

# Astronomická orientácia kostolov na Slovensku

V. Karlovský, Hvezdáreň a planetárium M.R. Trefánika Hlohovec,  
astrokar@gmail.com

E. Stopková, nezávislá výskumníka, eva.stopkova@gmail.com

## Abstrakt

Astronomická orientácia kostolov na Slovensku bola skúmaná na 40 tich náhodne vybraných objektoch. Z nich iba 5 objektov pravdepodobne vykazuje astronomickú orientáciu. Sú to : Ludrová-Kút, Svodín, patrocínium sv.Michala, Otrhánky, Diakovce a Ochtiná. Skúmaná bola tiež orientácia kostola na východ Slnka v deň patróna kostola. Zároveň bola testovaná hypotéza, či umiestnenie vybraných kostolov môže súvisieť s mierou oslnenia danej lokality.

## 1. ÚVOD

Astronomická orientácia sakrálnych objektov je zaujímavá jednak z hľadiska histórie, tak aj astronómie a môže byť zaujímavá aj z náboženského hľadiska. Vo všeobecnosti sa má za to, že kresťanské kostoly sú orientované vo východozápadnom smere, prípadne severojužnom smere. Orientácia kostolov na liturgický východ má niekedy možných vysvetlení. Rímsky zvyk, ktorým sa ustanovuje smer modlitby ovplyvnil kresťanstvo v jeho formatívnych rokoch, a v ranom kresťanstve bolo zvykom modliť sa smerom k Svätej zemi. V súhlase s Apoštolskou konstitúciou chrám má byť podlhovastý a ukazovať na východ. Ako vidíme u Clementa z Alexandrie, Origena a Tertuliana tento smer bol takmer vždy pozorovaný v raných cirkvách. Tertulian napísal, že miesta pre kresťanské bohoslužby sú vždy na vyvýšených a vo výškových priestranstvách s výhľadom na svetlo. Podobne Gregor z Nyssy si myslel, že Orient obsahoval pôvodný domov loveka, pozemský raj. V Didascalii Apostolorum sa spája východ s druhým príchodom Krista. Clement z Alexandrie spája východ so zmŕtvychvstaním a svetlom. Okrem východného smeru sa objavuje tiež smer k určitému posvätnému miestu, napríklad Sagrada familia v Barcelone smeruje k posvätnému miestu Montserrat.

V súvislosti s overením východo-západnej orientácie kostolov, či dokonca súvislosti medzi osou kostola a astronomickými smermi, sme sa rozhodli otestovať polohy vybraných kostolov aj z hľadiska oslnenia lokality počas význačných dní slnečného roka.

## 2. DÁTA A METÓDY

O sa týka výberu objektov, bol viacmenej náhodný. Bolo vybraných 40 objektov, prevažne románskych. Kvôli podrobnejším informáciám bolo 25 objektov vybraných z monografie Menzela (1937), kde bolo

možné nájsť aj pôdorysy stavieb. Orientácia kostolov bola určená takto: smer bol určený od vŕšky kostola, alebo od lode na svätý uhol. Keďže premerať množstvo orientácií v teréne bolo veľmi komplikované, použili sme na zisťovanie smerov aplikácie prístupné na Internete. Bol to katastrálny portál [www.katasterportal.sk](http://www.katasterportal.sk) a aplikácia Google Earth. Na katastrálnom portáli bol zisťovaný smer v S-JTSK a na Google Earth v systéme WGS-84. Tieto metódy boli použité v prípade národnej kultúrnej pamiatky Ludrová-Kút, ktoré budú popísané v osobitnej kapitole.

Denný čas oslnenia bol pre 40 vybraných kostolov vypočítaný na podklade digitálneho modelu reliéfu EU-DEM (European Environmental Agency, 2013). Digitálny model Európy je vo všeobecnosti dostupný v rozlíšení 25 m, pričom veľkosť jednotlivých pixlov sú určené vo vertikálnom referenčnom systéme EVRS 2000. Výpočet pre dni slnovratov a rovnodenností pre modelový rok 2015 bol realizovaný v softvéri GRASS GIS (GRASS Development Team, 2015) pomocou modulu *r.sun* (Hofierka a Suri, 2007). Výsledky boli štatisticky vyhodnotené a taktiež boli analyzované vzťahy medzi lokáciou kostolov a denným časom ich oslnenia. Podrobnejší náhľad na metódy a výsledky poskytuje kapitola 5.

## 3. KOSTOL LUDROVÁ - KÚT

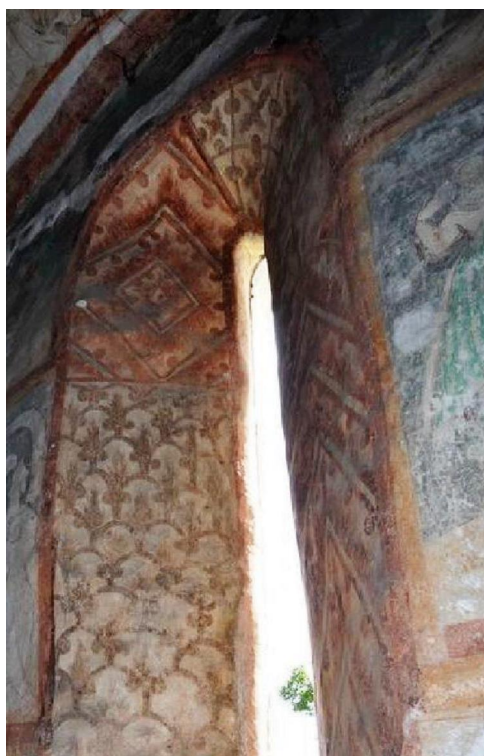
Pri národnej kultúrnej pamiatke Ludrová-Kút bol zistený azimut osi stavby  $98^\circ$  (WGS 84). Kostol bol postavený v 13. storočí a preto na určenie dňa z polohy Slnka bol použitý juliánsky kalendár. O sa týka orientácie na Slnko, je zaujímavé, že v deň letného slnovratu 21.6. gregoriánskeho kalendára svieti Slnko pri východe od východného okna na južné pozdĺžne okno. Vase, keďže nebolo pristavené rozšírenie lode na juh, platilo aj to, že Slnko vase zimného slnovratu svietilo pri západe na východné okno.



