

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů

Katedra: Katedra biologických disciplín

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE
Ověření magnetické orientace u savců

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. František Sedláček, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Barbora Kočandrlová

České Budějovice, 2017

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Barbora KOČANDRLOVÁ**
Osobní číslo: **Z15426**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Biologie a ochrana zájmových organismů**
Název tématu: **Ověření magnetické orientace u savců**
Zadávající katedra: **Katedra biologických disciplin**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem diplomové práce je:

1. Cílem práce je stanovit změny orientace těla během denního cyklu (během 24 nebo 12 hodin), se zvláštním zaměřením na orientaci těla a hlavy při odpočinku a pasení u vybraného druhu přežvýkavce - po průzkumu možností: u skotu, ovce nebo jelena v oboře.
2. Vyhodnotit podmínky prostředí včetně orientace magnetického pole Země, které mohou mít na poziční chování zvířete vliv.
3. Srovnat získané výsledky s dosavadními poznatky o magnetické orientaci zvířat.
4. Orientace těla bude stanovena u vybraných jedinců ve stádu bezprostředně na místě každou hodinu nebo ke sledování bude využito fotografií cílových zvířat. Snímky budou pořízeny tak, aby byla stanovitelná orientace těla ke světovým stranám.

Rozsah grafických prací: 5
Rozsah pracovní zprávy: 30
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

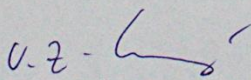
Begall S. et al. (2011) Further support for the alignment of cattle along magnetic field lines: reply to Hert et al. *Journal of Comparative Physiology A* 197: 1127 - 1133

Červený J. et al. (2011) Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Biological Letters* 7: 355 - 357

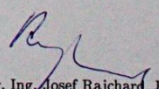
Wiltschko R. a Wiltschko W. (1995) *Magnetic orientation in animals.* Springer-Verlag

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. František Sedláček, CSc.**
Katedra zoologie
Konzultant diplomové práce: **Mgr. Monika Nováková**

Datum zadání diplomové práce: **18. února 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2017**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Budovská 1898, 370 05 Česká Budějovice


doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 9. března 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Poděkovat bych chtěla především vedoucímu mé diplomové práce doc. RNDr. Františku Sedláčkovi, CSc. za odborné vedení a všestrannou pomoc při vypracování diplomové práce. Dále děkuji panu Vladimíru Dvořákovi a Lukáši Petřů za ochotu a umožnění pozorování stád v Chodském Újezdě. V poslední řadě děkuji členům mé rodiny za podporu při mé práci.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá sledováním změn orientace těla během denního cyklu se zvláštním zaměřením na orientaci těla při odpočinku a pasení u skotu. Vyhodnocením podmínek prostředí včetně magnetického pole Země, které mohou mít vliv na poziční chování zvířat.

Orientace těla byla stanovena pomocí buzoly u vybraných jedinců skotu bezprostředně na místě každou půlhodinu. Sledováno bylo celkem 24 krav ve dvou stádech. Z každého stáda bylo vybráno 12 snadno rozeznatelných jedinců. Sledování probíhalo 7 dní v září roku 2016. Bylo zapisováno, kdy jedinci odpočívají a také faktory počasí (vítr, déšť, slunce, teplota), které by mohly mít vliv na orientaci skotu.

Tato práce nemůže potvrdit teorii o S-J orientaci skotu podle magnetického pole Země a tedy nemůže ani potvrdit nebo vyvrátit vliv elektrického vedení na orientaci dobytka. Ani v případě odpočinku nebo pasení skotu nemůže být potvrzen S-J směr.

Klíčová slova: magnetická orientace, magnetorecepce, poziční chování, skot

Abstract

This thesis is monitoring body orientation during the day cycle, with a special focus on the body orientation during resting and grazing cattle. Environmental conditions including the Earth's magnetic field which affect the animal orientation have been evaluated.

Body orientation of the selected individuals was determined by compass, directly every half hour at the site. In total 24 cows in 2 herds were monitored. In every herd were chosen 12 easily recognizable individuals. Monitoring took place 7 days in September 2016. About weather conditions (wind, rain, sun, temperature) and resting of the individuals was kept an account, which would affect the cattle orientation.

This study could not confirm the theory of the N-S cattle orientation by magnetic field and therefore can not confirm or disprove the influence of the power line to the cattle orientation. Even at rest or grazing cattle the theory of the N-S orientation could not be confirmed.

Keywords: magnetic alignment, magnetoreception, orientation, cattle

Obsah

1. Úvod	9
2. Literární přehled	10
2.1 Magnetické pole Země	10
2.2 Magnetická orientace	11
2.2.1 Známé příklady magnetické orientace	11
2.2.2 Metody pozorování	12
2.3 Magnetická orientace u savců	13
2.3.1 Magnetická orientace u skotu	13
2.3.1.1 Vliv větru a Slunce na orientaci skotu	14
2.3.2 Magnetická orientace u jelenů a srnců	14
2.3.3 Magnetická orientace u koní	15
2.3.4 Tepelná orientace u pakoňů, antilop a impal	16
2.3.5 Magnetická orientace u lišek	16
2.4 Biologický význam magnetické orientace	17
3. Cíl práce	18
4. Materiál a metodika	19
4.1 Materiál	19
4.2 Metodika	19
5. Výsledky	20
5.1 Poziční chování prvního stáda	20
5.2 Poziční chování druhého stáda	26
5.3 Porovnání pozičního chování u skotu při odpočinku a pasení	32
6. Diskuze	34
7. Závěr	36
8. Seznam použité literatury	37
9. Přílohy	39

1. ÚVOD

Různé taxony zvířat jako ploštěnci, plži, korýši, hmyz a obratlovci mají schopnost vnímat geomagnetické pole Země a využívat magnetickou informaci k řízení jejich chování v prostoru a čase. Příkladem je navigace při migrování na velké vzdálenosti a orientace podle magnetického pole při pasení, lovu i odpočinku.

Magnetická orientace byla objevena kolem roku 1960, ale u savců se jí dostává pozornosti až v poslední době. Jedním z projevů magnetické orientace je poziční chování (magnetic alignment). Jedinci při něm zřejmě zauímají pohodlné a výhodné polohy podle orientace magnetického pole Země. Poziční chování u savců zatím ale uspokojivě vysvětleno není.

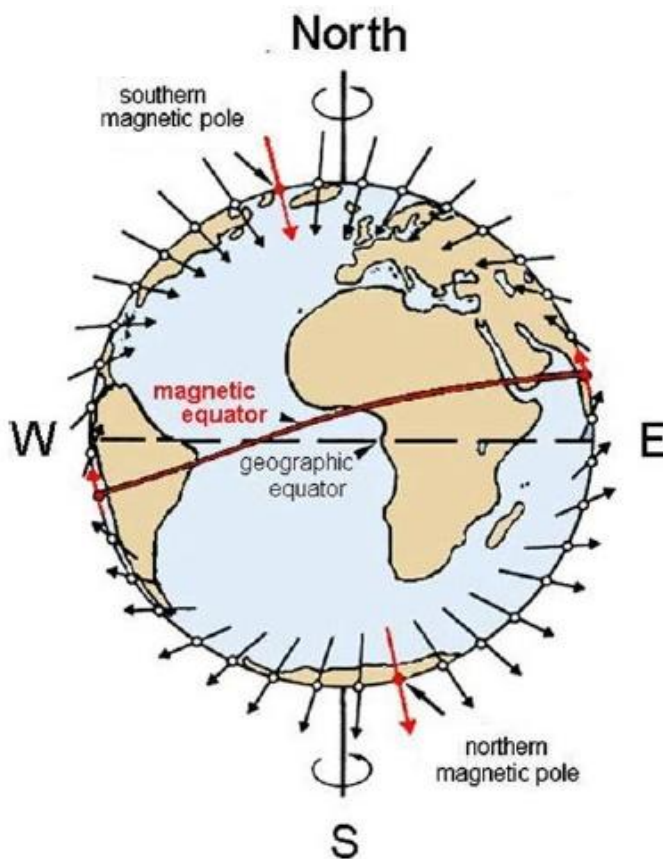
V mé diplomové práci se zabývám orientací podle magnetického pole Země u skotu při pasení a odpočinku a podmínkami prostředí, které mohou mít na toto poziční chování vliv.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 MAGNETICKÉ POLE ZEMĚ

Mnoho zvířat je schopno vnímat magnetické pole Země. Patří sem měkkýši, členovci a všechny hlavní skupiny obratlovců. Člověk ale není schopen vědomě vnímat geomagnetické pole. K pochopení tohoto jevu musíme zjistit, jaký typ informací geomagnetické pole poskytuje a jaký typ informací zvířata používají (Wiltschko a Wiltschko, 2005).

Magnetické pole Země má charakter dipólového pole velkého tyčového magnetu. Magnetické póly neodpovídají geografickým pólům. Siločáry vystupují ze severního magnetického pólu na jižní polokouli a směřují okolo Země na severní polokouli, kde vstupují do jižního magnetického pólu. Intenzita geomagnetického pole (délka šipek na obr. č. 1) je nejvyšší na obou pólech a nejmenší v blízkosti magnetického rovníku (Wiltschko a Wiltschko, 1995).



Obr. č. 1 - Magnetické pole Země. Černé šipky značí siločáry. Magnetické póly a magnetický rovník jsou označeny červeně (Wiltschko a Wiltschko, 1995).

Geomagnetické pole představuje spolehlivý a všudypřítomný zdroj navigační informace. Tyto informace mohou být využity zvířaty dvěma základními způsoby. Vektor magnetického pole poskytuje směrovou informaci ke kompasové orientaci a celková intenzita a sklon zprostředkovávají mapovou poziční informaci (Wiltschko a Wiltschko, 2005).

2.2 MAGNETICKÁ ORIENTACE

Orientace těla zvířat při odpočinku, pohybu, či jiných aktivitách není pravděpodobně náhodná. Předpokládá se, že jedinec zaujme polohu, která je pohodlnější, šetří energii a poskytuje určité výhody. Migrace zvířat a orientace těl v klidu nebo při aktivitě na místě (číhání, lovení, krmení, hrabání atd.) jsou předmětem intenzivního výzkumu. Rozpoznáváme několik druhů orientace:

Tepelná orientace: zarovnání těla rovnoběžně nebo kolmo ke zdroji tepla (slunečnímu světlu), např. slunění.

Proudová orientace: reakce na proud vody (např. pstruh natočí hlavu proti proudu), regulace hydrodynamického odporu, lepší přístup ke kyslíku a k potravě podané proudem.

Světelná orientace: natočení směrem k nebo od světelného zdroje, aby se zabránilo oslnění. Oči u zvířat se nachází bočně, ne čelně jako u lidí. Proto se jejich zorné pole liší od vnímání lidí.

Větrná orientace: zarovnání po nebo proti větru, snižuje tepelné ztráty, přináší pachy (informace o nebezpečí).

Gravitační orientace: např. odpočinek zvířat po vrstevnici nebo orientace do svahu.

Orientace směrem k dění: např. pozorování objektu, skrývání, hlídání ve směru, odkud může přijít nebezpečí.

Magnetická orientace: orientace těla v reakci na magnetické siločáry. Zvířata mají tendenci zarovnat své tělo podél magnetické osy sever – jih (Begall a kol., 2013).

Kompasový smysl nebo mapa, citlivé k magnetickému poli Země, zřejmě přicházejí na řadu tehdy, když přestává být spolehnutí na ostatní smysly (např. za tmy, při zatažené obloze, pod zemí atd.). Navigační strategie zvířat jsou značně redundantní a to znesnadňuje jejich výzkum. Například ptáci využívají k určení směru také polohu Slunce, hvězd, polarizované světlo oblohy, ale i čich, sluch a zrak. Proto není divu, že teorie o schopnosti živočichů využívat magnetické pole k orientaci čekala na svou podporu více než 100 let. Nicméně, důkazy o této schopnosti orientace a magnetorecepce postupně přibývají (Němec a Vácha, 2007).

2.2.1 ZNÁMÉ PŘÍKLADY MAGNETICKÉ ORIENTACE

Nejjednodušší forma pasivní magnetické orientace byla objevena u magnetických bakterií v roce 1963 (Bellini, 2009 a, b; Frankel, 2009).

První zprávy o aktivní magnetické orientaci objevené u hmyzu byly zveřejněny ještě dříve. Roonwal (1958), Deoras (1962) a Becker (1963) sledovali S-J a V-Z orientaci u různých druhů termitů. Později Becker a Speck (1964), Becker (1964), Wehner a Labhart (1970), a Altmann (1981) prokázali preferenci základních magnetických os při přistávání a odpočinku u blanokřídlého a dvoukřídlého hmyzu. Včely medonosné (*Apis mellifera*) a octomilky (*Drosophila melanogaster*) slouží jako modelové druhy k objasnění mechanismů magnetorecepce (Begall a kol., 2013).

Poziční chování u obratlovců je teprve v začátcích zkoumání. První pozorování byla provedena u karasů zlatých (*Carassius auratus*), kteří se během odpočinku orientují po hlavních magnetických osách (Becker, 1974). Stejně chování bylo prokázáno také u úhoře říčního (*Anguilla anguilla*) a pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) (Begall a kol., 2013). V poslední době byla také pozorována orientace u skotu, dvou druhů jelenovitých (Begall a kol., 2008, 2011, Burda a kol., 2009) a u lišky (Červený a kol., 2011). Magnetická orientace u dalších savců byla prokázána ještě u hlodavců a netopýrů (Begall a kol., 2013).

Tabulka č. 1 - Taxony zvířat, u kterých se projevila magnetická orientace (Begall a kol., 2013).

TŘÍDA	ŘÁD	PREFEROVANÝ SMĚR	PARADIGMA
Hmyz	Termiti Dvoukřídlí Blanokřídlí Brouci Švábi	všechny směry	odpočinek, směr hnízda, tance, směr přistání
Ryby	Máloostní Lososovití Holobřiší	hlavní směry, většinou S-J	odpočinek, pohyb v kádi
Obojživelníci	Ocasatí	S-J, V-Z; individuálně specifické	pohyb v kruhové aréně
Savci	Sudokopytníci Šelmy	S-J	odpočinek, pastva, spánek směr skoků při lovu

2.2.2 METODY POZOROVÁNÍ

Srovnání podle magnetického pole Země může být spontánním projevem přípravy pro následující efektivní chování. Je to velmi citlivý jev, reagující také na řadu okolních podnětů, které ovlivňují orientaci těla (Begall a kol., 2008). Proto jedinci, kteří nejsou ovlivňováni okolními vlivy, jsou předpokladem pro úspěšné studium magnetické orientace u zvířat. Pozorování lze provádět pomocí dalekohledu, fotoaparátu nebo videokamery (Begall a kol., 2013). Také je možné využít letecké nebo družicové snímky (Begall a kol., 2008, 2011, Burda a kol., 2009). Cenná data také poskytují zálehy zvířat ve sněhu při odpočinku (Begall a kol., 2008). Zvolená metoda pozorování závisí na zvířeti, které sledujeme.

Na několik studií byly použity letecké a satelitní snímky, které jsou volně dostupné na internetu ve vyhledávači Google Earth. Tyto snímky lze použít pro

studium větších zvířat (nejméně o velikosti ovcí). Aby na snímcích byla zvířata jednoznačně rozpoznatelná a dala se rozlišit hlava od zadní části těla, je potřeba vysoké rozlišení fotek. Pozice může být ovlivněna svahem, a proto by do výzkumu měla být zařazena pouze rovná stanoviště (sklon <5%). Studovaná místa by měla být vzdálená minimálně 25 m od osady nebo komunikace, aby se předešlo rušivým vlivům ze strany člověka. Pastviny by měly být ve vnitrozemí (alespoň 2 km od mořského pobřeží), aby se předešlo zvláštním klimatickým vlivům. Minimální vzdálenost od elektrického vedení, stanice nebo železnice by měla být aspoň 150 m. Zvířata u koryt s vodou a krmením musí být z analýzy vyloučena (Begall a kol., 2013).

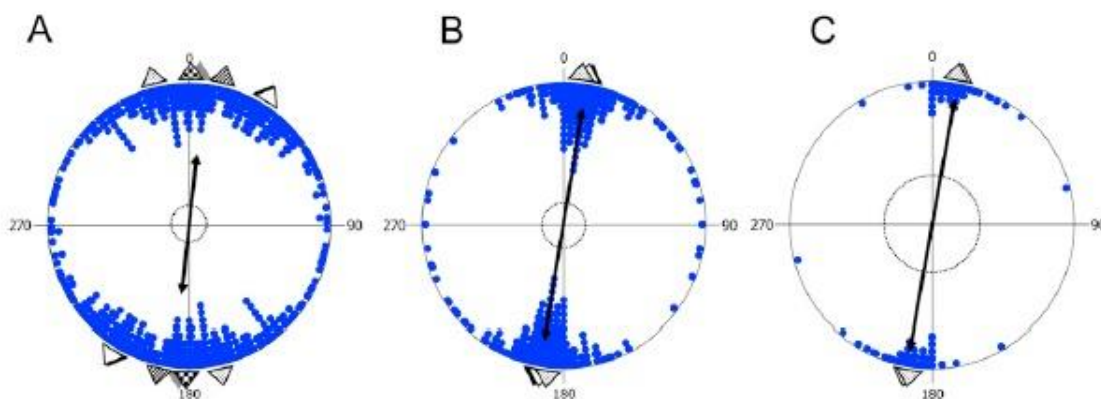
V průběhu sledovaného období není žádné zvíře trvale v souladu s geomagnetickým polem. V daném čase vyjadřuje magnetickou orientaci pouze cca 65% jedinců. Pro vyjádření magnetické orientace je potřeba kruhová statistika (Wiltschko a Wiltschko, 1995).

2.3 MAGNETICKÁ ORIENTACE U SAVCŮ

2.3.1 MAGNETICKÁ ORIENTACE U SKOTU

Poprvé byla orientace u skotu hlášena v roce 2008. Za použití leteckých snímků z Google Earth byly měřeny směry dobytka na 308 pastvinách po celém světě (Begall a kol., 2008).

Z kruhové analýzy bylo zjištěno, že orientace osy těla skotu se odchyluje od náhodného směru. Průměrné vektory vypočítané z 308 samostatných stád ukázaly, že dobytek byl orientován přibližně ve směru S-J (podle geomagnetické osy, ne podle zeměpisné) (Begall a kol., 2008). Dále bylo zjištěno, že projev magnetické orientace je náhodný na pastvinách pod nebo v blízkosti elektrického vedení (Burda a kol., 2009). Poziční chování je ještě výraznější u ležícího / odpočívajícího skotu, ve srovnání se stojícím / pasoucím se dobyt看em (Begall a kol., 2011).

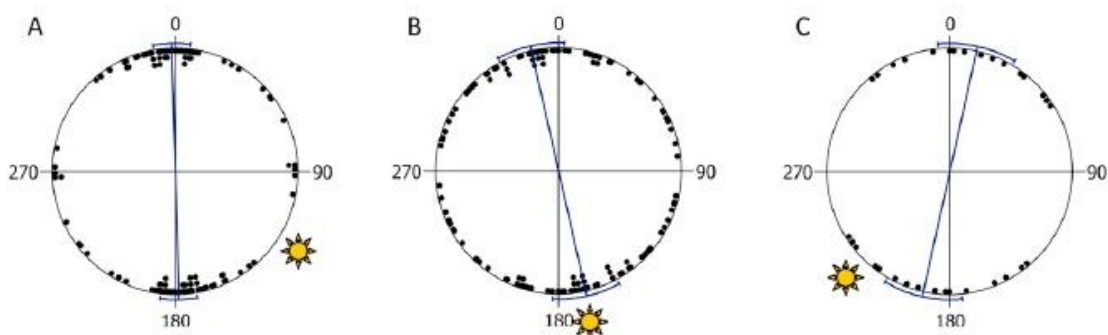


Obr. č. 2 – Údaje odhadující orientaci S-J u třech přežvýkavců. (A) Skot. (B) Srniec. (C) Jelen (Begall a kol., 2008).

2.3.1.1 VLIV VĚTRU A SLUNCE NA ORIENTACI SKOTU

Za určitých okolností mají Slunce a vítr vliv na orientaci dobytka. Je všeobecně známo, že se skot obrací zády proti silnému větru. Nicméně je velmi nepravděpodobné, že snímky z Google Earth byly pořízeny za stejných povětrnostních podmínek, kdy vítr foukal podél stejné směrové osy (Begall a kol., 2013).

Dobytek (i jiní savci) zaujmou optimální polohu pro termoregulaci, aby zabránili přehřívání, nebo nastaví maximální plochu těla směrem ke Slunci. Analýzou snímků ze severní polokoule bylo zjištěno, že nebyl významný rozdíl v orientaci těla před polednem, v poledne a odpoledne. To znamená, že Slunce může být vyloučeno jako faktor ovlivňující orientaci skotu, viz obr. 3.

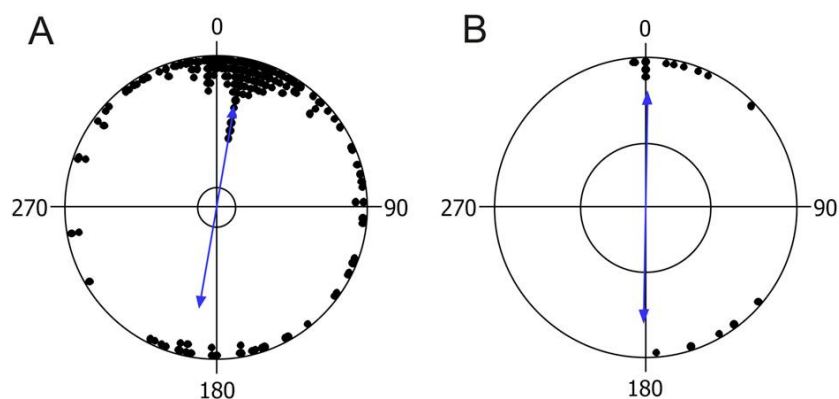


Obr. č. 3 – Orientace skotu v různých denních dobách (poloha Slunce byla odhadována ze směru stínu). (A) Ráno. (B) V poledne. (C) Odpoledne (Begall a kol., 2013).

2.3.2 MAGNETICKÁ ORIENTACE U JELENŮ A SRNCŮ

Terénní pozorování jelenů lesních (*Cervus elaphus*) a srnců obecných (*Capreolus capreolus*) při odpočinku, při pastvě, a zaměřování zálehů na sněhové pokrývce prokázala, že zvířata mají tendenci se orientovat ve směru S-J (Begall a kol., 2008, 2013; Burda a kol., 2008).

Rozdíl v orientaci pasoucí se a odpočívající zvěře byl minimální. Stejně jako u skotu byli srnci a jeleni směřováni náhodně v blízkosti elektrického vedení (Burda a kol., 2009). Vítr a Slunce mohly být vyloučeny jako ovlivňující faktory (Begall a kol., 2008).

