

**Univerzita Karlova v Praze  
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie  
Studijní obor: Ekologie



**Bc. Tereza Hromádková**

Inkubační chování rybáka dlouhoocasého (*Sterna paradisaea*) v extrémních klimatických podmínkách severské tundry

Incubation behaviour of the Arctic Tern (*Sterna paradisaea*) in extreme conditions of northern tundra

Diplomová práce

Vedoucí závěrečné práce: RNDr. Václav Pavel, PhD.  
Konzultant: RNDr. Ondřej Sedláček, PhD.

Praha, 2015

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 6. 8. 2015

Podpis

## Abstrakt

Krátká hnízdní sezóna a extrémní klima jsou limitující podmínky, kterým se hnízdící ptáci v severské tundře museli přizpůsobit. Přesto do této oblasti každoročně migrují desítky druhů ptáků, aby zde zvýšily své šance na vyvedení mláďat. V rámci diplomové práce jsem se zaměřila na inkubační chování rybáka dlouhoocasého (*Sterna paradisaea*) v severské tundře na norském souostroví Svalbard. Na základě využití metody kontinuálního video nahrávání hnízd jsem detailně popsala chování druhu v průběhu inkubace, a to na dvou lokalitách Adolfbukta a Longyearbyen, které se od sebe odlišují rozdílnou přítomností lidí. Na lokalitě Adolfbukta probíhalo studium po dvě sezóny (2012 a 2014), které se od sebe lišily rozdílnou mírou predančního tlaku. Proto jsem mohla vyhodnotit nejen vliv lidské aktivity na inkubační chování a hnízdní ekologii rybáků dlouhoocasých, ale i vliv rozdílného predančního tlaku. Přítomnost lidí v okolí hnízdní kolonie v Longyearbyen měla výrazný vliv na chování. Inkubující jedinci v důsledku rušení častěji opouštěli svá hnízda, věnovali méně času inkubaci a klidová fáze na hnízdě (spánek) byla o polovinu kratší. Vliv lidské aktivity se výrazně neprojevil na průměrné velikosti snůšky a celkové hnízdní úspěšnosti. Je tedy možné, že rušivý vliv lidí není natolik velký, aby nebyl vykompenzován menší pravděpodobností predace na hnízdech a vyšší hnízdní úspěšností v dlouhodobém měřítku. Oproti tomu značná predace medvědem ledním na lokalitě Adolfbukta v roce 2014 měla za následek razantní snížení hnízdní úspěšnosti. To v podmínkách, jaké panují v severské tundře v Arktidě, může vést až k celkovému hnízdnímu nezdaru v daném roce. Samotné inkubační chování rybáků dlouhoocasých ale nebylo vlivem predace výrazně pozměněno. V případě predace medvědem ledním v Adolfbuktě šlo tedy pravděpodobně o náhodnou krátkodobou událost, která se neprojevila na celkovém nastavení chování daném dlouhodobými místními podmínkami.

## Klíčová slova

rybák dlouhoocasý, *Sterna paradisaea*, videonahrávání, inkubační rytmus, predace, lidská aktivita, hnízdní úspěšnost, Svalbard

## **Abstrakt**

Short breeding period and harsh climatic conditions are major limiting factors to which birds have to adapt in northern tundra regions. Despite this fact, dozen species of birds annually migrate into these regions to increase their chances to breed successfully. My diploma thesis focuses on incubation behaviour of the Arctic tern (*Sterna paradisaea*). The research for my thesis took place on the Norwegian archipelago Svalbard, in two particular locations: Adolfbukta and Longyearbyen. By using the method of continuous video recording, I described incubation behaviour of this specie in detail. Human activity is very different on each of Adolfbukta and Longyearbyen. On site Adolfbukta study was conducted during seasons 2012 and 2014, both with different predation pressure. Having known that, I could evaluate the impact of human activity as well as the impact of different predation pressure on incubation behaviour and breeding ecology of Arctic tern. The presence of human close to the colony had significant effect on incubation behaviour. Due to higher disturbances, incubating birds tended to leave their nests more often, attention paid to the nest was smaller and calm incubation (sleeping on the nest) was shorter by a half. Human activity had no effect on other displays such as average clutch size or nesting success. Therefore, it is possible that disturbances caused by people are not severe. Moreover, balance can be reacquired by lowering the predation pressure on the nest resulting in higher nesting success of Arctic tern in the long term. On the other side, high predation pressure by polar bear on site Adolfbukta in 2014 had significant effect on nesting success - which radically decreased. This could mean a complete failure of nesting in local harsh conditions. Predation had no significant effect on behaviour during incubation. Most likely, the presence of a polar bear in the colony occurred only for a short term and it had insignificant effect on incubation behaviour in general given by local conditions.

## **Key words:**

Arctic tern, *Sterna paradisaea*, videorecording, incubation rhythm, predation, human activity, nesting success, Svalbard

## **Poděkování**

V první řadě bych chtěla poděkovat svému školiteli Vašku Pavlovi za odborné vedení a dohled nad prací, za trpělivost a čas, který mi vždy věnoval a za zkušenosti z polárních oblastí, které mi ochotně předával. Děkuji Ondrovi Sedláčkovi za cenné připomínky a rady k finální podobě práce. A Karlu Weidingerovi za konzultaci statistických metod.

Moje poděkování patří také všem, kteří se aktivně podíleli na sběru dat a klidném průběhu prací v terénu. A Centru polární ekologie za poskytnuté zázemí v době pobytu na Svalbardu. V neposlední řadě chci poděkovat své rodině, která mne po celou dobu mého vysokoškolského studia vždy plně podporovala.

# Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Inkubace vajec u ptáků .....	1
1.2	Inkubační chování rodu <i>Sterna</i> .....	1
1.3	Studovaný druh rybák dlouhoocasý ( <i>Sterna paradisaea</i> ) .....	4
1.4	Charakteristické znaky severské tundry .....	5
2	Cíle.....	7
3	Metodika .....	8
3.1	Studované lokality .....	8
3.2	Sběr dat .....	10
3.3	Analýza videozáznamů.....	12
3.4	Statistické zpracování .....	14
4	Výsledky .....	15
4.1	Celková hnízdní úspěšnost a denní míra přežívání hnízd.....	15
4.2	Fáze inkubace .....	17
4.3	Míra rušení mezi lokalitami.....	17
4.4	Korelace proměnných.....	21
4.5	Inkubační chování.....	22
4.6	Predační události.....	34
5	Diskuze .....	35
5.1	Velikost snůšky.....	35
5.2	Celková hnízdní úspěšnost a míra rušení mezi lokalitami .....	36
5.3	Inkubační chování – závislost na denní době .....	38
5.4	Inkubační chování – porovnání lokalit .....	39
6	Závěr .....	43
7	Seznam použité literatury .....	44
8	Příloha .....	50

# 1 Úvod

## 1.1 Inkubace vajec u ptáků

Inkubace vajec je nedílnou součástí péče o mláďata u všech ptáků. Jejím hlavním úkolem je udržovat teplotu vajec co nejvíce blízko optimální inkubační teplotě tak, aby došlo k úspěšnému vývoji embrya. Optimální teplota vajec se v průběhu inkubace pohybuje kolem 34°C (Huggins 1941) a to nezávisle na podmínkách, v jakých se inkubace odehrává (Irving & Krog 1956; Booth & Jones 2002). Jedinci proto musí přizpůsobit své chování v průběhu inkubace tak, aby co nejvíce zvýšili šance na úspěšné vyvedení mláďat a zároveň výrazně nesnížili pravděpodobnost vlastního přežití. Kromě samotného jedince inkubační chování zásadně ovlivňují také okolní faktory, jako klima, bohatost a vzdálenost možných potravních zdrojů, přítomnost predátora či podoba samotného hnízda, mezi které se řadí například izolační schopnosti, poloha a velikost hnízda (Deeming 2002).

Jedinec v průběhu celé inkubace vykazuje určité znaky v chování, které mohou být společné v rámci skupin ptáků a také charakteristické pro jednotlivé oblasti, kde k inkubaci dochází. Mezi nejužívanější znaky patří celková délka inkubace vajec a různá míra účasti rodičů na inkubaci. Neméně důležitými znaky jsou znaky popisující inkubační rytmus jedinců (jak často, na jak dlouho a kdy podniká jedinec v inkubaci pauzy, zda se inkubace účastní oba partneři, jaká je frekvence výměn na hnízdě) a samotné chování v průběhu inkubace na hnízdě (usazovací pohyby jako pošlapování, točení a pohyby spojené s inkubací jako vrtění a chvění (Beer 1961)).

## 1.2 Inkubační chování rodu *Sterna*

Rod *Sterna* je v současné době řazen mezi rybáky (Sternidae), kteří spadají do podřádu rackovití (Laridae) (Fain & Houde 2007). Rod zahrnuje 11 druhů s charakteristickou přítomností černé svrchní strany hlavy, vidličnatým ocasem, šedivými zády, v době hnízdění rudým zobákem a nohama. Rozšíření je kosmopolitní, od tropů po polární oblasti včetně Antarktidy (del Hoyo et al. 1996). Většina rybáků začíná hnízdit až ve věku tří let, ale je zaznamenán případ, kdy u rybáka říčního (*S. aurantia*) došlo k zahnízdění již v druhém roce života (Mundkur 1992). Opakem mohou být jedinci rybáka tasmánského (*S. striata*), kteří

běžně začínají hnízdit až ve věku šesti let (Mills & Shaw 1980). Rybáci hnízdí v různě početných koloniích, vždy v blízkosti vody. Méně často jsou schopni zahnízdit i soliterně. Hnízdo tvoří převážně malá jamka v zemi, v polárních oblastech často vystlaná jen drobným kamením (Løvenskiold 1964; del Hoyo et al. 1996), směrem k rovníku mohou k zamaskování hnízd využívat přibývající vegetaci v okolí a snižovat tak pravděpodobnost nalezení hnízda predátorem s následnou predací (Donehower et al. 2007). Věrnost rybáků k hnízdištím je obecně velká (například Devlin 2006), za meziroční změnou nebo v extrémních případech za kompletním opuštěním hnízdní kolonie může být výrazná predační událost (Whittam & Leonard 1999; Schulz & Gales 2004) nebo extrémní klimatické podmínky v průběhu poslední hnízdní sezóny (Møller et al. 2006).

Doba vhodná pro hnízdění v polárních oblastech trvá 2½-3 měsíce, v mírných oblastech 3-4 měsíce a pro druhy hnízdící v tropech 4-5 měsíců. Rybáci rodu *Sterna* jsou typicky monogamní a mezi partnery na hnízdišti panuje vysoká věrnost, přesto González-Solís et al. (2001) objevili v hnízdě rybáka obecného (*S. hirundo*) mimopárovou snůšku. Výjimečně také může dojít k výměně partnerů v průběhu hnízdní sezóny a to před opětovným založením snůšky, kdy předchozí snůška byla ztracena vlivem predace (Ludwig & Becker 2008). U migrujících druhů dochází k párování partnerů okamžitě po příletu na hnízdiště. Pokud se na hnízdišti nenachází partner z poslední hnízdní sezóny, nastávají námluvy a tvoří se pár nový. Jestliže původní partner dorazí ještě v průběhu námluv, námluvy končí a dojde k opětovnému utvoření předchozího páru (Ludwig & Becker 2006).

Rybáci snáší jedno až tři vejce, výjimečně u rybáka říčního čtyři vejce na snůšku (del Hoyo et al. 1996). U rybáka obecného a rybáka rajského (*S. dougalii*) byl vysledován vliv zeměpisné šířky na počet vajec ve snůšce (Nisbet & Ratcliffe 2008). Oba druhy mají tendenci klást větší snůšky s narůstající zeměpisnou šířkou. U rybáka jižního (*S. vittata*) byla podobná tendence také zaznamenána, ale s hnízděním ve více extrémních podmínkách (oblast Weddellova moře v Antarktidě) se velikost snůšky vlivem okolních podmínek zmenšila (Weidinger & Pavel 2013a). Inkubace vajec se účastní oba rodiče v délce 18-28 dnů. V hnízdních koloniích můžeme také potkat nespárované jedince (Dittmann & Becker 2003). Jedná se buď o mladé, ještě reprodukčně nevyspělé ptáky nebo o jedince, kteří si nenašli partnera k hnízdění. Dospělí nespárovaní jedinci výjimečně mohou utvořit svazky tří rybáků, následně se dělí o inkubaci a péči o potomstvo (Cullen 1957). Svazky tří rybáků byly pozorovány například u rybáka obecného (Nisbet et al. 2007) nebo u rybáka rajského. Při studiu hnízdní ekologie rybáka rajského byly pozorovány i svazky více samic (dvě až tři samice). Svazky byly charakteristické pozdním hnízděním, častým výskytem extrémně

velkých snůšek (čtyři až pět vajec) a nízkou celkovou hnízdní úspěšností (44%) (Nisbet & Hatch 1999).

U rybáka rajského bylo pozorováno také zajímavé chování v péči o potomstvo. Inkubace vajec se účastnili oba jedinci z páru, ale následná péče o vylíhlá mláďata byla ovlivněna velikostí snůšky. Pokud byla snůška jednovaječná, o potomka se starali oba. Byla-li snůška dvojevaječná, samec se staral pouze o první vylíhlé mládě a samice pouze o druhé mládě (Watson et al. 2012). Obecně se ale předpokládá, že o mláďata pečují oba partneři s možnou rozdílnou investicí do krmení (Wagner & Safina 1989).

Celková hnízdní úspěšnost rybáků rodu *Sterna* je značně variabilní a může se lišit mezi roky a jednotlivými lokalitami. Jedním z hlavních faktorů, který na hnízdní úspěšnost má vliv, je predace (Whittam & Leonard 1999; Donehower et al. 2007; Egevang & Frederiksen 2011; Hogan et al. 2013; Weidinger & Pavel 2013a). Predace se odehrává především na hnízdech s vejci nebo s mláďaty, která ještě nejsou schopna letu. Predátory bychom mohli rozdělit do dvou skupin: predátory savčí a predátory ptačí. Mezi savčí predátory by patřili například: liška polární (*Alopex lagopus*) (Egevang & Frederiksen 2011), medvěd lední (*Ursus maritimus*) (Stempniewicz et al. 2014) či zdivočelá kočka domácí (Brooke et al. 1988) nebo lumík grónský (*Dicrostonyx groenlandicus*) (Mallory et al. 2010). Nejvíce predátorů však patří mezi ptačí predátory. Zde najdeme různé zástupce dlouhokřídlicích (Charadriiformes) (Neves et al. 2006; Donehower et al. 2007; Hogan et al. 2013), dravců (Falconiformes) (Fracasso & Branco 2012), sov (Strigiformes) (Nisbet & Welton 1984; Ludwig & Becker 2006), ale i například zástupce krkavcovitých (Corvidae) (Whittam & Leonard 1999) nebo špačka obecného (*Strunus vulgaris*) (Neves et al. 2006). Dalším faktorem, který ovlivňuje celkovou hnízdní úspěšnost, jsou lokální přírodní podmínky. Vlivem silných bouří, dešťů nebo hustých mlh často dochází ke ztrátám vajec, opuštění snůšek (Weidinger & Pavel 2013a) nebo neschopnosti krmít mláďata a ty pak hynou v důsledku hladovění (Pettingill 1939). Příčinou značných ztrát na hnízdech mohou být i silné záplavy (Hulsman & Smith 1988; Schulz & Gales 2004). U rybáka jihoamerického (*S. hirundinacea*) se jako významný faktor ovlivňující celkovou hnízdní úspěšnost ukázala vnitrodruhová agrese. V kolonii zahynulo až 8% mláďat a to vlivem útoků dospělých jedinců vůči nepříbuzným mláďatům (Villanueva-Gomila et al. 2009). Podobné útoky na mláďata, která se dostala do blízkosti hnízda jiného páru, jsou zaznamenány i u rybáka dlouhoocasého (*S. paradisaea*) (Pettingill 1939) a rybáka rajského (Ramos 2003).

Rybáci často hnízdí v otevřených terénech, a tak využívají možnosti společné obrany celé hnízdní kolonie před predátory a dalšími narušiteli. Čím je kolonie větší a hnízda jsou

těsněji u sebe, tím je obrana kolonie proti ptačím predátorům efektivnější (Hernández-Matías et al. 2003). Rybáci hnízdící v mírných klimatických podmínkách brání hnízdo intenzivněji než rybáci hnízdící v tropických oblastech (Burger & Gochfeld 1988). Míra intenzity obrany kolonie se liší také v průběhu inkubace. Reakce na narušitele jsou intenzivnější v období, kdy se na hnízdech nacházejí mláďata nebo vejce těsně před líhnutím (Whittam & Leonard 2000). Palestis (2005) také pozoroval stupňování agrese vůči predátorovi s blížícím se koncem hnízdní sezóny, kdy se krátí čas na možné znovuzaložení snůšky. Důvodem je již velká investice rodičů (energická i časová) vložená do péče o budoucí potomstvo. V lokalitách, kde rybáci hnízdí v blízkosti lidských sídel, se narušitelem stává i člověk. Obrana hnízd rybáky před lidmi je značná ale intenzita se mezi druhy lehce odlišuje v závislosti na velikosti těla, početnosti kolonie, zeměpisné šířce nebo typu okolního habitatu. Ve všech případech se ale jedná o podobný způsob obrany: opuštění hnízda, kroužení nad narušitelem společně s hlasovými projevy, nálety na narušitele často spojené s defekací a ranami nohama či údery zobáky. Tímto způsobem obrany se projevují nejčastěji rybáci z hnízd, která jsou narušiteli nejbližší (Burger & Gochfeld 1988). Lidská aktivita může mít protichůdné vlivy na kolonie rybáků. V případě nárůstu lidské aktivity v okolí stanice Esperanza v Antarktidě došlo ke zmenšení hnízdní kolonie rybáka jižního v blízkosti stanice (Coria & Montalti 1993). Naopak v některých koloniích přítomnost lidí může znamenat jakousi bariéru proti predaci ptačími (Nisbet 2000; Sandvik & Barrett 2001; Donehower et al. 2007) a savčími predátory.

V rámci diplomové práce se budu zabývat inkubačním chováním jednoho ze zástupců rybáků rodu *Sterna* rybákem dlouhoocasým.

### **1.3 Studovaný druh rybák dlouhoocasý (*Sterna paradisaea*)**

Rybák dlouhoocasý se od ostatních zástupců rodu *Sterna* odlišuje výrazně prodlouženými ocasními pery, která v klidovém stavu přesahují délku složených křídel. Jedná se o druh s cirkumpolárním rozšířením. Hnízdí na severní polokouli od mírných až po arktické oblasti (del Hoyo et al. 1996). Během severské zimy každoročně migruje na jižní polokouli do antarktické oblasti, kde má při okrajích mořského ledu ve Weddellově moři (Egevang et al. 2010) a okolí Wilkesovy země zimoviště. Udává se, že se jedná o nejdále migrujícího ptačího zástupce vůbec. Doposud nejdelší naměřená migrační cesta čítala  $90\,000 \pm 2\,000$  km (Fijn et al. 2013).

Mnou studovaná populace rybáka dlouhoocasého hnízdí na norském souostroví Svalbard, které leží přibližně 1300 km severně od severního polárního kruhu. Jedná se tak o

nejseverněji hnízdící druh rybáka. Hnízdí zde kolem celého pobřeží Svalbardu od první poloviny června. Tvoří různé početné kolonie, ale i solitérní hnízda (Løvenskiold 1964). Zahnízdění jedinců mimo kolonie může fungovat i jako antipredační strategie (Hawksley 1957). Hnízdo je tvořeno pouze malou jamkou. Hustota hnízd v kolonie je přibližně 20 až 30 hnízd na hektar (Langham 1974). Velikost snůšky se liší mezi jednotlivými koloniemi a roky, ale běžně čítá dvě vejce, méně často jedno a vzácněji tři vejce (Løvenskiold 1954). Inkubace se účastní oba rodiče a trvá 21-23 dnů (Kovacs & Lydersen 2006). Vrchol líhnutí nastává v druhé půlce července. Poslední snůšky jsou však zakládány až do prvních dnů v srpnu. Ve velkých koloniích tak můžeme najít hnízda v různém stádiu vývoje (Løvenskiold 1954). V arktických podmínkách je načasování hnízdění a velikost snůšky ovlivněna klimatickými podmínkami (Evans & McNicholl 1972; Levermann & Tøttrup 2007).

Celková hnízdní úspěšnost rybáka dlouhoocasého je značně variabilní v závislosti na umístění kolonie a každoročně měnících se podmínkách (predace, klimatické výkyvy atp.). Predátory hnízd rybáka dlouhoocasého jsou na Svalbardu hlavně racek šedý (*Larus hyperboreus*), chaluha příživná (*Stercorarius parasiticus*), liška polární (Løvenskiold 1954; Kovacs & Lydersen 2006) a medvěd lední (Stempniewicz et al. 2014). Za běžných podmínek jsou rybáky z kolonie vyháněni. Pokud se v kolonii objeví jiné druhy ptáků například racek tříprstý (*Rissa tridactyla*) nebo buňák lední (*Fulmarus glacialis*), rybáci na ně také útočí (Løvenskiold 1954), pokud jde o menší druhy, například o kulíka písečného (*Charadrius hiaticula*) jsou rybáky přehlíženi (Hawksley 1957).

Je jen několik prací, které se zabývaly detailnějším popisem inkubačního chování rybáka dlouhoocasého v podmínkách severské tundry. A pouze práce Burton & Thurston (1959) je přímo z hnízdní kolonie na Svalbardu.

## 1.4 Charakteristické znaky severské tundry

Pod pojmem „severská tundra” se skrývá oblast bez přítomnosti stromů, s chladnými zimami, silnými větry a na většině území s výskytem trvale zmrzlé půdy. Průměrná teplota nejteplejšího měsíce roku zde nepřesahuje 10°C a mezi jarem a prvními dny mrazu je často méně než 50 dnů (Polunin 1951). Nejčastěji se severská tundra vymezuje podle klimaticko-floristických znaků například pomocí severní hranice lesa (Billings & Mooney 1968; Halliday 2002) nebo dle přítomnosti trvale zmrzlé půdy tak, zvaného permafrostu (Crawford 2013). Pro jednoduchost je pak tato oblast často vymezována severním polárním kruhem (viz. např. Anisimov et al. 2007) a nazývána Arktidou.

V severské tundře panují pro život extrémní podmínky. Teplota v průběhu zimy zde padá k  $-30^{\circ}\text{C}$  a níže a během léta osciluje kolem  $0^{\circ}\text{C}$  (Thomas et al. 2008). Za svá hnízdiště si tuto oblast v letním období vybrala řada druhů ptáků (dle různých autorů od 70 do 140 hnízdících druhů). Ale jen několik druhů se zde dokázalo přizpůsobit extrémním podmínkám a stalo se obyvateli těchto severských krajin i v zimním období. Ostatní ptačí zástupci z těchto oblastí s příchodem zimy migrují do klimaticky příhodnějších lokalit. Opětný návrat do oblastí severské tundry za účelem hnízdění je spojen s příchodem jara a synchronizován s ústupem mořského ledu. Tání mořského ledu v mnoha případech ovlivňuje začátek hnízdění migrujících ptáků (Gaston et al. 2005; Laidre et al. 2008), v některých případech může velmi opožděný ústup ledu způsobit i nezahnízdění v daném roce (Løvenskiold 1964). Stejně tak déle přetrvávající sněhová pokrývka v oblasti hnízdišť může vést k opožděnému zahnízdění a tím značně snížit celkovou hnízdní úspěšnost (Levermann & Tøttrup 2007; Madsen et al. 2007).

Hnízdění ptáků ve velmi chladném klimatu severské tundry také znesnadňují časté extrémní výkyvy počasí. V důsledku silných bouří a dešťů často spojených se silnými větry a malou viditelností dochází ke ztrátám vajec, opuštění snůšek rodiči, úmrtí mláďat (Enser 1979; Bradley et al. 1997) a až ke kompletnímu hnízdnímu neúspěchu (Yannic et al. 2014). Případný nezdár ve hnízdění je však v těchto oblastech vynahrazen velkou hojností potravy v době líhnutí mláďat (Järvinen & Väisänen 1978; Mallory et al. 2009). Inkubující ptáci zde mají také méně možných predátorů oproti mírnějším klimatickým oblastem (Davies 1958). A v neposlední řadě s narůstající zeměpisnou šířkou od severního polárního kruhu přibývají dny, kdy slunce v letním období nezapadá za obzor, a inkubující ptáci tak mají šanci být více aktivní i v běžně nočních hodinách (Fejtklová 2009; Tombre et al. 2012).

