v městských oblastech je ovlivněno rizikem srážky s objekty vytvořenými člověkem, změnami ve společenstvu predátorů, potravní nabídkou a nemocemi.

Zajímavé je podívat se i na gradient výskytu ptáků od středu města po jeho okraje hraničící s venkovským prostorem. Clergeau et al. (1998) zjistili, že gradient výskytu velmi závisí na konkrétním druhu. Každý druh jej má v trochu jiné kružnici. Ovšem obecně se ukazuje, že směrem k centru města dochází ke snížení hustoty hnízdících ptáků. Ačkoliv lze najít i výjimky, například v případě, že se v centru města nachází rozsáhlejší polopřirodní biotop.

Kromě drobných živočichů se do některých měst dostávají i větší druhy, hlavně do periferních oblastí. Obzvláště v posledních desetiletích došlo k výraznému nárůstu divoce žijících zvířat v okolí měst, která se osmělují a pronikají za potravou i do urbanizovaných oblastí. Velmi častým druhem je v této souvislosti prase divoké (*Sus scrofa*). Většinou se jedná o populace žijící v těsné blízkosti měst, ale při přemnožení se odvažují vyhledávat potravu i na území města (Toger et al. 2018).

Někdy se ale mohou vyskytnout i malé skupinky jedinců, kteří trvale žijí přímo v městské oblasti. Csokas et al. (2020) pozorovali pohyb dvou divočáků, označených pomocí GPS vysílaček, v Budapešti. Zjistili, že obě divoká prasata skutečně neopouštějí prostory města. Divoká prasata preferovala městské oblasti, které byly z větší části zalesněné a bohatě porostlé vegetací, a v těchto částech jim ani nevadila vyšší přítomnost člověka. Úplnou samotu nevyhledávala. Třetím zjištěním bylo, že velikost domovského okrsku obou označených prasat byla pozoruhodně menší, než u prasat divokých žijících v přirozeném prostředí.

V posledních dvou desetiletích se lidé začínají více zajímat o městskou ekologii a množí se studie o městském prostředí jako novém typu ekosystému. Rozdíl oproti přírodním ekosystémům spočívá v tom, že se jedná o zcela nepůvodní ekosystém, vytvořený člověkem. Tvorba zelené infrastruktury měst a podpora městské biodiverzity by měla být účelná a založena na vědeckých základech (Pataki 2015).

Důležitou vlastností zelené infrastruktury měst je velká rozmanitost zelených ploch, která by měla být podporována. Na poměrně malém území se nachází mnoho typů zeleně – parky, zahrady, zelené střechy, biokoridory, pásy stromů, komunitní zahrady, volné zarostlé nezastavěné pozemky, brown fields či zbytkové přírodní plochy. Tato heterogenita dává možnost vzniku stanovišť pro mnoho různých druhů s odlišnými životními nároky. Městská zeleň v celém městě by měla být navržena tak, aby tvořila síť vzájemně propojených ploch. Tvorba biokoridorů je podstatnou součástí podpory biodiverzity ve městě (Lepczyk 2017).

Management městské zelené infrastruktury by měl probíhat jak z širšího pohledu na úrovni celého města, tak i následně na úrovni jednotlivých konkrétních zelených ploch. Širší

pohled dodá možnost spojitého a komplexního hospodaření se zelenými plochami. Užší pohled se pak postará o konkrétní plochy a jednotlivá stanoviště (MacKenzie et Gibbons 2019).

### 3.2.4 Biodiverzita hmyzu ve městě

S velmi rychle rostoucí lidskou populací dochází i k rozšiřování měst, a tím ke ztrátě přirozených stanovišť nejen pro hmyz. Zájem o diverzitu hmyzu ve městech byl podnícen pozorováním několika hlavních druhů, které se pak dále rozšířilo na pozorování celkové diverzity hmyzu ve městě. Velmi sledovaným druhem hmyzu ve městě jsou včely, a to v souvislosti s jejich schopností opylovat rostliny (New 2018).

V rámci druhového složení včel existují protichůdné studie. Některé studie ukazují, že urbanizace je spojena se změnou složení společenstva opylovačů, včetně poklesu druhového bohatství a početnosti opylovačů (Bates et al. 2011). Jiné výzkumy naopak předkládají výsledky, které ukazují neutrální či dokonce pozitivní vliv urbanizovaného prostředí na diverzitu některých skupin opylovačů, zejména na druhy divokých včel (Baldock et al. 2015).

Theodorou et al. (2020) ve své práci uvádějí, že druhová bohatost blanokřídlých, zejména včel, může vykazovat vyšší míru druhové bohatosti a vyšší míru opylení květů ve městech než na venkově. Ve městech je významným přínosem pro společenstva opylovačů velká heterogenita zelených ploch.

Steckel et al. (2014) očekávají, že nejvyšší vliv na diverzitu opylovačů mají prvky heterogenity v podobě počtu typů rozdílných stanovišť a fragmentace stanovišť. Čím vyšší je různorodost přírodních stanovišť, tím větší množství druhů může potenciálně nalézt vhodnou oblast pro své potravní a hnízdicí potřeby.

Správný management zelených ploch v rámci měst tedy může výrazně posílit ochranu opylovačů. Vhodně udržované parky, zahrady a další prvky zelené infrastruktury se mohou stát důležitými centry opylovacích ekosystémových služeb, které včely poskytují volně rostoucím rostlinám v celém městském prostředí (Theodorou 2020).

Výzkum Shrestha et al. (2021) ukazuje, že různé druhy opylovačů byly častěji nalezeny v oblastech se zbytky původního biotopu. Naopak brouci (Coleoptera) a motýli (Lepidoptera) byli častěji pozorováni v městských obytných oblastech. Zachování zón původních stanovišť ve městech je pravděpodobně důležité obzvláště pro ochranu opylovačů.

Celkově hmyz ve městě naráží nejen na běžné hrozby, ale musí se zvládnout adaptovat i na hrozby čistě městského rázu. Všudypřítomné překážky pro život hmyzu jsou například ztráta vhodných stanovišť, existenční dopad rozšiřování cizích či invazních druhů a potenciální dopady klimatických změn (New 2018).

Ve městě však musí hmyz překonávat i překážky spojené čistě s urbanizací. Mezi ně patří pokrytí půdy nepropustným materiálem - například betonem či asfaltem, a s tím související zhoršený odtokový režim. Hmyz je také ovlivňován existencí vlivu tepelného ostrova, rozsáhlým umělým osvětlením, a intenzivní městskou dopravou (New 2015).

Umělé osvětlení může ovlivňovat přítomnost některých druhů ve městě. Jako příklad lze uvést světlušky (*Lampyrus* spp.), které se kvůli světelnému znečištění ve vnitřních částech měst téměř vůbec nenachází. Většinou buď chybí úplně nebo je jejich výskyt minimální (Jue et Daniels 2014). Umělé osvětlení také vytváří ekologickou past pro noční motýly. Ti jsou světlem



lamp přitahování, a tedy se lampy podílí na poklesu počtů nočních motýlů ve městě (Bates et al. 2014).

Samostatnou ekologickou pastí je také polarizované světelné znečištění, které velmi ohrožuje vodní druhy hmyzu. Příkladem mohou být jepice (Ephemeroptera), které k identifikaci rybníků, jakožto potenciálních míst pro kladení vajíček, využívají horizontálně polarizované světlo. Problémem je, že asfaltové silnice také polarizují světlo horizontálně, čímž svádějí jepice (Ephemeroptera) ke kladení vajíček na suchý povrch silnice (New 2015).

Ovšem vajíčka nakladená na asfaltovou silnici nevyhnutelně hynou. Zároveň i samotní dospělci, kteří se tak nachází častěji v prostředí frekventovaných silnic, jsou ohroženi srážkou s auty. Kriska et al. (1998) sledovali tento jev ve městech v Maďarsku. Zjistili, že dospělci jsou silnicí přitahováni tím víc, čím je vyšší polarizace odraženého světla. Polarizace odraženého světla se zvyšovala s tmavostí a hladkostí povrchu silnic.

Obecně se má za to, že městské prostředí podporuje vysoce ochuzenou hmyzí faunu, v níž převládají snáze přizpůsobitelní ekologičtí generalisté. Uvažuje se o tom, zda jsou městská hmyzí společenstva pouhou podmnožinou společenstev z okrajů města a počátků volného prostoru, nebo zda se ve městech mohou vyskytovat i individuálně vzácnější druhy (New 2018).

Knop (2016) se ve své práci zabývá homogenizací druhového složení ve městě a porovnání s venkovským prostorem. Zaměřila se na hmyz, který pozorovala v šesti švýcarských městech a na švýcarském venkově. Výsledky její práce ukazují, že mezi druhovým složením města a venkova existuje podstatný rozdíl. Zároveň se potvrdila její hypotéza, že druhové složení hmyzu na urbanizovaném území má vysoké tendence k homogenizaci.

Některé výzkumy však ukazují, že i ve vybraných městských zelených lokalitách (jako jsou parky či okrasné zahrady) lze odhalit nečekaně vysokou diverzitu druhů i celkově vyšší hmyzí biomasu. V některých oblastech mohou přetrvávat i vzácné nebo ohrožené druhy (New 2018).

Mnoho lidí má zafixováno, že ochrana přírody představuje ochranu divoké volné přírody, mimo město. Nicméně s postupující urbanizací je třeba ochraňovat jednotlivé druhy i celá stanoviště i v rámci městského prostoru. Pro podporu původních společenstev a život volně žijících živočichů, včetně hmyzu, je důležité vysazování původních druhů rostlin (Butler et al. 2012).

Adams et al. (2020) ve svém výzkumu v Los Angeles vyzorovali, že druhová bohatost a početnost hmyzu byla o 30% vyšší v těch zelených plochách, které se nejvíce podobaly původním stanovištím typickým pro danou oblast. Tedy výskyt původních rostliných druhů má velký význam na biodiverzitu hmyzu.

Tamara et al. (2021) uvádějí, že městská zeleň se liší svými místními a regionálními vlastnostmi a že tyto rozdíly mohou mít rozdílný vliv na schopnost městské zeleně podporovat biologickou rozmanitost. V australském městě Sydney sledovali čtyři řady hmyzu – Coleoptera, Diptera, Hemiptera a Hymenoptera. Zjistili, že druhová bohatost květeny pozitivně souvisela s druhovou bohatostí všech čtyř taxonů hmyzu. Dále se ukázalo, že regionální a lokální atributy stanoviště (např. podíl zeleně a rozloha zelené lokality) neměly na taxony jednotný vliv, ale naopak působily na každý taxon jinak. Z toho vyplývá, že při správě zelených ploch je důležité určit, které druhy a jak budou podporovány.

V urbanizovaném prostředí lze pozorovat poměrně vysokou druhovou rozmanitost denních motýlů (New 2015). V některých městech se vyskytují strukturovaná společenstva

denních motýlů, vždy s ohledem na jejich citlivost vůči urbanizaci. Některé druhy dávají přednost zastavěným plochám a některé druhy se vyskytují více v okrajových částech měst (Ewers et al. 2007).

Programy pro ochranu motýlů (Lepidoptera) využívají v Austrálii nejen k přímé ochraně, ale i jako prostředek pro povzbuzení zájmu společnosti o ochranu přírody. Druh *Ornithoptera richmondia* je motýl s velkou letovou aktivitou, který potřebuje hodně prostoru. Program na jeho ochranu se zaměřuje na zlepšení propojenosti městských zelených ploch a na výsadbu rostlinných druhů, které slouží jako potrava pro larvální stádium (New 2018).

Dalším příkladem programu na ochranu motýlů je podpora zbytků původních travních porostů, ve kterých se vyskytuje druh *Synemon plana*. Tento druh motýla totiž obývá okrajové části měst, kde je vyšší míra původních zelených ploch, které jsou zároveň velmi ohrožené novou výstavbou v rámci rozrůstání měst (Richter et al. 2013).

### 3.3 Zelené střechy

Pokryvání střech vegetací má dlouhou historii. Již ve starověku lidé stavěli první zelené střechy, neboť si byli vědomi jejich izolačních vlastností. Jednou z nejznámějších zelených střech byly tzv. Babylonské visuté zahrady postavené okolo roku 500 př. n. l. Mnohem později se zelený povrch střech objevil také v severských zemích, a to opět především z důvodu ochrany před nepříznivými extrémními projevy místního klimatu (Shafique et al. 2018).

V moderní době se začaly zelené střechy stavět na území Německa na počátku 60. let 20. století. Opět zde hlavní roli hrála izolace a z důvodu energetické krize snaha o snížení spotřeby energií. Německo je dodnes považováno za světového leadera v oblasti konstrukce zelených střech (Zhang et al. 2011).

V rámci skladby současných měst jsou zelené střechy jeden z nejnovějších prvků městské zelené infrastruktury a objevují se v městské zástavbě čím dál tím častěji. Většinou jsou aplikovány na nově stavěné budovy, neboť je potřeba počítat se zatížením střechy v rámci statiky budovy. Nicméně jsou umísťovány i na budovy dříve postavené (Lepczyk 2017).

Zelené střechy jsou střechy o různé sklonitosti osázené různými druhy rostlin na vrchní části substrátu. Zelená střecha se obvykle skládá z více vrstev. Od spodu jde o vodotěsné membrány, kořenové bariéry, izolace, drenážní materiál, filtrační vrstvy, substrát a samotné vegetační pásmo. Každá část je velmi důležitá a optimální výběr každé jednotlivé vrstvy je podstatný pro dosažení co nejlepších celkových výsledků (Shafique et al. 2018).

Pěstební substrát by měl být navržen tak, aby vytvářel vhodné podmínky pro růst rostlin a své vlastnosti si dokázal udržet co nejdéle možnou dobu. Ideální vlastnosti pěstebního média jsou následující. Pěstební médium by mělo mít vysokou stabilitu za různých podmínek, podporovat širokou škálu druhů rostlin, být lehce dostupné a nákladově efektivní, mělo by obsahovat alespoň minimální množství organických látek a mít vysokou schopnost zadržovat vodu. Dále je důležitá nízká hmotnost, vysoká hydraulická vodivost, vysoká sorpční kapacita a dobré provzdušňovací a odtokové vlastnosti (Vijayaraghavan 2016).

Značná pozornost je věnována přínosu zelených střech pro sociální pohodu lidí a ekonomickou úsporu, kterou podporují. Zelené střechy jsou ovšem i velmi důležitým ozeleňovacím prvkem v rámci urbanizovaných oblastí. Podporují městskou biodiverzitu a mohou se stát stanovištěm mnoha významných biologických druhů (Braaker et al. 2014).

### 3.3.1 Typy zelených střech

#### 3.3.1.1 Extenzivní

Extenzivní zelené střechy jsou relativně lehké, s poměrně mělkou vrstvou substrátu pro růst vegetace (obvyklá tloušťka je maximálně kolem 15 cm). Jsou zde častěji nalézány především suchovzdorné rostliny s celkově nižší diverzitou druhů travin i bylin (New 2015).

Pro extenzivní zelené střechy je typické vysazování rostlin, které se samy dobře rozmnožují a dlouhodobě tak udržují zelený povrch střechy, bez nutnosti většího doplňování vegetace zvnějšku. Jako substrát pod vegetační vrstvu se nejčastěji používají směsi písčitých a granulovaných materiálů, které vytváří dostatečně porézní povrch pro absorpci vody (Poórová et Vranayová 2015).

Shafique et al. (2018) uvádějí, že ideální rostliny pro extenzivní střechy by měly mít následující vlastnosti: schopnost odolávat suchu a extrémním klimatickým podmínkám, lehkou dostupnost na trhu a nižší pořizovací náklady, neměly by potřebovat pravidelné zavlažování, měly by mít kratší a měkkčí kořeny, schopnost přežít v podmínkách s minimem živin, menší nároky na údržbu, větší evapotranspiraci a schopnost rychle se množit.

Díky tenčí substrátové vrstvě a celkově nižší hmotnostní zátěži, je tento typ střechy možné konstruovat již na existujících budovách, neboť potřebují buď žádnou nebo jen velmi malou dodatečnou konstrukční podporu (Poórová et Vranayová 2015).

Extenzivní zelené střechy jsou ve světě oblíbené díky nižším počátečním nákladům při zakládání a nižším nákladům na údržbu. U těchto střech je většinou vysazována taková vegetace, která nevyžaduje zavlažování. Zároveň se často jedná o souvislé zelené plochy, které nepotřebují pletí ani hnojení (Shafique et al. 2018).

#### 3.3.1.2 Intenzivní

Intenzivní zelené střechy mají oproti extenzivním výrazně hlubší vrstvu substrátu pro růst vegetace. Podporují širokou škálu rostlinných druhů a v rámci vegetace je zde významně vyšší diverzita. Ovšem zároveň platí, že mají vyšší hmotnost a celkově jejich zakládání je nákladnější (New 2015).

Intenzivní zelené střechy jsou často zakládány tak, aby vzhledem připomínaly zahrady nebo parky. Z toho důvodu je jejich management podobný pozemním zahradám. Oproti extenzivním zeleným střechám vyžadují vyšší míru péče (Poórová et Vranayová 2015).

Vyšší míra údržby je představována především zavlažováním, pletím a hnojením. Zároveň je potřeba i odstraňování přebytečné zelené hmoty. Vyšší náročnost je způsobena vyšší diverzitou vegetace. Díky vyšší půdní hloubce dochází k většímu zadržování vody a tím je větší výběr druhů rostlin, které zde mohou růst. Mimo bylinných druhů se využívají i keře a malé stromy (Shafique et al. 2018).

Na intenzivních zelených střechách se využívá vyšší vrstva substrátu, díky tomu je možné použít i více organických složek oproti extenzivním střechám. Zároveň to znamená, že tento typ povrchu střechy má výrazně vyšší hmotnost, se kterou je nutné počítat v rámci statiky budovy, a tedy se častěji vytváří při stavbě nových budov, kde jsou zahrnuty do plánů již od počátku (Poórová et Vranayová 2015).

### 3.3.2 Klady zelených střech

Zelené střechy v městských oblastech mají mnoho funkcí – mohou pomáhat vyřešit problémy s odtokem srážkové vody či s nadměrným hlukem. Snižují tepelné ztráty a tím šetří finanční prostředky. Stejně jako pouliční stromy, přispívají k absorpci látek, které znečišťují ovzduší. Mohou také vytvářet místo pro vznik nových zdrojů energie. V neposlední řadě vytváří stanoviště pro volně žijící živočichy, především hmyz, a podporují tak městskou biodiverzitu (New 2015).

Zelený povrch střechy slouží dobře jako izolace. V létě při přímém dopadu slunečních paprsků, je teplota asfaltové střechy velmi vysoká. Substrátová a vegetační vrstva tedy výrazně snižuje teplotu, čímž se snižují finanční náklady na použití klimatizace. Naopak v zimním období přítomnost zelené střechy uchovává v budově část tepla, a tedy se finanční prostředky ušetří v rámci vytápění (Poárová et Vranayová 2015).

Během studie zelených střech v Itálii bylo naměřeno, že vegetační povrch zelené střechy snižuje teplotu střechy o 36-54°C. Jedná se tedy o velmi důležitý prvek pro snižování jevu tepelného ostrova v městských oblastech (Shafique et al. 2018).

Zelené střechy mohou být důležitou součástí hospodaření s dešťovou vodou ve městech. Díky vegetační i substrátové vrstvě jsou schopné zadržovat velké množství vody. Míra schopnosti snížit odtok vody ze střechy závisí na mnoha faktorech. Nejdůležitějšími z nich jsou tloušťka a typ materiálu substrátové vrstvy a druhové složení vegetace (Stovin et al. 2012).

Schopnost zadržet dešťovou vodu se pohybuje mezi 55-88 %. Odtok dešťové vody ze zelené střechy by tedy měl být vždy menší než 50 %. Zhang a jeho tým sledovali zelené střechy v čínské městě Čchung-čching. Zjistili, že zelená střecha zadrží odtok dešťové vody v průměru ze 77,2 %. Díky této vlastnosti pomáhají zelené střechy předcházet povodňovým událostem ve městech a hospodárněji využívat dešťovou vodu (Zhang et al. 2015).

Další užitečnou funkcí zelených střech je jejich schopnost čistit vzduch. Vegetace na zelených střechách zachycuje drobné znečišťující látky v ovzduší, především jemné prachové částice (Shafique et al. 2018). Zhang et al. (2015) ve svém výzkumu zjistili, že střecha o rozloze 1000 m<sup>2</sup> dokáže za rok zachytit prach o hmotnosti přibližně 160-220 kg.

Každá rostlina má jinou schopnost zachycovat prachové částice. To je způsobeno především rozdílným typem listů a různou velikostí samotných rostlin. Ukazuje se, že stromy mají nejvyšší schopnost zachycovat znečištění z ovzduší, následují keře a až poté traviny a ostatní byliny. Lze tedy říct, že intenzivní zelené střechy zachycují více prachových částic, než střechy extenzivní (Shafique et al. 2018).

Další zajímavou vlastností zelených střech je, že dokáží snižovat hladinu hluku. Na tento aspekt bylo zatím provedeno jen málo studií, ale ze zatím proběhlých se ukazuje, že zelená střecha oproti klasické střeše dokáže snížit frekvenci hluku až o 10-20 dB. Vegetace má vysoký potenciál v absorbování zvukových vln (Peng et Jim 2013).

Sociální benefity zahrnují nejen pozitivní účinek pro obyvatele v podobě čistšího ovzduší, snížení hluku a menší hrozby lokálních povodní, ale napomáhají i celkové psychické pohodě, neboť každý zelený prostor přitahuje zraky lidí a podporuje dobrou náladu. Tento efekt pak může být obzvláště patrný u zelených střech, které jsou lidem přístupné, a tedy pochozí (Shafique et al. 2018).

Zelené střechy také vytváří prostor pro možnost městského zemědělství. Whittinghill a jeho kolegové pokusně pěstovali potraviny na zelené střeše v Michiganu v USA. Rozhodli se pro závlahovou produkci rajčat, zelených fazolek, okurek, paprik, bazalky a pažitky. Výsledky ukázaly, že všechny rostliny kromě papriky, poskytly dostatečný výnos a jsou velmi užitečné pro produkci potravin ze zelených střech (Whittinghill et al. 2013).

Braaker et al. (2014) uvádějí, že instalace zelených střech je dobrým opatřením ke zmírnění úbytku zeleně, způsobovaným neustále se rozšiřujícím územím měst. Další funkcí je tedy i možnost vzniku nových zelených ploch i na relativně velmi zastavěném území (Braaker et al. 2014).

Zelené střechy vytvářejí nové přírodní prostory – ekosystémy, v nichž lze napodobit hlavní vlastnosti přizemních stanovišť. Oproti klasickým střechám, se na zelených střechách nachází vrstva vegetace a živočišných organismů, které dohromady poskytují ekosystémové služby (New 2015).