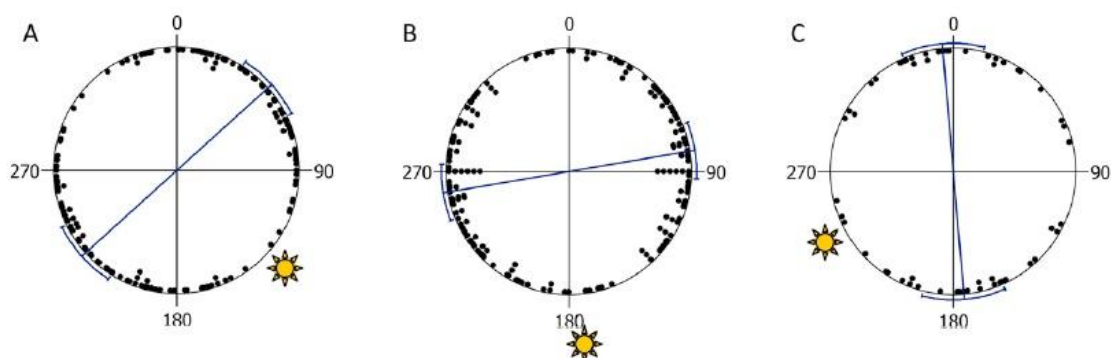


Obr. č. 4 – Orientace (A) srnců a jelení zvěře (B) (Begall a kol., 2013).

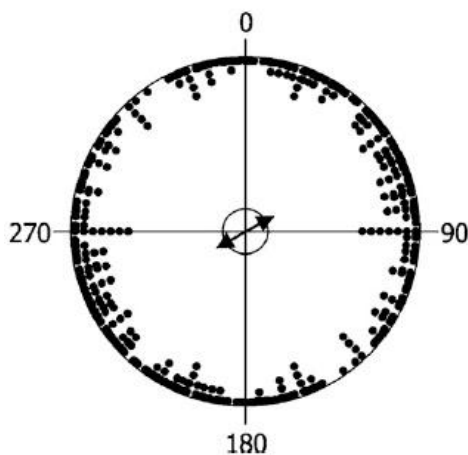
2.3.3 MAGNETICKÁ ORIENTACE U KONÍ

Objevení pozičního chování podle magnetického pole u skotu a jelenů stimulovalo k prozkoumání směřování těla u ostatních savců. Prostřednictvím aplikace Google Earth se vědci zaměřili na pastviny s koňmi v Evropě. Byly vybrány pouze snímky, na kterých byli koně jasně rozpoznatelní, aby nedošlo k záměně s dobytkem. Analyzováno bylo 795 koní na 178 lokalitách (Begall a kol., 2013).

Analýza směrů hlav nevykazovala významnou odchylku od náhodné orientace. Koně se ale stavěli kolmo ke slunečnímu záření (obr. č. 5). Mírná orientace koní ve směru SV – JZ (obr. č. 6) je zřejmě způsobena nadměrným zastoupením leteckých snímků pořízených v ranních hodinách, kdy je Slunce v jihovýchodní poloze. Orientace podle magnetického pole u koní buď chybí, nebo je anulována tepelnou orientací (Begall a kol., 2013).



Obr. č. 5 – Orientace koní v různých denních dobách (poloha Slunce odhadována ze směru stínu). (A) Ráno. (B) V poledne. (C) Odpoledne (Begall a kol., 2013).



Obr. č. 6 – Průměrné hodnoty odhalující mírnou preferenci orientace koní pro SV – JZ směr (Begall a kol., 2013).

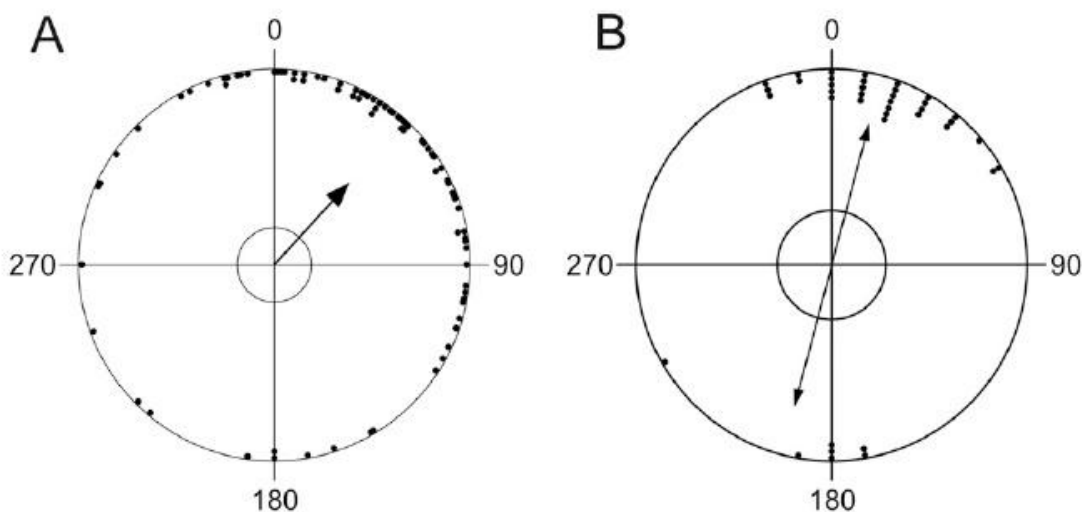
2.3.4 TEPELNÁ ORIENTACE U PAKOŇŮ, ANTILOP A IMPAL

Hetem a kol. (2011) analyzoval faktory ovlivňující orientaci těla u tří druhů afrických přežvýkavců: pakoně žíhaného (*Connochaetus taurinus*), antilopy losí (*Tragelaphus oryx*) a impaly (*Aepyceros melampus*). Studie u všech tří druhů prokázala tepelnou orientaci – kolmý směr ke slunečnímu záření během jižní zimy a rovnoběžně s dopadajícím zářením během jižního léta. Nebyly nalezeny žádné důkazy o orientaci ve směru S-J.

2.3.5 MAGNETICKÁ ORIENTACE U LIŠEK

Lišky při lovu malých hlodavců vykazují zvláštní styl chování známý jako myškování. Liška se ke své kořisti blíží pomalu a klidně a v určitém okamžiku vyskočí vysoko, takže překvapí svou kořist z výšky. Při lovu dávají lišky přednost SV směru (viz obr. č. 7).

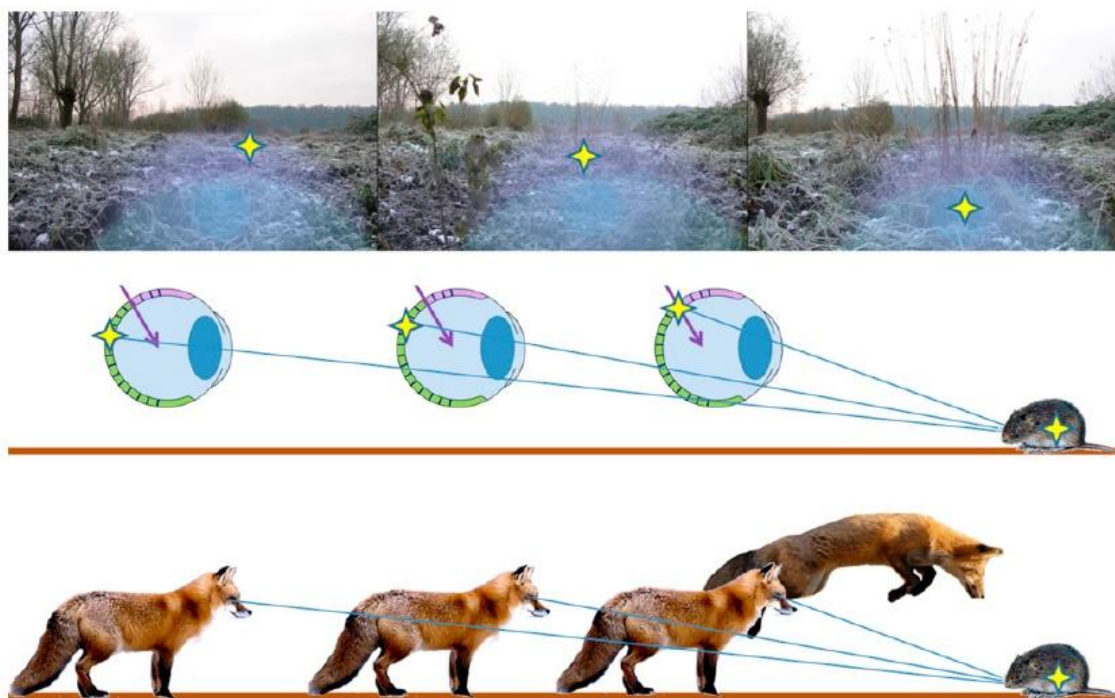
U vysokého porostu nebo sněhové pokrývky byly skoky úspěšnější, když byly v S nebo J směru. Když byl porost malý a liška pravděpodobně svou kořist viděla, úspěšnost lovu se zdála být méně závislá na směru skoku (Červený a kol., 2011).



Obr. č. 7 – Orientace lišek při lovu. (A) Všechny skoky jednotlivých lišek, (B) úspěšné skoky jednotlivých lišek ve vysokém porostu nebo sněhové pokrývce (Červený a kol., 2011).

Sluch hraje rozhodující roli při hledání liščí kořisti (zejména ve vysoké trávě nebo sněhu). Díky „magnetickému dálkoměru“ může liška, pohybující se ve směru S-J, využít sklon geomagnetického pole a přesně odhadnout vzdálenost ke své kořisti (Begall a kol., 2013).

Za předpokladu, že směr magnetického pole je snímán fotopigmenty v oku, může vnímat magnetické pole jako vizuální vzor. Když liška zvedne nebo sníží hlavu a pohybuje očními bulvami, tento vzor se pohybuje na sítnici. Pokud liška směřuje svůj pohled na zdroj zvuku a na sítnici se pohybuje vzor, liška může posoudit vzdálenost a úhel, pod kterým má skočit (Schulten a kol., 1978, Ritz a kol., 2000).



Obr. č. 8 – Hypotetický princip „magnetického dálkoměru“ u lišek (Červený a kol., 2011).

2.4 BIOLOGICKÝ VÝZNAM MAGNETICKÉ ORIENTACE

Funkce magnetické orientace (alignmentu) může být různá. U přežvýkavců může pomoci udržet průběh pastvy a synchronizaci pohybu jedinců ve stádě. Také může usnadnit efektivní a koordinovaný únik před dravci. Schopnost orientace podle magnetického pole Země může být pozůstatkem po předcích, kteří využívali magnetický kompas k migraci na velké vzdálenosti. Nicméně to není prokazatelné, protože orientace je ještě výraznější při odpočinku a spánku (Wiltschko a Wiltschko, 1995).

Předpokládá se, že u lišek pomáhá odhadovat vzdálenost k jejich kořisti (Červený a kol., 2011). Může také sloužit jako základní nástroj mapování každodenního prostředí a učení se novým orientačním bodům (Phillips, 1996, Phillips a kol., 2010).

3. CÍL PRÁCE

Cílem práce je stanovit změny orientace těla během denního cyklu, se zvláštním zaměřením na orientaci těla při odpočinku a pasení u skotu. Vyhodnotit podmínky prostředí včetně orientace magnetického pole Země, které mohou mít vliv na poziční chování zvířete. Dále srovnat získané výsledky s dosavadními poznatky o magnetické orientaci zvířat.

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1 MATERIÁL

Podkladovým materiálem pro zpracování diplomové práce byly záznamy orientace těl jedinců skotu ve stupních podle magnetického pole Země. Data byla získána pomocí buzoly.

Sledováno bylo celkem 24 krav ve dvou stádech. Z každého stáda bylo vybráno 12 snadno rozeznatelných jedinců.

První stádo bylo na rovné pastvině bez elektrického vedení, na okraji vesnice. Z jedné strany vedla silnice. Zvířata měla k dispozici přístřešek. Skot byl zvyklý na lidi i na auta. Plocha pastviny byla odhadnuta na cca 10,3 ha. (Viz příloha č. 1).

Druhé stádo se páslo na mírně zvlněné pastvině, daleko od lidí. Na okraji pastviny vedlo elektrické vedení. Skot nebyl moc zvyklý na lidi a neměl k dispozici přístřešek. Plocha pastviny byla přibližně odhadnuta na 18,7 ha. (Viz příloha č. 2).

4.2 METODIKA

Sledování probíhalo 7 dní v září roku 2016. První stádo bylo sledováno každou půlhodinu od 7 do 10 hodin a od 13 do 16 hodin. Druhé stádo bylo pozorováno po půlhodině od 10 do 13 hodin a od 16 do 19 hodin. Od každé krávy bylo tedy 12 záznamů za den.

Bylo zaznamenáváno, kdy jedinci odpočívají a také stavy počasí (vítr, déšť, slunce, teplota), které by mohly mít vliv na orientaci skotu.

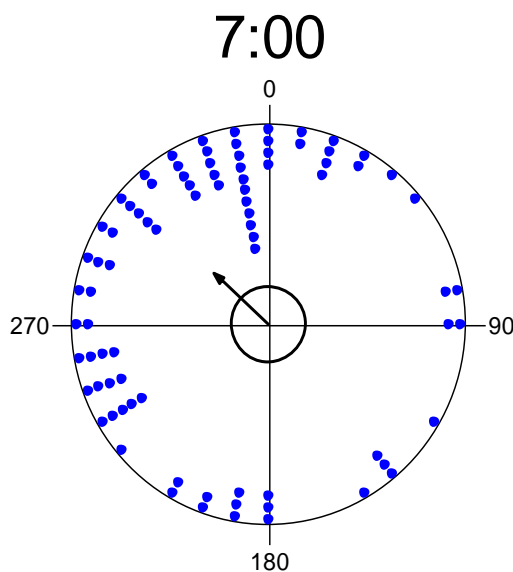
Získaná data byla zpracována programem Oriana a Word Excel 2007.

5. VÝSLEDKY

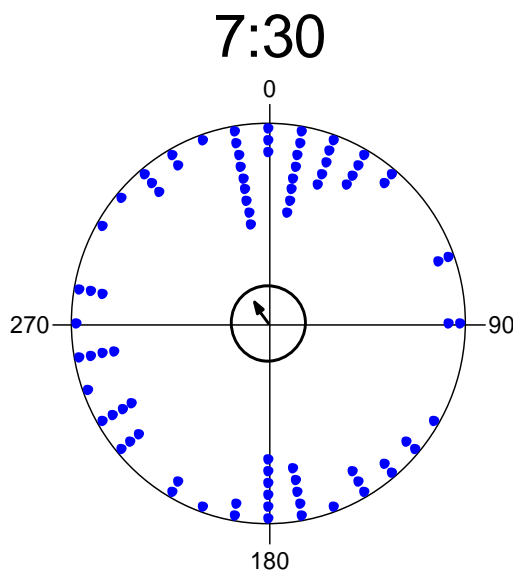
Doposud realizované výzkumy magnetické orientace skotu byly založeny zejména na snímcích z aplikace Google Earth. Tyto fotky byly pořízeny v jeden moment a přibližný čas i podmínky prostředí byly jen odhadovány. V mém výzkumu jsem se zabývala pozičním chováním skotu 7 dní během celého dne.

5.1 POZIČNÍ CHOVÁNÍ PRVNÍHO STÁDA

Z grafu č. 1 můžeme vidět průkaznou orientaci skotu v SZ směru, konkrétně 313° . Naopak graf č. 2 znázorňuje neprůkaznou orientaci stáda v 7:30 ve směru 327° .

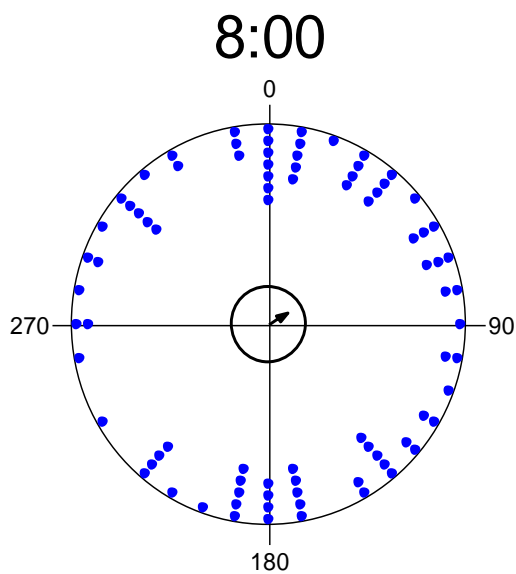


Graf č. 1 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den v 7:00.

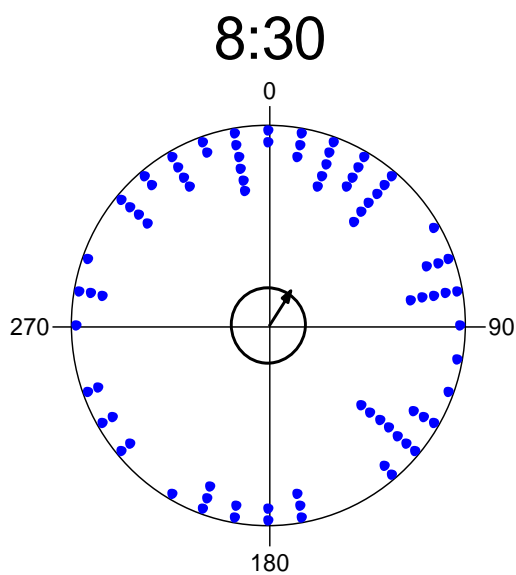


Graf č. 2 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den v 7:30.

Neprůkaznou orientaci také ukazuje graf č. 3 ve směru 59°. Graf č. 4 zobrazuje průkaznou orientaci skotu v 8:30 ve směru 33°.

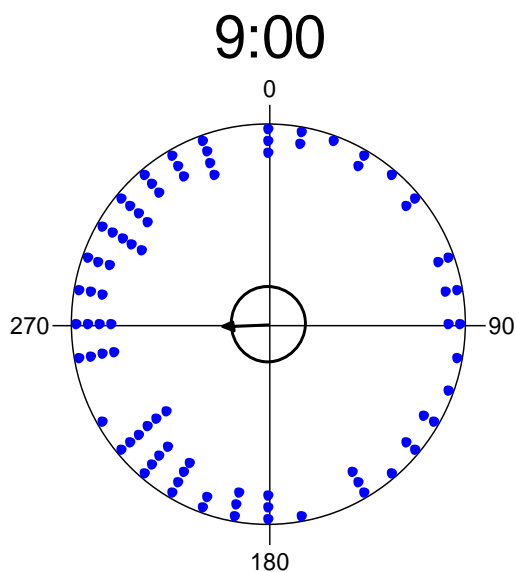


Graf č. 3 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den v 8:00.

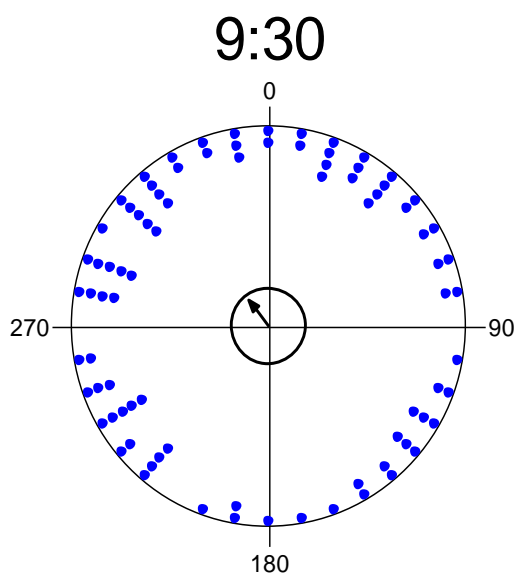


Graf č. 4 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den v 8:30.

Průkazný směr také ukazuje graf č. 5, kdy byl skot v 9:00 natočený Z směrem, konkrétně 268°. Neprůkazně orientovaný byl, podle grafu č. 6, skot v 9:30 ve směru 322°.

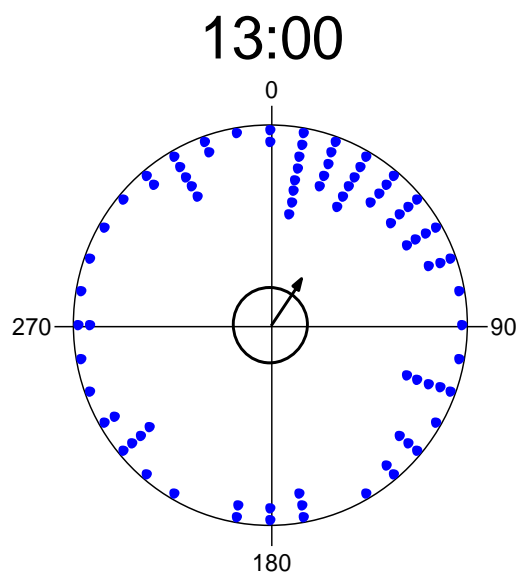


Graf č. 5 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den v 9:00.

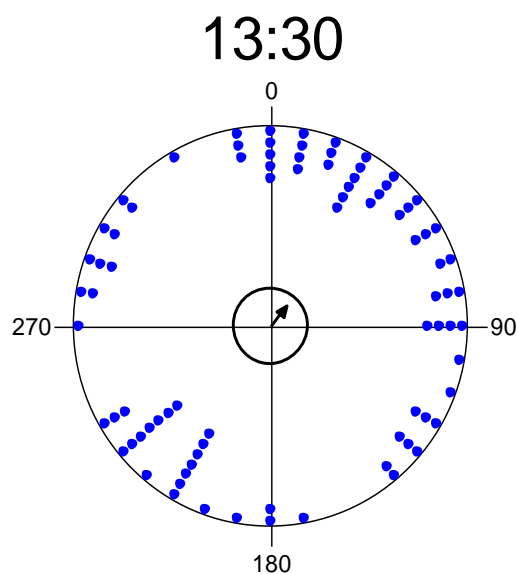


Graf č. 6 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den v 9:30.

Průkaznou orientaci zobrazuje graf č. 7. Jedinci byli natočení SV směrem (33°). Graf č. 8 znázorňuje neprůkaznou orientaci skotu ve směru 37°.

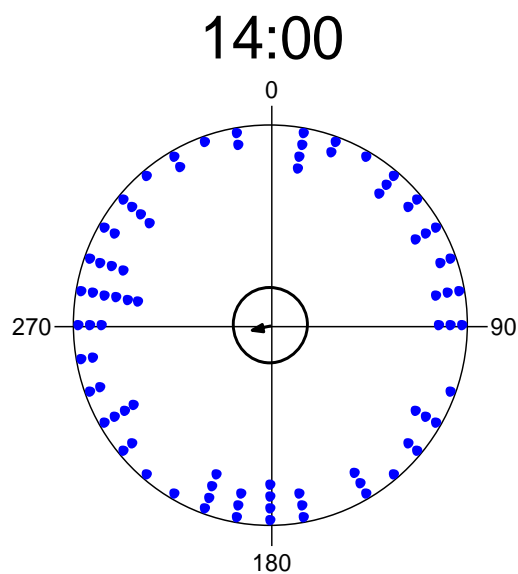


Graf č. 7 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den ve 13:00.

