

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA ZOOLOGIE A ORNITOLOGICKÁ LABORATOŘ



**Časování výletové aktivity netopýrů z úkrytů
lokalizovaných v urbánním prostředí**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Tereza Pašková

Studijní program: **Biologie**

Studijní obor: **Zoologie**

Prezenční studium

Vedoucí práce: doc. Mgr. Jan Zukal, PhD., MBA

Olomouc 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Mgr. Jana Zukala, PhD. a s použitím uvedené literatury.

V Olomouci dne

.....

Podpis

Poděkování

Chtěla bych tímto poděkovat mému vedoucímu diplomové práce panu Janu Zukalovi za trpělivost, ochotu, cenné rady a stále nově dobitou energii, kterou mi poskytoval v průběhu celého výzkumu i následného psaní. Dále chci poděkovat Jiřímu Šafářovi a Evženu Tošenovskému, kteří mi poskytli záznamy o evidenci úkrytů, předali mnoho zkušeností, obětovali svůj čas a hlavně umožnili příležitosti, které mi pomohly více proniknout do netopýřího světa. Velmi děkuji mému konzultantovi Marku Bednářovi, který mi při psaní práce pomáhal nejen svými nápady a vědomostmi, ale byl mi hlavně velkou psychickou podporou. Velké dík patří mé rodině, která mi poskytovala zázemí a podporu a umožnila mi tak celé toto studium absolvovat. V neposlední řadě také děkuji svým přátelům a bytové rodince, díky kterým byl život během studia hned lepší a veselejší. Nakonec bych chtěla poděkovat panu profesoru Burešovi, díky kterému mohla být tato práce částečně financována z interního grantového projektu IGA PrF_2020_026.

Bibliografická identifikace

Autor: Tereza Pašková

Název práce: Časování výletové aktivity netopýrů z úkrytů lokalizovaných v urbánním prostředí

Typ práce: Diplomová

Pracoviště: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

Vedoucí práce: doc. Mgr. Jan Zukal, PhD., MBA

Rok obhajoby: 2020

Abstrakt:

Výlet netopýrů z denních úkrytů je nejkritičtější částí jejich letové aktivity. Správné načasování je zásadní pro přežití, nejen z důvodu rizika predace, ale také pro získání dostatečného množství potravy. Doba výletu je ovšem ovlivněna řadou ekologických i klimatických faktorů, které se ovšem mohou v urbánním prostředí značně lišit. Tato práce byla zaměřena na výlet netopýra rezavého (*Nyctalus noctula*) ve městě Olomouc, kdy data byla získána přímým pozorováním výletů z denních úkrytů. Ukázalo se, že netopýr rezavý vyletuje průměrně 13,49 minut po západu slunce. Z analýzy zpracovaných dat ve vztahu k přítomnosti výletu (nevýletu) vychází jako jediná významná proměnná reprodukční období. Pro dobu výletu se významnými faktory ukázaly být změna směru větru, vlhkost vzduchu, typ úkrytu, změna srážek a také reprodukční období. Klastrování během výletu je pak ovlivněno počtem vyletujících netopýrů a měsíčním světlem. Přestože některé mnou získané výsledky vlivu faktorů (př. intenzita světla) jsou v souladu se studiemi prováděných v přirozeném prostředí, jiné jsou protichůdné (př. reprodukční období). Toto zjištění by mohlo nasvědčovat tomu, že výletové chování netopýrů se v urbánním prostředí v některých aspektech liší. Z důvodu čím dál častějšího výskytu netopýrů ve městech by tato nová zjištění mohla pomoci k jejich ochraně.

Klíčová slova: netopýři, Chiroptera, výletová aktivita, urbanizace, klimatické faktory, environmentální faktory, klastrovací chování, *Nyctalus noctula*

Bibliographical identification

Author: Tereza Pašková

Title: Timing of bat emergence activity from roosts situated in urban habitats

Type of thesis: Diploma thesis

Department: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology, Faculty of Science, Palacky University, Olomouc, Czech Republic

Supervisor: doc. Mgr. Jan Zúkal, PhD., MBA

The presentation year: 2020

Abstract:

Bat emergence from daily roost is the most dangerous part of their activity. The correct timing of emergence is important for survival because of predation risk but also to gain enough prey. Timing is affected by many ecological and climatic factors, which can be different in an urban environment. This work focused on the emergence time of the common noctule (*Nyctalus noctula*) in Olomouc city, where the data were obtained by direct observation of emergence from daily roosts. The average emergence time was 13.49 minutes after sunset. The reproductive period was the only significant variable concerning the presence of emergence. A significant factor for the timing of emergence were change in wind direction, humidity, type of shelter, change in precipitation, and also the reproductive period. The clustering during the emergence period was influenced by the number of emergence bats and the moonlight. Although some of my results (e.g. light intensity) are consistent with studies performed in natural conditions, others are contradictory (e.g. reproductive period). These results could suggest that bat behavior can change in the urban environment. Because of the increasing number of bats in cities, these new findings could also help with their protection.

Key words: bats, Chiroptera, emergence activity, urbanization, factors influencing emergence, clustering behaviour, *Nyctalus noctula*

Obsah

1	Úvod	8
1.1	Urbánní prostředí.....	8
1.2	Netopýři ve městech.....	9
1.3	Výlet netopýřů z denních úkrytů.....	10
1.4	Cíle mé diplomové práce	11
2	Metodika	12
2.1	Lokalita	12
2.2	Modelový druh.....	12
2.3	Sběr dat	13
2.4	Analýza dat	17
3	Výsledky	20
3.1	Chování před výletem.....	20
3.2	Načasování výletu	21
3.3	Vliv ekologických faktorů na dobu výletu	22
3.3.1	Intenzita světla	26
3.3.2	Typ úkrytu	27
3.3.3	Reprodukční období	28
3.3.4	Relativní vlhkost vzduchu	31
3.3.5	Vliv změny počasí na výlet.....	31
3.3.5.1	Směr větru	31
3.3.5.2	Srážky	33
3.4	Vliv proměnných na pozitivní výletovou aktivitu	33
3.5	Klastrování.....	35
3.5.1	Frekvence výletů.....	43
3.5.2	Frekvence zastoupení jednotlivých časových úseků.....	44
3.6	Vliv predace	45
4	Diskuze	46
4.1	Vliv klimatických a ekologických faktorů na výlet	47
4.2	Klastrování.....	52
5	Závěr.....	55
6	Seznam použité literatury	57
7	Didaktická část.....	62

8	Příloha.....	67
8.1	Tabulky s popisnými informacemi u významných kategorických proměnných	67
8.2	Frekvence výletů	69
8.3	Frekvence zastoupení jednotlivých časových rozestupů výletů netopýrů.....	73
8.4	Obsah DVD.....	76

1 Úvod

1.1 Urbánní prostředí

Urbánní prostředí je charakterizováno vysokou hustotou obyvatelstva a bohatou infrastrukturou na lidmi zastavěném prostředí. Je důsledkem procesu urbanizace, kdy dochází k přeměně původní krajiny (popř. venkovského prostředí) na prostředí městské. Stále se rozrůstající lidská populace vede k tvorbě aglomerací a tak postupnému zvětšování měst, jež způsobují změny v ekologickém fungování krajiny a lidskou činností dochází také k celkové změně klimatu. Pro mnoho druhů organismů dochází ke změnám životních podmínek příliš rychle a nejsou tak schopni se adaptovat, jedná se především o tzv. specialisty, kteří jsou tak často vytlačováni generalisty schopnějšími rychlejší adaptace. O urbanizaci se díky těmto dopadům hovoří jako o jedné z hlavních a trvalých příčin zániku biotopů a tím také mnoha druhů (Chaverri & Kunz, 2011). Proto je z pohledu biodiverzity urbánní prostředí často spojováno s pojmem biotická homogenizace. Jde o proces, kdy dochází k úbytku druhové rozmanitosti, jelikož pouze zlomek druhů je schopen rychlé adaptace a přizpůsobí se tak měnícím se podmínkám (Buczowski & Richmond, 2012).

Díky výstavbě měst na jednu stranu zaniká přirozené prostředí, ovšem, na druhou stranu v nich vznikají nové ekologické niky, které jsou obzvláště v posledních dekádách kolonizovány mnoha živočichy, tomuto procesu se říká synurbanizace. Synantropní druhy jsou potom takové, které žijí v těsné blízkosti lidských obydlí. U jedinců žijících ve městech můžeme také pozorovat rozdílné chování oproti jedincům stejného druhu ve volné přírodě např. ztráta plachosti a změna v denní aktivitě, která je ovlivněna umělým osvětlením. Výhodou synantropního způsobu života mohou být naopak nižší míra predace nebo přístupnější zdroje potravy jako skládky, popelnice nebo krmítka. Na druhou stranu města skýtají i mnohá nebezpečí, velkým problémem způsobujícím vysokou míru úmrtnosti živočichů jsou prosklené budovy, silnice a také různé chemické postřiky, kterými je pak kontaminována i potrava živočichů, může tak docházet i k sekundární otravě (Luniak, 2004).

Lidská činnost vede k dramaticky rychle se měnícímu životnímu prostředí. Aby živočichové přežili, musí se novým podmínkám různě přizpůsobovat a mezi hlavní reakce patří změna chování. U ptáků jsou pozorovány změny v jejich zpěvu, kdy ve městech jsou tóny kratší a rychlejší a také obecně mají ptáci delší pěveckou periodu, než v původním prostředí (Slabbekoorn & den Boer-Visser, 2006). Velký vliv na chování má také vzrůstající množství umělého osvětlení, tento jev se často projevuje na délce denních cyklů nejen u

ptáků, ale i plazů a savců a s tím také související nástup reprodukce, která může nastat dříve (Kempenaers, Borgström, Loës, Schlicht, & Valcu, 2010).

Urbanizace je považována za velké nebezpečí snižující globální biodiverzitu, na druhou stranu můžeme najít několik skupin živočichů, kteří dokáží městského prostředí dobře využít. Mezi takové živočichy řadíme i různé druhy netopýrů, díky tomu se tak pravděpodobně jedná o nejružnorodější skupinu savců, kterou v urbánním prostředí najdeme (Jung & Threlfall, 2015).

1.2 Netopýři ve městech

Letouni (*Chiroptera*) jsou, po hlodavcích, druhým největším řádem savců a patří mezi klíčové druhy, protože svým chováním jsou důležití pro základní fungování ekosystému. Podílejí se například na opylování rostlin, druhy živící se plody rozšiřují semena a hmyzožraví zástupci udržují početnost hmyzu včetně významných rostlinných škůdců či přenašečů patogenů. Jsou navíc jedinými savci schopnými aktivního letu a to díky předním končetinám přeměněným na křídla s tenkou létající blánou, což jim poskytuje vysokou míru pohyblivosti nutnou pro rychlou reakci na akutní změny či ohrožení. Letouny rozdělujeme na podřády *Pteropodiformes*, zde patří např. vrápenci a *Vespertilioniformes*, kam řadíme i naše netopýry.

Se stále se zvyšující mírou urbanizace stoupá také početnost některých druhů netopýrů ve městech a to především z důvodu zániku přirozených úkrytů. Města často poskytují velké množství umělých úkrytů - např. různé skuliny, půdy nebo sklepy v budovách, které netopýři mohou využívat. Uvádí se, že urbanizace je pro netopýry spíše škodlivá, může to být z důvodu, že díky nízké reprodukční rychlosti a dlouhověkosti je adaptace na rychlé změny obtížnější. Na negativní vliv lze soudit s poklesu rozmanitosti i početnosti netopýrů (Avila-Flores & Fenton, 2005; Gaisler, Zukal, Rehak, & Homolka, 1998) ve městech. Na druhou stranu jsou druhy, které se tím, že začaly využívat umělé úkryty, dostaly do severnějších částí, kde by jinak za přirozených podmínek nepřežily. Tento jev je ale pravděpodobně zapříčiněn také změnou klimatických podmínek (Ancillotto, Santini, Ranc, Maiorano, & Russo, 2016). Rozdílnou míru adaptace tedy můžeme obecně pozorovat napříč taxony, a také je různá v různých zeměpisných oblastech, např. z některých studií bylo zjištěno, že v tropech je početnost netopýrů vyšší v obytných zónách než v parcích, zatímco v mírném pásu byla pozorována opačná tendence (Gaisler et al., 1998; Lesinski, Fuszara, & Kowalski, 2000).

Bylo zjištěno, že větší netopýři živící se ovocem mohou více prosperovat v místech, která jsou člověkem obhospodařovaná, nesmí se však jednat o intenzivní hospodaření a rozsáhlé monokultury (Williams-Guillén & Perfecto, 2009). Na druhou stranu, Fenton et al. (1992) zjistil, že netopýři živící se hmyzem nebo jinými živočichy jsou odlesňováním a urbanizací ovlivňováni negativně.

Bader et al. (2015) zjistili, že v odlesňovaných oblastech a antropogenním prostředí jsou méně početné ty druhy netopýřů, které mají velká široká křídla, a jsou tedy v letu pomalejší. Jsou přizpůsobeni k lépe manévrujícímu letu, tedy loví především v místech, kde je velká členitost, jako např. v lese. Opačná situace nastává u druhů, které mají úzká křídla s menší plochou, díky tomu jsou rychlími letci, a jako loviště jim většinou slouží nějaké otevřené prostory, které bývají ve větší vzdálenosti od úkrytu. Tyto druhy vykazovaly nižší početnost v lesích, ale vyšší v prostředí upraveném člověkem. Mohou tak využívat umělé úkryty, a jelikož jsou také více tolerantní k umělému osvětlení, využívají také zdroje potravy ve městech, kde je např. hmyz přitahován pouličním osvětlením. A právě delšími úzkými křídly a tedy i preferencí lovu v otevřených prostorech je charakterizován netopýř rezavý (*Nyctalus noctula*), který je jedním z nejčastěji se objevujících druhů netopýřů ve městech České Republiky.

1.3 Výlet netopýřů z denních úkrytů

Každý netopýř opouštějící svůj úkryt se vystavuje riziku predace, které je nejvyšší právě při výletu (Romano, Maidagan, & Pire, 1999; Speakman, 1991). Proto je klíčové správně načasovat výlet tak, aby netopýři vyletěli brzo a získali dostatečné množství potravy v závislosti k energetickým potřebám, a zároveň aby vyletěli dostatečně za tmy a nebyli chyceni predátorem. Čas výletu se ovšem u každého druhu může lišit, ať už z morfologického hlediska druhu – rychlejší / pomalejší letci, tak i tolerancí ke světlu, potravní preferenci a také vzhledem k umístění úkrytu.

Protože se soudí, že predace je jedním z hlavních důvodů, podle kterého netopýři orientují načasování výletu, je jako jedna z antipredačních strategií uváděn vznik klastrů (shluků) při opouštění úkrytu (tzv. clustering nebo clustering behaviour). Klastrem je myšlena skupina netopýřů, obvykle do deseti jedinců, kteří během krátké chvíle vylétají spolu. Mezi jednotlivými klastry je většinou chvíle, kdy vylétá málo jedinců, případně žádný. Tomuto chování se také někdy říká „outburst activity“ (Irwin & Speakman, 2003; Swift, 1980).

1.4 Cíle mé diplomové práce

Cílem mé diplomové práce bylo popsat načasování výletu mateřské kolonie netopýra rezavého (*Nyctalus noctula*) z denních úkrytů v urbánním prostředí, konkrétně ve městě Olomouc.

1. vliv externích faktorů. Vyhodnotit zda a jak je výlet ovlivněn různými faktory, jako je intenzita světla při výletu, fáze měsíce, míra predace a také klimatickými faktory, kam patří vnější teplota, oblačnost, souhrn srážek, relativní vlhkost, atmosférický tlak, rychlost a směr větru. Jelikož je známo, že na aktivitu netopýrů mohou mít vliv také klimatické podmínky předešlých dní, zkusila jsem testovat, zda tento vztah bude patrný i v mnou nasbíraných datech.

2. úroveň klastrování. Na početnějších koloniích jsem také analyzovala vliv klastrování (shlukování) netopýrů před výletem, kdy se předpokládá, že při vyšším počtu jedinců vylétajících rychle za sebou bude docházet k větší míře shlukování.

3. sezónní variabilita. Dále jsem se zaměřovala na to, jak se mění načasování výletu v průběhu měsíců od dubna po začátek srpna, kdy netopýři využívají letní úkryty a dochází ke střídání různých reprodukčních fází – gravidity, laktace a postlaktace.

2 Metodika

2.1 Lokalita

Výzkum probíhal na několika předem vybraných místech ve městě Olomouci. Olomouc se nachází ve sníženině Hornomoravského úvalu, má tedy rovinatý charakter, střed města se nachází ve výšce 219 m. n. m.. Město se rozkládá na soutoku řeky Moravy a Bystřice, v jižní části města se do řeky Moravy vlévá Mlýnský potok. Okrajově se severní části města dotýká chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví spolu s přírodními rezervacemi Chomoutovské jezero a Plané loučky. V Olomouci trvale bydlí 101 892 obyvatel a i přesto, že svou rozlohou 10 337 ha je šestým největším městem České republiky, některé městské části jako např. Chomoutov a Topolany jsou odděleny poli a mají spíše příměstský charakter. Svatý Kopeček je navíc dobrým výhledovým bodem, kdy leží na okraji Nízkého Jeseníku ve výšce 420 m.n.n. Převažující nížinný charakter se projevuje také na klimatu, které v této oblasti patří k těm nejteplejším v ČR. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 8 – 9 °C, s průměrnou rychlostí větru 2 – 5 m/s a roční úhrn srážek činí 550 – 700 mm (Profil města Olomouce, 2018; Městské a příměstské klima Olomouce a okolí, 2020).

Olomouc je charakteristická historickými budovami a hned po Praze je druhou nejvýznamnější památkovou rezervací v ČR. Kousek od historického centra se ovšem nachází i několik sídlišť tvořených panelovými domy např. Nová ulice, Lazce, Nové Sady. V Olomouci lze také najít mnoho parkových ploch, mezi tři nejvýznamnější patří Bezručovy, Čechovy a Smetanovy sady.

Možná i díky tomuto výskytu starých budov a stromů, ale i panelových domů, může mnoho netopýrů v Olomouci najít vhodné úkryty pro založení letních kolonií. Díky lidem zabývajících se ochranou netopýrů se v Olomouci také nachází mnoho netopýřích budek.

2.2 Modelový druh

Mým modelovým druhem byl netopýr rezavý (*Nyctalus noctula*). Jedná se o jednoho z našich nejběžnějších zástupců letounů (Chiroptera) spadající do čeledi netopýrovití (*Vespertilionidae*). Se svou hmotností 16-36 g a délkou předloktí 48-57 mm jde o poměrně velký druh netopýra. Je charakteristický krátkou hustou srstí rezavé barvy. Má širokou hlavu s krátkými tmavohnědými boltci a paličkovitým tragem ledvinovitého tvaru. (Anděra & Horáček, 2005). Křídla mají také tmavohnědou barvu a jsou úzká, dlouhá a zašpičatělá, díky

čemuž jsou dobře uzpůsobena pro lov v otevřenějším prostoru a pro delší přelety. Potrava se může lišit během roku, ale nejčastěji loví chrousty, můry, malé dvoukřídle a mnoho jiných brouků (Mackenzie & Oxford, 1995). Echolokace se pohybuje v rozmezí 18-27 kHz, vydává dobře rozpoznatelný a velmi silný hlas, který je možné batdetektorem zachytit na vzdálenost až 100 m (Key to the echolocation calls of British bats, 2020).

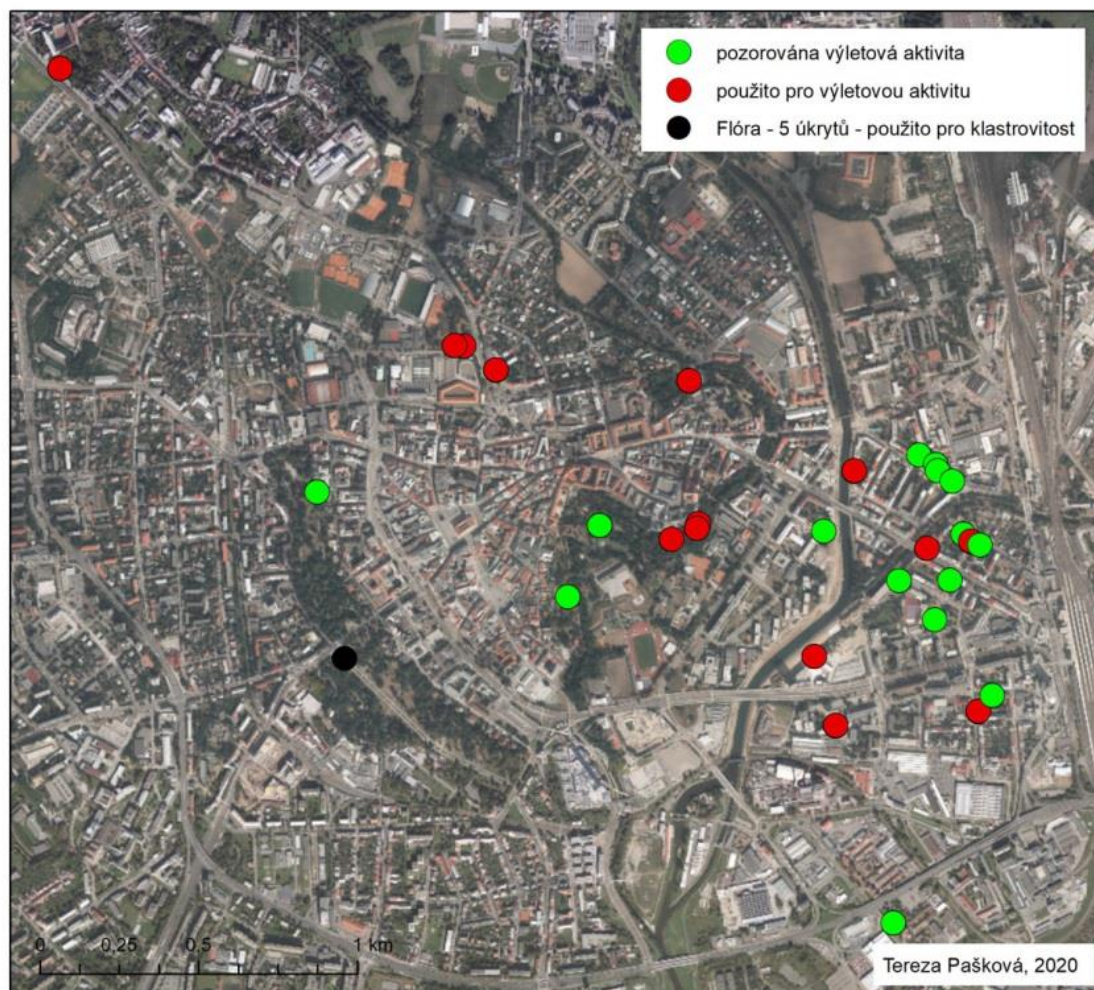
Netopýr rezavý je sociální druh, který tvoří letní kolonie čítající obvykle 20 – 50 jedinců, jedná se převážně o samice později i s mláďaty. Je typickým dutinovým druhem netopýra, denní úkryty letních kolonií najdeme nejčastěji v dutinách stromů, ty využívá také v zimním období, popřípadě ho v zimě můžeme najít i ve skalních skulinách (Dietz, von Helversen & Nill, 2009). V posledních letech, kdy dochází k úbytku přirozených úkrytů, roste počet nálezů denních úkrytů netopýrů v lidských budovách. Využívají takové prostory, které se těm přirozeným podobají a nabízí tak podobné klimatické podmínky, mluvíme často o větracích šachtách, štěrbinách ve zdech nebo pod střešními panely apod.. Jejich úkryty lze dobře najít i bez přímého záznamu výletu, a to z důvodu, že se v teplých dnech ozývají znělými sociálními hlasy, které můžeme slyšet ne jen před výletem, ale také během dne. Díky své velikosti jsou večer dobře pozorovatelní, čemuž také napomáhá to, že vyletují brzy, ještě za soumraku. Nejdříve loví potravu nízko nad zemí a teprve poté vyletují až několik desítek metrů vysoko (Anděra & Horáček, 2005).

U netopýrů lze sledovat roční cyklus, který má 4 fáze, kdy se střídá období aktivity a zimního odpočinku. Načasování jednotlivých fází je závislé na klimatických podmínkách. V průběhu tohoto reprodukčního cyklu, netopýři využívají různé typy úkrytů (Schnitzerová, Cepáková & Viktora, 2015).

2.3 Sběr dat

Pro zjištění načasování výletu netopýrů z denních úkrytů je možné využít různé metody. Například Holland et al. (2011) využívali pro sběr dat telemetrické přístroje, Thomas et al. (2013) zase ultrazvukové detektory, které zaznamenávaly hlasy netopýrů při výletu. Často se ale používá metoda méně náročná po technické stránce, kdy výzkumník vizuálně sleduje výletový otvor a zaznamenává výlet každého netopýra (Bullock, Combes, Eales, & Pritchard, 1987; Kaňuch, 2007; Shiel & Fairley, 1999), tuto metodu jsem využila i já, podrobněji popsáno níže.

Většina úkrytů, kde se v předešlých letech vyskytovaly letní kolonie netopýra rezavého, jsme znali ze záznamů mých konzultantů Evžena Tošenovského a Jiřího Šafáře. Některé úkryty byly přirozené, tedy v dutinách stromů, většinou se ovšem jednalo o úkryty umělé, umístěné nejčastěji za okapovou svodovou rourou apod. Umístění úkrytů v Olomouci využívaných v této práci lze vidět na obr. č. 1.



Obr. č. 1: Mapa části Olomouce s body ukazujícími umístění úkrytů netopýrů, kde byl prováděn výzkum.

Data byla sbírána ve třech sezónách, konkrétně v letech 2017 – 2019 a to v době tvorby letních kolonií, tedy převážně v rozmezí duben - začátek srpna. Byla tak zahrnuta doba březosti, laktace a postlaktace samic. Data jsem sbírala ve spolupráci se spolužačkou Terezou Žákovou a na hromadné monitorinky jsme využívaly pomoci od dalších spolužáků a kolegů.

Z celkem 298 sledování byla využita data pouze z 247 večerů, přičemž některá pozorování musela být vyřazena z jednoho z následujících důvodů:

- 1) Data byla získána v jiných měsících, než v dubnu – srpnu. Vyřadila jsem je, protože kolonie nebyly stabilní a nebylo možné přesně určit výlet zvířete, především šlo o pozdní měsíce (září – říjen), během kterých probíhají podzimní přelety, kdy se netopýři páří. Docházelo především k tomu, že jedinci často přilétli, nahlédli do úkrytu, a hned ho opustili.
- 2) U některých úkrytů nebyl zaznamenán žádný výlet a ani jiný pobytový znak (hlas, trus), šlo tedy pravděpodobně o neobsazený úkryt.
- 3) Úkryt nebyl obsazen netopýřem rezavým, ale jiným druhem.