## 2 Cíle

Hlavním cílem diplomové práce je popsat, jak se rozdílná míra přítomnosti lidí v okolí hnízdní kolonie promítne v inkubačním chování a celkové hnízdní ekologii rybáka dlouhoocasého. A nabídnout tak možné odpovědi na otázku: Proč ptáci hnízdící na hraně svých možností v extrémních klimatických podmínkách severské tundry svá hnízdiště umisťují do těsné blízkosti lidských sídel a přidávají tak k vlivu extrémních podmínek prostředí další stresový faktor plynoucí z přítomnosti lidí? Základním předpokladem, který bude v práci ověřen, je, že přítomnost lidí v blízkosti hnízdní kolonie má vliv na chování jedinců v průběhu inkubace.

Dalším cílem této práce je detailní popis inkubačního chování rybáka dlouhoocasého v extrémních klimatických podmínkách severské tundry, který zatím za použití moderních metodických přístupů nebyl proveden. Popis bude následně využit v dalších studiích týkajících se inkubačního chování rybáků v extrémních podmínkách polárních oblastí.

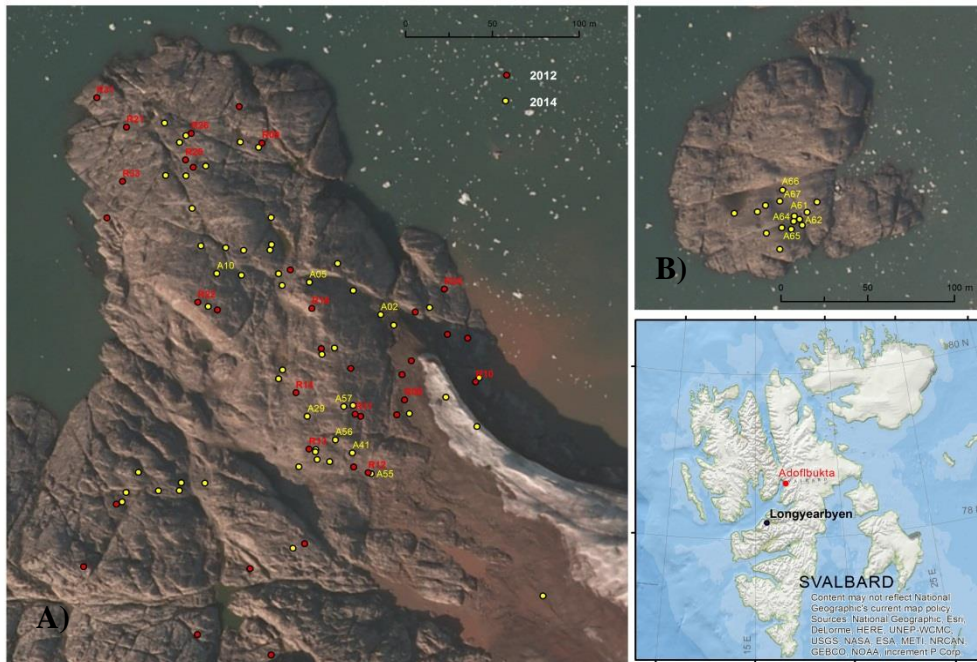
Neméně důležitým cílem je i popis možných predátorů na hnízdech rybáka dlouhoocasého a vlivu predace na inkubační chování v severské tundře.

## 3 Metodika

### 3.1 Studované lokality

Studium inkubačního chování rybáka dlouhoocasého v severské tundře probíhalo na norském souostroví Svalbard, které se rozprostírá mezi 78 až 81° severní šířky a 10 až 35° východní délky. Pozorování inkubačního chování rybáka dlouhoocasého se uskutečnilo na dvou lokalitách, Adolfbukta a Longyearbyen (78°22-24'N 15°48-70'E; 78°65-66'N 16°90-91'E). Na obou lokalitách rybáci dlouhoocasí tvoří pravidelně v období června až srpna hnízdní kolonie s podobnou hustotou hnízd (Adolfbukta 16 hnízd/ha, Longyearbyen 14 hnízd/ha; osobní pozorování). Kolonie se nacházejí v otevřené krajině při pobřeží moře a hnízda mají podobu pouze jednoduché jamky v podkladu vystlané kamínky (Příloha 1).

Studované lokality byly vybrány s ohledem na rozdílnou míru přítomnosti lidí. Adolfbukta je záliv nacházející se v centrální části největšího ostrova Špicberky a lidé se zde vyskytují jen vzácně (ojedinělá přítomnost výzkumníků; Obrázek 1). Na této lokalitě probíhalo studium inkubačního chování na hnízdní kolonii na odledněných ostrůvcích, Retrettøya a kachní ostrov (pracovní název), na předpolí ledovce Nordenskiöldbreen. Druhou lokalitou je pak studovaná hnízdní kolonie na lokalitě Longyearbyen, která je umístěna přímo ve správním městě Svalbardu (Longyearbyen), a tak se v okolí hnízd rybáka dlouhoocasého pravidelně vyskytují lidé (Obrázek 2).



**Obrázek 1:** Lokaita Adolfobukta s vyznačenými hnízdy (A) Retrettøya; B) kachní ostrov). Červeně znázorněna hnízda studovaná v roce 2012. Žlutě znázorněna hnízda sledovaná v roce 2014. Hnízda s příslušným indexem značí ty, kde proběhlo natáčení inkubačního chování. Autor mapy: Mgr. Bc. Zdeněk Stachoň, Ph.D.



**Obrázek 2:** Lokaita Longyearbyen s vyznačenými hnízdy. Studium na této lokalitě probíhalo pouze v roce 2014. Hnízda s příslušným indexem značí ty, kde proběhlo natáčení inkubačního chování. Autor mapy: Mgr. Bc. Zdeněk Stachoň, Ph.D.

## 3.2 Sběr dat

K vyhodnocení vlivu lidské aktivity na inkubační chování rybáků dlouhoocasých jsem využila metody kontinuálního videomonitoringu hnízd tohoto druhu na různě rušených lokalitách. Míra celkového rušení v průběhu inkubace byla stanovena pomocí 24 hodinových pozorování na obou lokalitách. Také bylo zaznamenáváno stáří vajec v natáčených hnízdech a sledováno přežívání hnízd rybáka dlouhoocasého na lokalitách.

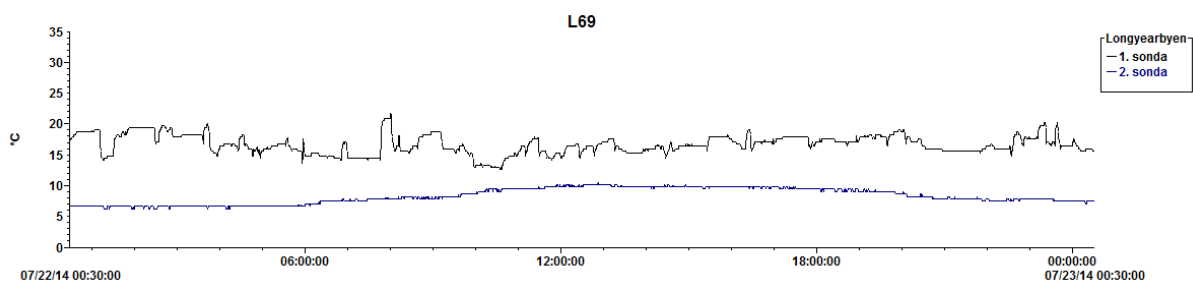
Videomonitoring hnízd na obou lokalitách probíhal v průběhu hnízdní sezóny 2014 a na lokalitě Adolfbukta také v hnízdní sezóně 2012. K videomonitoringu byla použita mini kamera s IR přísvitem, která byla umístěna přibližně jeden metr od hnízda tak, aby co nejlépe zaznamenávala průběh inkubace, současně byla zamaskována okolním materiálem (Příloha 2). Video bylo zaznamenáváno metodou time-lapse (30 snímků za sekundu; rozlišení 640x496 pixelů) na mini rekordér typu DUR YK 9107 a ukládáno na paměťové karty (typ SDHC, velikost 32GB). Nahrávací zařízení bylo uloženo ve voděodolném krytu a společně s napájecí baterií (autobaterie, 12V) umístěno do přibližně pěti až deseti metrové vzdálenosti od hnízda. Videomonitoring inkubačního chování probíhal vždy současně na pěti hnízdech minimálně po dobu 26 hodin tak, aby bylo dosaženo 24 hodinového záznamu inkubačního chování, který nebude ovlivněn naším pobytem v blízkosti nahrávaného hnízda.

Pro vyhodnocení míry rušení lidmi bylo na obou lokalitách uskutečněno celodenní pozorování. V blízkosti hnízdní kolonie rybáků dlouhoocasých (tak aby na ni bylo co nejlépe vidět, ale zároveň nebyla kolonie rušena) se v průběhu 24 hodin střídali tři lidé. Sledovali a zaznamenávali jakoukoliv aktivitu v kolonii, pohyb jiných druhů uvnitř a v blízkosti kolonie a také reakce rybáků na zaznamenanou událost. Zaznamenaná reakce rybáků byla ohodnocena body od 0 do 3: 0 – kolonie bez reakce; 1 – neklid v kolonii (několik rybáků přestává inkubovat a opouští hnízdo, krouží ve vzduchu, ale na vyrušitele neútočí); 2 – několik rybáků útočí (několik rybáků přestává inkubovat a opouští hnízdo, krouží ve vzduchu a útočí na vyrušitele; často se jedná o rybáky z nejbližších hnízd vyrušiteli); 3 – silná reakce celé kolonie (téměř celá kolonie přestává inkubovat a zvedá se z hnízd, krouží nad kolonií a většina rybáků útočí na vyrušitele). Sledované události byly rozděleny do čtyř skupin: obecné rušení (dle literatury a osobních zkušeností se nejedná o predátora na hnízdech rybáků, například racek tříprstý, buňák lední, sněhule severní, kajka mořská atp.), rušení predátorem (dle literatury a osobních zkušeností se jedná o možné predátory vajec či mlád'at z hnízd rybáků, například racek sněžní, chaluha příživná, liška polární atp.), rušení lidmi a průjezdy aut kolonií. Hlídka na lokalitě Adolfbukta proběhla v roce 2012 a na lokalitě Longyearbyen

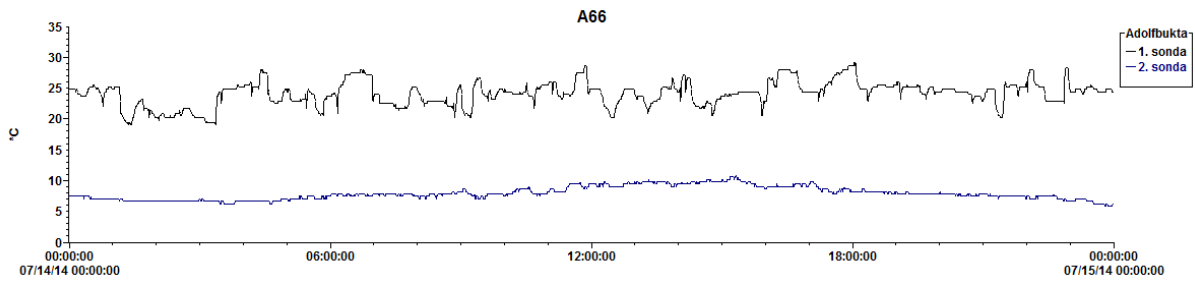
v roce 2014 (hlídka na lokalitě Adolfbukta nemohla v roce 2014 proběhnout z důvodů přítomnosti ledního medvěda ve studované oblasti).

V roce 2014 jsem také v obou lokalitách zaznamenávala stáří vajec v natáčených hnízdech. Nasazenost vajec byla zjišťována vážením vajec ve vodním sloupci a to na základě snižování celkové hmotnosti za současného zvětšování vzduchové bubliny a tím větší schopnosti vejce vznášet se. S narůstající dobou od snesení plavala vejce více na hladině (Westerskov 1950). Celková doba inkubace byla rozdělena na 4 fáze. Každé hnízdo bylo ohodnoceno na škále od 0.25 do 1, kde 0.25 znamenalo čerstvě snesená vejce nebo vejce v první čtvrtině inkubačního cyklu a hodnota 1 znamenala hnízdo s vejci těsně před vylíhnutím.

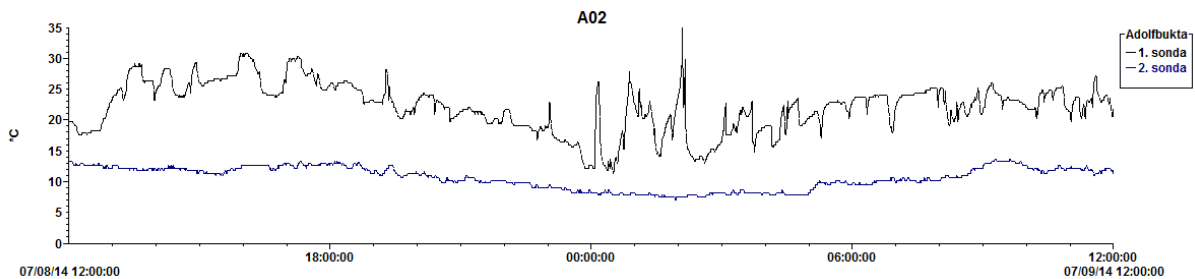
Na několika natáčených hnízdech v obou lokalitách proběhlo orientační měření teploty v bezprostředním okolí vajec v průběhu inkubace. Teplota byla měřena pomocí dataloggeru (typ HOBO 4-Channel External Data Logger) se dvěma sondami s externími čidly. První čidlo bylo umístěno mezi vejce a zaznamenávalo teplotu v hnízdě. Druhé čidlo bylo umístěno do vzdálenosti jednoho metru od hnízda a ochráněno před přímým slunečním svitem a deštěm. Tímto čidlem byla zaznamenávána okolní teplota v hnízdní kolonii. Průběh teplot byl zaznamenáván na datalogger v intervalu jedné minuty. Datalogger byl umístěn ve voděodolném krytu v blízkosti druhého čidla. Měření teplot bylo pouze orientační a dále nebylo nijak detailněji zpracováváno a vyhodnocováno. Pro ilustraci uvádím tři grafy průběhu denních teplot (Obrázek 3-5).



**Obrázek 3:** Denní průběh teplot pro lokalitu Longyearbyen (Longyearbyen v roce 2014; lokalita s lidskou aktivitou). Černá křivka značí průběh teploty v blízkosti vajec. Modrá křivka značí průběh teploty v okolí hnízda.



**Obrázek 4:** Denní průběh teplot pro lokalitu Adolfbukta (Adolfbukta v roce 2014; bez lidské aktivity). Černá křivka značí průběh teploty v blízkosti vajec. Modrá křivka značí průběh teploty v okolí hnízda.



**Obrázek 5:** Denní průběh teplot pro lokalitu Adolfbukta (Adolfbukta v roce 2012; bez lidské aktivity). S přítomností predátora medvěda ledního v okolí hnízda. Na kameře zaznamenán v 0:14:44. Černá křivka značí průběh teploty v blízkosti vajec. Modrá křivka značí průběh teploty v okolí hnízda. Oproti Grafu 2 můžeme vidět, že v době výskytu medvěda v okolí hnízda došlo k větší rozkolísanosti teploty v okolí vajec vlivem opuštění snůšky inkubujícími rybáky na delší dobu.

### 3.3 Analýza videozáznamů

Pro jednoduchost zpracování byly lokality pojmenovány příslušnou zkratkou a rokem, kdy v lokalitě k natáčení docházelo: Adolfbukta 2012 = ADOL12, Adolfbukta 2014 = ADOL14 a Longyearbyen 2014 = LYR14.

Videomonitoring inkubačního chování rybáka dlouhoocasého na lokalitě ADOL12 probíhal na 33 hnízdech, na lokalitě ADOL14 na 30 hnízdech a na lokalitě LYR14 na 24 hnízdech. Z terénu bylo přivezeno přes 2088 hodin záznamu inkubace vajec rybáka dlouhoocasého, tedy 87 celodenních záznamů. Vlivem technických vad bylo možné zpracovat

pouze 45 celodenních záznamů. Zpracování videozáznamů bylo časově náročnější a proběhlo až po návratu ze Svalbardu. Záznamy byly přehrávány v jednoduchém volně dostupném programu Windows Media Player.

V průběhu přehrávání byly pro všechna natáčená hnízda zaznamenávány tyto proměnné:

- příchod/přílet do záběru;
- čas zasednutí na vejce (začátek inkubačního úseku);
- čas konce inkubačního úseku;
- odchod/odlet ze záběru;
- počet výměn na hnízdě (jedná se o počet, kolikrát rybák opustil hnízdo a oblast zabíranou kamerou a následně se navrátil, zda se jedná o stejného jedince nebo o partnera jsem byla schopná určit jen v tom případě, že k výměně jedinců došlo přímo na hnízdě);
- stavba hnízda (během sezení na vejcích jedinci často v zobáku přemisťují různý materiál z místa na místo, tato činnost je označována za stavbu, za jednu stavbu jsem považovala každý pěti minutový úsek s počátkem v době prvního přemístění materiálu, pokud rybák začal opět stavět po skončení pěti minutového intervalu, počítala jsem to jako druhou stavbu, za stavbu bylo počítáno veškeré přemisťování materiálu až do zmizení rybáka ze záběru);
- zvednutí (nadzvednutí se z vajec, často při tom dochází upravování pozice vajec);
- otočka (nadzvednutí se z vajec a změna směru usazení);
- vycházka (jedná se o krátké pauzy v inkubaci, kdy inkubující jedinec opustí hnízdo a podnikne krátkou procházku v jeho okolí (bez toho aniž by opustil záběr kamery), následně se vrátí do hnízda a začne zase inkubovat, tyto vycházky jsou často doprovázeny stavbou);
- návštěva (k hnízdu přiletí jiný rybák, není jasné, zda je to partner, ale jeví očividný zájem o inkubujícího jedince);
- spánek (inkubující jedinec projevuje znaky spánku, otočí hlavu a zasune zobák pod složená křídla);
- scan (10-ti vteřinové intervaly během spánku, kdy jedinec zvedne hlavu a kontroluje okolí);
- komfortní chování (záznamy komfortního chování na hnízdě v průběhu inkubace, například probírání peří, drbání na hlavě);

- krmení na hnízdě (ze záznamu jsem nebyla schopná vzhledem k uniformitě pohlaví určit, zda samec krmí samici či naopak).

### 3.4 Statistické zpracování

Vyhodnocení celkové hnízdní úspěšnosti a denního přežívání hnízd bylo provedeno pomocí Mayfieldovy metody (viz. Weidinger 2003) s hodnotou inkubační doby 22 dnů (průměr udávané inkubační doby rybáka dlouhoocasého na Svalbardu). Pro vyhodnocení rozdílného přežívání na jednotlivých lokalitách jsem použila Kruskal-Wallisovu ANOVu založenou na pořadí (porovnání více nezávislých skupin). Pomocí chí-kvadrát testu dobré shody (Mann-Whitneyův U Test) byla provedena kontrola, zda se natáčené vzorky hnízd z lokalit mezi sebou neliší ve fázi inkubace.

K detailnímu statistickému zpracování inkubačního chování rybáka dlouhoocasého byly použity proměnné z 15 hnízd z ADOL12, 16 hnízd ADOL14 a 14 hnízd z LYR14. Vzhledem k relativně malému vzorku hnízd z jednotlivých lokalit jsem nepředpokládala normální rozložení dat. To jsem ověřila pomocí Shapiro-Wilkova testu. Test normální rozdělení nepotvrdil. Pro následné statistické vyhodnocení jsem tedy vybrala neparametrické metody. Pomocí Spearmanovy korelace jsem znázornila vztahy proměnných vůči sobě. Pro porovnání inkubačního chování na jednotlivých lokalitách (ADOL12, ADOL14 a LYR14) byla použita Kruskal-Wallisova ANOVA založená na pořadí a Vícenásobné porovnání p hodnot. U vybraných inkubačních znaků jsou znázorněny denní průběhy v chování pomocí grafů. Pokud není uvedeno jinak, ke statistickému zpracování dat a grafickému zobrazení jsem použila program STATISTICA 12 (StatSoft. 2013).

## 4 Výsledky

### 4.1 Celková hnízdní úspěšnost a denní míra přežívání hnízd

Sledování přežívání hnízd probíhalo na lokalitě ADOL12 na 37 hnízdech, na lokalitě ADOL14 na 76 hnízdech a na lokalitě LYR14 na 88 hnízdech (dohromady sledováno 201 hnízd). Průměrná velikost snůšky pro všechny lokality byla  $1.87 \pm 0.4$  (průměr  $\pm$  SD; pro jednotlivé lokality viz. Tabulka 1).

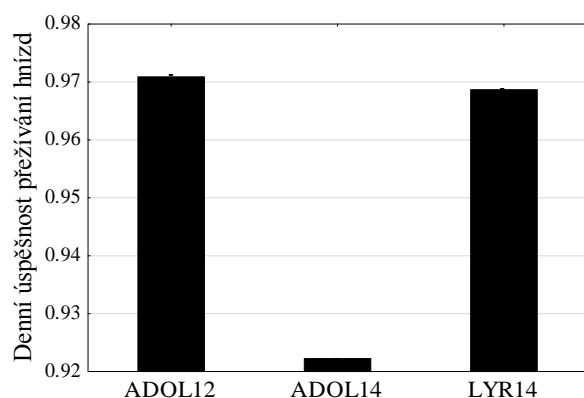
**Tabulka 1:** Počet sledovaných hnízd, průměrné, maximální a minimální velikosti snůšky a směrodatná odchylka pro sledované lokality.

Lokalita	Počet hnízd	Snůška	Min. vel. snůšky	Max. vel. snůšky	SD
ADOL12	37	1.89	1	3	0.39
ADOL14	76	1.89	1	2	0.31
LYR14	88	1.83	1	3	0.46
Souhrn	201	1.87	1	3	0.40

V průběhu sledování hnízd došlo na lokalitě ADOL12 k 7 ztrátám snůšky vlivem predace, 4 hnízda úspěšně dokončila inkubaci a došlo k vylíhnutí mláďat a 24 hnízd dále pokračovalo v inkubaci. Na lokalitě ADOL14 došlo k 18 jistým predacím na hnízdech rybáka, 10 hnízd ztratilo svou snůšku z neurčitelných příčin (možnost predace) a 48 párů rybáků pokračovalo v inkubaci. Na lokalitě LYR14 došlo k 24 hnízdním neúspěchům v důsledku predačních událostí na hnízdech, 13 hnízd ztratilo snůšku z neurčitelných důvodů, 5 hnízd a jejich snůšek bylo zničeno působením lidí, na 32 hnízdech stále probíhala inkubace vajec a 14 hnízd úspěšně dospělo až k vylíhnutí mláďat (viz. Osud sledovaných hnízd pro jednotlivé lokality Příloha 3). Výsledky Mayfieldovy metody (vyhodnocení celkové hnízdní úspěšnosti a denní míry přežívání hnízd) shrnuje Tabulka 2 a Obrázek 6.