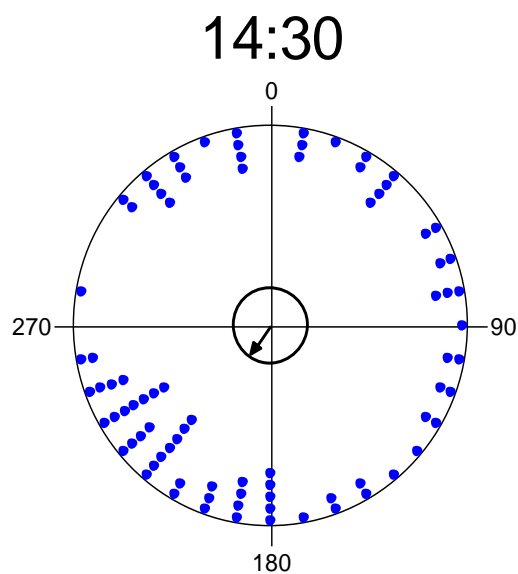


Graf č. 8 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den ve 13:30.

Graf č. 9 ukazuje neprůkaznou orientaci ve směru 258° . Neprůkazný směr (217°) je také vidět z grafu č. 10.

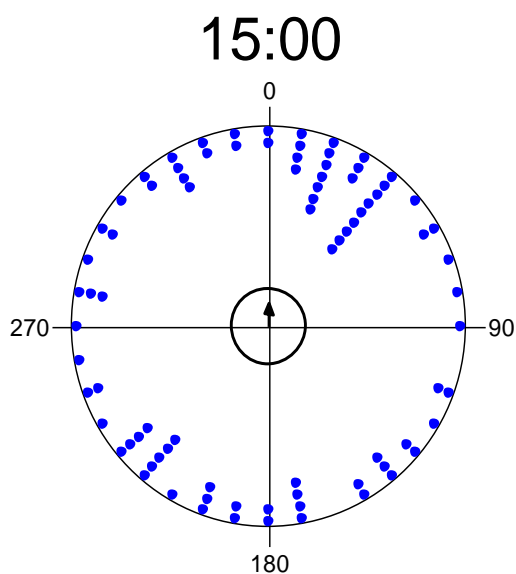


Graf č. 9 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den ve 14:00.

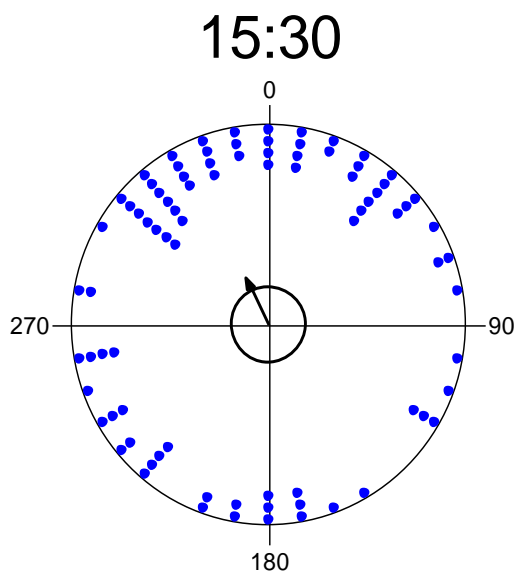


Graf č. 10 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den ve 14:30.

Z grafu č. 11 vidíme neprůkaznou orientaci v S směru (1°). Graf č. 12 znázorňuje průkazný SZ směr (334°) v 15:30.



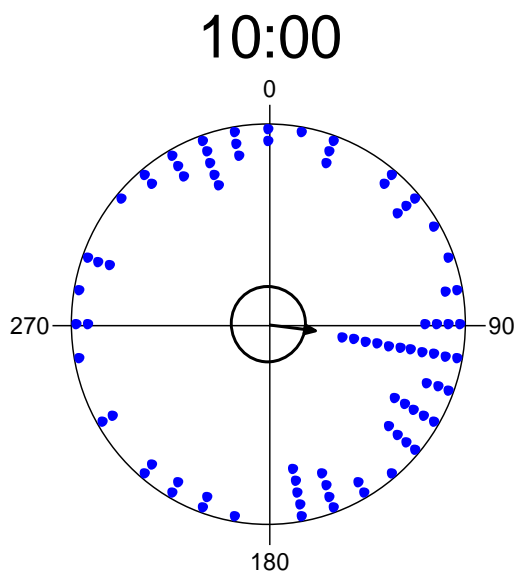
Graf č. 11 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den v 15:00.



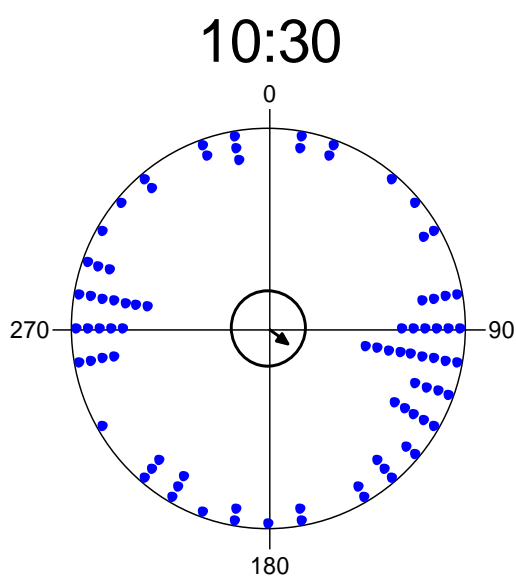
Graf č. 12 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda každý den v 15:30.

5.2 POZIČNÍ CHOVÁNÍ DRUHÉHO STÁDA

Z grafu č. 13 vidíme průkazný V směr (97°) u jedinců druhého stáda v 10:00. Naopak neprůkaznou orientaci skotu znázorňuje graf č. 14 ve směru 127° .

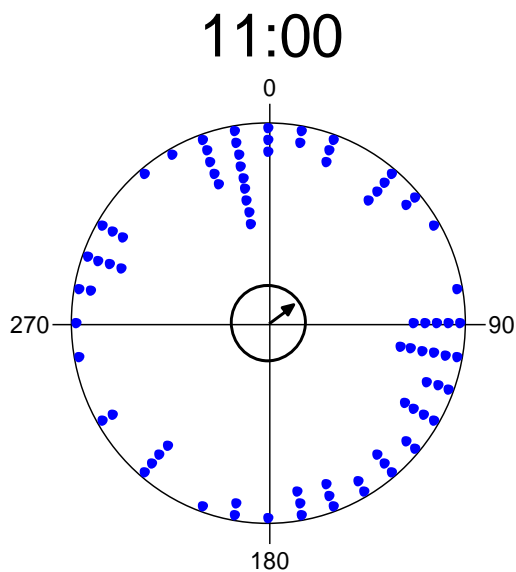


Graf č. 13 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 10:00.

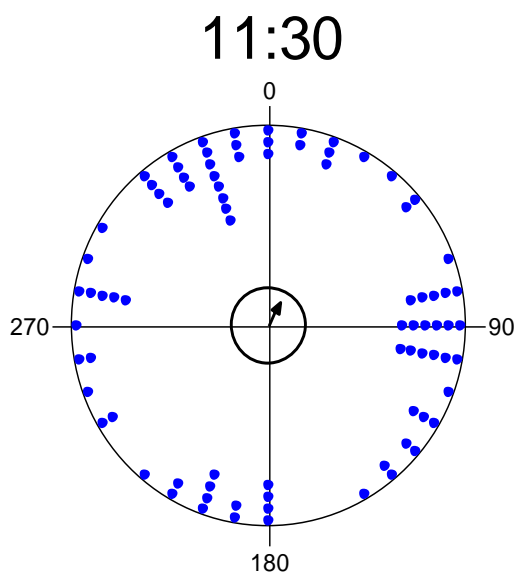


Graf č. 14 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 10:30.

Graf č. 15 také ukazuje neprůkaznou orientaci ve směru 54°. Neprůkazný směr (27°) vidíme i na grafu č. 16.

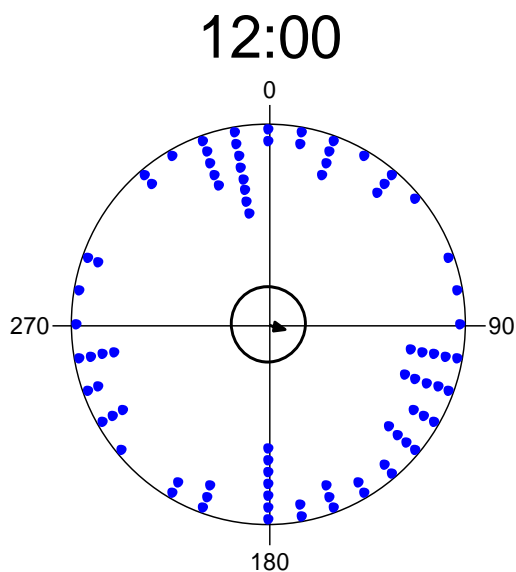


Graf č. 15 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 11:00.

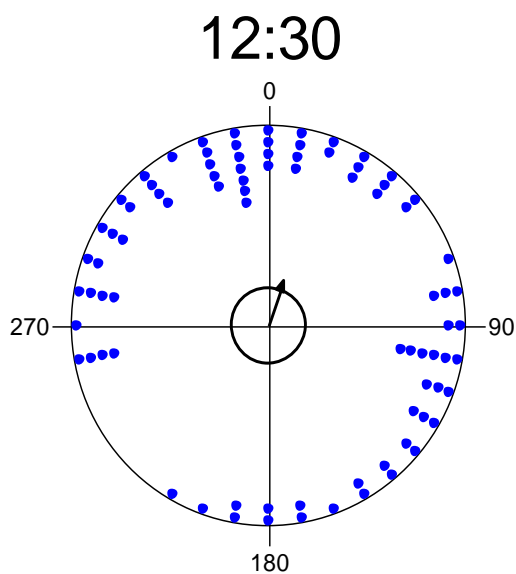


Graf č. 16 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 11:30.

Z grafu č. 17 vidíme neprůkaznou orientaci ve směru 105° . Naopak graf č. 18 znázorňuje průkazný SV směr (17°) ve 12:30.

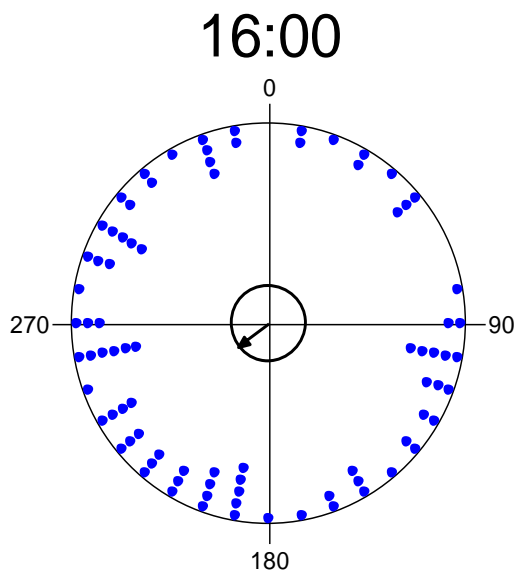


Graf č. 17 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 12:00.

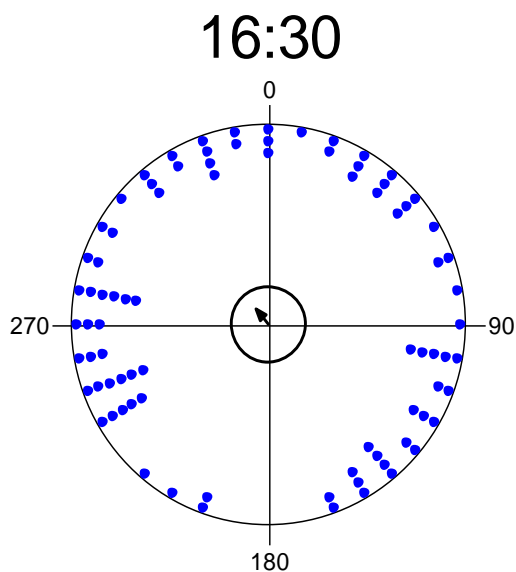


Graf č. 18 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 12:30.

Graf č. 19 znázorňuje orientaci skotu ve směru 233° na hranici průkaznosti. Neprůkazný směr orientace (320°) vidíme na grafu č. 20.

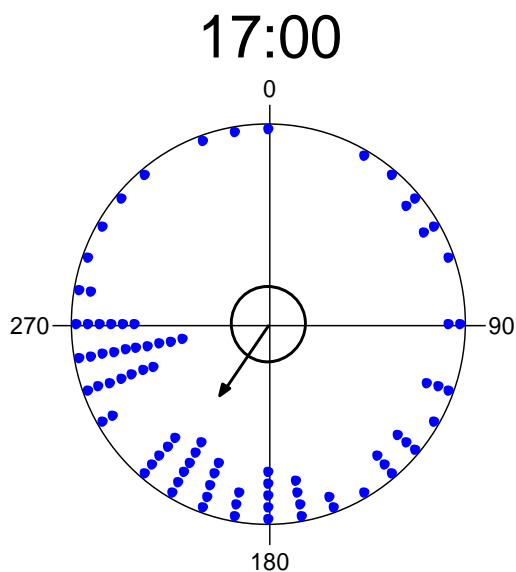


Graf č. 19 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 16:00.

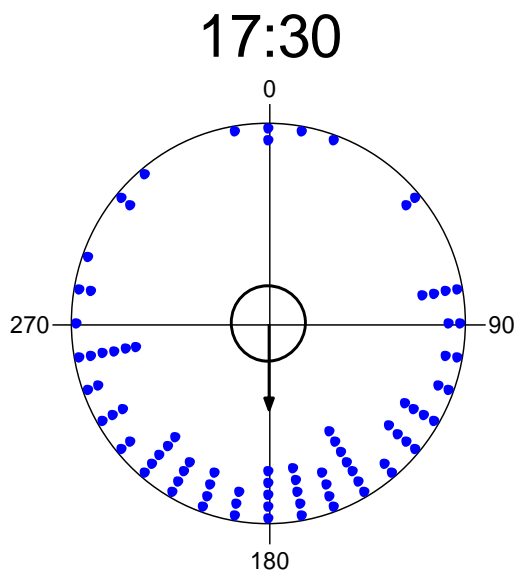


Graf č. 20 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 16:30.

Průkaznou orientaci zobrazuje graf č. 21. Jedinci byli natočení JZ směrem (216°). Průkazný směr také ukazuje graf č. 22, kdy byl skot v 17:30 natočený J směrem, konkrétně 180°.

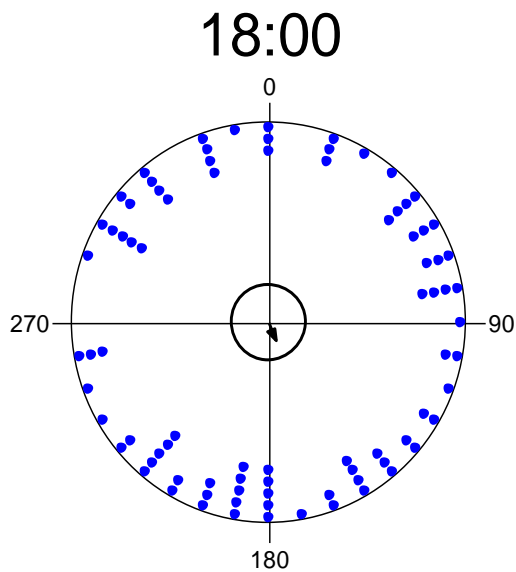


Graf č. 21 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 17:00.

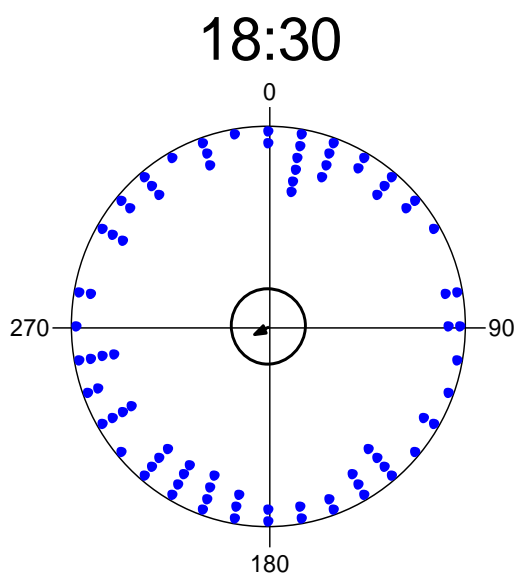


Graf č. 22 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 17:30.

Graf č. 23 znázorňuje neprůkaznou orientaci stáda v 18:00 ve směru 156°. Neprůkaznou orientaci také ukazuje graf č. 24 ve směru 243°.



Graf č. 23 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 18:00.



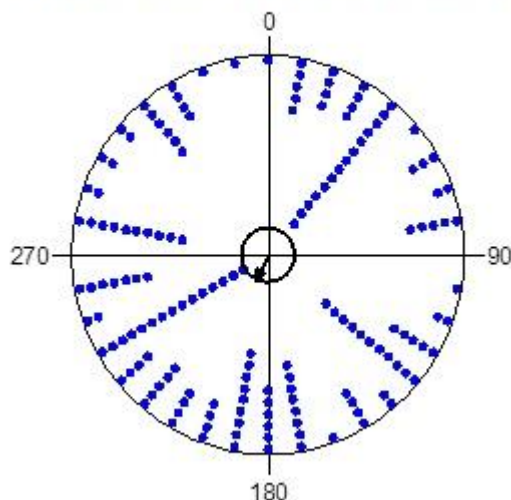
Graf č. 24 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda každý den v 18:30.

5.3 POROVNÁNÍ POZIČNÍHO CHOVÁNÍ U SKOTU PŘI ODPOČINKU A PASENÍ

Poziční chování skotu při odpočinku by mělo být významnější než při pasení. Skot si lehá na delší dobu, proto by poloha měla být pro zvíře pohodlná (Begall a kol., 2011, 2013).

Z grafu č. 25 vidíme, že orientace skotu prvního stáda při odpočinku je na hranici významnosti. Skot byl orientován JZ směrem, konkrétně 207°.

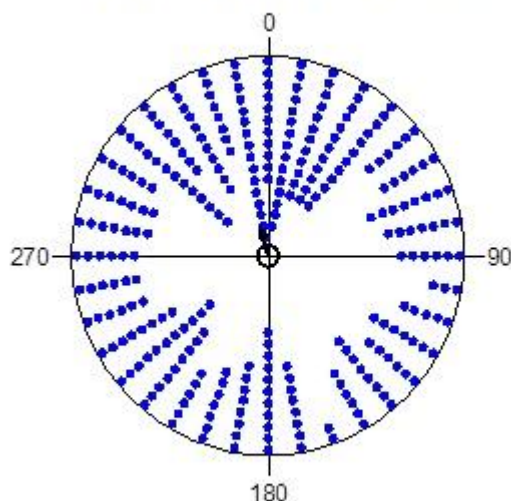
Odpočinek prvního stáda



Graf č. 25 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda při odpočinku.

Graf č. 26 znázorňuje průkaznou orientaci všech vybraných jedinců prvního stáda při pastvě v SZ směru (343°).

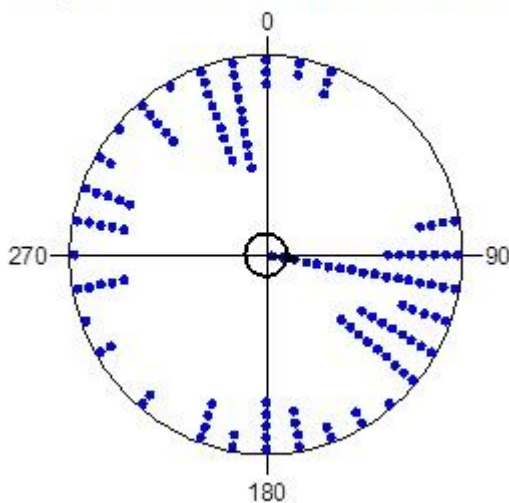
Pasení prvního stáda



Graf č. 26 – Orientace všech vybraných jedinců skotu prvního stáda při pasení.

Z grafu č. 27 vidíme průkaznou orientaci jedinců druhého stáda ve V směru, konkrétně 95°.

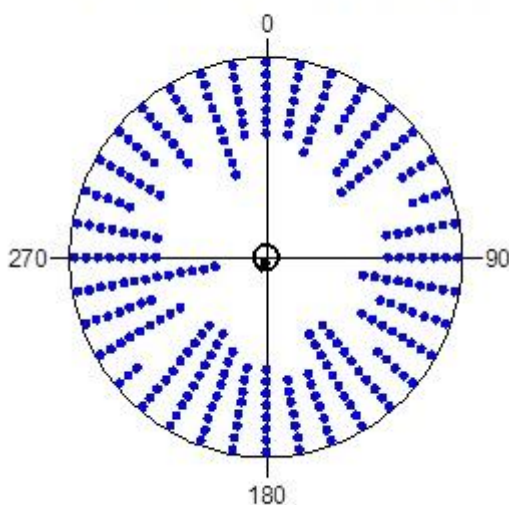
Odpočinek druhého stáda



Graf č. 27 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda při odpočinku.

Graf č. 28 znázorňuje orientaci skotu druhého stáda na hranici významnosti. Skot byl při pasení orientován JZ směrem (205°).

Pasení druhého stáda

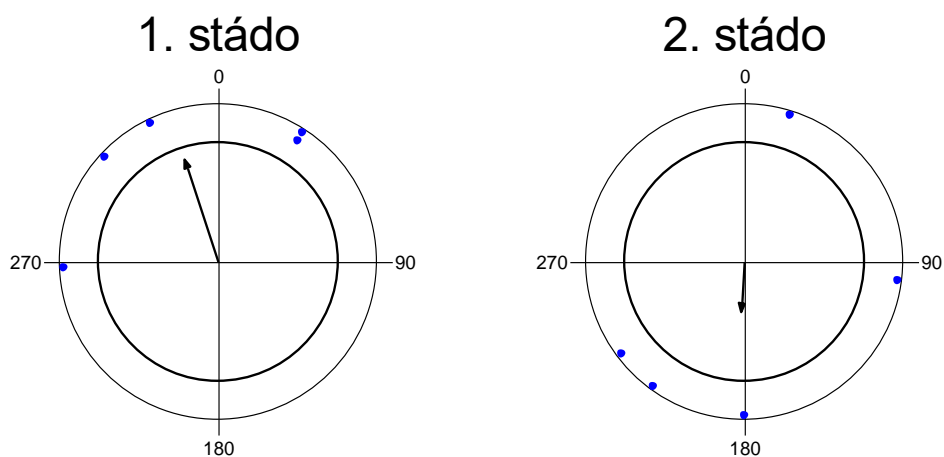


Graf č. 28 – Orientace všech vybraných jedinců skotu druhého stáda při pasení.