Samotný sběr dat spočíval v pozorování výletových otvorů vedoucích z denních úkrytů netopýra rezavého. Z dřívějších studií (Gareth & Rydell, 1994; Kaňuch, 2007) je známo, že netopýr rezavý vylétává ze svých denních úkrytů i před západem slunce, proto jsme na místo zvolené pro daný večer chodili 30 minut před civilním západem slunce. Při výletu prvního netopýra bylo zapnuto nahrávání na diktafonu nebo mobilním telefonu, nahlášen čas výletu a nahrávání zůstalo zapnuté. Při každém dalším výletu netopýra pozorující řekl „ted“, a po uplynutí 30 minut od výletu posledního netopýra, popřípadě při návratu prvního netopýra zpět do úkrytu, byla nahrávka ukončena. V případě že byla jasná slyšitelná vokalizace netopýrů, čekali jsme dalších alespoň 10 minut, pokud došlo k výletu netopýrů, postupovalo se standardně. Při některých kontrolách jsme měřili intenzitu světla při výletu prvního netopýra pomocí přenosného luxmetru (UNITEST 93514). Zapisovali jsme také výskyt potencionálního predátora – poštolky obecné, jednak obecně její přítomnost v okolí úkrytu, případně chování pokud si sedla v blízkosti výletového otvoru.

Data klimatických podmínek jsem získala z Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), konkrétně z měřicí stanice O2OLOM01, která se nachází 17°28' východní zeměpisné délky a 49°58' severní zeměpisné šířky. Jde o měřicí stanici, která je nejbližší ke sledovaným lokalitám. Ve své práci jsem pracovala s mnoha proměnnými, které by mohly ovlivňovat výlet netopýrů (tab. č. 1). Mimo zpracovaných proměnných jsem měla k dispozici i denní průměrnou teplotu vzduchu, tu jsem však pro její vysokou korelaci s teplotou ve 21h nepoužila (Personův korelační koeficient $r = 0,96$). Zvolila jsem tu, která byla blíž času výletů netopýrů.

Tab. č. 1: Přehled použitých proměnných, jejich využitých zkratk a zdroje odkud byly získány

Označení proměnné	Vysvětlení	ZDROJ
doba do výletu	Doba do výletu vzhledem k západu slunce	Vlastní výpočet
luxy	Intenzita světla při výletu 1. netopýra	Měřeno na luxmetru
západ	Čas západu slunce	https://sunrise-sunset.org
reprodukce	Reprodukční období	Mnou stanoveno
počet netopýrů	Počet netopýrů, kteří vyletěli z úkrytu	Vlastní výpočet
délka dne	/	Vlastní výpočet
typ úkrytu	/	Mnou stanoveno
teplota	Teplota ve 21h	ČHMÚ
oblačnost	Pokrytí oblohy oblačností	ČHMÚ
rychlost větru	Rychlost větru ve 21h	ČHMÚ
směr větru	Směr větru ve 21h	ČHMÚ
srážky	Denní úhrn srážek	ČHMÚ
vlhkost	Relativní vlhkost vzduchu ve 21h	ČHMÚ
světlo měsíce	Den měsíčního cyklu od novu po úplněk	Vlastní výpočet
příznakZměny{proměnná} {typ změny}	Příznak změny vůči předchozímu období*	Vlastní výpočet

* Uvažují se tyto proměnné: úhrn srážek, rychlost větru, směr větru, teplotu vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, pokrytí oblohy oblačností

Typy změn: -1 (snížení oproti trendu), 0 (potvrzení trendu nebo beze změny), 1 (zvýšení oproti trendu, případně jen změna v případě směru větru)

Kromě absolutních hodnot klimatických dat jsem uvažovala i změny klimatických podmínek. Konkrétně mě zajímala reakce netopýrů na dva předešlé dny s nějakým nenulovým úhrnem srážek. Pro obecnější posouzení vlivu změn jednotlivých proměnných oproti trendu předchozích dní, jsem se rozhodla zpracovat a zahrnout jako nové proměnné příznaky změn oproti třem předchozím dnům, a to buď zvýšení hodnoty, snížení hodnoty nebo stav beze změny trendu. Kritériem změny pro mě byl interval vymezený prvním a třetím kvartilem posledních tří dní. Pokud byla pozorovaná hodnota proměnné nižší než spodní hranice tohoto

intervalu, byla označena jako „-1“, pokud byla vyšší, byla označena „1“. Hodnota spadající do intervalu byla 0. Trochu odlišně byl analyzován směr větru, protože se jedná o úhlovou proměnnou. Interval tvořila výšeč daná opět prvním a třetím kvantilem předchozích tří dní. Pokud hodnota naměřena v den, kdy probíhal výzkum, nespádala do výšeče trendu předchozích tří dní, den byl označen jako „1“.

Načasování výletu samic se může lišit v závislosti na reprodukčním období, ve kterém se nachází a to z důvodu, že v různém období mají různé energetické nároky. Počátek jednotlivých období se ovšem může každý rok trochu lišit, protože je závislý na vnějších podmínkách. Ve své práci jsem data jednotlivých období rozdělila na základě dostupné literatury (Jahelková, Hájková & Bláhová, 2009; Lučan, 2009; Bartonička, Řehák, Flousek & Furmankiewicz, 2015) na tři reprodukční období: 1) období gravidity (1. duben – 15. červen) 2) období laktace (16. červen – 15. červenec) a 3) období postlaktace (16. červenec - 31. srpen).

2.4 Analýza dat

Data jsem zpracovávala ve statistickém programu R verze 4.0.0. V první části jsem zjišťovala, jestli je nějaká závislost mezi dobou výletu (závislá proměnná) a klimatickými daty (kategorickými i spojitými).

Jednotlivé proměnné jsem tedy zpracovávala následovně:

- 1) Po prvním náhledu na závislost vybrané proměnné k době výletu v grafické podobě scatterplotu jsem testovala ještě numericky prostřednictvím R knihovny gvlma (Global Validation of Linear Model Assumptions), jestli jsou pro tento vztah splněny předpoklady lineární regrese. Pokud proměnná nespĺňovala předpoklady, pokusila jsem se transformovat, tak aby byly předpoklady naplněny. V případech, že toto nebylo možné, dále jsem proměnnou neuvažovala.
- 2) Byla zjištěna všeobecná významnost jednotlivých proměnných pro vysvětlení doby výletu prvního netopýra na základě příspěvku jednotlivé proměnné k variabilitě R^2 a dále i podle celkové statistické významnosti proměnné (F-test).
- 3) Závislost statisticky významných spojitých proměnných byla zachycena prostřednictvím scatterplotu a regresní křivky, významné kategorické proměnné jsem dále zpracovala z hlediska jednotlivých skupin kategorií prostřednictvím ANOVY, abych otestovala hypotézu, jestli se vzájemně ve vztahu k době výletu signifikantně liší. V případě, že daná

proměnná nesplňovala test normality resp. homogenity rozptylu, pak byl použit neparametrický Kruskal-Wallisův test. V obou případech, pokud se odlišnost skupin potvrdila, byly tyto dále zpracovány Tukey HSD testem v případě ANOVY, v případě Kruskal-Wallisova testu pak párovým Wilcoxonovým testem.

V druhé části jsem zjišťovala, jestli má některá sledovaná proměnná vliv na přítomnost výlet netopýra, k čemuž jsem použila logistickou regresi. Podobně jako u lineární regrese jsem se snažila vyloučit spojité proměnné, které nesplňují lineární vztah vzhledem k funkci přirozeného logaritmu rizika (log odds). Pro spojité proměnné, které ho splňovaly, jsem určila významnost tohoto vztahu na základě z-testu a hodnoty R^2 . V případě kategorických proměnných jsem použila pro zjištění významnosti test dobré shody.

Ve třetí části jsem posuzovala, zda netopýři při výletu vytvářeli klastry. Standardní metodiky analýzy klastrování jsou založeny většinou na statistickém vyhodnocení intervalů mezi jednotlivými výlety s předpokladem nerovnoměrného zastoupení početnosti jednotlivých intervalů. Statistická významnost klastrování se počítá na základě testu dobré shody oproti očekávání, v tomto případě oproti předpokladu rovnoměrného zastoupení četnosti jednotlivých intervalů. Běžně se pro vyhodnocení používá software Clustan (Speakman, Irwin, Tallach, & Stone, 1999), který umožňuje jak zpracování terénních dat (časování výletů), tak i statistické vyhodnocení intervalů v podobě testu dobré shody. Chí kvadrát tady zastupuje míru klastrovitosti. Já jsem pro zpracování dat využila specializovaný program Terklan vytvořený na zakázku mým konzultantem Markem Bednářem přímo pro potřeby načasování výletů, pomocí kterého jsem akustické signály z audionahrávek převedla manuálním klikáním na časovou distribuci výletů.

V diplomové práci používám jiný přístup výpočtu klastrování, který není založen na časových intervalech, ale na využití tzv. časového okna. Jednotlivé okamžiky výletů se převzorkují tak, že jednotlivé výlety vzdálené od sebe méně, než je doba časového okna (2s) jsou uvažovány za jeden shluk s příslušným počtem výletů netopýrů. Za shluk se považují všechny navazující výlety netopýrů, pokud není porušena podmínka, kdy od předchozího výletu uplyne doba větší než je stanovené časové okno. Pokud jsou tedy časové okamžiky výletů 2, 4, 6, 10, 12, 20 a 23s, po převzorkování dostaneme řadu 3-2-1-1, kde jednotlivé hodnoty odpovídají počtu výletů v „klastru“. Hodnota klastrovitosti je pak vypočítána na základě průměru převzorkovaných hodnot, tedy v našem případě bude $(3+2+1+1)/4=1,45$. Statistická významnost se určuje opět testem dobré shody, za referenční úroveň je považován

stav, kdy se očekávají po převzorkování pouze výlety po 1 netopýru. Hodnoty 3+2+1+1 se rozšíří o 0 na 3+2+1+1+0+0+0 a jsou poměřovány s očekávaným případem bez klastrů – 1-1-1-1-1-1-1-1 testem dobré shody. Výsledek ukazuje statistickou významnost tohoto způsobu klastrování.

Prostřednictvím jednoduché lineární regrese (ANOVY), pak hledám případný vztah ke klastrovitosti podobným způsobem jako v případě vztahu k výletu prvního netopýra. Nejdříve jsem u spojitých proměnných testovala předpoklady lineárního vztahu a případně je transformovala, aby podmínky byly splněny. Pokud to nešlo, proměnnou jsem z tohoto zpracování vyřadila. Kategorické proměnné byly opět zpracovány podobně jako u vztahu k výletu prvního netopýra za použití ANOVY, případně Kruskal-Wallisova testu.

Obě uvedené metody klastrovitosti neumožňují zachytit časový průběh výletu. Proto jsem se rozhodla ještě zpracovat pro každý ze sledovaných úkrytů frekvenci výletu v závislosti na čase. Frekvence je počítána jako počet výletů za časový interval od posledního výletu. Výsledky jsou pak reprezentovány v podobě scatter plot grafů, které prokládám křivkou lokální regrese metodou ggplot2 – aes_smooth – metoda loess.

Posledním výstupem z analýzy klastrovitosti je analýza zastoupení jednotlivých vteřinových intervalů, kde by podle předpokladu mělo na klastrovitost ukazovat větší zastoupení kratších intervalů a intervalů delších oproti středním, které by měly být poníženy. Tento trend jsem se snažila zachytit prostřednictvím grafu četnosti jednotlivých časových intervalů.

3 Výsledky

Pro analýzu jsem zpracovala 112 večerů, kdy vyletěl alespoň jeden netopýr a 135 večerů bez výletu. Z 247 večerů zahrnutých do analýzy, netopýři vyletovali ve 45% pozorování. Počet vyletujících netopýrů se pohyboval od 1 – 119 jedinců, kdy vyšší počty vyletujících jedinců byly zaznamenány především v druhé polovině července, kdy začínají vyletovat ten rok narozená mláďata. U jednotlivých spojitých proměnných byl naměřený různý rozsah hodnot (tab. č. 2).

Tab. č. 2: Rozsah naměřených hodnot u spojitých proměnných

Proměnná	Naměřený rozsah		
	Min	Max	Jednotky
Intenzita světla	1	650	Luxy
Doba do výletu od západu slunce	- 17	38	Minuty
Teplota ve 21h	7,3	26,4	°C
Rychlost větru	0	5,7	m/s
Srážky	0	42,6	mm
Vlhkost ve 21h	29	90	%

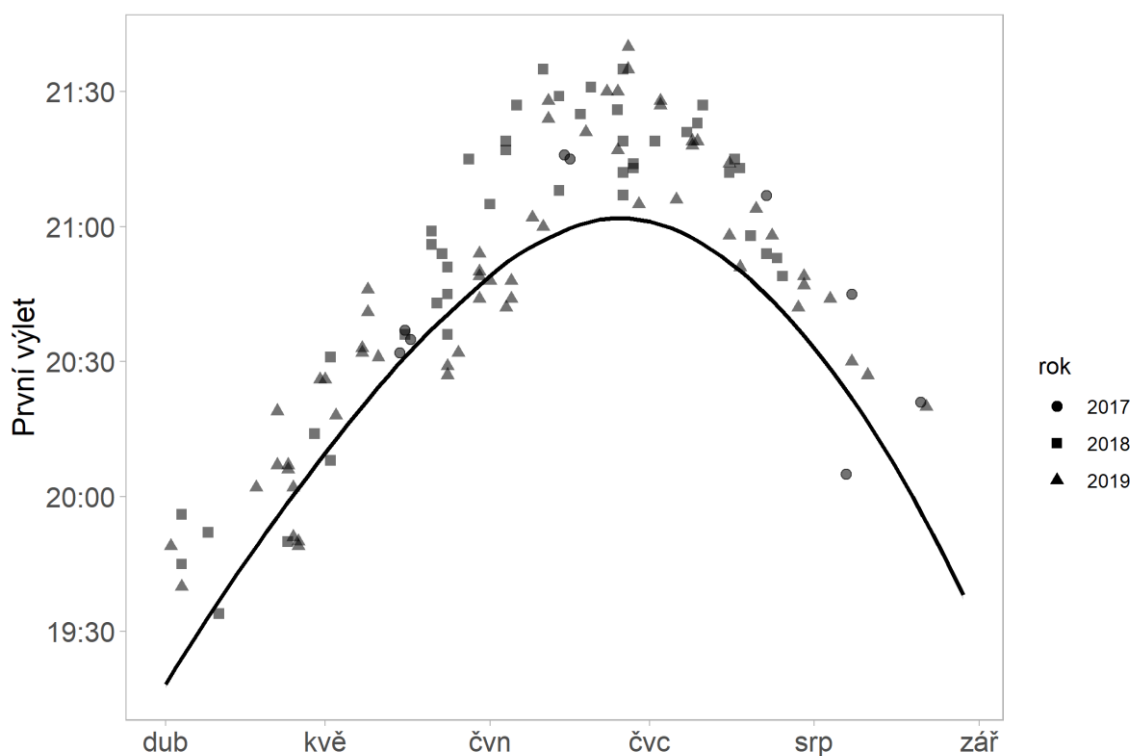
3.1 Chování před výletem

Před začátkem samotného výletu bylo možné slyšet sociální hlasy netopýrů. Většinou platilo, že čím víc netopýrů v kolonii bylo, tím dříve a hlasitěji se ozývali. U početnějších kolonií (př. lokalita Flóra) bylo možné hlasy slyšet už při příchodu na místo, tedy půl hodiny před západem slunce. Přibližně ve třech desítkách případů došlo k tomu, že i přes slyšitelné hlasy žádný netopýr nevyletěl. Do 10 případů ze všech pozorování jsme také zaznamenali pohyb kolem výletového otvoru, případně jeden jedinec vylezl z úkrytu ven, ale následně se ještě vrátil zpátky. Případně během některých večerů bylo také možné sledovat, jak netopýr vyletěl z úkrytu, chvíli kroužil kolem, ale poté se vrátil zpátky. Netopýři si takto testují intenzitu světla, než zcela opustí úkryt a vydají se na lov, toto před-výletové chování se nazývá „light sampling“ (Erkert, 1982).

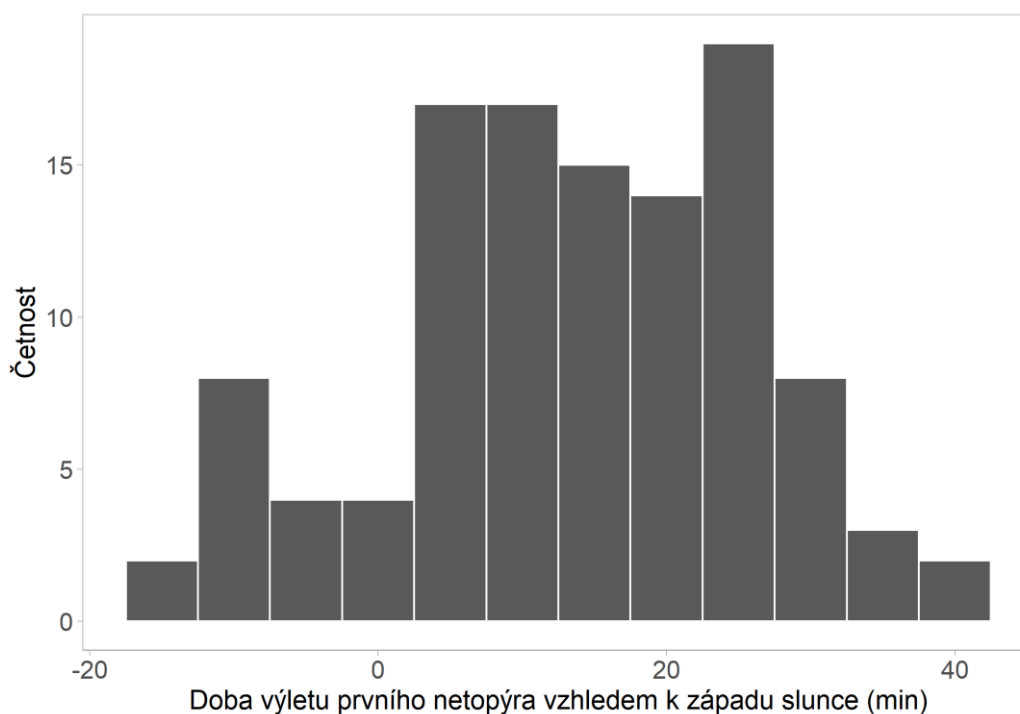
Také jsme pozorovali situaci, která bývá zmiňována i v jiných studiích, že po výletu prvního netopýra nastává delší časový rozestup, než vyletí další jedinci (Lučan, 2009). Pokud jsme viděli návrat netopýra do úkrytu, bylo většinou možné pozorovat kroužení kolem vstupu, případně několik náletů na výletový otvor, než zvíře do úkrytu zalezlo.

3.2 Načasování výletu

Načasování výletu prvního netopýra bylo situováno kolem doby západu slunce (obr. č. 2). Pro eliminaci vlivu netopýrů, kteří vyletěli podstatně dříve nebo později, uvádím medián výletu prvního netopýra, který je 14,00 minut po západu slunce. Průměr nicméně příliš rozdílný není 13,49 minut po západu slunce (obr. č. 3). Pouze výjimečně vylétali netopýři před západem slunce, a to nejčastěji v období porodů (první polovina června).



Obr. č. 2: Graf zobrazující čas výletu prvního netopýra od dubna do srpna v jednotlivých letech výzkumu. Plná čára ukazuje změnu západu slunce v té době.



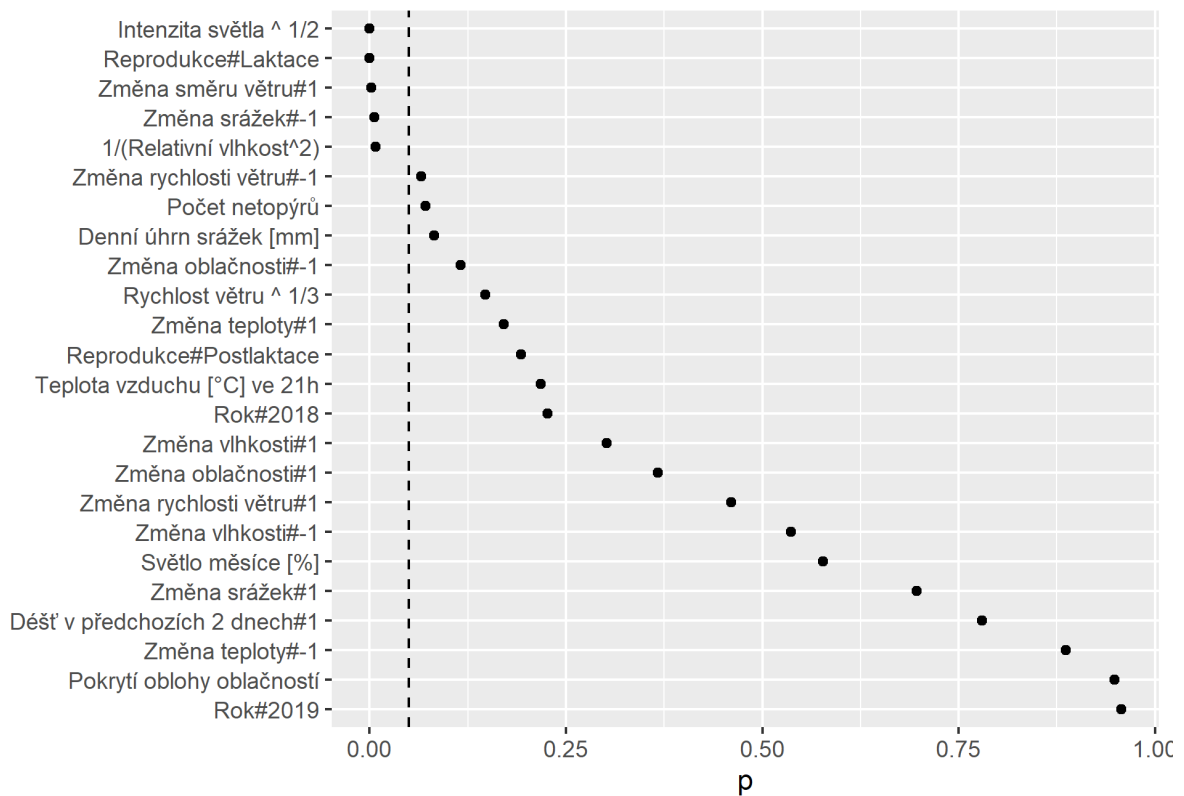
Obr. č. 3: Četnost pozitivních pozorování v závislosti k minutám od západu slunce.

3.3 Vliv ekologických faktorů na dobu výletu

Při posuzování všeobecného vlivu jednotlivých kontinuálních proměnných na dobu výletu se ukázala být na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky významná transformovaná intenzita světla (odmocnina) naměřená při výletu prvního netopýra, dále pak typ úkrytu, reprodukční období, změna směru větru, transformovaná vlhkost (převrácená hodnota druhé mocniny) a změna srážek (tab. č. 3 a obr. č. 4). Bližší popisné informace mezi jednotlivými kategoriemi významných kategorických proměnných jsou uvedeny v tabulkách v příloze.

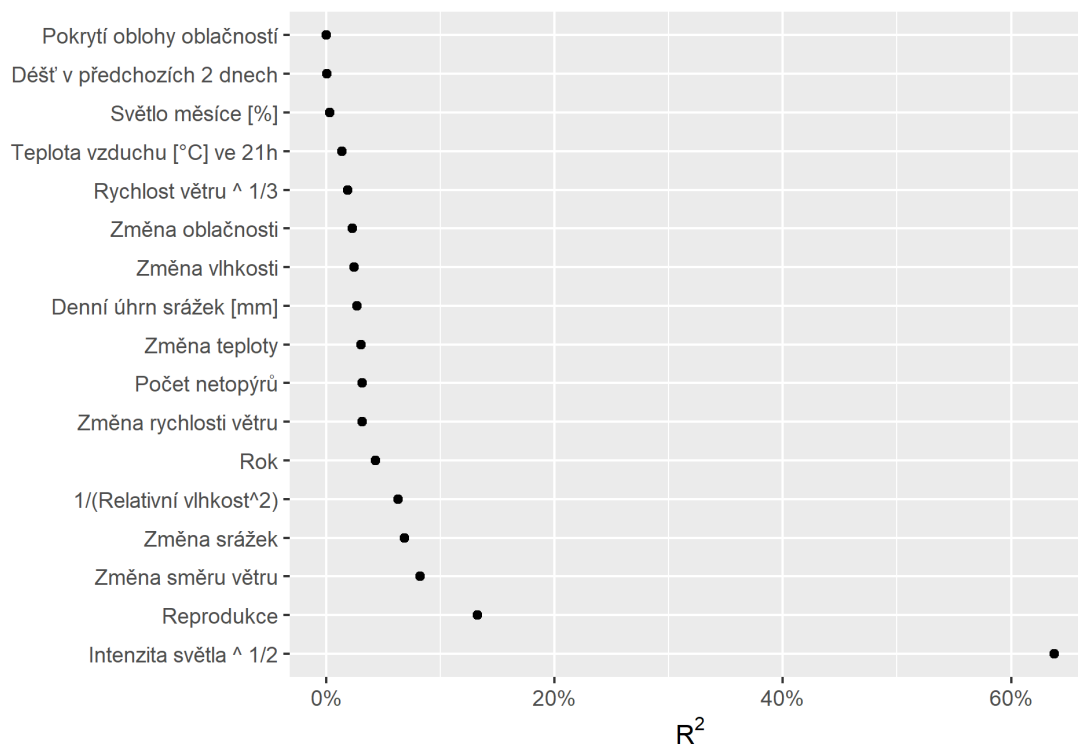
Tab. č. 3: Posouzení všeobecného vlivu jednotlivých proměnných na dobu výletu prvního netopýra. P-hodnoty jsou všeobecné zhodnocení významnosti proměnných ve vztahu k době výletu prvního netopýra na základě F-testu. Sloupec R^2 označuje příspěvek proměnné k vysvětlení variability doby výletu.

Proměnná	R^2	F - test	p
Intenzita světla \wedge 1/2	6.4e-01	F(1,76)=134	< 0.001
Reprodukce	1.3e-01	F(2,110)=8.39	< 0.001
Změna směru větru	8.2e-02	F(1,111)=9.95	0.002
1/(Relativní vlhkost\wedge2)	6.3e-02	F(1,111)=7.46	0.007
Typ úkrytu	3.2e-01	F(1,17)=8.2	0.011
Změna srážek	6.9e-02	F(2,110)=4.05	0.020
Počet netopýrů	3.1e-02	F(1,103)=3.33	0.071
Denní úhrn srážek	2.7e-02	F(1,111)=3.08	0.082
Rok	4.3e-02	F(2,110)=2.47	0.089
Rychlost větru \wedge 1/3	1.9e-02	F(1,111)=2.13	0.150
Změna rychlosti větru	3.1e-02	F(2,110)=1.78	0.170
Změna teploty	3.1e-02	F(2,110)=1.74	0.180
Teplota vzduchu ve 21h	1.4e-02	F(1,111)=1.54	0.220
Změna vlhkosti	2.4e-02	F(2,110)=1.36	0.260
Změna oblačnosti	2.3e-02	F(2,110)=1.29	0.280
Světlo měsíce	2.8e-03	F(1,111)=0.313	0.580
Děšť v předchozích 2 dnech	7.1e-04	F(1,111)=0.0785	0.780
Pokrytí oblohy oblačností	3.8e-05	F(1,111)=0.00423	0.950



Obr. č. 4: Statistická významnost lineárního vztahu jednotlivých proměnných vzhledem k době výletu prvního netopýra. Přerušovaná čára odpovídá P hodnotě 0,05.

Při analýze jednotlivých proměnných se ale ukázalo, že většina vysvětlovala jen malou část variability doby výletu. Nejvíce vysvětlující se ukázala být intenzita světla a reprodukční období (obr. č. 5). Z hlediska odlišnosti jednotlivých skupin kategoriálních proměnných vyšly na hladině významnosti $\alpha=0,05$ signifikantně typ úkrytu, reprodukční období, změna směru větru, a změna srážek (tab.4).