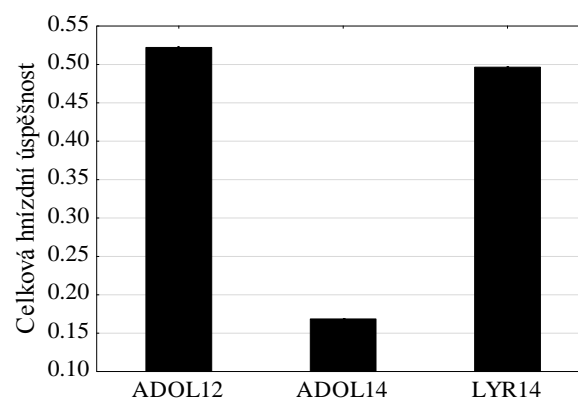
**Tabulka 2:** Vyhodnocení celkové hnízdní úspěšnosti a denní míry úspěšnosti přežití hnízd. Denní míra přežití hnízd na lokalitě ADOL12 je 97,09%, na lokalitě ADOL14 92,23% a na lokalitě LYR14 96,87%. Celková úspěšnost hnízdění pro lokalitu ADOL12 je 52,21%, pro lokalitu ADOL14 je 16,85% a pro lokalitu LYR14 je 49,64%.

	ztráty	hnízdodny	Mayfield denní mortalita	Mayfield denní úspěšnost	Mayfield hnízdní ztráty (22 dnů)	Mayfield úspěšnost hnízdění (22 dnů)
<b>ADOL12</b>	7	240.5	0.02911	0.97089	0.47787	0.52213
<b>ADOL14</b>	18	231.5	0.07775	0.92225	0.83149	0.16851
<b>LYR14</b>	24	766	0.03133	0.96867	0.50358	0.49642



A)

Lokalita



B)

Lokalita

**Obrázek 6:** Grafické vyjádření Meyfieldovy metody. A) Denní úspěšnost přežívání hnízd - porovnání mezi lokalitami. B) Celková hnízdní úspěšnost (22 dnů) – porovnání mezi lokalitami.

Při následném grafickém zobrazení celkového přežívání hnízd mezi lokalitami bylo už z grafu (Obrázek 6B)) patrné, že mezi lokalitami ADOL12 a ADOL14 a mezi lokalitami ADOL14 a LYR14 můžeme předpokládat rozdíl v celkovém přežívání hnízd z důvodu rozdílné míry hnízdních ztrát. Průkazný rozdíl se potvrdil pro lokality ADOL12 a ADOL14

(Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(1;491) = 4.6756$ ;  $p=0.0306$ ) a pro lokality ADOL14 a LYR14 (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(1;1016) = 7.8585$ ;  $p=0.0051$ ). Rozdíl v celkové míře přežívání mezi lokalitami ADOL12 a LYR14 vyšel jako neprůkazný (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(1;1007) = 0.0320$ ;  $p=0.8579$ ).

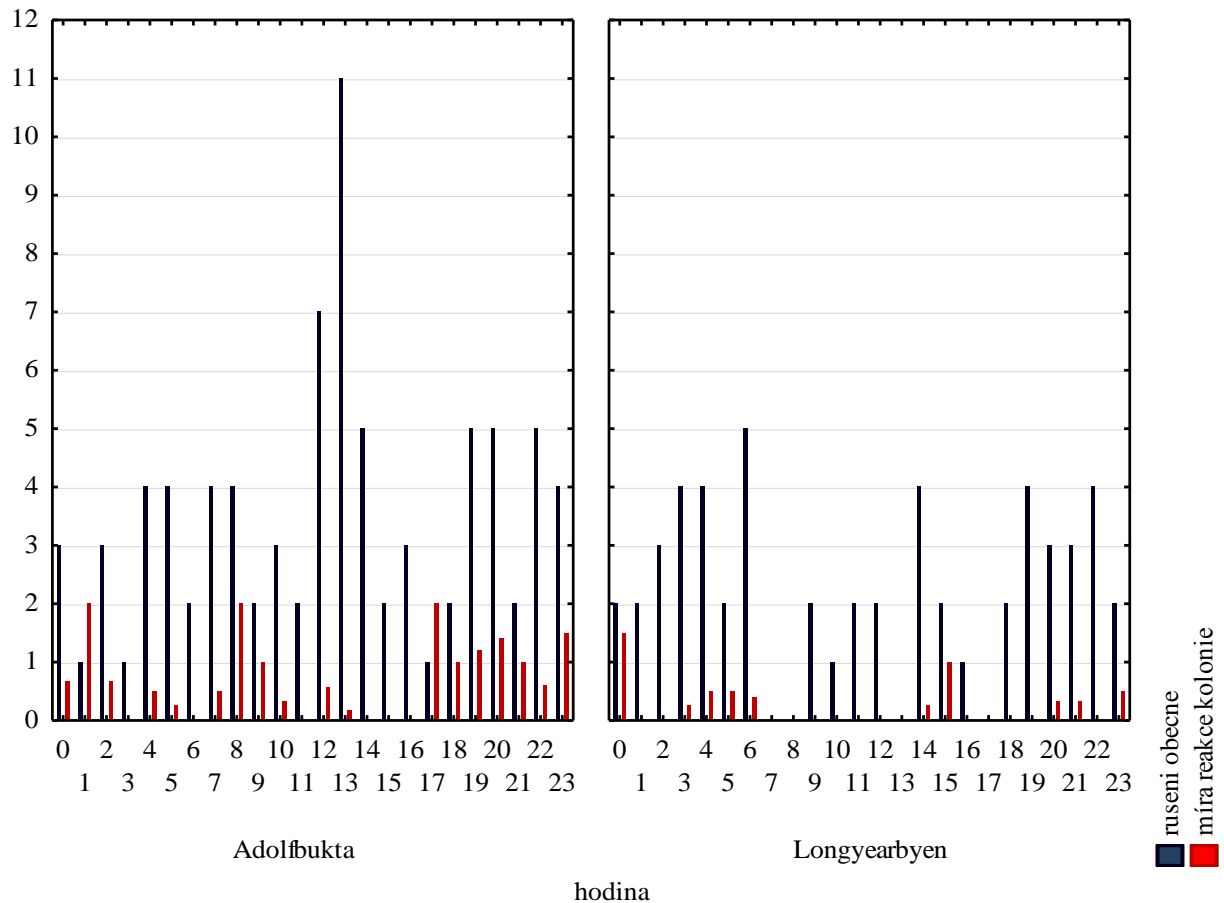
## 4.2 Fáze inkubace

Pro každé hnízdo, které bylo natáčeno, jsem určila fázi inkubace, ve které se vejce v hnízdě nacházely (Příloha 4). Statistický test prokázal, že mezi lokalitami není průkazný rozdíl mezi inkubační fází natáčených hnízd (Mann-Whitneyův U Test;  $z=1.713$ ;  $p=0.087$ ).

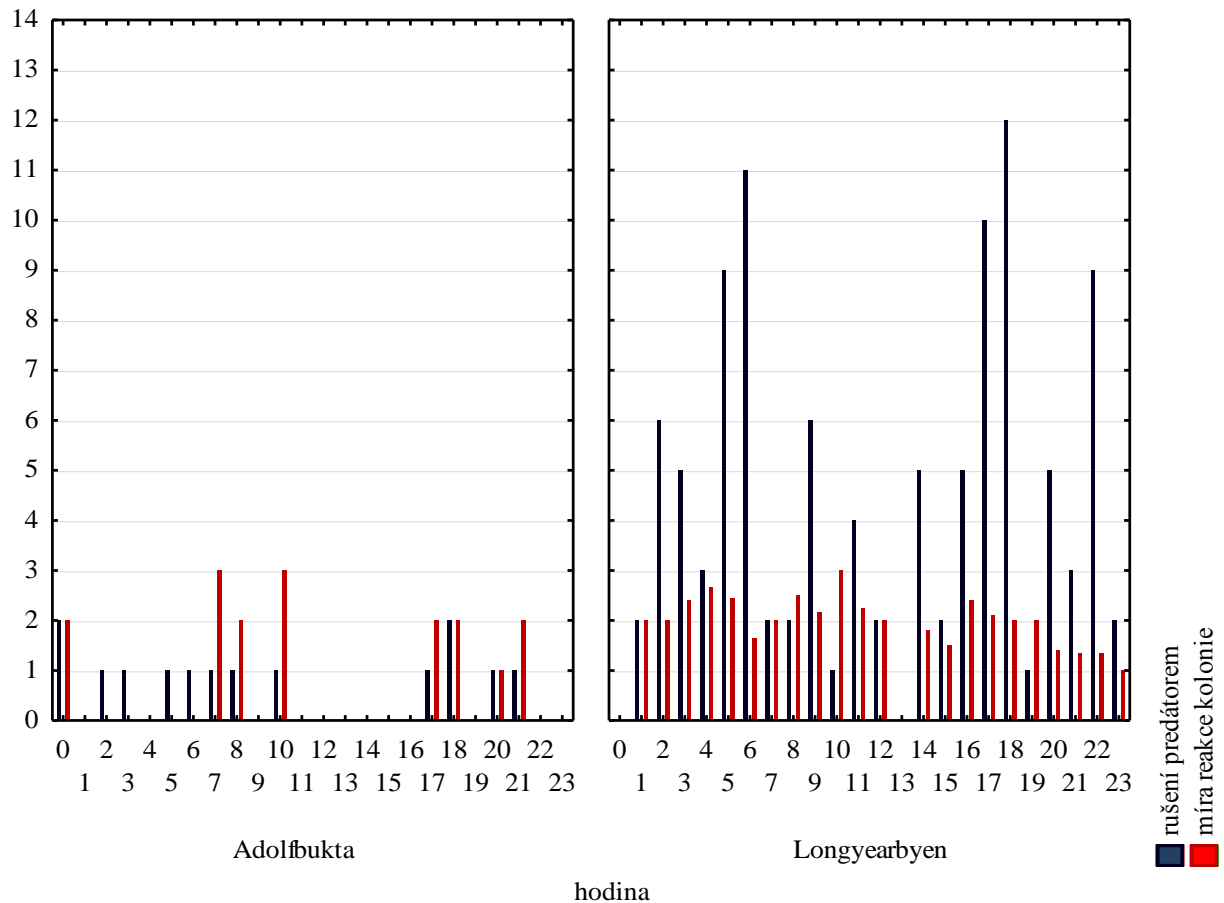
## 4.3 Míra rušení mezi lokalitami

Míru rušení na jednotlivých lokalitách jsem stanovila na základě pozorování, které se uskutečnilo v hnízdní kolonii na obou sledovaných lokalitách Adolfbukta a Longyearbyen. Z grafů můžeme pozorovat rozdílnosti mezi oběma koloniemi a také reakci rybáku na výskyt jiného druhu. Obecné rušení se mezi oběma koloniemi jeví jako rozdílné (Obrázek 7). A rušení predátorem se zdá být také odlišné (Obrázek 8). V okolí kolonie v Longyearbyen byly pozorovány přelétající kajky, sněhule, jespáci a výjimečně racek tříprstý. Predátoři byli zastoupeni racky šedými a výjimečně chaluhou příživnou. Vyšší aktivita predátorů na této lokalitě byla v důsledku skoro neustálé přítomnosti racků šedých při okraji kolonie. Naopak na lokalitě Adolfbukta se raci šedí vyskytovali jen málo, zato se zde velmi často objevovali raci tříprstí, kteří nejsou hodnoceni jako predátoři, ale při přeletu nad kolonií vyvolávají téměř totožné reakce rybáků dlouhoocasých jako raci šedí při okraji kolonie. Z toho důvodu jsem rušení predátory a obecné rušení a jejich vliv na inkubační chování vyhodnotila na obou lokalitách jako stejně významný.

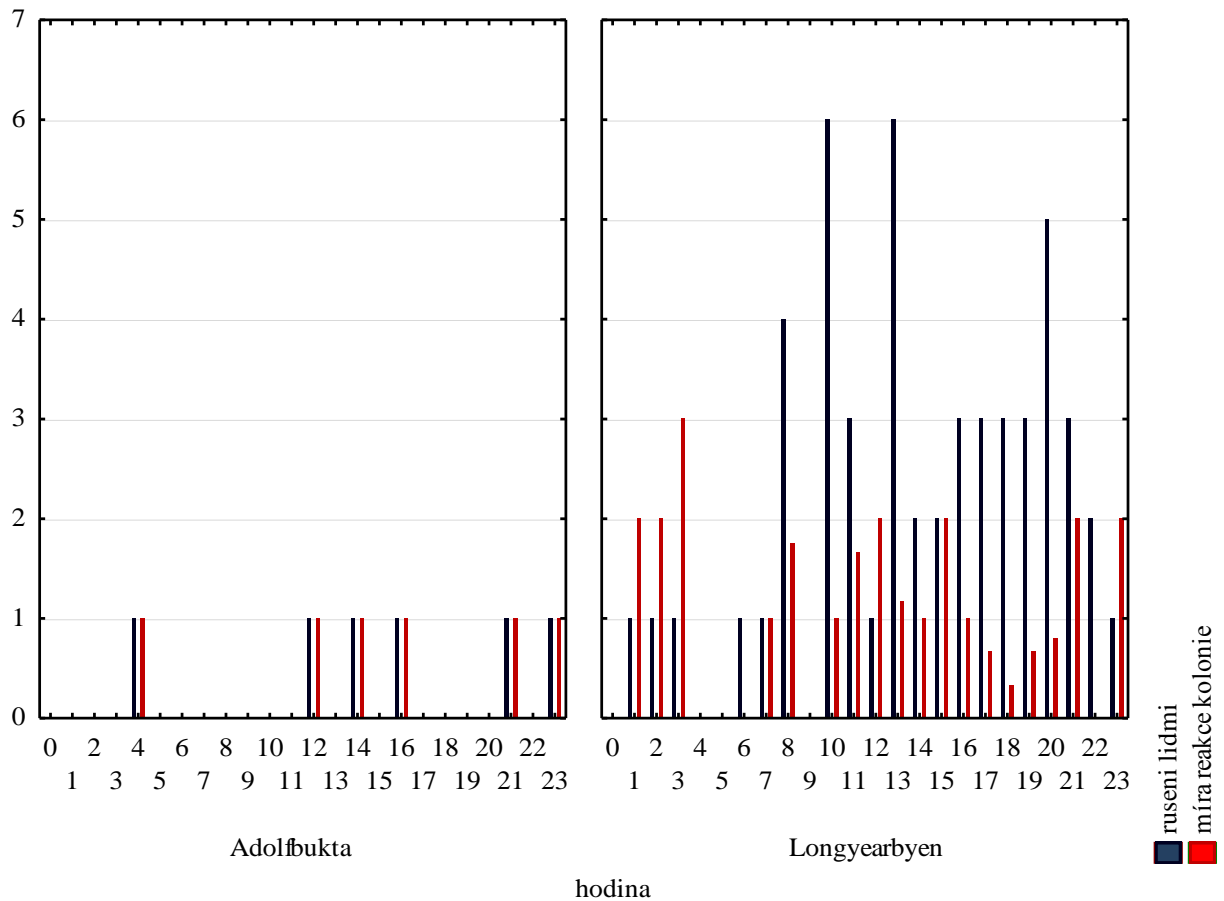
Pro kolonii v Adolfbuktě je charakteristické, že se tam nevyskytují žádní lidé (Obrázek 9). Zaznamenané vyrušení na grafu jsou pouze střídající se členové hlídky. V Adolfbuktě se také nevyskytují žádná auta (Příloha 5).



**Obrázek 7:** Porovnání obecného rušení mezi lokalitami Adolfbukta a Longyearbyen v rámci hodin. Modrý sloupec značí počet záznamů přítomnosti jiného druhu, který není považován za predátora rybářích hnízd. Červeně je znázorněna průměrná reakce kolonie na jiný druh. Zaznamenaná reakce rybáků bodována od 0 do 3 (0 – kolonie bez reakce; 1 – neklid v kolonii, bez útoků; 2 – několik rybáků útočí, často pouze z nejbližších hnízd; 3 – silná reakce celé kolonie, silné útoky).



**Obrázek 8:** Porovnání rušení predátorem mezi lokalitami Adolfbukta a Longyearbyen v rámci hodin. Modrý sloupec značí počet záznamů přítomnosti jiného druhu, který je považován za predátora rybářích hnízd. Červeně je znázorněna průměrná reakce kolonie na jiný druh. Zaznamenaná reakce rybáků bodována od 0 do 3 (0 – kolonie bez reakce; 1 – neklid v kolonii, bez útoků; 2 – několik rybáků útočí, často pouze z nejbližších hnízd; 3 – silná reakce celé kolonie, silné útoky).



**Obrázek 9:** Porovnání přítomnosti lidí mezi lokalitami Adolfbukta a Longyearbyen v rámci hodin. Modrý sloupec značí počet záznamů lidí v kolonii. Červeně je znázorněna průměrná reakce kolonie na přítomnost lidí. Zaznamenaná reakce rybáků bodována od 0 do 3 (0 – kolonie bez reakce; 1 – neklid v kolonii, bez útoku; 2 – několik rybáků útočí, často pouze z nejbližších hnízd; 3 – silná reakce celé kolonie, silné útoky).

## 4.4 Korelace proměnných

Mezi některými proměnnými se mohou vyskytovat vzájemné korelace s pozitivní nebo negativní závislostí.

### *Pozitivní závislost*

Vztah pozitivní závislosti se ukázal být mezi inkubací absolutní a inkubací průměrnou, celkovou délkou spánku, celkovým počtem otoček a celkovým počtem příchodů (Příloha 6). Rybáci, kteří věnovali inkubaci celkově více času, podnikali delší jednotlivé inkubační úseky, věnovali celkově více času spánku, více se otáčeli a více přicházeli do záběru kamery. Pozitivní vztah se také projevil mezi proměnnými absencí absolutní a absencí průměrnou, celkovým počtem výměn a celkovým počtem příletů (Příloha 7). Na hnízdech, kde rybáci trávili více času mimo hnízdo, stoupala i průměrná délka pauzy mezi inkubacemi, rostl počet výměn na hnízdě a jedinci do záběru více přilétali. Zajímavý vztah se ukázal mezi celkovým počtem stavebních úseků, celkovým počtem vycházek a celkovým počtem odchodů ptáků ze záběru kamery (Příloha 8). Rybáci, kteří během inkubace vajec více stavěli, také podnikali více vycházek a ze záběru kamery více odcházeli, než odlétali. Kladný trend je také mezi celkovým počtem spánků, celkovou délkou spánku a celkovým počtem scenů (Příloha 9). Čím více rybáci podnikali spánkových událostí, tím déle celkově spali a tím i narůstal celkový počet scanů.

### *Negativní závislost*

Negativní závislost se projevil mezi inkubací absolutní a průměrnou absencí, celkovým počtem výměn a celkovým počtem příletů do záběru kamery (Příloha 10). V hnízdech, kde rybáci věnovali více celkového času inkubaci, se snižovala průměrná délka absence na hnízdě, snižoval se počet výměn a snížil se podíl příletů inkubujících jedinců do záběru. Negativní trend jsem mohla také sledovat mezi délkou průměrné inkubace a absolutní absencí (Příloha 11). Průměrné prodloužení inkubační směny vedlo k celkovému snížení nepřítomnosti jedinců na hnízdě.

## 4.5 Inkubační chování

### *Základní popis inkubačního chování*

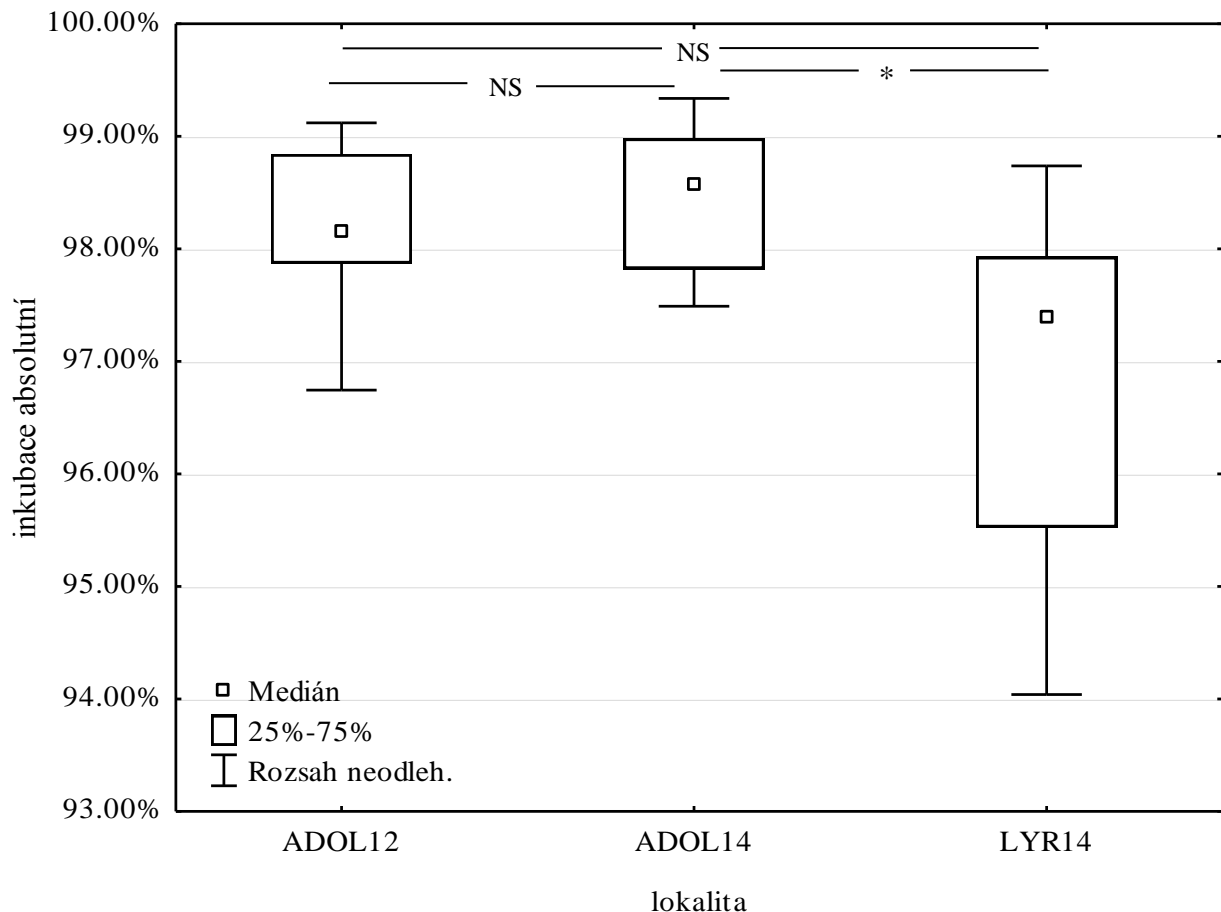
Rybáci dlouhoocasí strávili průměrně  $97.64 \pm 0.24$  % (průměr  $\pm$  SE; i nadále pokud není uvedeno jinak) času inkubací vajec. Inkubační směna trvala průměrně  $38:08 \pm 2:39$  minut a absence na hnízdě byla dlouhá v průměru  $0:46 \pm 0:04$  minuty. Nejdelší inkubační směnu podnikl jedinec na dobu  $5:01:27$  hodin. Nejdelší absence na hnízdě, kdy vejce nebyly inkubovány, trvala  $32:41$  minuty (skutečně nejdelší pauza, kdy vejce nebyly inkubovány, trvala  $7:33:12$  hodiny, rybák se po pauze vrátil do hnízda a pokračoval v inkubaci, toto hnízdo nebylo zahrnuto do statistiky).

### *Detailní popis inkubačního chování*

Pro vyhodnocení vlivu přítomnosti lidí na inkubační chování rybáka dlouhoocasého, jsem porovnávala všechny získané proměnné z 24 hodinových videozáznamů inkubace tohoto druhu mezi třemi lokalitami. Z prozatím získaných výsledků je vidět, že lokalita ADOL12 je charakteristická nepřítomností lidí ve studované kolonii, největší mírou denního přežívání hnízd a celkovou hnízdní úspěšností. Pro lokalitu ADOL14 je charakteristické nepřítomnost lidí ve studované kolonii, ale z důvodu přítomnosti medvěda v době studia, nejmenší mírou denního přežívání hnízd a nejmenší celkovou hnízdní úspěšností. Lokalita LYR14 je charakteristická pravidelnou přítomností lidí v okolí hnízdní kolonie, ale míra denního přežívání hnízd a celková hnízdní úspěšnost se neliší od kolonie ADOL12 (viz. podkapitola 4.1 Celková hnízdní úspěšnost a denní míra přežívání hnízd a 4.3 Míra rušení mezi koloniemi). Z důvodů odlišnosti lokalit/roků ke každé přistupuji jako k jedné odlišné lokalitě a to i v případě lokality Adolfbukta, kde sice natáčení probíhalo po dva roky na stejném místě, ale podmínky byly každý rok jiné. Přítomnost medvěda ledního ve studované hnízdní kolonii v Adolfbuktě a s tím spojenou predací hnízd jsme neočekávali a tak je vyhodnocení vlivu silného predančního tlaku na inkubační chování jistou nadstavbou vytyčených cílů. V příloze uvádím souhrnnou tabulku detailních popisných statistik (Příloha 12)

Celková doba strávená inkubací v průběhu 24 hodin se mezi lokalitami významně lišila (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 9.257$ ;  $p = 0.0098$ ; Obrázek 10). Rybáci na lokalitě ADOL12 trávili průměrně  $98.1 \pm 0.22\%$  času z 24 hodin inkubací. Na lokalitě ADOL14 průměrně  $97.8 \pm 0.53\%$  a na lokalitě LYR14 v průměru  $96.97 \pm 0.37\%$  času. Na lokalitě ADOL14 byla největší variabilita v celkovém času věnovaném inkubaci. Na jednom

hnízdě byla vejce zakryta 99.34% času. A také zde bylo hnízdo, kde se rybáci věnovali inkubaci vajec pouze 91.13% času.