### **3.3.3 Zápory zelených střech**

Hlavní problémy spojené s výstavbou zelených střech jsou počáteční vysoké náklady na výstavbu, a zároveň i vysoké náklady na průběžnou údržbu a péči o nejen vegetační vrstvu. Třetím největším problémem jsou problémy se zatékáním vody do budovy ze střechy (Shafique et al. 2018).

Počáteční vysoké náklady při výstavbě mohou být hlavním důvodem, který některé investory odradí od realizace. Niu a jeho kolegové uvádí, že náklady na instalaci zelené střechy jsou v průměru o 27 % vyšší, než náklady na stavbu klasické střechy. Nicméně má se za to, že zelené střechy jsou dlouhodobou investicí, kdy návratnost v podobě benefitů, které zelená střecha poskytuje, je postupná (Niu et al. 2010).

Problém se zatékáním do střechy může i nemusí nastat. Obecně se předpokládá, že zelené střechy zvyšují životnost střechy o dvojnásobek ve srovnání s klasickými střechami. Zelená střecha by měla být umístěna tak, aby se zabránilo možnosti zatékání a strukturálnímu poškození budovy. Nicméně pokud není zelená střecha položena správně a kvalitně, tak hrozí zatékání a následné porušení statiky budovy je vysoké (Kosareo et Ries 2007).

### **3.3.4 Biodiverzita zelených střech**

Zelené střechy se ukazují být důležitým prvkem zelené infrastruktury měst. Slouží především k podpoření propojenosti jednotlivých zelených ploch a jsou součástí biokoridorů, zejména pro vysoce mobilní druhy hmyzu (Braaker et al. 2014).

Ukazuje se, že podstatným faktorem je výška dané střechy. S rostoucí výškou budovy se zvyšuje obtížnost dosažení této zelené plochy. Proto by mohl být pro některé druhy problém dosáhnout vrcholu. Zároveň zelené střechy na vyšších budovách jsou více vystaveny větru a slunečnímu záření, což může zhoršovat životní podmínky pro některé druhy (Lepczyk 2017).

Příkladem, který ukazuje, že nižší střechy mohou být pro mnohé živočišné druhy oblíbenější, je pozorování netopýrů v Londýně ve Spojeném království. Bylo prokázáno, že netopýři využívali zelené střechy jako potravní plochy a dávali přednost nízkým budovám s vyšší biologickou rozmanitostí vegetace (Pearce et Walters 2012).

Existují obavy o biologickou bezpečnost, aby na zelených střechách nebyly vysazovány exotické rostliny, které by se mohly stát invazními. Je důležité, aby vegetace byla tvořena převážně místními druhy. Někdy se můžeme setkat i přímo s úpravou pomocí vyhlášek. Ku příkladu v Austrálii je zakázáno na zelené střechy vysazovat rozchodníky (*Sedum*), které jsou typické pro severní polokouli, kde jsou i na zelené střechy hojně vysazovány. Nicméně pro Austrálii se jedná o potenciálně plevelné druhy s hrozbou invazivnosti. Naopak je zde podporována výsadba původních druhů, které jsou lépe odolné vůči suchu (New 2015).

Vhodný výběr rostlin pro vegetační vrstvu zelených střech je velmi důležitý, neboť ovlivňuje životnost zelené střechy. Při výběru rostlinných druhů je třeba zohlednit přírodní podmínky jako je zeměpisná poloha, intenzita srážek, vlhkost, vítr či sluneční záření. Dále je důležité zvážit i specifické podmínky ze strany člověka – možnost závlahy, akceptovaná náročnost průběžné péče, vytrvalost, konkrétní specifika využití, hloubka půdního substrátu či nosnost samotné střechy budovy (Shafique et al. 2018).

Podle Mobasher (2014) lze vybírané rostlinné druhy pro extenzivní střechy rozdělit podle hloubky substrátu následovně. Pro hloubku půdy do pěti centimetrů jsou nejčastěji používané rozchodníky, mechy a lišejníky. Při hloubce 5-10 centimetrů se hojně využívají krátkostébelné traviny, dlouhověké a suchovzdorné trvalky, alpinky a drobné cibuloviny. Při hloubce 10-20 centimetrů je výběr nejvariabilnější, neboť lze využít všechny předchozí druhy, ale zároveň přidat směs nízkých nebo středně vysokých trvalek, vyšších travin, různé druhy cibulovin i letniček ze suchých stanovišť, volně rostoucí byliny a odolné druhy keřů.

Po celém světě jsou velmi oblíbenými rostlinami pro výsadbu na zelené střechy, různé druhy rozchodníků. Jejich hlavní výhodou je, že dokáží vydržet delší dobu bez vody. Rozchodníky mají také schopnost zlepšovat kvalitu vody tím, že jsou schopné zadržovat různé ionty kovů. Nicméně, jak již bylo zmíněno výše, ne všude po světě jsou rozchodníky původním druhem. Proto je velmi důležité je používat s rozvahou. Hlavní prioritou při výběru druhů rostlin by měla být snaha volit místní druhy. Je to i proto, že původní druhy jsou již přizpůsobeny místním klimatickým podmínkám a v dané oblasti jsou i lehko dostupné (Shafique et al. 2018).

Vijayaraghavan et Josh (2014) ve své práci zjistili, že pro oblasti s tropickým klimatem je nejvhodnějším místním druhem šruha velkokvětá (*Portulaca grandiflora*), která se svými vlastnostmi velmi blíží rozchodníkům. Schweitzer et Erel (2014) pro změnu zjistili, že v horkých suchých oblastech se z místních druhů hodí na extenzivní zelené střechy nejvíce kosmatovník srdčitý (*Aptenia cordifolia*).

Zelené střechy mohou podporovat – kopírovat místní původní ekosystémy nebo je naopak vhodně doplňovat. Například ve Spojeném království v oblasti, kde se nachází nížinná vřesoviště a suché kyselé trávníky, je výrazně nižší hodnota pH. Tato hodnota však nekoresponduje se stavebními předpisy a požadovaným pH na zelených střechách (Francis et Lorimer 2011).

Větší rozloha zelených střech v některých městech ukazuje, že mohou poskytovat dodatečný biotop pro řadu druhů, které byly vyloučeny z původních přizemních stanovišť. Na zelených střechách se tak někdy vyskytují i druhy ptáků, které jsou jinak typické spíše jen pro přírodní venkovskou krajinu, než pro městskou zástavbu (Baumann 2006).

Braaker et al. (2014) ve své práci pozorovali na zelených střechách ve švýcarském Curychu společenstva členovců. Ukázalo se, že složení společenstev vysoce pohyblivých

skupin bylo formováno především konektivitou stanoviště. To naznačuje, že tato společenstva členovců byla propojena častou výměnou jedinců s okolními zelenými střechami. Naopak na nízké pohyblivé skupiny členovců měly největší vliv místní podmínky prostředí. Tedy tato společenstva jsou pravděpodobně častěji propojována s jinými pozemními stanovišti a výměna mezi zelenými střechami není tak častá.

Na zelené střeše v Michiganu, která má substrátovou vrstvu vysokou pouze 2,5 cm a nachází se zde především rozchodníky, bylo odchyceno 29 druhů hmyzu a 7 druhů pavouků. Oproti tomu v Kanadě byl proveden odchyt na zelené střeše s větší substrátovou vrstvou a bylo zde odchyceno více než 200 druhů hmyzu. Výška substrátové vrstvy pochopitelně není jediným důvodem pro tento rozdíl v početnosti druhů, ale je jedním z podstatných faktorů. Většinou totiž platí, že čím vyšší je substrátová vrstva, tím více druhů rostlin pak tvoří vegetační vrstvu. Větší rozmanitost vegetace pak vede i k větší rozmanitosti hmyzu (New 2015).

Zelené střechy mají velký potenciál jako stanoviště pro řadu druhů včel. Atraktivita střech pro včely může být ještě zvýšena záměrným vysazováním kvetoucích rostlin a těch rostlinných druhů, které včely rády vyhledávají. V roce 2005 v Torontu v Kanadě bylo zjištěno, že na dvou zelených střechách se vyskytovalo 45 a 54 druhů včel, což bylo srovnatelné či dokonce vyšší množství, než na blízkých pozemních stanovištích (Colla et al. 2009).

Ohledně podobné druhové diverzity v rámci blízkých stanovišť na střechách a na zemi bylo uskutečněno v Halifaxu v Novém Skotsku podobné zjištění. Zde se v roce 2009 neprokázaly žádné významné rozdíly mezi intenzivní zelenou střechou a blízkým pozemním stanovištěm. Byla sledována bohatost, početnost a celková diverzita hmyzu (New 2015).

Naproti tomu MacIvor et Lundholm (2011) v Halifaxu v novém Skotsku zjistili, že drobné rozdíly v druhovém složení a početnosti mezi zelenými střechami a pozemními oblastmi existují. Druhové bohatství i početnost měly tendenci být vyšší na úrovni terénu u všech řádů. Nejednalo se ale o nijak výrazné rozdíly. V tomto výzkumu bylo zároveň zjištěno, že na pozorovaných zelených střechách se vyskytovalo pouze 17 druhů hmyzu, u kterých bylo odchyceno více jak 5 jedinců. Přesto jsou však zelené střechy důležitým krokem k udržení biologické rozmanitosti ve městech.

Jones (2002) studoval hmyzí společenstva na zelených střechách v Londýně. Objevil zde 4 druhy z řádu brouků (Coleoptera), které doposud nebyly v Londýně nikde zaznamenány. Zároveň zjistil, že nejčastěji se na zelených střechách vyskytují druhy běžně obývající travnatá stanoviště a druhy vyznačující se oblibou suchých stanovišť.

Kromě členovců mohou zelené střechy tvořit významné stanoviště i pro mnohé druhy ptáků. Typicky městské prostředí většinou obývají synantropní druhy ptáků, kteří se naučili žít v blízkosti člověka. Nicméně úbytek přírodních stanovišť má velký dopad na migrující druhy ptáků a druhy zvyklé hnízdit ve vegetaci (Partridge et Clark 2018).

Zelené střechy poskytují ptákům vodu a potravu, především v podobě hmyzu, bobulí a semen. Množství druhů ptáků využívajících prostory zelené střechy záleží vždy na konkrétním typu střechy, její konstrukci, typu vegetace a umístění v prostoru. Některé zelené střechy mohou podporovat výskyt ohrožených druhů ptáků. Zároveň však ptáci působí i jako destrukční činitel zelených střech, zejména při zakládání vegetace. Mohou ničit již vzrostlou vegetaci, ale především vybírají čerstvě zasetá semínka (Fernandez-Canero et Gonzalez-Redondo 2010).

Nicméně převládá mínění, že zelené střechy jsou užitečným prvkem v ochraně ptáků. Poskytují útočiště především právě migrujícím a hnízdícím druhům, které by jinak z městského prostředí měly tendenci vymizet. Migrující ptáci využívají zelené střechy jako odpočinkové stanoviště (Partridge et Clark 2018).

Partridge et Clark (2018) ve své práci zjistili, že ve sledovaném období se na zelených střechách vyskytlo 41 druhů ptáků, zatímco na nezelených střechách se zastavilo jen 14 druhů ptáků. Pozorování bylo uskutečněno v Severní Americe v USA. Celkově nejčastěji se vyskytujícím druhem byl drozdec severní (*Mimus polyglottos*). Na zelených střechách se pak dále hojně vyskytoval rorýs ostnitý (*Chaetura pelagica*), špaček obecný (*Sturnus vulgaris*) a racek stříbřitý (*Larus argentatus*).

Obecně lze tedy říct, že zelené střechy jsou důležitým prvkem, který podporuje biodiverzitu v urbanizovaném prostředí. Míra podpory závisí na mnoha faktorech, ale jako hlavní lze zmínit typ zelené střechy, propojení s okolní zelení a výběr vegetace, která již sama o sobě je prvkem biodiverzity (New 2015; Shafique et al. 2018).



## 4 Metodika

### 4.1 Charakteristika studovaných ploch

Biodiverzita v městském prostředí byla sledována na území hlavního města České republiky, v Praze. Sledovány byly 4 zelené střechy, s různým typem vegetace, a 2 nezelené klasické rovné střechy. Praha se nachází v mírném podnebném pásu. Průměrná nadmořská výška činí 235 m n. m., nejvyšší je 399 m n. m. v místě zvané Teleček. Praha se tedy nachází v nížině. Roční úhrn srážek se na území Prahy pohybuje okolo 630 mm za rok. Průměrná roční teplota je v Praze okolo 9,7 °C (ČHMU 2022).

#### 4.1.1 Administrativní budova TV NOVA

Administrativní budova televize Nova se nachází v jižní části Prahy, na levém břehu Vltavy, konkrétně na Barrandově, v městské části Praha 5 – Hlubočepy. Samotná budova se nalézá v uzavřeném areálu Filmové ateliéry Barrandov, a to hned poblíž hlavního vchodu. Přesná adresa budovy je Kříženeckého náměstí 1078/5a, 152 00 Praha 5 – Hlubočepy. Zeměpisné souřadnice daného místa jsou: 50.0301N, 14.3923E.

Ačkoliv se budova nachází v zástavbě a je obklopená domy, tato část Prahy má poměrně velké množství zelených ploch. Nejbližší zelené plochy představují Růžičkova rokle na Barrandově severně od areálu Filmových ateliérů a lesy Chuchelského háje v Malé Chuchli směrem jižním. Zhruba 1 km od areálu se nachází Prokopské údolí.

Samotná sledovaná budova má 4 menší zazeleněné terasy a jednu větší, hlavní. Uprostřed se nalézá centrální dvorek. Terasy se nachází na střeších jednotlivých pater, budova je členitého rázu. Zajímavostí tohoto komplexu je, že se zde nachází 2 menší vodní plochy v podobě zahradních jezírek. Odchyt hmyzu probíhal na hlavní zelené terase a dvou menších zelených terasách.

Jednotlivé terasy jsou tvořeny zelenými anglickými trávniky, po stranách se nachází pás keřů a okrasných rostlin. Trávnik byl vždy krátce střížen. Po obvodu zelených ploch se nachází zavlažovací zařízení. Trysky v rozmezí zhruba 1 metr od sebe jsou schovány pod zemí. Závlaha probíhá v noci, kdy vyjíždí nad povrch.

Dle Svazu zakládání a údržby zeleně bylo ozelenění střechy realizováno během rekonstrukce a dostavby objektu v roce 2010. Při rekonstrukci bylo hlavním cílem vybudovat venkovní pracovní prostor, zabránit přehřívání venkovních ploch a vznik energetických úspor a redukce objemu odtékané srážkové vody. Výměra střechy je 800 m<sup>2</sup>.

Vegetační vrstva se skládá ze střešního substrátu a mulčovací vrstvy, která je tvořena drcenou borkou, říčními oblázky a balvany pro komponování výsadby a dna vodních ploch. Rostlinný pokryv byl vybírán v dostupných zásobních zahradách podle aktuálního sortimentu. Vegetace byla založena kombinací výsevu, řízkováním, výsadbou a pokládkou pěstovaných koberců a rohoží.

Hlavní část vegetace tvoří trávniky s výsadbami krokusu (*Crocus* sp.). Nachází se zde dva druhy pnoucích dřevin, a to loubinec trojlaločný (*Parthenocissus tricuspidata*) a loubinec pětिलistý (*Parthenocissus quinquefolia*). Stromy jsou zde zastoupeny třemi druhy – borovicí

lesní (*Pinus sylvestris*), javorem dlanolistým (*Acer palmatum*) a katalpou trubačovitou (*Catalpa bignonioides*).

Další část vegetace tvoří keře a živé ploty. Do této kategorie spadají skalník (*Cotoneaster sp.*), hlohyně šarlatová (*Pyracantha coccinea*), kalina (*Viburnum sp.*), Hamamelis *sp.*, dřín (*Cornus sp.*) a brslen (*Euonymus sp.*). Samostatný prvek tvoří bylinkový záhon u restaurace.

Kromě základních trávníkářských druhů využitých pro plochu trávníku, se zde nachází i další traviny a jednoděložné druhy především podél vodních ploch. Jako příklad lze uvést ozdobnici čínskou (*Miscanthus sinensis*).

V roce 2021 se střešní terasy administrativní budovy TV NOVA umístily v soutěži Zelená střecha roku na 3. místě v kategorii Veřejné zelené střechy intenzivní. Tato soutěž probíhá každoročně od roku 2014 (Zelená střecha 2022).

Dle pozorování při odchytu hmyzu jsem zjistila, že v trávnících se nachází i luční byliny jako je smetánka lékařská (*Taraxacum officinale*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*), jitrocel prostřední (*Plantago media*), přeslička rolní (*Equisetum arvense*), jetel plazivý (*Trifolium repens*) a pcháč obecný (*Cirsium vulgare*).

#### 4.1.2 Administrativní budovy ČSOB

Administrativní budovy Československé obchodní banky se nacházejí na levém břehu Vltavy, konkrétně v Radlicích, v městské části Praha 5. Mezi budovami vede velmi frekventovaná silnice Radlická.

Okolo budov se nachází velké množství zeleně. Starší budova plně navazuje na park „Na Farkáně“. Hned za novější budovou se nachází rozlehlejší oblast zeleně. Část je tvořena lesnatým porostem, část loukami. Zhruba 600 metrů daleko se nachází výběh koní Převalského. Ve vzdálenosti 1,3 kilometru se nalézá Prokopské údolí.

##### 4.1.2.1 Starší administrativní budova

Přesná adresa této budovy je: Radlická 333/150, 15000 Praha 5 – Radlice. Zeměpisné souřadnice daného místa jsou: 50.0584N, 14.3883E. Jedná se o novostavbu, u níž od počátku bylo počítáno s realizací zelené střechy. Výstavba budovy probíhala mezi lety 2004-2006. V roce 2006 již byla založena i samotná zelená střecha.

Zelená střecha je vodorovná a je přístupná zaměstnancům budovy. Některé prostory vytvářejí příjemná pracovní prostředí a je s nimi počítáno jako se zasedacími „místnostmi“. Hlavní zelené plochy budí dojem parku a jsou doplněny propojujícími méně výraznými zelenými prvky.

Zemina na střeše je místy navršena až do výšky 1,2 m, a to především z důvodu výsadby vzrostlých stromů. Výběr rostlin byl zvolen tak, aby střešní zahrada přirozeně navazovala na okolní zelené svahy a vytvářela tak budově ochranné mimikry. Každá část střešní zahrady je trochu jiná, podle zvolených druhů rostlin. Na severu je malá květinová zahrádka a olivový háj. Ve střední části se nachází uskupení listnatých stromů. Jihozápadní roh je věnován okrasným travinám.

Základ vegetace tvoří směs pro květnaté louky, namíchaná speciálně pro tuto střechu, a trávníkové rohože. Je zde poměrně vysoké množství stromů, a to javor babyka (*Acer campestre*), hlošina úzkolistá (*Elaeagnus angustifolia*), dub zimní (*Quercus petraea*), svitel

latnatý (*Koelreuteria paniculata*), škumpa orobincová (*Rhus typhina*) a břıza bělokorá (*Betula pendula*).

Dále se zde nachází zimolez (*Lonicera* sp.), třezalka (*Hypericum* sp.), brslen (*Euonymus* sp.), vistárie (*Wisteria* sp.), rdesno (*Persicaria* sp.), břečťan (*Hedera* sp.), barvínek (*Vinca* sp.) a cesmína (*Ilex* sp.). Z ozdobných travin se zde nejvíce nachází kavyl (*Stipa* sp.), ozdobnice (*Miscanthus* sp.), proso (*Panicum* sp.) a ostřice (*Carex* sp.).

Výměra zelené střechy je 4500 m<sup>2</sup>. V roce 2021 se zelená střecha starší budovy ČSOB umístila na 1. místě v celorepublikové soutěži Zelená střecha roku. První místo bylo uděleno v kategorii Veřejná střecha intenzivní – novostavba (Zelená střecha 2022).

Dle pozorování při odchyту hmyzu jsem zjistila, že v travnatých plochách se nachází nejčastěji následující byliny: jetel luční a plazivý (*Trifolium pratense et repens*), štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), smetánka lékařská (*Taraxacum officinale*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), jitrocel kopinatý a prostřední (*Plantago lanceolata et media*), silenka nadmutá (*Silene vulgaris*), kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*) a svízel (*Galium* sp.).

#### 4.1.2.2 Novější administrativní budova

Přesná adresa této budovy je: Výmolova 353/3, 15000 Praha 5 – Radlice. Zeměpisné souřadnice daného místa jsou: 50.0570N, 14.3884E. Jedná se o novostavbu, která vznikla po roce 2018. Samotná zelená střecha byla realizována v roce 2020.

Zelená střecha je vodorovná s lehkými kopečkovitými útvary. Střecha je volně přístupná zaměstnancům budovy. Součástí jsou četná místa k posezení. Zatím střecha působí dojmem louky, po plném zapojení vegetace, a především vzrůstu stromů a keřů se předpokládá vzhled parku.

Plocha zeleně osázené střechy tvoří 9947 m<sup>2</sup>. Z toho 7247 m<sup>2</sup> tvoří plocha bylinného květnatého porostu na konstrukci, přičemž polovina této plochy je pravidelně sekaná a polovina je ponechána bez seče. Plochy záhonové výsadby keřů tvoří 2700 m<sup>2</sup> z celkové rozlohy střechy. Celkem je zde vysazeno 351ks vícekmenných listnatých stromů.

Nachází se zde následující druhy vícekmenných stromů: javor babyka (*Acer campestre*), javor mandžuský (*Acer ginnala*), habr obecný (*Carpinus betulus*), dřín obecný (*Cornus mas*), líska obecná (*Corylus avellana*), hloh břekolistý (*Crataegus coccinea*), hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*), hloh slívolistý (*Crataegus prunifolia*), mahalebka obecná (*Prunus mahaleb*), dub zimní (*Quercus petraea*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) a klokoč zpeřený (*Staphylea pinnata*).

Z keřů jsou nejčastější zákula japonská (*Kerria japonica*), ptačí zob (*Ligustrum vulgare*), růže šípková (*Rosa canina*), růže mnohokvětá (*Rosa multiflora*), vrba nachová (*Salix purpurea Gracilis*), brslen bradavičnatý (*Euonymus verrucosus*), tnka obecná (*Prunus spinosa*), bez hroznatý (*Sambucus racemosa*), tavolník popelavý (*Spiraea cinerea*), svída bílá (*Swida alba*) a kalina obecná (*Viburnum opulus*).

V rámci travnatých lučních porostů dominovaly traviny kostřava, jílek a ovsík. Z bylin byly nejčastější druhy jetel plazivý (*Trifolium repens*), sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*), smetánka lékařská (*Taraxacum officinale*) a silenka nadmutá (*Silene vulgaris*).