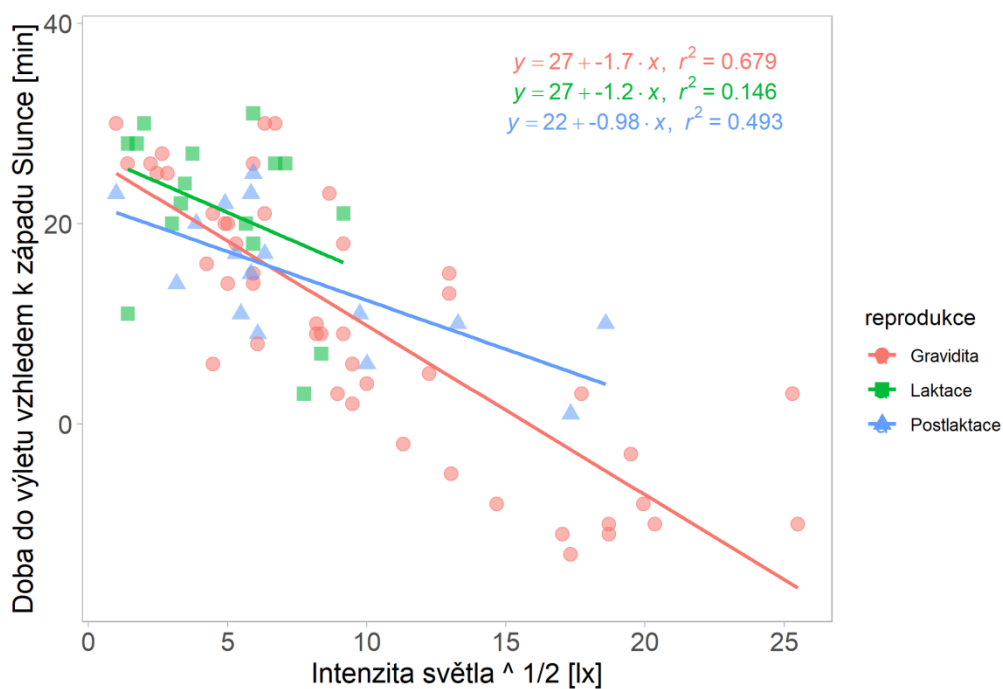
Obr. č. 5: Příspěvek k vysvětlení variability doby výletu prvního netopýra.

Tab. č. 4: Vliv jednotlivých kategoričkových proměnných na dobu výletu prvního netopýra. P-hodnoty jsou získané pomocí ANOVy, případně Kruskal-Wallisova testu. Proměnné označeny jako „příznakZměny“ posuzuje situaci, jaký má vliv na dobu výletu změna v dané proměnné oproti předchozím dvěma (srážky v předchozích 2 dnech) nebo třem dnům.

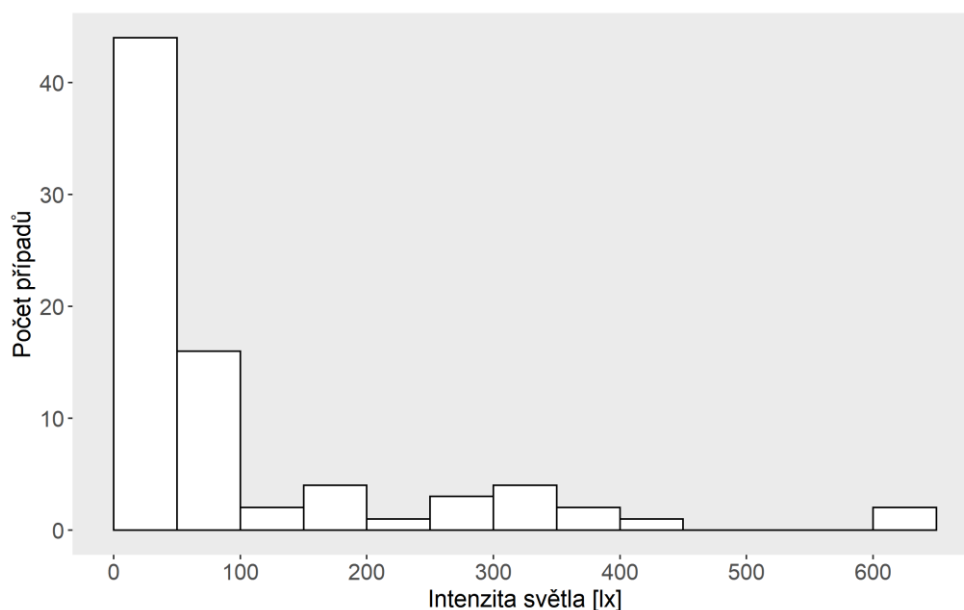
Proměnná	Analýza	test F/ChiSq	p_hodnota
Reprodukce	A	F(2,110)=8.4	0.00041
příznakZměnySměruVětru	KW	$\chi^2(1)=7.5$	0.00610
typ úkrytu	A	F(1,17)=8.2	0.01100
příznakZměnySrážek	A	F(1,111)=4.2	0.04300
příznakZměnyTeploty	A	F(1,111)=3.1	0.08200
příznakZměnyVlhkosti	A	F(1,111)=2.7	0.11000
příznakZměnyRychlostiVětru	A	F(1,111)=1.4	0.23000
rok	A	F(1,111)=1.4	0.23000
příznakZměnyOblačnosti	A	F(1,111)=0.44	0.51000
příznakZměnySrážek2dny	A	F(1,111)=0.078	0.78000

3.3.1 Intenzita světla

Proměnnou, která nejvíce přispívá k vysvětlení variability ($F_{1,76} = 134$, $P < 0,001$), je intenzita světla při výletu prvního netopýra. Tato proměnná však nesplňovala podmínky lineární regrese, proto byla transformována druhou odmocninou. Zajímalo mě také, jestli se charakter závislosti měnil vzhledem k reprodukčnímu období. Výsledky ukazují, že zejména v době laktace a postlaktace netopýři vyletovali především při nízkých intenzitách světla, zatímco v období gravidity bylo zaznamenáno i pár výletů při vyšší intenzitě (obr. č. 6). Obecně se ale ukázalo, že netopýři vyletují při co nejnižší intenzitě světla, v naměřených datech se jednalo nejčastěji o intenzitu do 100 luxů (obr. č. 7).



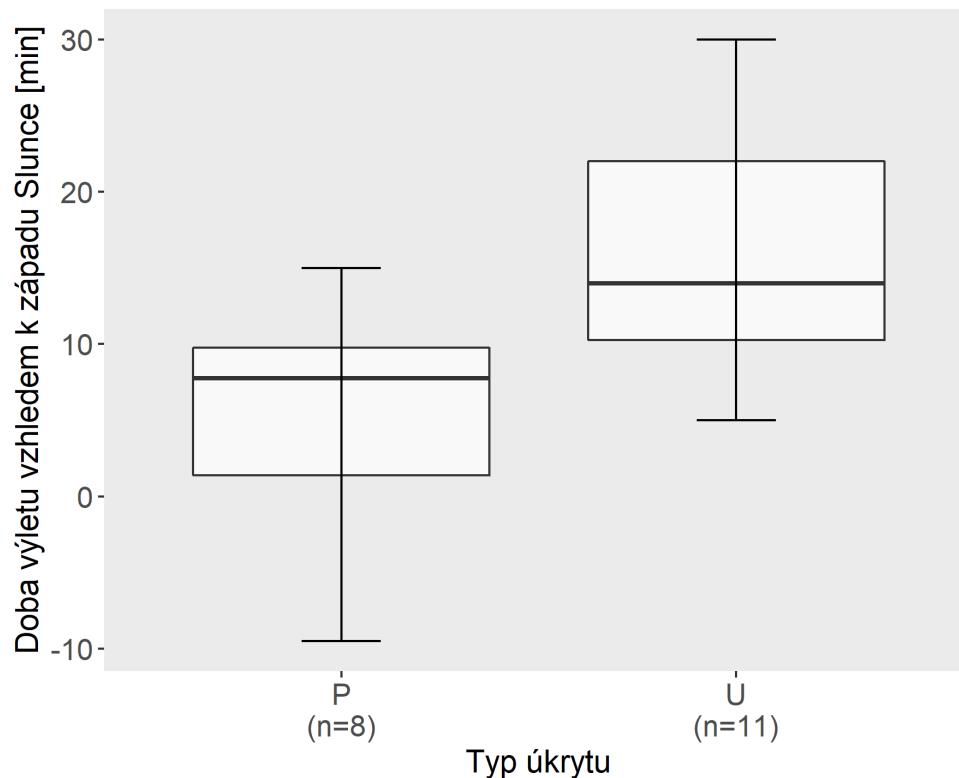
Obr. č. 6: Doba výletu prvního netopýra od západu slunce v závislosti na množství luxů naměřených při výletu prvního netopýra.



Obr. č. 7: Histogram četnosti výletu prvního netopýra vzhledem k množství naměřených luxů v tuto dobu.

3.3.2 Typ úkrytu

Pro hodnocení, zda má typ úkrytu vliv na načasování výletu jsem úkryty rozdělila na umělé (situované v budovách nebo mostech) a přirozené (ve stromech). Typ úkrytů je na rozdíl od jiných proměnných specifický tím, že může přispívat k pseudoreplikaci. Vzhledem k tomu, že jsme neměli na jednotlivých úkrytech stejný počet opakování, rozhodla jsem se pseudoreplikaci předejít použitím mediánu hodnot doby výletu za každý úkryt. Výsledkem byl omezený počet případů vstupujících do analýzy, přesto však byly splněny všechny předpoklady pro použití ANOVy, kde se potvrdila statistická odlišnost jednotlivých typů úkrytů na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ($P = 0,01$). Z umělého úkrytu netopýři vylétují později a to o 6,25 minut v mediánu (obr. č. 8).

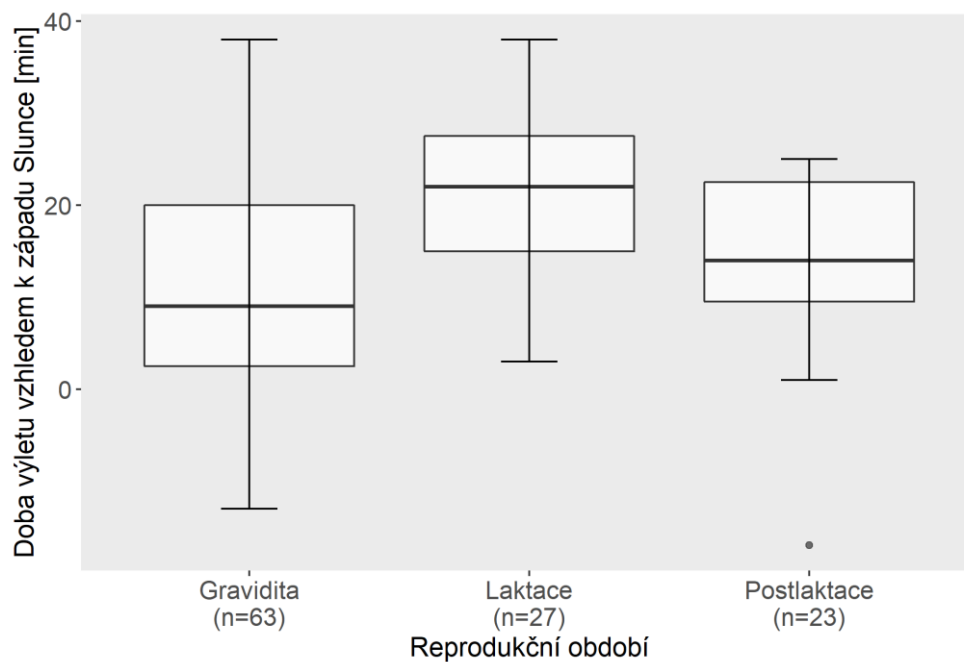


Obr. č. 8 : Doba do výletu prvního netopýra od západu slunce z přirozených (P) a umělých (U) úkrytů. Silná čára je medián, hrany boxu zobrazují interkvartilové rozpětí, vousy udávají nejvyšší a nejnižší hodnotu náležící do 1,5 násobku interkvartilového rozpětí.

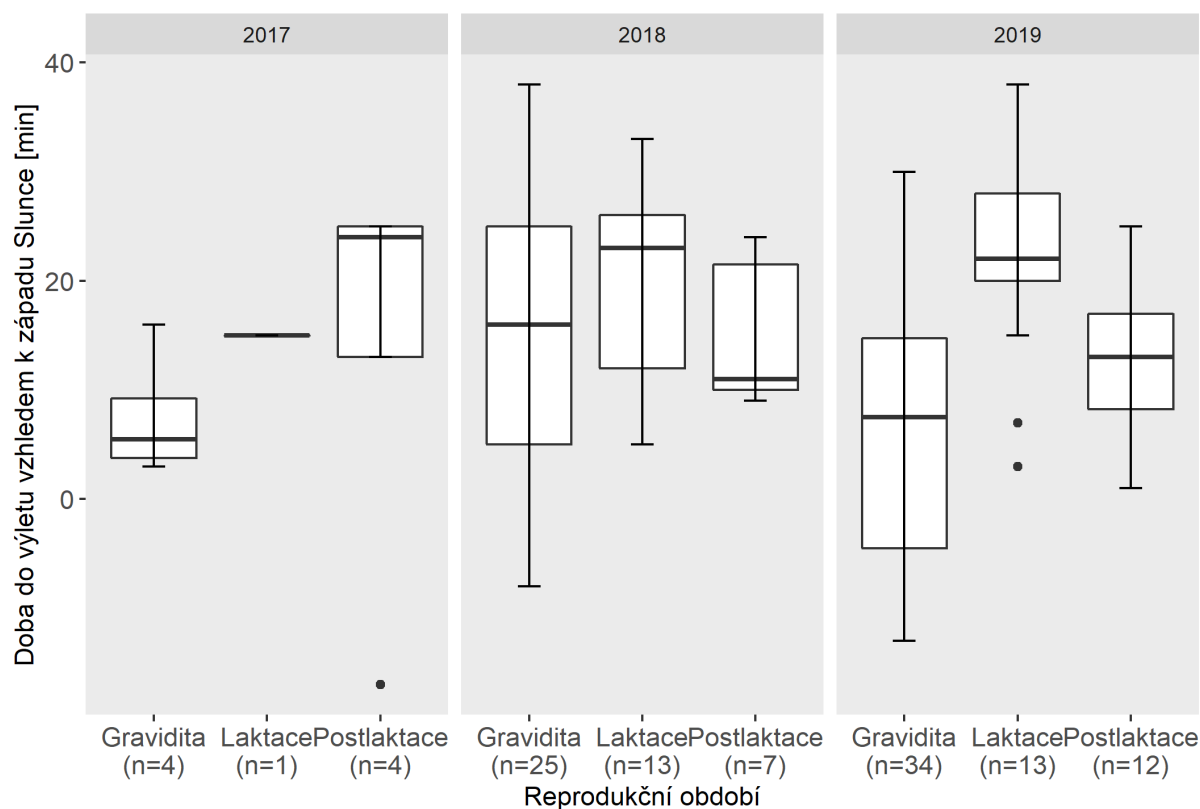
3.3.3 Reprodukční období

Čas výletu prvního netopýra se v jednotlivých obdobích lišil (obr. č. 9). Za všechny tři sezóny se ukázalo, že nejdříve vylétali v období gravidity, kdy v průměru netopýři vylétávali o 13 minut dříve oproti laktaci a o 5 minut dříve oproti postlaktaci. Výlet prvního netopýra navíc v období gravidity nastal ve větším časovém rozpětí ve vztahu k západu slunce, opak byl pozorován v období postlaktace.

Při rozpracování načasování výletu do jednotlivých let se ukázal stejný trend ve všech třech letech, tedy, že samice vylétávají dříve v období gravidity, než v období laktace a postlaktace. (obr. č. 10).



Obr. č. 9: Doba výletu prvního netopýra k času západu slunce v závislosti k třem reprodukčním obdobím (gravidita, laktace, postlaktace). Silná čára je medián, hrany boxu zobrazují interkvartilové rozpětí, vousy udávají nejvyšší a nejnižší hodnotu náležící do 1,5 násobku interkvartilového rozpětí.

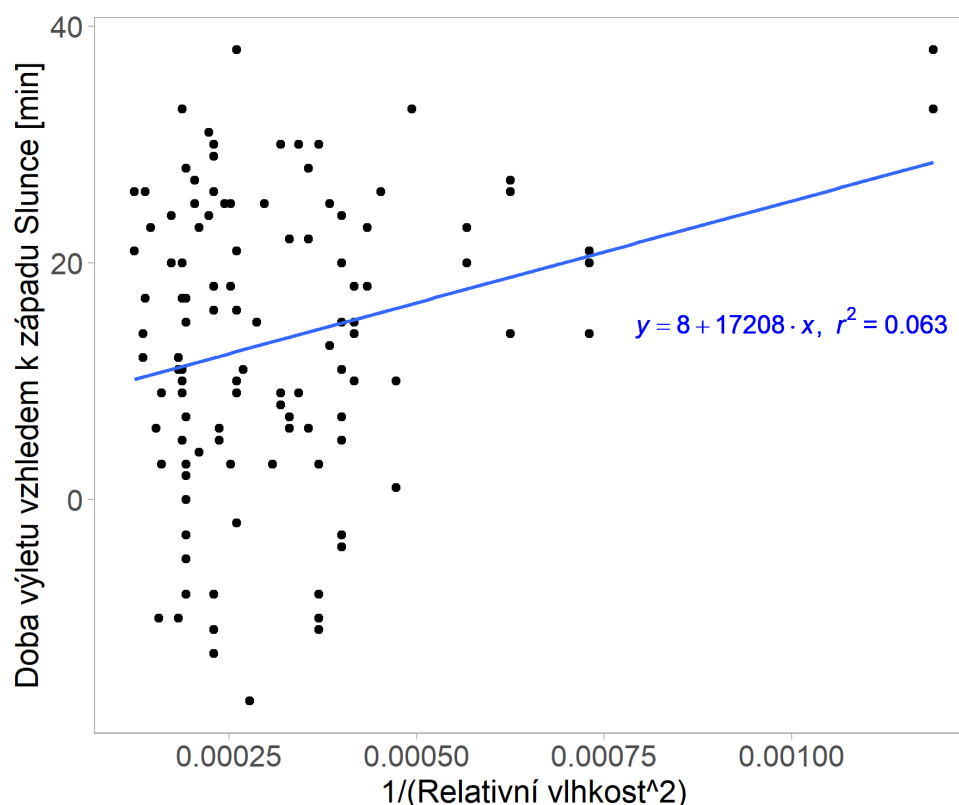


Obr. č. 10: Doba výletu prvního netopýra k času západu slunce v závislosti na reprodukčním období v jednotlivých letech. Počet vylétlých netopýrů je dán čísly nad sloupci. Silná čára je medián, hrany boxu zobrazují interkvartilové rozpětí, vousy udávají nejvyšší a nejnižší hodnotu náležící do 1,5 násobku interkvartilového rozpětí, jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty.

Data jsem zanalyzovala také bez případů, kdy vyletěl víc jak jeden netopýr ($n = 79$), protože se mohlo jednat pouze o solitérního samce, který nemusí mít tak vysoké energetické nároky jako samice. Rozdíl v době výletu byl ovšem zanedbatelný. Mediány v jednotlivých obdobích při eliminaci případů, kdy vyletěl pouze jeden netopýr, byly: gravidita ($n = 44$) = 9 min, laktace ($n = 20$) = 21,5 min, postlaktace ($n = 15$) = 15 min po západu slunce. Také jsem zkoušela období gravidity rozdělit na dvě poloviny podle dnu v roce, kdy jsem předpokládala, že v druhé polovině, by samice mohly vyletovat později, protože se už nachází v pokročilém stádiu gravidity, tento trend se ovšem nijak neprojevil: 1. polovina gravidity ($n = 26$, medián = 14 min, průměr = 11 min), druhá polovina gravidity ($n = 37$, medián = 6 min, průměr = 9 min).

3.3.4 Relativní vlhkost vzduchu

Jako statisticky významnou proměnnou na dobu výletu se ukázala být i transformovaná vlhkost vzduchu (převrácená hodnota druhé mocniny) naměřena ve 21h ($F_{1,111} = 7,46$, $P < 0,01$). Při klesající relativní vlhkosti vzduchu docházelo k pozdějšímu výletu prvního netopýra (obr. č. 11).



Obr. č. 11: Vliv relativní vlhkosti vzduchu na dobu výletu prvního netopýra.

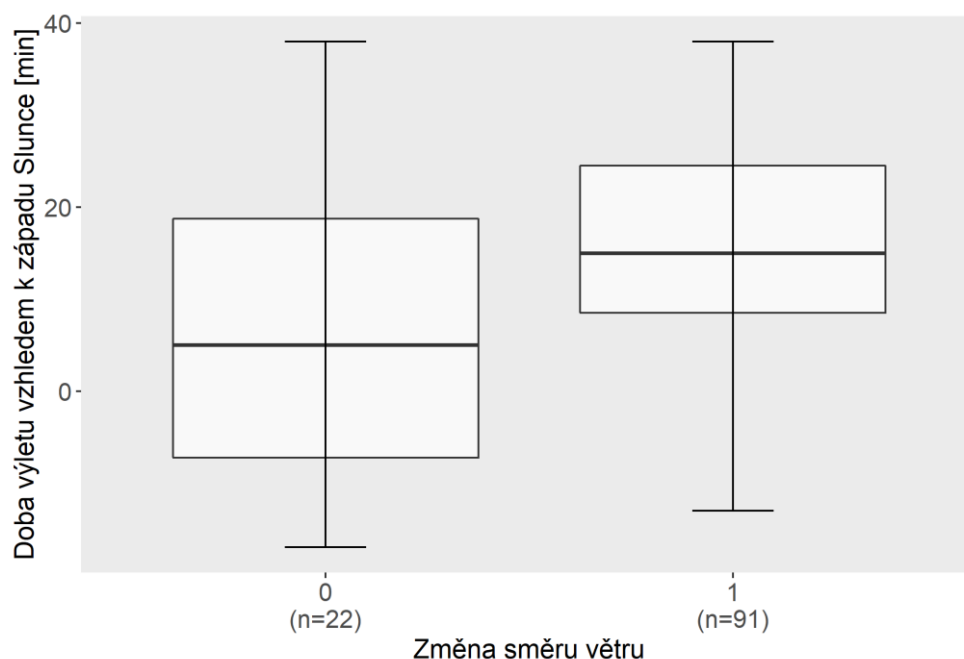
3.3.5 Vliv změny počasí na výlet

Při testování změny v jednotlivých proměnných oproti trendu předchozích tří dní se statisticky signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ukázaly být směr větru a změna denního úhrnu srážek (tab. č. 4).

3.3.5.1 Směr větru

Nejvýznamnější vliv měl směr větru ($P < 0,01$). Vzhledem k porušení podmínek předpokladů ANOVy byl hodnocen testem Kruskal-Wallise. Pokud změna směru nastala ($n = 91$), výlet prvního netopýra nastal výrazně později (pro medián o 10 minut), a v širší časové škále (IQR pro změnu oproti trendu = o 10 minut déle) (obr. č. 12). Směr větru byl testován i

v kombinaci s typem úkrytu pro ověření hypotézy, že na změnu směru větru v přirozených úkrytech netopýři reagují více než v případě úkrytů umělých. Výsledky potvrzují mnohem větší časovou prodlevu mezi výletem v případě změny směru větru u přirozených úkrytů (prodleva 17 minut) oproti umělým úkrytům (prodleva 5 minut). Interakce jsou statisticky významné (tab. č. 5).



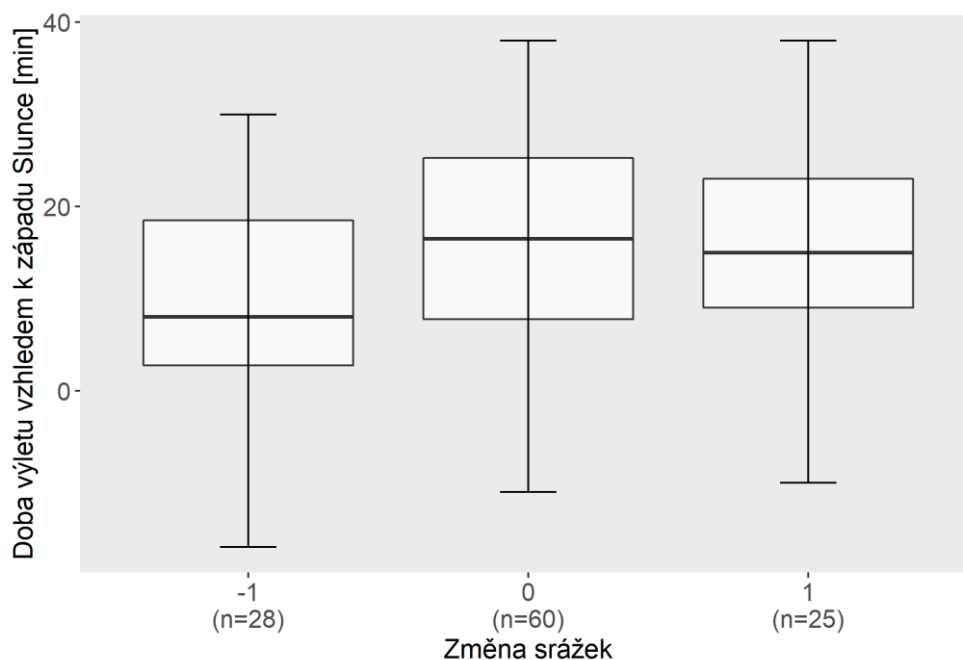
Obr. č. 12: Vliv změny směru větru na dobu výletu prvního netopýra, 0 označuje, pokud ke změně nedošlo, 1 pokud ke změně došlo. Silná čára je medián, hrany boxu zobrazují interkvartilové rozpětí, vousy udávají nejvyšší a nejnižší hodnotu náležící do 1,5 násobku interkvartilového rozpětí.

Tab. č. 5: Výsledky lineární regrese pro interakci změny směru větru a typ úkrytu. PriznakZmenySmeruVetru1 je pokud došlo ke změně směru větru oproti trendu předchozích tří dní, typ_ukrytuU označuje umělý úkryt.

	Estimate	SE	t_hod.	p	
(Intercept)	-4.571	4.260	-1.073	0.285647	
PriznakZmenySmeruVetru1	17.026	4.691	3.630	0.000434	***
typ_ukrytuU	16.038	5.160	3.108	0.002400	**
PriznakZmenySmeruVetru1:typ_ukrytuU	-11.717	5.715	-2.050	0.042753	*

3.3.5.2 Srážky

Druhou významnou změnou byla změna v denním úhrnu srážek ($P < 0,05$), která byla testována pomocí ANOVY, kdy byly jednotlivé třídy vyhodnoceny jako statisticky významné na hladině $\alpha = 0,05$ ve vztahu k době výletu prvního netopýra. Mezi jednotlivými třídami byla nalezena statistická významnost při snížení úhrnu srážek (-1) oproti trendu (0). Při nižším úhrnu srážek došlo k dřívějšímu výletu, v mediánu se jednalo o 8 minut. K výletu při zvýšení úhrnu srážek (1) docházelo v porovnání s trendem (0) téměř ve stejnou dobu (obr. č. 13).