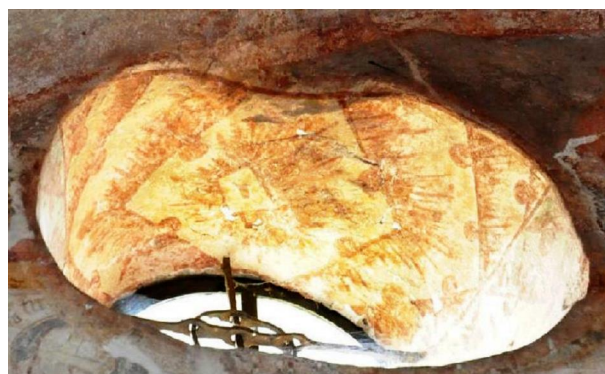
*Obr. 1 Východné okno*



*Obr. 3 Južné okno*



*Obr. 2 Východné okno*



*Obr. 4 Kruhové okno*

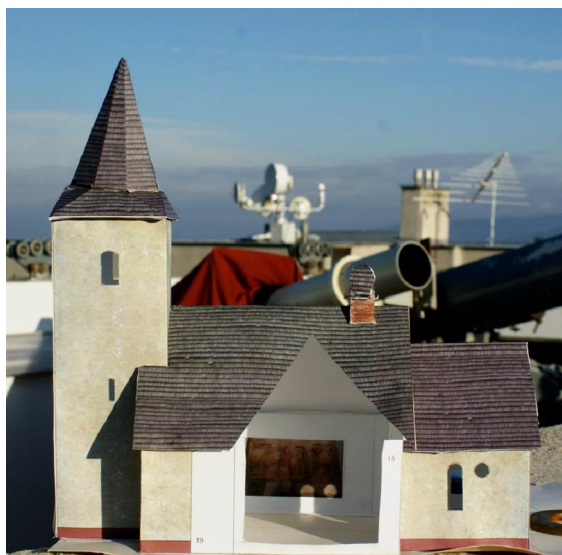
Okná sú ve mi zaujímavé. Typaety okien sú ma ované a vyskytuje sa na nich symbol poufívaný tiež v stredoveku oznaovaný ako triple wall, v talian ine oznaovaný ako Triplice cinta a ktorý označuje posvätné miesto. Umiestnenie na oknách označuje nie o posvätné na nebi. Tento symbol je na všetkých oknách vo svätyni, vrátane okrúhleho okna. Na južnom pozdĺžnom okne sa nachádza tiež symbol Slnka, pretože toto okno má niečo spoločné so Slnkom. Symbol štriplice cinta sa vyskytuje tiež v grotte Simonetti v Osimo pri meste Ancona v Taliansku a patrí pravdepodobne templárom.



**Obr. 5** Symbol *Triplice cinta* ( *triple wall* ) v *grotte Simonetti* v *Osimo* . Zdroj [www.luoghimisteriosi.it](http://www.luoghimisteriosi.it)



**Obr. 6** Symbol *triple wall* vo *Františkánskom kostole* v *Hlohovci*.

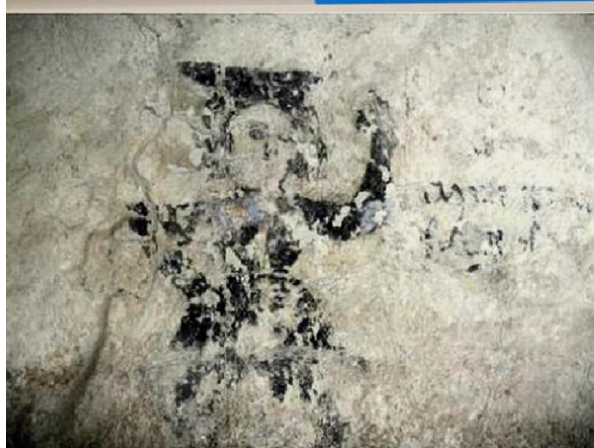
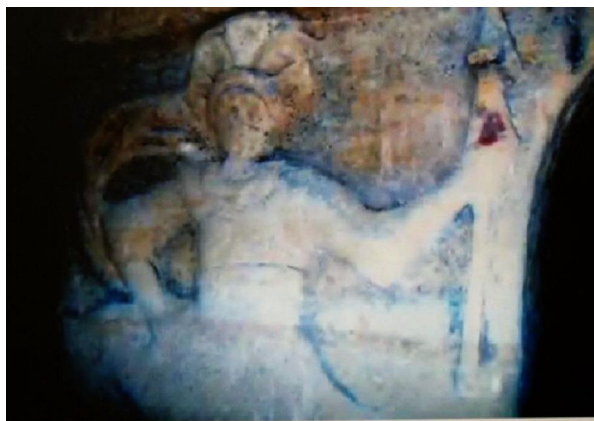


**Obr. 7** Svetlo z okien na obraze *Triptychu* 18.12.2014 na modeli kostola *Ludrová ó Kút* (v *Hlohovci*).



**Obr. 8** Svetlo z okien na obraze *Triptychu* 10.12.2014 o 9:15 SE .

Využitie svetla v náboženskej oblasti v stredoveku bolo dôležité. V Ludrovej svetlo vychádzajúce z okien svätyne ukazuje určité náboženské a možno aj historické udalosti. Svetlo z okien na južnej stene svätyne svieti v období okolo zimného slnovratu +/- 15 dní na dolnú časť obrazu v lodi na tzv. Triptych. Určitý náboženský význam je v tom, že je to v rannom dopoludňajšom čase od 9. do 10. hodiny (presnejšie od 8:55 po 10:05 SE - pozdĺžne okno, 8:55 ó 9:15 SE - okrúhle okno) v azimute 142 ó 157 stupňov. Ako ukázal experiment s modelom ó vystrihovačkou kostola Ludrová-Kút, svetlá okien sa dotýkajú obrazu triptychu podľa 21.11 gregoriánskeho kalendára. Ak uvážime, že sa používal juliánsky kalendár, tak sa jedná o deň 30.11. Môžeme teda povedať, že svetlá od okien vo svätyňi sa za prvý dotýka obrazu triptychu približne od 1. decembra juliánskeho kalendára, čo je začiatok adventu. Slnovrat v juliánskom kalendári pripadol v tomto čase na 14. decembra. Z toho vyplýva, že Slnko svietilo na triptych celý advent a prakticky až do konca kalendárneho juliánskeho roka. Keďže pôvodná latinská omša trvala 2 až 2 a pol hodiny v závislosti od trvania homílie, zatiaľ čo svetlá od južných okien prešli do svätyne.