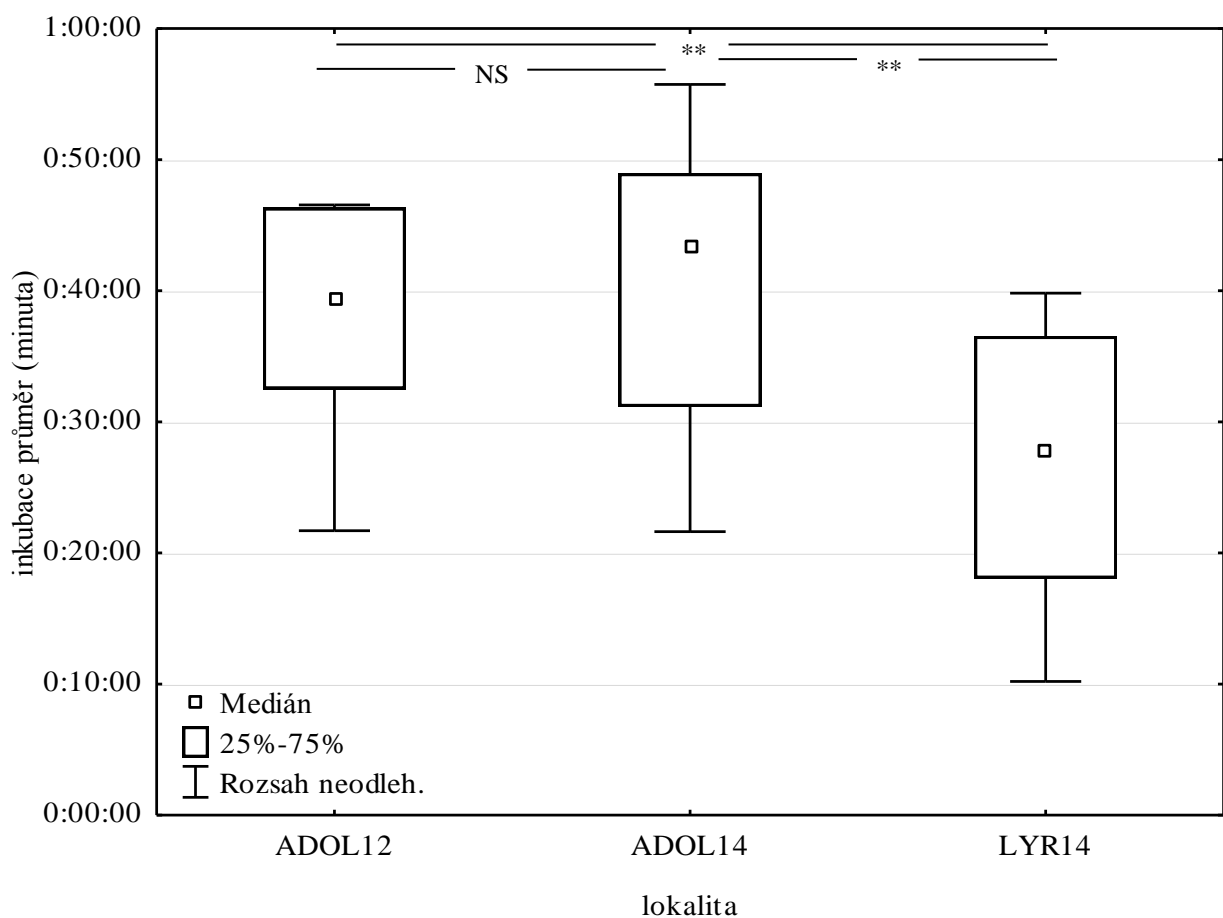


**Obrázek 10:** Inkubace absolutní: porovnání celkové času věnovaného inkubaci mezi lokalitami. V grafu znázorněna síla statistické významnosti rozdílu mezi lokalitami: 'NS' nesignifikantní výsledek, '\*'  $p < 0.05$ .

Obecně rybáci dlouhočasí na lokalitě ADOL14 inkubaci věnovali průkazně celkově více času než rybáci na lokalitě LYR14 ( Vícenásobné porovnání p hodnot;  $p = 0.0115$ ). Rozdíl mezi lokalitami ADOL12 a LYR14 je těsně nad limitem statistické průkaznosti ( Vícenásobné porovnání p hodnot;  $p = 0.0613$ ), ale z grafu je zřejmé (Obrázek 10), že i zde lze nalézt biologicky významný trend. Investice do inkubace bude pravděpodobně ovlivněna rozdílnou přítomností rušivých vlivů v různé denní dobu na jednotlivých lokalitách. K nastínění denního průběhu absolutní časové investice do inkubace vajec jsem využila průměrových grafů (Příloha 13).

Celkovou dobu absence na hnízdě za 24 hodin zde neuvádím. Jde o hodnoty převrácené hodnotám absolutní inkubace.

Průměrná délka jedné inkubační směny byla mezi lokalitami významně odlišná (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 12.8564$ ;  $p = 0.0016$ ; Obrázek 11). Na lokalitě ADOL12 a ADOL14 jedinci podnikali inkubační úseky dlouhé v průměru  $42:00 \pm 03:31$  minuty respektive  $44:35 \pm 05:27$  minut. Oproti tomu inkubující jedinci na lokalitě LYR14 inkubovali průměrně pouze  $26:36 \pm 02:44$  minuty.

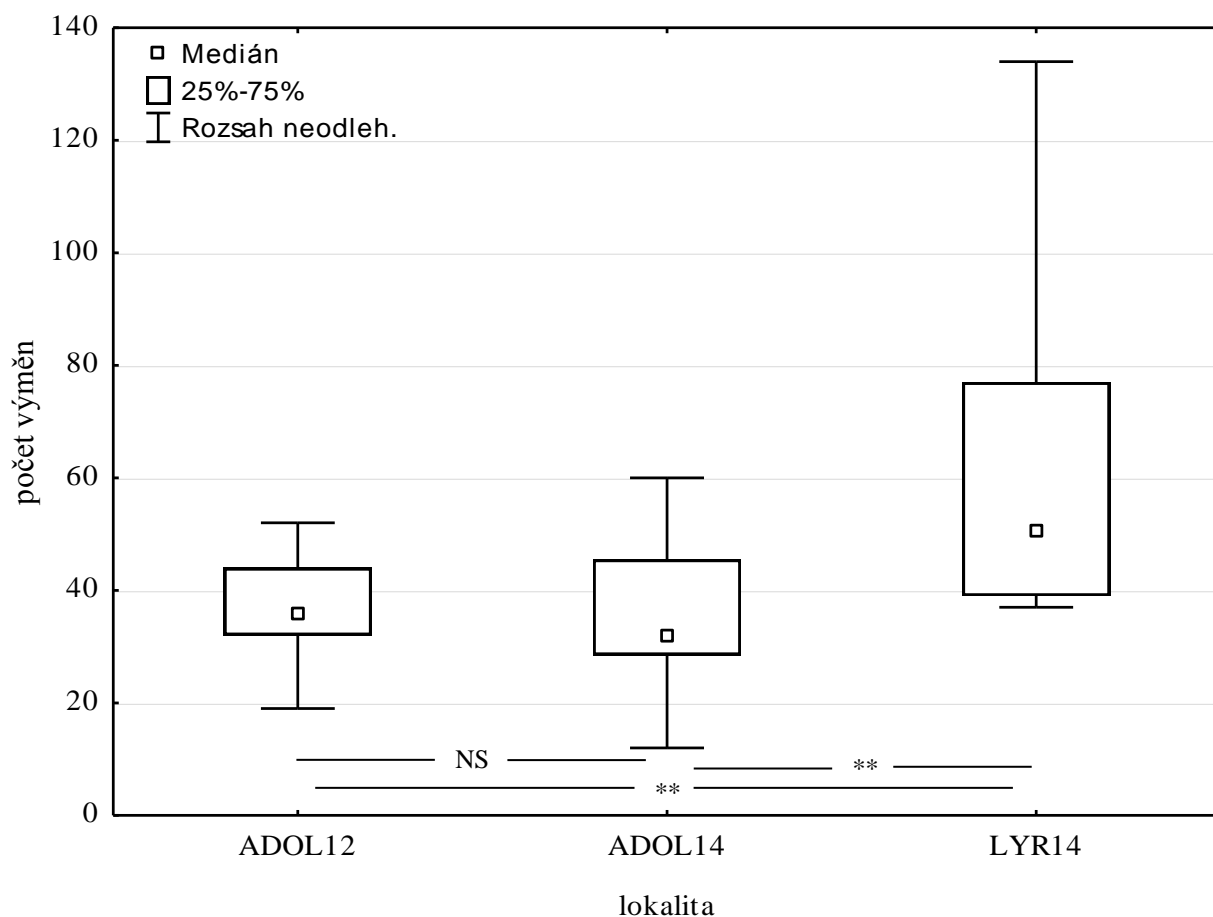


**Obrázek 11:** Inkubace průměr: porovnání průměrné délky inkubační směny v minutách mezi lokalitami. V grafu znázorněna síla statistické významnosti rozdílu mezi lokalitami: 'NS' nesignifikantní výsledek, '\*\*'  $p < 0.01$ .

Mezi lokalitami ADOL12 a LYR14 a mezi lokalitami ADOL14 a LYR14 se projevil výrazný rozdíl v průměrné délce inkubační směny ( Vícenásobné porovnání p hodnot;  $p = 0.0082$ ;  $p = 0.0035$ ). Na lokalitě LYR14 rybáci v průměru podnikali kratší inkubační směny.

Na všech lokalitách inkubující rybáci podnikali průměrně stejně dlouhé pauzy v inkubaci (ADOL12  $45 \pm 4$  vteřiny; ADOL14  $50 \pm 9$  vteřin; LYR14  $44 \pm 4$  vteřiny). Nepřítomnost jedince na hnízdě se mezi třemi lokalitami významně neliší (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 0.4736$ ;  $p=0.7891$ ). Z kamerového záznamu není většinou možné určit příčinu opuštění hnízda, pokud vyrušitel sám následně do záběru nevstoupí. Takto je možné určit příčinu na lokalitě ADOL14, kdy na jednom hnízdě rybáci přestali inkubovat na dobu 17 minut a 55 vteřin. Chvilí po odletu rybáka z hnízda do záběru kamery vstoupil medvěd lední.

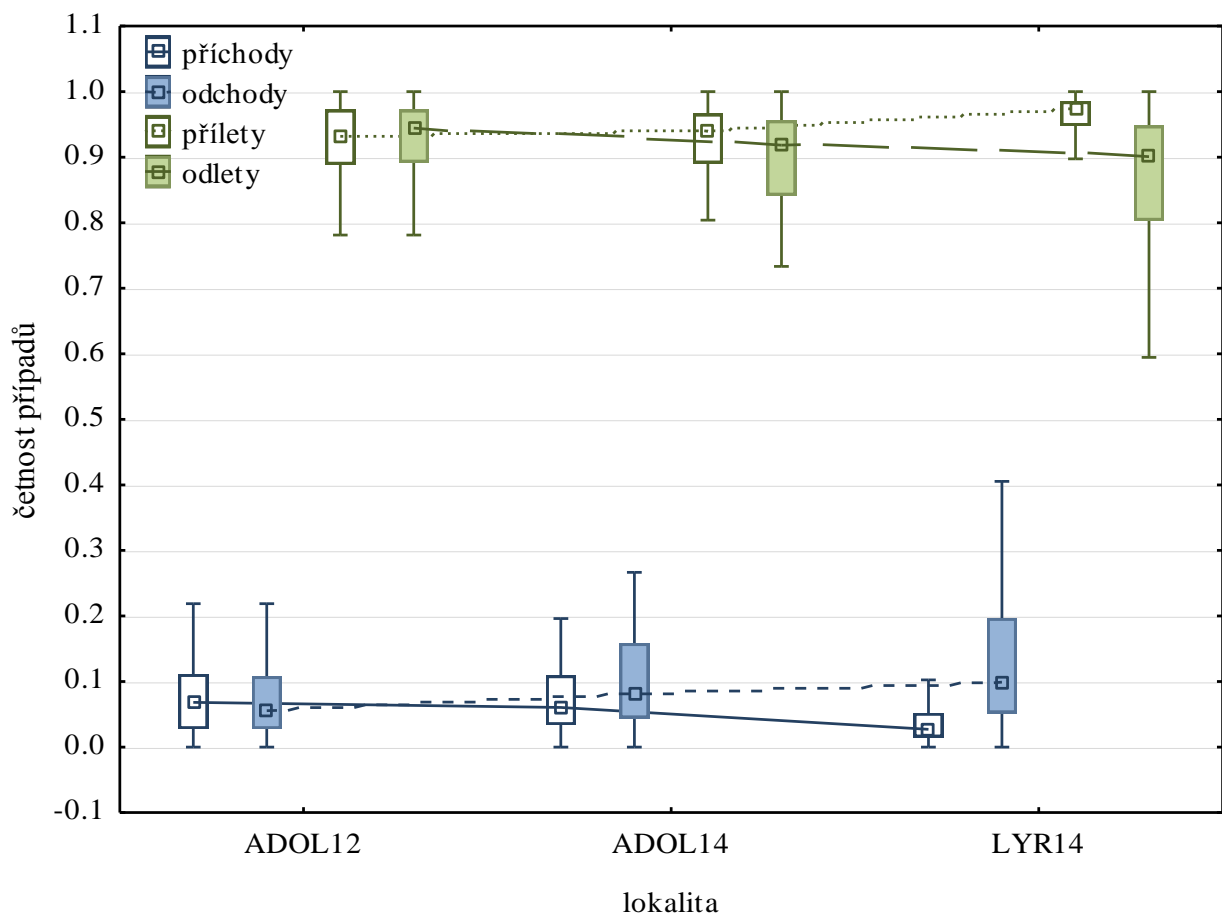
Celkový počet výměn na hnízdě se ukázal být výrazně odlišný mezi jednotlivými lokalitami (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 13.4737$ ;  $p = 0.0012$ ; Obrázek 12). Zvláště mezi lokalitami v Adolfbuktě a lokalitou LYR14 ( Vícenásobné porovnání p hodnot; ADOL12 vs. LYR14  $p = 0.0079$ ; ADOL14 vs. LYR14  $p = 0.0022$ ). Na lokalitě ADOL12 proběhlo průměrně  $36.9 \pm 2.9$  výměn a na lokalitě ADOL14  $35.9 \pm 3.1$  výměn. Nejvíce výměn na hnízdech se odehrálo na lokalitě LYR14, rybáci v průměru uskutečnili  $63 \pm 8.6$  výměn. Nejvyšší celkový počet výměn se odehrál na stejné lokalitě v počtu 134 opuštění vajec za 24 hodin na jednom hnízdě. Naopak nejméně výměn se uskutečnilo na hnízdě v lokalitě ADOL14 pouze s 12 výměnami za 24 hodin.



**Obrázek 12:** Počet výměn: porovnání celkového počtu výměn na hnízdě za 24 hodin mezi lokalitami. V grafu znázorněna síla statistické významnosti rozdílu mezi lokalitami: 'NS' nesignifikantní výsledek, '\*\*'  $p < 0.01$ .

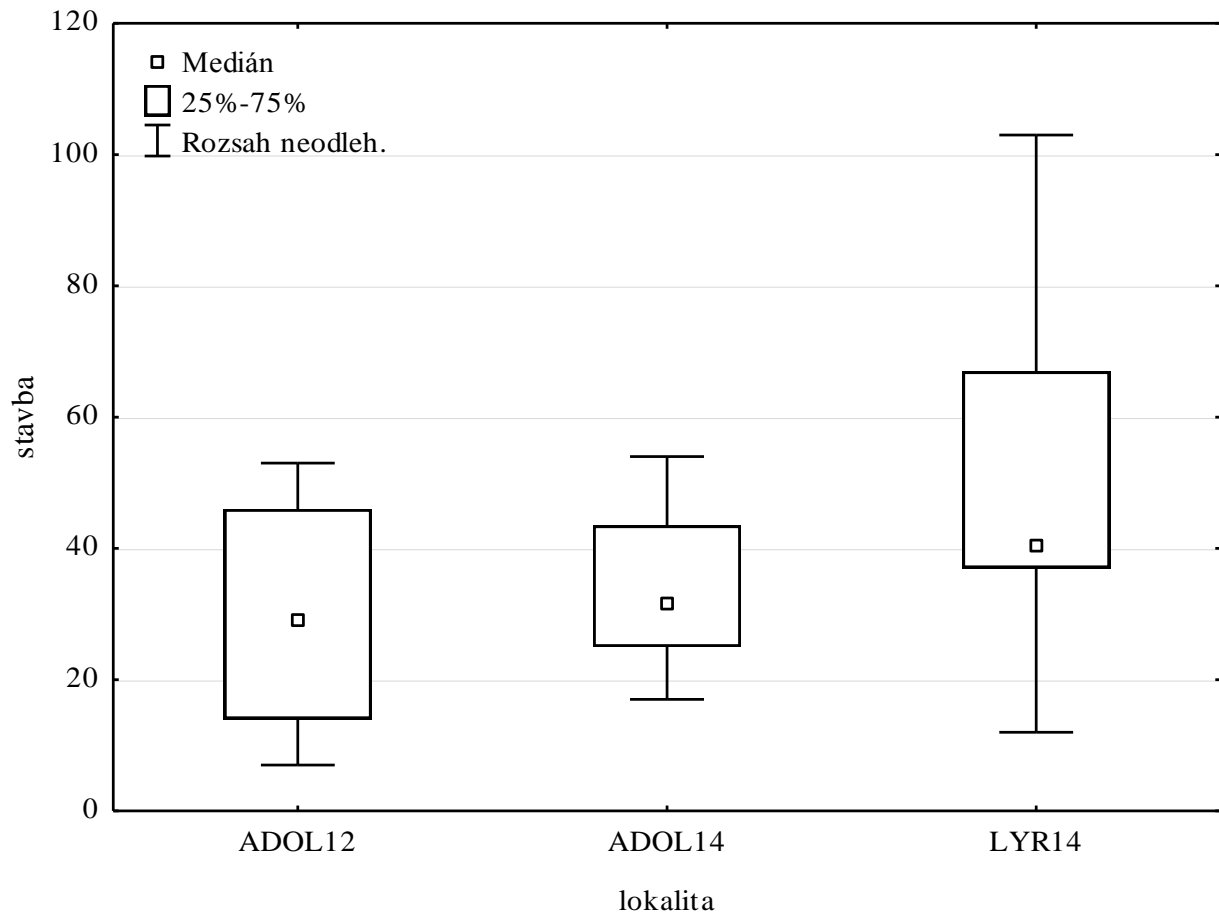
Několikrát také došlo k tomu, že příchozí rybák, který se snažil zasednout na vejce a začít inkubaci, byl náhle vyrušen a hnízdo rychle opustil. Inkubaci vajec nezačal. Takovéto události se vyskytují na všech třech lokalitách a mezi lokalitami není významný rozdíl (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 1.7265$ ;  $p=0.4218$ ).

Příchody či přílety a odchody či odlety ze záběru kamery byly další charakteristikou, kterou jsem byla schopná z video záznamu stanovit. Pro všechny lokality platí, že rybáci do záběru spíše přilétali, než přicházeli a ze záběru spíše odlétali, než odcházeli. Mezi jednotlivými lokalitami se neliší absolutní počet příchodů/příletů (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 3.5436$ ;  $p=0.1700$ ) ani odchodů/odletů (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 1.5879$ ;  $p=0.4521$ ). Z grafu (Obrázek 13) je ale patrná tendence ke snižování počtu příchodů a zvyšování počtu odchodů a ke zvyšování počtu příletů a snižování počtu odletů na hnízdo v lokalitě LYR14 oproti ostatním dvěma lokalitám.



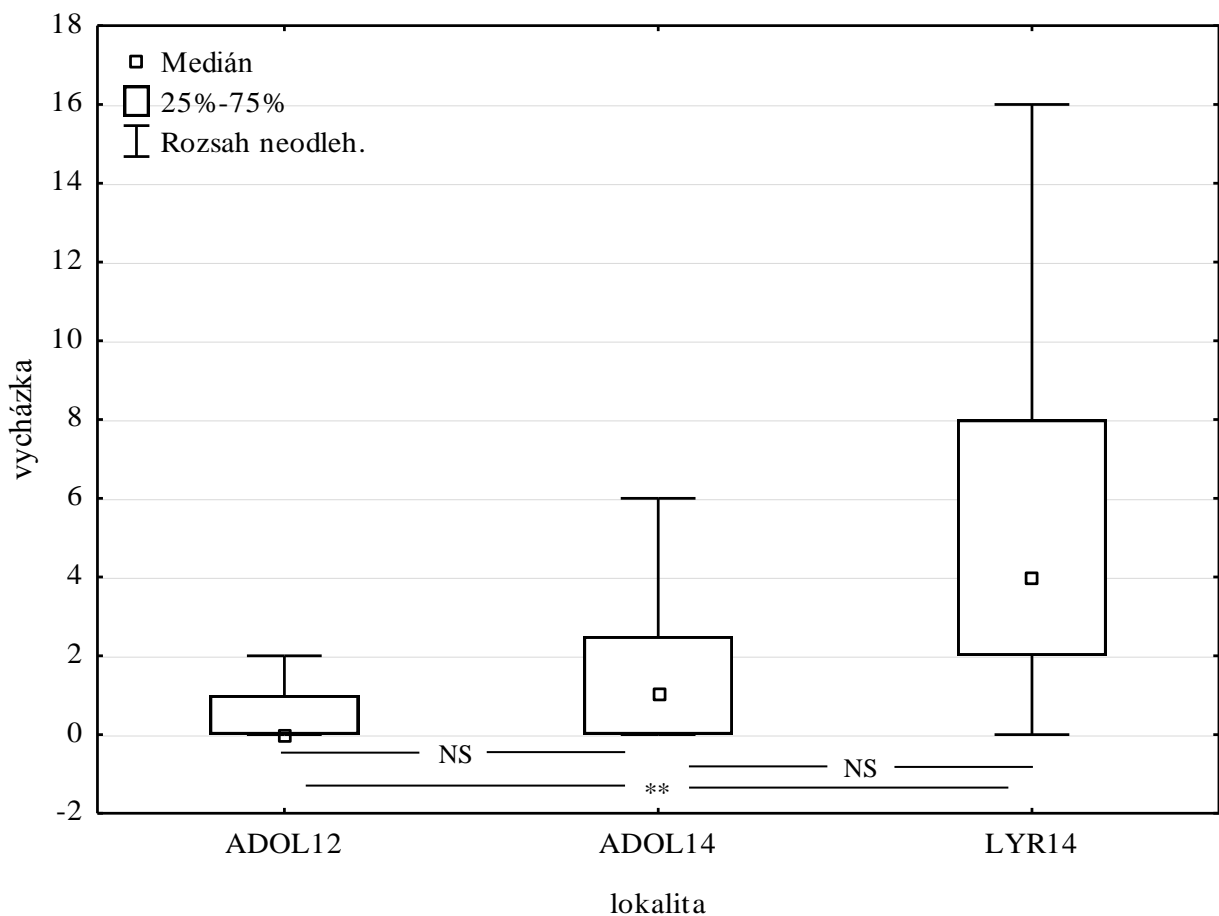
**Obrázek 13:** Grafické zobrazení středních hodnot příchodů/příletů a odchodů/odletů ze záběru video kamery mezi jednotlivými lokalitami. Zakreslen medián, horní a dolní kvartil a svorka zobrazující rozsah neodlehých hodnot.