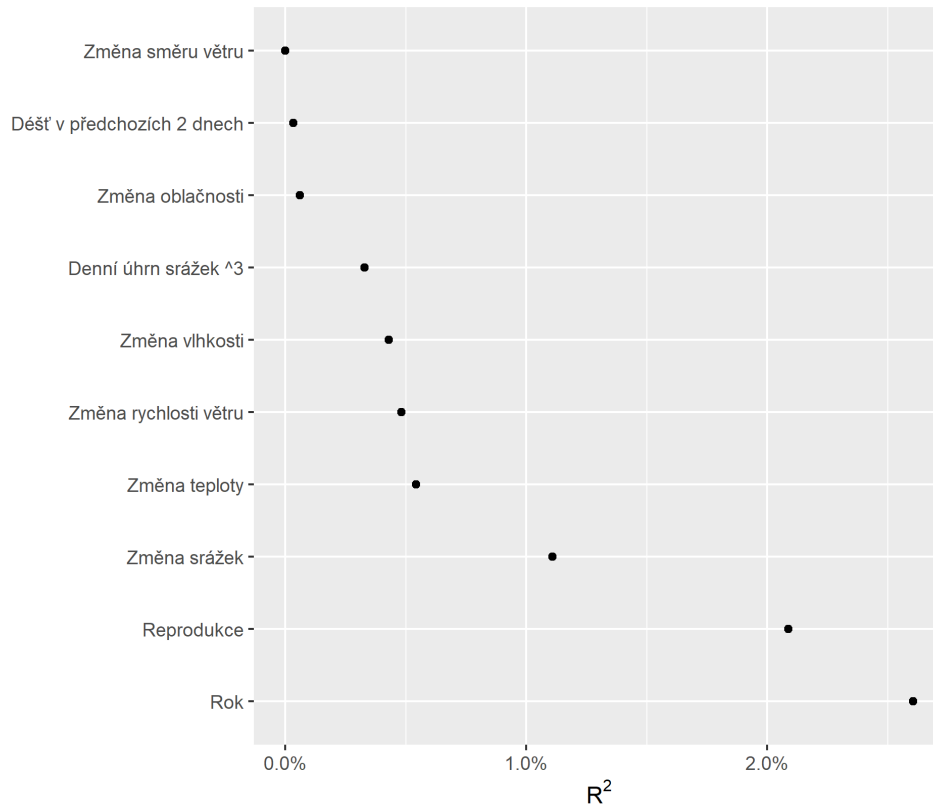


Obr. č. 13: Vliv změny v denním úhrnu srážek v den pozorování v porovnání se třemi předešlými dny. Na ose x jsou kategorie kdy: nedošlo ke změně (0), došlo ke snížení oproti trendu (-1), došlo ke zvýšení oproti trendu (1). Silná čára je medián, hrany boxu zobrazují interkvartilové rozpětí, vousy udávají nejvyšší a nejnižší hodnotu náležící do 1,5 násobku interkvartilového rozpětí.

3.4 Vliv proměnných na pozitivní výletovou aktivitu

Celkem bylo zaznamenáno 112 pozitivních případů s výletem netopýrů z celkového množství 247 pozorování. Před testováním statistické významnosti bylo třeba zjistit, jestli spojitě proměnné odpovídají předpokladům lineární vazby mezi přirozeným logaritmem rizika (log odds) a vlastní proměnnou. Toto nespĺňovala žádná proměnná. Podařilo se mi transformovat pouze 1 proměnnou, tak aby byly podmínky splněny. Tou byly srážky transformované třetí mocninou. Přes splnění lineárního vztahu se statistický význam srážek ve

vztahu k výletům nepotvrdil ($P = 0,545$). Při analýze jednotlivých proměnných se nicméně ukázalo, že většina z nich vysvětlovala jen malou část variability toho, zda netopýr vyletí nebo nevyletí (obr. č. 14).



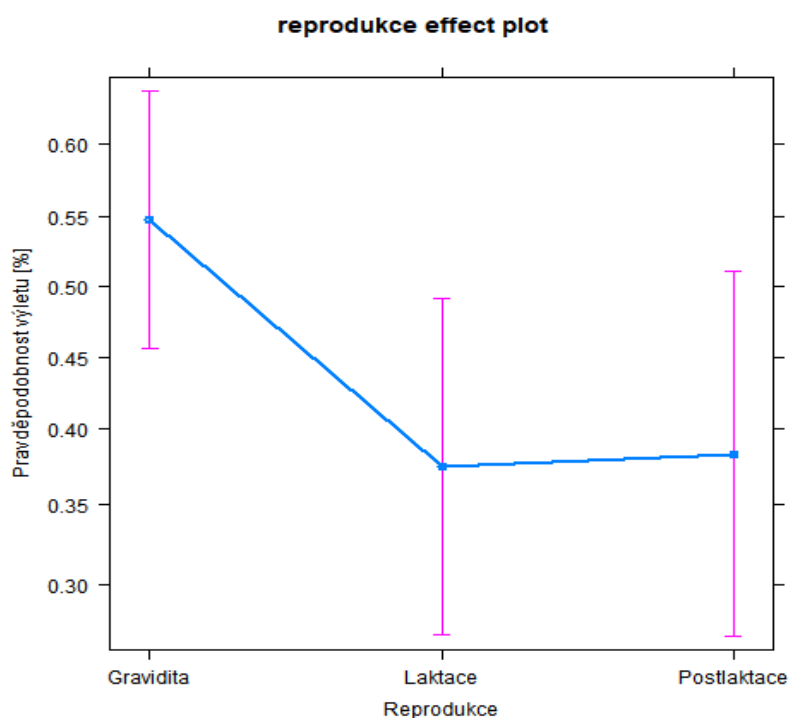
Obr. č. 14: Posouzení všeobecného vlivu jednotlivých proměnných na pozitivní výlet netopýra. R^2 -hodnoty jsou získané přepočtem z výsledků logistické regrese.

Tab. č. 6: Vliv významných jednotlivých proměnných na výlet netopýra

Proměnná	beta	z	p_hodnota
reprodukceLaktace	-7.0e-01	z(244)=-2.3	0.022
reprodukcePostlaktace	-6.7e-01	z(244)=-2.1	0.040

Po použití logistické regrese pro posouzení vlivu jednotlivých proměnných na pozitivní výlet se ukázalo být na hladině $\alpha = 0,05$ významné pouze reprodukční období (tab. č. 6). Hodnoty reprodukce jsou však vztaženy ke graviditě, která byla referenční kategorií, a tedy ukazují spíše na statistickou významnost z hlediska výletovosti oproti této referenční kategorii. Statistickou významnost dokazuje také test dobré shody $\chi^2(2) = 7,08$, $P < 0,05$.

Vysoká pravděpodobnost výletu je zejména v období gravidity, oproti tomu v období laktace a postlaktace je pravděpodobnost výletu znatelně nižší (obr. č. 15).



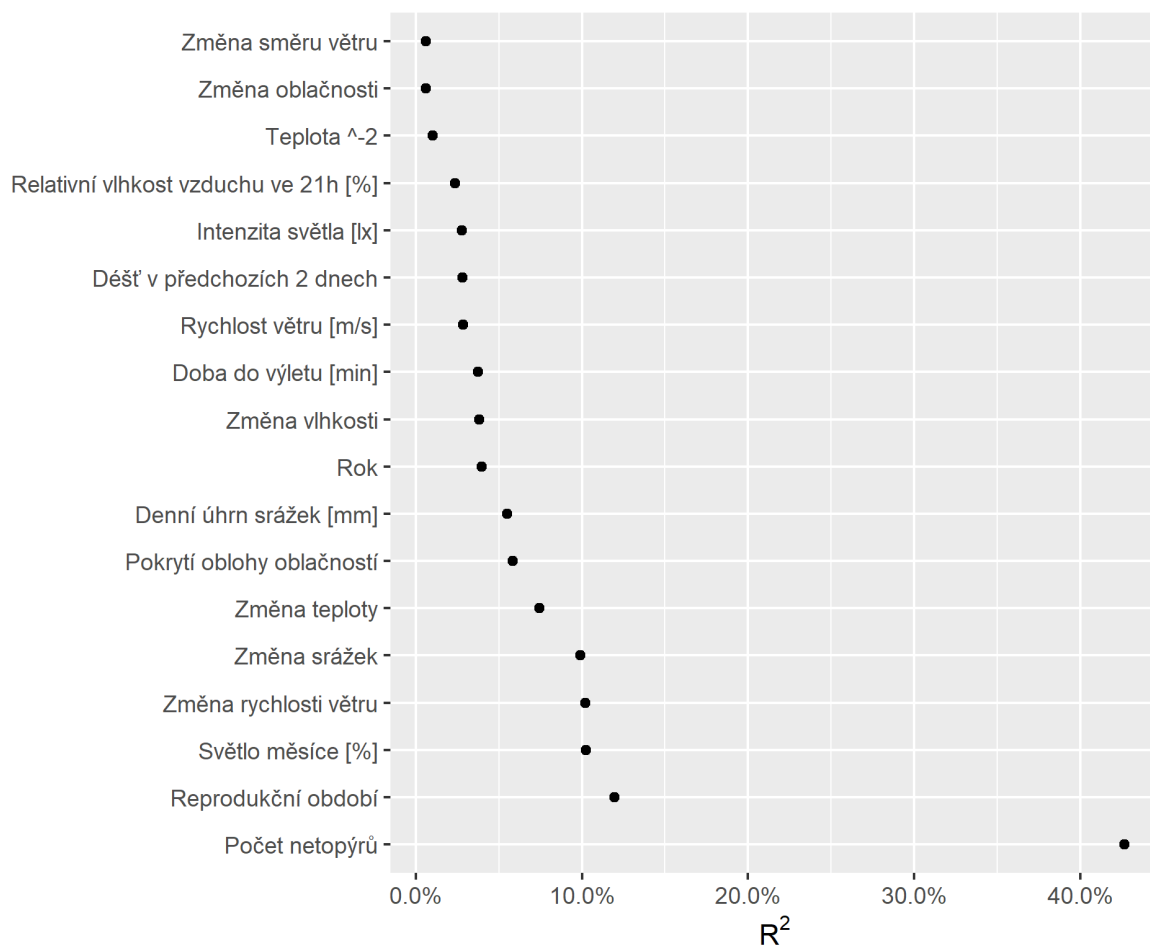
Obr. č. 15: Pravděpodobnost výletu netopýrů z denních úkrytů v jednotlivých reprodukčních obdobích. Rozsah vousů udává maximální a minimální naměřenou hodnotu, středové body zobrazují průměr naměřených hodnot.

3.5 Klastrování

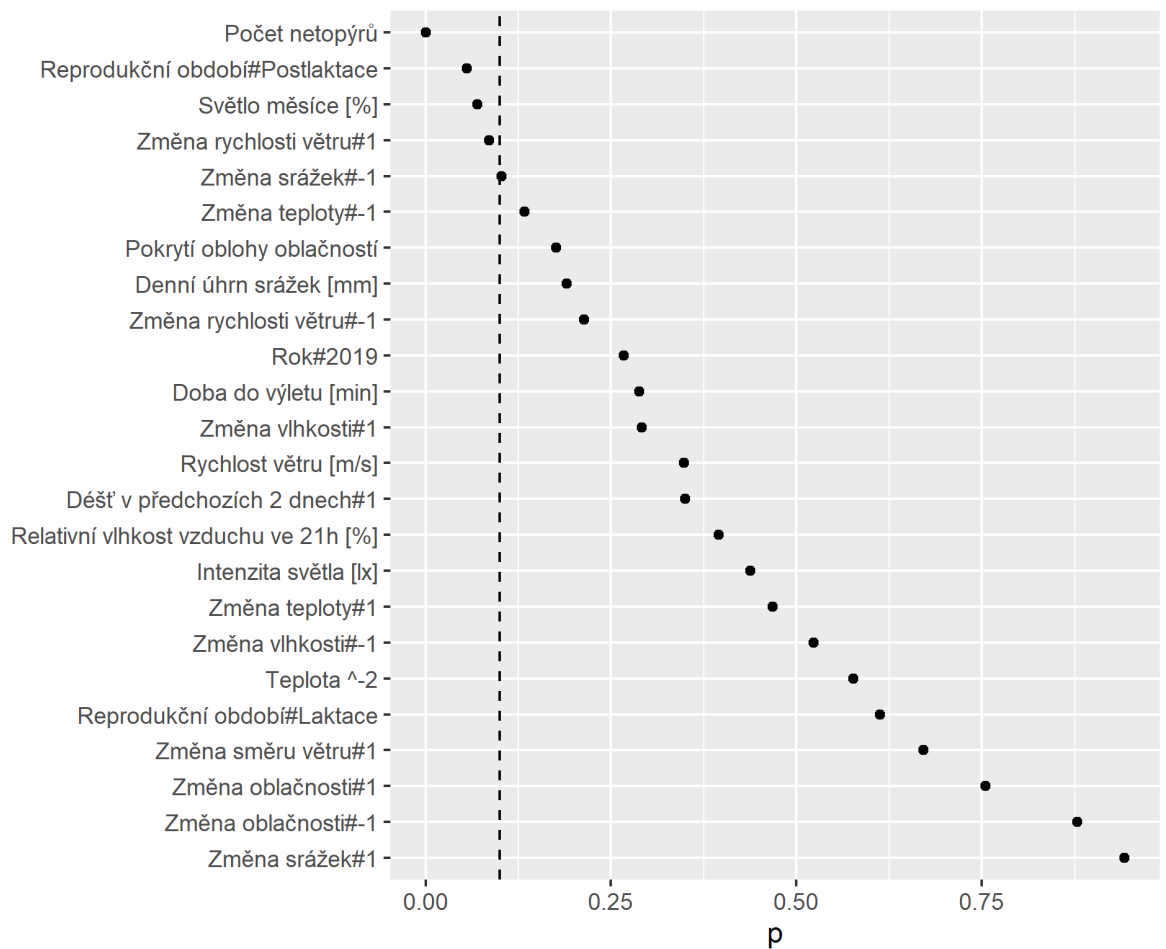
Do analýzy klastrování vstupovalo celkem 33 pozorování na 5 úkrytech. Všechna pozorování byla ohodnocena stupněm klastrování a statistickou významností vzoru výletů oproti variantě bez klastrování. Jedinou spojitou proměnnou splňující podmínky linearity byl počet netopýrů. Test linearity je většinou dostatečně citlivý na jakékoliv odlehlé hodnoty zejména při nízkém počtu případů, což se projevilo i u mých dat, kde byla jedna extrémně odlehlá hodnota. Tuto hodnotu jsem vyřadila a provedla test linearity znova. Všechny spojitě proměnné nyní podmínku splňovaly, nicméně jednou proměnnou (teplota) bylo potřeba transformovat druhou odmocninou. U malého počtu pozorování se vzhledem k potenciální větší standardní chybě někdy přistupuje ke zvýšení hladiny významnosti na 0.1 (Lavrakas, 2008), stejný postup jsem zvolila i já. Proměnnou, která nejvíce vysvětlovala variabilitu klastrovitosti na mostech se ukázal být počet netopýrů, opačně tomu ale bylo u změny směry větru a změny oblačnosti (tab. č. 7, obr. č. 16 a 17).

Tab. č. 7: Posouzení všeobecného vlivu jednotlivých proměnných na klastrovitost. Významné závislosti na hladině významnosti $\alpha = 0,1$ jsou označeny tučně.

Proměnná	R^2	F-test	P-hodnota
Počet netopýrů	0.4300	F(1,31)=23.1	<0.0010
Světlo měsíce	0.1000	F(1,31)=3.53	0.070
Reprodukční období	0.1200	F(2,30)=2.03	0.150
Pokrytí oblohy oblačností	0.0580	F(1,31)=1.92	0.180
Denní úhrn srážek	0.0550	F(1,31)=1.8	0.190
Změna rychlosti větru	0.1000	F(2,30)=1.7	0.200
Změna srážek	0.0990	F(2,30)=1.65	0.210
Rok	0.0400	F(1,31)=1.28	0.270
Doba do výletu	0.0380	F(1,30)=1.17	0.290
Změna teploty	0.0740	F(2,30)=1.2	0.310
Rychlost větru	0.0280	F(1,31)=0.908	0.350
Děšť v předchozích 2 dnech	0.0280	F(1,31)=0.9	0.350
Relativní vlhkost vzduchu ve 21h	0.0230	F(1,31)=0.742	0.400
Intenzita světla	0.0280	F(1,22)=0.623	0.440
Změna vlhkosti	0.0380	F(2,30)=0.594	0.560
Teplota \wedge -2	0.0100	F(1,31)=0.319	0.580
Změna směru větru	0.0059	F(1,31)=0.183	0.670
Změna oblačnosti	0.0059	F(2,30)=0.0887	0.920



Obr. č. 16: Příspěvek jednotlivých proměnných k vysvětlení variability klastrovitosti.



Obr. č. 17: Statistická významnost lineárního vztahu jednotlivých proměnných vzhledem ke klastrovitosti. Přerušovaná čára odpovídá P hodnotě 0,1.

Nejvýznamnější všeobecnou proměnnou na hladině významnosti $\alpha = 0,1$ byl počet vylétajících netopýrů (tab. č. 7, obr. č. 16 a 17), s vyšším počtem netopýrů se zvyšuje jejich klastrovitost (obr. č. 18). Dalšími významnými proměnnými bylo už jen světlo měsíce se zvyšující se klastrovitostí při vyšší intenzitě světla (obr. č. 19). Analýza kategorických proměnných prostřednictvím ANOVy (resp. Kruskal-Wallise) neprokázala rozdílnost jednotlivých skupin v rámci jednotlivých proměnných, ani na zvýšené hladině významnosti 0,1 (tab. č. 8). Z hlediska vlivu jednotlivých skupin kategorických proměnných se však ukázalo významné období postlaktace vzhledem ke graviditě s výrazným navýšením klastrovitosti (obr. č. 20), zvýšení rychlosti větru oproti trendu se snížením klastrovitosti, (obr. 21) a velmi hraničně i snížení srážek oproti trendu opět se snížením klastrovitosti (obr. 22 a tab. č. 9).

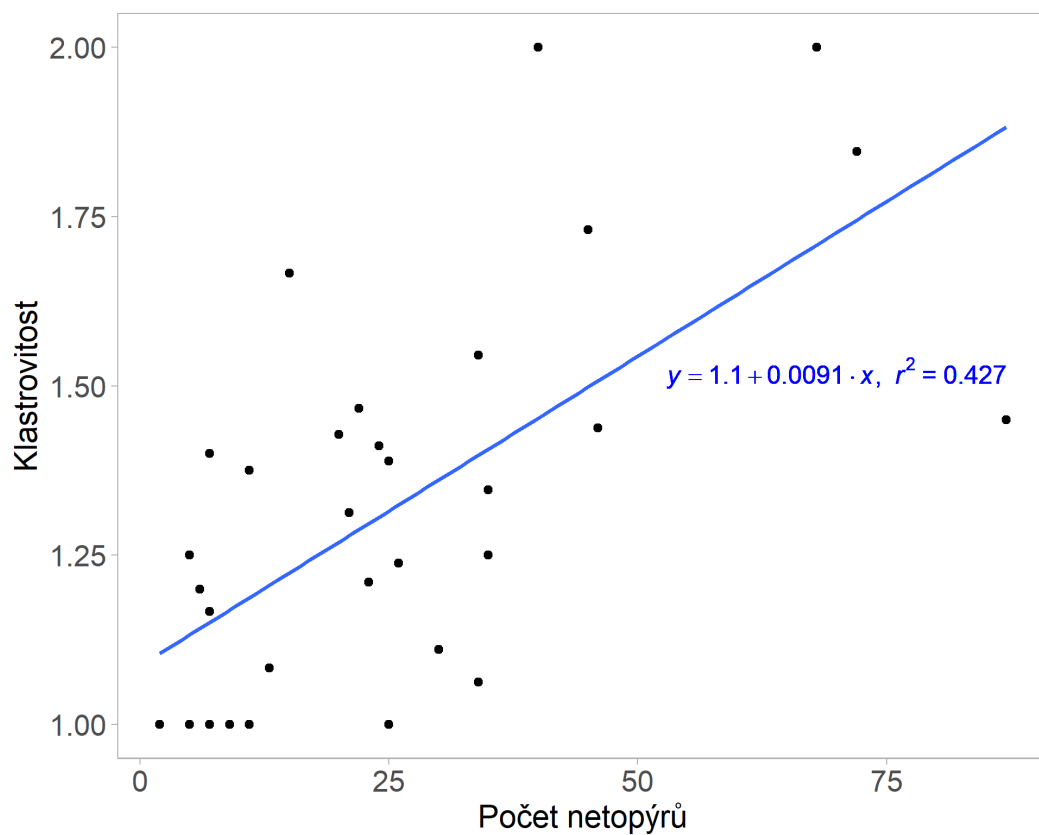
Tab. č. 8: Posouzení odlišnosti skupin jednotlivých proměnných z hlediska klastrovitosti. V případě splnění podmínek normality byla využita ANOVA (A), pokud ne pak Kruskal-Wallis(KW)

Proměnná	Analýza	test F/ChiSq	P-hodnota
reprodukce	A	F(2,30)=2	0.15
příznakZměnySrážek	A	F(2,30)=1.6	0.21
příznakZměnyRychlostiVětru	KW	χ^2 (2)=2.4	0.31
příznakZměnySrážek2dny	KW	χ^2 (1)=1	0.32
rok	KW	χ^2 (1)=0.93	0.33
příznakZměnyTeploty	KW	χ^2 (2)=1.5	0.48
příznakZměnyVlhkosti	A	F(2,30)=0.59	0.56
příznakZměnySměruVětru	KW	χ^2 (1)=0.34	0.56
příznakZměnyOblačnosti	KW	χ^2 (2)=0.45	0.80

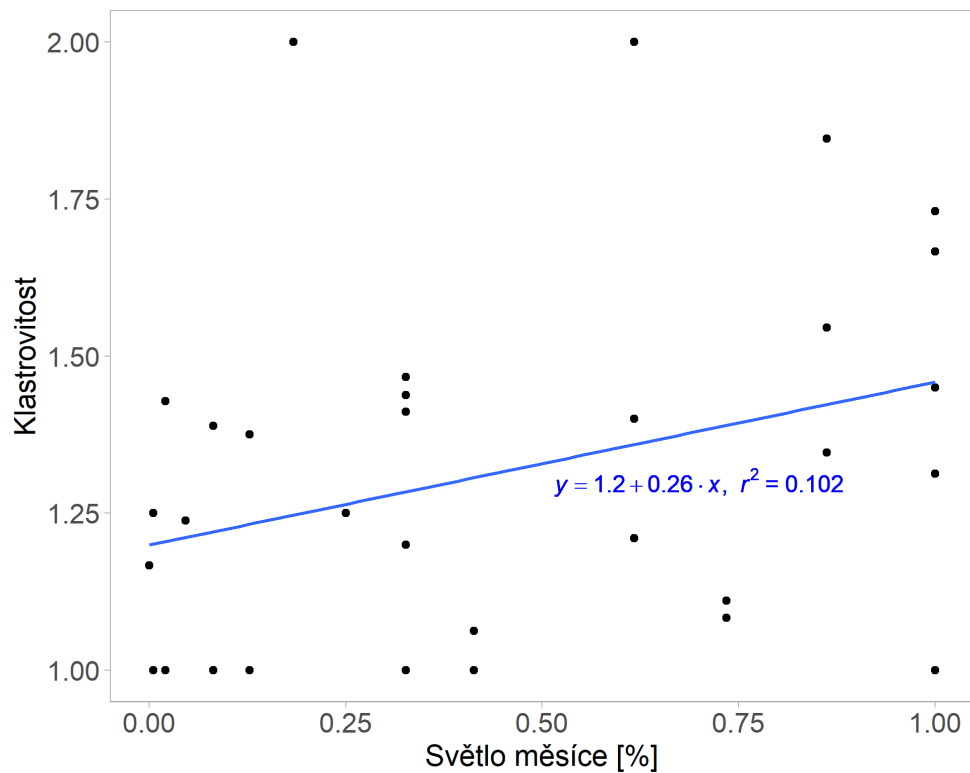
Tab. č. 9: Vliv jednotlivých spojitých proměnných a skupin kategorických na klastrovitost. Sloupec beta označuje směrnici k regresní přímce, ve sloupci t je hodnota t-testu a v závorce počet stupňů volnosti. Významné závislosti jsou označeny tučně.

Proměnná	beta	t	P-hodnota
počet netopyřů	9.1e-03	t(31)=4.8	<0.001
reprodukcePostlaktace	2.5e-01	t(30)=2	0.055
světlo měsíce	2.6e-01	t(31)=1.9	0.069
příznakZměnyRychlostiVětru1	-2.2e-01	t(30)=-1.8	0.086
příznakZměnySrážek -1	-1.9e-01	t(30)=-1.7	0.102
příznakZměnyTeploty-1	-2.0e-01	t(30)=-1.5	0.134
oblačnost	-2.2e-02	t(31)=-1.4	0.176
srážky	4.0e-02	t(31)=1.3	0.190
příznakZměnyRychlostiVětru-1	-1.5e-01	t(30)=-1.3	0.214
rok2019	-1.2e-01	t(31)=-1.1	0.267
doba do výletu	-5.5e-03	t(30)=-1.1	0.288
příznakZměnyVlhkosti1	-1.5e-01	t(30)=-1.1	0.291
rychlost	-4.3e-02	t(31)=-0.95	0.348
příznakZměnySrážek2dny1	-1.2e-01	t(31)=-0.95	0.350
vlhkost	-3.3e-03	t(31)=-0.86	0.395
luxy	6.5e-04	t(22)=0.79	0.438
příznakZměnyTeploty1	-9.2e-02	t(30)=-0.74	0.468

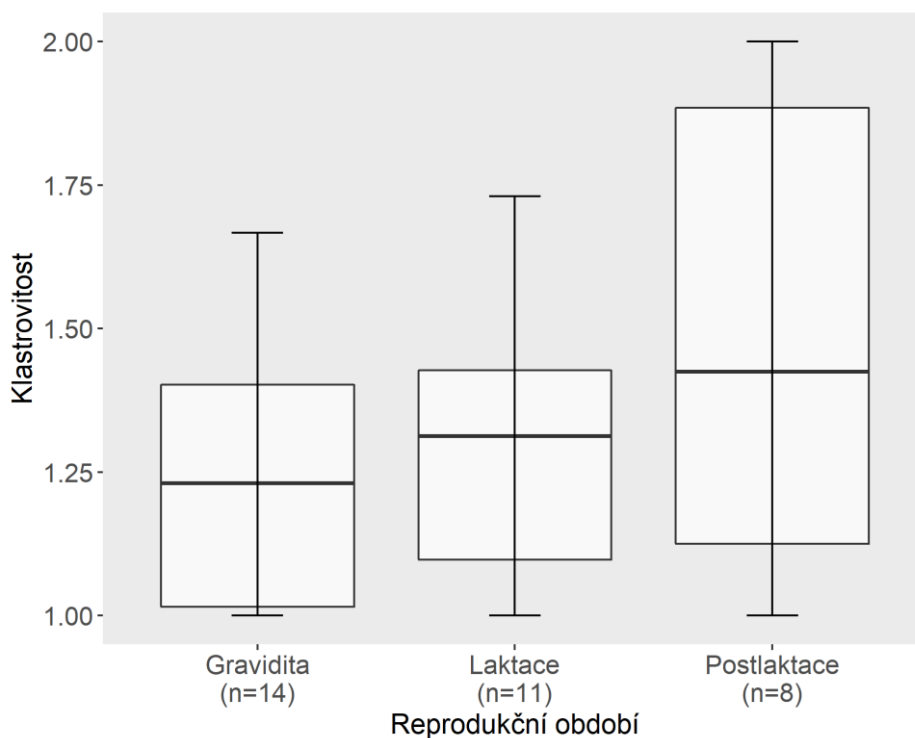
Proměnná	beta	t	P-hodnota
příznakZměnyVlhkosti-1	-7.5e-02	t(30)=-0.65	0.523
1/teplota^2	-1.9e+01	t(31)=-0.56	0.576
reprodukceLaktace	5.8e-02	t(30)=0.51	0.613
příznakZměnySměruVětru1	-6.7e-02	t(31)=-0.43	0.672
příznakZměnyOblačnosti1	-4.3e-02	t(30)=-0.32	0.755
příznakZměnyOblačnosti-1	1.9e-02	t(30)=0.15	0.878
příznakZměnySrážek1	9.9e-03	t(30)=0.073	0.943



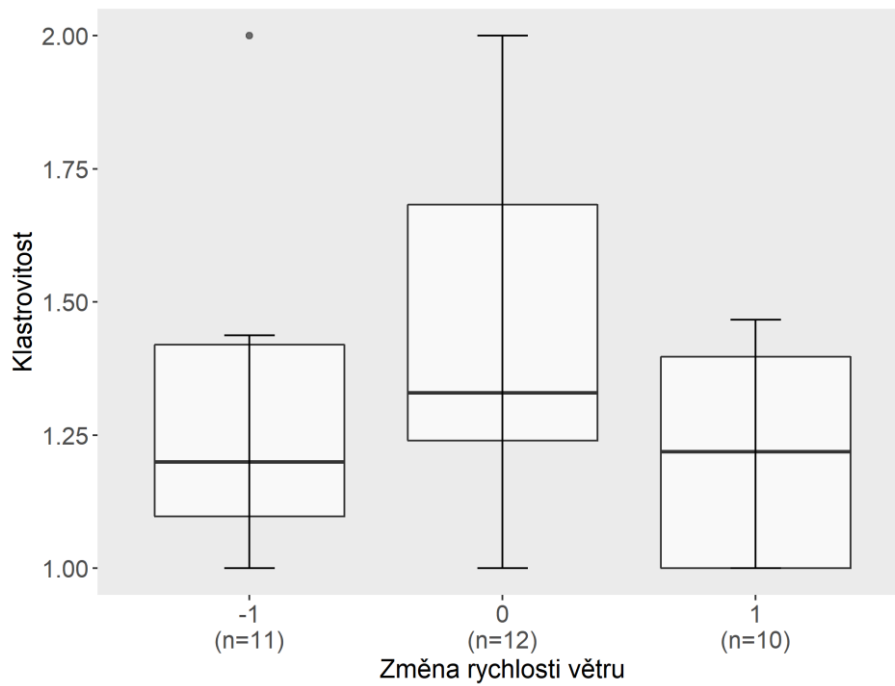
Obr. č. 18: Vliv počtu vylétujících netopýrů na průměrnou velikost vznikajícího shluku.