6. DISKUZE

Doposud realizované výzkumy magnetické orientace skotu byly založeny zejména na snímcích z aplikace Google Earth. Tyto fotky byly pořízeny v jeden moment a přibližný čas i podmínky prostředí byly jen odhadovány. V mém výzkumu jsem se zabývala pozičním chováním skotu 7 dní během celého dne.

Begall a kol. (2008) tvrdí, že průměrné vektory vypočítané z 308 samostatných stád skotu ukázaly, že dobytek byl orientován přibližně ve směru S-J (podle geomagnetické osy, ne podle zeměpisné). Můj výzkum toto tvrzení nemůže potvrdit. V prvním stádě bylo průkazných pouze 5 pozorování z 12 a to ve směrech Z (268°), SZ (313°, 334°) a SV (33°, 33°). Druhé stádo na tom bylo s průkazností pozorování stejně. Průkazných, nebo na hranici průkaznosti, bylo pouze 5 směrů z 12: SV (17°), V (97°), J (180°) a JZ (216°, 233°).



Graf č. 29 – Průkazná pozorování jednotlivých stád daná do grafu pro lepší představu.

Dále bylo publikováno, že projev magnetické orientace je náhodný na pastvinách pod nebo v blízkosti elektrického vedení (Burda a kol., 2009). Druhé stádo mělo na okraji pastviny elektrické vedení. Z průkazných pozorování (graf č. 29) vidíme, že druhé stádo bylo orientované téměř na opačnou stranu magnetického pole než stádo první, které v blízkosti pastviny nemělo žádné elektrické vedení. Vzhledem k tomu, že nemůžeme potvrdit vliv magnetického pole Země na orientaci skotu prvního a druhého stáda, nemůžeme ani potvrdit nebo vyvrátit vliv elektrického vedení na orientaci dobytka.

Poziční chování je výraznější u ležícího / odpočívajícího skotu, ve srovnání se stojícím / pasoucím se dobyt看 (Begall a kol., 2011). U srnčí a jelení zvěře byl ale rozdíl v orientaci pasoucí se a odpočívající zvěře minimální (Burda a kol., 2009). První stádo odpočívalo JZ směrem (207°) a páslo se SZ směrem (343°). Druhé stádo bylo při odpočinku natočeno V směrem (95°) a při pasení bylo orientováno JZ směrem (205°). Ani v případě odpočinku nebo pasení nemůže být potvrzen S-J směr.

Za určitých okolností mají Slunce a vítr vliv na orientaci dobytka. Je všeobecně známo, že se skot obrací zády proti silnému větru (Begall a kol., 2013). Dobytek (i jiní savci) přijmou optimální polohu pro termoregulaci, aby se zabránilo přehřívání, nebo odhalí maximální plochu těla směrem ke Slunci (Begall a kol., 2008). Při pozorování obou stád byly zaznamenávány faktory počasí, které by mohly orientaci skotu ovlivnit. Celý týden bylo jasno, polojasno a zataženo, teploty se pohybovaly mezi 13 – 26°C, vítr vál slabý až mírný a dva dny byl občasný slabý déšť. Vzhledem k tomu, že počasí nevykazovalo žádné extrémy, může být vyloučeno jako ovlivňující faktor orientace skotu při mém výzkumu.

Funkce magnetické orientace může být různá. U přežvýkavců může pomoci udržet průběh pastvy a synchronizaci pohybu jedinců ve stádě. Také může usnadnit efektivní a koordinovaný únik před dravci. Schopnost orientace podle magnetického pole Země může být pozůstatkem po předcích, kteří využívali magnetický kompas k migraci na velké vzdálenosti. Nicméně to není prokazatelné, protože orientace je ještě výraznější při odpočinku a spánku (Wiltschko a Wiltschko, 1995). U jedinců skotu v mém výzkumu se orientace podle magnetického pole Země neprojevila. Může to být způsobeno tím, že skot nemigruje na velké vzdálenosti, svou pastvinu zná a za den ji projde několikrát naučenými trasami. Skot je stádové zvíře, kam jde jeden, jde celé stádo. Dobytek také není nucen utíkat před dravci, protože kromě lidí zde žádné přirozené predátory nemá. Záleží na tom, jak je skot zvyklý na lidi. Buď si jich nevšímá, utíká před nimi nebo za lidmi běhá, protože je zvědavý. (Případ druhého stáda. Krávy mě zpozorovaly, i když jsem se snažila být nenápadná a běžely se na mě podívat. Po chvíli si mě ale přestaly všimnout.) Podle mě stádo vyhledává dobré podmínky pro pastvu, někde je tráva lepší, při západu slunce se skot pase na posledním osluněném místě pastviny, když stádo dojde k ohradníku, musí změnit směr. Záleží i na celkovém prostředí, velikosti a tvaru pastviny a okolí.

7. ZÁVĚR

Cílem práce bylo stanovit změny orientace těla během denního cyklu při odpočinku a pasení u skotu a vyhodnocení podmínek prostředí včetně orientace magnetického pole Země, které mohou mít vliv na poziční chování zvířat.

Tato práce nemůže podpořit teorii o S-J orientaci skotu podle magnetického pole Země. V prvním stádě bylo průkazných pouze 5 pozorování z 12 a to ve směrech Z (268°), SZ (313°, 334°) a SV (33°,33°). Druhé stádo na tom bylo s průkazností pozorování stejně. Průkazných, nebo na hranici průkaznosti, bylo pouze 5 směrů z 12: SV (17°), V (97°), J (180°) a JZ (216°, 233°).

Vzhledem k tomu, že nemůžeme potvrdit vliv magnetického pole Země na orientaci skotu prvního a druhého stáda, nemůžeme ani potvrdit nebo vyvrátit vliv elektrického vedení na orientaci dobytka.

Ani v případě odpočinku nebo pasení nemůže být potvrzen S-J směr. První stádo odpočívalo JZ směrem (207°) a páslo se SZ směrem (343°). Druhé stádo bylo při odpočinku natočeno V směrem (95°) a při pasení bylo orientováno JZ směrem (205°).

Vzhledem k tomu, že počasí nevykazovalo žádné systematicky působící extrémy, může být vyloučeno jako ovlivňující faktor orientace skotu při mém výzkumu.

Orientace skotu podle magnetického pole Země se v mém výzkumu neprojevila. Může to být způsobeno ztrátou přirozené potřeby migrace, podmínkami pro pastvu, tvarem, velikostí a prostředím pastviny a také tím, jak je skot zvyklý na lidi.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERARURY

ALTMANN, G., 1981. Untersuchung zur Magnetotaxis der Honigbiene, *Apis mellifica* L. *Anz. Schadlingsk.* 54, 177–179.

BECKER, G., 1963. Ruheeinstellung nach der Himmelsrichtung, eine Magnetfeldorientierung bei Termiten. *Naturwissenschaften* 50, 455.

BECKER, G., SPECK, U., 1964. Untersuchungen über die Magnetfeldorientierung von Dipteren. *Z. Vergl. Physiol.* 49, 301–340.

BECKER, G., 1964. Reaktion von Insekten auf Magnetfelder, elektrische Felder und atmospherics. *Z. Angew. Entomol.* 54, 75–88.

BECKER, G., 1974. Einfluss des Magnetfelds auf das Richtungsverhalten von Goldfischen. *Naturwissenschaften* 61, 220–221

BEGALL, S., ČERVENÝ, J., NEEF, J., VOJTĚCH, O., BURDA, H., 2008. Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 105, 13451–13455.

BEGALL, S., H. BURDA, J. ČERVENÝ, O. GERTER, J. NEEF-WEISSE a P. NĚMEC, 2011. Further support for the alignment of cattle along magnetic field lines: reply to Hert et al. *J Comp Physiol A.* (12), 1127–1133.

BEGALL, Sabine, E. Pascal MALKEMPER, Jaroslav ČERVENÝ, Pavel NĚMEC a Hynek BURDA, 2013. Magnetic alignment in mammals and other animals. *Mammalian Biology.* (1), 10-20.

BELLINI, Salvatore, 2009. On a unique behavior of freshwater bacteria. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology.* 27(1), 3-5. DOI: 10.1007/s00343-009-0003-5. ISSN 0254-4059.

BURDA, H., ČERVENÝ, J., VOJTĚCH, O., 2008. Magnetické krávy a internet přitahují. *Vesmír.* (11).

BURDA, H., BEGALL, S., ČERVENÝ, J., NEEF, J., NĚMEC, P., 2009. Extremely low-frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 106, 5708–5713.

ČERVENÝ, Jaroslav, Sabine BEGALL, Petr KOUBEK, Petra NOVÁKOVÁ a Hynek BURDA, 2011. Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Biology Letters.* (7), 355-357.

DEORAS, P. J., 1962. Some observations on the termites of Bombay. In: *Termites in the Humid Tropics.* Proc. New Delhi Symp. UNESCO, Paris. 101-103.

FRANKEL, Richard B., 2009. The discovery of magnetotactic/magnetosensitive bacteria. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 27(1), 1-2. DOI: 10.1007/s00343-009-0001-7. ISSN 0254-4059.

HETEM, R. S., STRAUSS, W. M., HEUSINKVELD, B. G., DE BIE, S., PRINS, H. H. T., VAN WIEREN, S. E., 2011. Energy advantages of orientation to solar radiation in three African ruminants. *J. Therm. Biol.* 36, 452–460.

NĚMEC, Pavel a Martin VÁCHA, 2007. Kompas a mapa: Orientace v geomagnetickém poli. *Vesmír*. (4).

PHILLIPS, J. B., 1996. Magnetic navigation. *J. Theoret. Biol.* 180, 309–319.

PHILLIPS, J. B., MUHEIM, R., JORGE, P. E., 2010. A behavioral perspective on the biophysics of the light-dependent magnetic compass: a link between directional and spatial perception? *J. Exp. Biol.* 213, 3247–3255.

RITZ, T., ADEM, S., SCHULTEN, K., 2000. A model for photoreceptor-based magnetoreception in birds. *Biophys. J.* 78, 707–718.

ROONWAL, M. L., 1958. Recent work on termite research in India (1947-57). *Trans. Bose Res. Inst.*, 22, 77-100.

SCHULTEN, K., SWENBERG, C. E., WELLER, A., 1978. A biomagnetic sensory mechanism based on magnetic field modulated coherent electron spin motion. *Z. Physikal. Chem. Neue Folge* 111, 1–5.

WEHNER, R., LABHART, T., 1970. Perception of the geomagnetic field in the fly *Drosophila melanogaster*. *Cell. Mol. Life Sci.* 26, 967–968.

WILTSCHKO, R. a W. WILTSCHKO, 2005. Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals. *J Comp Physiol A.*, 675–693.

WILTSCHKO, R. a W. WILTSCHKO, 1995. Magnetic orientation in animals. Berlin: Springer. ISBN 978-364-2797-491.

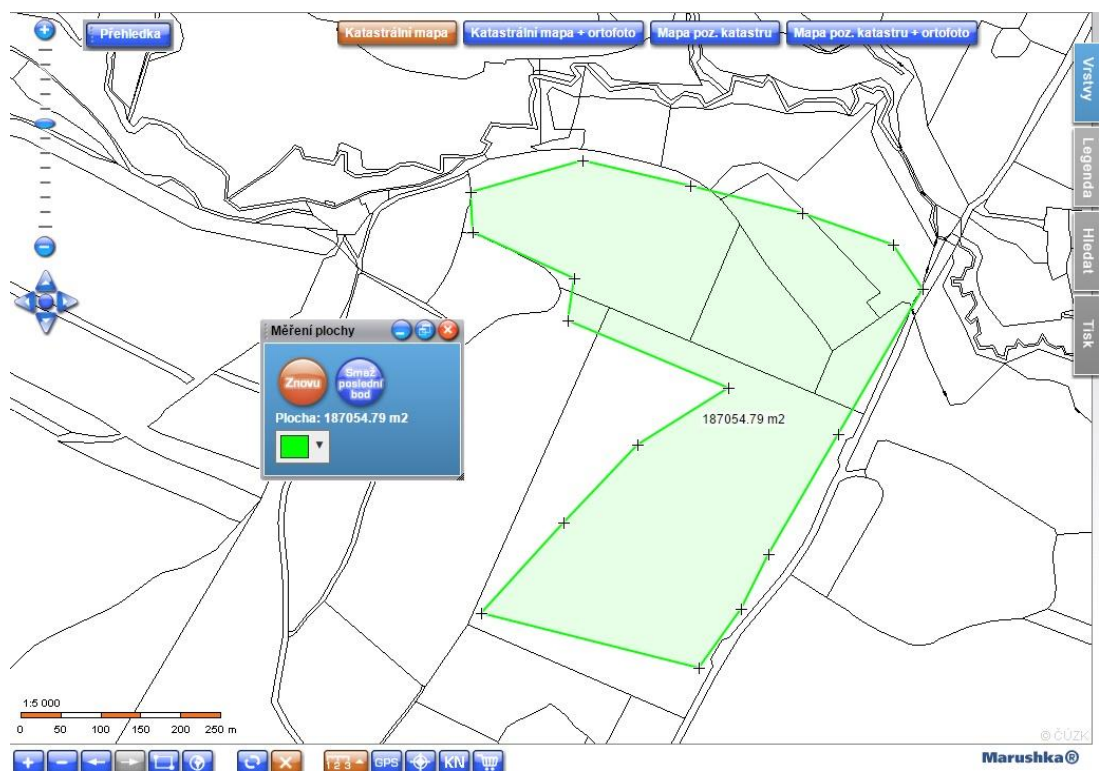
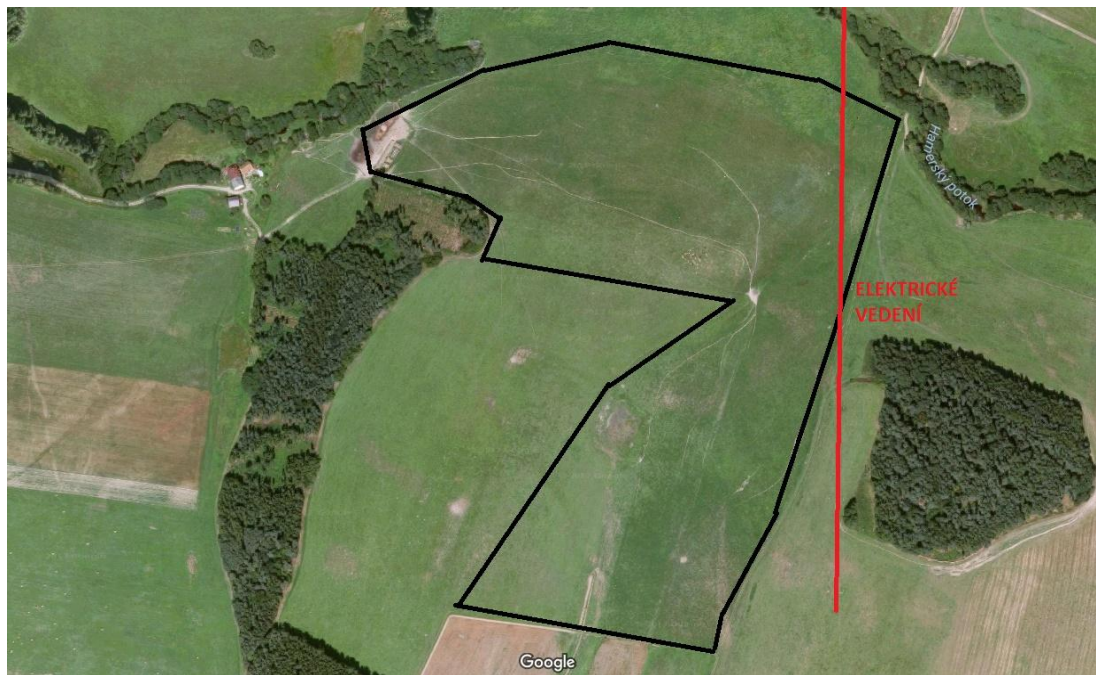
9. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - První pastvina:



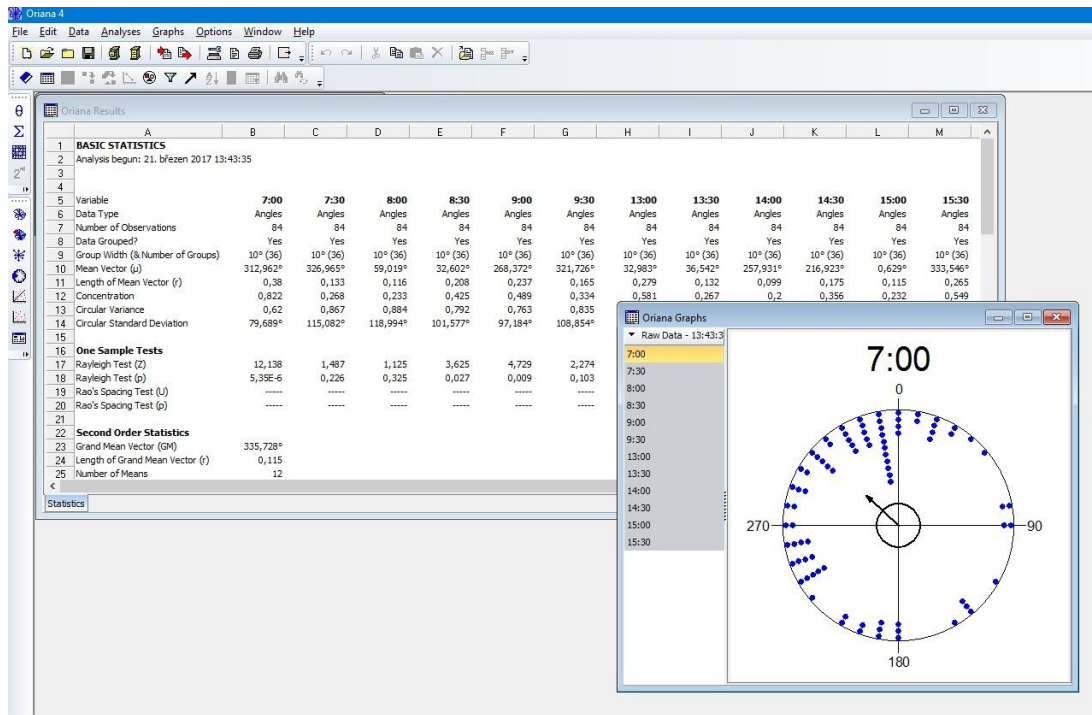


Příloha č. 2 - Druhá pastvina:





Příloha č. 3 – Ukázka zpracování dat v programu Oriana.

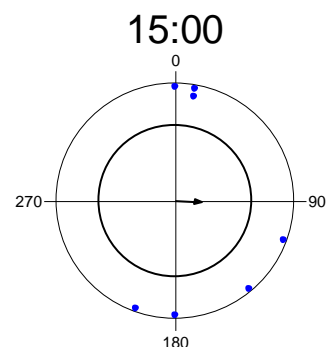
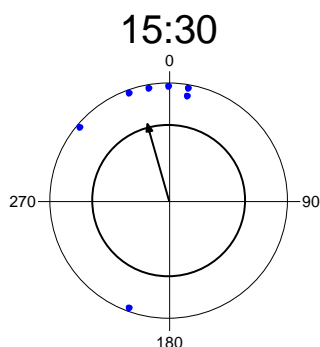
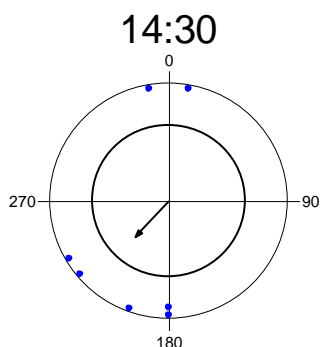
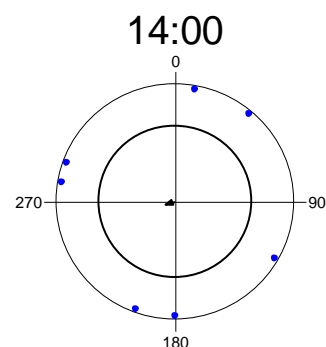
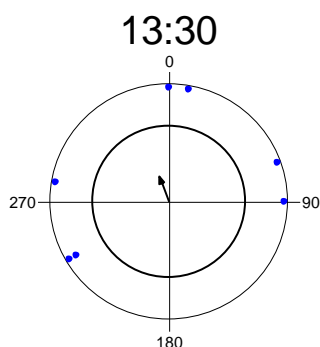
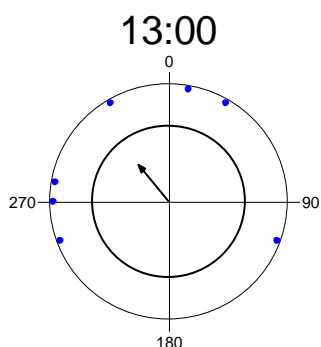
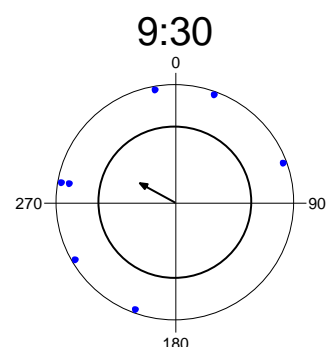
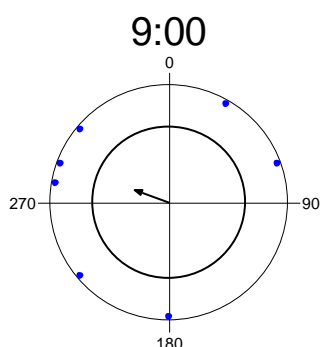
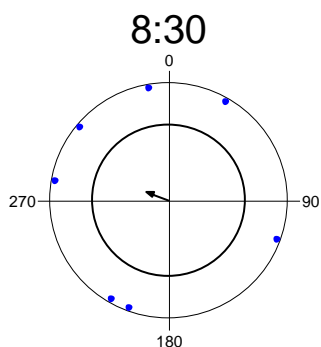
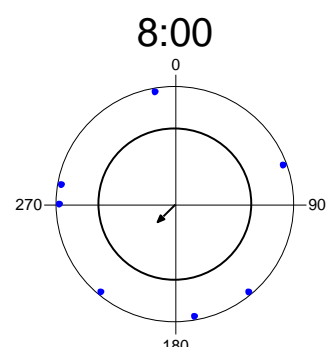
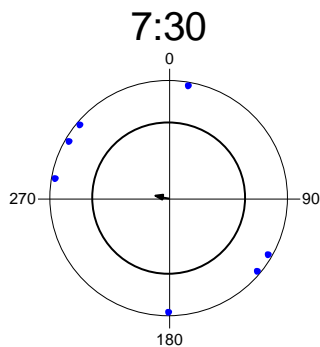
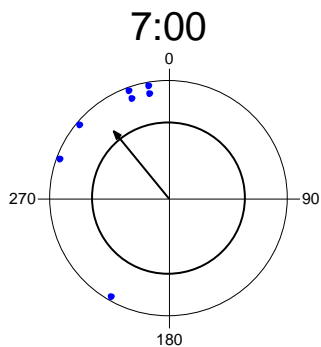


Příloha č. 4 – Ukázka zápisníku s daty.