Premísťovanie materiálu v zobáku není mezi inkubujícími jedinci ničím výjimečným. Celkový počet takovýchto stavebních úseků se mezi jednotlivými lokalitami nejeví jako významně odlišný (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 5.2667$ ;  $p = 0.0718$ ). Přesto na grafu (Obrázek 14) můžeme vidět jistý trend, kdy rybáci z lokality ADOL12 stavěli nejméně ( $30 \pm 4.2$  staveb) a nejvíce stavěli rybáci z lokality LYR14 ( $51.6 \pm 6.9$  staveb).



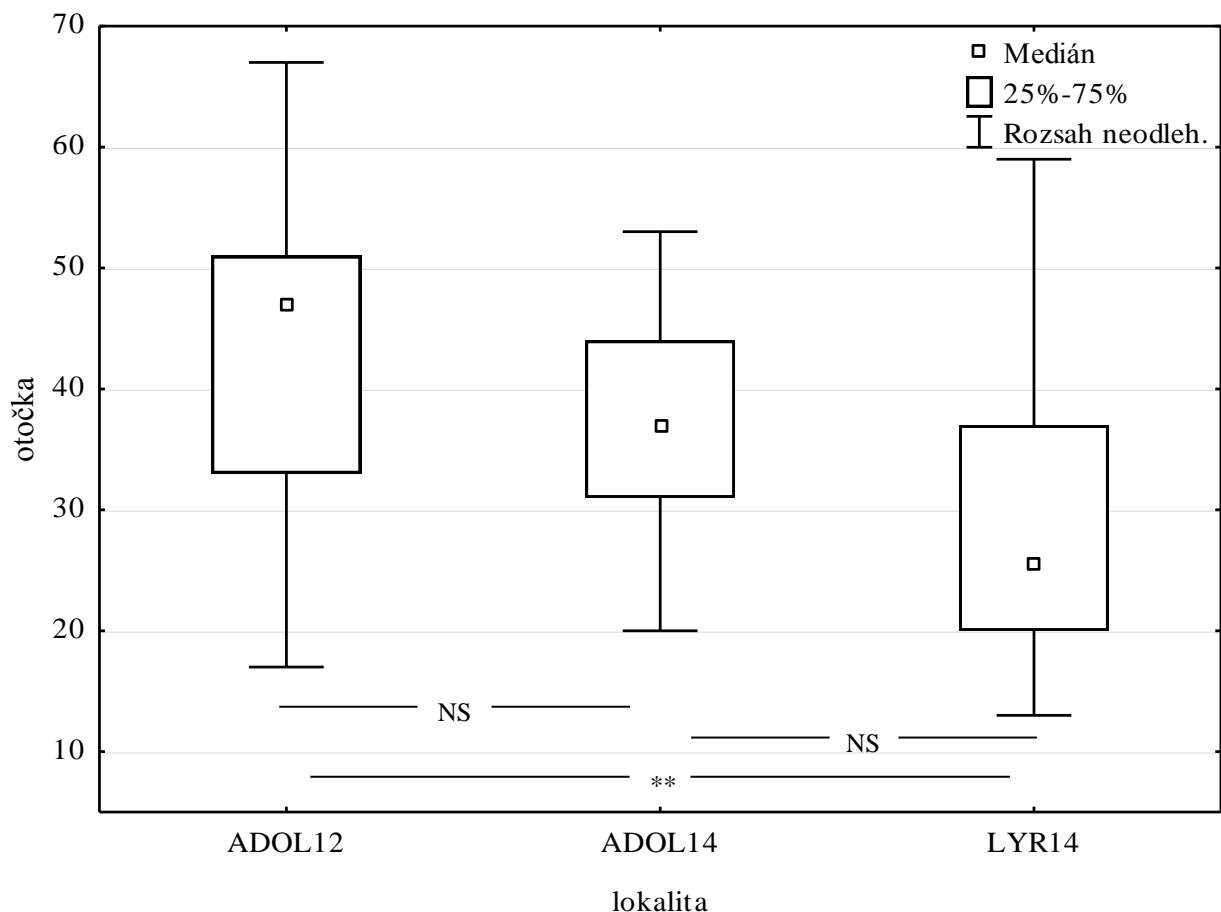
**Obrázek 14:** Stavba: porovnání celkvého počtu stavebních úseků na hnízdě za 24 hodin mezi lokalitami.

Mezi lokalitami se objevuje významný rozdíl v počtu vycházek v průběhu inkubace do okolí hnízda (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 11.0533$ ;  $p = 0.0040$ ; Obrázek 15). Zvláště pak mezi lokalitami ADOL12 a LYR14 (Vícenásobné porovnání p hodnot;  $p = 0.0046$ ). Na lokalitě ADOL12 rybáci podnikali nejméně vycházek, v průměru  $0.8 \pm 0.4$ . Zatímco na lokalitě LYR14 se počet vycházek zvýšil na průměrně  $5 \pm 1.3$ . Lokalita ADOL14 pak s průměrným počtem  $2.6 \pm 1.2$  vycházky je co do počtu mezi ostatními lokalitami.



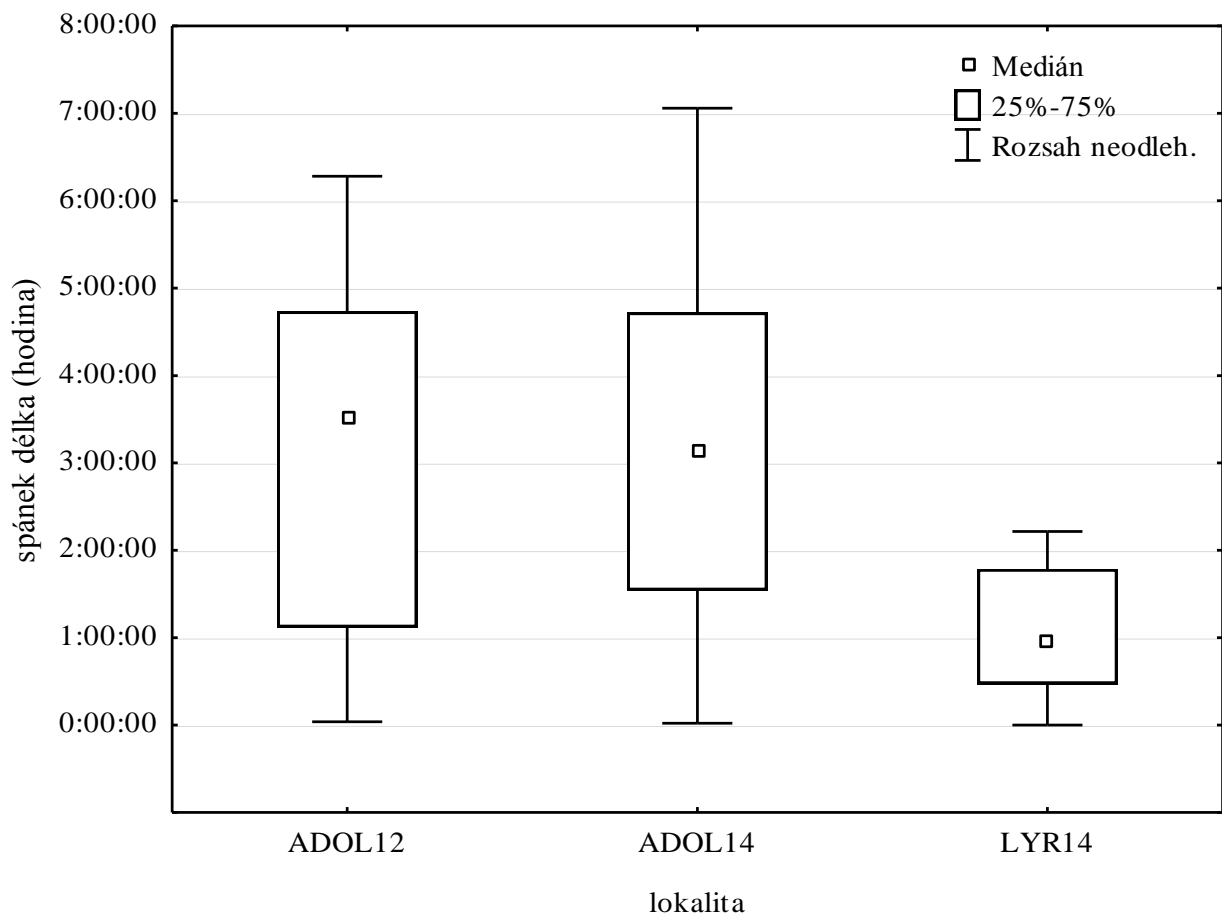
**Obrázek 15:** Vycházky: porovnání celkového počtu vycházek na hnízdě za 24 hodin mezi lokalitami. V grafu znázorněna síla statistické významnosti rozdílu mezi lokalitami: 'NS' nesignifikantní výsledek, '\*\*'  $p < 0.01$ .

V průběhu inkubace se jedinci často zvedají a otáčejí. Důvodem je úprava pozice vajec, aby co nejlépe sedly na nažiny a docházelo k efektivnímu předávání tepla. Také tím mění polohu vajec, aby docházelo k rovnoměrnému zahřívání všech stran vejce. Celkový počet zvednutí na hnízdo se mezi lokalitami neliší (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 0.2259$ ;  $p=0.8932$ ), ale celkový počet otoček je mezi lokalitami významně odlišný (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 6.5667$ ;  $p = 0.0375$ ; Obrázek 16). A to zvláště mezi lokalitami ADOL12 a LYR14 (Vícenásobné porovnání p hodnot;  $p = 0.0322$ ). Nejméně se rybáci v průběhu inkubace otáčeli na lokalitě v Longyearbyen, průměrně  $30.2 \pm 3.6$  otoček, a více pak na lokalitě Adolfbukta zvláště pak v roce 2012, průměrně  $42.9 \pm 3.4$  otoček.

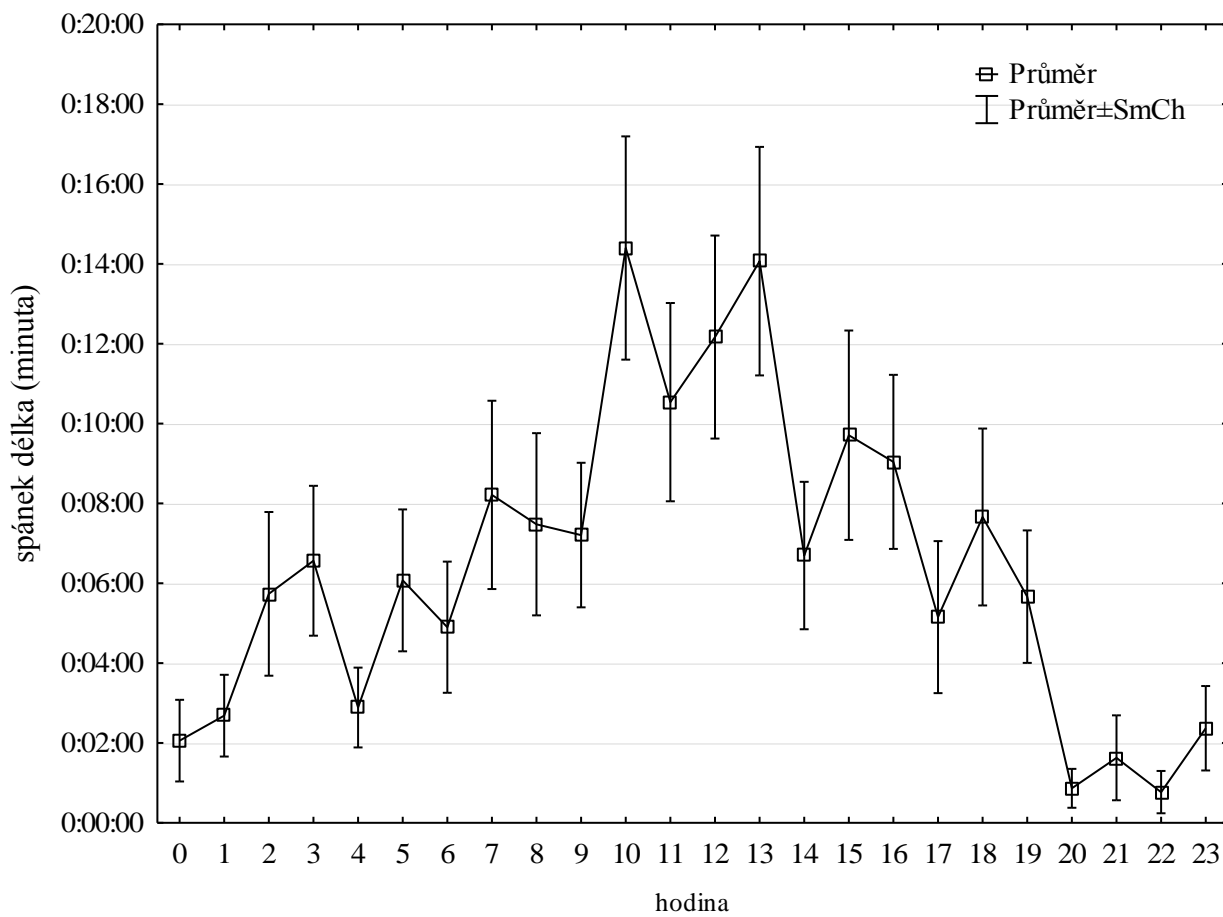


**Obrázek 16:** Otočka: porovnání celkového počtu otoček na hnízdě za 24 hodin mezi lokalitami. V grafu znázorněna síla statistické významnosti rozdílu mezi lokalitami: 'NS' nesignifikantní výsledek, '\*\*'  $p < 0.01$ .

Důležitým znakem inkubačního chování je také poměr klidových a aktivních fází na hnízdě. Ten můžeme stanovit podle času, který jedinci věnují během inkubace spánku. Celkový čas strávený na hnízdě spánkem se mezi lokalitami významně liší (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 7.0148$ ;  $p = 0.0300$ ; Obrázek 17). I když následné detailní porovnání mezi lokalitou Adolfbukta a Longyearbyen je na hraně statistické průkaznosti ( Vícenásobné porovnání p hodnot; ADOL12 vs. LYR14  $p = 0.0708$ ; ADOL14 vs. LYR14  $p = 0.0550$ ), z grafu (Obrázek 17) můžeme zřetelně vidět rozdíl v celkové délce spánku na hnízdě mezi lokalitami. Na lokalitách ADOL12 a ADOL14 se spánku rybáci věnovali průměrně  $3:04:14 \pm 0:31:54$  hodiny respektive  $3:10:52 \pm 0:32:47$  hodiny. Kdežto na lokalitě v LYR14 se průměrně spánku věnovali pouze  $1:21:13 \pm 0:25:18$  hodin. Zajímavý pohled se ale naskytne, podíváme-li se na znázornění průměrné délky spánku v závislosti na denní době (Obrázek 18). Uvidíme, že rybáci se spánku obecně nejvíce věnují mezi 10 a 13 hodinou.

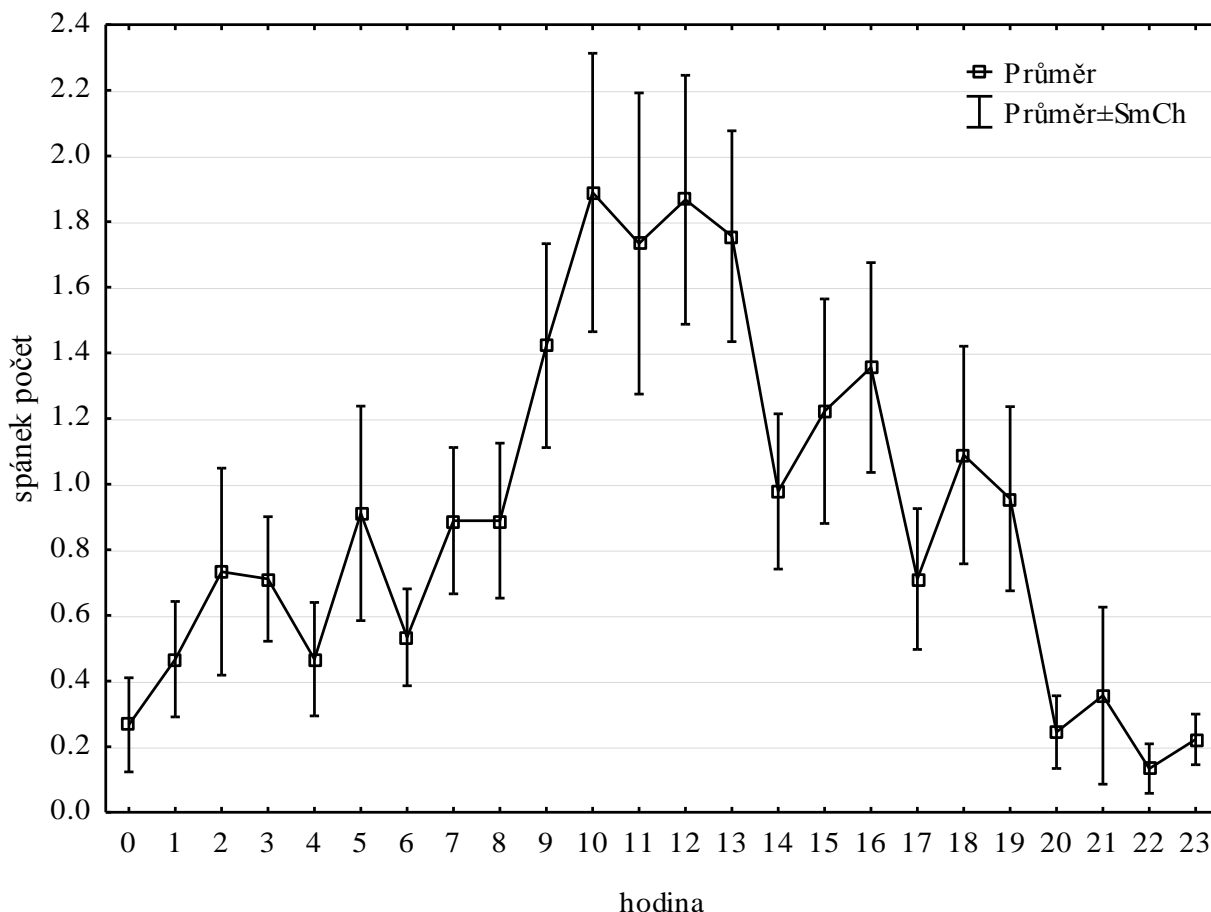


**Obrázek 17:** Spánek délka: porovnání celkové délky spánku na hnízdě mezi lokalitami.



**Obrázek 18:** Průměrná délka spánkové epizody v závislosti na denní době.

S celkovou délkou spánku také souvisí počet spánků. Ten se mezi jednotlivými lokalitami nejeví jako významně odlišný (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 1.0318$ ;  $p=0.5970$ ). Na grafu pro denní průběh (Obrázek 19) můžeme vidět, že průměrně nejvíce spánkových epizod rybáci obecně zahajují kolem poledních hodin, mezi 10 a 13 hodinou, podobně jako ve stejném časovém úseku zahajují průměrně nejdelší spánkové epizody.



**Obrázek 19:** Denní průběh průměrného počtu spánků v dané hodině.

Celkový počet kontrol okolí v průběhu spánku, tzv. scanů, se mezi lokalitami průkazně neliší (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 0.2886$ ;  $p=0.8656$ ). Můžeme zde také sledovat denní průběh v počtu scanů (Příloha 14). Ten více méně kopíruje denní průběh průměrné délky spánku a průměrného počtu spánků. V době, kdy rybáci více spali, více také kontrolovali okolí.

Jedinci na hnízdě také vykazovali komfortní chování v podobě pročešávání peří zobákem nebo drbání se. Toto chování se mezi jednotlivými lokalitami významně nelišilo (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 1.0402$ ;  $p=0.5945$ ).

V několika případech se u hnízda s inkubujícím rybákem objevil druhý rybák, který o hnízdo jevil značný zájem. Mezi lokalitami ale nebyl nalezen žádný významný rozdíl, co se týče počtu návštěv (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 0.2708$ ;  $p=0,8734$ ). Průměrný počet návštěv pro všechny lokality byl  $2.9 \pm 0.5$  návštěvy na hnízdo.

Výjimečně v průběhu návštěvy došlo ke krmení na hnízdě. Krmení partnera bylo zaznamenáno na všech lokalitách bez rozdílu mezi lokalitami (Kruskal-Wallisova ANOVA;  $H(2;45) = 0.2626$ ;  $p=0.8770$ ). Průměrný počet těchto událostí pro všechny lokality byl  $0.16 \pm 0.07$  krmení inkubujícího jedince.

## 4.6 Predační události

Umístěním videonahrávače do blízkosti hnízd rybáka dlouhoocasého jsem nezískala záznamy pouze o inkubačním chování, ale také o predačních událostech. Na všech lokalitách byla natočena predace na vejcích rybáků. Predaci rackem šedým se podařilo natočit jak na lokalitě v Adolfbuktě (ADOL12), tak také na lokalitě v Longyearbyen. Medvěd lední při predaci hnízda byl zachycen na unikátních záběrech z lokality ADOL14. Ze stejné lokality se podařilo získat i záběry predující lišky polární. Skoro na všech záznamech můžeme pozorovat, že rybáci před příchodem opouští hnízdo a snaží se predátora pomocí náletů zahnat pryč. Po opuštění hnízda predátorem se rybáci navrací a snaží se znovu zasednout a začít inkubovat. Po chvíli však hnízdo opouštějí.

## 5 Diskuze

V řadě prací najdeme obecné popisy inkubačního chování rybáka dlouhoocasého studovaného v klimaticky mírných oblastech (např. Pettingill 1939; Cullen 1957; Schreiber & Kissling 2005; Donehower et al. 2007). Pouze několik studií pochází z prostředí za severním polárním kruhem (Løvenskiold 1954; Løvenskiold 1964; Drury 1960; Egevang et al. 2004) ale jen starší práce Burton & Thurston (1959) se zabývá detailním popisem inkubačního chování rybáka dlouhoocasého v arktických podmínkách. Za zmínku stojí i zajímavé práce od Skipnese (1977; 1983), které se zabývají detailnějším popisem chování jedinců na hnízdě v průběhu inkubace v oblasti norské severské tundry (63°16'N 7°46'E). Moje práce tak doposud přináší nejucelenější a nejkomplexnější detailní pohled na inkubační chování rybáka dlouhoocasého v oblastech za severním polárním kruhem.

### 5.1 Velikost snůšky

V arktických oblastech rybáci dlouhoocasí začínají hnízdit od poloviny června a snášejí jedno až tři vejce na snůšku, nejčastěji dvě (Løvenskiold 1954; del Hoyo et al. 1996; Kovacs & Lydersen 2006). Průměrná velikost jejich snůšky je v těchto oblastech značně variabilní, je ovlivněna změnami v prostředí a liší se v rámci roků i mezi nimi (Evans & McNicholl 1972). Detailnější pohled na průměrnou velikost snůšky v arktických podmínkách najdeme jen u Drury (1960), který zaznamenal 1.55 vejce na hnízdo na ostrově Bylot Island (arktická Kanada). V mnou studovaných severněji položených lokalitách na Svalbardu jsem pozorovala značně větší průměrnou velikost snůšky a to  $1.87 \pm 0.4$  (průměr  $\pm$  SD) vajec na hnízdo. U řady druhů ptáků můžeme pozorovat tendenci ke zvětšování průměrné velikosti snůšky směrem od rovníku k pólům (Hussell 1972; Sanz 1998; Cardillo 2002; Fargallo 2004). Podobný jev byl s narůstající zeměpisnou šířkou vysledován i u několika zástupců z rodu *Sterna* (Nisbet & Ratcliffe 2008). Nebylo by překvapením, kdyby i u rybáka dlouhoocasého byla velikost snůšky variabilní v závislosti na zeměpisné šířce. Dlouhodobé studium hnízdní ekologie tohoto druhu v extrémních podmínkách však pravděpodobně nabídne i opačný trend. U blízce příbuzného rybáka jižního hnízdícího v antarktické oblasti vysledovali Weidinger & Pavel (2013a) tendenci zmenšovat průměrný počet vajec na snůšku a to v důsledku lokálně extrémnějších podmínek k životu. Mnou sledované hnízdní kolonie na Svalbardu se tak mohou vyskytovat v příhodnějších podmínkách prostředí pro následnou výchovu mláďat

oproti kolonii na ostrově Bylot Island, který se nachází při západní straně Grónska a mohou zde panovat extrémnější podmínky pro hnízdění.