**Obr. 9 Porovnanie reliéfu templára v grotte Simonetti s obrazom donátora v lodi kostola.**



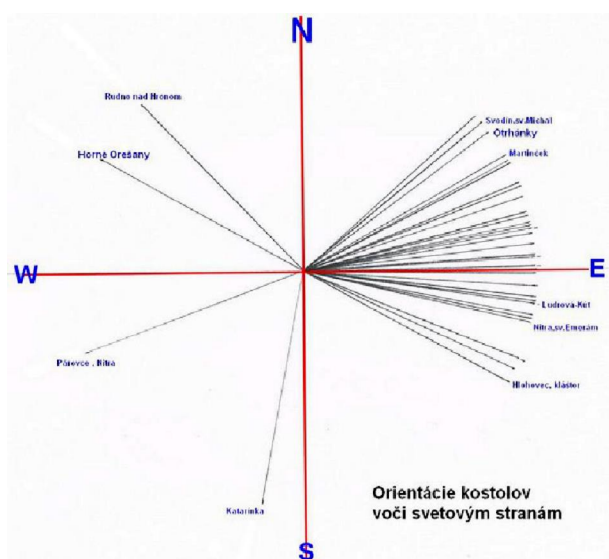
**Obr. 10 Portugalský princ Henry Moreplavec Henrique infante de Portugal, duque de Viseu, senhor da Covilha (4.3.1394 Porto ó 13.11.1460 Sagres)**

Zaujímavá je tiež teória okolnosti, a to osvetlenie obrazu donátora v lodi. Svetlo pri východe Slnka z východného okna svieti na obraz donátora v azimute 112 až 113 stupňov 31. októbra gregoriánskeho kalendára, čo je dátumovo blízko 1. novembra a o ňom je sviatok všetkých svätých. V juliánskom kalendári však vznik kostola sa jedná ale o dátum 21. október a je to sviatok Undecim milium virginis (sv. Uršuly). Ešte raz Slnko svieti pri východe z východného okna na obraz donátora okolo 1. februára juliánskeho kalendára, kedy je sviatok Brigidy švédkej. Samotný obraz donátora sa veľmi podobá na reliéf templára z grotty Simonetti v Osimo, alebo na obraz portugalského princa Henryho Moreplavca (Henry the Navigator). Henry Moreplavec bol veľmajstrom rádu Krista, čo bol transformovaný rád templárov v Portugalsku. Obraz donátora je oproti postavám templárov bez palice (abakus alebo palica magistrov staviteľského umenia). Tá sa mu pridá práve v uvedených dátumoch, kedy na svieti Slnko pri východe zo severovýchodného východného okna. V skutočnosti sa premietnutá severovýchodná okna rozšíri vzhľadom na otočenie steny voči Slnku tak, že osvetlí nápis vedľa obrazu donátora. Z toho vyplýva, že nápis bol dôležitý. Obraz donátora bol vytvorený okolo roku 1400, podobne ako obraz v lodi, a teda neskôr po stavbe kostola.

#### 4. VÝSLEDKY

Výsledky zisťovania astronomického orientácie vidíme v tabuľke 1 a na grafe na obrázku 11. Zo smerového grafu vidieť, že prevláda smer západ alebo východ, avšak pri dosť veľkom rozptyle smerov. Severovýchodný smer je prakticky prítomný iba v prípade Katarínky. Ostatné smery sú pravdepodobne podmienené zložitým terénom pri stavbe kostola (Rudno nad Hronom, Horné Oreňany, Párovce). Orientácia na východ Slnka v deň patróna kostola je veľmi nepresná. Ako príklad uvedieme objekt katedrály v Nitre s patrónom sv. Emeráma. Deň sv. Emeráma je 22. september. Azimut objektu je 103 stupňov (WGS 84). Vzhľadom na to, že bol postavený pravdepodobne v rokoch 1223 až 34 na mieste staršieho kostola, je potrebné na určenie polohy Slnka použiť juliánsky kalendár dňa 22. septembra. Potom vychádza azimut východu Slnka, kedy sa disk dotýka horizontu na 93 stupňov 39' 29". V gregoriánskom kalendári je tento deň 29. september. Rozdiel je 10 stupňov, čo je veľa aj pri zameraní vo výšoknom oku. Tento objekt zrejme prevzal smer staršieho objektu, ako sa spomína v darovacej listine Gejzu II z roku 1158 a Bela III z roku 1183. Patrónium staršieho objektu je sv. Emeráma, sv. Ondreja a sv. Benedikta. V tomto prípade nie je možné potvrdiť smerovanie na východ Slnka v deň patróna kostola.

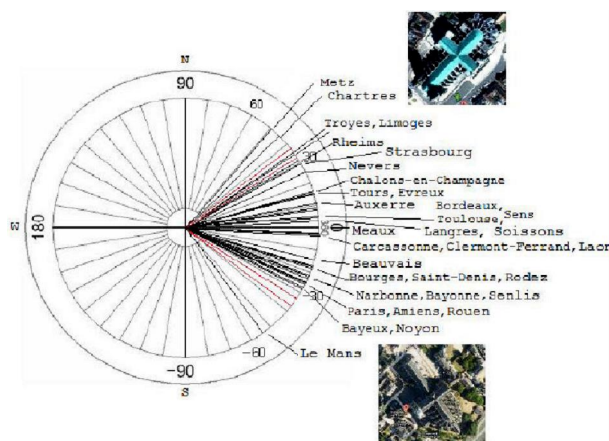
V niektorých špeciálnych prípadoch, ako pri kostole Ludrová alebo Kút, je astronomická orientácia relatívne presná. Tu je orientácia na letný aj zimný slnovrat s odchýlkou +/- 1 stupeň.



Obr. 11 Orientácie kostolov na Slovensku (výber)

Orientácia kostolov na východ je iba približná, môžeme podobne ako Amelia Sparavigna (2012) povedať, že kostoly sú orientované v smere východu Slnka. Presnejšie orientácie astronomického významu sa dajú o akákoľvek iba v špeciálnych prípadoch, ako napríklad pri kostole Ludová Kút. Sparavigna skúmala orientácie katedrál vo Francúzsku a smerový graf je podobný obrázku 11.

Podobnú približnú orientáciu na východ vidíme aj v práci Hoare P.G. a Sweet C.S. (2000), ktorí skúmali orientáciu stredovekých chrámov v Anglicku. Na obrázku 13 vidíme ich obrázok (Fig.2), ktorý ukazuje danú situáciu.



Obr. 12 Smerový graf orientácie katedrál vo Francúzsku Sparavigna C. A. (2012), fig.4

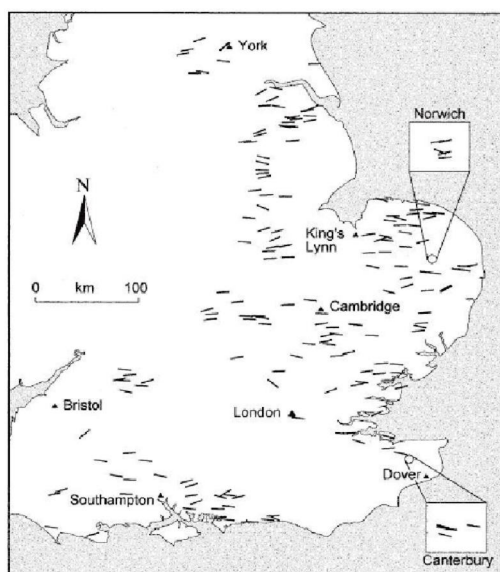


Figure 2. The position and orientation ( $^{\circ}$ T) of individual early medieval churches measured in this study.