### 4.1.3 Obchodní centrum Nový Smíchov

Obchodní centrum Nový Smíchov se nachází v centrální části Prahy, na levém břehu Vltavy, konkrétně na Andělu, v městské části Praha 5 – Smíchov. Budova je obklopena velmi frekventovanými silnicemi – Plzeňskou, Radlickou, Kartouzskou a Štefánikovou. Obzvláště ulice Kartouzská a Radlická jsou hodně zatíženy automobilovou dopravou. Přesná adresa budovy je Plzeňská 8, 150 00 Praha 5 – Smíchov. Zeměpisné souřadnice daného místa jsou: 50.0725N, 14.4019E.

Ačkoliv se jedná o budovu uprostřed města, nachází se poblíž více různých pozemních zelených ploch. Nejbližší je park „Sacré Coeur“, který se nachází přes silnici oproti nákupnímu centru. Tato zelená plocha je dokonce přímo napojena na budovu obchodního centra, a to pomocí lávky.

Dalšími blízkými zelenými plochami jsou park Mrázovka, který se nachází ve vzdálenosti přibližně 200 m, dále zahrada „Portheimka“ ve vzdálenosti necelých 100 m. Největší blízkou zelenou plochu tvoří Petřín, vzdálený od obchodního centra přibližně 300 m.

Realizace zelené střechy započala v roce 2001, postupně došlo k ozelenění většiny rozlohy střechy. Ozelenění bylo dokončeno v roce 2005. Zelená střecha se skládá z vodorovných ploch, lehce nakloněných ploch a výrazně nakloněných ploch. Zelená plocha se skládá z většího množství částí. Veřejnosti je vstup na zelenou střechu zakázán, dostanou se na ní jen údržbáři a technici. Výjimkou je dlážděná terasa, kde se nachází posezení restaurace.

Odchyt hmyzu probíhal přibližně na  $\frac{1}{4}$  celkové rozlohy střechy. V pozorované oblasti se nacházela jedna rovná část a jedná sešikmená. V době zakládání porostu zde byl rozdíl v typu rostlinných společenstev. Rovná část představovala typickou středoevropskou louku a sešikmená část vytvářela stepní stanoviště. Nicméně toto rozdělení vegetace bylo udržováno jen několik málo let po založení. Následně byl porost ponechán více ladem s jediným zásahem v podobě seče. Díky tomu došlo k prolnutí obou typů stanovišť.

Aktuálně jsou tedy tyto dvě plochy velmi podobné, jen s drobnými druhovými rozdíly. Předěšlé roky docházelo na zelené střeše k seči již brzy na začátku léta, čímž po zbytek léta byly rostliny nižší. V roce sběru hmyzu – 2021 – nedošlo na začátku léta k seči a v době sběru byly tráva a byliny vyšší, místy až ke kolenům. Porost působil jako louka.

V rámci zakládání zelené střechy, se jedná o novou budovu, kdy již odpočátku bylo počítáno se zeleným pokryvem. Rozloha střechy činí 14500 m<sup>2</sup>. Nepochází zde k závlaze, tedy vodním zdrojem jsou pouze dešťové srážky. Nepochází zde ani k hnojení, přisevu či jiným úpravám. Z údržby zde probíhá pouze sečení trávy a ořez stromů.

Substrát je zde tvořen drceným keramzitem o velikosti zrna 0,16 mm. To umožňuje optimální samovolnou regulaci vodního režimu. Zároveň se jedná o lehký substrát, který je odolný povětrnostním vlivům a vhodný pro sešikmené části.

Na střeše je celkem vysázeno přes 30 platanů javorolistých (*Platanus × acerifolia*). Pro výsadbu stromů byly zvoleny betonové kontejnery o objemu až 5 metrů krychlových. Zbytek rostlinstva byl z 20 % vysázen a z 80 % zaset. Vysázeno bylo více jak 106 000 kusů rostlin.

Z pozorování v průběhu sběru hmyzu jsem určila nejčastější druhy rostlin, které se zde vyskytují. Lze zde nalézt turanku kanadskou (*Conyza canadensis*), smetánku lékařskou (*Taraxacum officinale*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), tolici dětelovou (*Medicago lupulina*),

třezalku (*Hypericum* sp.), pažitku pobřežní (*Allium schoenoprasum*), jestřábník okoličnatý (*Hieracium umbellatum*) a pcháč obecný (*Cirsium vulgare*).

Dále se zde nacházela sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*), jestřábník zední (*Hieracium murorum*) a jestřábník chlupáček (*Hieracium pilosella*), rozchodník skalní (*Sedum reflexum*) i další druhy rozchodníků, pětour (*Galinsoga* sp.) a merlík (*Chenopodium* sp.). Z travin zde byly zastoupeny zejména různé druhy kostřav, jílku a lipnice.

#### **4.1.4 Hotel OREA**

Budova hotelu Orea se nachází v centrální části Prahy, na levém břehu Vltavy, konkrétně na Andělu, v městské části Praha 5 – Smíchov. Budova se nalézá u hlavního silničního tahu, kudy denně projíždí velké množství aut. Přesná adresa budovy je Radlická 3216/1g, 15000 Praha 5 – Smíchov. Zeměpisné souřadnice daného místa jsou: 50.0705N, 14.4015E.

V poměrně těsné blízkosti, od budovy hotelu Orea, se nachází Obchodní centrum Nový Smíchov, na kterém je vytvořena zelená střecha. Nejbližší městskou zeleň tvoří park Mrázovka, který se nalézá vzdušnou čarou 150 m od budovy. Dále sady Na Skalce, které jsou vzdálené 200 m a park „Sacré Coeur“, který se nachází ve vzdálenosti 300 m.

Střecha hotelu Orea je v jedné rovině, po okrajích je přibližně 40 cm vyvýšený okraj. Nenachází se zde žádná zeleň, část je vysypaná drobnými oblázky a na části jsou betonové dlaždice. Neustále zde vane silnější vítr. Na střechu ústí větrací šachty. Budova se nachází v řadové zástavbě, nad kterou nevyčnívá.

#### **4.1.5 Administrativní budova Na Pankráci 30**

Administrativní budova Na Pankráci 30 se nachází v jižní části centrální Prahy, na pravém břehu Vltavy. Konkrétně na Pankráci, v městské části Praha 4 – Nusle. Budova se nalézá jednu ulici od Městského okruhu – ulice 5. května, kde je velmi hustý provoz. Přesná adresa budovy je Na Pankráci 1618/30, 140 00 Praha 4 – Nusle. Zeměpisné souřadnice daného místa jsou: 50.0595N, 14.4293E.

Nejbližší souvislou zeleň tvoří zatravněná plocha Pankráckého náměstí, která se nachází hned přes ulici. Nejbližší větší souvislá zeleň je tvořena komplexem Vyšehrad, který je vzdálený 320 m. Třetí nejbližší zelenou plochu tvoří malý parčík přiléhající ke kostelu svatého Pankráce.

Střecha administrativní budovy Na Pankráci 30 je rovná, betonová, bez zábran podél okrajů. Nenachází se kontinuálně v jedné výšce, ale je členitá do tří podlaží, kdy nejvyšší část je zároveň nejmenší částí. Nenachází se zde žádná zeleň. Budova je jednou z nejvyšších v nejbližším okolí, převyšuje sousední budovy. Tedy je ze všech stran volně do prostoru a neustále zde fouká poměrně silný vítr. Na střechu ústí větrací šachty.

## **4.2 Sběr dat**

### **4.2.1 Odběrová metoda**

Jako odběrová metoda byla zvolena metoda žlutých misek. Tato metoda se nazývá také jako metoda Moerickeho misek a běžně se využívá pro odchyt hmyzu. V případě odchytu

hmyzu na střeších se jedná o nevhodnější metodu, neboť prostředí střech je zcela nevhodné například pro zemní pašti nebo smýkání.

Pro odchyt hmyzu byly využity žluté plastové misky, které svou barvou lákají hmyz, obdobně jako květy rostlin. V miskách byla nalita čistá voda smíchaná s malým kouskem smáčedla, v poměru 6-10 kapek jaru na 1,5l vody. Právě přítomnost smáčedla způsobuje záchyt hmyzu. Smáčedlo narušuje povrchové napětí na hladině vody a hmyz, který do misky přistane nebo vleze, se z ní již nedokáže dostat ven.

Misky byly rozloženy rovnoměrně po sledované ploše střechy. Vzdálenost mezi jednotlivými miskami jsem zvolila 2-2,5 m.

#### **4.2.2 Vlastní sběry**

Na každé střeše byly provedeny čtyři sběry v různé dny v období od 10. 8. 2021 do 19. 9. 2021. Každý sběr sestával z následujících činností: v první den bylo na střechu rozmístěno čtyřicet žlutých misek. Třicet misek tvořilo základ pro vznik tří nezávislých vzorků, deset misek tvořilo rezervu, neboť byly předpokládány ztráty z důvodu počasí či lidské přítomnosti. Rozložení misek zabralo zhruba jednu hodinu času. Misky byly zatíženy 1-2 oblázky z důvodu ochrany před větrem.

Misky byly položeny 24 hodin. Sběr vzorků tedy probíhal následující den, kdy byl hmyz slit přes sítko, propláchnut pod čistou vodou a umístěn do sklenic se 70% roztokem technického líhu. Roztok technického líhu byl zvolen jako konzervační prostředek. Z každé střechy vznikly tři vzorky – při každém sběru byly rovnoměrně doplňovány. První vzorek byl tvořen každou 1., 4., 7. ... žlutou miskou, druhý vzorek každou 2., 5., 8. ... miskou a třetí vzorek byl tvořen 3., 6., 9. ... miskou. Účelem tohoto protokolu bylo zjistit rozptyl metody v rámci jednoho odběru.

Sklenice s konzervačním vzorkem byly v průběhu terénního pokusu a až do doby rozebrání a určení vzorku, skladovány v domácnosti na místě se stabilní teplotou okolo 22-24°C. Poté došlo k přesunu vzorků do laboratoře v budově Fakulty agrobiologie, přírodních a potravinových zdrojů na Suchdole.

Samotný sběr byl jako první zahájen na zelené střeše Obchodního centra Nový Smíchov a to 10. 8. 2021. Pokládání i sběr žlutých misek probíhal dvakrát mezi devátou a desátou hodinou dopoledne a dvakrát mezi jedenáctou a dvanáctou hodinou dopoledne. Další položení misek proběhlo ve dnech 11. 8. 2021, 24. 8. 2021 a 7. 9. 2021.

Na zelené střeše administrativní budovy TV Nova byl sběr zahájen 16. 8. 2021. Pokládání i sběr žlutých misek zde probíhal vždy mezi sedmou a osmou hodinnou ránní. Další položení misek proběhlo ve dny 1. 9. 2021, 7. 9. 2021 a 14. 9. 2021.

Na střeších administrativních budov ČSOB došlo poprvé ke sběru 24. 8. 2021. Pokládání i sběr žlutých misek probíhal mezi devátou a jedenáctou hodinou dopoledne, kdy nejdříve byly misky položeny na starší budově a poté na novější budově. Další položení misek probíhalo ve dny 1. 9. 2021, 7. 9. 2021 a 14. 9. 2021.

Na střeše hotelu Orea byl sběr vzorků zahájen 16. 8. 2021. Pokládání i sběr žlutých misek zde probíhal dvakrát mezi jedenáctou a dvanáctou hodinou dopoledne a dvakrát mezi dvanáctou a jednou hodinou po obědě. Další položení misek probíhalo ve dnech 17. 8. 2021, 24. 8. 2021 a 1. 9. 2021.

Poslední sledovanou střechou byla střecha na administrativní budově Na Pankráci 30. Zde došlo k prvnímu sběru dne 17. 8. 2021. Pokládání i sběr žlutých misek probíhal dvakrát dopoledne mezi osmou a devátou hodinou a dvakrát odpoledne mezi třetí a čtvrtou hodinou. Další položení misek proběhlo ve dnech 24. 8. 2021, 5. 9. 2021 a 18. 9. 2021.

### 4.2.3 Zpracování vzorků a fotodokumentace

Vzorky byly zpracovávány v laboratoři v budově Fakulty agrobiologie, přírodních a potravinových zdrojů na Suchdole v Praze. Hmyz z každé sklenice byl zpracován zvlášť. Vzorek byl umístěn do bílé plastové misky, kde byl dále tříděn na jednotlivé morfodruhy.



Obrázek 1 – Třídění hmyzu v laboratoři

Morfodruh může být skutečně druh nebo skupina morfologicky hůře rozlišitelných druhů. Pokud ten, kdo

třídí morfodruhy udělá chybu a sloučí do jednoho morfodruhu více podobných druhů, tak to výsledky kvantitativní synekologické analýzy neovlivní, neboť stejnou chybu udělá u všech vzorků.

Každý nový morfodruh byl vyfocen skrz mikroskop pomocí mobilního telefonu. Fotodokumentace je tedy kompletní a zahrnuje všechny nalezené morfodruhy. Po rozřídění byli všichni jedinci spočítáni a zaneseni do primární komplexní tabulky v programu Excel zahrnující všechna stanoviště a všechny zjištěné morfodruhy.

Díky průběžné fotodokumentaci jsou nasbírané vzorky setříděny do jedné tabulky, ve které jsou všechny sběry sjednocené – každý morfodruh má uvedené počty ze všech vzorků, všech stanovišť. Tabulky pro jednotlivá stanoviště, s počty morfodruhů pro každý vzorek zvlášť, i dohromady, lze nalézt v příloze (Příloha 2.1. Početnost zastoupení morfodruhů).

## 4.3 Metody analýzy dat

### 4.3.1 Prosté součty

První metodou popisu získaných dat je porovnání prostých součtů všech jedinců na jednotlivých stanovištích, dále součty morfodruhů, počty morfodruhů v rámci jednotlivých řádů, které se na střechách vyskytly, a také počty všech jedinců, kteří patří pod jednotlivé řády pro každé stanoviště zvlášť.

### 4.3.2 Relativní početnost

Relativní početnost ( $p_i$ ) vyjadřuje podíl počtu jedinců každého morfodruhu ( $N_i$ ) na celkovém počtu jedinců ze vzorku nebo stanoviště ( $N$ ). Tyto informace jsem zpracovala pomocí spojnicového grafu a porovnávala tak variabilitu uvnitř stanoviště mezi vzorky i vzájemně jednotlivá stanoviště mezi sebou.

Relativní početnost je vyjádřena následujícím vzorcem:

$$p_i = \frac{N_i}{N}$$

#### 4.3.3 Margalefův index druhové pestrosti (P)

Pro výpočet druhové pestrosti jsem zvolila Margalefův index druhové pestrosti (P). Tento index dává do souvislosti počet morfodruhů daného vzorku (S) s celkovým počtem jedinců daného vzorku (N). Nevýhodou tohoto typu zhodnocení je, že nezahrnuje početnost, a tedy dominanci jednotlivých morfodruhů.

Margalefův index druhové pestrosti (P) se stanovuje následujícím vzorcem:

$$P = \frac{S - 1}{\log(N)}$$

#### 4.3.4 Simpsonův index diverzity (D)

Simpsonův index diverzity (D) vyjadřuje pravděpodobnost, že dva náhodně vybraní jedinci budou patřit ke stejnému druhu. Dává velký důraz na dominanci druhu – je silně závislý na nejpočetnějším druhu a méně citlivý ke vzácným druhům. Využila jsem převrácenou hodnotu, kdy se zvyšující se hodnotou stoupá vyrovnanost společenstva, a naopak klesá dominance.

Simpsonův index druhové diverzity (D) je představován následujícím vzorcem:

$$D = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

$$p_i^2 = \text{druhá mocnina relativní početnosti}$$

#### 4.3.5 Shannonův index diverzity (H)

Shannonův index diverzity (H) vychází z informační teorie. Maximální hodnota Shannonova indexu pro dané společenstvo odpovídá logaritmu počtu druhů a ukazuje, jaké hodnoty by index nabyl při shodné početnosti všech druhů společenstva.

Shannonův index diverzity (H) je vyjádřen následujícím vzorcem:

$$H = -\sum p_i * \log(p_i)$$

$$p_i = \text{relativní početnost}$$

#### 4.3.6 Indexy vyrovnanosti

Indexy vyrovnanosti vyjadřují způsob, jakým jsou jedinci distribuováni v jednotlivých druzích. Pokud je počet jedinců v každém druhu stejný, je hodnota vyrovnanosti 1. Index



vyrovnanosti lze odvodit od Simpsonova indexu diverzity nebo od Shannonova indexu diverzity.

Vzorec pro index vyrovnanosti odvozený od Simpsonova indexu diverzity (E):

$$E = \frac{D}{S}$$

$D$  = Hodnota Simpsonova indexu diverzity;  $S$  = počet morfodruhů

Vzorec pro index vyrovnanosti odvozený od Shannonova indexu diverzity (J):

$$J = \frac{H}{\log(S)}$$

$H$  = Hodnota Shannonova indexu diverzity;  $S$  = počet morfodruhů

#### 4.3.7 Sørensenův index podobnosti (CC)

Pro porovnání dvou stanovišť jsem využila Sørensenův index podobnosti (CC). Podobnost je hodnocena na základě společných druhů (C) v souvislosti se součtem celkových počtů druhů prvního a druhého stanoviště. Výsledkem je číslo od 0 do 1, přičemž 1 představuje dvě společenstva, která jsou totožná, tedy shodu 100 %.

Sørensenův index podobnosti (CC) je dán následujícím vzorcem:

$$CC = \frac{2 * C}{S_1 + S_2}$$

$S_1$  = Počet morfodruhů na prvním stanovišti

$S_2$  = Počet morfodruhů na druhém stanovišti

#### 4.3.8 Statistické zhodnocení

Pro statistické zhodnocení jsem využila krabicové grafy. Krabicový graf slouží k vizualizaci kvantitativních dat. Z krabicového grafu lze v základu vyčíst hodnotu průměru, rozložení jednotlivých kvartilů a maximální a minimální hodnota. Ukazuje rozptyl výsledků jednotlivých stanovišť.

## 5 Výsledky

### 5.1 Základní charakteristika

Hlavním předmětem pozorování bylo srovnání biodiverzity na zelených a nezelených střeších. Vedlejším doplňkovým předmětem pozorování bylo porovnání zelených střech mezi sebou. Dohromady na všech střeších bylo odchyceno 9814 jedinců ze 154 morfodruhů.

#### 5.1.1 Zelená střecha administrativní budovy TV Nova

Na zelené střeše administrativní budovy TV Nova bylo odchyceno celkem 1777 jedinců, spadajících do 61 morfodruhů z 10 řádů. Nejpočetnějším řádem byla skupina Diptera, která zahrnovala 24 morfodruhů s 1170 jedinci. Druhým nejpočetnějším řádem byla Hemiptera s 14 morfodruhy a 393 jedinci.

Toto celkové množství bylo odebráno ve 3 vzorcích. První vzorek obsahoval 443 jedinců tvořených 34 morfodruhy, druhý vzorek obsahoval 680 jedinců v 42 morfodruzích a třetí vzorek byl tvořen 654 jedinci z 45 morfodruhů.

#### 5.1.2 Zelená střecha novější budovy ČSOB

Na zelené střeše novější budovy ČSOB bylo odchyceno celkem 1179 jedinců tvořených 66 morfodruhy ze 7 řádů. Nejpočetnějším řádem co do počtu jedinců byla opět Diptera s 19 morfodruhy a 408 jedinci. Ovšem nejpočetnějším řádem co do počtu morfodruhů byla Hymenoptera s 21 morfodruhy a 159 jedinci.

Toto celkové množství bylo odebráno ve 3 vzorcích. První vzorek obsahoval 324 jedinců v 42 morfodruzích, druhý vzorek byl tvořen 480 jedinci v 43 morfodruzích a třetí vzorek obsahoval 375 jedinců v 41 morfodruzích.

#### 5.1.3 Zelená střecha starší budovy ČSOB

Na zelené střeše starší budovy ČSOB bylo odchyceno dohromady 2127 jedinců pocházejících z 85 morfodruhů z 10 řádů. Nejpočetnějším řádem byla Diptera s celkovým počtem 28 morfodruhů a 919 jedinců. Druhým nejpočetnějším řádem co do počtu morfodruhů byla Hymenoptera s počtem 23 morfodruhů a 159 jedinců. Ovšem druhým nejpočetnějším řádem co do počtu jedinců byla Hemiptera s 15 morfodruhy a 308 jedinci.

Toto celkové množství bylo odebráno ve 3 vzorcích. První vzorek byl tvořen 671 jedinci v 61 morfodruzích, druhý vzorek 707 jedinci z 57 morfodruhů a třetí vzorek obsahoval 749 jedinců z 56 morfodruhů.

#### 5.1.4 Zelená střecha na budově OC Smíchov

Na zelené střeše budovy OC Smíchov bylo odchyceno dohromady celkem 4340 jedinců v 92 morfodruzích z 11 řádů. Nejpočetnějším řádem byla Diptera s 27 morfodruhy a 2239 jedinci. Druhým nejpočetnějším řádem byla Hemiptera s celkovým počtem 22 morfodruhů a 943 jedinců.

Toto celkové množství bylo odebráno ve 3 vzorcích. První vzorek byl tvořen 1495 jedinci z 65 morfodruhů, druhý vzorek obsahoval 1335 jedinců z 64 morfodruhů a třetí vzorek 1510 jedinců z 69 morfodruhů.

### **5.1.5 Klasická nezelená střecha hotelu OREA**

Na klasické nezelené střechě budovy hotelu OREA bylo odchyceno celkem 182 jedinců ve 23 morfodruzích ze 7 řádů. Nejpočetnějším řádem byla opět Diptera s celkovým počtem 11 morfodruhů a 103 jedinců. Druhým nejpočetnějším řádem co do počtu morfodruhů byla Hymenoptera s počtem 5 morfodruhů a 14 jedinců.

Toto celkové množství bylo odebráno ve 3 vzorcích. První vzorek obsahoval 85 jedinců z 16 morfodruhů, druhý vzorek byl tvořen 51 jedinci z 16 morfodruhů a třetí vzorek 46 jedinci z 14 morfodruhů.

### **5.1.6 Klasická nezelená střecha administrativní budovy Na Pankráci 30**

Na klasické nezelené střechě administrativní budovy Na Pankráci 30 bylo dohromady odchyceno 209 jedinců ve 27 morfodruzích ze 7 řádů. Nejpočetnějším řádem byla Diptera s celkovým počtem 11 morfodruhů a 93 jedinců. Druhým nejpočetnějším řádem co do počtu morfodruhů byla Hymenoptera s počtem 5 morfodruhů a 25 jedinců.