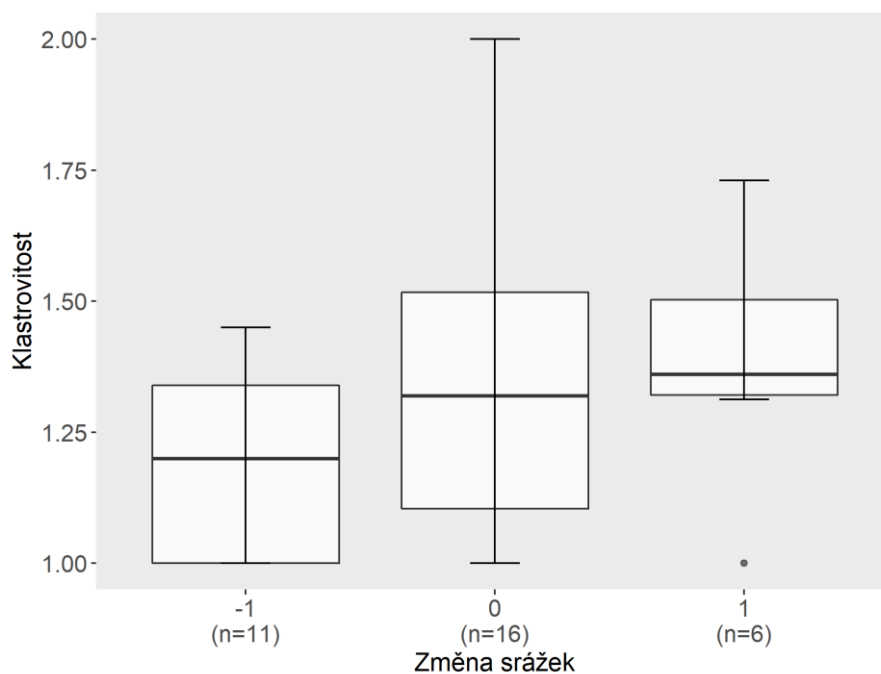
Obr. č. 19: Vliv světla Měsíce na průměrnou velikost vznikajícího shluku.



Obr. č. 20: Klastrovitost v jednotlivých fázích reprodukčního období. Silná čára je medián, hrany boxu zobrazují interkvartilové rozpětí, vousy udávají nejvyšší a nejnižší hodnotu náležící do 1,5 násobku interkvartilového rozpětí.



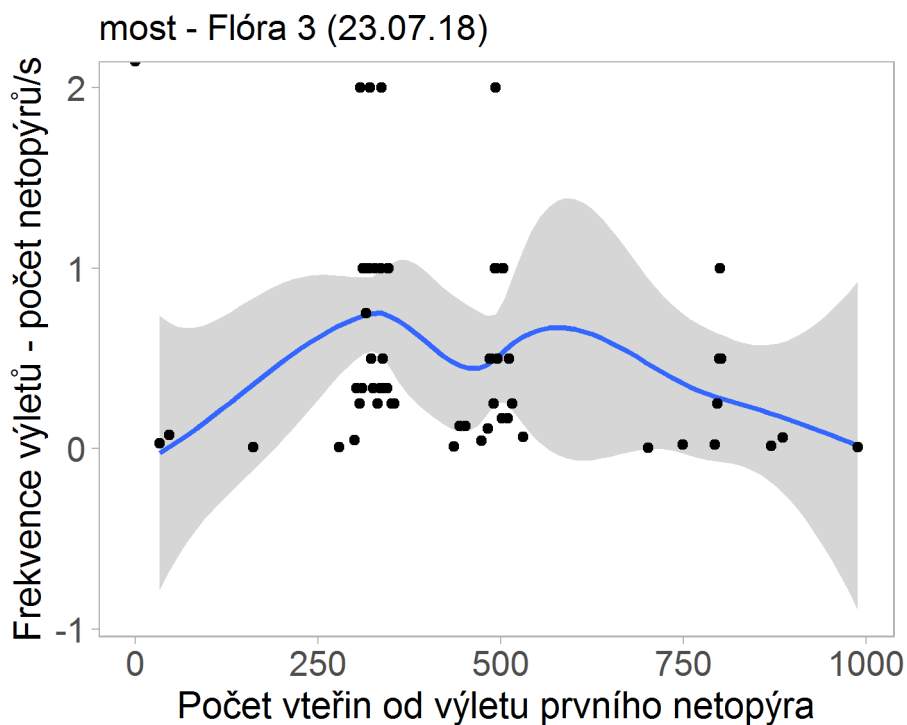
Obr. č. 21: Klastrovitost vzhledem ke změně rychlosti větru. Silná čára je medián, hrany boxu zobrazují interkvartilové rozpětí, vousy udávají nejvyšší a nejnižší hodnotu náležící do 1,5 násobku interkvartilového rozpětí.



Obr. č. 22: Klastrovitost vzhledem ke změně srážek. Silná čára je medián, hrany boxu zobrazují interkvartilové rozpětí, vousy udávají nejvyšší a nejnižší hodnotu náležící do 1,5 násobku interkvartilového rozpětí.

3.5.1 Frekvence výletů

Frekvence výletů byly zpracovány pro každé pozorování, významnější vliv mají samozřejmě ty s vyšším počtem netopýrů. Na grafu závislosti frekvence na času jsou typické dva vrcholy opakující se téměř u všech pozorování. Zajímavostí je, že tyto vrcholy po zpracování metodou lokální regrese připomínají samotného netopýra (Obr. 22).



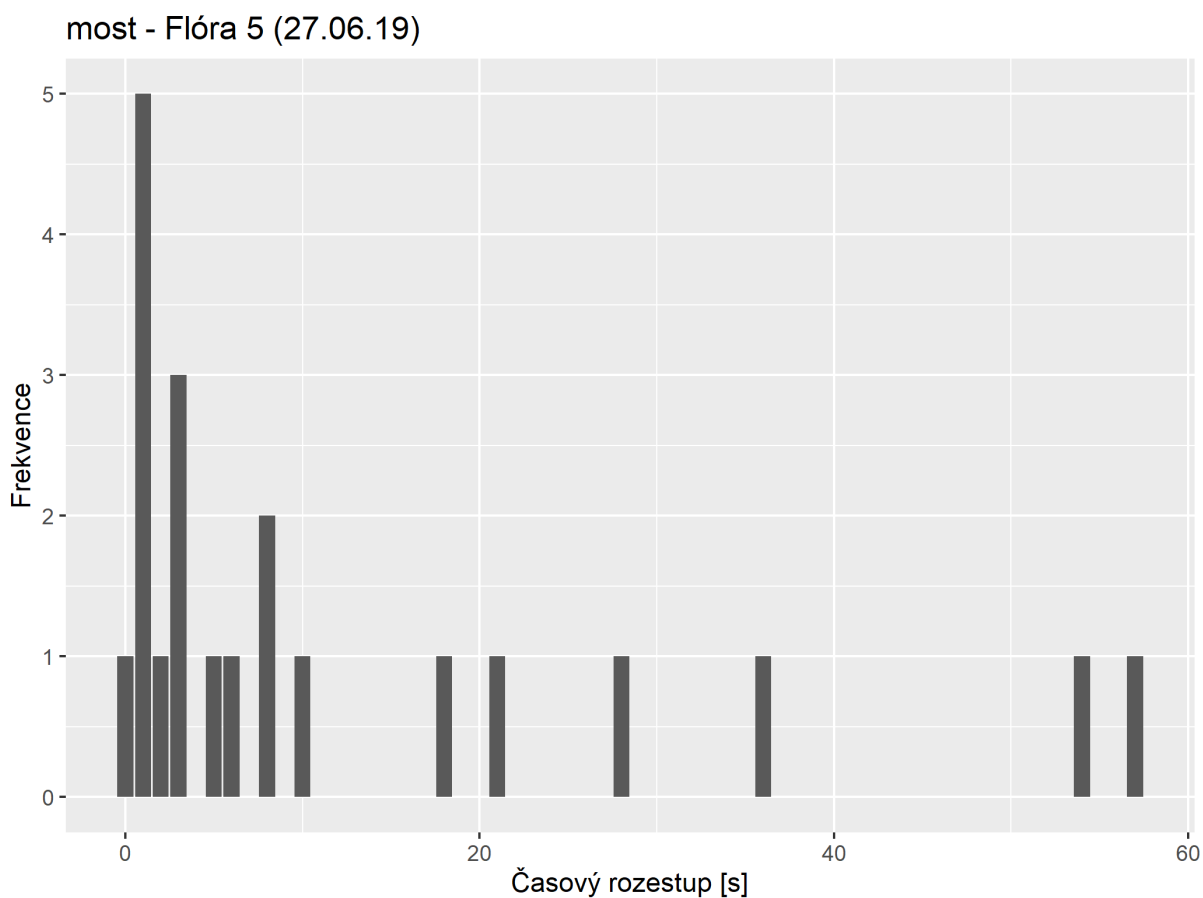
Obr. č. 23: Grafické vyjádření frekvence výletů. Charakteristický vzor dvou navazujících vrcholů připomínajících let netopýra. Pozorování 23.7.2018 na úkrytu most - Flóra 3.

Další grafy frekvence výletů jsou uvedeny v příloze.

3.5.2 Frekvence zastoupení jednotlivých časových úseků

Kromě vlastní klastrovitosti byly analyzovány u všech pozorování i frekvence zastoupení jednotlivých časových úseků (intervalů) s předpokladem vyššího zastoupení kratších úseků. Tato data jsem zpracovala pouze graficky podobně jako na následujícím obrázku (obr. č. 24), další výsledky pro úkryty, kde se projevila klastrovitost jsou v přílohách.

Téměř u všech grafů se ukazují jako nejčastěji využívané intervaly (s největším zastoupením) ty nejnižší, a sice v rozsahu od 0 do 4s. Jednotlivé hodnoty (intervaly) tady představují časové odstupy od výletu předchozího netopýra.



Obr. č. 24: Frekvence zastoupení jednotlivých časových rozestupů výletů netopýrů.

3.6 Vliv predace

Jako potencionální predátor netopýrů je známa poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), která se také čím dál více vyskytuje ve městech, tuto tendenci jsme mohli pozorovat i v Olomouci. Chování poštolky, případně více jedinců bylo různé. Někdy docházelo pouze k přeletu nad pozorovaným místem, jindy poštolka letěla v blízkosti úkrytu netopýrů a zřetelně se zaměřovala na výletový otvor, často kolem místa proletěla několikrát. Také jsme pozorovali situaci, kdy se poštolka usadila nedaleko výletového otvoru a vyčkávala. Toto chování bylo zaznamenáno pouze v šesti případech s poměrně velkým rozsahem (min = 11 minut před západem, max = 68 minut po západu). Z těchto hodnot dostaneme medián = 8 minut před západem, který se zřetelně liší od průměru = 10,33 minut po západu. Žádné ulovení netopýra jsme ale nepozorovali, během večerů, kdy jsme zaznamenali toto chování, k žádnému výletu z daných úkrytů nedošlo. Jelikož se poštolky vyskytovaly všude a v blízkosti výletového otvoru byly vizuálně zaznamenány téměř každý večer, kdy výzkum probíhal, nebylo možné kvantifikovat vliv predace na časování výletu netopýrů.

4 Diskuze

Přestože jsou netopýři jednou z nejpočetněji zastoupených skupin savců obývajících městské prostředí, stále se o nich mnoho věcí neví, protože je poměrně obtížné provádět jejich výzkum z důvodu, že se jedná o poměrně malé, noční a rychle létající živočichy.

Při sběru dat jsem narazila na zásadní metodický problém. Na začátku výzkumu jsem předpokládala, že při pozorování letních kolonií se setkám s pravidelným výskytem jedinců v daném úkrytu. O netopýrech se často hovoří jako o konzervativních zvířatech, kdy zvláště samice v období letních kolonií jsou věrné svému úkrytu (Lučan et al., 2009). To platí zejména pro druhy využívající stabilní typy úkrytů, jako jsou lidské stavby. V průběhu mého výzkumu se ovšem ukázalo, že využití úkrytů se často měnilo i v průběhu jednoho reprodukčního období. K tomuto jevu může docházet z mnoha důvodů. Může se také ukazovat, že dutinové druhy, mezi které patří i netopýr rezavý, své úkryty mění častěji než např. netopýr velký (*Myotis myotis*), který během letního období je u nás plně synantropní a početné letní kolonie využívají půdy budov po celé reprodukční období (Novák, 2017). Jinými slovy původně dutinový druh si uchoval i při probíhající synurbanizaci svoji původní úkrytovou strategii nepravidelného osídlení letních kolonií označované jako „fission-fusion“ (Patriquin et al., 2016).

Toto chování se objevuje u sociálně žijících zvířat a jedná se pravděpodobně o reakci na měnící se environmentální podmínky a může být také jedním z řešení pro vyvážení pozitiv a negativ, které přináší život ve skupině (kolonii). Netopýři v rozsáhlých komplexech jako jsou jeskyně, mohou tvořit velmi početné kolonie, čítající tisíce až miliony jedinců. Ovšem pro netopýry žijící v lesním prostředí, případně pro stejné druhy podobně využívající městské prostředí, nejsou prostory, které by umožňovaly vznik takto početných kolonií. Proto se ukazuje, že kolonie netopýrů využívající takovýto typ úkrytů nejsou omezeny na jednotlivé stromy, ale naopak je kolonie rozložena do mnoha okolních úkrytů pro danou noc. U netopýrů bylo pozorováno, že se toto chování projevuje častým rozdělením (fission) na menší subkolonie a později zpětným spojováním (fusion). Chovají se tak pravděpodobně z důvodu, že „fission“ (štěpení) může snižovat riziko rozšiřování nemocí a také konkurenci o zdroje, naopak „fusion“ (spojování) by mohlo zvýšit sdílení informací, např. o vhodných úkrytech a snížit riziko predace. Bylo také zjištěno, že v mateřských koloniích často spolu zůstávaly samice, které byly ve stejném reprodukčním cyklu, aby využily výhod společné péče o mláďata a také sdílené termoregulace, díky které mohou lépe šetřit energií i proto je pro

samice výhodnější tvořit kolonie, než být solitérní, jako samci (Kerth & König, 1999; Willis & Brigham, 2004; Kashima, Ohtsuki, & Satake, 2013).

4.1 Vliv klimatických a ekologických faktorů na výlet

Výlet netopýrů je obecně orientován podle času západu slunce, jak dokazují mnohé studie (Erkert, 1978; Swift, 1980; Duvergé, Jones, Rydell, & Ransome, 2000; Kaňuch, 2007). Stejný efekt jsem mohla vidět i z dat mého výzkumu, kdy se ukázalo, že výlet prvního netopýra byl nejčastěji zaznamenán při co nejnižší intenzitě světla, tedy do 100 luxů. Přestože se v mých měřeních jednalo o nejnižší hodnoty, dříve bylo zjištěno, že např. netopýr hvízdavý (*Pipistrellus pipistrellus*) vylétá jen při 15 – 35 luxech (Swift, 1980). Toto zjištění by ale mohlo jen potvrzovat to, co zjistili Thomas & Jacobs (2013), že malé pomalu létající druhy vylétají později, než druhy velké a rychle létající (kam řadíme i netopýra rezavého), které jsou schopny lépe uniknout predátorům. Netopýři se ale snaží vylétnout co nejdříve, aby nasbírali dostatečné množství potravy. Různé druhy netopýrů ovšem preferují rozdílný hmyz, proto i maximum výskytu dané potravní nabídky se pro jednotlivé druhy liší a může tak ovlivňovat dobu výletu, netopýři tak pravděpodobně stále řeší trade-off mezi získáním potravy a rizikem predace. Zda je ale riziko predace i ve městech určujícím faktorem výletu je třeba blíže prozkoumat. Evidovala jsem situaci, kdy si potenciální predátor – poštolka obecná (*Falco tinnunculus*) - sedl do blízkosti výletového otvoru. Z tohoto pozorování vyšel medián 8 minut před západem slunce, což je poměrně dlouhá doba od mediánu výletu netopýrů (14 minut po západu slunce), ovšem vzorek tohoto chování byl příliš malý ($n = 6$). Navíc je zajímavé, že čtyři z těchto šesti případů byly zaznamenány na jednom úkrytu v roce 2019, avšak u tohoto úkrytu v době letních kolonií nebyl pozorován žádný výlet, přestože předešlý rok úkryt obsazen byl. Otázkou by tedy mohlo být, zda je možné, že netopýři zvolili jiný úkryt pro letní kolonii právě z důvodu predace. Nicméně, krom vyčkávání poštolky jsme také pozorovali a téměř každý večer zaznamenali průlet poštolky kolem výletového otvoru, proto se z mých výsledků nedá s určitostí říct, jestli faktor predace může výlet netopýrů nějak ovlivňovat.

Tato průměrná hodnota se tak pouze mírně liší od toho, co zjistil Kaňuch (2007), který ve své studii sledoval načasování výletu také u netopýra rezavého, nicméně v přirozeném prostředí, kde netopýři v průměru vylétali 11 minut po západu slunce, což je cca o 3 minuty dříve. Pozdější výlet v urbánním prostředí by tak mohl potvrzovat to, že městské prostředí je otevřenější a je zde větší intenzita světla, která bývá uváděna jako jeden z hlavních faktorů, podle kterého netopýři orientují svůj výlet.

Z předešlých studií (Catto, Racey, & Stephenson, 1995) je také známo, že načasování výletu netopýrů je orientováno podle reprodukčního období samic. Uvádí se, že v období gravidity vylétají samice později, protože mají vyšší hmotnost a jsou méně obratné v letu, tím pádem by mohly být snazší kořistí. Naopak v období laktace, kdy musí krmit mláďata, mají vyšší energetické nároky, tedy vylétují dříve, tato tendence byla sledována ne jen u netopýra rezavého (Jones, 1995), ale také např. u netopýra severního (*Eptesicus nilssonii*) (Duvergé et al., 2000), tadaridy malé (*Tadarida pumila*) (McWilliam, 1989) a netopýra stromového (*Nyctalus leisleri*) (Shiel & Fairley, 1999). V období postlaktace se výlet mezi druhy může pravděpodobně různit, důležitou roli zde mohou hrát i ten rok narozená mláďata, nicméně bylo zjištěno, že některé druhy v období postlaktace vylétávají později, než během laktace, jedná se např. o netopýra hvízdavého (*Pipistrellus pipistrellus*), netopýra nejmenšího (*Pipistrellus pygmaeus*) (Davidson-Watts & Jones, 2006), tadaridu guánovou (*Tadarida brasiliensis*) (Lee & McCracken, 2001; Reichard et al., 2009) a stejný trend byl pozorován i u vrápence velkého (*Rhinolophus ferrumequinum*) (Duvergé et al., 2000). Opak, kdy netopýři vylétávali dřív během postlaktace, než během laktace, byl pozorován př. u vrápence malého (*Rhinolophus hipposideros*) (Reiter, Hüttmeir, Krainer, Smole-Wiener, & Jerabek, 2008)

Z mých dat nicméně vychází zcela opačný trend, tedy že gravidní samice vylétávaly dříve. Načasování výletu jsem také rozpracovala na jednotlivé roky, protože vnější podmínky se každý rok mohou dost lišit a tedy i výlet může nastávat v mírně jinou dobu (Petrželková & Zukal, 2001). Nicméně i při prozkoumání reprodukčních období v jednotlivých letech, vyšlo, že nejdřív vylétl první netopýr v období gravidity a nejpozději v období laktace. Tyto výsledky mohou být ovlivněny různým počtem pozitivních pozorování v jednotlivých obdobích (gravidita: 59, laktace: 26, postlaktace: 22).

Možný vliv na takto odlišný trend by ale mohlo mít právě urbánní prostředí. Příkladem může být teplota, která bývá ve městech často naměřena vyšší oproti přirozenému prostředí. Březí samice by pak například nemusely každý den upadat do torporu, jak je běžné z důvodu šetření energie, tím pádem by nastaly vhodné podmínky pro vývoj plodu, a tak by i došlo k malému posunu počátku jednotlivých reprodukčních období (Bats in the Anthropocene, 2016). Takto i mnou provedené rozdělení nemusí přesně ukazovat na pozorovanou skutečnost. Pro přesnější určení reprodukčního stavu by bylo třeba udělat odchvy zvířat, tím ovšem dochází k ovlivnění doby výletu a data by byla tímto zásahem zkreslena. V urbánním prostředí se vyskytuje mnoho zdrojů umělého osvětlení, které přitahují různé skupiny hmyzu. Ty se tak stávají poměrně snadno dostupnou potravou pro některé druhy netopýrů. Jedná se

převážně o rychle létající druhy specializované na lov v otevřeném prostoru, často jsou také tolerantnější k vyšší intenzitě světla, a mezi tyto druhy patří i netopýr rezavý (Rydell, 1992). Početně zastoupenou skupinou lákanou umělým osvětlením jsou můry, které jsou také jednou z hlavních složek potravy netopýra rezavého (Mackenzie & Oxford, 1995). Netopýři v urbánním prostředí by se tak mohly zaměřovat na lov větších můr, než vyššího počtu menší kořisti (Bats in the Anthropocene, 2016). Toto chování by tak mohlo být energeticky výhodnější a mohlo by to vést až k ovlivnění načasování výletu. Z mých dat vyplývá, že v období laktace samice vyletovaly nejpozději, přestože, aby nakrmily mláďata, mají v tomto období nejvyšší energetické náklady, tedy i nejvyšší potřebu zisku potravy. Mohlo by to ovšem souviset právě s lovem můr v blízkosti umělého osvětlení, kde je dostatek potravy – zisku energie, a mohly by tak zůstat déle v úkrytu. Nejprve, když mláďata nosí s sebou, z důvodu nižšího rizika predace, později, aby mláďata déle zahřívaly v úkrytu. Tomu také nahrává i to, že nejvyšší aktivita můr je uváděna kolem půlnoci (Jens Rydell, Entwistle, & Racey, 1996). Tato hypotéza by musela být ale blíže zkoumána, například i pro zjištění, kdy je nejvyšší početnost nočních motýlů během roku. Choi & Miller (2013) uvádí, že největší abundance druhů, ale i jedinců byla pro výzkumnou oblast v Korei stanovena na měsíce květen – červen a pro výzkumnou oblast v USA, na měsíce červenec – srpen. Vrchol početnosti se tedy může lišit v závislosti na prostředí, kde je výzkum prováděn. Je ale možné, že by samice využívaly tuto potravu přednostně v laktaci a ne graviditě, kdy jsou samice těžší a vzhledem k horší manévrovatelnosti se naopak mohou zdrojům světla vyhýbat.

Dřívější výlet v období postlaktace oproti období laktace by mohl poukazovat na to, že mláďata nejsou ještě tak zkušená v získávání potravy a musí tedy vyletovat dříve, aby měla více času na získání dostatečného množství potravy, zároveň ale vyletují později, než v období gravidity, protože právě z důvodu neobratnosti v letu jsou snadnějším cílem predátorů.

Reprodukční období vyšlo také signifikantně ve vztahu k prostému výletu netopýrů. Předpokládala jsem, že největší pravděpodobnost výletu bude v době laktace, kdy samice musí krmit mláďata, ukázal se ale opačný efekt, pravděpodobnost v době laktace byla nejnižší a v době gravidity nejvyšší. Možná v tomto případě je důležitý vliv urbánního prostředí, kdy samice v době laktace využívají teplo, které je ve městech vyšší, a nemají tak vysoké ztráty energie, nebo taky mohly čerpat energetické zásoby nasbírané právě během období gravidity.

Doba výletu prvního netopýra byla také ovlivněna typem úkrytu (přirozený, umělý). Netopýři vyletovali později z umělého úkrytu (tedy budov a mostu), což by odpovídalo tomu, že výletový otvor z přirozeného úkrytu je většinou více krytý a také samotný úkryt je často situovaný v méně otevřeném prostředí. Netopýři se tak mohou orientovat podle nižší intenzity světla a také větším krytím před potencionálními predátory (obr. č. 8). Vysoká významnost ($P < 0,01$) byla zjištěna také u transformované relativní vlhkosti vzduchu měřené ve 21h. Ukázalo se, že s klesající vlhkostí se také opoždí výlet prvního netopýra. K opačnému zjištění došli Frick et al. (2012), nicméně oni ve své studii porovnávali vlhkost v jednotlivých letech. Vyšlo jim, že během let s vyšší vlhkostí netopýři vylétávali výrazně později, než během suchých let. Autoři tato zjištění vysvětlují dostupností a početností potravy díky podmínkám v daném roce. Během suchých let je dostupnost hmyzu nižší a tedy, aby netopýři nasbírali dostatečné množství potravy, musí vylétat dříve. Je možné, že stejná teorie by se dala aplikovat také na rozdíl ve vlhkosti nejen mezi lety, ale také mezi jednotlivými dny, jejichž vliv jsem zjišťovala já. To, že z mých dat je pozorovatelný opačný efekt by mohlo souviset s tím, že ve městech je obecně nižší vlhkost vzduchu, než v přirozeném prostředí (Střešík, 2011) a to může napomáhat i nižší početnosti hmyzu. Během mého výzkumu byla většina výletů naměřena při vyšší vlhkosti vzduchu, což by mohlo poukazovat na to, že netopýři se snaží vyletět při co nejvyšší vlhkosti vzduchu, při nižší vlhkosti potom může vyletovat jen pár jedinců, kteří jsou např. zatím nezkušení a teprve se učí, kdy je nejvhodnější doba pro lov hmyzu, a jelikož se jedná o nezkušené jedince, aby se vyvarovali predaci, vylétají později.