Průměrná velikost snůšky pozorovaná na Svalbardu se vyznačovala stabilitou mezi lokalitami a roky. Podobnou průměrnou velikost snůšky stabilní ve víceletém cyklu pozorovali také Langham (1974) a Donehower et al. (2007) v mírných oblastech. Oproti tomu Devlin et al. (2008) v mírných oblastech zaznamenala měnící se průměrnou velikost snůšky (1.60 -1.85) mezi roky i mezi lokalitami. Změna mohla nastat vlivem změn prostředí nebo v důsledku odlišného predančního tlaku v předchozích sezónách. Nastínění vlivu predace na velikost snůšky by mohla nabídnout letošní (2015) hnízdní sezóna v Adolfbuktě. Přítomnost medvěda ledního v okolí kolonie nebyla v roce 2015 zaznamenána a tak bude zajímavé sledovat nejen vývoj průměrné velikosti snůšky, ale i celkovou hnízdní úspěšnost.

## **5.2 Celková hnízdní úspěšnost a míra rušení mezi lokalitami**

Přežívání hnízd v rámci hnízdní sezóny je značně variabilní a může se lišit mezi roky i mezi jednotlivými koloniemi. Jedním z klíčových faktorů ovlivňující celkovou hnízdní úspěšnost je predace (Whittam & Leonard 1999; Donehower et al. 2007; Egevang & Frederiksen 2011; Hogan et al. 2013; Weidinger & Pavel 2013a). Na lokalitě Adolfbukta probíhalo sledování hnízdní kolonie ve dvou letech 2012 a 2014. Díky přítomnosti ledního medvěda přímo v hnízdní kolonii v roce 2014 a jím způsobené extrémní predaci na hnízdech ve zmíněném roce, je možné porovnat tyto roky mezi sebou a vyhodnotit vliv predace na celkovou hnízdní úspěšnost rybáka dlouhoocasého. Lokalita Adolfbukta v roce 2012 se s celkovou hnízdní úspěšností 52.21% významně liší od roku 2014 s celkovou hnízdní úspěšností 16.85%. Jelikož se tyto dvě datové sady od sebe liší jen v rámci rozdílného predančního tlaku v jednotlivých letech, byla predace medvědem ledním pravděpodobně hlavní příčinou rozdílné celkové hnízdní úspěšnosti v průběhu sledovaných let. Medvěd lední byl za hlavního predátora označen také v kolonii hnízdících bernešek tmavých atlantských (*Branta bernicla hrota*), kde v důsledku jeho přítomnosti došlo ke ztrátám 62% hnízd a značnému ovlivnění celkového výsledku hnízdění (Madsen et al. 1989). Ovlivnění celkové hnízdní úspěšnosti v důsledku rozdílného predančního tlaku v jednotlivých letech bylo pozorováno i mimo polární oblasti v hnízdní kolonii rybáka jihoamerického. V průběhu tří let se celková hnízdní úspěšnost vlivem odlišné míry přítomnosti predátora pohybovala mezi 35.96-53.47% (Fracasso & Branco 2012). Značný vliv predace na celkovou hnízdní úspěšnost dokládá i studie v kolonii rybáka dlouhoocasého na ostrově Eastern Egg Rock Island ve státě Main v Severní Americe (43°52'N; 69°23'W). Zde se celková hnízdní úspěšnost pohybovala

v rozmezí 54-81% a pravděpodobnost přežití byla ovlivněna zvýšenou predací rackem stříbrným a rackem šedým (Donehower et al. 2007).

Predační události na lokalitách nemusí ovlivňovat jen celkovou hnízdní úspěšnost, ale také samotnou existenci hnízdní kolonie. Značný hnízdní neúspěch způsobený predací, může vyústit až k celkovému opuštění kolonie (Whittam & Leonard 1999; Egevang et al. 2004; Levermann & Tøttrup 2007; Egevang & Frederiksen 2011). Medvěd lední po dobu mého 10-ti denního pozorování na lokalitě Adolfbukta v roce 2014 způsobil svojí přítomností ztrátu minimálně 18 z 76 pozorovaných hnízd (a pravděpodobnou, ale neověřitelnou predaci u dalších 10 hnízd). V našem případě predací událost medvědem ledním významně ovlivnila přežívání hnízd v dané kolonii v jedné sezóně, ale nevedla k opuštění dané lokality následující rok (osobní pozorování). Díky souvislému videonahrávání hnízd byla kromě predací události medvědem ledním zaznamenána i predace běžnějšími predátory rackem šedým a liškou polární. Jak racke šedý, tak liška polární byli natočeni při požívání vajec na hnízdech, které se nachází při okrajích kolonie. To souhlasí s pracemi, že u koloniálně hnízdicích rybáků se pravděpodobnost predace zvětšuje směrem od středu kolonie (například Becker 1995; Quintana & Yorio 1997). To však neplatí u medvěda ledního. Jeho přítomnost na studované lokalitě Adolfbukta v roce 2014 v kolonii sice vyvolala silné reakce rybáků dlouhoocasých, kteří se medvěda snažili zahnat nálety, ale ten na jejich snahu nijak nereagoval. Pravděpodobnost predace způsobená medvědem ledním byla nezávislá na pozici hnízda v rámci kolonie (osobní pozorování). Snadná dostupnost hnízdní kolonie ptáků tak pro medvěda ledního znamená lákavou nabídku v podobě snadno dostupné potravy.

Za speciální typ predace by se dala považovat vnitrodruhová agrese. Je to jedna z možných příčin úmrtí mláďat v kolonii a je způsobena vstupem ptáče do blízkosti hnízda cizího páru, který mládě následně ubije nálety. Takovýto typ agrese není u rybáků výjimkou (Pettingill 1939; Ramos 2003; Villanueva-Gomila et al. 2009) a byl pozorován i během našeho studia rybáka dlouhoocasého na Svalbardu.

Ze získaných dat z terénu mohou také porovnat vliv přítomnosti lidí na studované lokalitě na celkovou hnízdní úspěšnost. Lokalita Longyearbyen v roce 2014 se od lokality Adolfbukta v roce 2012 liší zvýšenou aktivitou možných predátorů a přítomností lidí v oblasti kolonie (Obrázek 8 a 9). I přes markantní rozdíl, kdy se v okolí kolonie v Longyearbyenu v roce 2014 neustále pohybují lidé a rybáci na to reagují opuštěním svých hnízd, nálety na vyrušitele a přestávkami v inkubaci, není patrný významný rozdíl mezi celkovou hnízdní úspěšností mezi jednotlivými koloniemi (Longyearbyen rok 2014 49.64% vs. Adolfbukta rok 2012 52.21%). Podobný výsledek potvrzují i jiné studie na jiných druzích, kdy četnost

návštěv lidí v kolonii neměla zásadní vliv na celkovou hnízdní úspěšnost (Bêty & Gauthier 2001; Bolduc & Guillemette 2003). V některých případech může mít přítomnost lidí v blízkosti hnízd dokonce i pozitivní vliv a prostřednictvím rušení predátorů celkovou hnízdní úspěšnost zvyšovat (Donehower et al. 2007; Ibáñeziálamo et al. 2012). Přesto stále zůstává převaha těch prací, které dokumentují negativní dopad lidské aktivity na celkovou hnízdní úspěšnost (Hunt Jr 1972; Pierce & Simons 1986; Rodway et al. 1996; Beale & Monaghan 2004; Blackmer et al. 2004). Na lokalitě Longyearbyen se tak nabízí studium podobného vlivu lidské aktivity na celkovou hnízdní úspěšnost a na přítomnost predátorů v okolí kolonie.

### **5.3 Inkubační chování – závislost na denní době**

Změny v inkubačním chování rybáka dlouhoocasého se mohou projevit v závislosti na denní době (v rámci 24 hodinových cyklů). Jedná se zvláště o znaky chování, které jsou charakteristické pro klidové fáze inkubace jako spánek, zde nacházím shodu se Skipnes (1983). Průměrně nejvíce času věnovanému spánku a největší počet spánkových epizod jsem pozorovala v průběhu dne kolem poledne a to na všech lokalitách (Obrázek 18 a 19). Takový trend připisuji aktivitě predátorů (zvláště rackům šedým), která dle proběhlých pozorování na studovaných lokalitách je nejmenší právě kolem poledne (Obrázek 8). Nižší aktivita racků v průběhu denních hodin může být ovlivněna slapovými jevy. Největší koncentrace spících jedinců se v době pozorování v koloniích objevuje v čase nejvyššího přílivu kolem poledne a v pozdních nočních hodinách (Delius 1970; Galusha & Amlaner 1978; Wojczulanis et al. 2005). Ovlivnění lovu přílivem a odlivem se s největší pravděpodobností přenáší i na predaci rackem šedým v hnízdních koloniích rybáka dlouhoocasého na Svalbardu. Vypadá to, že v případě rybáků dlouhoocasých můžeme pozorovat jistá přizpůsobení klidových fází inkubace na rozdílný predační tlak v průběhu dne.

U ostatních mnou sledovaných znaků chování jsem podobný trend závislý na denní době nenašla. Z videozáznamů je ale patrné, že nejmenší aktivita neinkubujících ptáků v kolonii je v průběhu večerních a brzkých ranních hodin. Klid v kolonii ve stejné době potvrzuje i další práce Burton & Thurston (1959). Ti také vysledovali vliv denní doby na komfortní chování ptáků. Pročesávání peří či drbání bylo zaznamenáno na videozáznamech ze všech tří mnou studovaných lokalit (Adolfbukta roky 2012 a 2014, Longyearbyen v roce 2014), ale výskyt komfortního chování se ukázal být nezávislý na denní době i na lokalitě.

## 5.4 Inkubační chování – porovnání lokalit

Rozdíly mezi sledovanými lokalitami najdeme při porovnání celkového času, který páry věnují inkubaci vajec. Inkubující páry rybáka dlouhoocasého na lokalitě Adolfbukta (v obou letech) věnovali průměrně více času inkubaci vajec než páry rybáka dlouhoocasého na lokalitě Longyearbyen. Při detailním pohledu zjistíme, že i na lokalitě Adolfbukta je mezi roky malý, ale nevýznamný rozdíl. V roce 2012 věnovali inkubaci v průměru 98.1% času a v roce 2014 průměrně 97.8% času. Průměrná doba, kterou rybáci věnovali inkubaci ve dvou letech na lokalitách v Adolfbuktě, se lehce odlišuje od průměrného času věnovaného inkubaci stejným druhem v severské norské tundře. Zde rybáci inkubovali průměrně 98.8% času (Skipnes 1983). Takovýto rozdíl je pravděpodobně způsoben rozdílnými rušivými vlivy možných predátorů v době studia v hnízdní kolonii. Vliv rušivých vlivů na celkovou dobu inkubace dokládá i lokalita Longyearbyen v roce 2014, kde rybáci inkubovali v průměru pouze 96.9% času. Příčinou značného snížení celkového času, který rybáci dlouhoocasí věnovali inkubaci, přičítám značné lidské aktivitě a velmi častému rušení v okolí hnízdní kolonie v Longyearbyenu. Snížení pozornosti dospělců směrem k hnízdu vlivem větší míry rušení lidmi je doloženo i u řady jiných druhů (Henson & Grant 1991; Sandvik & Barrett 2001; McGowan & Simons 2006). Celkový průměrný čas věnovaný inkubaci vajec udávaný souborně pro zástupce čeledi dlouhokřídlých (Charadriiformes) s prekociálními a semiprekociálními mláďaty, kde se inkubace účastní oba partneři, je 95.2% ( $\pm$  SD = 5.5) (Deeming 2002). Sledované hodnoty se tak pro rybáka dlouhoocasého na Svalbardu pohybují nad horní hranici celkového průměrného času udávaného pro celou skupinu dlouhokřídlých. Sledovaný nárůst celkové doby věnované inkubaci u rybáka dlouhoocasého by se dal vysvětlit v důsledku extrémních klimatických podmínek v průběhu inkubace. V těchto podmínkách se inkubující jedinci v důsledku výrazně nižších okolních teplot snaží o co největší kontinuitu inkubace (Skutch 1962) a co možná největší prodloužení inkubačních úseků (Eppley 1996).

Po bližším prostudování jednotlivých proměnných je patrné, že se mezi některými vyskytují vzájemné korelace. S rostoucí celkovou dobou, kterou páry věnují inkubaci, roste průměrná délka jedné inkubační směny. Trend je stejný jako u celkové průměrné inkubace, tedy na lokalitě Adolfbukta jak v roce 2012 tak i v roce 2014 jedinci podnikají v průměru delší inkubační směny ( $42:00 \pm 03:31$  respektive  $44:35 \pm 05:27$  minut; průměr  $\pm$  SE) než jedinci na lokalitě Longyearbyen v roce 2014 ( $26:36 \pm 02:44$  minut; průměr  $\pm$  SE). Společně s rostoucí průměrnou délkou jedné inkubační směny roste i celková délka spánku. Na lokalitě

Adolfbukta v obou letech (2012 i 2014) rybáci věnovali celkově více času spánku, v průměru přes tři hodiny, než na lokalitě Longyearbyen v roce 2014, kde se průměrný čas spánku pohyboval pouze kolem hodiny a půl. Za výrazné snížení hodnot až o polovinu na lokalitě Longyearbyen může s největší pravděpodobností přítomnost lidí v okolí kolonie. Při porovnání denního průběhu míry rušení lidmi a průměrné délky spánkové epizody zjistíme, že v čase největší lidské aktivity se rybáci dlouhoocasi nejvíce věnují spánku. Vlivem častého vyrušování, tak dochází ke snižování celkového času, který inkubující jedinci mohou trávit klidnou inkubací, tedy spánkem. Zajímavé je, že celková délka spánku se mezi lokalitami liší, ale už mezi lokalitami nenajdeme významný rozdíl mezi počtem spánkových epizod. Stejně tak se mezi lokalitami neliší celkový počet tzv. scanů během spánku.

S rostoucí celkovou průměrnou inkubací roste také průměrný počet otoček na hnízdo. Rybáci na lokalitě Adolfbukta, se v důsledku průměrně delších inkubačních úseků významně více otáčeli než rybáci na lokalitě Longyearbyen v roce 2014. Během otoček často docházelo k upravování pozice vajec na hnízdě. Důvodem průměrně vyššího počtu otoček může být snaha inkubujících jedinců o co nejefektivnější zahřívání vajec. Při delších inkubačních směnách je třeba, aby byla poloha vejce obměňována a teplo bylo předáno rovnoměrně na všechny jeho strany (Caldwell & Cornwell 1975). Příčinou otoček nemusí být jen úprava pozice vajec, ale také klimatické podmínky jako silný vítr (snaha jedinců sedět na vejcích čelem ke směru větru; Beer 1961), déšť nebo sluneční svit (Caldwell & Cornwell 1975). V podmínkách, které panují v průběhu inkubace na studovaných lokalitách na Svalbardu, se tak na počtu otoček pravděpodobně podílejí všechny faktory najednou.

Průměrná délka nepřítomnosti na hnízdě je jednou z proměnných, která ovlivňuje celkovou průměrnou inkubaci. Přestože nenajdeme významný rozdíl v průměrné délce nepřítomnosti na hnízdě mezi lokalitami, můžeme sledovat jistý trend, který tato proměnná má. Na lokalitě Adolfbukta v roce 2012 jsou průměrně nejkratší absence na hnízdě a na lokalitě Longyearbyen v roce 2014 naopak zase průměrně nejdelší absence na hnízdě. To hezky koreluje s celkovou průměrnou inkubací, která je na lokalitách Adolfbukta nejvyšší a na lokalitě Longyearbyen nejnižší. Celkovou průměrnou inkubaci také nepřímo ovlivňuje počet výměn na hnízdě. Na lokalitě Adolfbukta není mezi jednotlivými roky rozdíl v počtu výměn, zato mezi lokalitami Adolfbukta a Longyearbyen už pozorujeme významný rozdíl. Přestávky v inkubaci nastávají v době, kdy dochází ke střídání partnerů nebo kdy inkubující jedinec hnízdo opouští z důvodů vyrušení a obrany (Løvenskiold 1954; Burton & Thurston 1959; Skipnes 1977 a 1983; Burger & Gochfeld 1988; Mallory et al. 2010). V případě lokality v Longyearbyen, rybáci více opouštějí svá hnízda v důsledku přítomnosti lidí v blízkosti

kolonie a celkový čas, který tráví inkubací vajec je menší oproti lokalitám v Adolfbuktě. Snížení pozornosti dospělců k hnízdu vlivem lidské aktivity v okolí dokládají studie i na jiných druzích koloniálně hnízdících ptáků v rámci polárních oblastí (Sandvik & Barrett 2001) i mimo ně (Rodway et al. 1996).

Zajímavý vztah se objevil mezi absolutním počtem staveb a vycházek v průběhu inkubace. Absolutní počet staveb na hnízdo se mezi jednotlivými lokalitami sice neprojevuje jako významný, ale je naznačen lehký trend, kdy na lokalitě Adolfbukta v roce 2012 proběhlo během inkubace průměrně nejméně staveb a na lokalitě Longyearbyen v roce 2014 průměrně nejvíce staveb. To může být spojeno s větší mírou rušení a častějším opouštěním hnízd na jednotlivých lokalitách, kdy při vstupu do hnízda a opuštění hnízda může docházet k drobným porušením jeho struktury (sesuvy kamínků) a rybáci tak následně hnízdo častěji upravují. S rostoucím počtem stavebních úseků roste počet vycházek, ty jsou mezi lokalitami významně odlišné. Vyskytuje se zde podobný trend jako u staveb. Tedy na lokalitě Adolfbukta v roce 2012 podnikají inkubující rybáci dlouhočasí průměrně nejméně vycházek, kdežto na lokalitě Longyearbyen průměrně nejvíce. I zde je možné, že za sledovaný rozdíl mezi lokalitami může míra rušení a že tyto krátké vycházky slouží k odlákání možného predátora od samotného hnízda (Weidinger & Pavel 2013b).

Způsob, jakým jedinci vstupovali (příchod vs. přilet) a jakým opouštěli (odchod vs. odlet) záběr kamery, není významně odlišný mezi lokalitami. Přesto se po grafickém znázornění (Obrázek 13) ukazuje jistá tendence. Na lokalitě Longyearbyen, která je rušena lidskou aktivitou, měli rybáci tendenci do záběru více přilétat a ze záběru spíše odcházet než rybáci na lokalitách v Adolfnuktě. To naznačuje, že jedinci na lokalitách v Adolfbuktě mají větší klid a k hnízdu si mohou dojít aniž, by byli něčím rušeni. A při náhlém vyrušení rychle opouštějí hnízdo. Zatímco rybáci hnízdící v okolí lidí mohou být na přítomnost lidí zvyklí (Kress & Hall 2004) a hnízdo opouštět váhavěji.

Významný rozdíl mezi studovanými lokalitami se neprojevil v rámci celkového počtu zvednutí, návštěv a krmení na hnízdě. Proměnná zvednutí nenaznačuje ani žádný trend nebo závislost na jiné proměnné. Návštěvy inkubujícího jedince jiným rybákem se objevily na všech lokalitách. Při návštěvě došlo výjimečně ke krmení inkubujícího jedince, pravděpodobně partnera. Nošení ryb a krmení je u rybáků běžné při párování (Monaghan et al. 1989; Levermann & Tøttrup 2007), ale nepodařilo se mi najít žádný publikovaný záznam o pozorovaném krmení v průběhu inkubace.

Podíváme-li se na lokality z pohledu míry rušení, zjistíme, že se lokality Adolfbukta v roce 2012 a v roce 2014 významně neliší v žádných zde prezentovaných znacích chování. Je

tedy vidět, že ačkoliv v roce 2014 na lokalitě Adolfbukta probíhala v době studie silná predace medvědem ledním, neprojevalo se to významně na inkubačním chování rybáků dlouhoocasých. Zato na lokalitě Longyearbyen, kde je značná lidská aktivita v okolí hnízdní kolonie, sledujeme významnou změnu v chování inkubujících jedinců oproti lokalitám v oblasti Adolfbukta. Situace dopadne opačně, podíváme-li se na lokality z pohledu celkové hnízdní úspěšnosti. V tomto případě se mezi sebou významně neliší lokalita Adolfbukta v roce 2012 a Longyearbyen. Zatímco Adolfbukta v roce 2014 má od předchozích dvou výrazně sníženou celkovou hnízdní úspěšnost v důsledku silné predace medvědem ledním. Hnízdní kolonie v okolí lidí tak může nabídnout jistou ochranu před predátory a v dlouhodobém měřítku zvýšit hnízdní úspěšnost druhu. Že taková ochrana není zadarmo, ale je vykoupena v podobě většího stresu a nepravidelného rytmu při inkubaci, naznačují výsledky mé diplomové práce. Pro potvrzení vyslovené teorie, je zapotřebí dlouhodobého sledování obou hnízdních kolonií.

## 6 Závěr

Jedním z cílů moji práce bylo popsat inkubační chování rybáka dlouhoocasého v extrémních podmínkách severské tundry. Získaná data nabízí detailní pohled na chování jedinců v průběhu inkubace a budou využita při dalších studiích inkubačního chování v polárních oblastech. Hlavním cílem bylo na základě detailních popisů chování porovnat dvě studované lokality – Adolfbukta a Longyearbyen - mezi sebou a vyhodnotit vliv lidské aktivity v okolí hnízdní kolonie na inkubační chování rybáka dlouhoocasého. V důsledku neočekávaného výskytu medvěda ledního na lokalitě Adolfbukta v roce 2012 jsem dostala šanci vyhodnotit nejen vliv lidské přítomnosti na chování v průběhu inkubace, ale i vliv zvýšeného predatorního tlaku.

Z výsledků jasně vyplývá, že lidská aktivita má na inkubační chování rybáků dlouhoocasých jednoznačný vliv. V průběhu inkubace jsou více rušeni, a v důsledku častějšího opouštění hnízd a jejich obrany věnují inkubaci celkově méně času, podnikají průměrně kratší inkubační směny a klidová fáze na hnízdě (spánek) je o polovinu menší než na nerušených lokalitách. Ve srovnání s tím jsem nenašla žádný významný rozdíl ve změně chování inkubujících jedinců v době zvýšeného predatorního tlaku. Značná predace medvědem ledním způsobila na lokalitě Adolfbukta velký pokles celkové hnízdní úspěšnosti. To v podmínkách, jaké panují v severské tundře v Arktidě, může mít za následek i nulovou hnízdní úspěšnost a tedy celkový hnízdní nezdar páru v daném roce. Proto bylo v roce 2014 pro rybáky dlouhoocasé vzhledem k přežívání hnízd příznivější hnízdit v okolí lidí na lokalitě Longyearbyen. Zdá se tedy, že cena za značné rušení během hnízdění v okolí lidí a s tím spojené zvýšení stresu a nepravidelná inkubační perioda, není na tolik velká, aby nebyla vykompenzována menší pravděpodobností predace a velmi podobnou celkovou hnízdní úspěšností jako na lokalitě, kde se lidé nevyskytují. Jakým způsobem se změna v chování a stres v průběhu inkubace projevuje na dalších životních strategiích tohoto druhu je námětem pro další studie.

Díky používané metodě při sběru dat se podařilo získat unikátní detailní záběry predace na hnízdech rybáka dlouhoocasého. Při predaci vajec byl několikrát zachycen racek šedý, jednou liška polární a také medvěd lední, který si s naší technikou vždy rád pohrál.