Toto celkové množství bylo odebráno ve 3 vzorcích. První vzorek obsahoval 54 jedinců z 12 morfodruhů, druhý vzorek byl tvořen 83 jedinci z 18 morfodruhů a třetí vzorek sestával ze 72 jedinců v 18 morfodruzích.

Ve vzorku č. 1 byl nalezen druh *Neoempheria winnertzi*, který není typicky očekávaným druhem na této střechě a vymyká se celkovému druhovému složení této střechy. Jedná se spíše o vzácnější druh, který se vyskytuje v listnatých lesích, převážně v bučinách.

## **5.2 Relativní početnost morfodruhů**

### **5.2.1 Relativní početnost morfodruhů v rámci stanovišť**

Relativní početnost morfodruhů byla vyjádřena pomocí spojnicového grafu se značkami pro každé stanoviště zvlášť. Jednotlivé grafy (Příloha 1.1) obsahují souhrn všech tří vzorků, tedy každý graf porovnává relativní početnost morfodruhů uvnitř stanoviště mezi jednotlivými vzorky. Jedná se o grafy č. 3–8. Z grafů lze vyčíst rozptyl samostatných vzorků v rámci jednotlivých stanovišť.

Obecně je patrný trend větší jednotnosti vzorků ze zelených střech a větší variabilita mezi vzorky v rámci nezelených střech. U zelených střech se od tohoto trendu trochu odchyluje střecha administrativní budovy TV Nova, kde vzorek NOVA 1 obsahuje nižší počet morfodruhů oproti vzorkům NOVA 2 a NOVA 3.

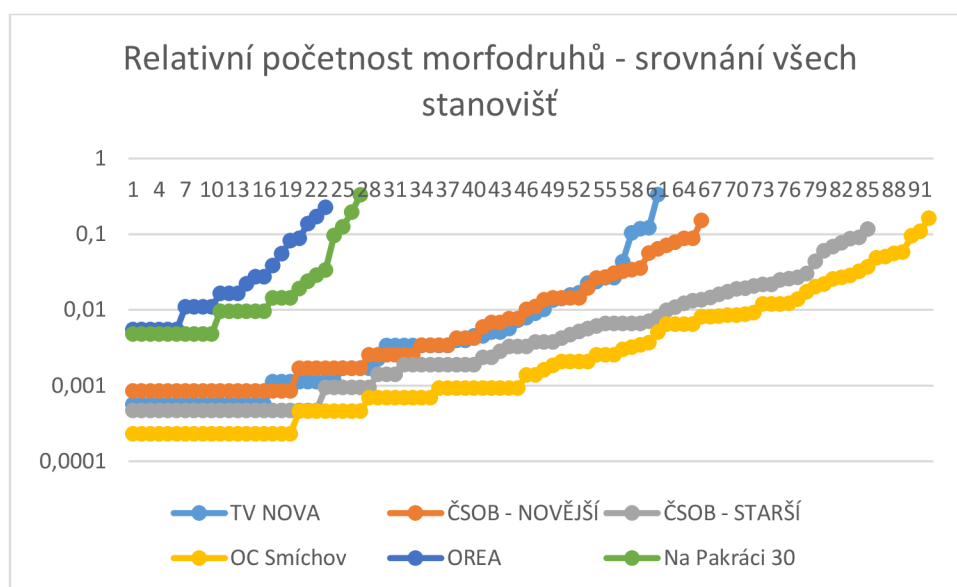
V rámci nezelených střech je v relativní početnosti morfodruhů více jednotná střecha budovy hotelu OREA a naopak větší rozptyl mezi vzorky je zaznamenán na střechě administrativní budovy Na Pankráci 30, kde první vzorek Pankrác 1 má nižší počet morfodruhů a odchyluje se tak od vzorků Pankrác 2 a Pankrác 3.

## 5.2.2 Relativní početnost morfodruhů – srovnání všech stanovišť

Následující graf zobrazuje relativní početnost morfodruhů pro všechna pozorovaná stanoviště. Výchozí data představují souhrn všech druhů a jedinců odchycených na jednotlivých stanovištích. Z grafu je patrná podobnost dvou klasických nezelených střech a čtyř zelených střech a vzájemná rozdílnost mezi zelenými a nezelenými střechami. Opět byl využit spojnicový graf se značkami (Graf 1).

Z grafu lze zároveň vyčíst pořadí stanovišť – střech podle počtu morfodruhů. Nejnižší počet morfodruhů byl na nezelené střeše Hotelu OREA a nejvyšší počet morfodruhů byl na zelené střeše obchodního centra OC Nový Smíchov.

Díky vyššímu počtu odchycených morfodruhů na zelených střechách se zde zároveň nachází i morfodruhy s nižší relativní početností, než je tomu u nezelených střech, na kterých bylo odchyceno celkově menší množství morfodruhů.



Graf 1 – Relativní početnost morfodruhů – srovnání všech stanovišť

## 5.3 Margalefův index druhové pestrosti (P)

Výpočet Margalefova indexu druhové pestrosti byl proveden s celkovými počty jedinců a morfodruhů v rámci jednotlivých stanovišť. Jedná se tedy o součty všech tří vzorků v rámci každého stanoviště. Z výsledků vyplývá, že dle Margalefova indexu druhové pestrosti mají nezelené střechy výrazně nižší druhovou pestrost než střechy zelené.

Konkrétní vypočítané hodnoty lze nalézt níže v Tabulce 1. Nejnižší druhová pestrost se nachází na klasické nezelené střeše hotelu OREA. Ze zelených střech má nejvyšší druhovou pestrost zelená střeška administrativní budovy TV Nova. Nejvyšší druhovou pestrost lze nalézt na zelené střeše starší budovy ČSOB, nicméně těsně za ní se nachází zelená střeška na budově OC Smíchov.

Tabulka 1 – Margalefův index druhové pestrosti (P)

Název stanoviště	Hodnota P
Klasická nezelená střeška hotelu OREA	9,734

Klasická nezelená střecha administrativní budovy Na Pankráci 30	11,206
Zelená střecha administrativní budovy TV Nova	18,463
Zelená střecha novější budovy ČSOB	21,162
Zelená střecha na budově OC Smíchov	25,017
Zelená střecha starší budovy ČSOB	25,242

#### 5.4 Simpsonův index diverzity (D)

Výpočet Simpsonova indexu diverzity byl proveden s celkovými počty jedinců a morfodruhů v rámci jednotlivých stanovišť. Jedná se tedy o součty všech tří vzorků v rámci každého stanoviště. Z výsledků vyplývá, že nelze jednoznačně říct, zda mají nižší diverzitu zelené nebo nezelené střechy, ale zároveň je patrný trend nižší diverzity nezelených střech v poměru k zeleným střechám.

Konkrétní vypočítané hodnoty lze nalézt níže v Tabulce 2 – Simpsonův index diverzity (D). Nejnížší diverzitu dle Simpsonova indexu diverzity má klasická nezelená střecha administrativní budovy Na Pankráci 30. Druhou nejnižší diverzitu lze nalézt na zelené střeše administrativní budovy TV Nova. Stejně jako v případě Margalefova indexu druhové pestrosti, i dle Simpsonova indexu diverzity vychází nejvyšší diverzita na zelené střeše starší budovy ČSOB.

Tabulka 2 – Simpsonův index diverzity (D)

Název stanoviště	Hodnota D
Klasická nezelená střecha administrativní budovy Na Pankráci 30	5,669
Zelená střecha administrativní budovy TV Nova	6,39
Klasická nezelená střecha hotelu OREA	8,256
Zelená střecha na budově OC Smíchov	15,11
Zelená střecha novější budovy ČSOB	15,489
Zelená střecha starší budovy ČSOB	19,031

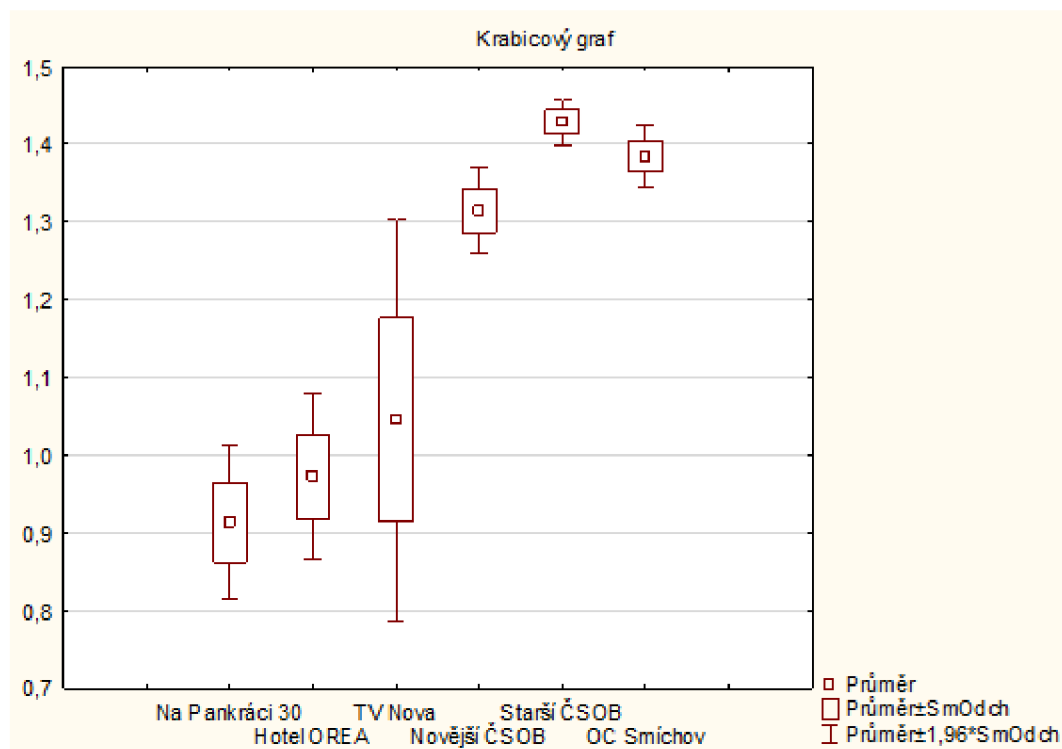
#### 5.5 Shannonův index diverzity (H)

V případě Shannonova indexu diverzity (H) bylo využito podrobnější statistické vyhodnocení pomocí krabicového grafu. Pomocí něho lze sledovat rozptyl výsledků v rámci stanoviště v porovnání s rozptylem mezi jednotlivými stanovišti. Vstupní data tedy tvořily vypočítané hodnoty Shannonova indexu diverzity pro každý samostatný vzorek v rámci všech stanovišť.

Z krabicového grafu níže – Graf 2 – Shannonův index diverzity (H) lze vyčíst, že nejmenší rozptyl mezi výsledky v rámci stanoviště se nachází na zelené střeše starší budovy ČSOB a zelené střeše na budově OC Smíchov. Naopak výrazně největší rozptyl mezi výsledky lze nalézt na zelené střeše administrativní budovy TV Nova a následně na obou klasických nezelených střechách.

Zároveň lze z grafu vyzorovat, že nejvyšší diverzita dle Shannonova indexu diverzity se nachází na zelené střeše starší budovy ČSOB a nejnižší diverzitu lze pozorovat na klasické nezelené střeše administrativní budovy Na Pankráci 30. Nejnižší diverzita v rámci zelených

střech se nachází na zelené střeše administrativní budovy TV Nova. Zde se zároveň nachází i největší rozptyl mezi jednotlivými vzorky, způsobený větší rozdílností Vzorku 1.



Graf 2 – Shannonův index diverzity (H)

## 5.6 Indexy vyrovnanosti

Pro porovnání vyrovnanosti stanovišť bylo využito dvou indexů vyrovnanosti. Index vyrovnanosti odvozený od Simpsonova indexu diverzity (E) a index vyrovnanosti odvozený od Shannonova indexu diverzity (J). Výpočty byly provedeny s celkovými počty jedinců a morfordruhů v rámci jednotlivých stanovišť. Jedná se tedy o součty všech tří vzorků v rámci každého stanoviště.

Konkrétní vypočítané hodnoty lze nalézt níže v Tabulce 3 – Indexy vyrovnanosti. Dle indexu vyrovnanosti odvozeného od Simpsonova indexu diverzity (E) je nejvyšší vyrovnanost na klasické nezelené střeše hotelu OREA a za ní následuje zelená střeška novější budovy ČSOB. Nejnižší vyrovnanost se nachází na zelené střeše administrativní budovy TV Nova.

Dle indexu vyrovnanosti odvozeného od Shannonova indexu diverzity (J) se nejvyšší vyrovnanost nachází také na klasické nezelené střeše hotelu OREA. Druhá nejvyšší vyrovnanost je na zelené střeše starší budovy ČSOB. Zde tedy došlo k prohození pořadí oproti indexu vyrovnanosti odvozeného od Simpsonova indexu diverzity. Nejnižší hodnota se zde nachází taktéž na zelené střeše administrativní budovy TV Nova.

Tabulka 3 – Indexy vyrovnanosti

Název stanoviště	Hodnota E	Hodnota J
Klasická nezelená střeška hotelu OREA	0,359	0,787

Klasická nezelená střecha administrativní budovy Na Pankráci 30	0,21	0,684
Zelená střecha administrativní budovy TV Nova	0,105	0,618
Zelená střecha novější budovy ČSOB	0,235	0,756
Zelená střecha starší budovy ČSOB	0,224	0,767
Zelená střecha na budově OC Smíchov	0,164	0,716

## 5.7 Sørensenův index podobnosti (CC)

Pro výpočet Sørensenova indexu podobnosti (CC) bylo využito celkových počtů jedinců a morfordruhů v rámci jednotlivých stanovišť. Jedná se tedy o součty všech tří vzorků v rámci každého stanoviště. Bylo porovnáno každé stanoviště s každým.

Konkrétní vypočítané hodnoty lze nalézt níže v Tabulce 4 – Sørensenův index podobnosti (CC). Na první pohled je patrné, že téměř vždy dochází k vyšší podobnosti vzájemně mezi klasickými nezelenými střechami a vzájemně mezi zelenými střechami. Podobnost nezelených a zelených střech je nižší než 50 %, až na výjimku dvojice klasická nezelená střecha hotelu OREA a zelená střecha administrativní budovy TV Nova, kdy je podobnost přesně 50 %.

Celkově nejnižší podobnost mezi dvěma stanovišti lze nalézt mezi klasickou nezelenou střechou administrativní budovy Na Pankráci 30 a zelenou střechou starší budovy ČSOB. Zde je podobnost pouhých 26,8 %.

Naopak nevyšší podobnost mezi dvěma stanovišti je mezi zelenou střechou administrativní budovy TV Nova a zelenou střechou na budově OC Smíchov, kdy podobnost vychází 61,4 %. V těsném závěsu se nachází dvojice stanovišť zelená střecha na budově OC Smíchov a zelená střecha starší budovy ČSOB s podobností rovných 61 %.

Podobnost zelených střech je o 2,2-5,4 % vyšší, než podobnost mezi dvěma klasickými nezelenými střechami. Podobnost dvou klasických nezelených střech je o 11,1-29,2 % vyšší, než podobnost klasické nezelené a zelené střechy. A podobnost mezi zelenými střechami je dokonce o 13,3-34,6 % vyšší, než podobnost mezi dvojicí klasické nezelené a zelené střechy.

Tabulka 4 – Sørensenův index podobnosti (CC)

	Hotel OREA	Na Pankráci 30	TV Nova	Novější ČSOB	Starší ČSOB	OC Smíchov
Hotel OREA		0,56	0,5	0,449	0,37	0,365
Na Pankráci 30	0,56		0,364	0,366	<b>0,268</b>	0,302
TV Nova	0,5	0,364		0,583	0,603	<b>0,614</b>
Novější ČSOB	0,449	0,366	0,583		0,596	0,582
Starší ČSOB	0,37	<b>0,268</b>	0,603	0,596		0,61
OC Smíchov	0,365	0,302	<b>0,614</b>	0,582	0,61	

## 5.8 Statistické zhodnocení indexů – krabicové grafy

Statistické vyhodnocení výsledků bylo využito primárně při výpočtu Shannonova indexu diverzity v kapitole 5.5 Shannonův index diverzity (H). Krabicové grafy pro ostatní vypočítané indexy lze nalézt v kapitole 9 Samostatné přílohy - Příloha 1.2. Krabicové grafy pro jednotlivé vypočítané indexy.

## 6 Diskuze

Výzkum diverzity členovců se zaměřením na hmyz probíhal na 6 střechách na území hlavního města Prahy. Hlavním cílem bylo porovnat diverzitu zelených a nezelených střech a posoudit význam zelených střech jako ozeleňovacího prvku. Díky rozdílnosti samotných zelených střech bylo možné provést porovnání i vzájemně mezi těmito stanovišti. Hlavní rozdíly mezi zelenými střechami byly tvořeny rozdílným typem vegetace a délkou existence jednotlivých zelených střech.

Sběr vzorků probíhal v období srpen až září 2021, na každé střeše čtyřikrát. Celkem bylo nasbíráno 9814 jedinců ze 154 morfodruhů a 14 řádů. 10 řádů spadá do třídy Insecta, ostatní řády patří do tříd Arachnida (2), Entognatha (1) a Malacostraca (1). Nicméně tyto ostatní třídy jsou až na drobné výjimky minoritního zastoupení.

### 6.1 Porovnání biodiverzity zelených a klasických nezelených střech

Williams et al. (2014) ve své práci uvádí, že zelené střechy mají mnohem vyšší početnost a diverzitu druhů než konvenční klasické střechy bez zelené vegetace. Tuto tezi potvrdily i výsledky terénního pokusu v rámci této diplomové práce. Potvrdilo se, že početnost jedinců i jednotlivých druhů členovců je vyšší na zelených střechách oproti klasickým nezeleným střechám. Rozdíl mezi zelenými a nezelenými střechami je markantní.

Na klasických nezelených střechách bylo celkově nasbíráno 182-209 jedinců z 23-27 morfodruhů. Nižší čísla představují počet jedinců a druhů pro klasickou nezelenou střechu hotelu OREA a vyšší čísla pro klasickou nezelenou střechu administrativní budovy Na Pankráci 30.

Naproti tomu na zelených střechách bylo celkově odebráno 1179-4340 jedinců z 61-92 morfodruhů. Nižší čísla jsou představována v případě jedinců zelenou střechou novější budovy ČSOB a v případě morfodruhů zelenou střechou administrativní budovy TV Nova. Vyšší čísla představují hodnoty sběru ze zelené střechy na budově OC Smíchov.

Podobných výsledků dosáhli ve svém výzkumu i MacIvor et Lundholm (2011). Ti odebírali hmyz na 5 zelených střechách v Kanadě a na jednotlivých střechách nasbírali 76-131 morfodruhů s celkovou početností 991-4203 jedinců. Vyšší početnost zaznamenaných morfodruhů by mohla být způsobena větším rozptylem v čase sběru vzorků a využitím dvou typů sběrných metod. V tomto výzkumu totiž sběry probíhaly od května do října, a tedy byla možnost zaznamenání i sezónně se vyskytujících druhů. Zároveň odběr vzorků probíhal pomocí zemních pastí i žlutých plastových kelímků s vodou a detergentem.

Madre et al. (2012) uvádějí, že nejpočetnějším řádem co do počtu jedinců na pozorovaných zelených střechách byla Hymenoptera. Ke stejnému výsledku došli i Schindler et al. (2011), kteří ve svém výzkumu pozorovali taktéž nejvíce jedinců z řádu Hymenoptera. To bylo způsobeno velmi vysokým počtem jedinců z čeledi mravencovití (Formicidae).

Naproti těmto dvěma výzkumům, v této diplomové práci byla na všech střechách nejpočetnějším řádem Diptera. Nejvyšší zastoupení Dipter ze sledovaných řádů popisují i Coffman et Waite (2010). Jejich pozorování zahrnovalo dvě zelené střechy.

Zastoupení řádu Diptera v rámci celkového sběru se pohybovalo v rozmezí 34,6-65,8 %. Nejvyšší zastoupení řádu Diptera bylo nalezeno na zelené střeše administrativní budovy TV



Nova, kde představovalo 65,8 % všech odebraných jedinců. Za ním následovala klasická nezelená střecha hotelu OREA se zastoupením Dipter 56,6 %.

Na třetím místě v zastoupení Dipter se umístila zelená střecha na budově OC Smíchov s 51,6 %. Následovala klasická nezelená střecha administrativní budovy Na Pankráci 30, kde řád Diptera tvořil 44,5 % nasbíraných jedinců. Druhá od konce byla zelená střecha starší budovy ČSOB se zastoupením Dipter 43,2 %. Nejmenší zastoupení řádu Diptera se nalézalo na zelené střeše novější budovy ČSOB a to 34,6 %.

Při porovnání průměrného zastoupení Dipter v rámci zelených a nezelených střech můžeme pozorovat drobný rozdíl. Průměrné zastoupení Dipter na klasických nezelených střechách je 50,6 %, zatímco na zelených střechách se jedná o 48,8 %. Rozdíl je pouhých 1,8 %, nicméně je důležité zmínit, že průměrné zastoupení Dipter na zelených střechách výrazně zvyšuje zelená střecha na administrativní budově TV Nova. Bez této střechy by průměrné zastoupení Dipter na zelených střechách bylo představováno hodnotou 43,1 % a zde by se již vyskytoval významnější rozdíl v podobě 7,5 %.

Ve výzkumu Coffman et Waite (2010) byl na extenzivní zelené střeše nejpočetnějším nasbíraným morfodruhem blíže neurčený druh z čeledi křískovití (Cicadellidae) a na intenzivní zelené střeše blíže neurčený druh z čeledi mšicovití (Aphididae). Morfodruh s čeledi křískovití se na extenzivní zelené střeše nacházel s relativní četností 0,335 a morfodruh z čeledi mšicovití se na intenzivní zelené střeše nacházel s relativní četností 0,301.

V terénním pozorování na zelených střechách v Praze se tento jev nepotvrdil. Morfodruh z čeledi křískovití byl nalezen na všech zelených střechách, ale jeho početnost až na jednu výjimku nebyla majoritní. Na žádné střeše netvořil nejpočetnější morfodruh. Nicméně největší výskyt byl zaznamenán na zelené střeše novější budovy ČSOB, kde bylo odchyceno celkem 92 jedinců s relativní četností 0,078.

Na klasických nezelených střechách byl výskyt jedinců z čeledi křískovití naprosto zanedbatelný. Na klasické nezelené střeše administrativní budovy Na Pankráci 30 se nevyskytl žádný jedinec. Na klasické nezelené střeše hotelu OREA byli odchyceni 2 jedinci.