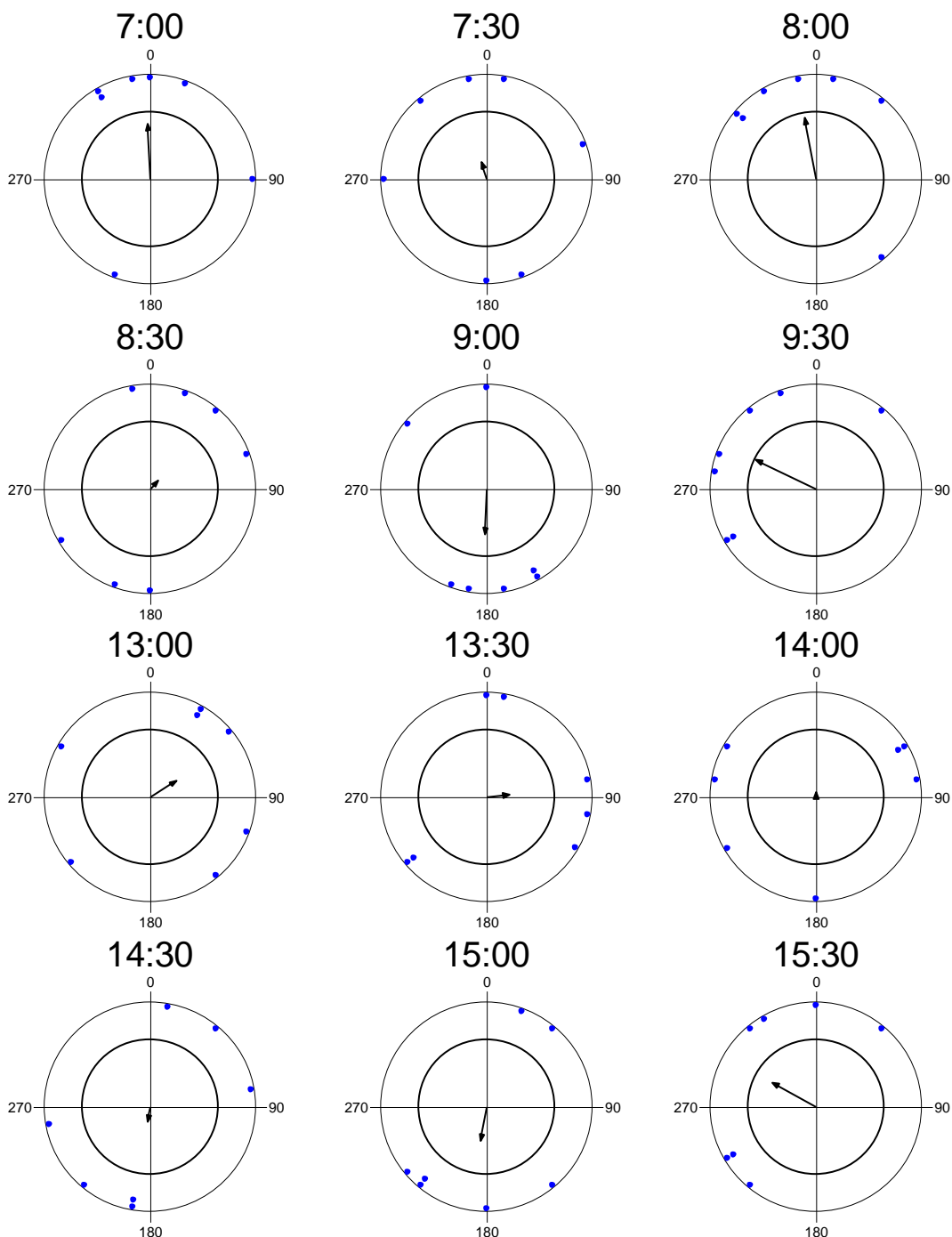
Příloha č. 5 – Grafy 1. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
321°	281°	226°	291°	290°	300°	321°	338°	253°	223°	93°	344°



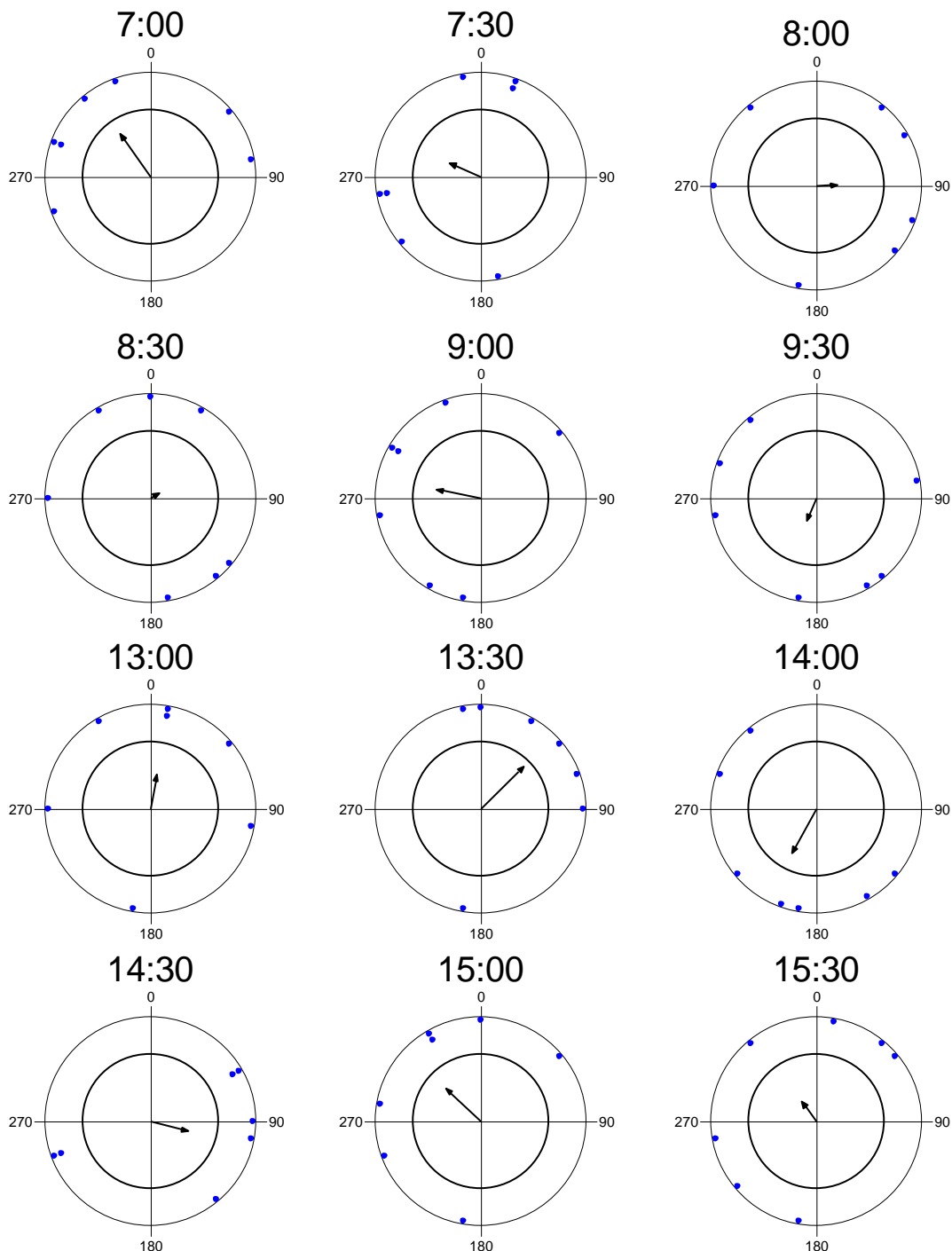
Příloha č. 6 – Grafy 2. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
357°	342°	350°	43°	182°	296°	57°	82°	360°	190°	191°	300°



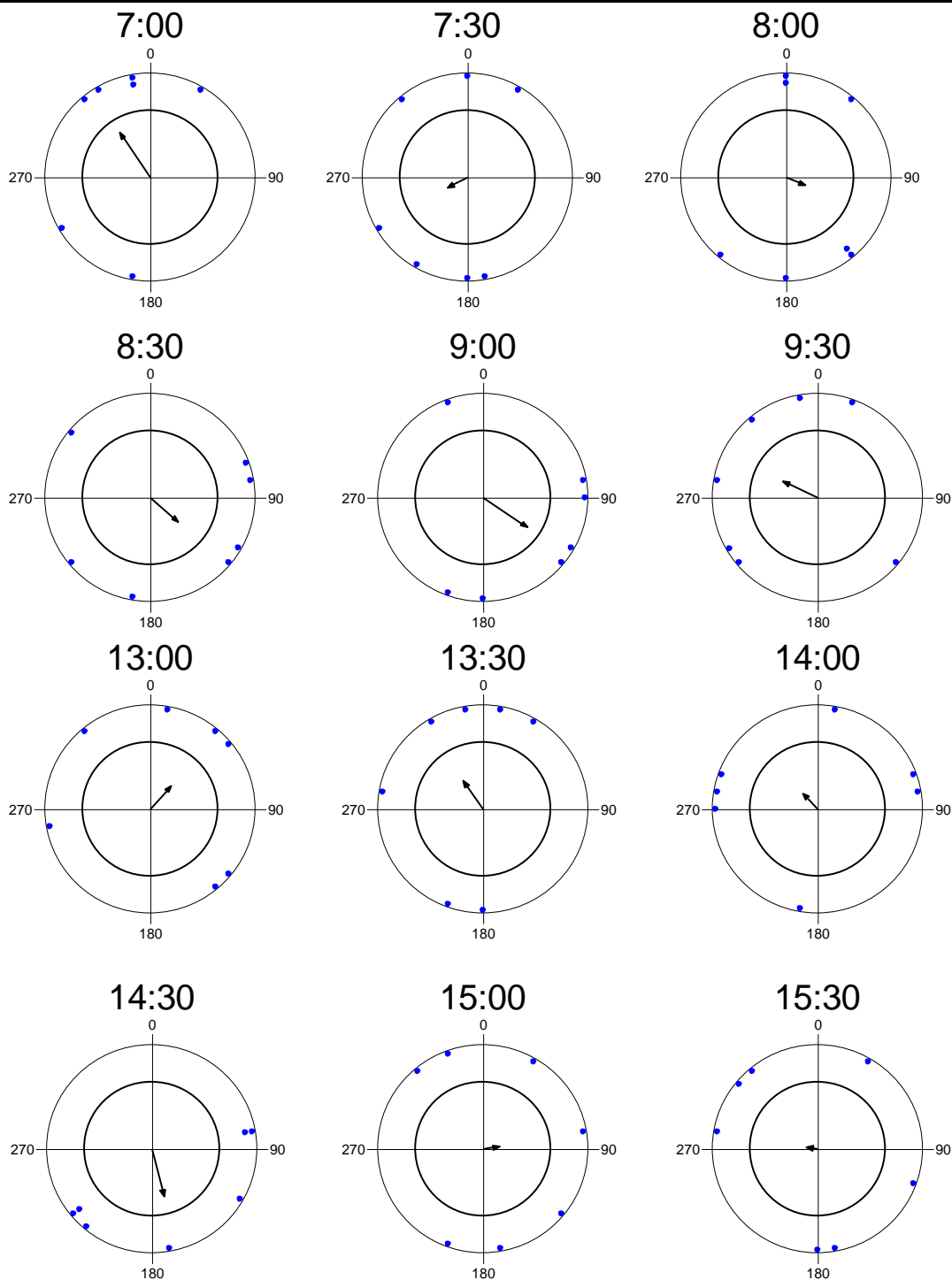
Příloha č. 7 – Grafy 3. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
324°	293°	87°	60°	281°	202°	10°	45°	208°	104°	314°	324°



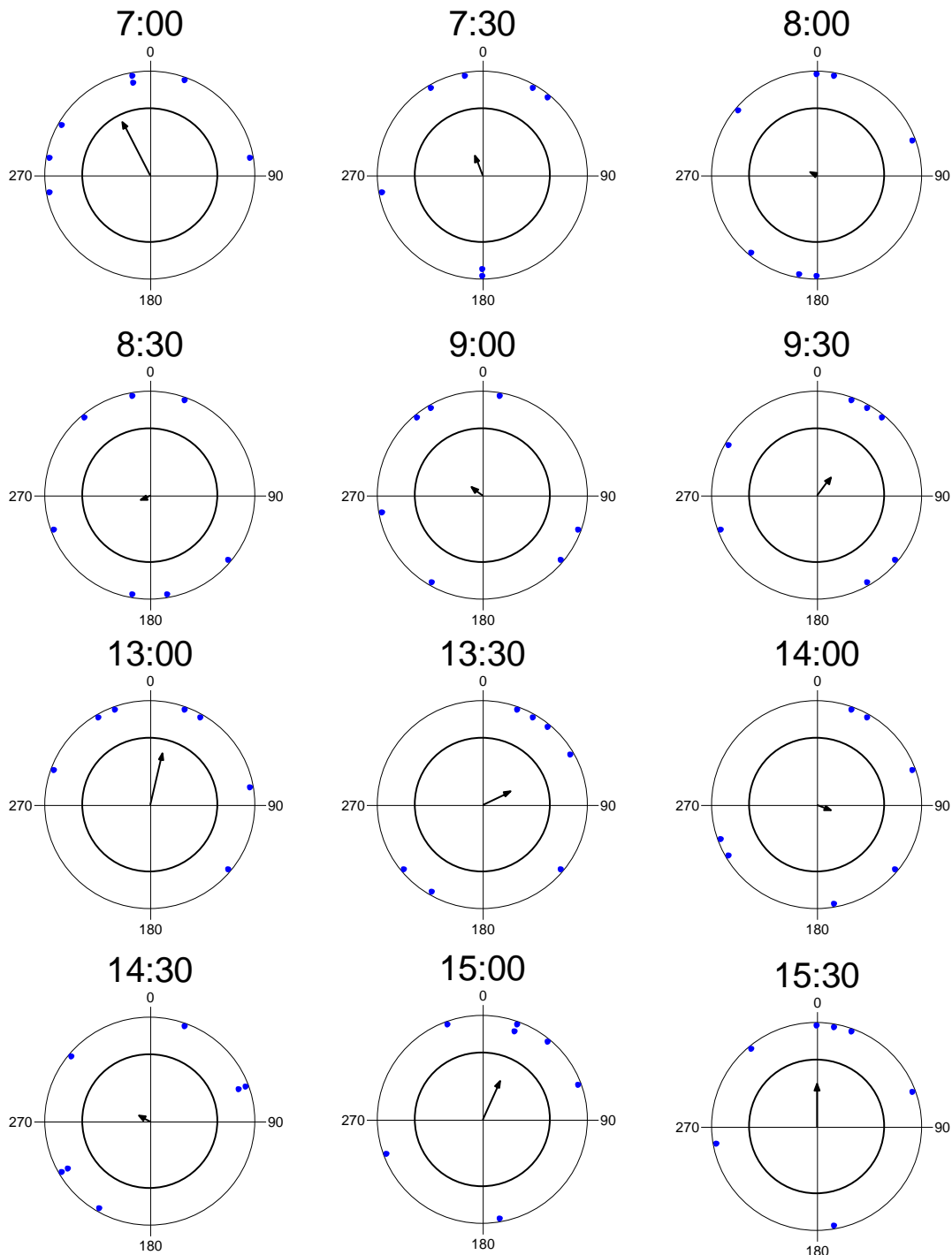
Příloha č. 8 – Grafy 4. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
326°	242°	112°	131°	124°	295°	41°	326°	316°	165°	81°	279°



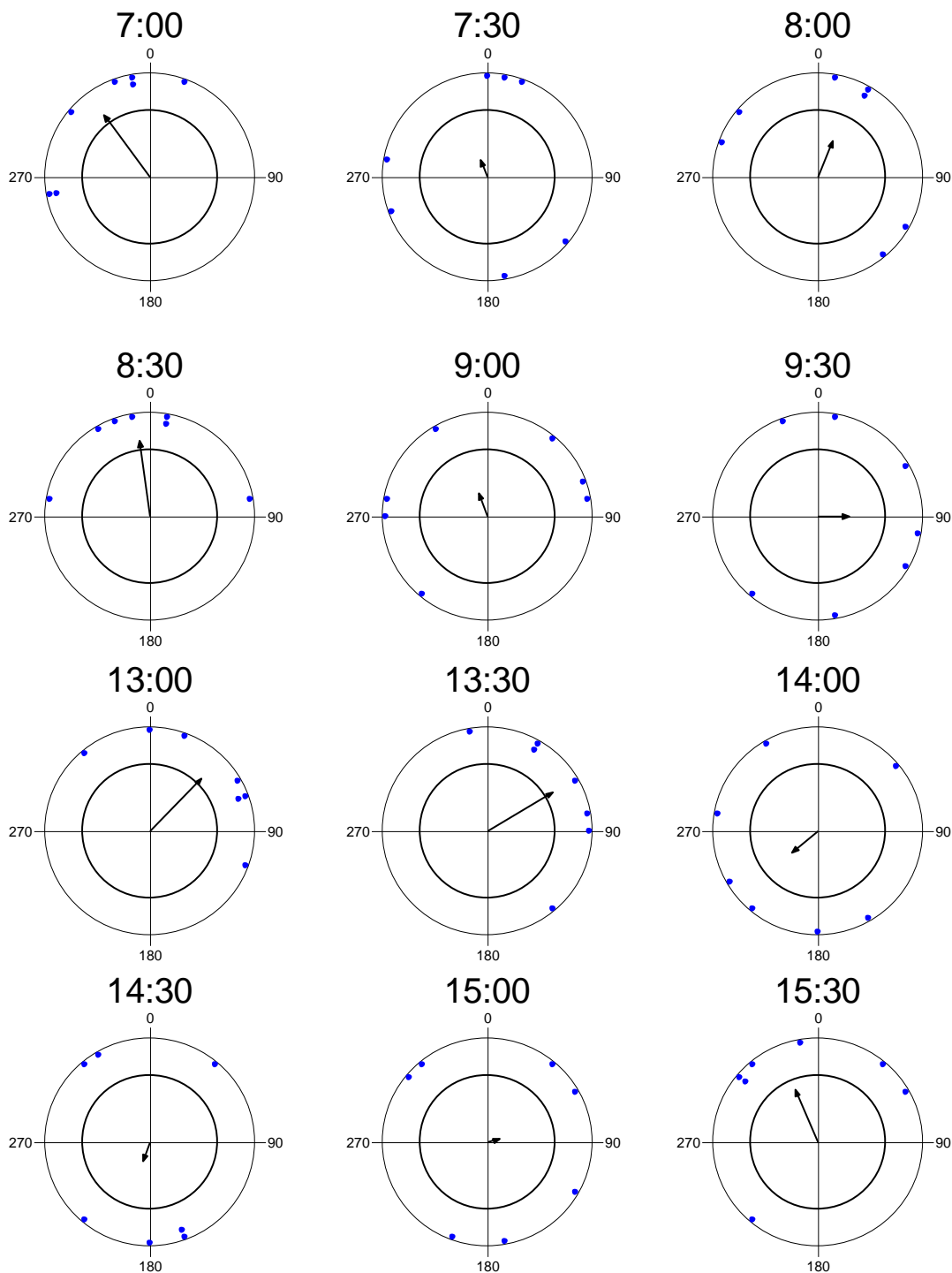
Příloha č. 9 – Grafy 5. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
333°	339°	295°	248°	308°	38°	13°	64°	109°	297°	24°	0°



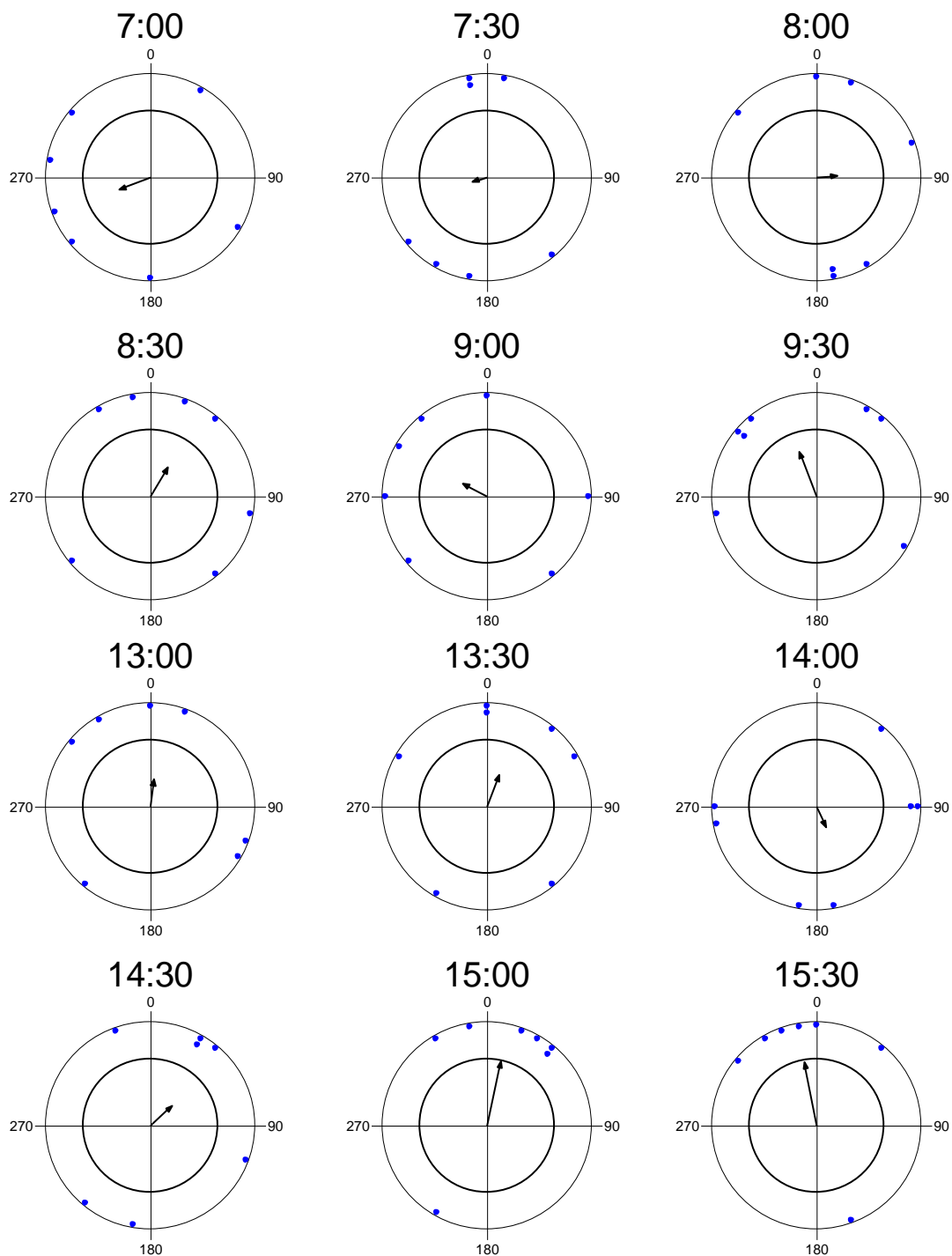
Příloha č. 10 – Grafy 6. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
323°	337°	22°	353°	340°	90°	44°	59°	230°	200°	73°	337°