Obr. 13 Orientácia stredovekých chrámov v Anglicku Hoare a Sweet (2000), fig.2

## 5. ANALÝZA OSLNENIA KOSTOLOV

Do rozhodovania o umiestnení kostola určite vstupovalo množstvo faktorov i uľt racionálnej povahy, alebo súvisiacich s dobovým náboženským cítením. Podľa historických prameňov citovaných v úvode bolo zakladanie kostolov výrazne ovplyvnené slnkom a svetlom, čo sa prejavilo aj vo výsledkoch astronomických výpočtov. Cieľom nasledujúceho experimentu je overiť, či umiestnenie kostolov mohlo súvisieť aj s mierou slnečného svitu v danej lokalite.

### 5.1 Výpočet denného času oslnenia

Pri výpočtoch sme vychádzali z predpokladu, že miera oslnenia krajiny sa po roku cyklicky opakuje. Analýza oslnenia bola preto vykonaná pre modelový rok 2015, konkrétne pre dni jarnej a jesennej rovnodennosti a zimného a letného slnovratu. Dátumy zo súasnosti sme použili preto, že v tomto prípade nás zaujímala samotná miera oslnenia a jej extrémne hodnoty počas najkratšieho, najdlhšieho a vyváženého dňa v roku, nie konkrétne historické dátumy týchto dní.

Pre vybrané dni v roku 2015 (Tab. 1) boli výpočítané denné asy vystavenia slnečnému žiareniu.

Dátum	Deň v roku
20.3.	79
21.3.	172
23.9.	266
22.12.	356

Tab. 1: Dátumy a asy rovnodennosti a slnovratov v roku 2015 (Goddard Institute for Space Studies,

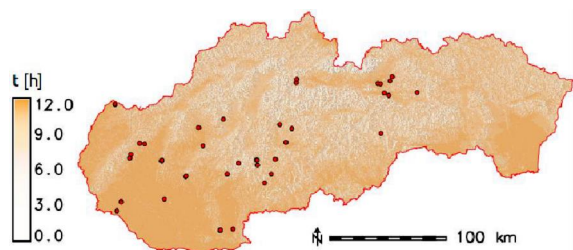
### NASA (2013)

Výpočet bol realizovaný v softvéri GRASS GIS (GRASS Development Team, 2015) pomocou modulu *r.sun* (Hofierka a Suri, 2007). Tento modul poskytuje funkcionality na výpočet intenzity priameho, rozptýleného a odrazeného slnečného žiarenia v jednotkách  $Wh/m^2$  za deň, času denného oslnenia a uhla dopadu slnečných lúčov v danej lokalite na podklade vstupného digitálneho modelu reliéfu, dátumu a príp. atmosférických podmienok.

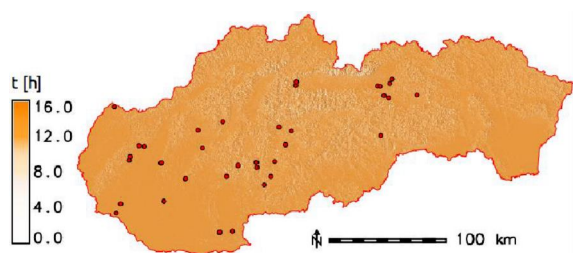
Keďže predpokladáme, že pre našich predkov bol pri posudzovaní miery oslnenia krajiny asový údaj zrozumiteľnejší a ľahšie merateľný než inak spomínaná intenzita slnečného žiarenia, v našom experimente sme pracovali len s časmi denného oslnenia, ktoré boli výpočítané nasledovne:

```
r.sun elevation=eudem_Slovensko
aspect=expozicia_Slovensko
slope=sklon_Slovensko
insol_time=insol_2015_356 day=356
```

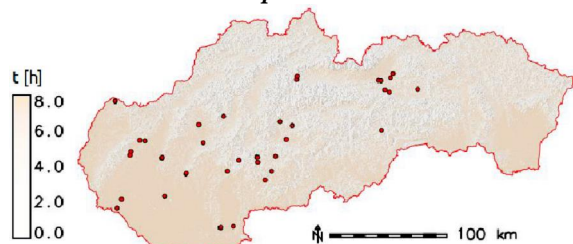
Jednotlivé parametre príkazu predstavujú digitálny model reliéfu pre územie Slovenska, z neho odvodené rastre sklonu svahov a orientácie svahov na svetové strany, názov rastra oslnenia reliéfu a číslo dňa v roku, pre ktorý bol výpočet realizovaný (napr. deň zimného slnovratu v roku 2015). Iné vstupné parametre sme v tomto experimente neuvažovali.



Obr. 14 Doba oslnenia po as d a jarnej rovnodennosti

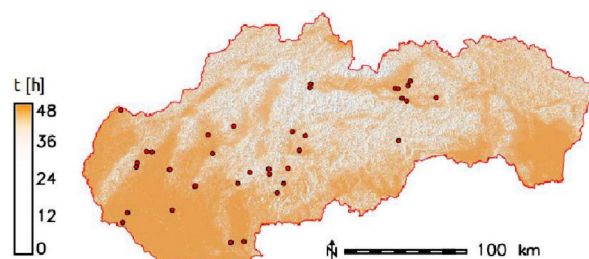


Obr. 15 Doba oslnenia po as d a letného slnovratu



Obr. 16 Doba oslnenia po as d a zimného slnovratu

Okrem asov oslnenia pre jednotlivé dni sme analyzovali aj ich celkový súčet, ktorý predstavuje približnú aproximáciu celoročného oslnenia. Je potrebné brať do úvahy, že prírastok a úbytok k celkovému času oslnenia sa môže v priebehu roka meniť nepravidelne.



Obr. 17 Súčet asov oslnenia v dňoch rovnodenností a slnovratov (aproximácia ročného času oslnenia)

Dáta pre vybrané kostoly boli získané odítaním hodnôt jednotlivých rastrov oslnenia pre bunky, do ktorých spadala bodová vektorová reprezentácia daného kostola pomocou modulu *v.what.rast* (Blafek a Bowman, 2015). Výsledky sumarizuje Príloha B.