Výletová aktivita může být ovlivněna klimatickými podmínkami nejen v den pozorování, ale i dlouhodobým vývojem počasí, stejně jak bylo pozorováno u aktivity ve vchodu do jeskyně (Berková & Zukal, 2009). Pro posouzení vlivu dvou předchozích dní se záznamem úhrnu srážek, na dobu výletu, bylo využito 33 případů, ale statistická významnost nalezena nebyla ($P > 0,05$). Ovšem ukázalo se, že netopýři reagují načasováním výletu vzhledem ke změně podmínek oproti trendu tří předchozích dní. Při posuzování vlivu několika dní se statisticky významných ukazuje několik proměnných. Největší vliv na dobu výletu prvního netopýra měla změna směru větru ($P < 0,01$) a změna denního úhrnu srážek ($P < 0,05$)

Přestože McAney & Fairley (1988) uvádí, že vítr neměl na výlet netopýrů žádný vliv, Rydell (1991) tvrdí, že rychlost větru měla vliv na letovou aktivitu netopýrů. Z mých dat vychází, že na dobu výletu prvního netopýra měl vliv směr větru. Je možné, že dutinové

druhy netopýrů dokáží zachytit mikrovibrace ze stěny úkrytu, které by mohl vítr způsobovat. Jiný směr větru může vést ke změně podmínek ovzduší, které jsou pro netopýry hůře odhadnutelné, proto jednají opatrněji a vylétávají později. Bylo by ale potřeba blíže zkoumat, co může směr větru měnit, roli může hrát např. studené a teplé proudění. Hodnota směru větru byla navíc získána z jedné měřicí stanice, ale jednotlivé úkryty jsou rozmístěny v různých masivních stavbách /stromech – vibrace by tak mohly být různě intenzivní. A výletové otvory jsou také situovány na různé světové strany, pokud by tedy netopýři vnímali směr proudění vzduchu přes výletový otvor. Zjištěná významnost změny směru větru by měla implikovat i skutečnost, že výlet netopýrů v přirozených úkrytech by tak měl být změnou směru větru ovlivněn výrazněji, než v úkrytech umělých. Tato hypotéza byla mými výsledky podpořena, kdy se ukázalo, že výlet z přirozených úkrytů nastal výrazně později, než z umělých (tab. č. 9). Je to zřejmě způsobeno tím, že umělé úkryty se nachází ve stavbách postavené člověkem (v mých případech: budovách, mostu), které jsou znatelně mohutnější než stromy, kde se nachází umělé úkryty. Tato mohutnost může zapříčinit, že vibrace způsobené směrem větru nejsou tak znatelné, jako u soliterně stojícího stromu, ze kterého tedy netopýři vylétají s větším zpožděním.

Změna v denním úhrnu srážek oproti třem předchozím dnům se také ukázala být statisticky významnou na načasování výletu prvního netopýra ($P < 0,05$). Při posuzování vztahu mezi jednotlivými kategoriemi ke změně denního úhrnu srážek, se jako statisticky významným projevilo pokles srážek oproti trendu ($P < 0,05$). Pokud dojde k poklesu, vylétují dříve, k tomu může docházet z důvodu, že pokud předchozí dny pršelo (déšť je navíc často doprovázen i poklesem teploty), nastávají tím špatné podmínky i pro aktivitu hmyzu, netopýři tak spíše zůstávají v úkrytu a šetří energii nebo vylétají později, možná i z důvodu, že, jim trvá déle, než se proberou z torporu nebo čekají do větší tmy. Poté ale, jakmile se po několika dnech sníží úhrn srážek, netopýři reagují dřívějším výletem, aby dohnali energetické ztráty za poslední dny.

Na počátku výzkumu jsem očekávala, že výlet bude ovlivněn teplotou vzduchu, jak je uváděno v jiných pracích, kde lze najít oba možné trendy. Reichard et al. (2009) zjistili, že při nižších teplotách netopýři vylétávali dříve, aby nasbírali dostatečné množství hmyzu, kterého je během chladných dní méně, naopak O'Shea & Vaughan (1977) tvrdí, že netopýři při chladném počasí vylétávají později, protože jim déle trvá, než se proberou z torporu. V mnou získaných datech se ale statistická významnost teploty neprojevila ani na dobu výletu, ani na samotný výlet.

Také jsem očekávala, že by výlet z denních úkrytů mohl být ovlivněn množstvím oblačnosti nebo měsíčním světlem, obojí jsem totiž dávala do souvislosti s měnící se intenzitou světla. Očekávala jsem, že při vyšší oblačnosti (větší pokryv oblohy mraky), bude nižší intenzita světla a netopýři tak budou vyletovat dřív (Kunz & Anthony, 1996), stejně tak při fázi měsíce blížící se novu, bude méně světla, což by opět mohlo směřovat k dřívějšímu výletu. Ukázalo se ale, že oblačnost byla z mých proměnných ta, která měla nejmenší vliv na dobu výletu prvního netopýra a světlo měsíce také nemělo žádný vliv, což je v souladu se zjištěním Arndt, O'Keefe, Mitchell, Holmes, & Lima (2018). Tento trend by mohl být vysvětlen tím, že v urbánním prostředí je většinou mnoho zdrojů umělého osvětlení, zvířata tak nemusí vnímat množství světla, které by bylo způsobené měsícem, oblačností apod., ale spíše vnímají světlo přicházející z těchto lidských zdrojů osvětlení. V tomto případě bych ale očekávala, že oblačnost by mohla mít opačný vliv na výletovou aktivitu netopýrů, protože vyšší pokryv nebe mraky způsobuje vyšší odrazivost povrchového světla, tedy vyšší intenzitu světla (světelného znečištění) (Ścieżor, 2020), mohlo by to tedy naopak vést k pozdějšímu výletu, než při jasnějších nocích. Je ale možné, že tento efekt byl pozorován dále od měst, kde nejsou přímé zdroje umělého osvětlení a intenzita světla se tam může měnit právě i v závislosti na odrazivosti způsobenou množstvím oblačnosti.

4.2 Klastrování

Pro vznik klastrů se většinou uvádí tři hypotézy. Jednou z nich je opět antipredační strategie, kdy je předpoklad, že při výletu většího počtu jedinců najednou je menší šance ulovení konkrétního jedince (Petrželková & Zukał, 2003), tuto hypotézu více studovali Irwin & Speakman (2003) na endemickém druhu netopýru azorském (*Nyctalus azoreum*), který ale i přes absenci vzdušných predátorů klastrování prováděl. Nicméně hypotézu nemohli zcela vyloučit, protože je tam stále množství pozemních predátorů. Druhá hypotéza je postavena na tzv. efektu zúženého hrdla, vznik shluku je tak odůvodněn spíše podobou výletového otvoru, kdy se předpokládá, že před výletem se netopýři shromažďují u výletového otvoru a jak se na sebe tlačí, vypadne jich ven více v jednu dobu (Kalcounis & Brigham, 1994; Speakman et al., 1999). Poslední hypotéza je postavena na teorii přenosu informací, kdy je uvažováno, že jedinci se učí od úspěšnějších nebo zkušenějších členů kolonie, kde je dobrý zdroj potravy (Wilkinson, 1992).

Pro analýzu klastrování jsem vybrala jen úkryty s velkými koloniemi – konkrétně 5 úkrytů na Flóře. Na těchto úkrytech bylo celkem zpracováno 33 pozorování včetně záznamů o časování výletu jednotlivých netopýrů. Tento počet se však ukázal být pro statistické

zpracování zejména kategorických proměnných ve většině případů jako nedostatečný pro vyvrácení nulové hypotézy (jednotlivé skupiny kategorické proměnné reagují stejně), i když jsem pracovala s vyšší hladinou významnosti ($\alpha = 0.1$). Nejvíce statisticky významným byl počet vyletujících netopýrů, kdy se při zvyšujícím se počtu netopýrů zvyšovala klastrovitost. Tento vliv počtu netopýrů na klastrovitost pozorovala také Bullock et al. (1987).

Další statisticky významnou proměnnou bylo světlo měsíce, kdy při vyšší intenzitě světla, docházelo k tvorbě početnějšího klastru. Toto chování se zdá být poměrně logickým, protože při vyšší intenzitě světla je pro netopýry opět vyšší riziko predace, a tedy by klaster mohl opravdu fungovat jako antipredační strategie. Tento výsledek je zajímavý, ukazuje, že i v městském prostředí, kde je světelné znečištění poměrně vysoké, může hrát světlo Měsíce nějakou roli. Možná je důvodem to, že se most nachází v parku, kde přes blízkost centra města je osvětlení zřejmě menší. Možná zde hraje roli i prostorové měřítko, kdy je klastrovitost spíše ovlivňována blízkým okolím úkrytu než širším prostředím města s celkově vysokým osvětlením. Žádné další proměnné jako celek už neměly na klastrovitost vliv.

V případě analýzy vlivu odlišnosti jednotlivých variant kategorických proměnných oproti variantě nulové (zachování trendu) se ukázalo významné ve vztahu ke klastrovitosti ještě zvýšení rychlosti větru, kdy docházelo k nižší míře klastrovitosti. Vzhledem k tomu, že podobně, ačkoliv statisticky nevýznamně, reagovali i na snížení rychlosti větru oproti trendu předchozích tří dní (obr. č. 19), vysvětlují si toto zjištění, tím, že změna rychlosti větru zřejmě působí na netopýry, jako stresový faktor, nevyletuje jich tolik a tedy i klastry jsou menší.

Je obtížné zvolit, která ze tří výše zmíněných hypotéz by mohla vysvětlovat chování, při kterém netopýři během výletu tvoří klastry, ale usuzuji takto: Jelikož byla klastrovitost zkoumána na mostě, kde výletový otvor má podobu podlouhlé štěrbiny, nepředpokládám, že by k tvorbě klastrů mohlo docházet z důvodu efektu zúženého hrdla. Přikláním se spíše k hypotéze antipredace nebo ještě pravděpodobněji (i ve spojitosti již zmíněné statistické významnosti u počtu netopýrů) k přenosu informací o zdroji potravy. Myslím si to z důvodu, že výlet většího množství netopýrů jsme zaznamenali právě v době postlaktace, kdy se mláďata teprve učí, jak přežít, kde najít, jak ulovit potravu apod., a právě proto by mláďata mohla vyletovat se staršími jedinci, aby zjistili, jak najít třeba právě vhodný zdroj potravy. Toto je ovšem trochu v rozporu s Lee & McCracken (2001), kteří zjistili, že u tadaridy guánové (*Tadarida brasiliensis mexicana*) mladí jedinci vylétali dříve, než zkušené samice. Nicméně je možné, že každý druh se chová trochu jinak, to dokazuje také studie prováděna na

netopýru hnědavém (*Myotis lucifugus*), u kterého byl zjištěný opačný efekt, že mladí jedinci vyletovali později, než dospělí jedinci (Kunz & Anthony, 1996). Je tedy možné, že u jiných druhů by mláďata mohla vyletovat zároveň (i v klastru) s dospělými jedinci. Také je možné, že jiné chování je pozorováno v přirozeném a jiné v urbánním prostředí.

Při analýze frekvence výletů se ukázalo, že v mnoha případech vznikají dva vrcholy počtu vylétujících netopýrů / s. Mohlo by to nasvědčovat tomu, že netopýři opravdu čekají, než se nashromáždí větší množství jedinců a vylétávají pak v klastru. Ke dvěma vrcholům výletu může docházet, protože někteří netopýři se mohou probrat trochu později z torporu případně jsou trochu dále od výletového otvoru, a jak k němu dolezou, opět čekají na další jedince. Pokud se podíváme na grafy, které zobrazují frekvenci zastoupení jednotlivých časových rozestupů, vidíme, že nejvíce jich je v rozmezí 1 – 4 sekund, což by mohlo potvrzovat to, že zvolení časového okna 2s pro posouzení vzniku shluku bylo správné.

5 Závěr

Výletová variabilita netopýrů byla často zkoumána v přirozeném prostředí, ovšem v urbánním prostředí je tento směr výzkumu teprve novinkou.

Ve své práci jsem se zaměřila na různé klimatické a ekologické faktory, které by mohly ovlivnit, nejen, zda netopýři vyletí, ale také v jakou dobu, přičemž jsem krom přímého vlivu analyzovala také vliv tří předcházejících dní.

Má data ukazují, že netopýři vyletují v závislosti na době západu slunce, což je v souladu s předešlými studiemi zabývajícími se touto problematikou, i když pouze v přirozeném prostředí. Data ukázala, že průměrná doba výletu netopýra rezavého (*Nyctalus noctula*) v urbánním prostředí byla 13,49 minut po západu slunce.

Jako nejvýznamnější na dobu výletu z denních úkrytů se ukázalo být několik faktorů: při zvyšující se (transformované) intenzitě světla i snižující se (transformované) relativní vlhkosti vzduchu, při výletu z umělého úkrytu a při změně směru větru oproti trendu docházelo k opoždění výletu, stejná tendence nastala v období laktace a postlaktace oproti graviditě. Naopak dříve vylétali, pokud došlo ke snížení úhrnu srážek oproti trendu. Na to, jestli se výlet uskuteční, mělo vliv pouze reprodukční období, kdy největší pravděpodobnost výletu byla v období gravidity.

U početnějších kolonií na Flóře jsem se rozhodla analyzovat klastrovitost při výletu. Ukázalo se, že čím vyšší byl počet vyletujících netopýrů, tím vyšší byla tendence tvořit klastry, což bylo v souladu s hypotézou. Dále se také více shlukovali při vyšší intenzitě měsíčního světla, což by mohlo nasvědčovat hypotéze antipredační strategie při výletu. Ale zjištění, že dochází ke většímu shlukování během postlaktace oproti graviditě, by se naopak mohlo více přiklánět k hypotéze sdílení informací.

Obecně je udáváno, že netopýři se snaží načasování výletu z denních úkrytů načasovat tak, aby vyřešili trade-off mezi pozdějším výletem, kdy se snižuje riziko predace, ale zároveň dřívějším výletem, aby se dostatečně nažrali. I když se mnou zjištěný vliv některých faktorů (reprodukční období) liší oproti výsledkům jiných studií, jiné faktory mají stejný vliv (intenzita světla). Tato studie je jedinečná v tom, že se zaměřuje na výlet netopýrů v urbánním prostředí, a jelikož porovnávám výsledky se studiemi prováděných v přirozeném prostředí, kde jsou podmínky odlišné, je možné, že i některé mé interpretace by mohly být zkreslené.

Netopýři jsou ve městech čím dál více zastoupenou skupinou, a jelikož je výlet z denních úkrytů nejrizikovější částí jejich aktivity, bylo by dobré se této problematice věnovat podrobněji i v urbánním prostředí. Já jsem výzkum prováděla na netopýru rezavém (*Nyctalus noctula*), a přestože se výletová variabilita u jednotlivých druhů může značně lišit, z důvodu rozdílné anatomie těla, lovecké strategie apod., myslím si, že má data mohou být zdrojem cenných informací pro podobné budoucí studie.

Více zjištění o výletové variabilitě může napomoci bližšímu porozumění těmto živočichům a jejich následné ochraně, a protože jsou klíčovými druhy ekosystému, jejich ochrana by tak měla dopad na celou řadu živočišných i rostlinných druhů.

6 Seznam použité literatury

- Ancillotto, L., Santini, L., Ranc, N., Maiorano, L., & Russo, D. (2016). Extraordinary range expansion in a common bat: The potential roles of climate change and urbanisation. *Science of Nature*, 103(3–4). <https://doi.org/10.1007/s00114-016-1334-7>
- Anděra, M. & Horáček, I. (2005). *Poznáváme naše savce. Sobotáles. Praha: 327pp.*
- Arndt, R. J., O'Keefe, J. M., Mitchell, W. A., Holmes, J. B., & Lima, S. L. (2018). Do predators influence the behaviour of temperate-zone bats? An analysis of competing models of roost emergence times. *Animal Behaviour*, 145, 161–170. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.09.014>
- Avila-Flores, R., & Fenton, M. B. (2005). Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy*, 86(6), 1193–1204. <https://doi.org/10.1644/04-mamm-a-085r1.1>
- Bader, E., Jung, K., Kalko, E. K. V., Page, R. A., Rodriguez, R., & Sattler, T. (2015). Mobility explains the response of aerial insectivorous bats to anthropogenic habitat change in the Neotropics. *Biological Conservation*, 186, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.02.028>
- Bartonička, T., Řehák, Z., Flousek, J. & Furmankiewicz, J. (2015). Netopýři českých a polských Krkonoš / Nietoperze czeskich i polskich Karkonoszy. *Správa KRNAP Vrchlabí, Dyrekcja KNP Jelenia Góra: 184 pp.*
- Berková, H., & Zupal, J. (2009). Cave visitation by temperate zone bats: Effects of climatic factors. *Journal of Zoology*, 280(4), 387–395. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2009.00673.x>
- Buczkowski, G., & Richmond, D. S. (2012). The effect of urbanization on ant abundance and diversity: A temporal examination of factors affecting biodiversity. *PLoS ONE*, 7(8), 22–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041729>
- Bullock, D. J., Combes, B. A., Eales, L. A., & Pritchard, J. S. (1987). Analysis of the timing and pattern of emergence of the pipistrelle bat (*Pipistrellus pipistrellus*). *Journal of Zoology*, 211(2), 267–274. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1987.tb01533.x>
- Catto, C. M. C., Racey, P. A., & Stephenson, P. J. (1995). Activity patterns of the serotine bat (*Eptesicus serotinus*) at a roost in southern England. *Journal of Zoology*, 235(4), 635–644. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1995.tb01774.x>
- Chaverri, G., & Kunz, T. H. (2011). Response of a specialist bat to the loss of a critical resource. *PLoS ONE*, 6(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028821>
- Choi, S. W., & Miller, J. C. (2013). Species richness and abundance among macromoths: A comparison of taxonomic, temporal and spatial patterns in Oregon and South Korea. *Entomological Research*, 43(6), 312–321. <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12036>
- Davidson-Watts, I., & Jones, G. (2006). Differences in foraging behaviour between *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) and *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825). *Journal of Zoology*, 268(1), 55–62. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2005.00016.x>
- Dietz, C., von Helversen O. & Nill, D. (2009): *Bats of Britain, Europe and Northwest Africa.*

A&C Black Publishers Ltd., London, 400 pp.

- Duvergé, P. L., Jones, G., Rydell, J., & Ransome, R. D. (2000). Functional significance of emergence timing in bats. *Ecography*, 23(1), 32–40. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2000.tb00258.x>
- Erkert, H. G. (1978). Sunset-related timing of flight activity in neotropical bats. *Oecologia*, 37(1), 59–67. <https://doi.org/10.1007/BF00349991>
- Erkert, H. G. (1982). Ecological aspects of bat activity rhythms. *Ecology of bats*, 201–242. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3421-7_5
- Fenton, M. B., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M. B. C., Merriman, C., Obrist, M. K., ... Adkins, B. (1992). Phyllostomid Bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as Indicators of Habitat Disruption in the Neotropics. *Biotropica*. <https://doi.org/10.2307/2388615>
- Frick, W. F., Stepanian, P. M., Kelly, J. F., Howard, K. W., Kuster, C. M., Kunz, T. H., & Chilson, P. B. (2012). Climate and weather impact timing of emergence of bats. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042737>
- Gaisler, J., Zukal, J., Rehak, Z., & Homolka, M. (1998). Habitat preference and flight activity of bats in a city. *Journal of Zoology*, 244(3), 439–445. <https://doi.org/10.1017/S0952836998003148>
- Gareth, J., & Rydell, J. (1994). Foraging Strategy and Predation Risk as Factors Influencing Emergence Time in Echolocating Bats. *Philosophical Transaction: Biological Sciences*, 346(1318), 445–455.
- Holland, R. A., Meyer, C. F. J., Kalko, E. K. V., Kays, R., & Wikelski, M. (2011). Emergence Time and Foraging Activity in Pallas' Mastiff Bat, *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae) in Relation to Sunset/Sunrise and Phase of the Moon. *Acta Chiropterologica*, 13(2), 399–404. <https://doi.org/10.3161/150811011x624875>
- Irwin, N. R., & Speakman, J. R. (2003). Azorean Bats *Nyctalus azoreum*, Cluster as they Emerge from Roosts, Despite the Lack of Avian Predators. *Acta Chiropterologica*, 5(2), 185. <https://doi.org/10.3161/001.005.0203>
- Jahelková, H., Hájková, P. & Bláhová A. (2009). Péče o netopýry Metodika péče o nalezené, zraněné a hendikepované netopýry. *ZO ČSOP: 114 pp.*
- Jones, G. (1995). Flight performance, echolocation and foraging behaviour in noctule bats *Nyctalus noctula*. *Journal of Zoology*, 237(2), 303–312. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1995.tb02764.x>
- Jung, K., & Threlfall, C. G. (2015). Urbanisation and Its Effects on Bats—A Global Meta-Analysis BT - Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. In *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*.
- Kalcounis, & Brigham. (1994). *Impact of predation risk on emergence by little brown bats*.
- Kaňuch, P. (2007). Evening and morning activity schedules of the noctule bat (*Nyctalus noctula*) in Western Carpathians. *Mammalia*, 71(3), 126–130. <https://doi.org/10.1515/MAMM.2007.026>

- Kashima, K., Ohtsuki, H., & Satake, A. (2013). Fission-fusion bat behavior as a strategy for balancing the conflicting needs of maximizing information accuracy and minimizing infection risk. *Journal of Theoretical Biology*, 318, 101–119. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2012.10.034>
- Kempnaers, B., Borgström, P., Loës, P., Schlicht, E., & Valcu, M. (2010). Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds. *Current Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.08.028>
- Kerth, G., & König, B. (1999). Fission, fusion and nonrandom associations in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*). *Behaviour*, 136, 1187–1202. <https://doi.org/10.1163/156853999501711>
- Kunz, T. H., & Anthony, E. L. P. (1996). *Variation in the timing of nightly emergence behavior in the little brown bat, Myotis lucifugus (Chiroptera: Vespertilionidae)* (s. 225–235). s. 225–235. Lubbock: Museum of Texas Tech University.
- Lavrakas, P. (2008). *Encyclopedia of Survey Research Methods*. <https://doi.org/10.4135/9781412963947> NV - 0
- Lee, Y. F., & McCracken, G. F. (2001). Timing and variation in the emergence and return of Mexican free-tailed bats, *Tadarida brasiliensis mexicana*. *Zoological Studies*, 40(4), 309–316.
- Lesinski, G., Fuszara, E., & Kowalski, M. (2000). Foraging areas and relative density of bats (Chiroptera) in differently human transformed landscapes. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 65(3), 129–137.
- Lučan, R. K. (2009). Effect of colony size and reproductive period on the emergence behaviour of a maternity colony of Daubenton's Bat (*Myotis daubentonii*) occupying an artificial roost (Chiroptera: Vespertilionidae). *Lynx (Prague)*, 40, 71–81.
- Lučan, R. K., Andreas, M., Benda, P., Bartonička, T., Březinová, T., Hoffmannová, A., ... Horáček, I. (2009). Alcaholic Bat (*Myotis alcaholic*) in the Czech Republic: Distributional Status, Roosting and Feeding Ecology. *Acta Chiropterologica*, 11(1), 61–69. <https://doi.org/10.3161/150811009x465695>
- Luniak, M. (2004). Synurbization: Adaptation of animal wildlife to urban development. In *Proceedings 4th International Urban Wildlife Symposium*. 50–55.
- Mackenzie, G. A., & Oxford, G. S. (1995). Prey of the noctule bat (*Nyctalus noctula*) in East Yorkshire. *Journal of Zoology*, 236, 322–327. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1995.tb04496.x>
- MCANEY, C. M., & FAIRLEY, J. S. (1988). Activity patterns of the lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros* at summer roosts. *Journal of Zoology*, 216(2), 325–338. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1988.tb02433.x>
- McWilliam, N. (1989). Emergence behaviour of the bat *Tadarida (Chaerephon) pumila* (Chiroptera: Molossidae) in Ghana, West Africa. *October*, (59), 698–701.
- Novák, L. (2017). *Sledování mateřské kolonie netopýra velkého na půdě zámku v Luhačovicích s použitím IR kamerových systémů*. pp 42. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita. Brno. Pedagogická fakulta. Katedra biologie. Vedoucí práce: doc. RNDr.

Zdeněk Řehák, Ph.D.