## 7 Seznam použité literatury

- Anisimov, O.A., Vaughan, D.G., Callaghan, T. V, Furgal, C., Marchant, H., Prowse, T.D., Vilhjálmsson, H. and Walsh, J.E., 2007. Polar regions (Arctic and Antarctic). *Climate Change*, 15, pp.653–685.
- Beale, C.M. and Monaghan, P., 2004. Human disturbance: people as predation free predators? *Journal of Applied Ecology*, 41(2), pp.335–343.
- Becker, P.H., 1995. Effects of coloniality on gull predation on Common tern (*Sterna hirundo*) chicks. *Colonial Waterbirds*, pp.11–22.
- Beer, C.G., 1961. Incubation and nest-building behaviour of Black-headed gulls I: incubation behaviour in the incubation period. *Behaviour*, 18, pp.62–106.
- Bêty, J. and Gauthier, G., 2001. Effects of nest visits on predator activity and predation rate in a Greater snow goose colony. *Journal of Field Ornithology*, 72(4), pp.573–586.
- Billings, W.D. and Mooney, H.A., 1968. The ecology of arctic and alpine plants. *Biological Reviews*, 43(4), pp.481–529.
- Blackmer, A.L., Ackerman, J.T. and Nevitt, G.A., 2004. Effects of investigator disturbance on hatching success and nest-site fidelity in a long-lived seabird, Leach's storm-petrel. *Biological Conservation*, 116(1), pp.141–148.
- Bolduc, F. and Guillemette, M., 2003. Human disturbance and nesting success of Common eiders: interaction between visitors and gulls. *Biological Conservation*, 110(1), pp.77–83.
- Booth, D.T. and Jones, D.N., 2002. Underground nesting in the megapodes. In: D.C. Deeming (Ed.), *Avian Incubation: behaviour, environment, and evolution*, pp.192–206.
- Bradley, M., Johnstone, R., Court, G. and Duncan, T., 1997. Influence of weather on breeding success of Peregrine falcons in the Arctic. *The Auk*, pp.786–791.
- Brooke, R.K., Cooper, J., Hockey, P.A.R., Ryan, P.G., Sinclair, J.C., Suter, W. and Tree, A.J., 1988. Distribution, population size and conservation of the Antarctic tern *Sterna vittata* in southern Africa. *Cormorant*, 16(2), pp.107–113.
- Burger, J. and Gochfeld, M., 1988. Defensive aggression in terns: Effect of species, density, and isolation. *Aggressive Behavior*, 14(3), pp.169–178.
- Burton, P.J.K. and Thurston, M.H., 1959. Observations on Arctic terns in Spitsbergen. *British Birds*, 52, pp.149–161.
- Caldwell, P.J. and Cornwell, G.W., 1975. Incubation behavior and temperatures of the Mallard duck. *The Auk*, pp.706–731.
- Cardillo, M., 2002. The life history basis of latitudinal diversity gradients: how do species traits vary from the poles to the equator? *Journal of Animal Ecology*, 71(1), pp.79–87.
- Coria, N.R. and Montalti, D., 1993. Flying birds at Esperanza Bay, Antarctica. *Polish Polar Research*, 14(4), pp.433–439.
- Crawford, R.M.M., 2013. *Tundra-Taiga Biology*, New York, USA: Oxford University Press.
- Cullen, J.M., 1957. Plumage, age and mortality in the Arctic tern. *Bird Study*, 4(4), pp.197–207.
- Davies, S., 1958. The breeding of the Meadow pipit in Swedish Lapland. *Bird Study*, 5(4), pp.184–191.

- Deeming, C., 2002. Behaviour patterns during incubation. In: D.C. Deeming (Ed.), *Avian Incubation: behaviour, environment, and evolution*, pp.63 – 87.
- Delius, J., 1970. The effect of daytime, tides and other factors on some activities of Lesser blacked-backed gulls, *Larus fuscus*. *Revue du Comportement Animal*, 4(3), pp.3–11.
- Devlin, C.M., 2006. Birds crossing borders: a population study of Arctic terns (*Sterna paradisaea*). *Doctoral dissertation, University of New Brunswick*.
- Devlin, C.M., Diamond, A.W., Kress, S.W., Hall, C.S. and Welch, L., 2008. Breeding dispersal and survival of Arctic terns (*Sterna paradisaea*) nesting in the Gulf of Maine. *The Auk*, 125(4), pp.850–858.
- Dittmann, T. and Becker, P.H., 2003. Sex, age, experience and condition as factors affecting arrival date in prospecting Common terns, *Sterna hirundo*. *Animal Behaviour*, 65(5), pp.981–986.
- Donehower, C.E., Bird, D.M., Hall, C.S. and Kress, S.W., 2007. Effects of gull predation and predator control on tern nesting success at Eastern Egg Rock, Maine. *Waterbirds*, 30(1), pp.29–39.
- Drury, W.H., 1960. Breeding activities of Long-tailed jaeger, Herring gull and Arctic tern on Bylot Island, Northwest Territories, Canada. *Bird-Banding*, pp.63–79.
- Egevang, C. and Frederiksen, M., 2011. Fluctuating breeding of Arctic terns (*Sterna paradisaea*) in Arctic and high-Arctic colonies in Greenland. *Waterbirds*, 34(1), pp.107–111.
- Egevang, C., Kampp, K. and Boertmann, D., 2004. The breeding association of Red phalaropes with Arctic terns: Response to a redistribution of terns in a major Greenland colony. *Waterbirds*, 27(4), pp.406–410.
- Egevang, C., Stenhouse, I.J., Phillips, R.A., Petersen, A., Fox, J.W. and Silk, J.R.D., 2010. Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, pp.2078–2081.
- Ensor, P.H., 1979. The effect of storms on the breeding success of South polar skuas at Cape Bird, Antarctica. *Notornis*, 26, pp.349–352.
- Eppley, Z.A., 1996. Charadriiform birds in Antarctica: behavioral, morphological, and physiological adjustments conserving reproductive success. *Physiological Zoology*, pp.1502–1554.
- Evans, R.M. and McNicholl, M.K., 1972. Variations in the reproductive activities of Arctic terns at Churchill, Manitoba. *Arctic*, pp.131–141.
- Fain, M.G. and Houde, P., 2007. Multilocus perspectives on the monophyly and phylogeny of the order Charadriiformes (Aves). *BMC Evolutionary Biology*, 7(1), p.35.
- Fargallo, J.A., 2004. Latitudinal trends of reproductive traits in the Blue tit *Parus caeruleus*. *Ardeola*, 51(1), pp.177–190.
- Fejklová, L., 2009. Inkubační chování slavíka modráčka tundrového v podmínkách horské a severské tundry. *Nepublikovaná diplomová práce*.
- Fijn, R.C., Hiemstra, D., Phillips, R.A. and Winden, J. van der, 2013. Arctic terns *Sterna paradisaea* from The Netherlands migrate record distances across three oceans to Wilkes Land, East Antarctica. *Ardea*, 101(1), pp.3–12.

- Fracasso, H.A.A. and Branco, J.O., 2012. Reproductive success of South american terns (*Sterna hirundinacea*) from Cardos Islands, Florianópolis, SC, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84(2), pp.527–536.
- Galusha, J.G. and Amlaner, C.J., 1978. The effects of diurnal and tidal periodicities in the numbers and activities of Herring gulls *Larus argentatus* in a colony. *Ibis*, 120(3), pp.322–328.
- Gaston, A.J., Gilchrist, H.G. and Hipfner, J., 2005. Climate change, ice conditions and reproduction in an Arctic nesting marine bird: Brunnich's guillemot (*Uria lomvia* L.). *Journal of Animal Ecology*, 74(5), pp.832–841.
- González-Solís, J., Sokolov, E. and Becker, P.H., 2001. Courtship feedings, copulations and paternity in Common terns, *Sterna hirundo*. *Animal Behaviour*, 61(6), pp.1125–1132.
- Halliday, G., 2002. Presidential Address, 2001: The british flora in the Arctic. *Watsonia*, 24(2), pp.133–144.
- Hawksley, O., 1957. Ecology of a breeding population of Arctic terns. *Bird-Banding*, pp.57–92.
- Henson, P. and Grant, T.A., 1991. The effects of human disturbance on Trumpeter swan breeding behavior. *Wildlife Society Bulletin*, pp.248–257.
- Hernández-Matías, A., Jover, L. and Ruiz, X., 2003. Predation on Common tern eggs in relation to sub-colony size, nest aggregation and breeding synchrony. *Waterbirds*, 26(3), pp.280–289.
- Hogan, R.I., Prellvitz, L.J. and Vooren, C.M., 2013. Breeding biology of South american tern *Sterna hirundinacea* (Charadriiformes: Sternidae) on Deserta Island, southern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology*, 18(41), p.9.
- Del Hoyo, J., Piersma, T., Elliot, A. and Sangatal, J., 1996. Handbook of the birds of the world. Vol. 3. Hoatzin to Auks. *Handbook of the birds of the world: hoatzin to auks*.
- Huggins, R.A., 1941. Egg temperatures of wild birds under natural conditions. *Ecology*, 22(2), pp.148–157.
- Hulsman, K. and Smith, G., 1988. Biology and growth of the Black-naped tern *Sterna sumatrana*: an hypothesis to explain the relative growth rates of inshore, offshore and pelagic feeders. *Emu*, 88(4), pp.234–242.
- Hunt Jr, G.L., 1972. Influence of food distribution and human disturbance on the reproductive success of Herring gulls. *Ecology*, pp.1051–1061.
- Hussell, D.J.T., 1972. Factors affecting clutch size in arctic passerines. *Ecological Monographs*, pp.317–364.
- Ibáñez-Iálamo, J.D., Sanllorenzo, O. and Soler, M., 2012. The impact of researcher disturbance on nest predation rates: a meta-analysis. *Ibis*, 154(1), pp.5–14.
- Irving, L. and Krog, J., 1956. Temperature during the development of birds in arctic nests. *Physiological Zoology*, pp.195–205.
- Järvinen, O. and Väisänen, R.A., 1978. Ecological zoogeography of North european waders, or Why do so many waders breed in the North? *Oikos*, pp.496–507.
- Kovacs, K.M. and Lydersen, C., 2006. *Birds and mammals of Svalbard*, Norwegian Polar Institute, Tromsø.

- Kress, S.W. and Hall, C.S., 2004. Tern management handbook: coastal northeastern United States and Atlantic Canada. *United States and Atlantic Canada. U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Hadley, MA.*, pp.1–90.
- Laidre, K.L., Heide-Jørgensen, M.P., Nyeland, J., Mosbech, A. and Boertmann, D., 2008. Latitudinal gradients in sea ice and primary production determine Arctic seabird colony size in Greenland. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1652), pp.2695–2702.
- Langham, N.P.E., 1974. Comparative breeding biology of the Sandwich tern. *The Auk*, pp.255–277.
- Levermann, N. and Tøttrup, A.P., 2007. Predator effect and behavioral patterns in Arctic terns (*Sterna paradisaea*) and Sabine's gulls (*Xema sabini*) during a failed breeding year. *Waterbirds*, 30(3), pp.417–420.
- Løvenskiold, H.L., 1964. Avifauna Svalbardensis: with a discussion on the geographical distribution of the birds in Spitsbergen and adjacent islands. *Norsk Polarinstitutt Skrifter Nr. 129*, p.460.
- Løvenskiold, H.L., 1954. Studies on the avifauna of Spitsbergen. *Norsk Polarinstitutt Skrifter Nr. 103*, p.131.
- Ludwig, S.C. and Becker, P.H., 2006. Waiting for the mate? Spatial behaviour of Common terns, *Sterna hirundo*, during courtship. *Animal Behaviour*, 72(5), pp.1093–1102.
- Ludwig, S.C. and Becker, P.H., 2008. Within-season divorce in Common terns *Sterna hirundo* in a year of heavy predation. *Journal of Ornithology*, 149(4), pp.655–658.
- Madsen, J., Bregnballe, T. and Mehlum, F., 1989. Study of the breeding ecology and behaviour of the Svalbard population of Light-bellied brent goose *Branta bernicla hrota*. *Polar Research*, 7(1), pp.1–21.
- Madsen, J., Tamstorf, M., Klaassen, M., Eide, N., Glahder, C., Rigét, F., Nyegaard, H. and Cottaar, F., 2007. Effects of snow cover on the timing and success of reproduction in high-Arctic Pink-footed geese *Anser brachyrhynchus*. *Polar Biology*, 30(11), pp.1363–1372.
- Mallory, M.L., Boadway, K.A., Boadway, J.J.T. and Akearok, J.A., 2010. Breeding Arctic terns kill lemmings. *Arctic*, pp.359–361.
- Mallory, M.L., Gaston, A.J., Forbes, M.R. and Gilchrist, H.G., 2009. Influence of weather on reproductive success of Northern fulmars in the Canadian high Arctic. *Polar Biology*, 32(4), pp.529–538.
- McGowan, C.P. and Simons, T.R., 2006. Effects of human recreation on the incubation behavior of American oystercatchers. *The Wilson Journal of Ornithology*, 118(4), pp.485–493.
- Mills, J.A. and Shaw, P.W., 1980. The influence of age on laying date, clutch size, and egg size of the White-fronted tern, *Sterna striata*. *New Zealand Journal of Zoology*, 7(1), pp.147–153.
- Møller, A.P., Flenstedjensen, E. and Mardal, W., 2006. Dispersal and climate change: a case study of the Arctic tern *Sterna paradisaea*. *Global Change Biology*, 12(10), pp.2005–2013.

- Monaghan, P., Uttley, J.D., Burns, M.D., Thaine, C. and Blackwood, J., 1989. The relationship between food supply, reproductive effort and breeding success in Arctic terns *Sterna paradisaea*. *The Journal of Animal Ecology*, pp.261–274.
- Mundkur, T., 1992. Breeding by one-year-old Indian river terns. *Colonial Waterbirds*, pp.144–147.
- Neves, V.C., Panagiotakopoulos, S. and Furness, R.W., 2006. A control taste aversion experiment on predators of Roseate tern (*Sterna dougallii*) eggs. *European Journal of Wildlife Research*, 52(4), pp.259–264.
- Nisbet, I.C.T., 2000. Disturbance, habituation, and management of waterbird colonies. *Waterbirds*, pp.312–332.
- Nisbet, I.C.T., Bridge, E.S., Szczys, P. and Heidinger, B.J., 2007. Sexual dimorphism, female-female pairs, and test for assortative mating in Common terns. *Waterbirds*, 30(2), pp.169–179.
- Nisbet, I.C.T. and Hatch, J.J., 1999. Consequences of a female biased sex ratio in a socially monogamous bird: female female pairs in the Roseate tern *Sterna dougallii*. *Ibis*, 141(2), pp.307–320.
- Nisbet, I.C.T. and Ratcliffe, N., 2008. Comparative demographics of tropical and temperate Roseate terns. *Waterbirds*, 31(3), pp.346–356.
- Nisbet, I.C.T. and Welton, M.J., 1984. Seasonal variations in breeding success of Common terns: consequences of predation. *Condor*, pp.53–60.
- Palestis, B.G., 2005. Nesting stage and nest defense by Common terns. *Waterbirds*, 28(1), pp.87–94.
- Pettingill, O.S., 1939. History of one hundred nests of Arctic tern. *The Auk*, pp.420–428.
- Pierce, D.J. and Simons, T.R., 1986. The influence of human disturbance on Tufted puffin breeding success. *The Auk*, pp.214–216.
- Polunin, N., 1951. The real Arctic: suggestions for its delimitation, subdivision and characterization. *The Journal of Ecology*, pp.308–315.
- Quintana, F. and Yorio, P., 1997. Breeding biology of Royal and Cayenne terns at a mixed-species colony in Patagonia. *The Wilson Bulletin*, pp.650–662.
- Ramos, J.A., 2003. Intraspecific aggression by Roseate tern adults on chicks in a tropical colony. *Waterbirds*, 26(2), pp.160–165.
- Rodway, M.S., Montevecchi, W.A. and Chardine, J.W., 1996. Effects of investigator disturbance on breeding success of Atlantic puffins *Fratercula arctica*. *Biological Conservation*, 76(3), pp.311–319.
- Sandvik, H. and Barrett, R.T., 2001. Effect of investigator disturbance on the breeding success of the Black-legged kittiwake. *Journal of Field Ornithology*, 72(1), pp.30–42.
- Sanz, J.J., 1998. Effects of geographic location and habitat on breeding parameters of Great tits. *The Auk*, pp.1034–1051.
- Schreiber, J. and Kissling, W.D., 2005. Factors affecting the breeding success of Arctic terns *Sterna paradisaea* in a colony at Kaldbaksbotnur, Faroe Islands. *Atlantic Seabirds*, 7(3), pp.97–105.
- Schulz, M. and Gales, R., 2004. Breeding of the Antarctic tern (*Sterna vittata bethunei*) on Macquarie Island. *Notornis*, 51(2), pp.114–115.

- Skipnes, K., 1983. Incubation behavior of the Arctic tern *Sterna paradisaea*, in relation to time of day and stage of incubation. *Ardea*, 71(2), pp.211–215.
- Skipnes, K., 1977. Mennesker og fugler som forstyrrende faktorer for rugeatferden til rødnebbterna. *Sterna*, 16(1), pp.13–18.
- Skutch, A.F., 1962. The constancy of incubation. *The Wilson Bulletin*, pp.115–152.
- Stempniewicz, L., Kidawa, D., Barcikowski, M. and Iliszko, L., 2014. Unusual hunting and feeding behaviour of Polar bears on Spitsbergen. *Polar Record*, 50(02), pp.216–219.
- Thomas, D.N., Fogg, G.E., Convey, P., Fritsen, C.H., Gili, J.M., Gradinger, R., Laybourn-Parry, J., Reid, K. and Walton, D.W.H., 2008. *The biology of polar regions*, New York, USA: Oxford University Press.
- Tombre, I.M., Erikstad, K.E. and Bunes, V., 2012. State-dependent incubation behaviour in the high Arctic Barnacle geese. *Polar Biology*, 35(7), pp.985–992.
- Villanueva-Gomila, L., Gatto, A., Cabral, K. and Yorio, P., 2009. Aggression by adult South American terns toward conspecific chicks. *Journal of Field Ornithology*, 80(4), pp.344–350.
- Wagner, R.H. and Safina, C., 1989. Relative contribution of the sexes to chick feeding in Roseate and Common terns. *The Wilson Bulletin*, pp.497–500.
- Watson, M.J., Spendlow, J.A. and Hatch, J.J., 2012. Post-fledging brood and care division in the Roseate tern (*Sterna dougallii*). *Journal of Ethology*, 30(1), pp.29–34.
- Weidinger, K., 2003. Hnízdání úspěšnost—co to je a jak se počítá. *Sylvia*, 39, pp.1–24.
- Weidinger, K. and Pavel, V., 2013a. Abundance and breeding of the Antarctic tern *Sterna vittata* at the James Ross and Seymour Islands, NE Antarctic Peninsula. *Polar Biology*, 36(2), pp.299–304.
- Weidinger, K. and Pavel, V., 2013b. Predator–prey interactions between the South polar skua *Catharacta maccormicki* and Antarctic tern *Sterna vittata*. *Journal of Avian Biology*, 44(1), pp.89–95.
- Westerskov, K., 1950. Methods for determining the age of Game bird eggs. *The Journal of Wildlife Management*, 14(1), pp.56–67 CR – Copyright 1950 Wiley.
- Whittam, R.M. and Leonard, M.L., 2000. Characteristics of predators and offspring influence nest defense by Arctic and Common terns. *The Condor*, 102(2), pp.301–306.
- Whittam, R.M. and Leonard, M.L., 1999. Predation and breeding success in Roseate terns (*Sterna dougallii*). *Canadian Journal of Zoology*, 77(6), pp.851–856.
- Wojczulanis, K., Jakubas, D. and Stempniewicz, L., 2005. Changes in the Glaucous gull predatory pressure on Little auks in Southwest Spitsbergen. *Waterbirds*, 28(4), pp.430–435.
- Yannic, G., Aebischer, A., Sabard, B. and Gilg, O., 2014. Complete breeding failures in Ivory gull following unusual rainy storms in North Greenland. *Polar Research*, 33.

## 8 Příloha

Příloha 1: Ukázka hnízda rybáka dlouhoocasého. Autor fotografie: RNDr. Václav Pavel, Ph.D.



Příloha 2: Umístění mini kamery v blízkosti hnízda a její zamaskování. Autor fotografie: RNDr. Václav Pavel, Ph.D.



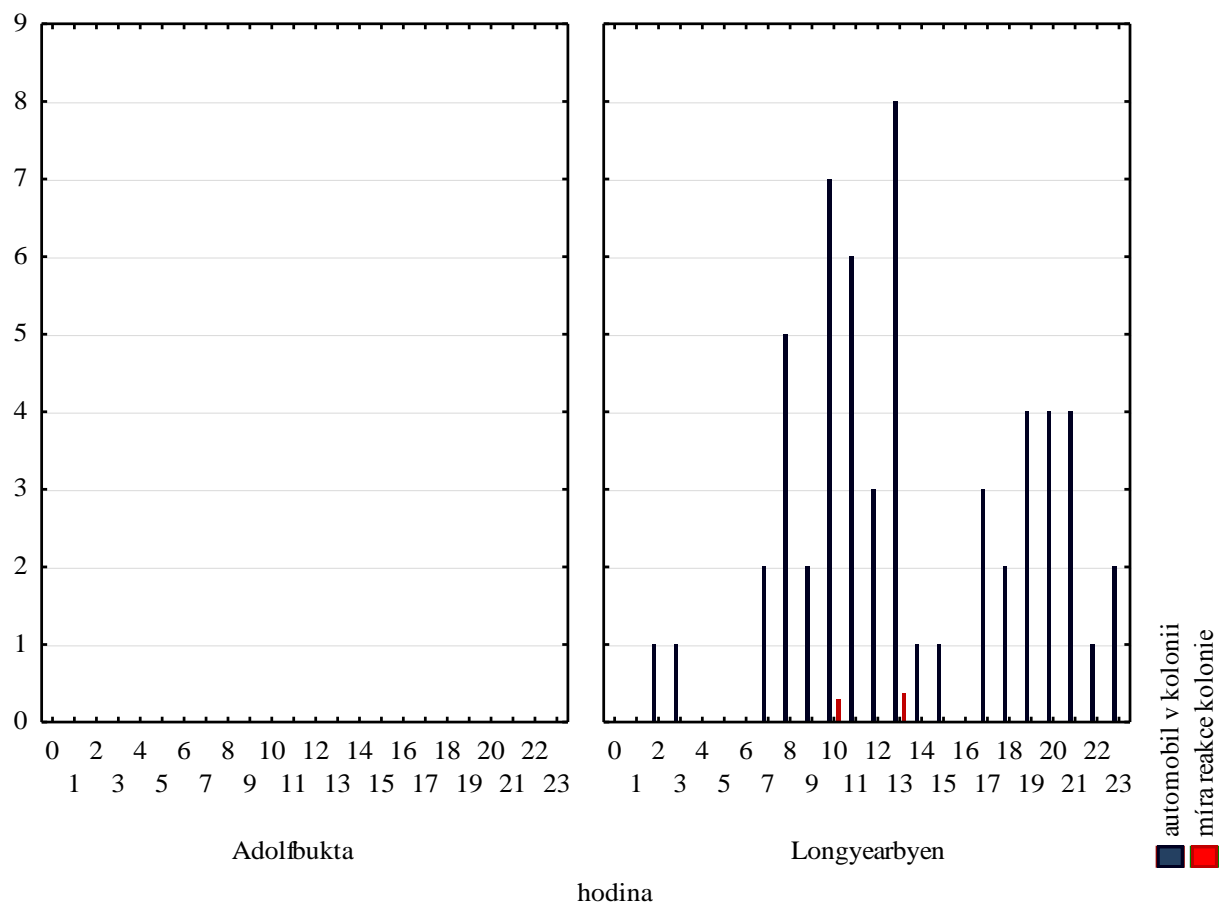
Příloha 3: Osud sledovaných hnízd pro jednotlivé lokality. Predace: hnízdo bylo ztraceno vlivem predace. Nejasný osud: hnízdo bylo ztraceno, nebylo možné určit příčinu. Inkubace: rybáci dlouhoocasý pokračovali dále v inkubaci vajec. Mláďata: přítomnost mláďat na hnízdě. Vliv lidí: hnízdo ztraceno v důsledku lidské aktivity. Celkem hnízd: celkový počet sledovaných hnízd.