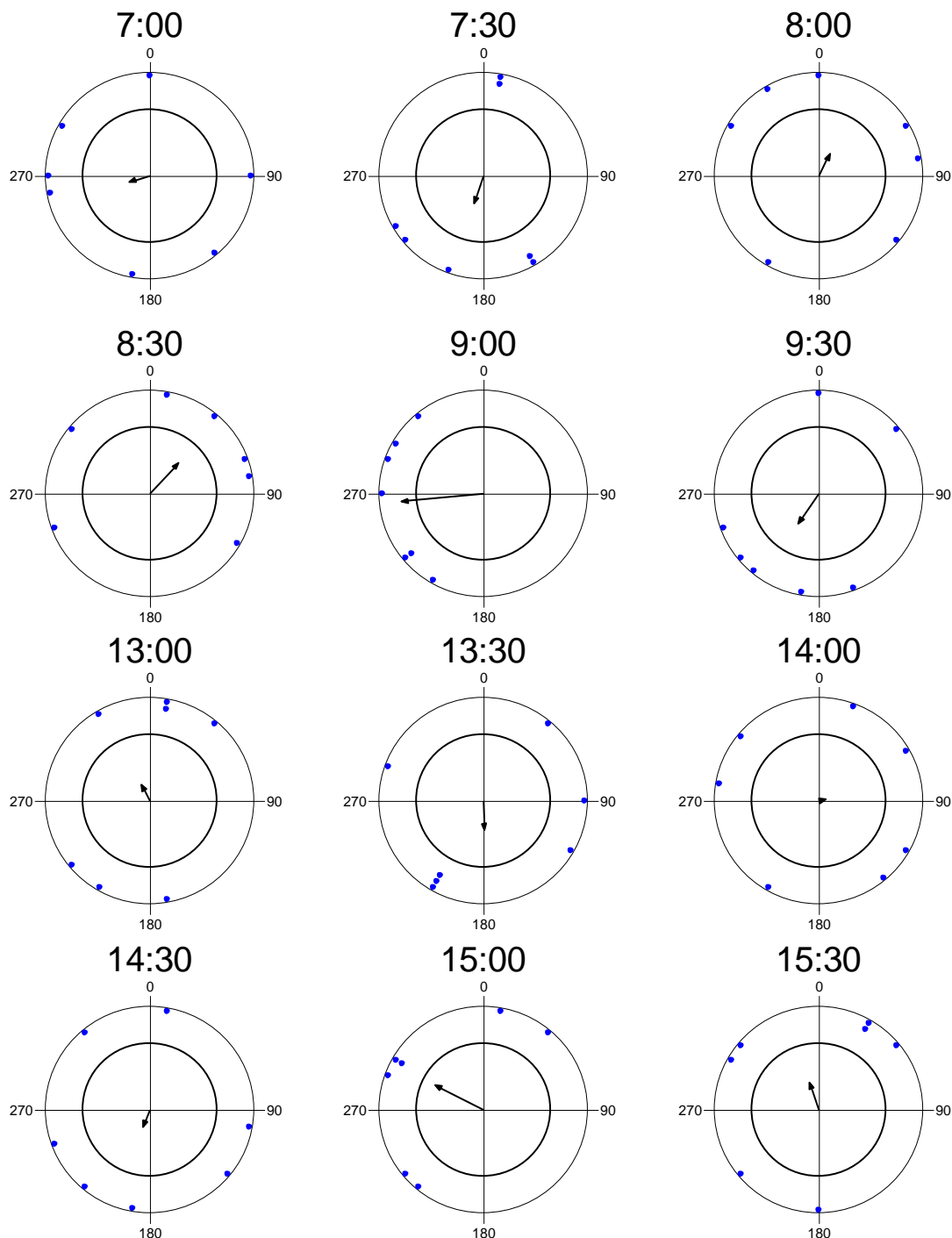
Příloha č. 11 – Grafy 7. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
249°	253°	86°	31°	298°	339°	7°	20°	154°	47°	12°	349°



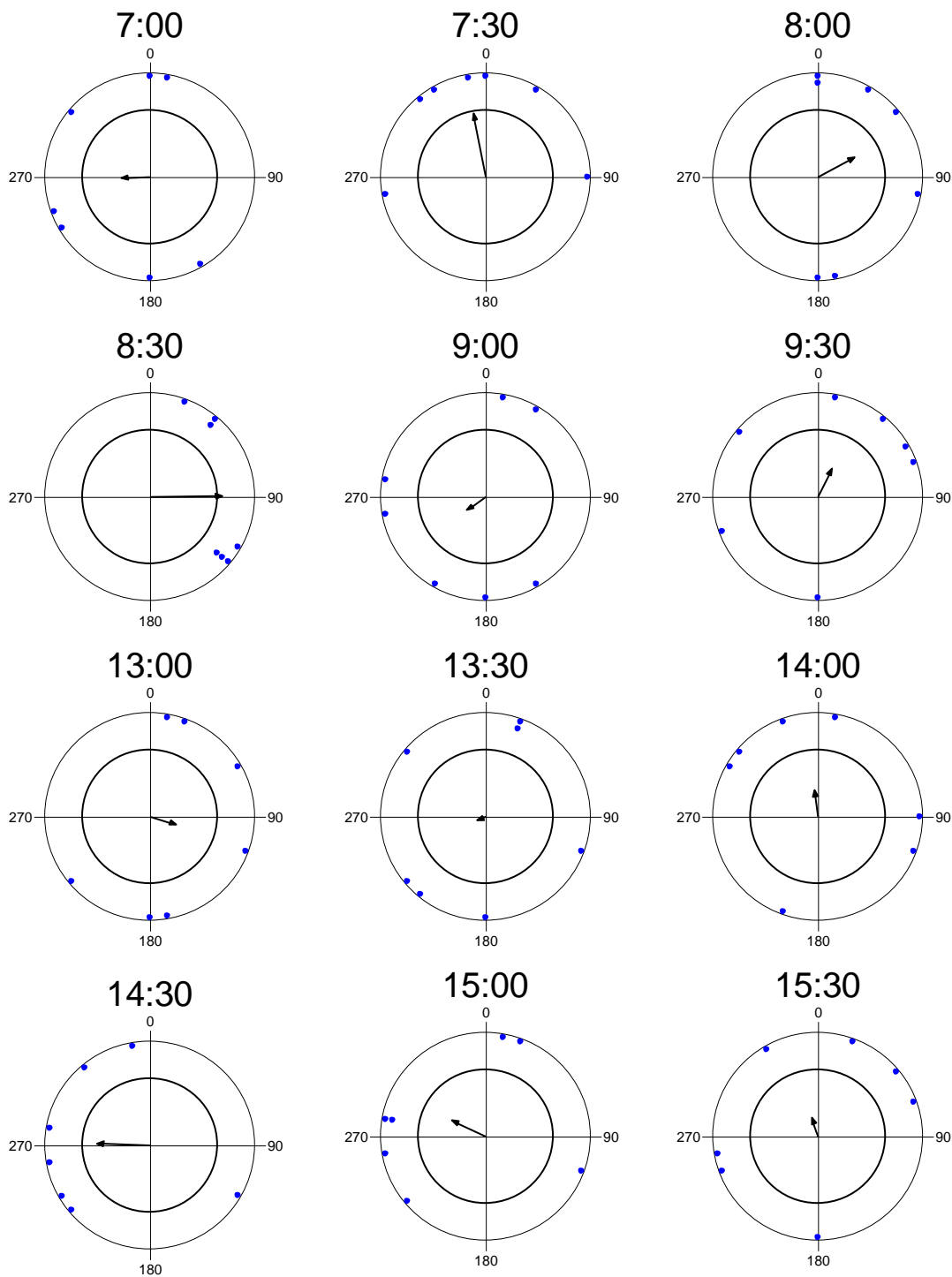
Příloha č. 12 – Grafy 8. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
253°	199°	26°	43°	264°	215°	331°	178°	75°	202°	297°	341°



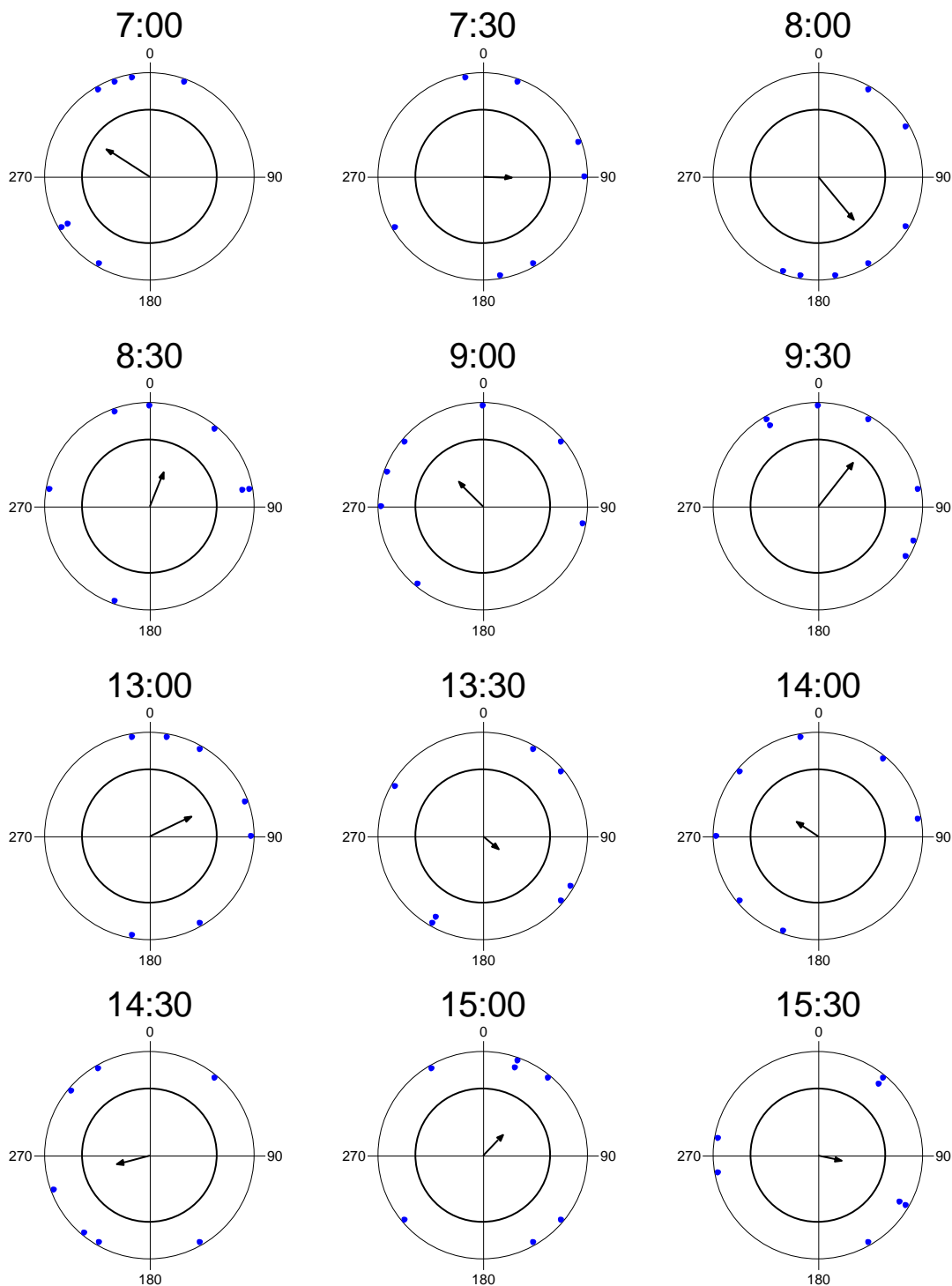
Příloha č. 13 – Grafy 9. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
268°	349°	61°	89°	236°	26°	107°	247°	354°	272°	296°	344°



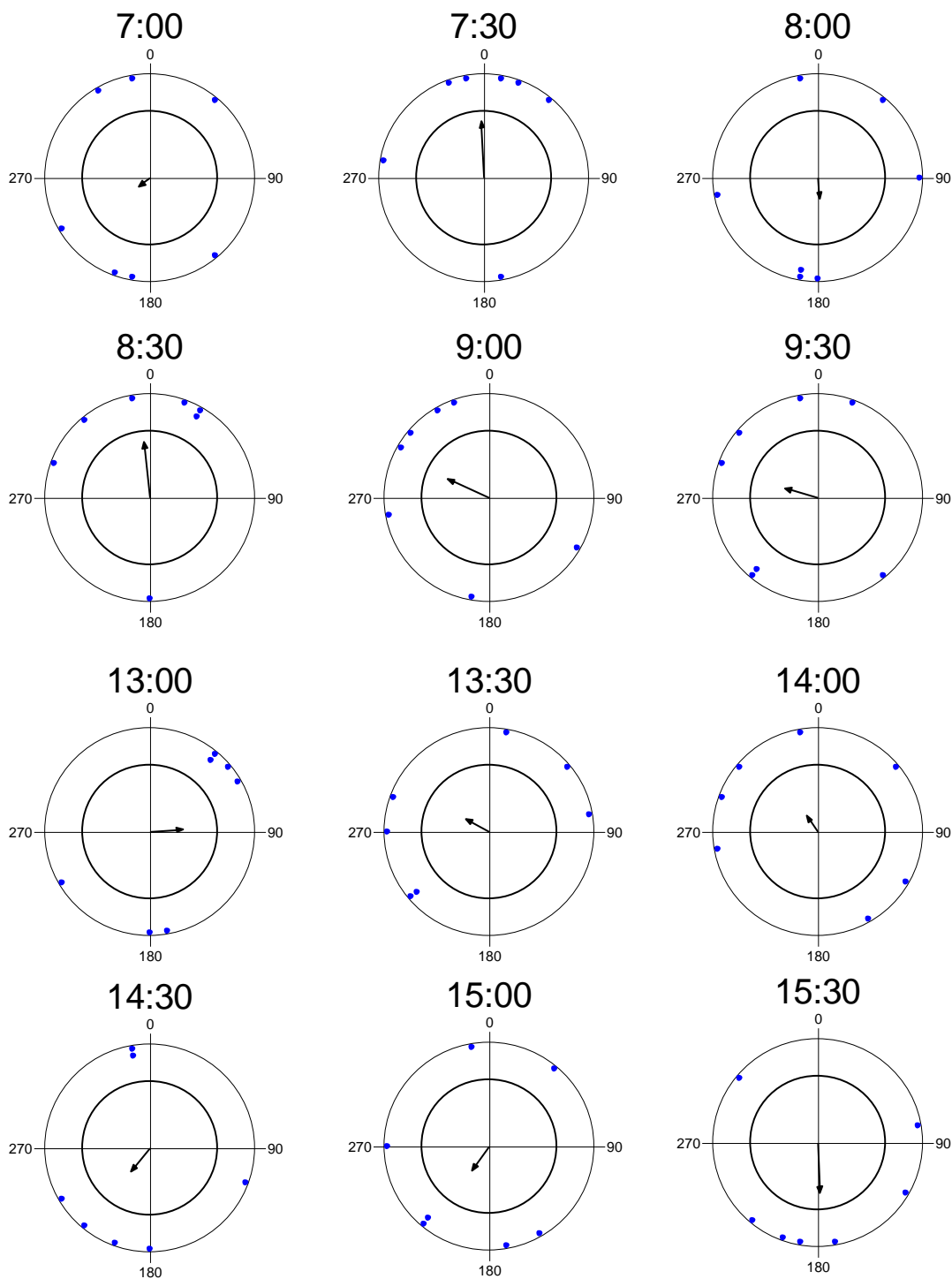
Příloha č. 14 – Grafy 10. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
303°	93°	141°	22°	317°	38°	64°	130°	305°	257°	44°	102°



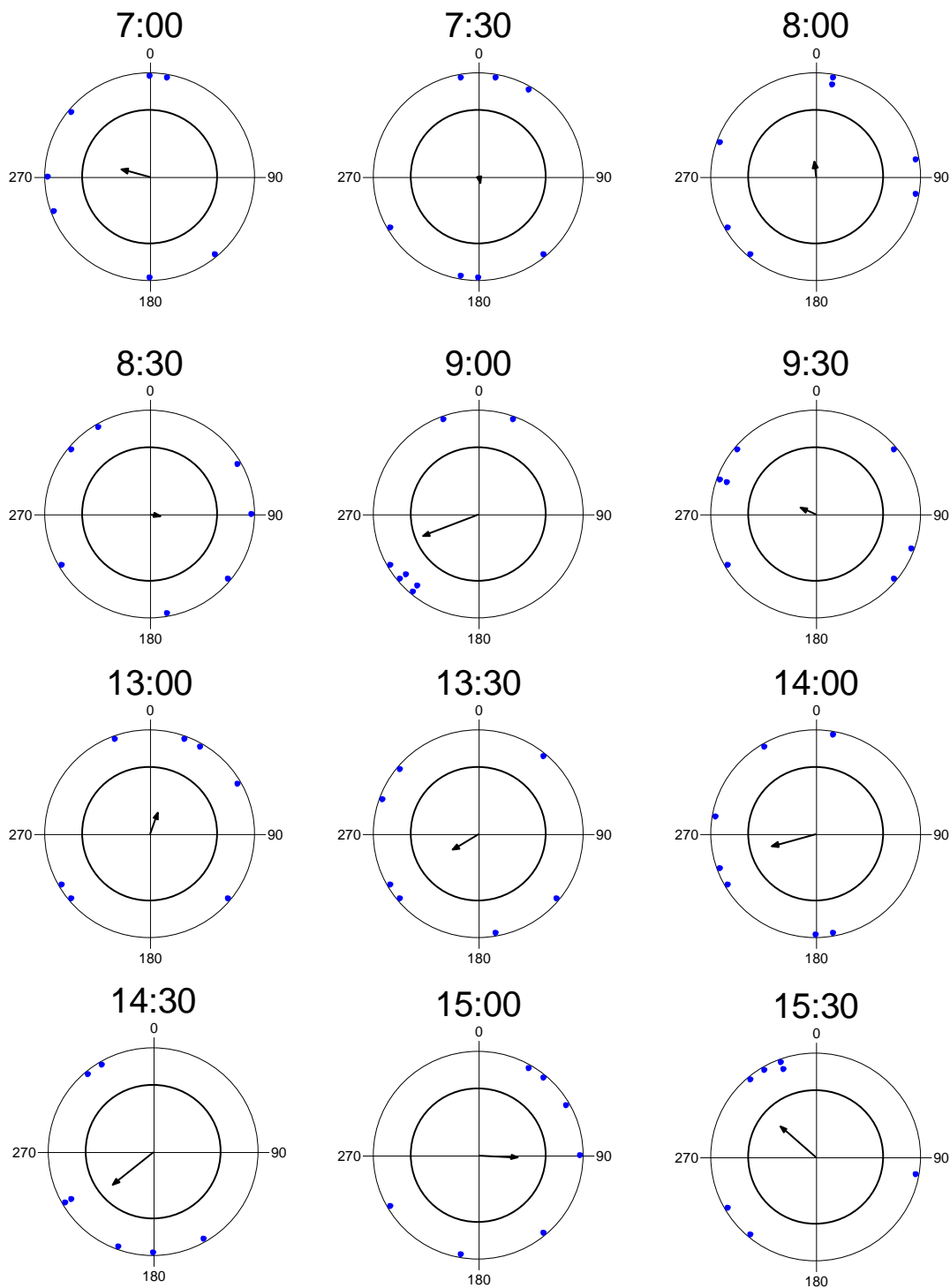
Příloha č. 15 – Grafy 11. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
233°	357°	174°	354°	295°	286°	85°	299°	326°	219°	215°	178°



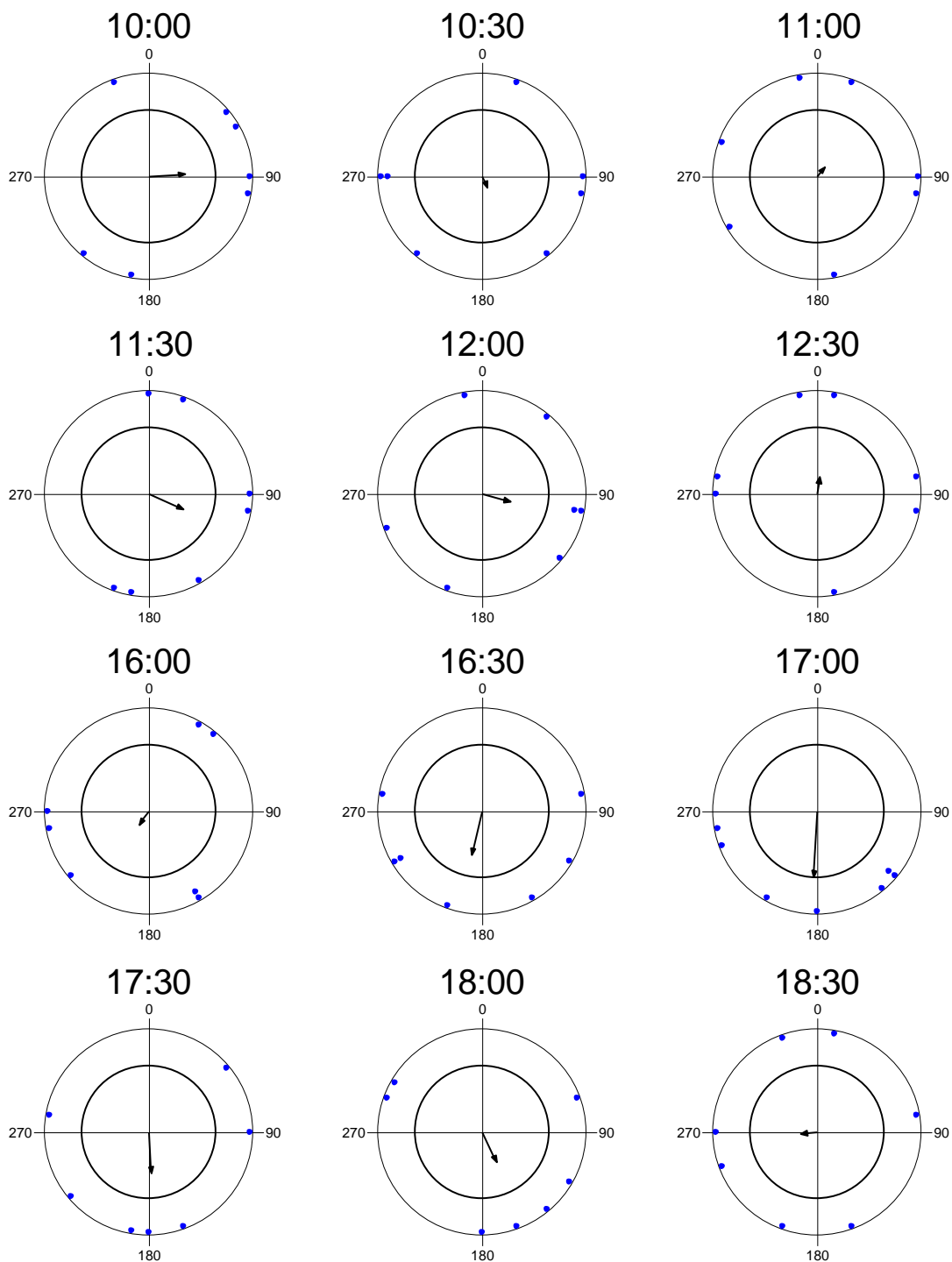
Příloha č. 16 – Grafy 12. jedince z prvního stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
285°	166°	353°	100°	249°	295°	19°	240°	255°	231°	93°	311°