Podle pozorování Schindlera et al. (2011) byli nejpočetnějším morfodruhem na sledované zelené střeše jedinci z čeledi mravencovití (Formicidae). Z celkového počtu 607 odchycených jedinců, tak 215 jedinců spadalo do této čeledi. Relativní četnost tedy byla představována hodnotou 0,354. Sběr hmyzu na této zelené střeše byl prováděn kombinací zemních pastí a plastových kelímků s vodou a detergentem.

V případě zelených i nezelených střech v Praze opět jedinci z morfodruhu mravenci (*Formica* sp.) neměli dominantní postavení v celkovém počtu jedinců. Z nezelených střech byl vyšší počet odchycen na klasické nezelené střeše administrativní budovy Na Pankráci 30 a to 20 jedinců. Relativní četnost tedy byla představována hodnotou 0,096.

Na zelených střechách, tak na dvou byl odchycen zanedbatelný počet jedinců a na dvou bylo nalezeno již větší množství. Na zelené střeše starší budovy ČSOB bylo pozorováno 186 jedinců z rodu *Formica* sp. s relativní četností 0,068. Na zelené střeše na budově OC Smíchov bylo odchyceno 241 jedinců s relativní četností 0,056.

Nejpočetnějším morfodruhem na klasických nezelených střechách byly vždy morfodruhy spadající do řádu Diptera. Na klasické nezelené střeše hotelu OREA se jednalo o morfodruh spadající do čeledi lupicovití (Dolichopodidae gen. sp.), kde bylo odchyceno 41 jedinců s relativní četností 0,225. Na klasické nezelené střeše administrativní budovy Na Pankráci 30

se jednalo o morfodruh z čeledi smutnicovití (Sciaridae gen. sp.) s pozorovaným počtem 69 jedinců s relativní četností 0,33.

Na zelených střechách byla větší variabilita nejdominantnějšího morfodruhu. Na dvou střechách spadal do řádu Diptera, na jedné střeše do řádu Hemiptera a na jedné střeše se nejednalo o hmyz (Insecta), ale o pavoukovce (Arachnida) a to konkrétně o řád Araneae. Konkrétní hodnoty lze najít v tabulkách v kapitole 9 Samostatné přílohy (Příloha 2 - Tabulky).

Celkově zelené střechy jsou důležitou možností pro tvorbu nových stanovišť v městských oblastech. Jsou osidlovány mnohými druhy hmyzu a na rozdíl od klasických nezelených střech, tak zvyšují městskou biodiverzitu (New 2015). Braaker et al. (2014) dodávají, že se jedná především o důležitou součást biokoridorů ve městě napomáhající životu vysoce mobilního hmyzu.

Při porovnání jednotlivých indexů druhové pestrosti a diverzity, vychází zelené střechy výrazně lépe oproti klasickým nezeleným střechám. Ovšem zajímavé jsou výsledky indexů vyrovnanosti, neboť zde dominantní postavení zelených střech neplatí a vychází téměř na všech střechách obdobně. Až na zelenou střechu administrativní budovy TV Nova, kde je vyrovnanost nižší. Významnější rozdíl je pouze v rozptylu mezi vzorky, kdy rozptyl u klasických nezelených střech je vyšší.

Zelené střechy poskytují hmyzu útočiště a vytváří přirozené stanoviště, zatímco na klasických střechách často vane silný vítr a je zde jen velmi málo prostoru pro případný život hmyzu, který ovšem nemá důvod se na takových místech zdržovat. Na zelených střechách se postupem času vytváří poměrně stabilní společenstva organismů, která zde mají své primární stanoviště.

Naproti tomu na nezelených klasických střechách se z velké většiny objevují hlavně jedinci, kteří na danou střechu zaletí náhodou odněkud z okolí. Důkazem toho může být výskyt druhu *Neompheria winnertzi* na klasické nezelené střeše administrativní budovy Na Pankráci 30, který je spíše vzácnější a vyskytuje se v listnatých lesích, převážně bučinách. Na střeše byl nalezen pouze 1 jedinec, který pravděpodobně zalétl do těchto míst z nedalekého Vyšehradu.

Lze odhadovat, že pokud by byla poblíž Vyšehradu budova se zelenou střechou simulující prostředí daného vzácného druhu hmyzu, tato střecha by se mohla stát pro daný druh rozšiřujícím stanovištěm. Naproti tomu nezelená střecha tento potenciál nemá. Zelené střechy tedy jednoznačně podporují městskou biodiverzitu (Braaker et al. 2014).

## 6.2 Porovnání biodiverzity zelených střech mezi sebou

Druhým vedlejším výsledkem této diplomové práce je možnost porovnání diverzity zelených střech mezi sebou. Hlavní primární rozdíly mezi zelenými střechami byly tvořeny rozdílným typem vegetačního pokryvu, přítomností či naopak nepřítomností člověka v ozeleněných prostorech a délkou existence jednotlivých zelených střech.

Coffman et White (2010) porovnávali ve své práci biodiverzitu jedné intenzivní zelené střechy a jedné extenzivní zelené střechy. Uvádí, že typ zelené střechy neměl vliv na početnost odchyceného hmyzu, ale významně ovlivnil druhové složení. 85 % odchycených druhů bylo pro každou zelenou střechu unikátní.

Schindler et al. (2011) ve svém výzkumu biodiverzity, který probíhal na šesti různých zelených střechách, zjistili, že početnost hmyzích druhů nebyla přímo závislá na diverzitě

rostlin, velikosti a výšce střechy ani na vzdálenosti pozemních zelených ploch. Ovšem jako důležitý aspekt, který významně ovlivnil početnost hmyzích druhů, byla prokázána pokryvnost vegetace pro jednotlivé střechy.

Madre et al. (2012) zdokumentovali druhové složení členovců na 115 zelených střechách. Tyto střechy rozdělili do tří typů podle typu vegetace na rozchodníkové střechy, kombinované rozchodníkové a luční a kombinované luční a keřové. Z jejich pozorování vyplynulo, že nejvyšší množství druhů členovců se vyskytovalo na zelených střechách třetího typu – tedy na těch, kde se vyskytoval luční pokryv s porostem keřů.

V rámci pozorovaných zelených střech v této diplomové práci vyšla jako nejhorší zelená střecha zelená střecha na administrativní budově TV Nova. Sice zde nebyla nejnižší celková početnost odchycených jedinců, ale byla zde nejnižší početnost morfodruhů a všechny vypočítané indexy zde dosahovaly v rámci zelených střech nejnižších hodnot.

Důvodem nižšího výskytu morfodruhů by mohl být typ vegetace, a to konkrétně většinové zastoupení krátce stříženého trávníku, který neskýtá příliš možností k úkrytu a životu pro větší množství členovců. Tuto domněnku potvrzuje práce Smith et al. (2015), kteří se zabývali trávníky v urbanizovaném prostředí. Intenzivně obhospodařované trávníky nabízejí omezené možnosti pro rostliny i hmyz a jsou tak, co se týče biodiverzity, chudší.

Zajímavé srovnání lze učinit mezi dvěma zelenými střechami ČSOB. Jedná se o dvě budovy, které jsou od sebe oddělené jen jednou silnicí. Tedy okolní podmínky jsou zcela stejné. Hlavní rozdíl zde spočívá ve stáří budov. Starší budova a spolu s ní i zelená střecha byla realizována před 16 lety. Novější budova byla dokončena před dvěma lety. Co se týče vegetace, starší budova působí dojmem parku, včetně vzrostlých stromů, novější budova má poměrně čerstvě založený vegetační pokryv, přítomné stromy a keře jsou velmi nízkého vzrůstu.

Výsledky ukazují, že druhová pestrost, absolutní hodnota počtu jedinců i jednotlivé indexy pestrosti a diverzity jsou podstatně vyšší na starší budově ČSOB. To naznačuje, že rostoucí délka existence zelené střechy významně přispívá k početnosti i diverzitě členovců takto nově vzniklého stanoviště.

Podobnost mezi novější a starší zelenou střechou ČSOB je 59,6 %, tedy trochu odlišný typ vegetace a délka času od založení vegetačního pokryvu má vliv i na druhové složení členovců. Na starší střeše ČSOB byly dominantní morfodruhy *Auchenorrhyncha* gen. sp. (1) s relativní četností 0,081, dále *Coenosia* sp. (1) s relativní četností 0,09 a *Dolichopodidae* gen. sp. s relativní četností 0,06.

Naproti tomu na novější budově ČSOB byl nejdominantnějším morfodruhem *Araneae* gen. sp. s relativní četností 0,15. Propojení mezi oběma střechami lze hledat ve vyšší početnosti morfodruhu *Auchenorrhyncha* gen. sp. (1), přičemž pro zelenou střechu novější budovy ČSOB je relativní četnost 0,088 a pro starší střechu 0,081.

Zajímavým pozorováním je také zelená střecha na budově OC Smíchov. Jedná se o budovu uprostřed Prahy, a i přes to co do absolutního počtu jedinců i morfodruhů překonala všechny ostatní zelené střechy. V celkovém počtu jedinců dokonce 2x. Tento efekt by mohl být zdůvodněn delší existencí střechy – 17 let, nepřístupností střechy lidem a vzhledem připomajícím rozkvetlou louku. Vegetační porost zde byl vyšší, neboť v době sběru nebyl posekán a v daný rok 2021 posekání ještě neproběhlo. Ze všech zelených střech má zelená střecha na budově OC Smíchov nejmenší zásah a péči ze strany člověka.

Nicméně při porovnání střech pomocí indexů pestrosti a diverzity, tak celkově se nejlépe umístila zelená střecha starší budovy ČSOB. A to pravděpodobně z důvodu vyšší pestrosti vegetačního stanoviště, kdy v rámci zelené střechy je několik lehce rozdílných stanovišť.

Nejpočetnějším morfodruhem na zelené střeše OC Smíchov byl Muscidae gen. sp. (1) s relativní četností 0,162, následoval Auchenorrhyncha gen. sp. (1) s relativní četností 0,109 a *Lucilia* sp. s relativní četností 0,095.

Závěrem lze tedy shrnout, že zelené střechy mají velký význam pro podporu biodiverzity ve městě (New 2015) a oproti klasickým nezeleným střechám je zde výrazně vyšší početnost jedinců i druhů a vytváří tak nové stanoviště (Williams et al. 2014). Zároveň lze sledovat rozdíly v diverzitě mezi jednotlivými zelenými střechami, a to především z důvodu rozdílného vegetačního pokryvu (Madre et al. 2012).

## 7 Závěr

- Cílem práce bylo zpracovat téma biodiverzity v městském prostředí a vlivu ozeleňovacích prvků na teoretické i praktické úrovni. V teoretické části se jedná o přehled literatury se zaměřením na biodiverzitu, biodiverzitu v městském prostředí a ozeleňovací prvek zelené střechy. V praktické části bylo cílem otestovat hypotézu, že ozeleňovací prvky, konkrétně zelené střechy, mají vliv na biodiverzitu ve městě.
- Praktická část zahrnovala sběr hmyzu pomocí metody žlutých misek a to na 6 střechách. Na 2 klasických nezelených střechách a 4 zelených střechách. Sběr probíhal v období srpen až září 2021. Celkem bylo nasbíráno 9814 jedinců ze 154 morfodruhů a 14 řádů.
- Na klasických nezelených střechách bylo celkově nasbíráno 182-209 jedinců z 23-27 morfodruhů. Nižší čísla představují počet jedinců a druhů pro klasickou nezelenou střechu hotelu OREA a vyšší čísla pro klasickou nezelenou střechu administrativní budovy Na Pankráci 30.
- Naproti tomu na zelených střechách bylo celkově odebráno 1179-4340 jedinců z 61-92 morfodruhů. Nižší čísla jsou představována v případě jedinců zelenou střechou novější budovy ČSOB a v případě morfodruhů zelenou střechou administrativní budovy TV Nova. Vyšší čísla představují hodnoty sběru ze zelené střechy na budově OC Smíchov.
- Celkové počty odebraných jedinců i morfodruhů ukazují, že zelené střechy skutečně zvyšují městskou biodiverzitu, neboť zelené střechy jsou pro hmyz výrazně atraktivnějším stanovištěm než klasické nezelené střechy. Zároveň zelené střechy vykazují nižší rozptyl výsledků mezi jednotlivými odebranými vzorky i vypočtenými indexy oproti klasickým nezeleným střechám. Jedinou výjimkou je zelená střecha administrativní budovy TV Nova, kde byl rozptyl mezi vzorky vyšší.
- Z výsledků jednotlivých vypočítaných indexů i z celkových počtů jedinců a morfodruhů na zelených střechách vyplývá, že významným faktorem v míře biodiverzity na zelených střechách je délka existence zelené střechy, typ vegetace, intenzita péče o zeleň i přítomnost člověka. Celkových faktorů, které ovlivňují biodiverzitu zelených střech je však daleko více, a tedy i mezi jednotlivými zelenými střechami mohou být velké rozdíly.
- Hypotéza, že ozeleňovací prvky, konkrétně zelené střechy mají vliv na biodiverzitu ve městě, byla potvrzena. Z výsledků provedeného výzkumu vyplývá, že zelené střechy mají pozitivní vliv na městskou biodiverzitu.

## 8 Literatura

- Adams BJ, Li EJ, Bahlai CA, Meineke EK, McGlynn TP, Brown B. 2020. Local- and landscape-scale variables shape insect diversity in an urban biodiversity hot spot. *Ecological Applications*. **30**:14.
- Adler PH, Foottit RG. 2018. *Insect biodiversity: Science and society*. John Wiley & Sons. Oxford.
- Alnashiri HM. 2021. Zooplankton and meiobenthos diversity at the intertidal sandy shores of jizan and farasan coastal areas of red sea. *Saudi Journal of Biological Sciences*. **28**:7061-7067.
- Anderson EC, Egerer MH, Fouch N, Clarke M, Davidson MJ. 2019. Comparing community garden typologies of baltimore, chicago, and new york city (usa) to understand potential implications for socio-ecological services. *Urban Ecosystems*. **22**:671-681.
- Armsworth PR, Kendall BE, Davis FW. 2004. An introduction to biodiversity concepts for environmental economists. *Resource and Energy Economics*. **26**:115-136.
- Augenstein B, Ulrich W, Habel JC. 2012. Directional temporal shifts in community structure of butterflies and ground beetles in fragmented oligotrophic grasslands of central europe. *Basic and Applied Ecology*. **13**:715-724.
- Baldock KCR, Goddard MA, Hicks DM, Kunin WE, Mitschunas N, Osgathorpe LM, Potts SG, Robertson KM, Scott AV, Stone GN. 2015. Where is the uk's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. **282**:20142849.
- Barton J, Pretty J. 2010. What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis. *Environmental science & technology*. **44**:3947-3955.
- Bates AJ, Sadler JP, Fairbrass AJ, Falk SJ, Hale JD, Matthews TJ. 2011. Changing bee and hoverfly pollinator assemblages along an urban-rural gradient. *Plos One*. **6**:11.
- Bates AJ, Sadler JP, Grundy D, Lowe N, Davis G, Baker D, Bridge M, Freestone R, Gardner D, Gibson C. 2014. Garden and landscape-scale correlates of moths of differing conservation status: Significant effects of urbanization and habitat diversity. *PLoS One*. **9**:e86925.
- Baumann N. 2006. Ground-nesting birds on green roofs in switzerland: Preliminary observations. *Urban habitats*. **4**:37-50.

Blake RJ, Woodcock BA, Ramsay AJ, Pilgrim ES, Brown VK, Tallwin JR, Potts SG. 2011. Novel margin management to enhance auchenorrhyncha biodiversity in intensive grasslands. *Agriculture Ecosystems & Environment*. **140**:506-513.

Braaker S, Ghazoul J, Obrist MK, Moretti M. 2014. Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: The key role of green roofs. *Ecology*. **95**:1010-1021.

Brock WA, Xepapadeas A. 2003. Valuing biodiversity from an economic perspective: A unified economic, ecological, and genetic approach. *American Economic Review*. **93**:1597-1614.

Brown C, Grant M. 2005. Biodiversity and human health: What role for nature in healthy urban planning? *Built Environment*. **31**:326-338.

Brown KS. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of neotropical forests: Insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*. **1**:25-42.

Butler C, Butler E, Orians CM. 2012. Native plant enthusiasm reaches new heights: Perceptions, evidence, and the future of green roofs. *Urban Forestry & Urban Greening*. **11**:1-10.

Chace JF, Walsh JJ. 2006. Urban effects on native avifauna: A review. *Landscape and Urban Planning*. **74**:46-69.

Chandra A, Idrisova A. 2011. Convention on biological diversity: A review of national challenges and opportunities for implementation. *Biodiversity and Conservation*. **20**:3295-3316.

Clergeau P, Savard JPL, Mennechez G, Falardeau G. 1998. Bird abundance and diversity along an urban-rural gradient: A comparative study between two cities on different continents. *Condor*. **100**:413-425.

Coffman RR, Waite T. 2010. Vegetated roofs as reconciled habitats: rapid assays beyond mere species counts. *Urban Habitats*. **6**:3

Collins KD. 1995. A strategy for urban forestry in Ireland. ECO, Report, Dublin.

Colla SR, Willis E, Packer L. 2009. Can green roofs provide habitat for urban bees (hymenoptera: Apidae)? *Cities and the Environment (CATE)*. **2**:4.

Costello MJ, Wilson S, Houlding B. 2012. Predicting total global species richness using rates of species description and estimates of taxonomic effort. *Systematic Biology*. **61**:871-883.

Cox GW, Ricklefs RE. 1977. Species-diversity and ecological release in caribbean land bird faunas. *Oikos*. **28**:113-122.

Cristol DA, Rodewald AD. 2005. Introduction: Can golf courses play a role in bird conservation? *Wildlife Society Bulletin*. **33**:407-410.

Csokas A, Schally G, Szabo L, Csanyi S, Kovacs F, Heltai M. 2020. Space use of wild boar (*sus scrofa*) in budapest: Are they resident or transient city dwellers? *Biologia Futura*. **71**:39-51.

Český hydrometeorologický ústav. 2022. Portál ČHMÚ. Český hydrometeorologický ústav, Praha. Available from <https://www.chmi.cz/> (accessed February 2022).

Dallimer M, Irvine KN, Skinner AMJ, Davies ZG, Rouquette JR, Maltby LL, Warren PH, Armsworth PR, Gaston KJ. 2012. Biodiversity and the feel-good factor: Understanding associations between self-reported human well-being and species richness. *Bioscience*. **62**:47-55.

Dellasala DA, Goldstein MI. 2018. Introduction: Biodiversity. Pages XIX in Dellasala DA, Goldstein MI, editors. *Encyclopedia of the anthropocene*. Oxford: Elsevier.

Ewers RM, Didham RK. 2007. The effect of fragment shape and species' sensitivity to habitat edges on animal population size. *Conservation Biology*. **21**:926-936.

Farruggia A, Dumont B, Scohier A, Leroy T, Pradel P, Garel JP. 2012. An alternative rotational stocking management designed to favour butterflies in permanent grasslands. *Grass and Forage Science*. **67**:136-149.

Fernandez-Canero R, Gonzalez-Redondo P. 2010. Green roofs as a habitat for birds: A review. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. **9**:2041-2052.

Ferrier S, Guisan A. 2006. Spatial modelling of biodiversity at the community level. *Journal of Applied Ecology*. **43**:393-404.

Francis RA, Lorimer J. 2011. Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls. *Journal of Environmental Management*. **92**:1429-1437.

Gaston KJ, Fuller RA, Loram A, MacDonald C, Power S, Dempsey N. 2007. Urban domestic gardens (xi): Variation in urban wildlife gardening in the united kingdom. *Biodiversity and conservation*. **16**:3227-3238.

Goddard MA, Dougill AJ, Benton TG. 2010. Scaling up from gardens: Biodiversity conservation in urban environments. *Trends in ecology & evolution*. **25**:90-98.



- Hanley N, Perrings C. 2019. The economic value of biodiversity. Pages 355-375 in Rausser GC, Zilberman D, editors. Annual review of resource economics, vol 11. Palo Alto: Annual Reviews.
- Hartmann K. 2013. The equivalence of two phylogenetic biodiversity measures: The shapley value and fair proportion index. *Journal of Mathematical Biology*. **67**:1163-1170.
- Helden AJ, Leather SR. 2004. Biodiversity on urban roundabouts - hemiptera, management and the species-area relationship. *Basic and Applied Ecology*. **5**:367-377.
- Helden AJ, Morley GJ, Davidson GL, Turner EC. 2018. What can we do for urban insect biodiversity? Applying lessons from ecological research. *Zoosymposia*. **12**:51-63.
- Hencelova P, Krizan F, Bilkova K. 2020. Classification and function of community gardens in the city (case study from bratislava). *Sociologia*. **52**:51-81.
- IUCN. 2018. International Union for Conservation of Nature - IUCN. Available from <https://www.iucnredlist.org/search> (accessed February 2022).
- Jim CY, Chen SS. 2003. Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact nanjing city, china. *Landscape and Urban Planning*. **65**:95-116.
- Jokimäki J. 1999. Occurrence of breeding bird species in urban parks: Effects of park structure and broad-scale variables. *Urban Ecosystems*. **3**:21-34.
- Jones RA. 2002. Tecticolous invertebrates: A preliminary investigation of the invertebrate fauna on green roofs in urban london. *English Nature, London*. 3.
- Jue DK, Daniels JC. 2015. A successful model for citizen scientist involvement in building a statewide at-risk butterfly database. *Journal of Insect Conservation*. **19**:421-431.
- Kingsley J, Foenander E, Bailey A. 2019. "You feel like you're part of something bigger": Exploring motivations for community garden participation in melbourne, australia. *Bmc Public Health*. **19**:12.
- Kingsley JY, Townsend M, Henderson-Wilson C. 2009. Cultivating health and wellbeing: Members' perceptions of the health benefits of a port melbourne community garden. *Leisure studies*. **28**:207-219.
- Klotz S, Kühn I. 2010. Urbanisation and alien invasion. *Urban ecology Cambridge University Press, Cambridge*.
- Knop E. 2016. Biotic homogenization of three insect groups due to urbanization. *Global Change Biology*. **22**:228-236.