- O'Shea, T. J., & Vaughan, T. A. (1977). Nocturnal and Seasonal Activities of the Pallid Bat , *Antrozous pallidus*. *Journal of Mammalogy*, 58(3), 269–284.
- Patriquin, K., Leonard, M., Broders, H., Ford, W., Silvis, A., & Britzke, E. (2016). Weather as a proximate explanation for fission–fusion dynamics in female northern long-eared bats. *Animal Behaviour*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.09.022>
- Petrželková, K., & Zukal, J. (2001). Emergence behaviour of the serotine bat (*Eptesicus serotinus*) under predation risk. *Netherlands Journal of Zoology*, 51(4), 395–414. <https://doi.org/10.1163/156854201317375390>
- Petrželková, K., & Zukal, J. (2003). Does a Live Barn Owl (*Tyto alba*) Affect Emergence Behavior of Serotine Bats (*Eptesicus serotinus*)? *Acta Chiropterologica*, 5(2), 177. <https://doi.org/10.3161/001.005.0202>
- Reichard, J. D., Gonzalez, L. E., Casey, C. M., Allen, L. C., Hristov, N. I., & Kunz, T. H. (2009). Evening Emergence Behavior And Seasonal Dynamics In Large Colonies Of Brazilian Free-Tailed Bats. *Journal of Mammalogy*, 90(6), 1478–1486. Získáno z www.noaa.gov
- Reiter, G., Hüttmeir, U., Krainer, K., Smole-Wiener, K., & Jerabek, M. (2008). Emergence behaviour of lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) : Intracolony variation in time and space (Carinthia and Salzburg , Austria). *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck*, 95, 81–93.
- Romano, M. C., Maidagan, J. I., & Pire, E. F. (1999). Behavior and demography in an urban colony of *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) in Rosario, Argentina. *Revista de Biologia Tropical*.
- Rydell, J. (1992). Exploitation of Insects around Streetlamps by Bats in Sweden. *Functional Ecology*, 6(6), 744. <https://doi.org/10.2307/2389972>
- Rydell, Jens. (1991). Seasonal use of illuminated areas by foraging northern bats *Eptesicus nilssonii*. *Ecography*, 14(3), 203–207. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1991.tb00653.x>
- Rydell, Jens, Entwistle, A., & Racey, P. A. (1996). Timing of Foraging Flights of Three Species of Bats in Relation to Insect Activity and Predation Risk. *Oikos*, 76(2), 243. <https://doi.org/10.2307/3546196>
- Schnitzerová, P., Cepáková E. & Viktora, L. (2015). Netopýři v budovách. Rekonstrukce a řešení problémů. *ČESON:88 pp.*
- Ścieżor, T. (2020). The impact of clouds on the brightness of the night sky. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 247, 106962. <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2020.106962>
- Shiel, C. B., & Fairley, J. S. (1999). Evening emergence of two nursery colonies of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) in Ireland. *Journal of Zoology*, 247(4), 439–447. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1999.tb01007.x>
- Slabbekoorn, H., & den Boer-Visser, A. (2006). Cities Change the Songs of Birds. *Current*

Biology, 16(23), 2326–2331. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.10.008>

- Speakman, J. R. (1991). The impact of predation by birds on bat populations in the British Isles. *Mammal Review*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1991.tb00114.x>
- Speakman, J. R., Irwin, N., Tallach, N., & Stone, R. (1999). Effect of roost size on the emergence behaviour of pipistrelle bats. *Animal Behaviour*, 58(4), 787–795. <https://doi.org/10.1006/anbe.1999.1203>
- Střeščík, J. (2011). Změna průměrných teplot vzduchu ve městě a mimo město za posledních 65 let. In *Mikroklima a mezoklima krajinných struktur a antropogenních prostředí* (H. Středová, J. Rožnovský, T. Litschmann eds.), Geofyzikální ústav AV ČR, v.v.i., Praha.
- Swift, S. M. (1980). Activity patterns of Pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) in north-east Scotland. *Journal of Zoology*, 190(3), 285–295. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1980.tb01428.x>
- Thomas, A. J., & Jacobs, D. S. (2013). Factors Influencing the Emergence Times of sympatric Insectivorous Bat Species. *Acta Chiropterologica*, 15(1), 121–132. <https://doi.org/10.3161/150811013x667920>
- Voigt, Ch. C. & Kingston, T. (2016). Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. *Springer Open*: 606 pp.
- Wilkinson, G. S. (1992). Information transfer at evening bat colonies. *Animal Behaviour*, 44(PART 3), 501–518. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(92\)90059-I](https://doi.org/10.1016/0003-3472(92)90059-I)
- Williams-Guillén, K., & Perfecto, I. (2009). Effects of agricultural intensification on the bat assemblage in a coffee landscape in Chiapas, Mexico. *Biotropica*, 42(5), 605–613. <https://doi.org/10.2472/jsms.23.470>
- Willis, C. K. R., & Brigham, R. M. (2004). Roost switching, roost sharing and social cohesion: Forest-dwelling big brown bats, *Eptesicus fuscus*, conform to the fission-fusion model. *Animal Behaviour*, 68(3), 495–505. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.08.028>

Internetové zdroje:

- Český hydrometeorologický ústav [online] [cit. 12.04.2020]. Dostupné z: www.portal.chmi.cz
- Key to the echolocation calls of British bats [online] [cit. 07.07.2020]. Dostupné z: <https://www.wildlifebcn.org/sites/default/files/2018-06/Key%20to%20echolocation%20calls%20v2.pdf>
- Městské a příměstské klima Olomouce a okolí [online] [cit. 03.04.2020]. Dostupné z: <http://mestskeklima.upol.cz/olomouc.html>
- Profil města Olomouce 2018 [online] [cit. 10.11.2019]. Dostupné z: https://www.olomouc.eu/administrace/repository/gallery/articles/88_8827/profil-mesta-olomouce-2018.cs.pdf

7 Didaktická část

Na konec své diplomové práce přidávám kapitolu, která by měla splnit požadavek na dodělení pedagogického minima. Jedná se o jakýsi návrh, jak by moje téma diplomové práce mohlo být použito při výuce biologie na školách, případně v biologickém kroužku, protože většina aktivit probíhá z důvodu večerní aktivity netopýrů, v pozdních odpoledních hodinách.

V mé diplomové práci používám denní úkryty netopýrů, které jsou známy z města Olomouc (viz obr. č. 1), proto je toto zadání nejlépe aplikovatelné pro žáky Olomouckých, případně blízkých škol. Nicméně i v mnoha jiných velkých městech (Ostrava, Brno, Praha, Zlín...) jsou různé netopýří úkryty známy a je možnost se na ně poptat odborníků např. na stránkách České společnosti pro ochranu netopýrů (<https://www.ceson.org/kontakty.php#k7>).

Pomůcky

- Batdetector
- Dalekohled
- Blok, tužka

Mezipředmětové vztahy

- Zeměpis – klimatické podmínky
- Fyzika – základní pochopení, jak funguje batdetector

Úkoly pro žáky:

1. Ve škole je možnost se s žáky pobavit o:
 - a) Kde bychom netopýry mohli najít přes den spát (přirozeně př. jeskyně, dutiny stromů; ve městech – půdy, sklepy, za okapovými svody, štěrbiny pod střechou, praskliny v omítkách apod.). Zmínit problém urbanizace – rozrůstání měst, kdy zaniká mnoho přirozených úkrytů, a mnoho živočichů (včetně netopýrů) je nuceno hledat náhradní umělé úkryty. Informovat o možnosti výroby (příp. zakoupení) netopýří budky (návod např. zde: <https://www.veronica.cz/budky-pro-netopyry>)
 - b) Jsou netopýří užiteční? Proč? – ano, jsou tzv. klíčovými druhy v potravním řetězci, loví hmyz (př. komáry)
 - c) Jaká nebezpečí jim hrozí ve městech? - sražení autem, predátoři – př. kočky, zabezdění výletových otvorů z úkrytů (při zateplování, opravách domů apod.).

d) Jak netopýry můžeme chránit? – Co dělat při nalezení netopýra (viz. http://www.sousednetopyr.cz/?page_id=18)

2. Je dobré také přidat terénní část.

Nabízí se několik možností:

a) Je možnost zvolit některý z níže uvedených úkrytů, kdy žáci mohou vidět netopýry na vlastní oči. Konkrétně jejich výlet z úkrytu.

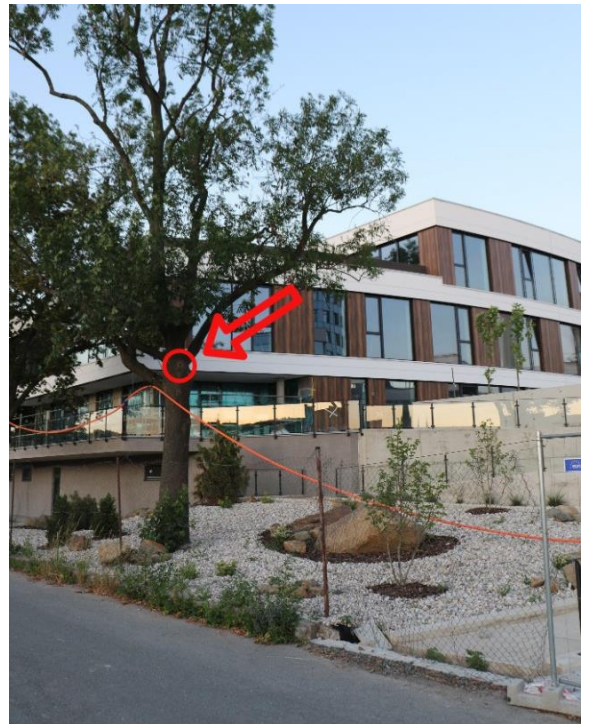
- Učitel (případně s žáky) určí, nějaký večer, kdy se společně (případně s rodiči) vydají k nějakému z výše uvedených úkrytů.
- Nejvhodnější je být na místě 30-20 min před západem slunce, případně kolem času západu slunce, kdy je největší pravděpodobnost netopýry vidět. Je dobré si poznamenat, kolik netopýrů vyletělo a lze poté počet nahlásit místnímu odborníkovi. Může se stát, že netopýři nevyletí, proto je dobré mít s sebou batdetektor, který nás informuje o jejich přítomnosti.
- Žáci si mohou poznamenat různé zajímavosti, kolik netopýrů vyletělo, v kolik hodin, jestli kroužili chvíli u úkrytu nebo letěli hned pryč. Tyto zápisky lze potom diskutovat společně ve škole.

b) Je možnost se vydat pouze do okolí školy nebo nejlépe do parku / na most přes řeku, protože tam je nejlepší příležitost netopýry vidět (např. lovicí kolem lamp) nebo pomocí batdetektoru slyšet. Batdetektor lze zakoupit např. na <https://www.zelenadomacnost.com/k/detektory-netopyru>, případně se zeptat na půjčení u místního odborníka. Při použití batdetektoru je dobré si říct něco o echolokaci netopýrů a vysvětlit na jakém principu batdetektor funguje.



Úkryty: U Bystřičky – za okapovým svodem (roh domu, blízko tramvajové zastávky, ulice Na Bystřičce) : 49.5944792N, 17.2714908E

Jasan za Moravskou univerzitou u řeky (dobře viditelný výletový otvor): 49.5911042N, 17.2671203E



Ulice Hálkova Most u Flóry (největší pravděpodobnost, před výletem se také hlasitě ozývají): 49.5897342N, 17.2467931E

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Mapa části Olomouce s body ukazující umístění úkrytů netopýrů, kde byl prováděn výzkum.	14
Obr. č. 2: Graf zobrazující čas výletu prvního netopýra od dubna do srpna v jednotlivých letech výzkumu.	211
Obr. č. 3: Četnost pozitivních pozorování v závislosti k minutám od západu slunce.	22
Obr. č. 4: Statistická významnost lineárního vztahu jednotlivých proměnných vzhledem k době výletu prvního netopýra.	24
Obr. č. 5: Příspěvek k vysvětlení variability doby výletu prvního netopýra.	25
Obr. č. 6: Doba výletu prvního netopýra od západu slunce v závislosti k množství luxů naměřených při výletu prvního netopýra.	266
Obr. č. 7: Histogram četnosti výletu prvního netopýra vzhledem k množství naměřených luxů v tuto dobu.	27
Obr. č. 8 : Doba do výletu prvního netopýra od západu slunce z přirozených (P) a umělých (U) úkrytů.	28
Obr.č. 9: Doba výletu prvního netopýra k času západu slunce v závislosti k třem reprodukčním obdobím (gravidita, laktace, ostlaktace).	29
Obr. č. 10: Doba výletu prvního netopýra k času západu slunce v závislosti na reprodukčním období v jednotlivých letech.	30
Obr. č. 11: Vliv relativní vlhkosti vzduchu na dobu výletu prvního netopýra.	31
Obr. č. 12: Vliv změny směru větru na dobu výletu prvního netopýra, 0 označuje, pokud ke změně nedošlo, 1 pokud ke změně došlo.	32
Obr. č. 13: Vliv změny v denním úhrnu srážek v den pozorování v porovnání se třemi předešlými dny.	33
Obr. č. 14: Posouzení všeobecného vlivu jednotlivých proměnných na pozitivní výlet netopýra.	34
Obr. č. 15: Pravděpodobnost výletu netopýrů z denních úkrytů v jednotlivých reprodukčních obdobích.	35
Obr. č. 16: Příspěvek jednotlivých proměnných k vysvětlení variability klastrovitosti.	37
Obr. č. 17: Statistická významnost lineárního vztahu jednotlivých proměnných vzhledem ke klastrovitosti.	38
Obr. č. 18: Vliv počtu vylétujících netopýrů na průměrnou velikost vznikajícího shluku.	40
Obr. č. 19: Vliv světla Měsíce na průměrnou velikost vznikajícího shluku.	41
Obr. č. 20: Klastrovitost v jednotlivých fázích reprodukčního období.	41
Obr. č. 21: Klastrovitost vzhledem ke změně rychlosti větru.	42
Obr. č. 22: Klastrovitost vzhledem ke změně srážek.	42
Obr. č. 23: Grafické vyjádření frekvence výletů.	43
Obr. č. 24: Frekvence zastoupení jednotlivých časových rozestupů výletů netopýrů.	43

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Přehled použitých proměnných, jejich využitých zkratk a zdroje odkud byly získány	16
Tab. č. 2: Rozsah naměřených hodnot u spojitých proměnných.....	20
Tab. č. 3: Posouzení všeobecného vlivu jednotlivých proměnných na dobu výletu prvního netopýra.	23
Tab. č. 4: Vliv jednotlivých kategorických proměnných na dobu výletu prvního netopýra.	25
Tab. č. 5: Výsledky lineární regrese pro interakci změny směru větru a typ úkrytu.	32
Tab. č. 6: Vliv významných jednotlivých proměnných na výlet netopýra	34
Tab. č. 7: Posouzení všeobecného vlivu jednotlivých proměnných na klastrovitost.	36
Tab. č. 8: Posouzení odlišnosti skupin jednotlivých proměnných z hlediska klastrovitosti.....	39
Tab. č. 9: Vliv jednotlivých spojitých proměnných a skupin kategorických na klastrovitost.	39

Seznam tabulek v příloze

Tab. č. 1 : Základní popisující hodnoty u přirozeného (P) a umělého (U) úkrytu ve vztahu k výletu prvního netopýra k západu slunce	67
Tab.č. 2: Základní informace k jednotlivým reprodukčním obdobím.....	67
Tab. č. 3: Základní popisná charakteristika, kdy došlo ke změně směru větru oproti předchozím dnům (1) a kdy ke změně nedošlo (0).	67
Tab. č. 4: Základní popisná charakteristika, kdy došlo ke změně v denním úhrnu srážek oproti předchozím dnům (-1 a 1) a kdy ke změně nedošlo (0).	67
Tab. č. 5: Křížová tabulka výletovosti v jednotlivých reprodukčních obdobích	68
Tab. č. 6: Křížová tabulka výletovosti v jednotlivých reprodukčních obdobích	68

8 Příloha

8.1 Tabulky s popisnými informacemi u významných kategoričkých proměnných

Tab. č. 1: Základní popisující hodnoty u přirozeného (P) a umělého (U) úkrytu ve vztahu k výletu prvního netopýra k západu slunce

typ úkrytu	počet	průměr	SD	medián	IQR
P	8	3.2	14.0	3.5	25
U	11	20.0	8.8	18.0	9

Tab.č. 2: Základní informace k jednotlivým reprodukčním obdobím

reprodukce	počet	průměr	SD	medián	IQR
Gravidita	63	10	13.0	9	18
Laktace	27	21	9.1	22	12
Postlaktace	23	14	9.8	14	13

Tab. č. 3: Základní popisná charakteristika, kdy došlo ke změně směru větru oproti předchozím dnům (1) a kdy ke změně nedošlo (0).

příznakZměnySměruVětru	Počet	průměr	SD	medián	IQR
0	22	6.4	15	5	26
1	91	15.0	11	15	16

Tab. č. 4: Základní popisná charakteristika, kdy došlo ke změně v denním úhrnu srážek oproti předchozím dnům (-1 a 1) a kdy ke změně nedošlo (0).

příznakZměnySrážek	počet	průměr	SD	medián	IQR
-1	28	8	12	8	16
0	60	16	12	16	18
1	25	15	12	15	14

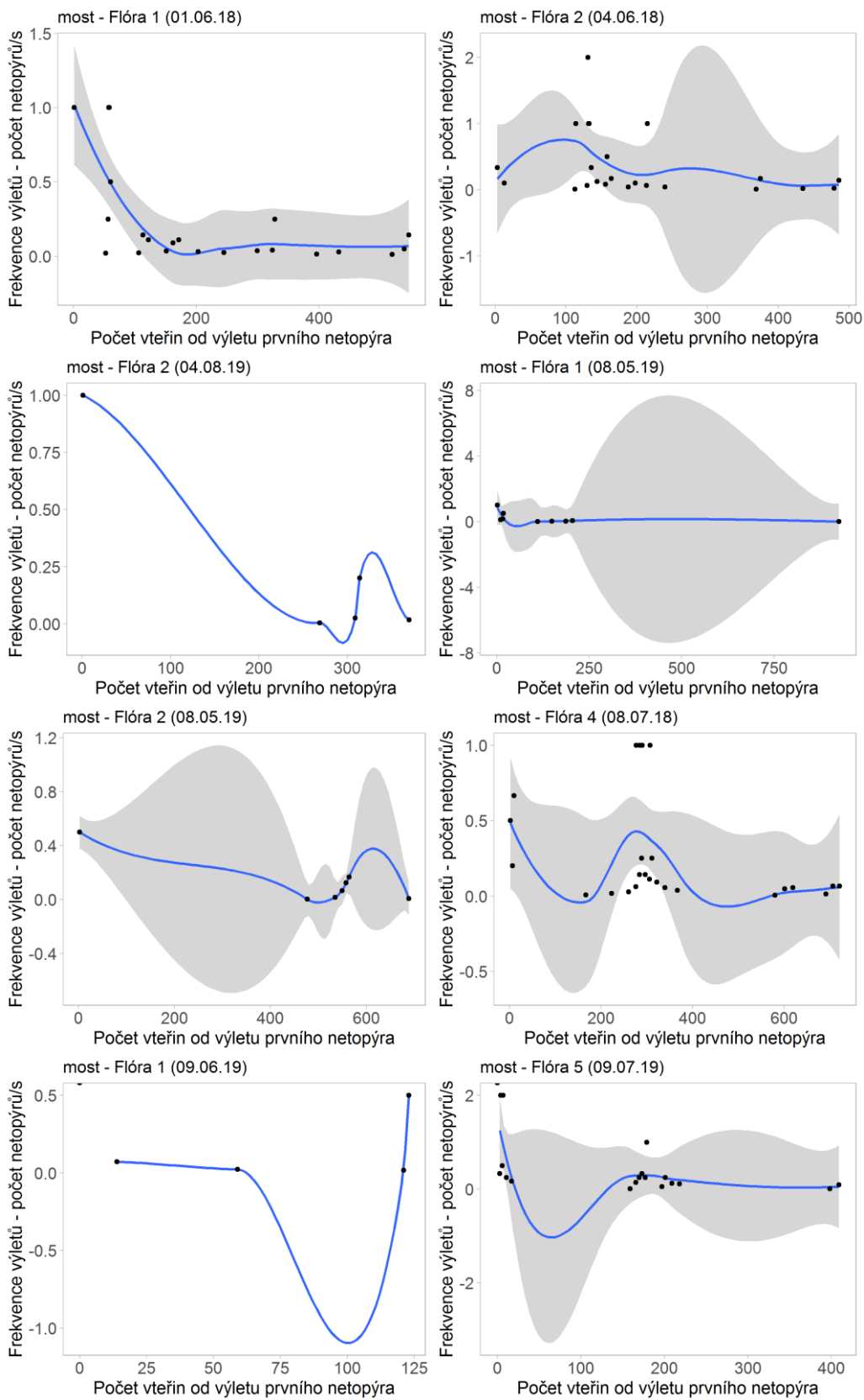
Tab. č. 5: Křížová tabulka výletovosti v jednotlivých reprodukčních obdobích

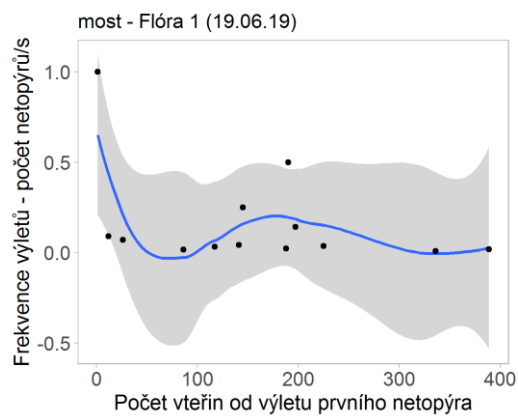
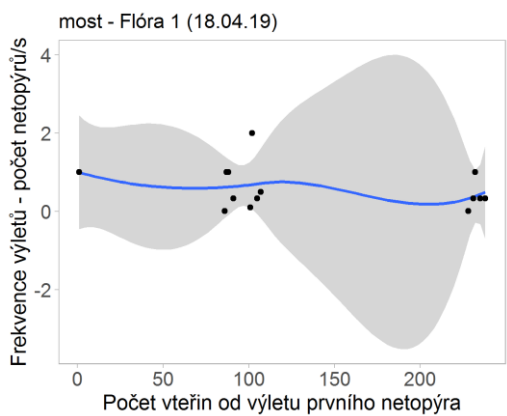
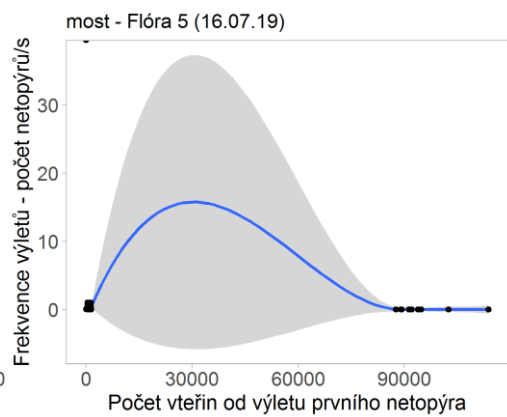
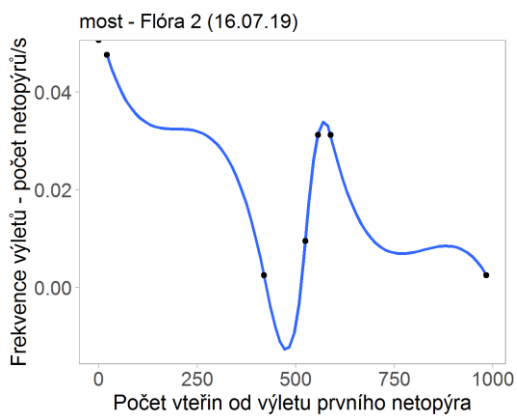
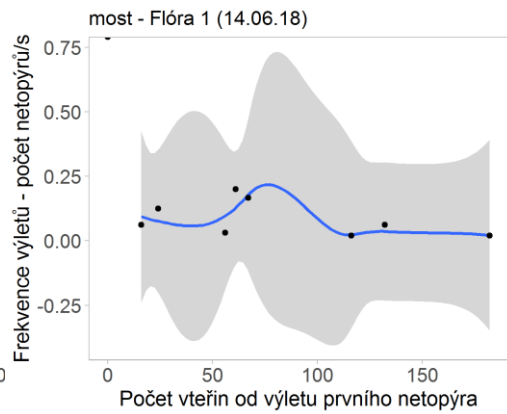
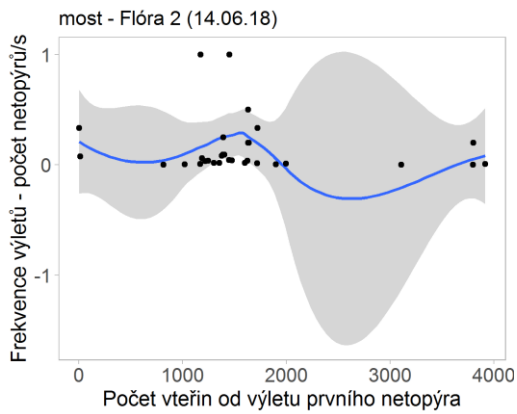
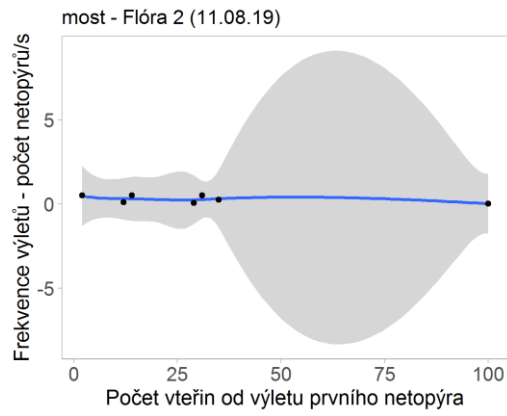
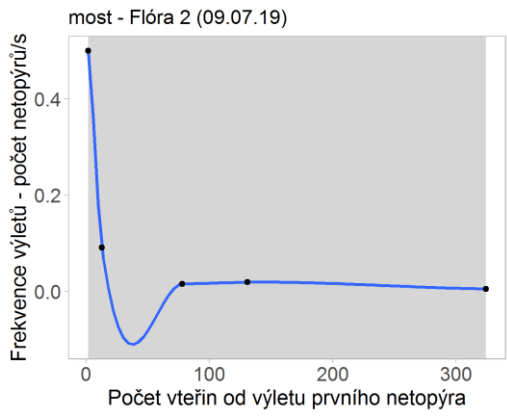
Výlet/nevýlet	Gravidita	Laktace	Postlaktace
0	52	45	37
1	63	27	23

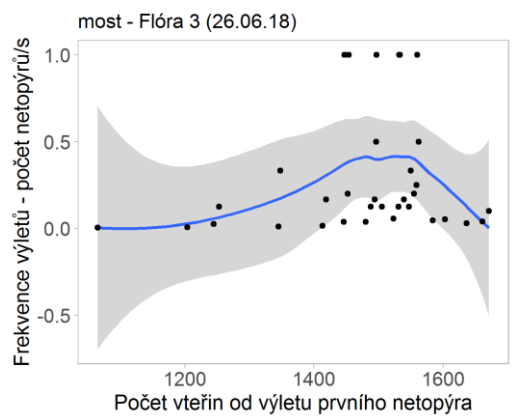
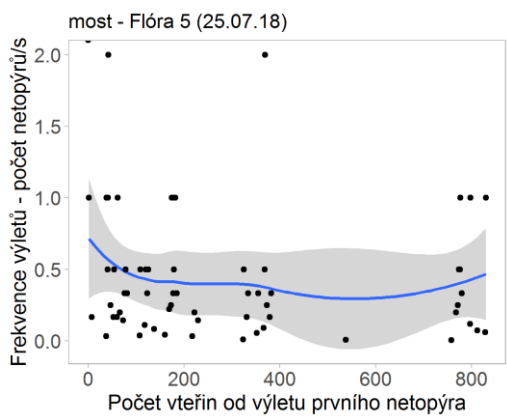
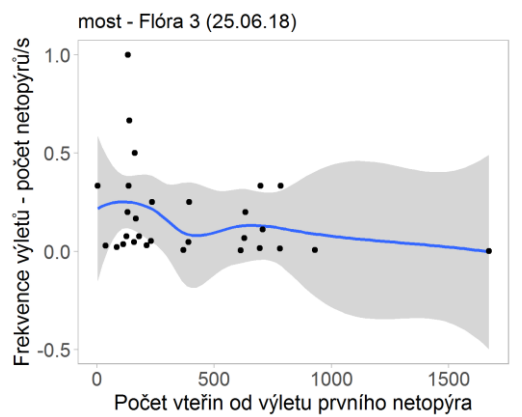
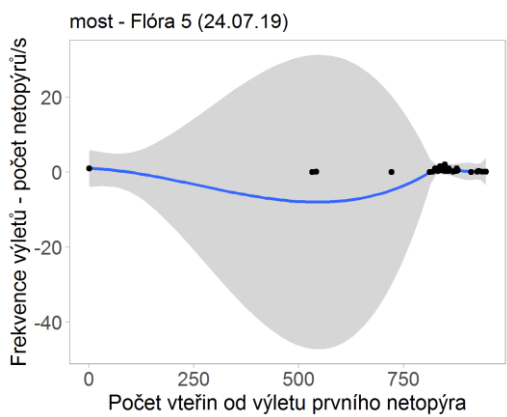
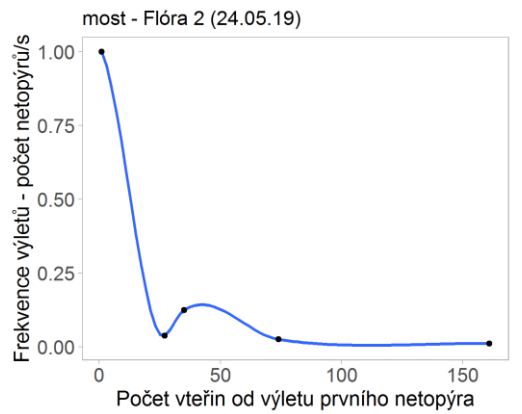
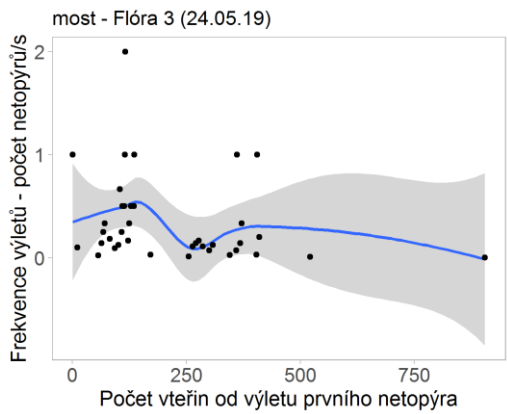
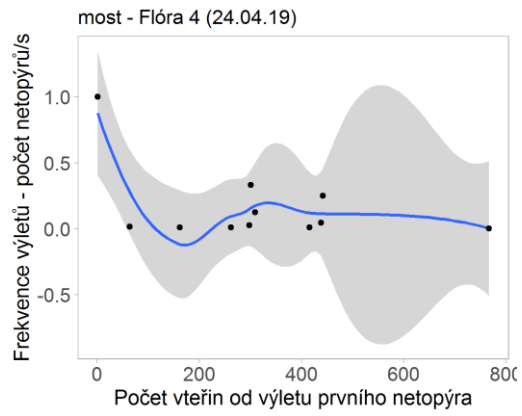
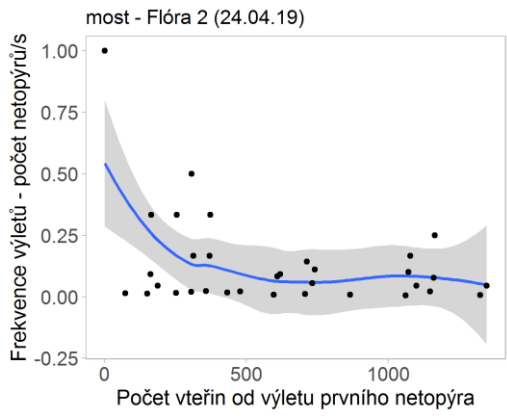
Tab. č. 6: Křížová tabulka výletovosti v jednotlivých reprodukčních obdobích