<b>Lokalita</b>	<b>Predace</b>	<b>Nejasný osud</b>	<b>Inkubace</b>	<b>Mláďata</b>	<b>Vliv lidí</b>	<b>Celkem hnízd</b>
<b>ADOL12</b>	7	0	26	4	0	37
<b>ADOL14</b>	18	10	47	1	0	76
<b>LYR14</b>	24	13	32	14	5	88

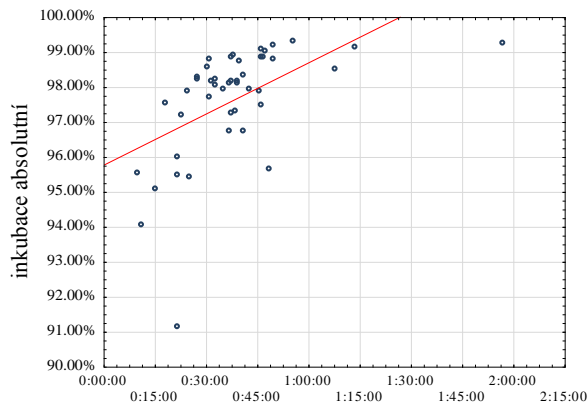
Příloha 4: Stáří vajec (fáze inkubace) na natáčených hnízdech. Pouze pro lokality Longyearbyen v roce 2014 a Adolfbukta v roce 2014. Číslo hnízda: označení natáčeného hnízda. Nasezelost: stáří vajec, nabývá hodnot od 0.25 do 1 (0.25 značí čerstvě snesené vejce a hodnota 1 vejce těsně před líhnutím). Datum: den kdy bylo zjišťováno stáří vajec.

<b>Lokalita</b>	<b>Číslo hnízda</b>	<b>Nasezelost</b>	<b>Datum</b>
LYR14	L01	<b>1</b>	17.7.2014
LYR14	L37	<b>1</b>	20.7.2014
LYR14	L40	<b>0.75</b>	23.7.2014
LYR14	L60	<b>0.25</b>	17.7.2014
LYR14	L61	<b>0.25</b>	17.7.2014
LYR14	L63	<b>0.75</b>	20.7.2014
LYR14	L69	<b>0.75</b>	21.7.2014
LYR14	L74	<b>0.25</b>	21.7.2014
LYR14	L76	<b>0.75</b>	21.7.2014
LYR14	L78	<b>0.75</b>	23.7.2014
LYR14	L80	<b>0.75</b>	23.7.2014
LYR14	L83	<b>0.75</b>	18.7.2014
LYR14	L84	<b>1</b>	18.7.2014
LYR14	L85	<b>0.75</b>	18.7.2014
ADOL14	A10	<b>0.5</b>	11.7.2014
ADOL14	A29	<b>0.25</b>	11.7.2014
ADOL14	A41	<b>0.75</b>	11.7.2014
ADOL14	A38	<b>0.5</b>	10.7.2014
ADOL14	A40	<b>0.25</b>	10.7.2014

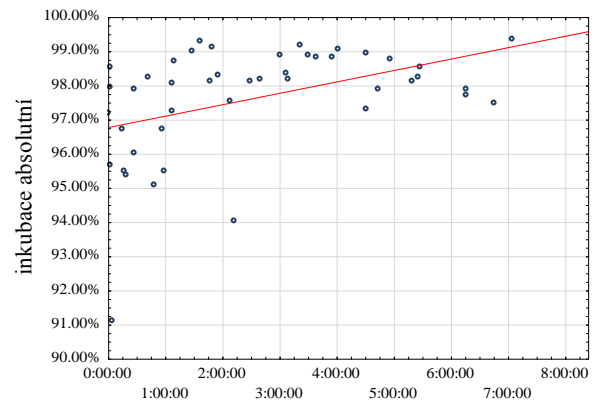
Příloha 5: Porovnání přítomnosti aut mezi lokalitami Adolfbukta a Longyearbyen v rámci hodin. Modrý sloupec značí počet záznamů průjezdů aut v kolonii. Červeně je znázorněna průměrná reakce kolonie na průjezd atua. Zaznamenaná reakce rybáků bodována od 0 do 3 (0 – kolonie bez reakce; 1 – neklid v kolonii, bez útoků; 2 – několik rybáků útočí, často pouze z nejbližších hnízd; 3 – silná reakce celé kolonie, silné útoky).



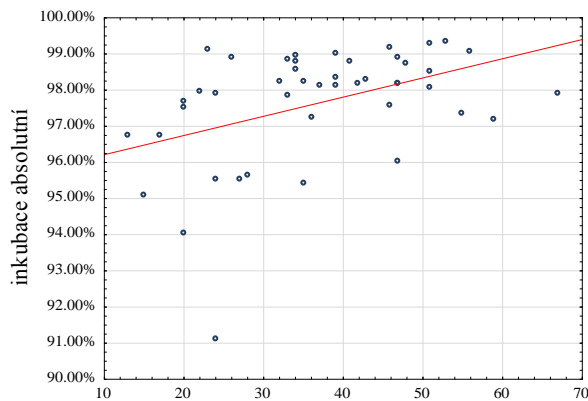
Příloha 6: Bodové grafy přímé závislosti mezi: A) inkubací absolutní a inkubací průměrnou ( $r = 0.5378$ ,  $p = 0.0001$ ,  $r^2 = 0.2892$ ); B) inkubací absolutní a celkovou délkou spánku ( $r = 0.4354$ ,  $p = 0.0028$ ,  $r^2 = 0.1896$ ); C) inkubací absolutní a celkovým počtem otoček ( $r = 0.4265$ ,  $p = 0.0035$ ,  $r^2 = 0.1819$ ); D) inkubací absolutní a celkovým počtem příchodů ( $r = 0.2772$ ,  $p = 0.0653$ ,  $r^2 = 0.0768$ ).



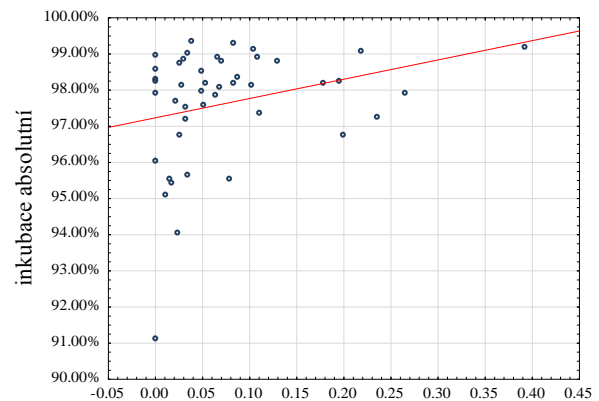
A) inkubace průměr



B) spánek délka

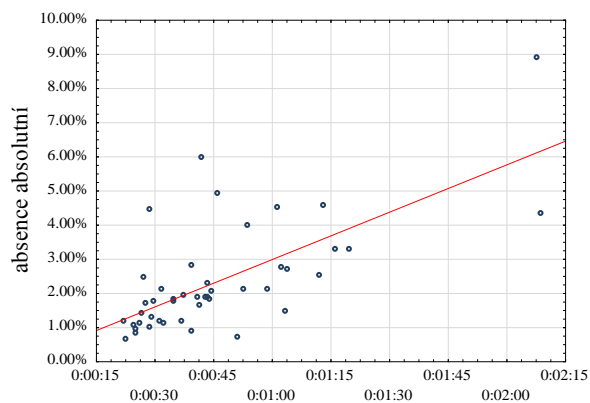


C) otočka



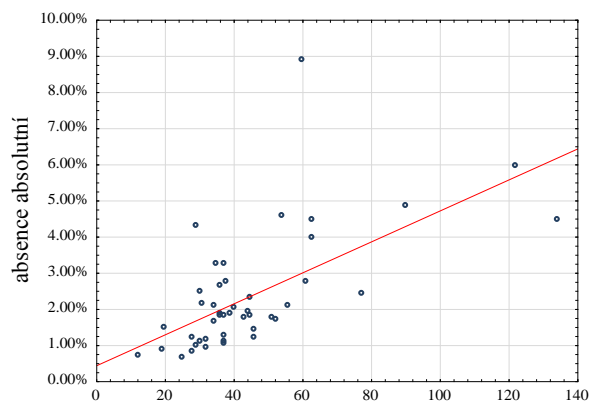
D) příchody

Příloha 7: Bodové grafy přímé závislosti mezi: A) absencí absolutní a absencí průměrnou ( $r = 0.6818$ ,  $p = 0.0000$ ,  $r^2 = 0.4649$ ); B) absencí absolutní a celkovým počtem výměn ( $r = 0.6249$ ,  $p = 0.0000$ ,  $r^2 = 0.3905$ ); C) absencí absolutní a celkovým počtem přiletů ( $r = 0.2690$ ,  $p = 0.0740$ ,  $r^2 = 0.0723$ ).



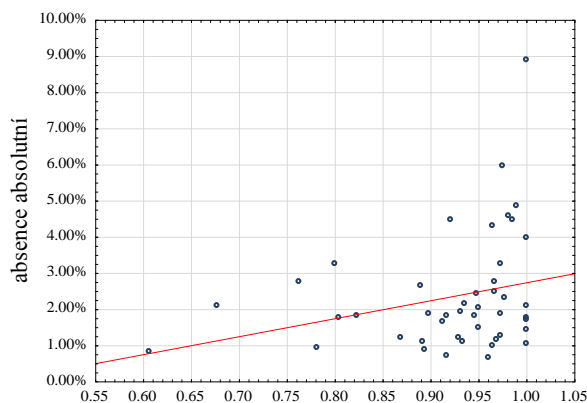
A)

absebe průměr



B)

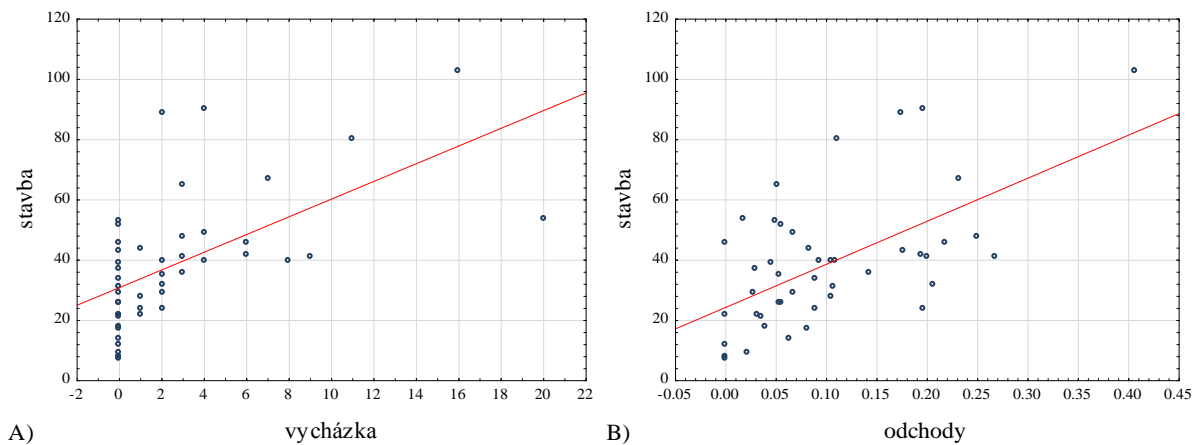
počet výměn



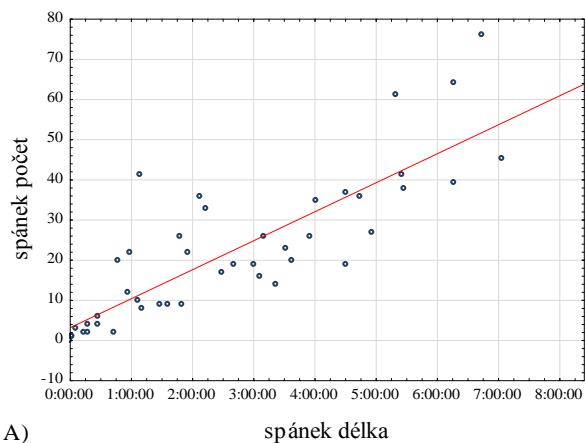
C)

přiletý

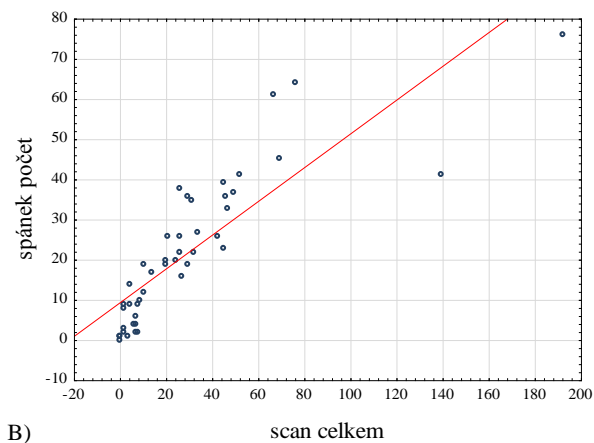
Příloha 8: Bodové grafy přímé závislosti mezi: A) celkovým počtem stavebních úseků a průměrným počtem vycházek ( $r = 0.5853$ ,  $p = 0.00002$ ,  $r^2 = 0.3426$ ); B) celkovým počtem stavebních úseků a celkovým počtem odchodů ( $r = 0.5836$ ,  $p = 0.00003$ ,  $r^2 = 0.3406$ ).



Příloha 9: Bodové grafy přímé závislosti mezi: A) celkovým počtem spánkových epizod a celkovou délkou spánku ( $r = 0.8375$ ,  $p = 0.0000$ ,  $r^2 = 0.7013$ ); B) celkovým počtem spánkových epizod a celkovým počtem scanů ( $r = 0.8445$ ,  $p = 0.0000$ ,  $r^2 = 0.7132$ ).

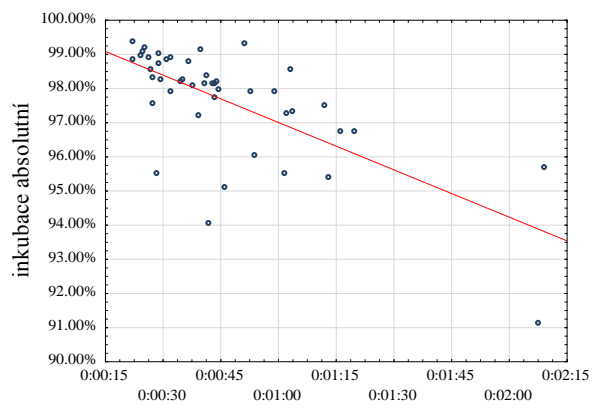


A)



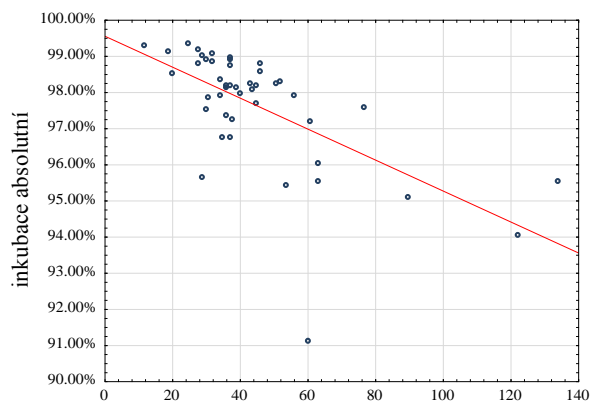
B)

Příloha 10: Bodové grafy nepřímé závislosti mezi: A) inkubací absolutní a průměrnou absencí ( $r = -0.6818$ ,  $p = 0.0000$ ,  $r^2 = 0.4649$ ), B) inkubací absolutní a celkovým počtem výměň ( $r = -0.6249$ ,  $p = 0.0000$ ,  $r^2 = 0.3905$ ); C) inkubací absolutní a celkovým počtem příletů ( $r = -0.2690$ ,  $p = 0.0740$ ,  $r^2 = 0.0723$ ).



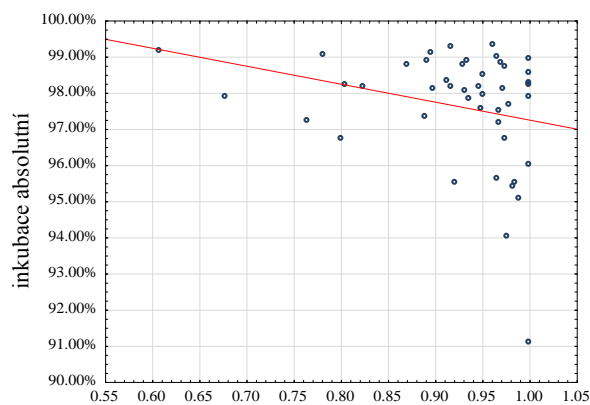
A)

absence průměr



B)

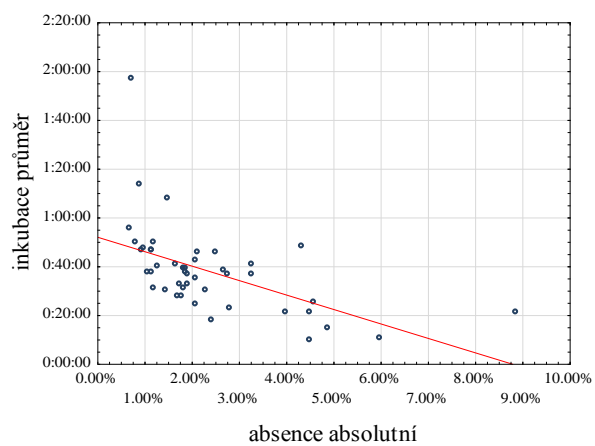
počet výměň



C)

přílety

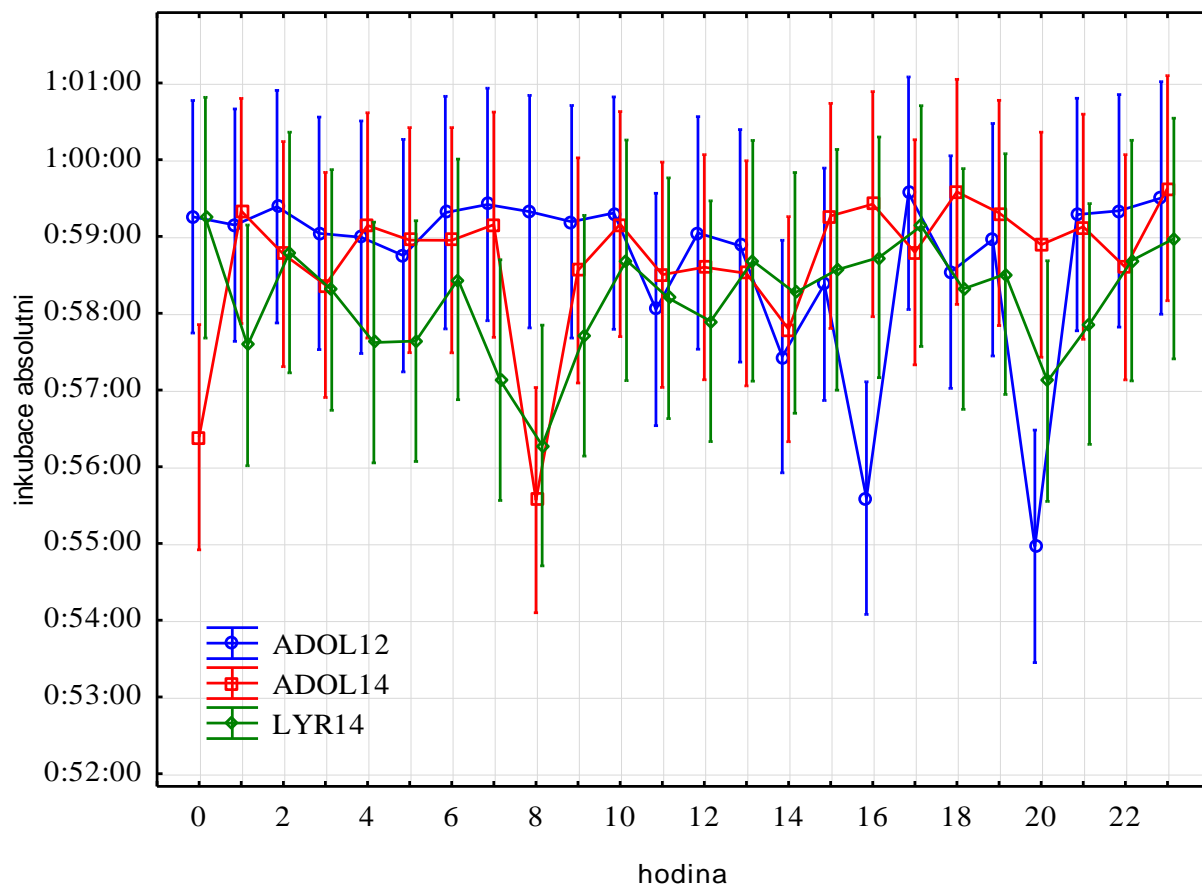
Příloha 11: Bodový graf nepřímé závislosti mezi délkou průměrné inkubace a absolutní absencí ( $r = -0.5378$ ,  $p = 0.0001$ ,  $r^2 = 0.2892$ ).



Tabulka 12: Souhrnná tabulka detailních popisných statistik.

Proměnná	ADOL12				ADOL14				LYR14			
	Průměr	Minimum	Maximum	SE	Průměr	Minimum	Maximum	SE	Průměr	Minimum	Maximum	SE
inkubace absolutní	98.10%	96.02%	99.12%	0.22%	97.80%	91.13%	99.34%	0.53%	96.97%	94.04%	98.74%	0.37%
inkubace průměr	0:42:00	0:21:42	1:13:22	0:03:31	0:44:35	0:21:38	1:57:06	0:05:27	0:26:36	0:10:12	0:39:49	0:02:44
absence absolutní	1.90%	0.88%	3.98%	0.22%	2.20%	0.66%	8.87%	0.53%	3.03%	1.26%	5.96%	0.37%
absence průměr	0:00:45	0:00:25	0:01:20	0:00:04	0:00:50	0:00:22	0:02:09	0:00:09	0:00:44	0:00:27	0:01:16	0:00:04
počet výměn	36.9	19.0	63.0	2.9	35.9	12.0	60.0	3.1	63.0	37.0	134.0	8.6
stavba	30.0	7.0	53.0	4.2	36.3	17.0	89.0	4.4	51.6	12.0	103.0	6.9
zvednutí	24.0	8.0	41.0	2.9	25.6	7.0	43.0	2.6	24.3	12.0	52.0	2.8
otočka	42.9	17.0	67.0	3.4	37.1	20.0	53.0	2.4	30.2	13.0	59.0	3.6
vycházka	0.8	0.0	6.0	0.4	2.6	0.0	20.0	1.2	5.0	0.0	16.0	1.3
návštěva	3.4	0.0	16.0	1.1	2.6	0.0	10.0	0.8	2.7	0.0	10.0	0.8
spánek počet	24.3	1.0	61.0	4.4	21.6	1.0	76.0	4.8	19.4	0.0	64.0	5.1
spánek délka	3:04:14	0:02:21	6:16:48	0:31:45	3:10:52	0:01:16	7:03:33	0:32:47	1:21:13	0:00:00	6:16:35	0:25:18
scan celkem	26.1	0.0	67.0	5.0	30.6	0.0	192.0	11.8	31.3	0.0	139.0	10.3
příchody	0.09	0.00	0.26	0.02	0.09	0.00	0.39	0.02	0.05	0.00	0.24	0.02
přiletý	0.91	0.68	1.00	0.02	0.91	0.61	1.00	0.02	0.95	0.76	1.00	0.02
odchody	0.08	0.00	0.25	0.02	0.10	0.00	0.27	0.02	0.13	0.00	0.41	0.03
odlety	0.92	0.75	1.00	0.02	0.90	0.73	1.00	0.02	0.87	0.59	1.00	0.03
bez inkubace	0.73	0.00	3.00	0.25	0.63	0.00	7.00	0.44	0.50	0.00	3.00	0.25
péče o peří	2.07	0.00	4.00	0.47	1.38	0.00	5.00	0.35	2.21	0.00	7.00	0.58
krmení	0.20	0.00	2.00	0.14	0.13	0.00	1.00	0.09	0.14	0.00	2.00	0.14

Příloha 13: Denní průběh průměrné celkové délky inkubační směny. Porovnání mezi lokalitami.



Příloha 14: Průměrný počet scanů v průběhu spánkových epizod v závislosti na denní době.