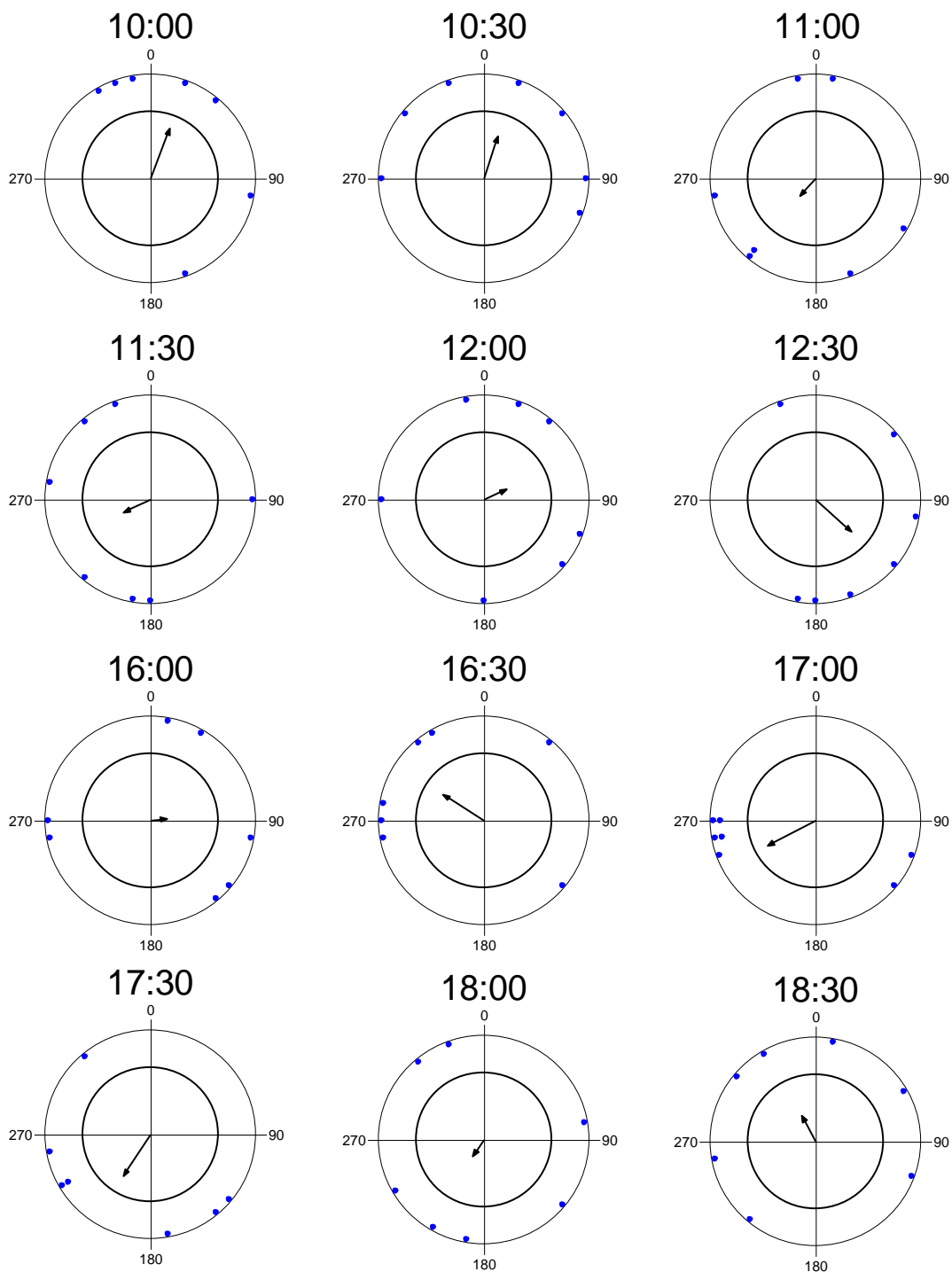
Příloha č. 17 – Grafy 1. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12:00	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
86°	157°	41°	114°	105°	8°	214°	193°	183°	176°	154°	264°



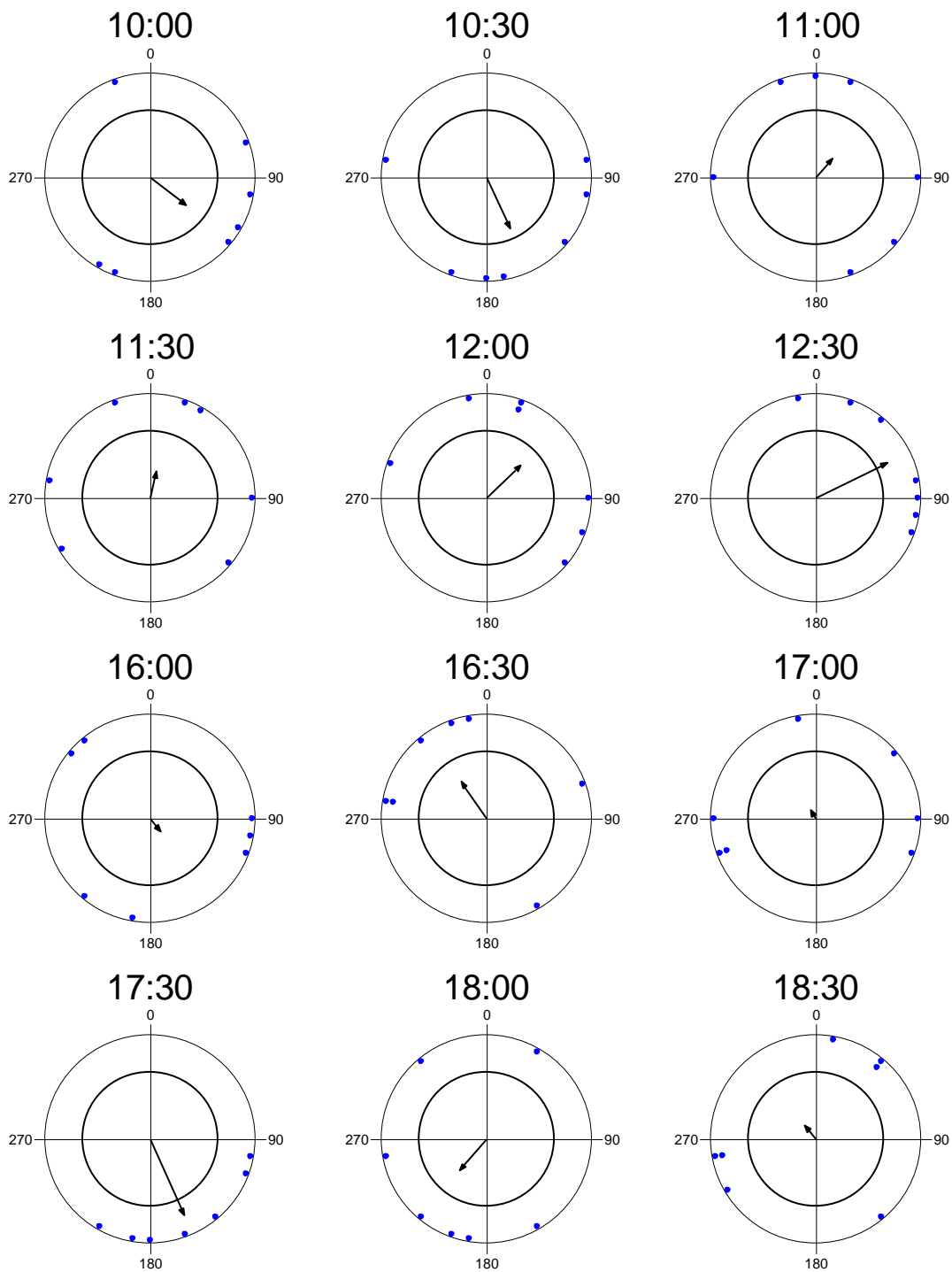
Příloha č. 18 – Grafy 2. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12:00	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
21°	18°	222°	244°	65°	133°	85°	303°	242°	212°	215°	332°



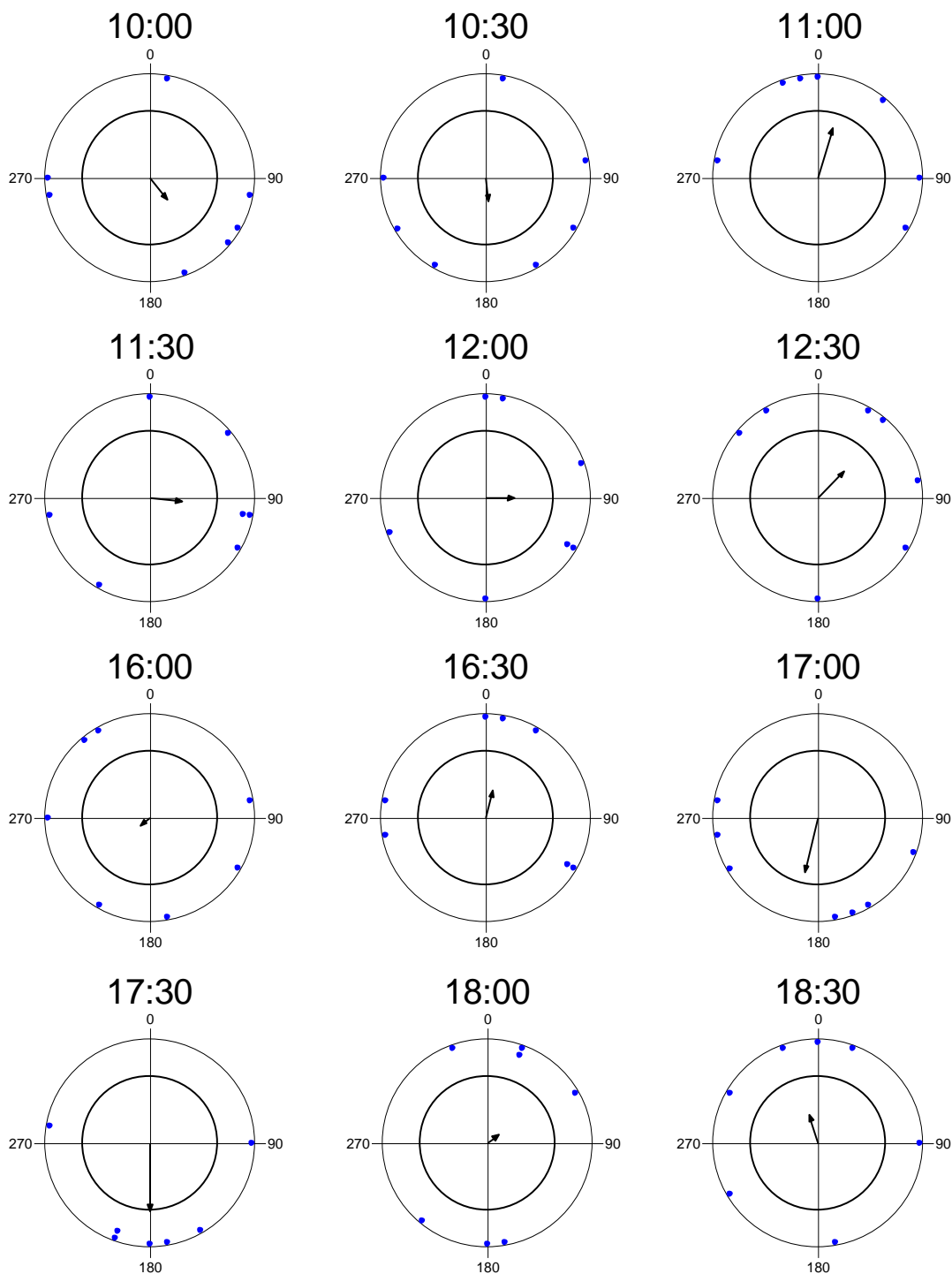
Příloha č. 19 – Grafy 3. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12:00	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
128°	155°	41°	13°	46°	64°	141°	327°	330°	157°	220°	321°



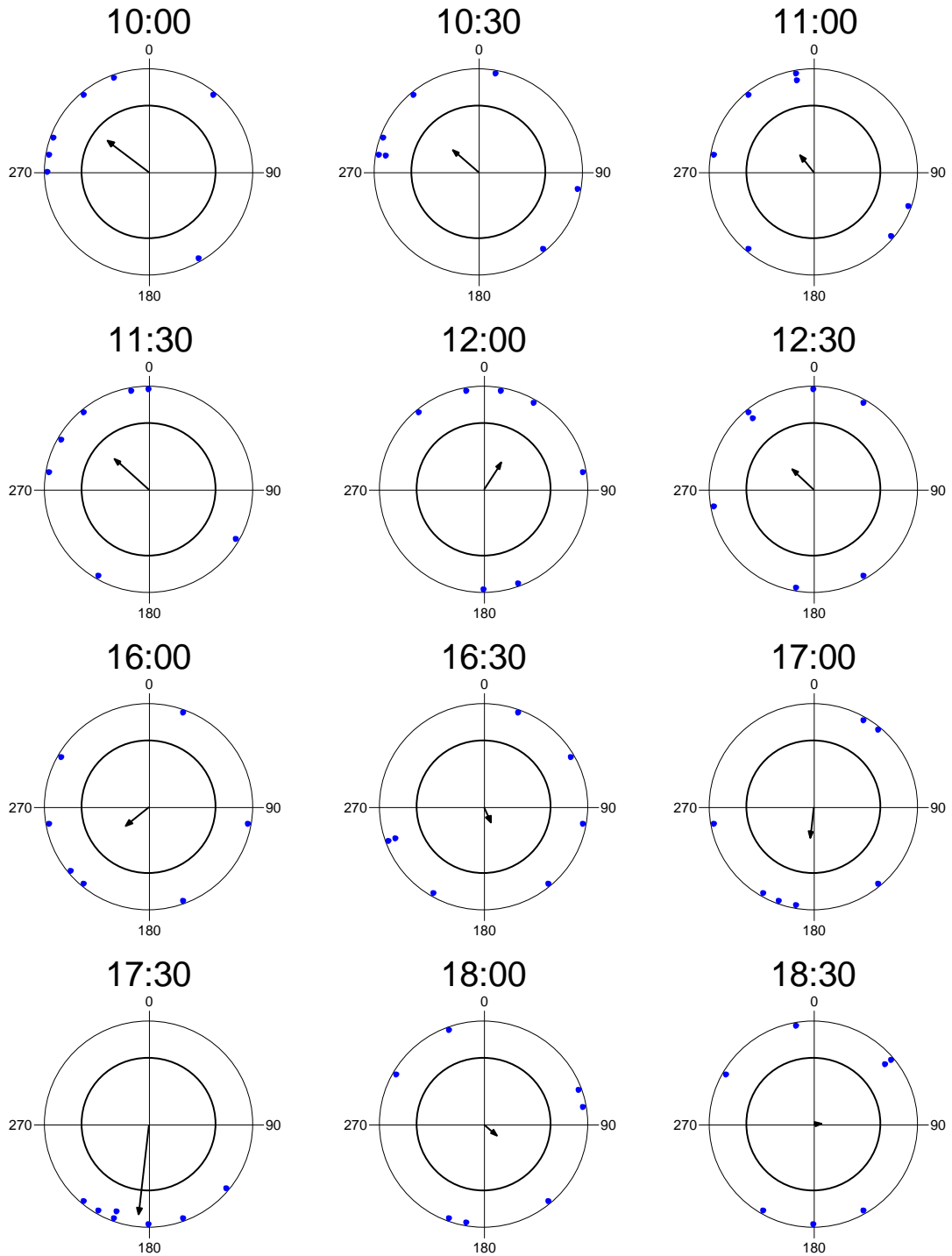
Příloha č. 20 – Grafy 4. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12:00	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
142°	174°	17°	97°	91°	44°	229°	14°	194°	180°	52°	344°



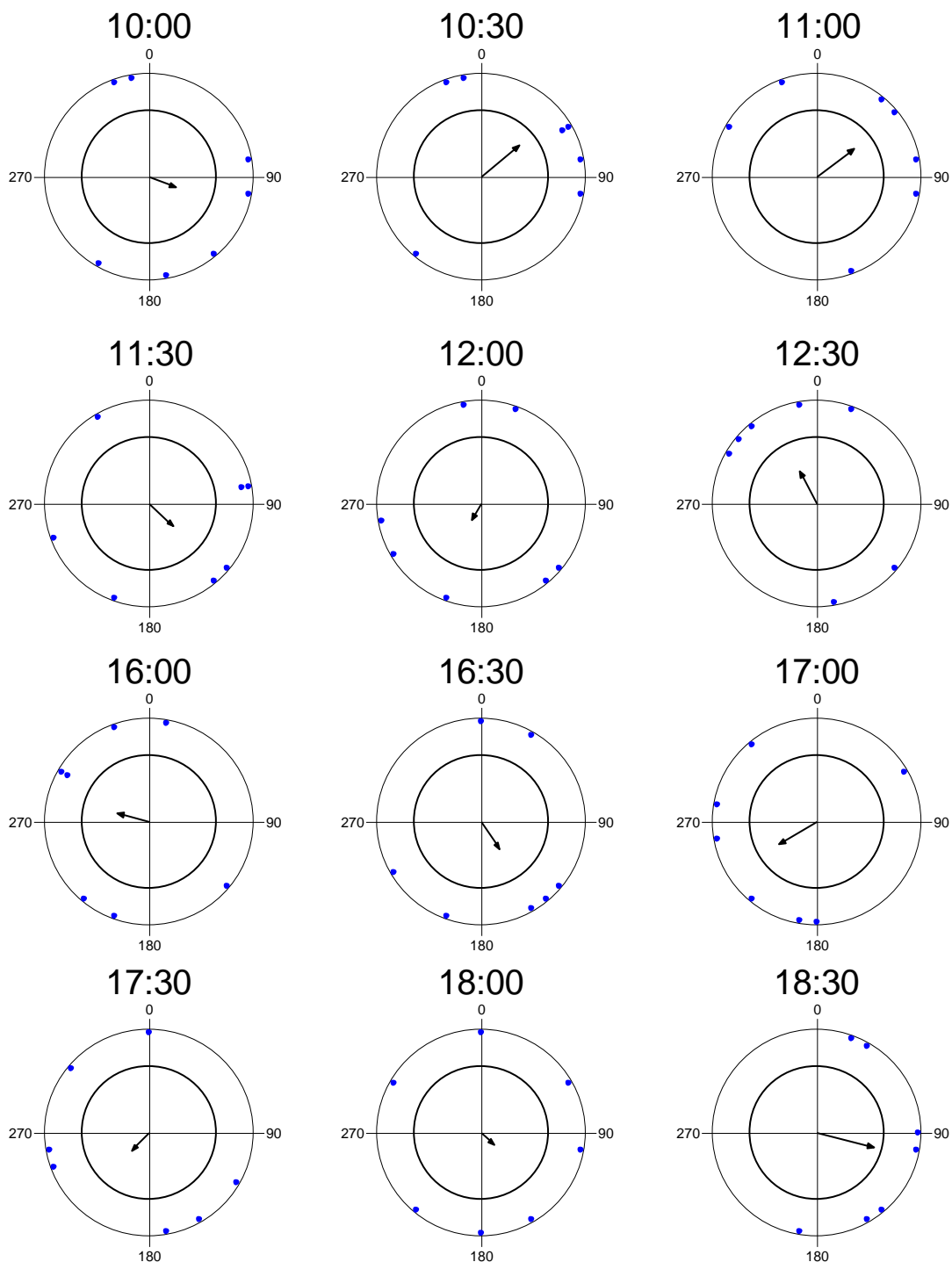
Příloha č. 21 – Grafy 5. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
307°	311°	322°	312°	33°	314°	232°	157°	186°	187°	131°	86°