- Ko AI, Reis MG, Dourado CMR, Johnson WD, Riley LW, Salvador Leptospirosis Study G. 1999. Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil. *Lancet*. **354**:820-825.
- Kosareo L, Ries R. 2007. Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. *Building and Environment*. **42**:2606-2613.
- Kostruykova AM, Mashkova IV, Krupnova TG, Shchelkanova EE. 2017. Study of synanthropic plants of the south Ural. *International Journal of Geomate*. **13**:60-65.
- Kriska G, Horváth G, Andrikovics S. 1998. Why do mayflies lay their eggs en masse on dry asphalt roads? Water-imitating polarized light reflected from asphalt attracts ephemeroptera. *The Journal of Experimental Biology*. **201**:2273-2286.
- Lepczyk CA, Aronson MFJ, Evans KL, Goddard MA, Lerman SB, MacIvor JS. 2017. Biodiversity in the city: Fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation. *Bioscience*. **67**:799-807.
- Luna J, Salgado M, Tejada C, Moroni M, Monti G. 2020. Assessment of risk factors in synanthropic and wild rodents infected by pathogenic *Leptospira* spp. Captured in southern Chile. *Animals*. **10**:18.
- MacIvor JS, Lundholm J. 2011. Insect species composition and diversity on intensive green roofs and adjacent level-ground habitats. *Urban Ecosystems*. **14**:225-241.
- MacKenzie A, Gibbons P. 2019. Enhancing biodiversity in urban green space; an exploration of the IAD framework applied to ecologically mature trees. *Urban Science*. **3**:11.
- Madre F, Vergnes A, Machon N, Clergeau P. 2013. A comparison of 3 types of green roof as habitats for arthropods. *Ecological Engineering*. **57**:109-117.
- McIver J, Macke E. 2014. Short-term butterfly response to sagebrush steppe restoration treatments. *Rangeland Ecology & Management*. **67**:539-552.
- Miller RW, Hauer RJ, Werner LP. 2015. *Urban forestry: Planning and managing urban greenspaces*. Waveland Press.
- Mitchell R, Popham F. 2008. Effect of exposure to natural environment on health inequalities: An observational population study. *Lancet*. **372**:1655-1660.
- Mobasher M. 2014. Green roofs-construction and functional requirements for four buildings on the IST campus. *Tecnico Lisboa*.

- Montagna M, Lozzia CG, Giorgi A, Baumgärtner J. 2012. Insect community structure and insect biodiversity conservation in an alpine wetland subjected to an intermediate diversified management regime. *Ecological Engineering*. **47**:242-246.
- Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB, Worm B. 2011. How many species are there on earth and in the ocean? *PLoS biology*. **9**:e1001127.
- Morancho AB. 2003. A hedonic valuation of urban green areas. *Landscape and Urban Planning*. **66**:35-41.
- Nehring K, Puppe C. 2004. Modelling phylogenetic diversity. *Resource and Energy Economics*. **26**:205-235.
- New TR. 2018. Promoting and developing insect conservation in australia's urban environments. *Austral Entomology*. **57**:182-193.
- New TR. 2015. *Insect conservation and urban environments*. Springer.
- Nielsen AB, van den Bosch M, Maruthaveeran S, van den Bosch CK. 2014. Species richness in urban parks and its drivers: A review of empirical evidence. *Urban Ecosystems*. **17**:305-327.
- Niu H, Clark C, Zhou J, Adriaens P. 2010. Scaling of economic benefits from green roof implementation in washington, dc. *Environmental Science & Technology*. **44**:4302-4308.
- Ortuno A, Hernandez M, Civera S. 2015. Golf course irrigation and self-sufficiency water in southern spain. *Land Use Policy*. **44**:10-18.
- Partridge DR, Clark JA. 2018. Urban green roofs provide habitat for migrating and breeding birds and their arthropod prey. *Plos One*. **18**:23.
- Pataki DE. 2015. Grand challenges in urban ecology. *Frontiers in Ecology and Evolution*. **3**:6.
- Pearce H, Walters CL. 2012. Do green roofs provide habitat for bats in urban areas? *Acta chiropterologica*. **14**:469-478.
- Pearsall H, Gachuz S, Sosa MR, Schmook B, van der Wal H, Gracia MA. 2017. Urban community garden agrodiversity and cultural identity in philadelphia, pennsylvania, us. *Geographical Review*. **107**:476-495.
- Peng LLH, Jim CY. 2013. Green-roof effects on neighborhood microclimate and human thermal sensation. *Energies*. **6**:598-618.

- Pereira-Peixoto MH, Pufal G, Martins CF, Klein AM. 2014. Spillover of trap-nesting bees and wasps in an urban-rural interface. *Journal of Insect Conservation*. **18**:815-826.
- Pham TTH, Apparicio P, Landry S, Seguin AM, Gagnon M. 2013. Predictors of the distribution of street and backyard vegetation in montreal, canada. *Urban Forestry & Urban Greening*. **12**:18-27.
- Pimentel D, Wilson C, McCullum C, Huang R, Dwen P, Flack J, Tran Q, Saltman T, Cliff B. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *Bioscience*. **47**:747-757.
- Poorova Z, Vranayova Z. 2015. Green roof vegetation possibilities. *Scientific Papers-Series B-Horticulture*. **59**:401-404.
- Ratih Y, Febrianto JZ. 2016. Biodiversity as part of urban green network system planning case study: Pontianak city. *Cities 2015: Intelligent Planning Towards Smart Cities*. **227**:583-586.
- Richter A, Osborne W, Hnatiuk S, Rowell A. 2013. Moths in fragments: insights into the biology and ecology of the Australian endangered golden sun moth *Synemon plana* (Lepidoptera: Castniidae) in natural temperate and exotic grassland remnants. *Journal of Insect Conservation*. **17**: 1093–1104.
- Rydberg D, Falck J. 2000. Urban forestry in sweden from a silvicultural perspective: A review. *Landscape and Urban Planning*. **47**:1-18.
- Saarikivi J, Idstrom L, Venn S, Niemela J, Kotze DJ. 2010. Carabid beetle assemblages associated with urban golf courses in the greater helsinki area. *European Journal of Entomology*. **107**:553-561.
- Schindler BY, Griffith AB, Jones KN. 2011. Factors influencing arthropod diversity on green roofs. *Cities and the Environment (CATE)*. **4**:5.
- Schlter D. 1993. Species diversity: An introduction to the problem. *Species diversity in ecological communities*. University of Chicago Press, pp. 1–10.
- Schweiger O, Klotz S, Durka W, Kuhn I. 2008. A comparative test of phylogenetic diversity indices. *Oecologia*. **157**:485-495.
- Schweitzer O, Erell E. 2014. Evaluation of the energy performance and irrigation requirements of extensive green roofs in a water-scarce mediterranean climate. *Energy and Buildings*. **68**:25-32.
- Seidl A, Nunes P. 2019. An introduction to biodiversity and ecosystem services finance solutions: Investing in nature toward sustainable development. *Ecosystem Services*. **39**:3.

- Shafique M, Kim R, Rafiq M. 2018. Green roof benefits, opportunities and challenges - a review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. **90**:757-773.
- Shrestha M, Garcia JE, Thomas F, Howard SR, Chua JHJ, Tscheulin T, Dorin A, Nielsen A, Dyer AG. 2021. Insects in the city: Does remnant native habitat influence insect order distributions? *Diversity-Basel*. **13**:14.
- Smith LS, Broyles MEJ, Larzleer HK, Fellowes MDE. 2015. Adding ecological value to the urban lawnscape. Insect abundance and diversity in grass-free lawns. *Biodiversity and Conservation*. **24**:47-62.
- Smith RM, Gaston KJ, Warren PH, Thompson K. 2006. Urban domestic gardens (viii): Environmental correlates of invertebrate abundance. *Biodiversity and Conservation*. **15**:2515-2545.
- Solow A, Polasky S, Broadus J. 1993. On the measurement of biological diversity. *Journal of Environmental Economics and Management*. **24**:60-68.
- Spilkova J, Rypackova P. 2019. Prague's community gardening in liquid times: Challenges in the creation of spaces for social connection. *Leisure Studies*. **38**:468-479.
- Steckel J, Westphal C, Peters MK, Bellach M, Rothenwoehrer C, Erasmi S, Scherber C, Tschardt T, Steffan-Dewenter I. 2014. Landscape composition and configuration differently affect trap-nesting bees, wasps and their antagonists. *Biological Conservation*. **172**:56-64.
- Stork NE. 2018. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth? *Annual review of entomology*. **63**:31-45.
- Stovin V, Vesuviano G, Kasmin H. 2012. The hydrological performance of a green roof test bed under uk climatic conditions. *Journal of Hydrology*. **414**:148-161.
- Strohbach MW, Lerman SB, Warren PS. 2013. Are small greening areas enhancing bird diversity? Insights from community-driven greening projects in boston. *Landscape and Urban Planning*. **114**:69-79.
- Svaz zakládání a údržby zeleně. 2021. Zelená střecha roku. Odborná sekce zelené střechy, Brno. Available from <https://www.zelenastrecharoku.cz/cs/menu/soutezni-dila/stresni-terasy-administrativni-budovy-tv-nova/#prettyPhoto> (accessed February 2022).
- Svaz zakládání a údržby zeleně. 2021. Zelená střecha roku. Odborná sekce zelené střechy, Brno. Available from <https://www.zelenastrecharoku.cz/cs/menu/soutezni-dila/stresni-zahrada-na-sidle-csob/> (accessed February 2022).

- Takano T, Nakamura K, Watanabe M. 2002. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: The importance of walkable green spaces. *Journal of Epidemiology and Community Health*. **56**:913-918.
- Tamara MEL, Latty T, Threlfall CG, Hochuli DF. 2021. Major insect groups show distinct responses to local and regional attributes of urban green spaces. *Landscape and Urban Planning*. **216**:10.
- Terman MR. 1997. Natural links: Naturalistic golf courses as wildlife habitat. *Landscape and Urban Planning*. **38**:183-197.
- Theodorou P, Radzeviciute R, Lentendu G, Kahnt B, Husemann M, Bleidorn C, Settele J, Schweiger O, Grosse I, Wubet T et al. 2020. Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects. *Nature Communications*. **11**:13.
- Threlfall CG, Mata L, Mackie JA, Hahs AK, Stork NE, Williams NSG, Livesley SJ. 2017. Increasing biodiversity in urban green spaces through simple vegetation interventions. *Journal of Applied Ecology*. **54**:1874-1883.
- Toger M, Benenson I, Wang YQ, Czamanski D, Malkinson D. 2018. Pigs in space: An agent-based model of wild boar (*sus scrofa*) movement into cities. *Landscape and Urban Planning*. **173**:70-80.
- Tratalos J, Fuller RA, Warren PH, Davies RG, Gaston KJ. 2007. Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*. **83**:308-317.
- Trombulak SC, Frissell CA. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*. **14**:18-30.
- Tyrvaainen L, Miettinen A. 2000. Property prices and urban forest amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*. **39**:205-223.
- Vidrih B, Medved S. 2013. Multiparametric model of urban park cooling island. *Urban Forestry & Urban Greening*. **12**:220-229.
- Vijayaraghavan K. 2016. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. **57**:740-752.
- Vijayaraghavan K, Joshi UM. 2014. Can green roof act as a sink for contaminants? A methodological study to evaluate runoff quality from green roofs. *Environmental Pollution*. **194**:121-129.
- Wagner DL. 2018. Trends in biodiversity: Insects. Pages 131-143 in Deltasala DA, Goldstein MI, editors. *Encyclopedia of the anthropocene*. Oxford: Elsevier.

Weiss M, Kozel P, Zapletal M, Hauck D, Prochazka J, Benes J, Cizek L, Sebek P. 2021. The effect of coppicing on insect biodiversity. Small-scale mosaics of successional stages drive community turnover. *Forest Ecology and Management*. **483**:118774.

White JG, Antos MJ, Fitzsimons JA, Palmer GC. 2005. Non-uniform bird assemblages in urban environments: The influence of streetscape vegetation. *Landscape and Urban Planning*. **71**:123-135.

Whitford V, Ennos AR, Handley JF. 2001. "City form and natural process" - indicators for the ecological performance of urban areas and their application to merseyside, uk. *Landscape and Urban Planning*. **57**:91-103.

Whittinghill LJ, Rowe DB, Cregg BM. 2013. Evaluation of vegetable production on extensive green roofs. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. **37**:465-484.

Williams NSG, Lundholm J, MacIvor JS. 2014. Do green roofs help urban biodiversity conservation? *Journal of Applied Ecology*. **51**:1643-1649.

Wilson EO, Peter FM. 1988. *Biodiversity*. The National Academies, Washington DC.

Zhang. 2013. Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness. *Zootaxa*. **3703**: 1-82.

Zhang QQ, Miao LP, Wang XK, Liu DD, Zhu L, Zhou B, Sun JC, Liu JT. 2015. The capacity of greening roof to reduce stormwater runoff and pollution. *Landscape and Urban Planning*. **144**:142-150.

Zhang XL, Shen LY, Wu YZ. 2011. Green strategy for gaining competitive advantage in housing development: A china study. *Journal of Cleaner Production*. **19**:157-167.

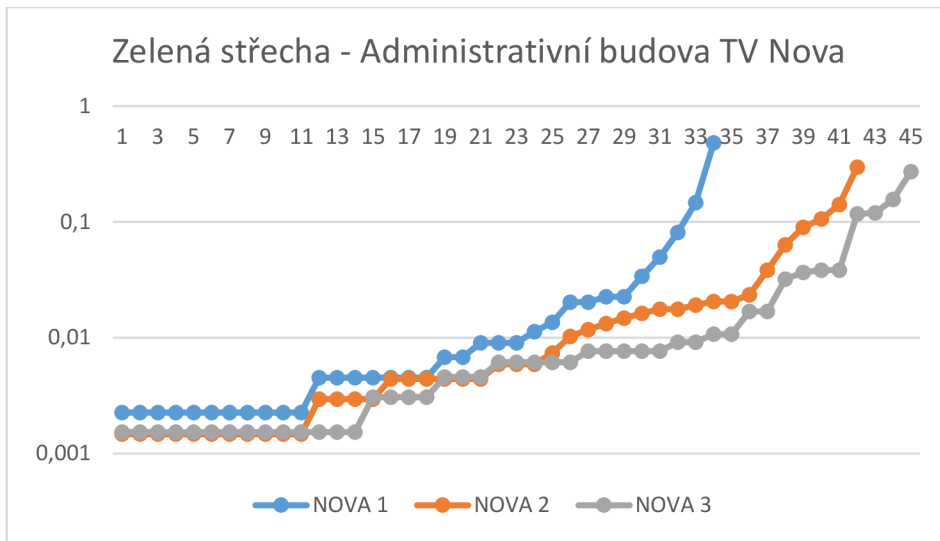
## 9 Samostatné přílohy

Příloha 1 – Grafy .....	I
Příloha 1.1. Relativní početnost morfodruhů v rámci stanovišť .....	I
Příloha 1.2. Krabicové grafy pro jednotlivé vypočítané indexy .....	III
Příloha 2 – Tabulky .....	VI
Příloha 2.1. Početnost zastoupení morfodruhů .....	VI
Příloha 2.2. Souhrnné tabulky základních údajů a použitých indexů .....	XV
Příloha 3 – Fotografie .....	XIIX
Příloha 3.1. Fotografie stanovišť .....	XIIX
Příloha 3.2. Ukázka fotografií nasbíraného hmyzu .....	XX

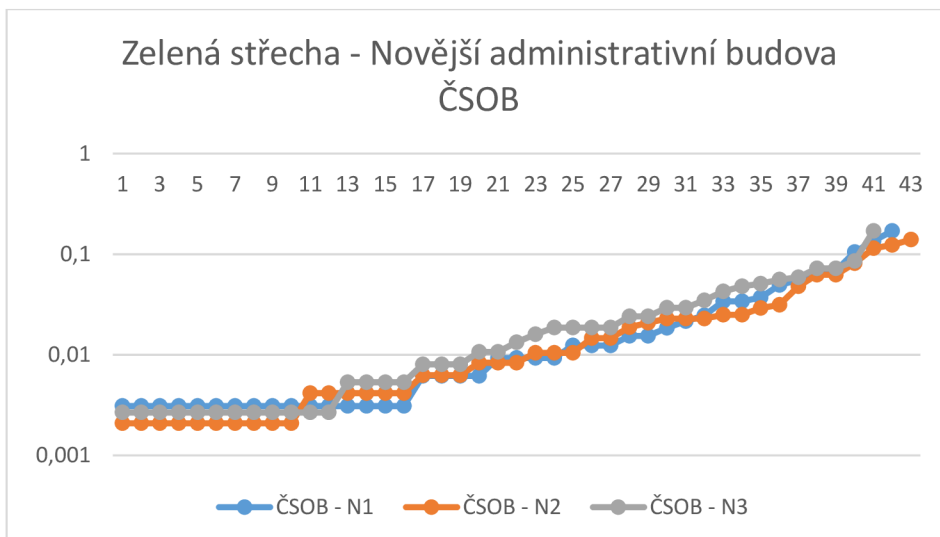


## Příloha 1 – Grafy

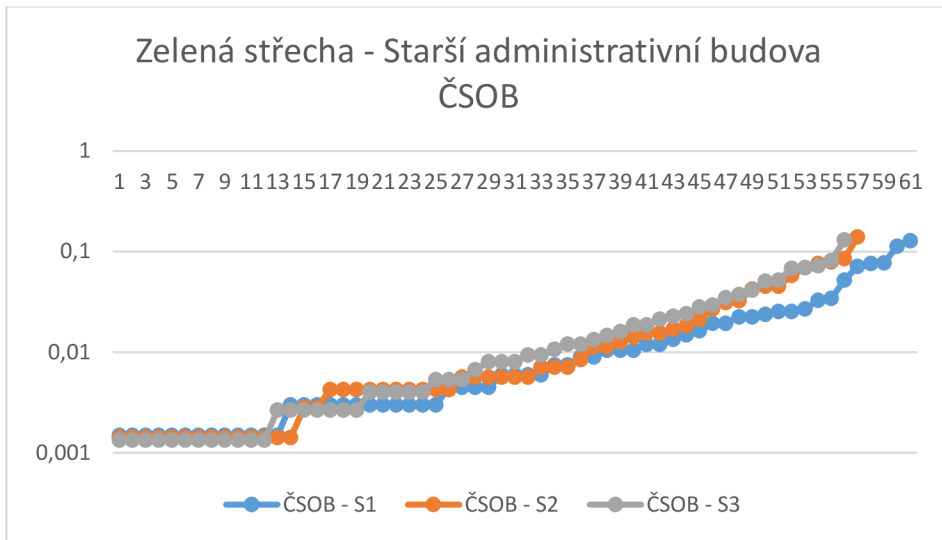
### Příloha 1.1. Relativní početnost morfodruhů v rámci stanovišť