### 5.2 <sup>STATISTICKÉ</sup> Vyhodnotenie výsledkov

Následne boli porovnané štatistické charakteristiky a histogramy súborov dát pre celé územie Slovenska a pre vzorku reprezentovanú štyridsiatimi vybranými kostolmi. Štatistické charakteristiky (Tab. C.1) boli získané pomocou modulov softvéru GRASS GIS (GRASS Development Team, 2015) *v.univar* (Blafek a kol., 2015) a *r.univar* (Bowman a kol., 2015). Hypotéza o príslušnosti každej dvojice dát (hodnoty asov oslnenia v skúmaných dňoch pre celé Slovensko a pre vybrané kostoly) k súboru s rovnakým rozdelením pravdepodobnosti bola overená pomocou *Kolmogorov-Smirnovovho testu dobrej zhody* v softvéri R (R Development Core Team, 2008). Pomocou tohto softvéru boli vytvorené taktiefl histogramy.

Rozdielne disperzie a štandardné odchýlky pre každú dvojicu naznačujú, že dáta pre celé územie Slovenska a pre vybrané kostoly by nemali byť považované za súbory s rovnakým rozdelením pravdepodobnosti. Na základe výsledkov *Kolmogorov-Smirnovovho testu dobrej zhody* (Tab. C.2) možno na hladine významnosti  $\alpha = 0.05$  predpokladať, že dáta pre celé územie Slovenska a pre vybrané kostoly nepochádzajú zo súboru s rovnakým rozdelením pravdepodobnosti.

Podiel hodnôt asov oslnenia vo vzorkách dát pre jednotlivé dni aj pre ich celkový súčet bol graficky znázornený pomocou histogramov (Príloha D).

Krivky na Obr. D.1 znázorňujú podiel času oslnenia pre územie Slovenska (plná čiara) a pre vybrané kostoly (body). Tento podiel je vyjadrený v percentách celkového počtu buniek rastra s rozlíšením 25 m, resp. počtu sledovaných objektov. Histogramy boli vytvorené osobitne pre dni slnovratu a rovnodennosti. Krivky sú vo všeobecnosti charakteristické stúpajúcou tendenciou

(výnimky budú prediskutované v al-om odseku), pri om môžeme sledovať ukončenie krivky pri dosiahnutí maximálnej dĺžky d a v závislosti od roného obdobia. Územia, ktoré sú oslnené počas celého d a, dosahujú v našich podmienkach podiel 18% a 27% počas roného obdobia. Vzhľadom na to, že histogramy pre kostoly boli rátané z menšej vzorky dát, majú dosť nepravidelný priebeh.

Každý zo štyroch histogramov, zodpovedajúci dnu slnovratu alebo rovnodennosti, má svoje špecifické vlastnosti. V porovnaní s ostatnými histogramami, de zimného slnovratu vykazuje výrazne vyšší podiel málo oslnených oblastí. Lokality, ktoré nie sú oslnené vôbec, dokonca vytvárajú lokálne maximum. Po následnom prudkom poklese a k minimu, ktoré vykazuje pomerne vysoké nenulové hodnoty, má krivka pravidelný rastúci priebeh.

V priebehu ostatných analyzovaných dní je po et krátko oslnených oblastí prakticky zanedbateľný. Opäť, histogramy sa líšia umiestnením bodu, v ktorom nadobúdajú nenulové hodnoty v závislosti od dĺžky d a v danom ro nom období. Krivky pre jarnú a jesennú rovnodennosť majú takmer totožný priebeh, líšia sa však v podiele lokalít, ktoré sú oslnené počas celého d a.

Zvláštnosťou letného slnovratu je, že podiel lokalít oslnených počas celého d a predstavuje lokálne minimum, keďže prevažujú územia, ktoré sú oslnené približne o hodinu kratšie.

Histogramy sú tu asov oslnenia v dňoch slnovratov a rovnodenností (Obr. D.2) je, narušené od histogramov pre jednotlivé dni, charakterizovaný viacerými lokálnymi extrémami, ale celkovo vykazuje rastúcu tendenciu. Zaujímavá je aj konfigurácia diskretných hodnôt histogramu pre vybrané kostoly, ktoré re-pektujú klesajúce a stúpajúce tendencie prudko sa meniacej krivky pre celé územie Slovenska.

Uvažujúc porovnanie štatistických charakteristík (Tab. D.1), v ktorom súbor denných asov oslnenia kostolov vykazuje rovnomernejší priebeh ako dáta pre celé územie Slovenska, v kombinácii s výsledkami Kolmogorov-Smirnovovho testu dobrej zhody, na základe ktorého je možné zamietnuť hypotézu o tom, že by dvojice dát vzťahované k jednotlivým dňom pochádzali zo súboru s rovnakým rozdelením pravdepodobnosti, predpokladáme, že vybrané kostoly sa nachádzajú v územiach s vyššou mierou oslnenia.

Tento záver je v súlade s pôvodným predpokladom a s historickými prameňmi, avšak je potrebné vziať do úvahy, že štatistická analýza asov oslnenia bola prevedená pre celé územie Slovenska. Je pravdepodobnejšie, že staviteľia kostolov pri určení vhodnej lokality zohľadňovali lokálne špecifika krajiny. Preto by v rámci výskumu bolo zaujímavé analyzovať menšie lokality (napríklad ohraničené miestnymi pohoriami) a sústrediť sa na kompletnú vzorku kostolov v danej oblasti.

Taktiež treba dodať, že výrazne vyššie oslnenie lokality ešte nemuselo znamenať dôvod umiestnenia kostola. Ak sa sústredíme iba na kultúrne faktory, svoju rolu pri umiestňovaní kostola mohla zohrať aj monumentálnosť miesta, o by bolo možné overiť výpočtom rastra totálnej viditeľnosti. Aj monumentálnosť lokality je však z veľkej časti daná konfiguráciou terénu a teda možno predpokladať, že úzko súvisí s mierou oslnenia.

#### 5.4 Vzáťah umiestnenia kostolov a ich oslnenia

Doba, počas ktorej je krajina vystavená slnému žiareniu, sa mení počas roného obdobia, ale závisí aj od zatienia lokality okolitým terénom, od orientácie svahu na svetové strany a od ďalších faktorov, ktoré sme však nezohľadňovali vzhľadom na ich premenlivosť (napríklad oblačnosť, atmosférické podmienky a pod.). Zamerali sme sa predovšetkým na detekciu možných vzťahov medzi mierou oslnenia reliéfu a jeho geomorfologickými vlastnosťami. Závislosť denného asu oslnenia od výšky, sklonov svahov a ich orientácie na svetové strany bola modelovaná pre jednotlivé dni aj pre súčasnú pomocou tzv. boxplotov. Všeobecné informácie k ich interpretácii nájdete napríklad v (Yau, 2007).

Ako možno pozorovať v Prílohách E a F, vzorka štyridsiati objektov je na modelovanie závislosti oslnenia od terénu relatívne malá. Hoci z daných výsledkov nie je možné vyvodiť všeobecnejšie závery i predpoklady, isté zaujímavé súvislosti sa objavujú aj v tejto malej vzorke.