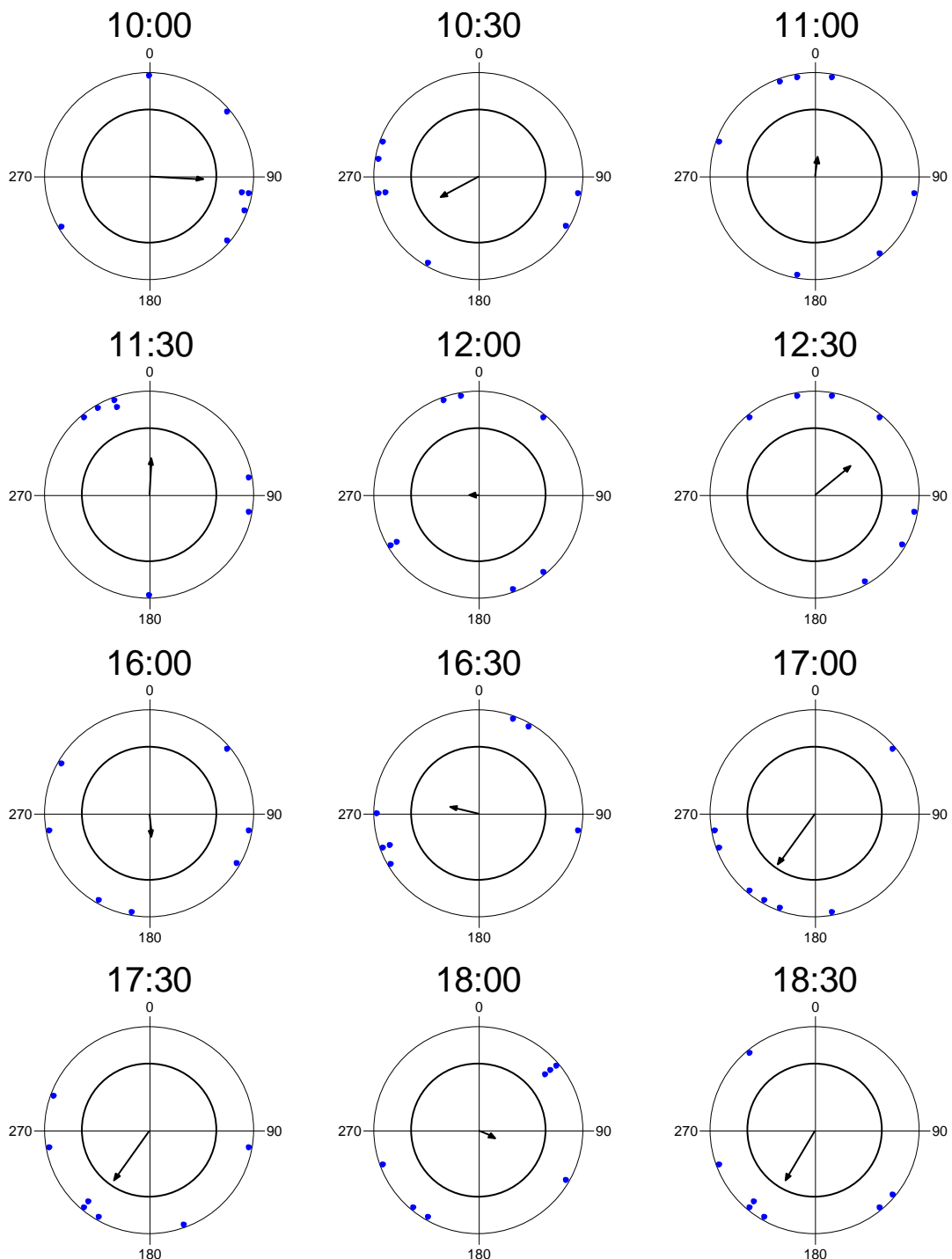
Příloha č. 22 – Grafy 6. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
111°	50°	53°	133°	209°	332°	285°	147°	240°	223°	134°	105°



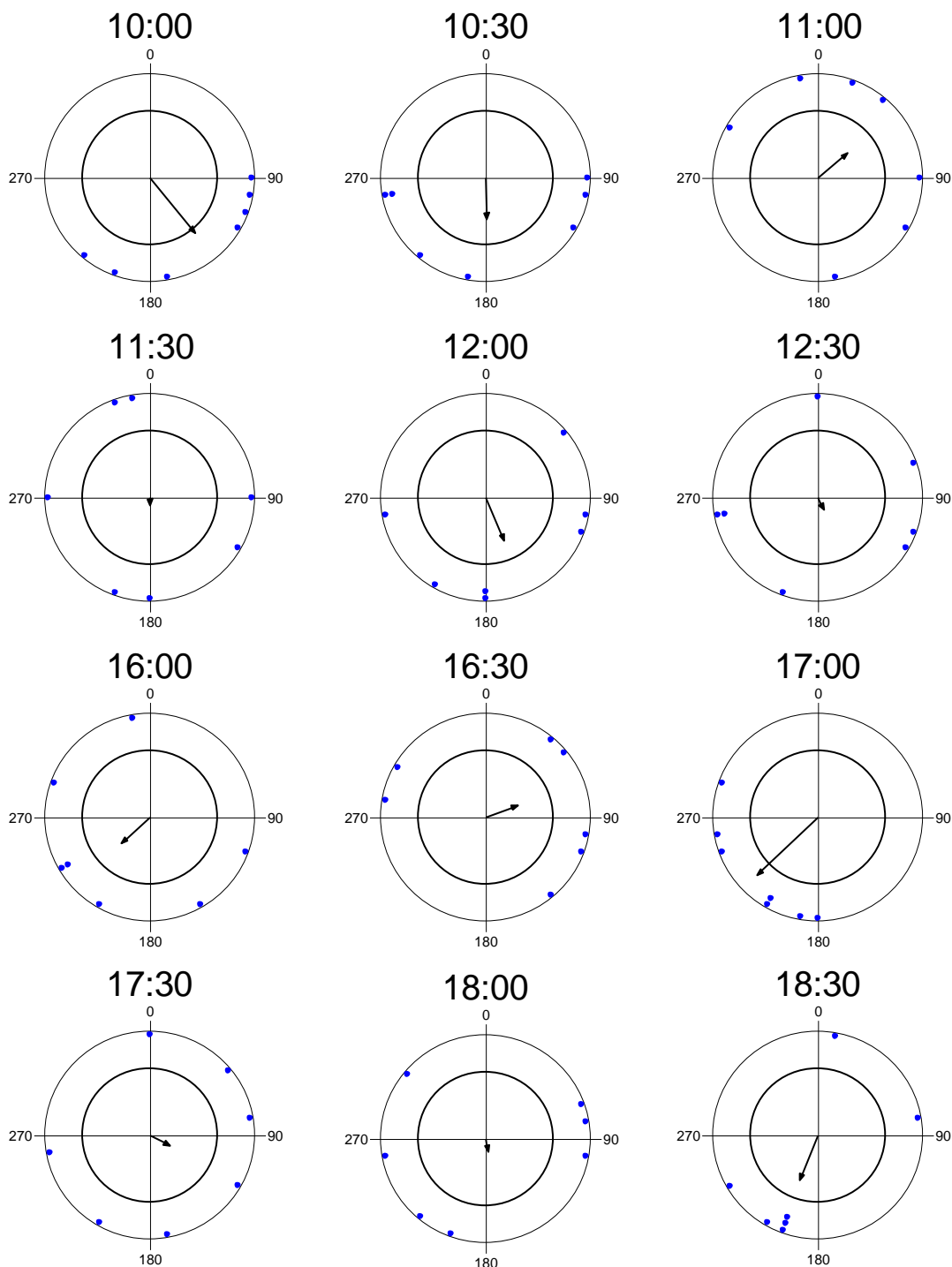
Příloha č. 23 – Grafy 7. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12:00	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
93°	242°	7°	3°	269°	50°	177°	283°	216°	215°	117°	210°



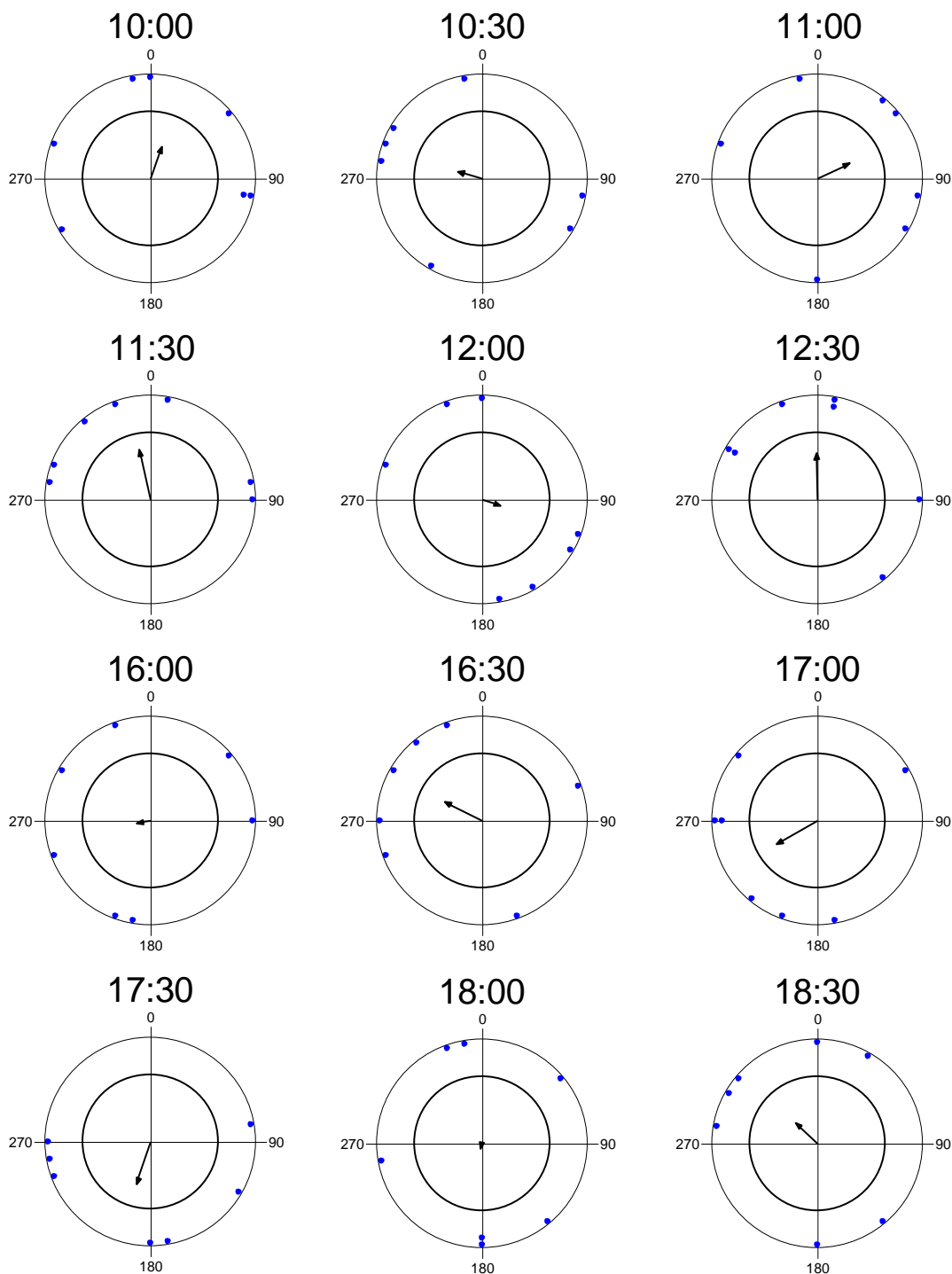
Příloha č. 24 – Grafy 8. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
141°	179°	49°	179°	158°	151°	227°	69°	226°	118°	169°	202°



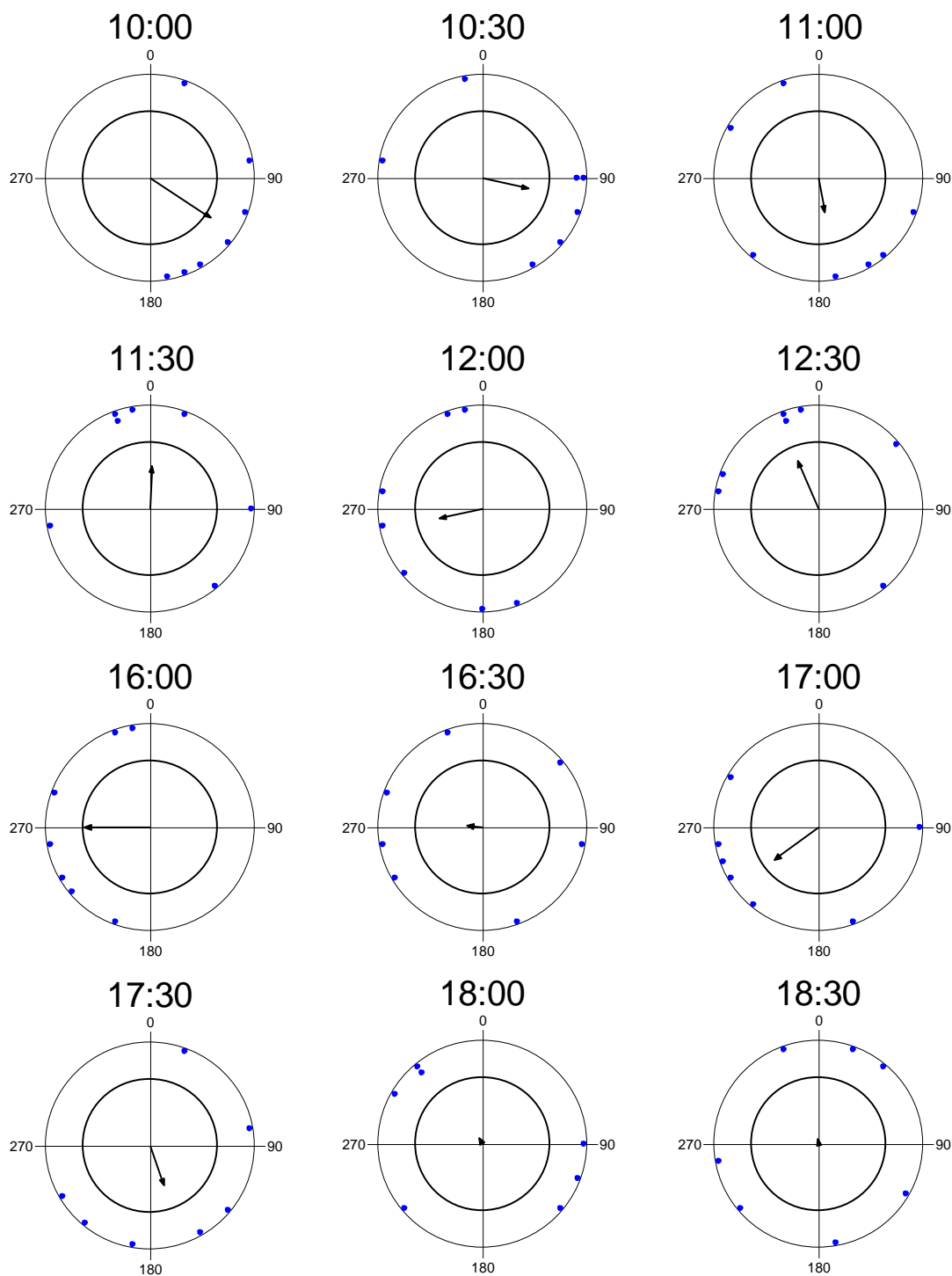
Příloha č. 25 – Grafy 9. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12:00	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
20°	286°	64°	347°	109°	358°	258°	297°	240°	198°	194°	314°



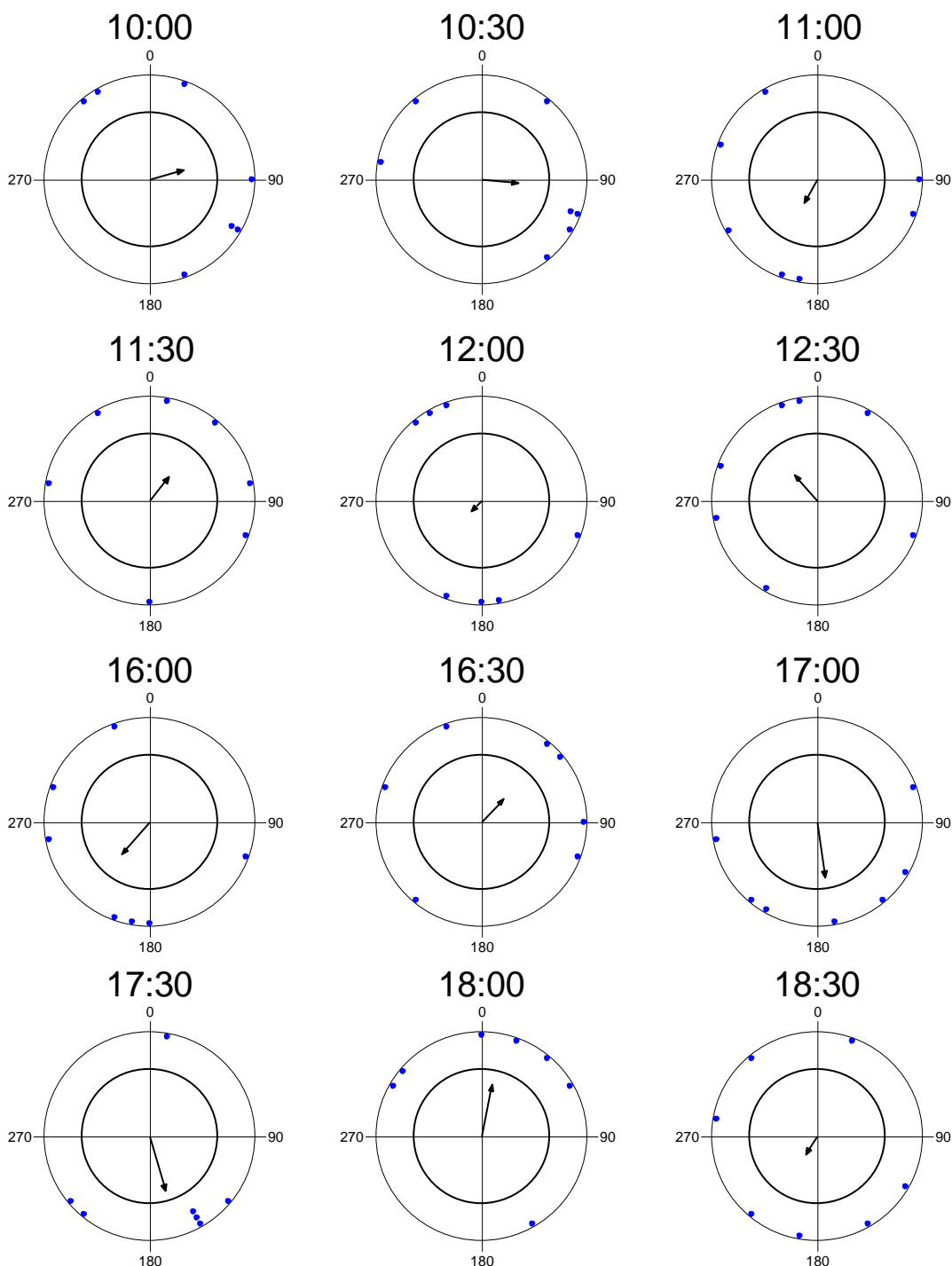
Příloha č. 26 – Grafy 10. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
123°	103°	170°	3°	257°	337°	270°	278°	233°	161°	332°	349°



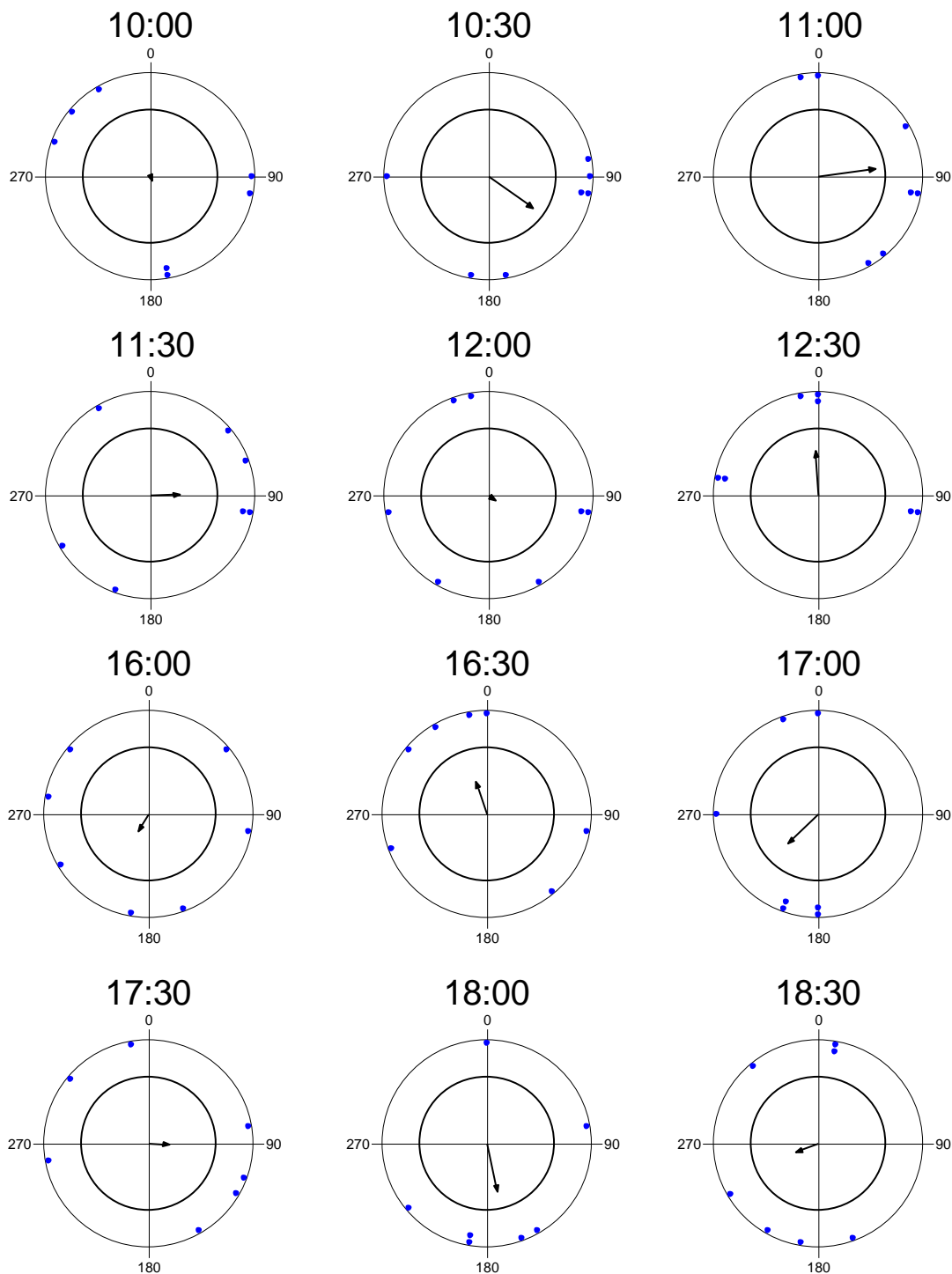
Příloha č. 27 – Grafy 11. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
74°	96°	209°	38°	226°	319°	220°	42°	172°	164°	12°	211°



Příloha č. 28 – Grafy 12. jedince z druhého stáda. Každý graf ukazuje, jak byl jedinec natočený každý den v určitý čas. Vektor přesahující vnitřní kružnici značí průkaznou orientaci. V tabulce jsou zaznamenány výsledné stupně vektorů.

10	10:30	11	11:30	12:00	12:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
157°	126°	82°	88°	125°	357°	211°	341°	226°	93°	168°	250°



Príloha č. 29 – Zvědavé stádo.



Príloha č. 30 – To už je konec?