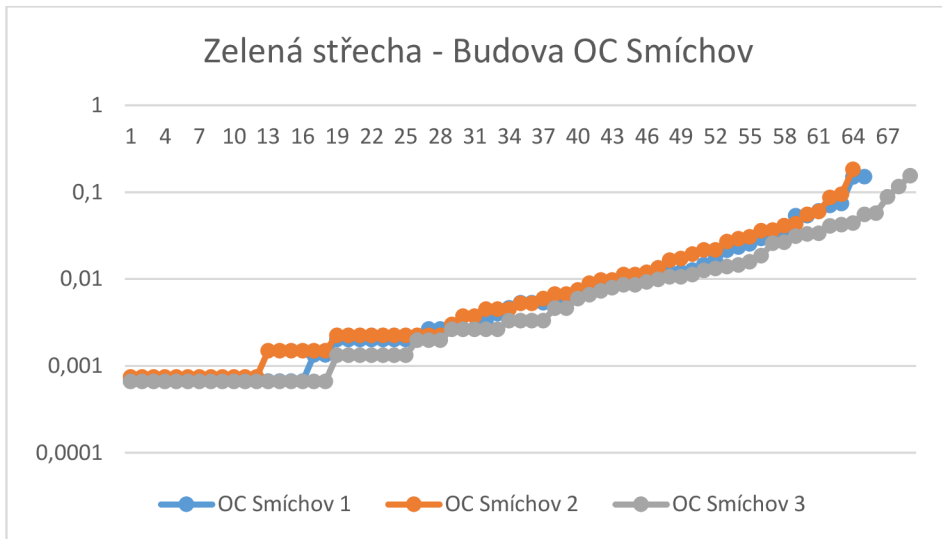
Graf 3



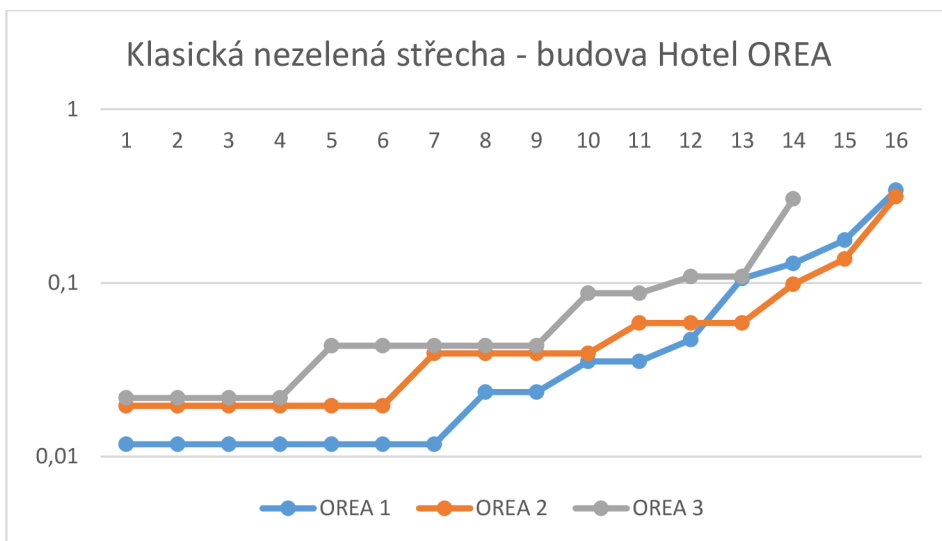
Graf 4



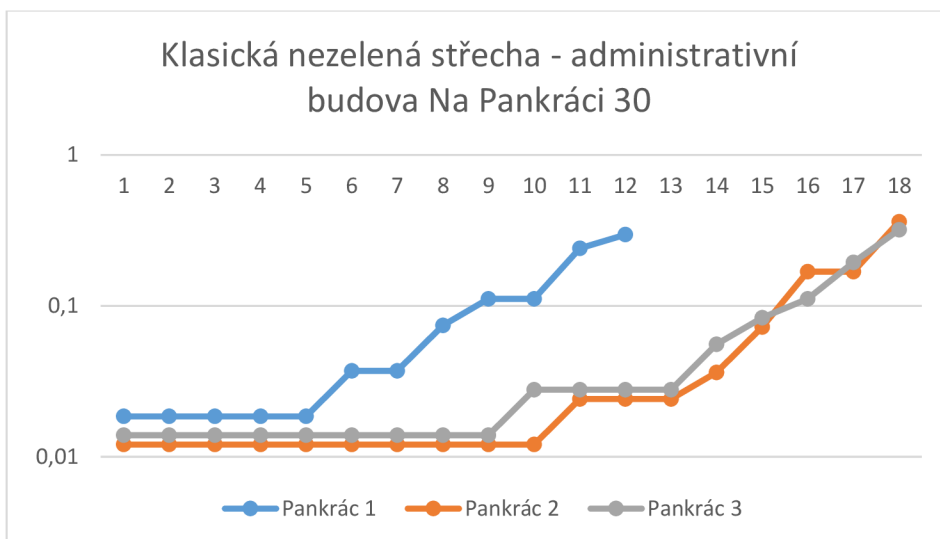
Graf 5



Graf 6

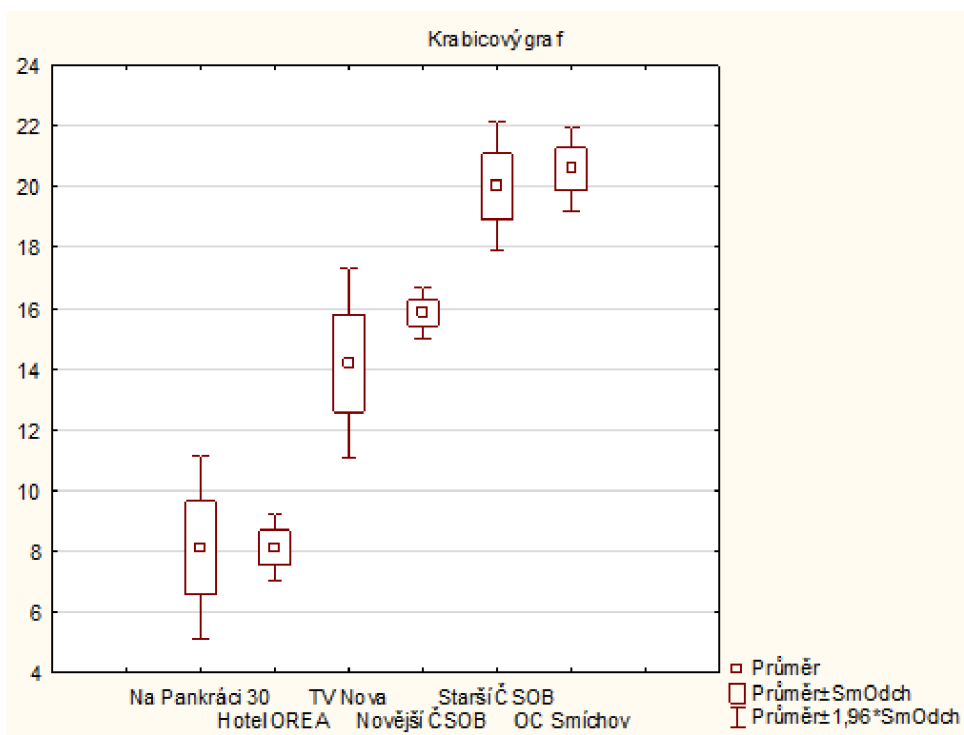


Graf 7

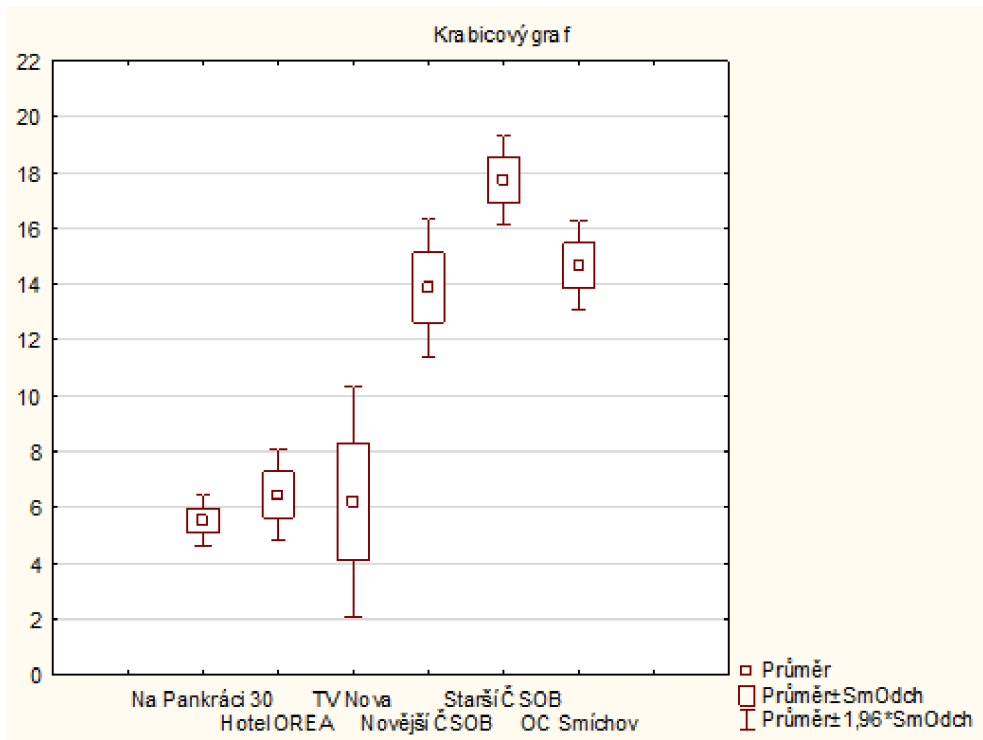


Graf 8

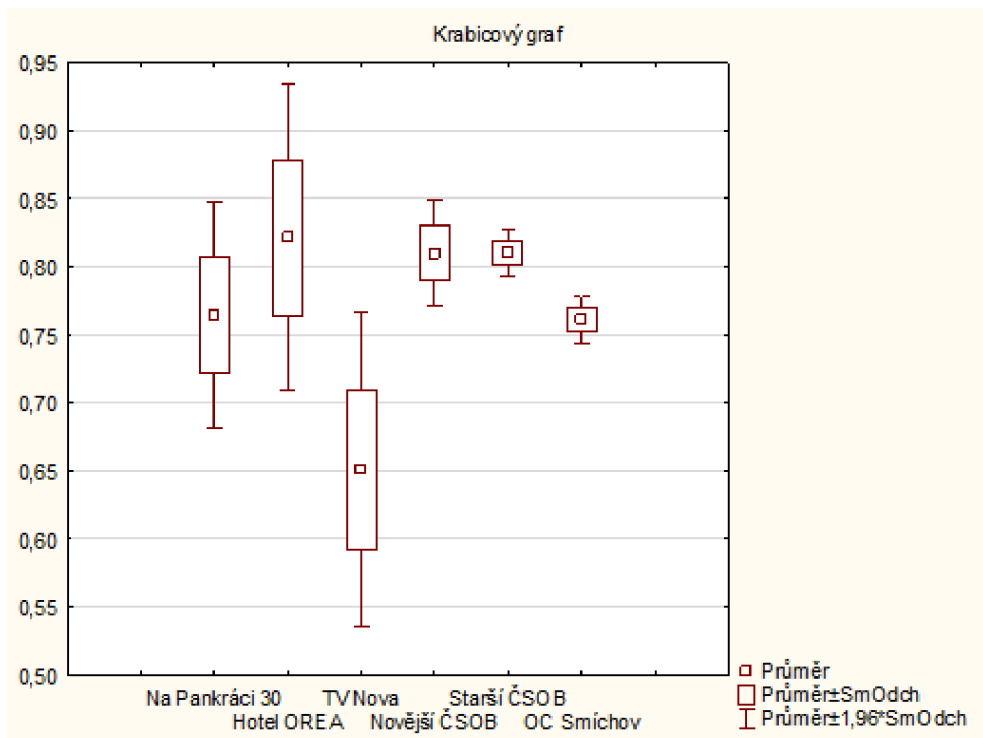
### Příloha 1.2. Krabicové grafy pro jednotlivé vypočítané indexy



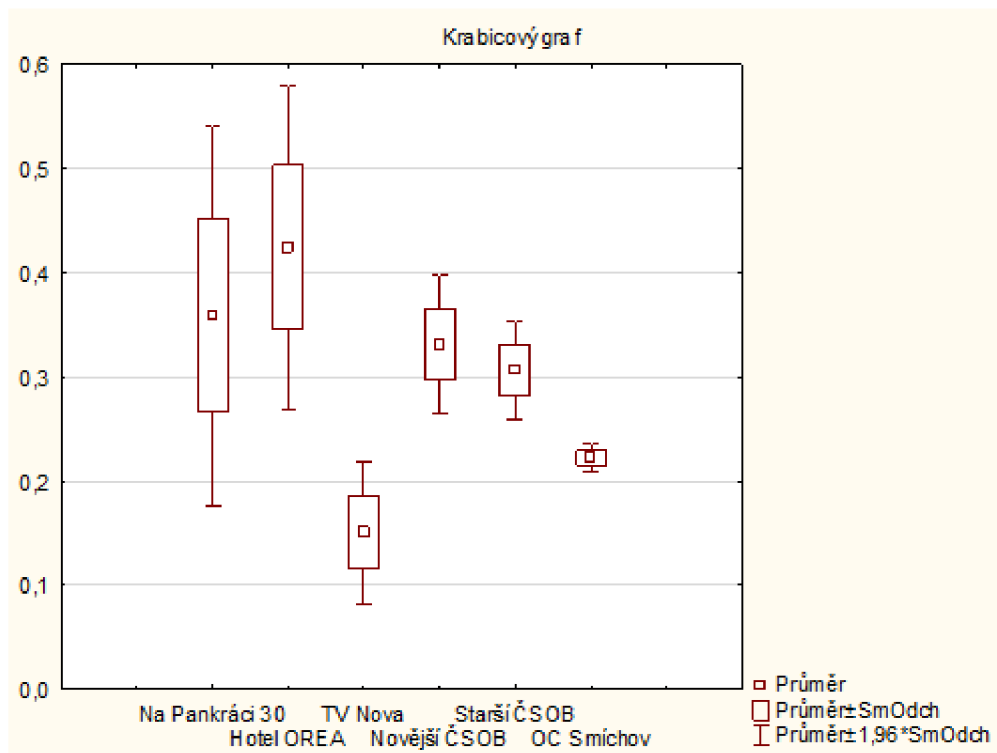
Graf 9 – Margalefův index druhové pestrosti (P)



Graf 10 – Simpsonův index diverzity (D)



Graf 11 – Vyrovnanost odvozená od Shannonova indexu diverzity (J)



Graf 12 – Vyrovnanost odvozená od Simpsonova indexu diverzity (E)

## Příloha 2 – Tabulky

### Příloha 2.1. Početnost zastoupení morfodruhů

Tabulka 5 – Zelená střecha administrativní budovy TV NOVA – početnost zastoupení morfodruhů

ŘÁD	MORFODRUH	Nova 1	Nova 2	Nova 3	NOVA CELKEM
Araneae	Araneae gen. sp.	9	12	7	28
Coleoptera	<i>Phyllotreta</i> sp.	1	3	2	6
Coleoptera	Carabidae gen. sp. (1)	2	3	1	6
Coleoptera	Staphylinidae gen. sp. (1)	1	0	1	2
Coleoptera	Staphylinidae gen. sp. (2)	2	0	0	2
Diptera	Agromyzidae gen. sp.	0	0	1	1
Diptera	<i>Anomoia purmunda</i>	1	0	1	2
Diptera	<i>Coenosia</i> sp. (2)	0	13	11	24
Diptera	<i>Coenosia</i> sp. (1)	22	61	102	185
Diptera	Diptera gen. sp. (1)	213	202	178	593
Diptera	Diptera gen. sp. (2)	0	1	0	1
Diptera	Dolichopodidae gen. sp.	36	96	77	209
Diptera	<i>Drosophilidae</i> sp.	1	5	2	8
Diptera	<i>Eristalis</i> sp. (1)	0	2	0	2
Diptera	<i>Chironomus</i> sp.	10	16	21	47
Diptera	Limoniidae gen. sp.	0	3	4	7
Diptera	<i>Lucilia</i> sp.	0	2	4	6
Diptera	Muscidae gen. sp. (2)	1	0	0	1
Diptera	Muscidae gen. sp. (3)	0	0	1	1
Diptera	Muscidae gen. sp. (1)	2	14	24	40
Diptera	<i>Opomyza</i> sp.	3	0	5	8
Diptera	Phoridae gen. sp. (1)	0	0	6	6
Diptera	<i>Sarcophaga</i> sp.	4	4	1	9
Diptera	Sarcophagidae gen. sp.	1	4	5	10
Diptera	<i>Sargus bipunctatus</i>	0	1	0	1
Diptera	<i>Sargus</i> sp.	0	0	1	1
Diptera	Sciaridae gen. sp.	1	2	3	6
Diptera	Syrphidae gen. sp.	0	1	0	1
Diptera	Tephritidae gen. sp. (1)	0	1	0	1
Ephemeroptera	Ephemeroptera gen. sp.	0	1	2	3
Hemiptera	Aphidoidea gen. sp. (1)	5	12	25	42
Hemiptera	Aphidoidea gen. sp. (2)	2	0	1	3
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (1)	65	72	78	215
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (2)	9	43	25	77
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (3)	4	0	0	4
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (4)	2	0	0	2

Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (5)</b>	15	11	4	30
Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (6)</b>	0	0	1	1
Hemiptera	<b>Cicadellidae gen. sp.</b>	2	1	3	6
Hemiptera	<b>Delphacidae gen. sp. (1)</b>	0	2	0	2
Hemiptera	<b>Eupteryx gen. sp.</b>	0	3	4	7
Hemiptera	<b>Heteroptera gen. sp. (1)</b>	0	1	0	1
Hemiptera	<b>Miridae gen. sp. (1)</b>	0	0	1	1
Hemiptera	<b>Nabidae gen. sp.</b>	1	0	1	2
Hymenoptera	<b>Apidae gen. sp. (1)</b>	2	3	1	6
Hymenoptera	<b><i>Apis mellifera</i></b>	0	0	1	1
Hymenoptera	<b>Apoidea gen. sp. (1)</b>	3	8	7	18
Hymenoptera	<b>Apoidea gen. sp. (2)</b>	0	0	3	3
Hymenoptera	<b><i>Dolichovespula</i> sp.</b>	0	9	5	14
Hymenoptera	<b><i>Formica</i> sp.</b>	6	14	5	25
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (1)</b>	1	7	5	13
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (2)</b>	0	10	6	16
Hymenoptera	<b>Ichneumonoidea gen. sp. (1)</b>	4	0	2	6
Hymenoptera	<b>Ichneumonoidea gen. sp. (2)</b>	1	4	4	9
Hymenoptera	<b>Tenthredinidae gen. sp.</b>	0	1	0	1
Insecta mix	<b>Insecta mix gen. sp.</b>	10	26	11	47
Isopoda	<b><i>Armadillidium vulgare</i></b>	0	3	0	3
Lepidoptera	<b><i>Coenonympha pamphilus</i></b>	0	0	1	1
Lepidoptera	<b>Gelechiidae gen. sp.</b>	0	1	0	1
Lepidoptera	<b>Lepidoptera gen. sp. (1)</b>	1	1	0	2
Orthoptera	<b>Rhaphidophoridae gen. sp.</b>	0	1	0	1

Tabulka 6 – Zelená střecha novější budovy ČSOB – početnost zastoupení morfodruhů

ŘÁD	MORFODRUH	ČSOB - novější 1	ČSOB - novější 2	ČSOB - novější 3	ČSOB - NOVĚJŠÍ CELKEM
Araneae	<b>Araneae gen. sp.</b>	55	59	64	178
Coleoptera	<b><i>Phyllotreta</i> sp.</b>	1	0	1	2
Coleoptera	<b>Carabidae gen. sp. (1)</b>	0	2	2	4
Coleoptera	<b>Coccinellidae gen. sp.</b>	0	0	1	1
Coleoptera	<b>Curculionidae gen. sp. (2)</b>	1	0	0	1
Coleoptera	<b><i>Galeruca</i> sp.</b>	1	0	0	1
Diptera	<b>Agromyzidae gen. sp.</b>	5	5	7	17
Diptera	<b><i>Coenosia</i> sp. (1)</b>	22	30	32	84
Diptera	<b>Diptera gen. sp. (1)</b>	8	10	18	36
Diptera	<b>Dolichopodidae gen. sp.</b>	34	30	11	75
Diptera	<b><i>Drosophilidae</i> sp.</b>	0	1	0	1
Diptera	<b><i>Eriothrix</i> sp.</b>	0	0	2	2

Diptera	<i>Eristalis</i> sp. (1)	1	2	0	3
Diptera	<i>Eristalis</i> sp. (2)	0	1	0	1
Diptera	Limoniidae gen. sp.	2	0	3	5
Diptera	<i>Lucilia</i> sp.	3	4	2	9
Diptera	Muscidae gen. sp. (2)	2	1	1	4
Diptera	Muscidae gen. sp. (1)	16	23	27	66
Diptera	Phoridae gen. sp. (1)	12	14	16	42
Diptera	Phoridae gen. sp. (3)	0	12	1	13
Diptera	<i>Sarcophaga</i> sp.	3	4	1	8
Diptera	Sarcophagidae gen. sp.	11	15	6	32
Diptera	<i>Sciapus</i> sp.	1	0	0	1
Diptera	Sciaridae gen. sp.	4	3	0	7
Diptera	Tephritidae gen. sp. (2)	0	2	0	2
Hemiptera	<i>Aelia</i> sp.	0	0	1	1
Hemiptera	Aphidoidea gen. sp. (1)	1	9	7	17
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (1)	22	55	27	104
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (2)	3	0	0	3
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (3)	6	11	21	38
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (4)	7	11	22	40
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (5)	0	0	3	3
Hemiptera	Cicadellidae gen. sp.	44	39	9	92
Hemiptera	Heteroptera gen. sp. (3)	0	1	0	1
Hemiptera	Heteroptera gen. sp. (9)	1	1	1	3
Hemiptera	Membracidae gen. sp.	0	0	1	1
Hemiptera	Miridae gen. sp. (2)	0	1	0	1
Hemiptera	Miridae gen. sp. (3)	0	0	1	1
Hemiptera	<i>Philaenus</i> sp.	1	0	0	1
Hemiptera	Tingidae gen. sp.	0	2	0	2
Hymenoptera	Apidae gen. sp. (1)	4	0	13	17
Hymenoptera	Apidae gen. sp. (2)	2	0	0	2
Hymenoptera	<i>Apis mellifera</i>	4	5	7	16
Hymenoptera	Apoidea gen. sp. (1)	11	11	9	31
Hymenoptera	Apoidea gen. sp. (2)	0	0	5	5
Hymenoptera	Apoidea gen. sp. (3)	1	0	0	1
Hymenoptera	Apoidea gen. sp. (4)	2	0	0	2
Hymenoptera	Apoidea gen. sp. (5)	0	1	0	1
Hymenoptera	<i>Bombus</i> sp.	0	2	0	2
Hymenoptera	<i>Dolichovespula</i> sp.	3	7	7	17
Hymenoptera	<i>Formica</i> sp.	1	3	4	8
Hymenoptera	Hymenoptera gen. sp. (1)	0	0	1	1
Hymenoptera	Hymenoptera gen. sp. (2)	0	5	4	9
Hymenoptera	Hymenoptera gen. sp. (3)	1	0	0	1
Hymenoptera	Hymenoptera gen. sp. (4)	0	1	3	4



Hymenoptera	Hymenoptera gen. sp. (5)	0	12	0	12
Hymenoptera	Ichneumonoidea gen. sp. (2)	5	7	11	23
Hymenoptera	Tenthredinidae gen. sp.	1	4	0	5
Hymenoptera	Pompilidae gen. sp.	1	0	0	1
Hymenoptera	<i>Rhyssa</i> sp. (1)	1	0	0	1
Hymenoptera	<i>Rhyssa</i> sp. (2)	0	1	0	1
Insecta mix	Insecta mix gen. sp.	18	67	19	104
Lepidoptera	<i>Coenonympha pamphilus</i>	0	3	1	4
Lepidoptera	Lepidoptera gen. sp. (1)	1	1	1	3
Lepidoptera	Lepidoptera gen. sp. (2)	1	2	0	3
Lepidoptera	Lepidoptera gen. sp. (3)	0	0	2	2

Tabulka 7 – Zelená střecha starší budovy ČSOB – početnost zastoupení morfodruhů

ŘÁD	MORFODRUH	ČSOB - starší 1	ČSOB - starší 2	ČSOB - starší 3	ČSOB - STARŠÍ CELKEM
Araneae	Araneae gen. sp.	9	11	14	34
Coleoptera	<i>Phyllotreta</i> sp.	2	3	3	8
Coleoptera	<i>Amara</i> sp.	1	0	0	1
Coleoptera	<i>Apion</i> sp.	3	5	4	12
Coleoptera	Carabidae gen. sp. (1)	2	3	2	7
Coleoptera	<i>Coccinella septempunctata</i>	0	1	0	1
Coleoptera	Coleoptera gen. sp. (1)	1	0	0	1
Coleoptera	Curculionidae gen. sp. (2)	2	4	2	8
Coleoptera	Curculionidae gen. sp. (3)	1	2	1	4
Coleoptera	Mordellidae gen. sp.	0	1	0	1
Coleoptera	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	1	0	0	1
Coleoptera	Staphylinidae gen. sp. (1)	0	1	0	1
Collembola	Collembola gen. sp.	7	5	2	14
Diptera	Agromyzidae gen. sp.	11	13	4	28
Diptera	<i>Anomoia purmunda</i>	0	0	1	1
Diptera	<i>Coenosia</i> sp. (1)	86	54	52	192
Diptera	<i>Cordilura albipes</i>	1	0	0	1
Diptera	Diptera gen. sp. (1)	51	99	98	248
Diptera	Dolichopodidae gen. sp.	48	41	39	128
Diptera	<i>Drosophilidae</i> sp.	2	3	9	14
Diptera	<i>Eristalis</i> sp. (3)	2	2	0	4
Diptera	Chironomidae gen. sp.	0	6	7	13
Diptera	<i>Chrysopilus erythrophthalmus</i>	1	0	0	1
Diptera	Limoniidae gen. sp.	5	4	0	9