Príloha E zobrazuje distribúciu asov oslnenia vo výškových intervaloch po 50 m. Najviac objektov (42.5%) je sústredených vo výškovom intervale 150 m a 200 m ( $\pm 25$  m). Distribúcia kostolov v ostatných intervaloch je relatívne rovnomerná.

Kombinácia výšky a distribúcie oslnenia môže naznačovať, v akom teréne sa nachádza prevažnosť kostolov v danom intervale. Napríklad objekt vo výškovom intervale 100 m ( $\pm 25$  m) sa s veľkou pravdepodobnosťou bude nachádzať na rovine, omu napovedá nielen výška v kontexte topografie Slovenska, ale aj medián asu oslnenia, ktorý dosahuje maximálnu možnú hodnotu v danom ro nom období. To isté sa dá predpokladať aj o iných objektoch v nižších polohách, ale vzhľadom na znížený medián a väčší rozptyl v nasledovnom intervale možno usudzovať, že do tejto skupiny patria aj kostoly umiestnené na úpätiach vyšších pohorí (alebo aspoň v dosahu ich tieňov). Hoci podobne by sa dalo uvažovať aj o interpretácii objektov vo vyšších polohách, v tomto prípade je pre príliš malú vzorku odhad lokácie kostolov takmer nemožný.

Distribúcia oslnenia v intervaloch sklonu svahu s rozpätím  $0.5^\circ$  v Prílohe F ukazuje, že kostoly sú predovšetkým sústredené v oblastiach so sklonom svahu  $0.5^\circ$  a  $4^\circ$  ( $\pm 0.25^\circ$ ), s najvyššou koncentráciou

v intervale  $1^\circ \pm 0.25^\circ$ . Na strmých svahoch je výskyt vybraných kostolov sporadický (s výnimkou intervalov  $7^\circ$  a  $8^\circ \pm 0.25^\circ$ ).

Distribúcia pod a sklonu svahu síce jasne ukazuje, že väčšina kostolov bola postavená na svahom s veľkým miernym sklonom, avšak odhadnutie geografickej polohy kostolov v jednotlivých zhlukoch môže byť takisto náročné a nejednoznačné ako v prípade výšok. Mierny sklon svahu môže totiž indikovať rovinné územie, ale aj vrchol kopca (v rozlíšení rastra 25 m nejde o príliš ostré koniare).

Môžeme preto usudzovať, že zhluky v intervale  $0.5^\circ$  a  $1^\circ \pm 0.25^\circ$  sú tvorené predovšetkým kostolmi situovanými v rovinnom území, avšak výrazne nízky medián pre deti zimného slnovratu i extrémne nízke vybočujúce hodnoty naznačujú, že sem ojedinele patria aj kostoly, ktoré sú umiestnené v tieni vyššieho pohoria. To môže znamenať kostol na úpätí, ale aj na vrchole pahorku alebo kopca, či na dne širokej doliny.

V nižších intervaloch dochádza k výraznému zníženiu mediánu, na základe čoho možno predpokladať častejší výskyt takýchto nejednoznačne situovaných objektov. Vyvodí sa záver pre najviac rozptýlený zhluk kostolov i pre výnimky v svahoch strmých ako  $4^\circ$  je na základe vyššie uvedeného prakticky nemožné.

Príloha G zobrazuje distribúciu denných časov oslnenia v 15-stupňových intervaloch orientácie svahu v danej lokalite na svetové strany, pričom pri  $0^\circ$  predstavuje kartografický sever<sup>1</sup> a uhol narastá v smere pohybu hodinových ručičiek.

Graf naznačuje výrazné zoskupenie kostolov na svahoch orientovaných v smere severovýchod a juhovýchod. Počet objektov v jednotlivých intervaloch je relatívne vyrovnaný, avšak štatistické charakteristiky časov osvetlenia sa dynamicky menia. V opačnom spektre smerovej ručičky je výskyt kostolov zriedkavejší (s výnimkou svahov orientovaných na západ a severozápad).

Vyššie popísané vlastnosti grafov v Prílohách E - G sú badateľné aj vo vykreslení závislosti celkového času vyjadrenom súčtom denných časov oslnenia po čas vybraných dní od morfometrických vlastností reliéfu (Príloha H).

V zobrazení distribúcií celkového času pod a výškových intervalov (Obr. H.1) vidno, ako sa kostoly

1

Z kartografického hľadiska by bolo korektné opraviť hodnoty orientácie svahu na svetové strany o veľkosť meridiánovej konvergencie v systéme S-JTSK. Jej približné hodnoty vypočítané podľa vzorca (Buchar, 2007, str. 71) sú však zanedbateľné v porovnaní s reálnou presnosťou zakladania historických stavieb a určenia azimutu i orientácie na svetové strany, preto sme sa rozhodli alej analyzovať pôvodné hodnoty, ktoré taktiež neuvažujú časové zmeny rovníkových súradníc Slnka vplyvom precesie a nutácie.

na nížinách šesťdesiat až do tie a pri ahľých pohorí. Výrazná je nejednoznačnosť stredných polôh a tri kostoly v intervale  $550 \text{ m} \pm 25 \text{ m}$  by mohli byť vzhľadom na výrazne vysoký medián a asymetrickú disperziu umiestnené na vrcholoch nižších kopcov.

V Obr. H.2 je opäť markantné nerovnomerné rozmiestnenie kostolov v prospech miernejších svahov a pomerne nízky medián zhluku v intervale  $3^\circ \pm 0.25^\circ$  by mohol indikovať častejší výskyt kostolov umiestnených na zatienených svahoch v lenitejšom teréne.

Distribúcia celkového času oslnenia v 15-stupňových intervaloch orientácie svahov na svetové strany (Obr. H.3) opäť vykazuje zvýšenú koncentráciu objektov vo východnej časti smerovej ručičky.

V Prílohe C informatívne uvádzame výpis časov oslnenia a morfologických parametrov (Tab. C.3) pre päťicu kostolov, v prípade ktorých bola preukázaná astronomická orientácia (vi kapitola 4). Z porovnania časov oslnenia so štatistickými charakteristikami pre jednotlivé dni (Tab. C.1) vyplýva, že medzi lokality s najvyššou mierou oslnenia sa radí iba kostol v Diakovciach. Pri porovnaní morfometrických parametrov je zaujímavé, že takmer všetky kostoly sú situované na svahoch orientovaných na východ a juhovýchod (okrem kostola v Otrhánkach, ktorý stojí na svahu so západoseverozápadnou orientáciou).