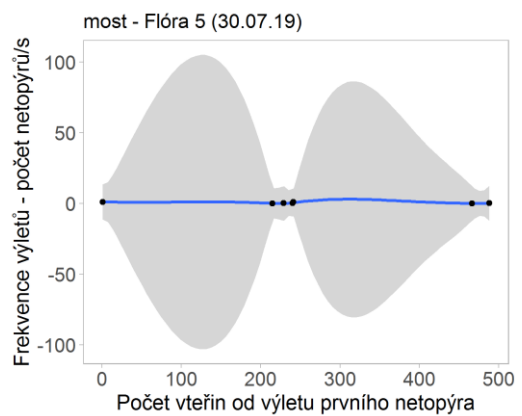
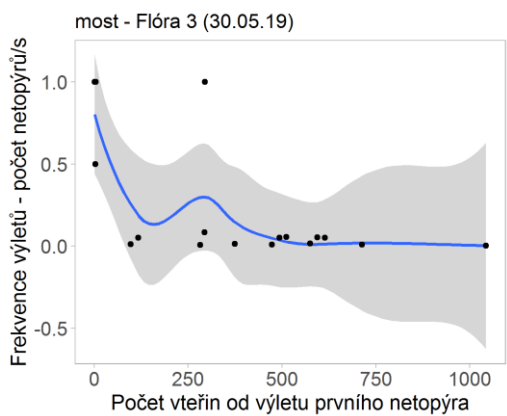
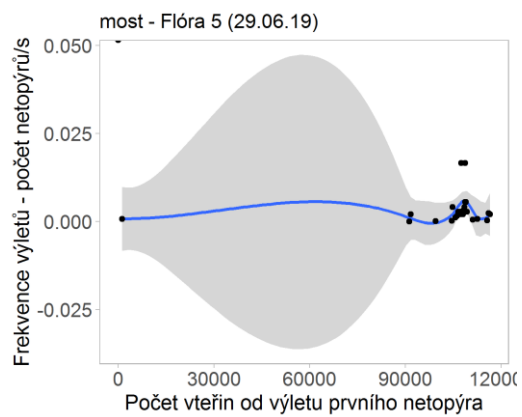
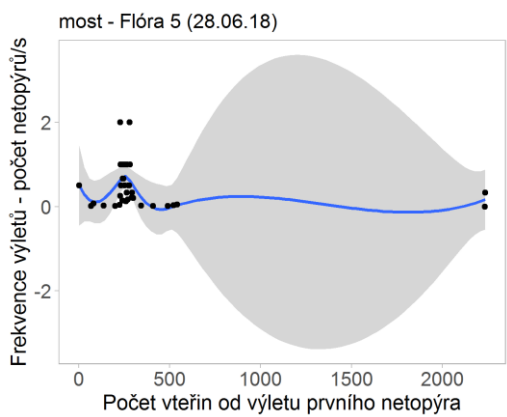
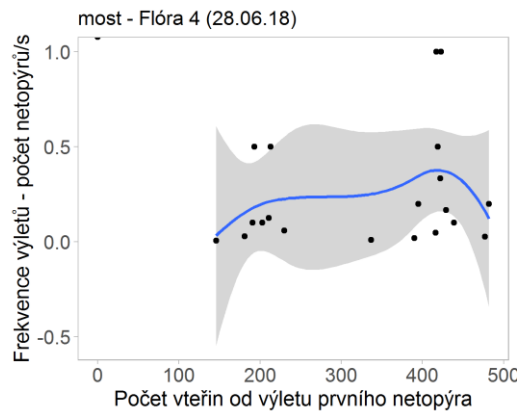
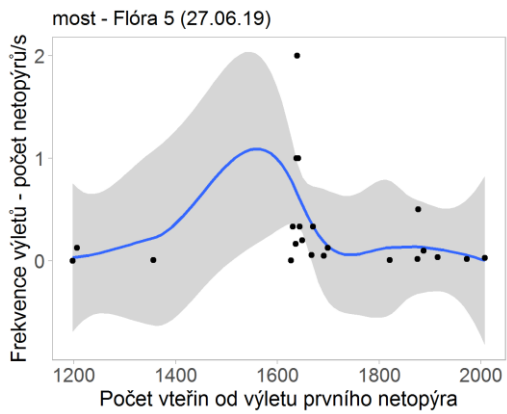
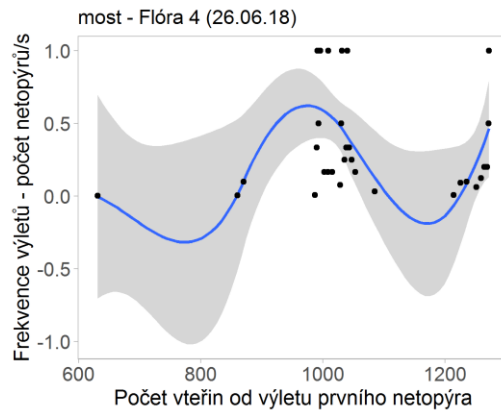
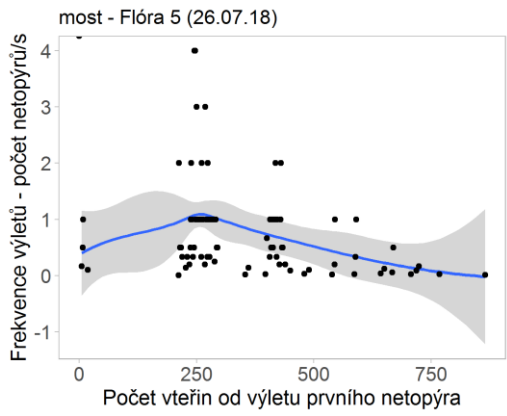
Výlet/nevýlet	Gravidita	Laktace	Postlaktace
0	52	45	37
1	63	27	23

8.2 Frekvence výletů

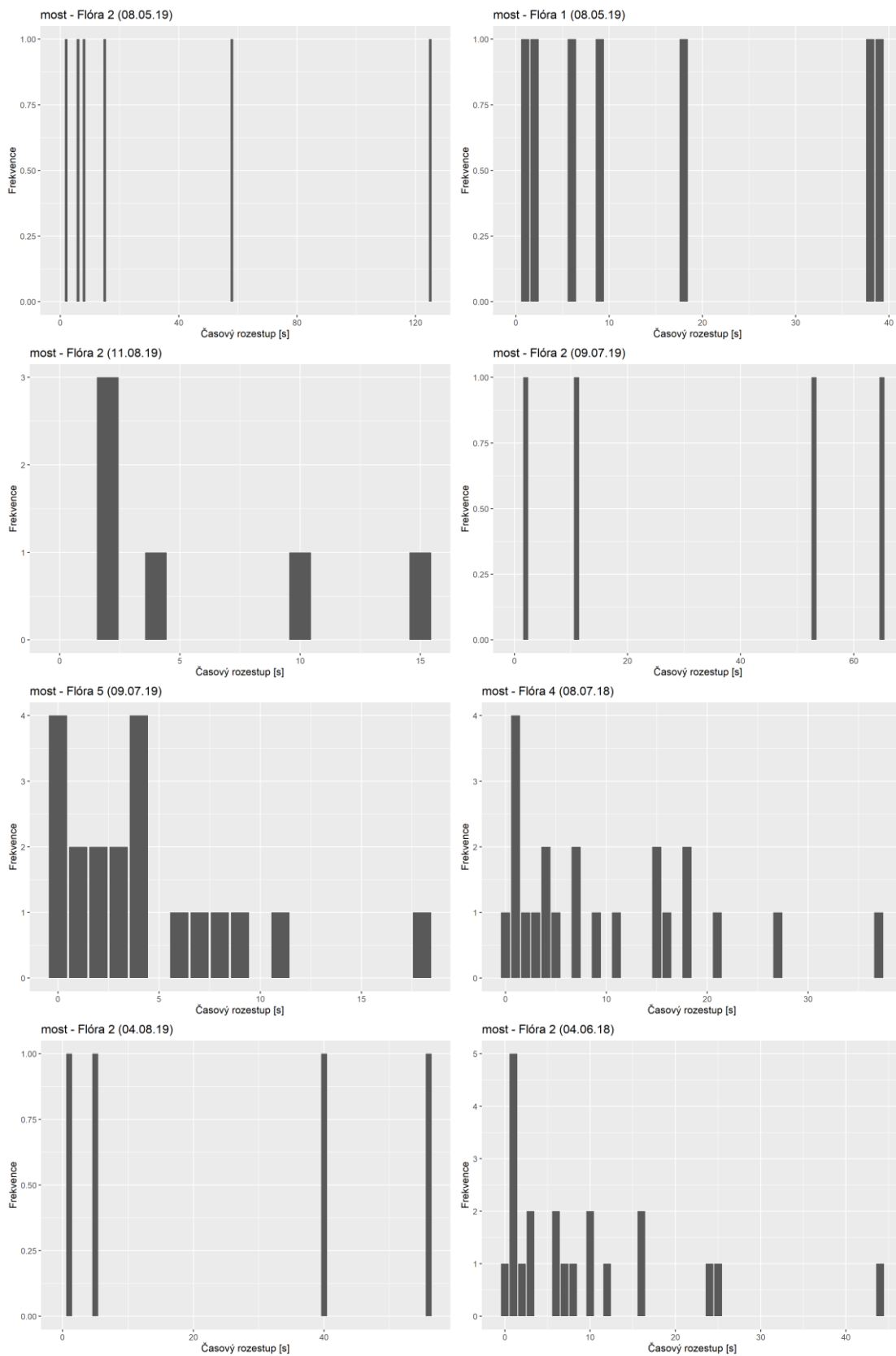


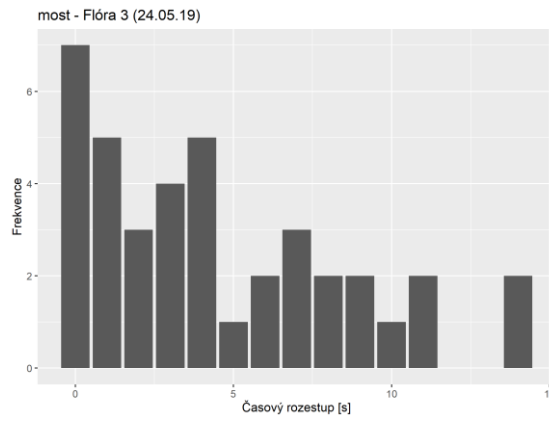
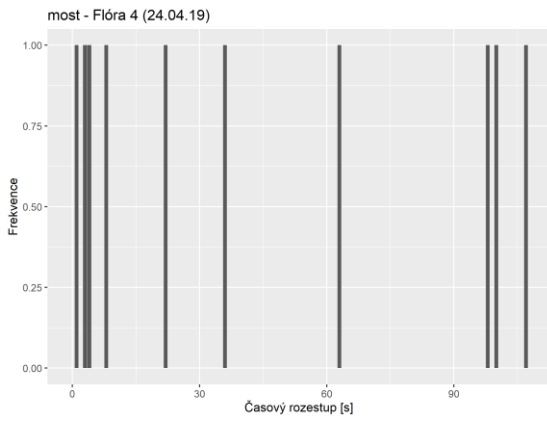
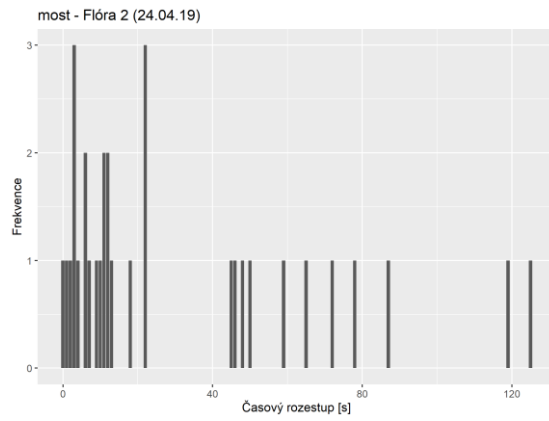
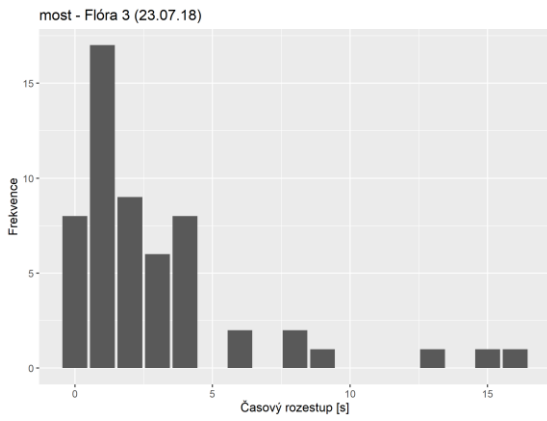
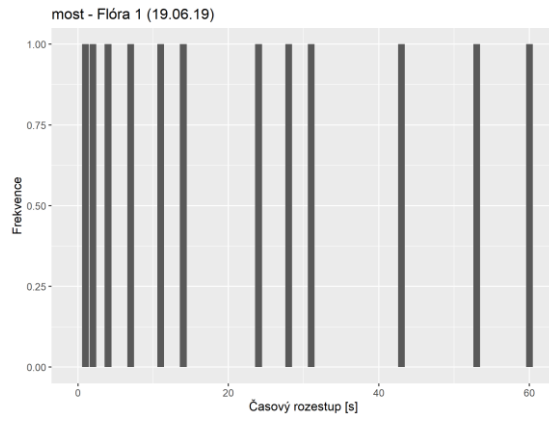
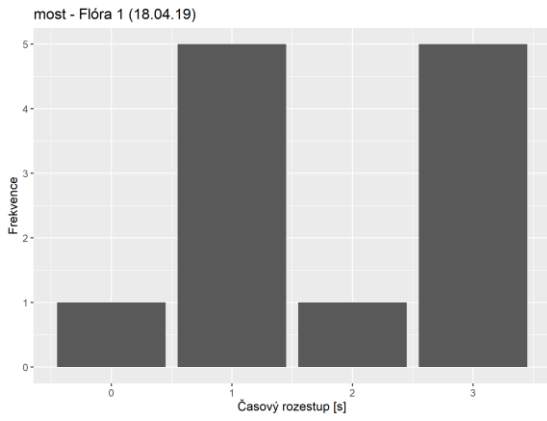
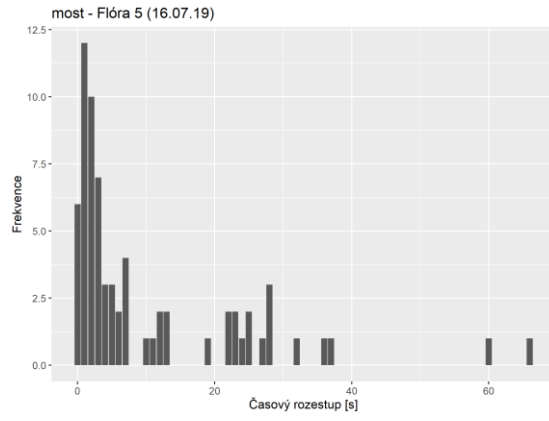
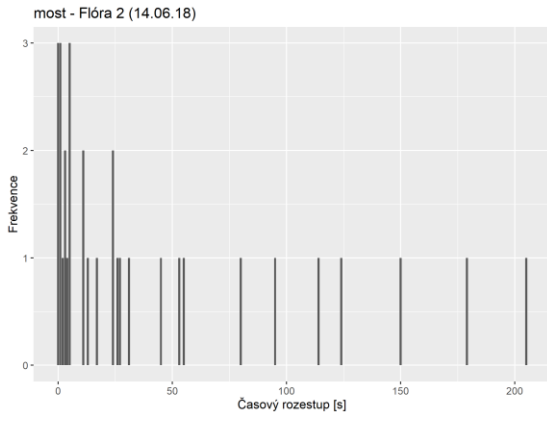


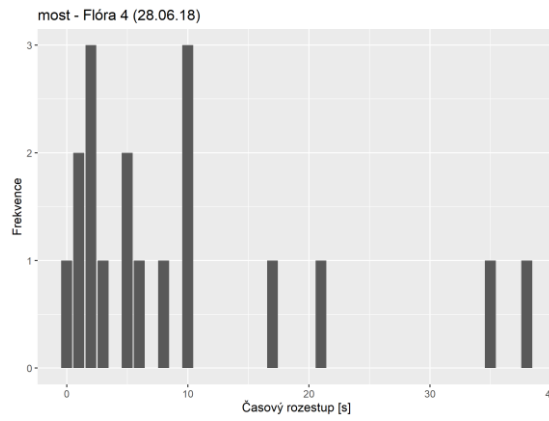
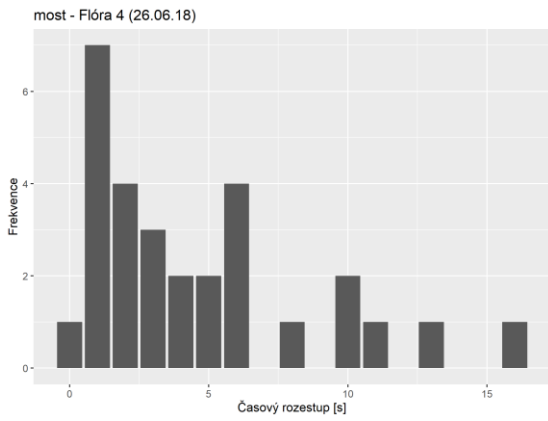
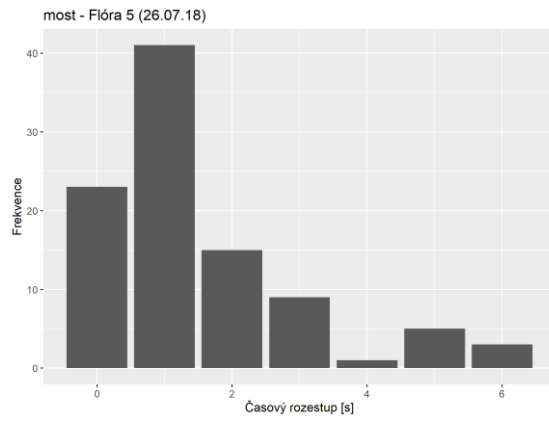
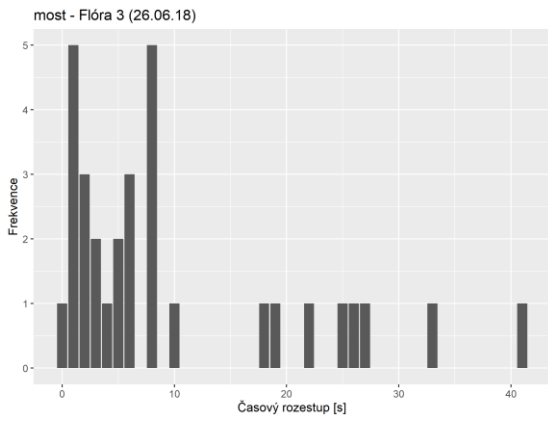
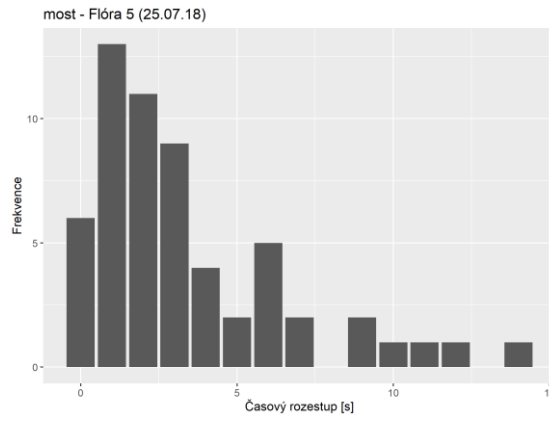
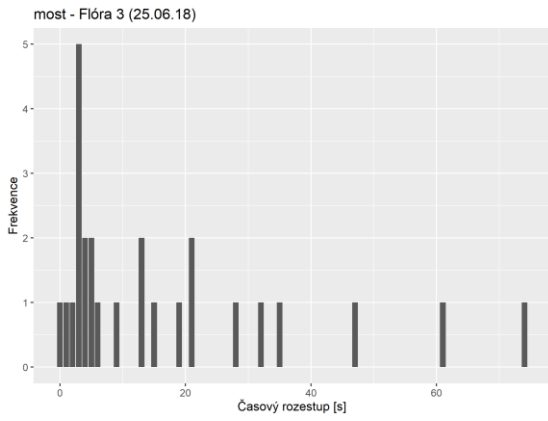
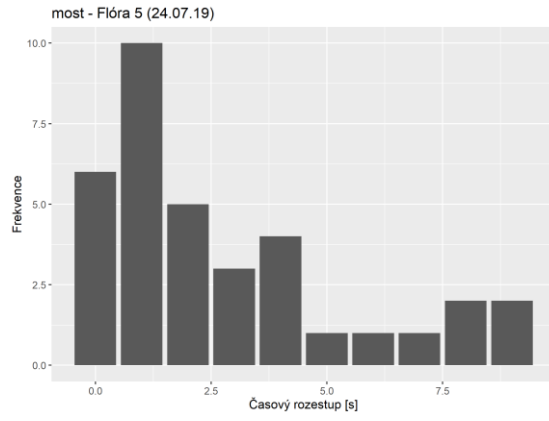
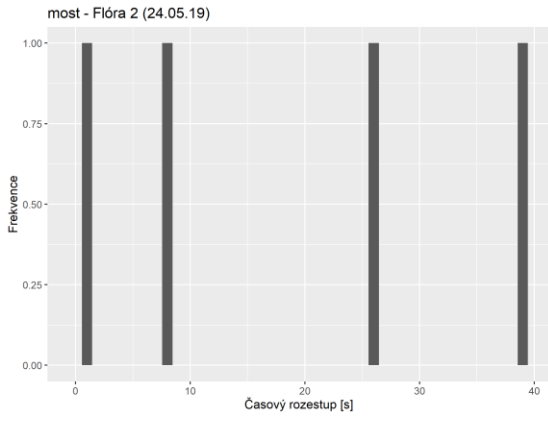


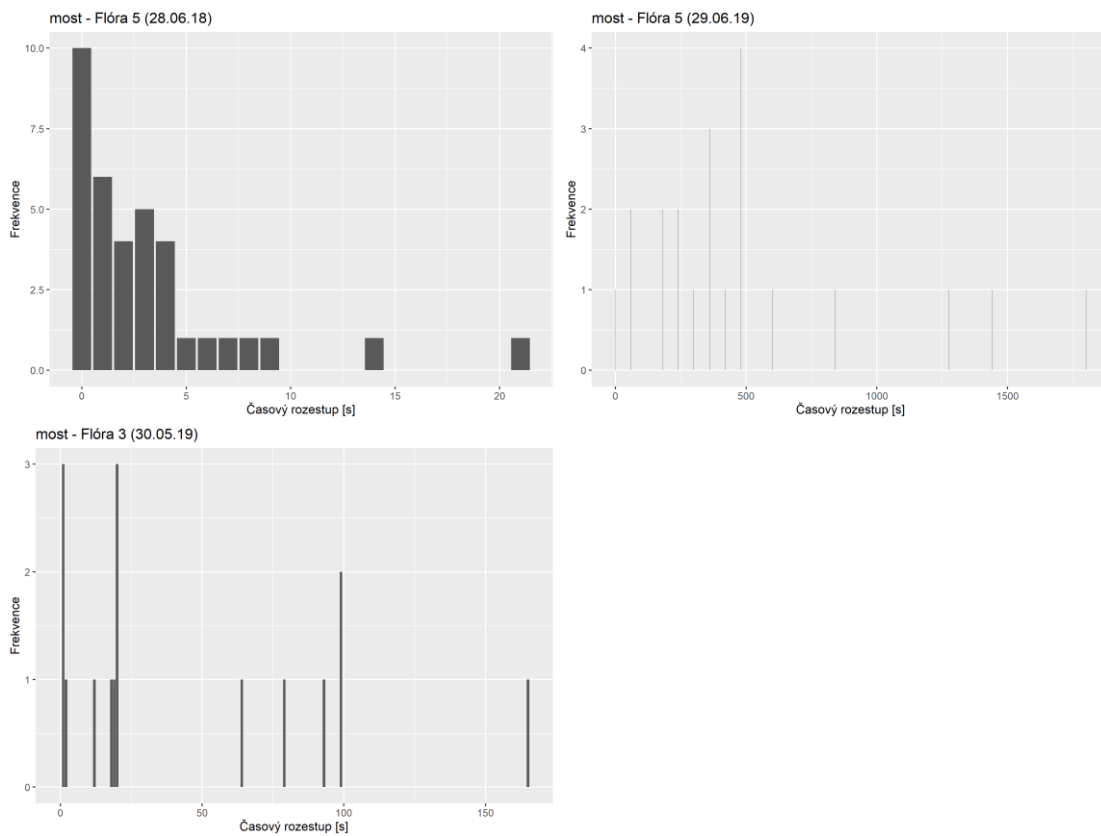


8.3 Frekvence zastoupení jednotlivých časových rozestupů výletů netopýrů









8.4 Obsah DVD

- Vlastní práce
- Tabulka s kompletními záznamy pozorování výletové aktivity
- Tabulka se záznamy a daty použitých pro analýzu
- Tabulka klimatických dat
- Tabulka časování výletů
- Software Terklan