Diptera	<i>Lucilia</i> sp.	2	3	0	5
Diptera	<b>Muscidae gen. sp. (2)</b>	3	5	9	17
Diptera	<b>Muscidae gen. sp. (3)</b>	0	1	0	1
Diptera	<b>Muscidae gen. sp. (1)</b>	23	32	38	93
Diptera	<i>Nemopoda</i> sp.	0	4	0	4
Diptera	<i>Opomyza</i> sp.	0	3	3	6
Diptera	<b>Phoridae gen. sp. (1)</b>	15	10	16	41
Diptera	<b>Phoridae gen. sp. (3)</b>	0	4	0	4
Diptera	<b>Psilidae gen. sp.</b>	4	0	0	4
Diptera	<i>Sarcophaga</i> sp.	8	0	6	14
Diptera	<b>Sarcophagidae gen. sp.</b>	16	19	22	57
Diptera	<b>Sciaridae gen. sp.</b>	8	11	10	29
Diptera	<b>Syrphidae gen. sp.</b>	0	0	1	1
Diptera	<b>Tachinidae gen. sp.</b>	1	0	0	1
Diptera	<b>Tephritidae gen. sp. (1)</b>	0	0	1	1
Diptera	<b>Tephritidae gen. sp. (2)</b>	1	0	0	1
Diptera	<i>Xanthochlorus</i> sp.	0	0	1	1
Hemiptera	<b>Aphidoidea gen. sp. (1)</b>	17	8	12	37
Hemiptera	<b>Aphidoidea gen. sp. (2)</b>	2	0	0	2
Hemiptera	<b>Aphidoidea gen. sp. (4)</b>	6	3	6	15
Hemiptera	<b>Aphidoidea gen. sp. (5)</b>	2	0	0	2
Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (1)</b>	76	56	54	186
Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (2)</b>	0	1	0	1
Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (3)</b>	3	3	5	11
Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (4)</b>	0	0	26	26
Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (5)</b>	5	0	2	7
Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (7)</b>	4	0	0	4
Hemiptera	<b>Cicadellidae gen. sp.</b>	15	32	6	53
Hemiptera	<b>Eupteryx gen. sp.</b>	1	1	1	3
Hemiptera	<b>Heteroptera gen. sp. (4)</b>	0	1	1	2
Hemiptera	<i>Lygus</i> sp.	0	1	0	1
Hemiptera	<b>Nabidae gen. sp.</b>	0	3	0	3
Hymenoptera	<i>Apis mellifera</i>	6	4	4	14
Hymenoptera	<b>Apoidea gen. sp. (1)</b>	0	0	31	31
Hymenoptera	<b>Apoidea gen. sp. (3)</b>	22	22	0	44
Hymenoptera	<b>Apoidea gen. sp. (4)</b>	3	3	17	23
Hymenoptera	<b>Apoidea gen. sp. (5)</b>	2	1	1	4
Hymenoptera	<i>Athalia</i> sp.	1	0	0	1
Hymenoptera	<i>Bombus</i> sp.	1	1	0	2
Hymenoptera	<b>Cynipoidea gen. sp.</b>	4	1	3	8
Hymenoptera	<i>Dolichovespula</i> sp.	13	15	18	46
Hymenoptera	<i>Formica</i> sp.	35	49	61	145
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (1)</b>	7	0	7	14

Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (2)</b>	52	60	51	163
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (4)</b>	18	23	14	55
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (5)</b>	4	9	8	21
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (6)</b>	1	0	0	1
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (7)</b>	0	1	0	1
Hymenoptera	<b>Ichneumonoidea gen. sp. (1)</b>	0	0	3	3
Hymenoptera	<b>Ichneumonoidea gen. sp. (2)</b>	13	30	21	64
Hymenoptera	<b>Pompilidae gen. sp.</b>	0	0	1	1
Hymenoptera	<b><i>Rhyssa persuasoria</i></b>	7	3	0	10
Hymenoptera	<b><i>Rhyssa</i> sp. (1)</b>	0	0	2	2
Hymenoptera	<b><i>Rhyssa</i> sp. (2)</b>	2	1	2	5
Hymenoptera	<b>Tenthredinidae gen. sp.</b>	0	0	2	2
Insecta mix	<b>Insecta mix gen. sp.</b>	17	12	11	40
Isopoda	<b><i>Armadillidium vulgare</i></b>	10	8	28	46
Lepidoptera	<b>Gelechiidae gen. sp.</b>	2	1	1	4
Lepidoptera	<b>Lepidoptera gen. sp. (1)</b>	0	0	1	1
Lepidoptera	<b>Lepidoptera gen. sp. (2)</b>	1	0	3	4
Opiliones	<b><i>Mitopus</i> sp.</b>	2	4	1	7

Tabulka 8 – Zelená střecha na budově OC Smíchov – početnost zastoupení morfodruhů

ŘÁD	MORFODRUH	OC Smíchov 1	OC Smíchov 2	OC Smíchov 3	OC SMÍCHOV CELKEM
Araneae	<b>Araneae gen. sp.</b>	22	15	16	53
Coleoptera	<b><i>Phyllotreta</i> sp.</b>	4	0	0	4
Coleoptera	<b><i>Agelastica</i> sp.</b>	0	1	2	3
Coleoptera	<b><i>Calathus melanocephalus</i></b>	3	0	1	4
Coleoptera	<b>Carabidae gen. sp. (1)</b>	3	3	3	9
Coleoptera	<b>Carabidae gen. sp. (2)</b>	3	0	0	3
Coleoptera	<b>Carabidae gen. sp. (3)</b>	1	2	1	4
Coleoptera	<b><i>Coccinella septempunctata</i></b>	1	1	0	2
Coleoptera	<b>Coccinellidae gen. sp.</b>	1	0	0	1
Coleoptera	<b>Coleoptera gen. sp. (2)</b>	0	0	1	1
Coleoptera	<b>Curculionidae gen. sp. (2)</b>	1	0	0	1
Coleoptera	<b>Mordellidae gen. sp.</b>	1	3	0	4
Coleoptera	<b>Staphylinidae gen. sp. (1)</b>	1	0	0	1
Coleoptera	<b>Staphylinidae gen. sp. (3)</b>	0	0	1	1
Coleoptera	<b>Staphylinidae gen. sp. (4)</b>	0	0	2	2
Collembola	<b>Collembola gen. sp.</b>	9	4	3	16
Diptera	<b>Agromyzidae gen. sp.</b>	8	13	7	28
Diptera	<b>Cecidomyiidae gen. sp.</b>	12	7	19	38
Diptera	<b><i>Coenosia</i> sp. (2)</b>	0	0	3	3

Diptera	<i>Coenosia</i> sp. (1)	48	48	64	160
Diptera	Diptera gen. sp. (1)	91	58	62	211
Diptera	Dolichopodidae gen. sp.	38	39	39	116
Diptera	<i>Drosophilidae</i> sp.	7	2	2	11
Diptera	<i>Eriothrix rufomaculata</i>	0	0	1	1
Diptera	<i>Eristalis</i> sp. (1)	0	3	0	3
Diptera	<i>Eristalis</i> sp. (3)	1	0	0	1
Diptera	Chironomidae gen. sp.	17	22	13	52
Diptera	<i>Chironomus</i> sp.	8	13	14	35
Diptera	Limoniidae gen. sp.	45	26	24	95
Diptera	<i>Lucilia</i> sp.	111	127	176	414
Diptera	<i>Meromyza</i> sp.	0	1	0	1
Diptera	Muscidae gen. sp. (2)	3	16	9	28
Diptera	Muscidae gen. sp. (3)	2	5	2	9
Diptera	Muscidae gen. sp. (1)	226	245	234	705
Diptera	<i>Nemopoda</i> sp.	0	0	4	4
Diptera	<i>Paragus</i> sp.	0	1	0	1
Diptera	Phoridae gen. sp. (1)	25	36	50	111
Diptera	<i>Sarcophaga</i> sp.	16	9	11	36
Diptera	Sarcophagidae gen. sp.	32	41	51	124
Diptera	Sciaridae gen. sp.	9	9	17	35
Diptera	Syrphidae gen. sp.	4	7	4	15
Diptera	Tephritidae gen. sp. (1)	0	0	1	1
Diptera	Therevidae gen. sp.	1	0	0	1
Hemiptera	<i>Aelia</i> sp.	0	0	1	1
Hemiptera	Aphidoidea gen. sp. (1)	0	3	0	3
Hemiptera	Aphidoidea gen. sp. (4)	0	0	1	1
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (1)	225	116	134	475
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (2)	0	1	2	3
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (3)	35	12	28	75
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (4)	18	0	10	28
Hemiptera	Auchenorrhyncha gen. sp. (5)	80	55	84	219
Hemiptera	Cicadellidae gen. sp.	8	29	0	37
Hemiptera	Delphacidae gen. sp. (2)	18	18	16	52
Hemiptera	Heteroptera gen. sp. (3)	0	1	1	2
Hemiptera	Heteroptera gen. sp. (5)	3	3	2	8
Hemiptera	Heteroptera gen. sp. (6)	2	1	0	3
Hemiptera	Heteroptera gen. sp. (7)	0	0	1	1
Hemiptera	Heteroptera gen. sp. (8)	0	0	4	4
Hemiptera	Heteroptera gen. sp. (9)	0	0	1	1
Hemiptera	Miridae gen. sp. (1)	0	6	0	6
Hemiptera	Miridae gen. sp. (3)	0	0	4	4
Hemiptera	Nabidae gen. sp.	3	3	0	6

Hemiptera	<i>Stictopleurus sp.</i>	3	3	5	11
Hemiptera	<b>Tingidae gen. sp.</b>	0	0	1	1
Hemiptera	<i>Xylocoris sp.</i>	1	1	0	2
Hymenoptera	<b>Apidae gen. sp. (1)</b>	16	23	21	60
Hymenoptera	<i>Apis mellifera</i>	12	10	15	37
Hymenoptera	<b>Apoidea gen. sp. (1)</b>	44	49	47	140
Hymenoptera	<b>Apoidea gen. sp. (2)</b>	9	6	13	28
Hymenoptera	<i>Bombus sp.</i>	1	2	1	4
Hymenoptera	<i>Dolichovespula sp.</i>	15	15	22	52
Hymenoptera	<i>Formica sp.</i>	80	74	87	241
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (1)</b>	1	6	2	9
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (2)</b>	5	5	12	22
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (4)</b>	4	3	4	11
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (6)</b>	0	3	0	3
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (8)</b>	1	2	1	4
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (9)</b>	4	3	7	14
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (10)</b>	1	1	0	2
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (11)</b>	0	0	1	1
Hymenoptera	<b>Ichneumonoidea gen. sp. (2)</b>	19	29	40	88
Hymenoptera	<b>Ichneumonoidea gen. sp. (3)</b>	0	0	1	1
Hymenoptera	<b>Tenthredinidae gen. sp.</b>	1	1	5	7
Hymenoptera	<i>Rhyssa persuasoria</i>	0	0	1	1
Insecta mix	<b>Insecta mix gen. sp.</b>	12	8	20	40
Isopoda	<i>Armadillidium vulgare</i>	105	80	67	252
Lepidoptera	<b>Gelechiidae gen. sp.</b>	1	1	0	2
Lepidoptera	<b>Lepidoptera gen. sp. (1)</b>	6	2	5	13
Lepidoptera	<b>Lepidoptera gen. sp. (2)</b>	1	0	1	2
Lepidoptera	<b>Lepidoptera gen. sp. (4)</b>	4	0	0	4
Neuroptera	<b>Neuroptera gen. sp.</b>	0	2	0	2
Orthoptera	<b>Rhaphidophoridae gen. sp.</b>	3	1	5	9

Tabulka 9 – Klasické nezelené střechy – administrativní budova NA Pankráci 30 (P1 + P2 + P3 + Pankrác celkem) a budova hotelu OREA (P1 + O2 + O3 + Orea celkem) – Početnost zastoupení morfodruhů

ŘÁD	MORFODRUH	P1	P2	P3	PANKRÁC CELKEM	O1	O2	O3	OREA CELKEM
Araneae	<b>Araneae gen. sp.</b>	1	0	0	1	9	3	4	16
Coleoptera	<b>Phyllotreta sp.</b>	2	1	1	4	0	0	0	0
Coleoptera	<b>Carabidae gen. sp. (1)</b>	6	14	6	26	4	7	4	15
Coleoptera	<b>Curculionidae gen. sp. (1)</b>	0	2	1	3	0	0	0	0
Coleoptera	<b>Curculionidae gen. sp. (2)</b>	0	2	1	3	0	0	0	0
Diptera	<b>Agromyzidae gen. sp.</b>	0	1	2	3	0	3	2	5
Diptera	<b>Ceratopogonidae gen. sp.</b>	0	0	1	1	0	0	0	0
Diptera	<b>Coenosia sp. (3)</b>	1	0	0	1	0	0	0	0
Diptera	<b>Coenosia sp. (1)</b>	1	1	0	2	3	2	5	10
Diptera	<b>Dolichopodidae gen. sp.</b>	4	2	0	6	11	16	14	41
Diptera	<b>Drosophilidae sp.</b>	0	0	2	2	2	1	2	5
Diptera	<b>Chironomidae gen. sp.</b>	0	0	2	2	1	0	0	1
Diptera	<b>Limoniidae gen. sp.</b>	0	0	0	0	0	1	0	1
Diptera	<b>Lucilia sp.</b>	0	0	0	0	0	1	0	1
Diptera	<b>Neoempheria winnertzi</b>	1	0	0	1	0	0	0	0
Diptera	<b>Phoridae gen. sp. (1)</b>	0	0	0	0	1	1	1	3
Diptera	<b>Phoridae gen. sp. (2)</b>	0	0	0	0	1	0	0	1
Diptera	<b>Psychodidae gen. sp.</b>	0	3	2	5	0	0	0	0
Diptera	<b>Sarcophagidae gen. sp.</b>	0	0	0	0	2	1	1	4
Diptera	<b>Sciaridae gen. sp.</b>	16	30	23	69	29	0	2	31
Diptera	<b>Simuliidae gen. sp.</b>	0	1	0	1	0	0	0	0
Ephemeroptera	<b>Ephemeroptera gen. sp.</b>	0	0	0	0	0	2	0	2
Hemiptera	<b>Aphidoidea gen. sp. (3)</b>	0	1	1	2	0	0	0	0
Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (2)</b>	2	1	4	7	1	2	0	3
Hemiptera	<b>Auchenorrhyncha gen. sp. (3)</b>	0	1	1	2	0	0	2	2
Hemiptera	<b>Cicadellidae gen. sp.</b>	0	0	0	0	0	2	0	2
Hemiptera	<b>Heteroptera gen. sp. (2)</b>	0	0	1	1	0	0	0	0
Hymenoptera	<b>Apis mellifera</b>	0	1	0	1	1	0	0	1
Hymenoptera	<b>Apoidea gen. sp. (1)</b>	0	0	1	1	1	0	1	2
Hymenoptera	<b>Dolichovespula sp.</b>	1	1	0	2	0	0	0	0
Hymenoptera	<b>Formica sp.</b>	6	6	8	20	1	0	2	3
Hymenoptera	<b>Hymenoptera gen. sp. (2)</b>	0	0	0	0	3	3	1	7
Hymenoptera	<b>Ichneumonoidea gen. sp. (2)</b>	0	0	1	1	0	0	0	0

Hymenoptera	<b>Tenthredinidae gen. sp.</b>	0	0	0	0	0	1	0	1
Insecta mix	<b>Insecta mix gen. sp.</b>	13	14	14	41	15	5	5	25
Psocoptera	<b>Psocoptera gen. sp.</b>	0	1	0	1	0	0	0	0

## Příloha 2.2. Souhrnné tabulky základních údajů a použitých indexů

Tabulka 10 – Zelená střecha administrativní budovy TV Nova

	Nova 1	Nova 2	Nova 3	<b>NOVA CELKEM</b>
<b>Počet jedinců:</b>	443	680	654	<b>1777</b>
<b>Počet morfodruhů:</b>	34	42	45	<b>61</b>
<b>Margalefův index druhové pestrosti (P):</b>	12,4698	14,4748	15,6273	<b>18,4633</b>
<b>Simpsonův index diverzity (D):</b>	3,7648	7,3253	7,4983	<b>6,3896</b>
<b>Shannonův index diverzity (H):</b>	0,8933	1,1233	1,1193	<b>1,1034</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Shannonova indexu (J):</b>	0,5833	0,692	0,677	<b>0,618</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Simpsonova indexu (E):</b>	0,1107	0,1744	0,1666	<b>0,1047</b>

Tabulka 11 – Zelená střecha novější budovy ČSOB

	ČSOB - novější 1	ČSOB - novější 2	ČSOB - novější 3	<b>ČSOB - NOVĚJŠÍ CELKEM</b>
<b>Počet jedinců:</b>	324	480	375	<b>1179</b>
<b>Počet morfodruhů:</b>	42	43	41	<b>66</b>
<b>Margalefův index druhové pestrosti (P):</b>	16,3311	15,6644	15,5398	<b>21,1622</b>
<b>Simpsonův index diverzity (D):</b>	12,5479	14,0659	15,0224	<b>15,4891</b>
<b>Shannonův index diverzity (H):</b>	1,2851	1,3176	1,3409	<b>1,3764</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Shannonova indexu (J):</b>	0,7917	0,8066	0,8314	<b>0,7564</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Simpsonova indexu (E):</b>	0,2988	0,3271	0,3664	<b>0,2347</b>

Tabulka 12 – Zelená střecha starší budovy ČSOB

	ČSOB - starší 1	ČSOB - starší 2	ČSOB - starší 3	ČSOB - STARŠÍ CELKEM
<b>Počet jedinců:</b>	671	707	749	<b>2127</b>
<b>Počet morfordruhů:</b>	61	57	56	<b>85</b>
<b>Margalefův index druhové pestrosti (P):</b>	21,226	19,6531	19,1339	<b>25,2421</b>
<b>Simpsonův index diverzity (D):</b>	17,4343	17,0801	18,6546	<b>19,0308</b>
<b>Shannonův index diverzity (H):</b>	1,4403	1,4115	1,4346	<b>1,4794</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Shannonova indexu (J):</b>	0,8067	0,8039	0,8206	<b>0,7668</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Simpsonova indexu (E):</b>	0,2858	0,2997	0,3331	<b>0,2239</b>

Tabulka 13 – Zelená střecha na budově OC Smíchov

	OC Smíchov 1	OC Smíchov 2	OC Smíchov 3	OC SMÍCHOV CELKEM
<b>Počet jedinců:</b>	1495	1335	1510	<b>4340</b>
<b>Počet morfordruhů:</b>	65	64	69	<b>92</b>
<b>Margalefův index druhové pestrosti (P):</b>	20,1598	20,1569	21,3905	<b>25,0173</b>
<b>Simpsonův index diverzity (D):</b>	13,9355	14,5268	15,5558	<b>15,1104</b>
<b>Shannonův index diverzity (H):</b>	1,3626	1,3896	1,4018	<b>1,406</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Shannonova indexu (J):</b>	0,7516	0,7694	0,7623	<b>0,716</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Simpsonova indexu (E):</b>	0,2144	0,2270	0,2254	<b>0,1642</b>

Tabulka 14 – Klasická nezelená střecha administrativní budovy Na Pankráci 30

	Pankrác 1	Pankrác 2	Pankrác 3	PANKRÁC CELKEM
<b>Počet jedinců:</b>	54	83	72	<b>209</b>
<b>Počet morfordruhů:</b>	12	18	18	<b>27</b>
<b>Margalefův index druhové pestrosti (P):</b>	6,3496	8,8584	9,1529	<b>11,2062</b>
<b>Simpsonův index diverzity (D):</b>	5,5437	5,0692	5,9861	<b>5,6692</b>
<b>Shannonův index diverzity (H):</b>	0,8676	0,9033	0,9674	<b>0,9794</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Shannonova indexu (J):</b>	0,804	0,7196	0,7707	<b>0,6843</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Simpsonova indexu (E):</b>	0,462	0,2816	0,3326	<b>0,21</b>



Tabulka 15 – Klasická nezelená střecha hotelu OREA

	Orea 1	Orea 2	Orea 3	OREA CELKEM
<b>Počet jedinců:</b>	85	51	46	<b>182</b>
<b>Počet morfodruhů:</b>	16	16	14	<b>23</b>
<b>Margalefův index druhové pestrosti (P):</b>	7,7745	8,7844	7,8183	<b>9,7342</b>
<b>Simpsonův index diverzity (D):</b>	5,486	6,8628	7,0066	<b>8,2562</b>
<b>Shannonův index diverzity (H):</b>	0,911	1,0139	0,9918	<b>1,072</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Shannonova indexu (J):</b>	0,7565	0,842	0,8654	<b>0,7872</b>
<b>Vyrovnanost odvozená od Simpsonova indexu (E):</b>	0,3429	0,4289	0,5005	<b>0,359</b>

## Příloha 3 – Fotografie

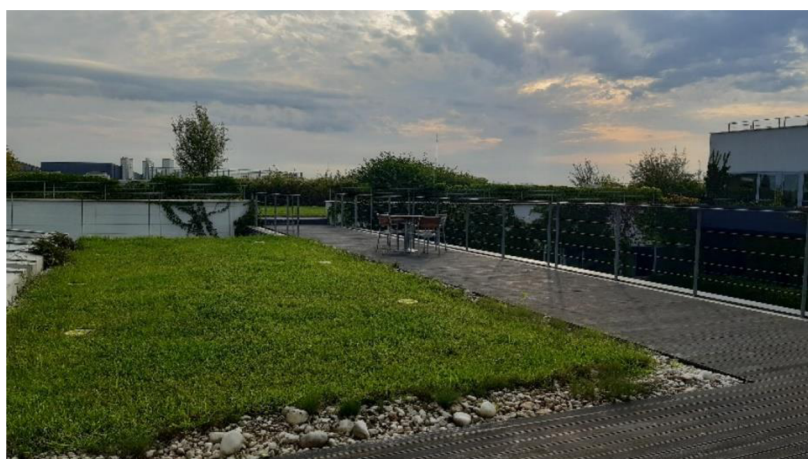
### Příloha 3.1. Fotografie stanovišť



Obrázek 2 – Zelená střecha novější budovy ČSOB



Obrázek 3 – Zelená střecha starší budovy ČSOB



Obrázek 4 – Zelená střecha administrativní budovy TV Nova



Obrázek 5 – Zelená střecha na budově OC Smíchov



Obrázek 6 – Klasická nezelená střecha budovy hotelu OREA



Obrázek 7 – Klasická nezelená střecha administrativní budovy Na Pankráci 30

### Příloha 3.2. Ukázka fotografií nasbíraného hmyzu



Obrázek 8 - *Apion* sp.



Obrázek 9 - *Auchenorrhyncha* gen. sp. (5)



Obrázek 10 - *Curculionidae* gen. sp. (3)



Obrázek 11 - *Heteroptera* gen. sp. (3)



Obrázek 12 - *Hymenoptera* gen. sp. (4)



Obrázek 13 - *Hymenoptera* gen. sp. (6)



Obrázek 15 - *Agromyzidae* gen. sp.



Obrázek 16 - *Chironomidae* gen. sp.



Obrázek 17 - *Chrysopilus erythrophthalmus*



Obrázek 18 - *Lucilia* sp.



Obrázek 14 - *Membracidae* gen. sp.



Obrázek 19 - *Neoempheria winnertzi*



Obrázek 21 - *Rhyssa persuasoria*



Obrázek 22 - Staphylinidae gen. sp. (3)



Obrázek 20 - Tenthredinidae gen. sp.



Obrázek 23 - Tingidae gen. sp.