## 5.5 Analýza výsledkov vzhľadom na dáta a metódy

Pri priestorových analýzach založených na geomorfológii zohráva kľúčovú rolu presnosť a rozlíšenie digitálneho modelu reliéfu. EU-DEM (European Environmental Agency, 2013), ktorý bol použitý v experimente s časom oslnenia krajiny, je k dispozícii v rozlíšení 25 m. Keďže pri analýze oslnenia je potrebné brať do úvahy oveľa väčšie okolie záujmového územia (prinajmenom tak, aby boli zahrnuté najvyššie pohoria v jeho blízkosti), toto rozlíšenie považujeme za dostatočné. Na detailnejšiu analýzu bližšieho okolia kostolov by však bolo potrebné použiť vstupné dáta s vyšším rozlíšením.

Ani jemnejší vstupný raster by teoreticky nezaručil presnejší výsledok digitálneho modelu reliéfu reprezentujú povrch Zeme bez uváženia lesných porastov a antropogénnych prvkov typu budovy a pod., ktoré majú výrazný vplyv na oslnenie krajiny. Z dôvodu absencie historických dát tohto typu sme vplyv zalesnenia zanedbali. Údaje o výške terénu by síce bolo možné odhadnúť napríklad podľa map vojenských mapovaní z 18. a 19. storočia i podľa historických katastrálnych máp, avšak aj tieto mapy sú vzhľadom na dobu založenia vybraných kostolov relatívne moderné a nemôžu reflektovať skutočný stav stredovekej krajiny.

Ostatné faktory, ktoré sme pri realizácii experimentu nebrali do úvahy buď predstavujú námet na ďalší podrobný výskum (atmosférické podmienky, modelovanie vplyvu oblakov), alebo sú zanedbateľné v porovnaní s polhodinovými intervalmi výpočtu času



oslňenia a s vynechaním stredovekého zalesňenia krajiny. Ako príklad uvedieme aproximáciu asu oslňenia pre dni slnovratov a rovnídenností na základe výpočtov iba pre modelový rok (bez uváženia rozdielov spôsobených precesiou, nutáciou a al-ími javmi nebeskej mechaniky). Aproximácia rovníka asu oslňenia sú týmto výskumom vo vybraných dňoch sa ukázala ako efektívny krok vzhľadom na trvanie výpočtu, ale v ďalšom výskume bude vhodné pre dosiahnutie presnejšieho výsledku asové rozostupy medzi vybranými dňami výrazne zhrustiť.

## 6. DISKUSIA A ZÁVER

čo sa týka astronomickej orientácie kostolov prevažuje smer východ o západ, avšak pri veľkom rozptyle smerov. Severojužný smer je prakticky prítomný iba v prípade Katarínky. Ostatné smery sú pravdepodobne podmienené zložitým terénom pri stavbe kostola. Zistená orientácia na východ Slnka v deň patrocínia je veľmi nepresná a tieň jej urieňuje sa aflovala zmena patrocínia v priebehu asu, kedy sa patrón kostola často menil, prípadne boli urieňené viacerí patróni kostola. Nemofné je to urieňiť, pokiaľ bol kostol zasvätený v-etským svätým. Podľa toho je veľmi pravdepodobné, že kostoly takýmto spôsobom neboli orientované. V niektorých prípadoch je mofné urieňiť astronomickú orientáciu na významné smery. Na podrobnejšiu analýzu je potrebné zistiť orientácie vä-šieho po týchto kostoloch, čo je mofný smer výskumu do budúcnosti.

Z analýzy asu oslňenia vyplynulo, že vybrané kostoly sú situované v oblastiach s veľkou mierou slnečného fliarenia. Analýza distribúcie asov oslňenia poukázala na zaujímavé súvislosti, napríklad zvýšený výskyt kostolov na svahoch s východnou a juhovýchodnou orientáciou. Taktiež vzniklo niekoľko otázok, riešenie ktorých by si vyžadovalo podrobnejší interdisciplinárny výskum. Snaha porozumieť súvislostiam medzi oslňením lokality a umiestnením sakrálneho objektu vyžaduje komplexný prístup, zahŕajúci široké spektrum informácií a dát z astronómie, meteorológie, histórie a iných vedných odborov.

## LITERATÚRA

- Aplikácia Google Earth <https://earth.google.com>  
 Apostolic Constitutions 2, 57 (61)  
 Blafek, R., Bowman, H., Landa, M., 2015. *v.univar*.  
<https://grass.osgeo.org/grass70/manuals/v.univar.html>  
 Blafek, R., Bowman, H., 2015. *v.what.rast*.  
<https://grass.osgeo.org/grass70/manuals/v.what.rast.html>  
 Bowman, H., Landa, M., Shmakov, I., Metz, M., 2015. *r.univar*.  
<https://grass.osgeo.org/grass70/manuals/r.univar.html>  
 Buchar, P., 2007. *Matematická kartografie*. Praha: VUT Fakulta stavební  
 Connolly R.H., *Didiscalia Apostolorum*, 1929, p. 119-120  
 Encyclopedia Britannica [www.britannica.com](http://www.britannica.com)  
 European Environmental Agency (2013). *Digital Elevation Model over Europe (EU-DEM)*. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem#tab-original-data>  
 Goddard Institute for Space Studies, NASA (2013). *Time and Date of Vernal Equinox*. <http://data.giss.nasa.gov/ar5/srvernal.html>  
 GRASS Development Team. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 7.1. Open Source Geospatial Foundation. <https://grass.osgeo.org/>  
 Haag Michael, 2011 *Templá i, fakta a mýtus*, Praha, vyd.Slovart  
 Hoare P.G., Sweet C.S., *Journal of Historical Geography*, 26, 2, (2000) 1626173  
 Hofierka, J., Suri, M., 2007. *r.sun*.  
<https://grass.osgeo.org/grass64/manuals/r.sun.html>  
 Katastrálny portál [www.katasterportal.sk](http://www.katasterportal.sk)  
 Mencl. V., 1937 *Stredoveká architektúra na Slovensku*  
 Praha o Pre-ov, vyd. eskoslovenská grafická únia ú .spol.  
 Program Sky Map Pro 8, <http://www.skymap.com>  
 R Development Core Team (2008). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0,  
<http://www.R-project.org>.  
 Sparavigna C.A., 2012, *Ad Orientem: the Orientation of Gothic Cathedral of France*  
<http://arxiv.org/abs/1209.2338>  
 St.Clement of Alexandria: *Strom.*7.  
 Třnko Peter Mgr., 2011, *Model: Papierová vystrihova ka*  
 Kostol v-etských svätých Ludrová o Kút a Ka-tie z Parífloviec v MLD Pribylina, vyd. fililnský samosprávny kraj  
 Origen: *Hom.5 on Numbers*,ch.4.  
 Tertullin : *Apology 16 : Ad Nationes 13*.  
 Wikipedia:[http://pt.wikipedia.org/wiki/Infante\\_D.\\_Henrique](http://pt.wikipedia.org/wiki/Infante_D._Henrique)  
 Yau, N., 2007. *How to Read and Use a Box-and-Whisker Plot*.  
 In *Flowingdata*. <https://flowingdata.com/2008/02/15/how-to-read-and-use-a-box-and-whisker-plot/>  
 Zameranie národnej kultúrnej pamiatky Ludrová o Kút, 1974  
 Archív PÚSR Zbierka projektov a plánov sign . . A 5708/2

**APPENDIX A** - Tabu ka so zemepisnými súradnicami v systéme WGS 84 a nájdené orientácie kostolov  
 Presnosť v S-JTSK je +/- 0,5 stupňa, vo WGS 84 z Google Earth je od +/- 0,5 po +/- 2 stupne, v závislosti od veľkosti objektu v mapovom zobrazení.

<b>Objekt</b>	$\phi$ (N)	$\lambda$ (E)	<b>h (m)</b>
Ludrová - Kút	49 stup ov 03' 49.02ö	19 stup ov 19'46.55ö	527
Martin ek	49 05' 27.14ö	19 20'07.13ö	586
Sádok	48 33' 26.58ö	18 15'59.04ö	239
Svodín sv.Michal	47 54' 26.36ö	18 29'55.28ö	187
Svodín nanebovzatie p.Márie	47 54' 39.04ö	18 29'59.71ö	199
Katarínka	48 33' 17.67ö	17 32'08.12ö	329
Hlohovec sv.Michal	48 25' 36.76ö	17 47'50.12ö	158
Rudno nad Hronom sv.Imrich	48 25' 52.55ö	18 41'03.36ö	210
Hronský Be adik	48 20' 42.00ö	18 33'28.76ö	201
Párovce-Nitra sv.Štefan	48 18' 43.42ö	18 04'55.26ö	147
Otrhánky	48 41' 40.60ö	18 12'31.94ö	234
Skalica sv.Michal	48 50' 45.25ö	17 13'46.89ö	182
Skalica sv.Juraj	48 50' 54.54ö	17 13'31.40ö	177
Dechtice V-etských svätých	48 33' 06.32ö	17 35'40.76ö	209
Diakovce	48 08' 04.01ö	17 50'50.99ö	116
Horné Ore-any	48 27' 59.77ö	17 26'16.71ö	211
Dolné Ore-any	48 26' 19.86ö	17 25'43.57ö	200
Banská Štavnica Starý hrad	48 27' 34.58ö	18 53'28.19ö	628
Banská Štavnica nanebovzatie p.M.	48 27' 30.56ö	18 53'49.40ö	594
Krupina Bazilika narod.p.Márie	48 21' 15.05ö	19 03'53.68ö	276
Dobrá Niva (Zvolen) bazilika	48 28' 09.11ö	19 06'27.51ö	367
Hontianske Nemce	48 17' 10.72ö	18 59'32.88ö	222
Nitra sv.Emérám, katedrála	48 19' 06.57ö	18 05'13.95ö	174
Bí a	47 55' 16.00ö	18 38'37.22ö	126
Hlohovec Františkánsky kostol	48 25' 54.56ö	17 48'02.65ö	145
Spišská Kapitula	49 00' 01.61ö	20 44'27.68ö	513
Zolná	48 36' 07.43ö	19 13'29.36ö	337
Poniky	48 42' 32.57ö	19 17'25.51ö	505
Ilja	48 25' 12.12ö	18 54'08.80ö	512
ubica (Kefmarok)	49 07' 16.62ö	20 27'04.46ö	643
Ve ká (Poprad)	49 04' 04.94ö	20 16'51.70ö	681
Vrbov sv.Servác (Kefmarok)	49 05' 18.28ö	20 25'29.49ö	663
Spišská Sobota (Poprad)	49 03' 56.21ö	20 18'54.31ö	680
Hrabuice sv.Vavrinec	48 58' 36.74ö	20 24'39.96ö	547
Šamorín	48 01' 35.37ö	17 18'41.65ö	126
Štrtok na Ostrove sv.Jakub	48 05' 51.98ö	17 21'21.96ö	125
Diviaky nad Nitricou	48 45' 58.64ö	18 29'32.88ö	301
Banská Bystrica sv.Trojica	48 44' 14.48ö	19 08'49.19ö	366
Ochtiná ( Roflava)	48 41' 01.40ö	20 19'32.72ö	341
Spišský Štávnik (Poprad)	48 59' 40.56ö	20 21'32.48ö	565

Objekt	Azimut (WGS 84)	Azimut (SJTSK)	Pôdorys, Menzel, strana
Ludrová - Kút	98	102	
Martin ek	60.5	65.5	
Sádok	112	116	337
Svodín sv.Michal	50.28	55	
Svodín nanebovzatie p.Márie	115.28	120	
Katarínka	191		
Hlohovec sv.Michal	112	118	
Rudno nad Hronom sv.Imrich	316	322.5	
Hronský Be adik	71.5	74	
Párovce-Nitra sv.Štefan	254	254.5	137
Otrhánky	51	58.5	138
Skalica sv.Michal	86.5	92	
Skalica sv.Juraj rotunda	55	68	144
Dechtice V-etských svätých	88	91	147
Diakovce	48.5	53	153
Horné Ore-any	298.8	308	164
Dolné Ore-any	101	105	
Banská Štavnica Starý hrad	87	91	191
Banská Štavnica nanebovzatie p.M.	78.5	82	
Krupina Bazilika narod.p.Márie	79.5	82.5	202
Dobrá Niva (Zvolen) bazilika	102	105	206
Hontianske Nemce	76.5	80	209
Nitra sv.Emérám, katedrála	103	108	225
Bí a	80	82.5	244
Hlohovec Františkánsky kostol	118	122.5	
Spišská Kapitula	96.2	99.0	256
Zolná	84	87	
Poniky	80	83	
Ilija	75	79	278
ubica (Kefľmarok)	97	102	287
Ve ká (Poprad)	94	97	289
Vrbov sv.Servác (Kefľmarok)	91	94	291
Spišská Sobota (Poprad)	68	72	293
Hrabu-ice sv.Vavrinec	69	72	300
Šamorín	89	93	303
Štrtok na Ostrove sv.Jakub	89	95	310
Diviaky nad Nitricou	62	67	329
Banská Bystrica sv.Trojica	81	85	343

Ochtiná ( Rofl ava)	54	57	344
Spi-ský Ťavnik (Poprad)	90	93	

**APPENDIX B** - Tabu ka asov oslnenia a morfometrických parametrov pre vybranú vzorku kostolov

Objekt	as oslnenia					Morfometrické parametre				
	20.3.	21.6.	23.9.	22.12.	sú et	H [m]	$\beta$ [°]	$\alpha_0$ [°]	$\gamma$ [°]	$\alpha$ [°]
Ludrová - Kút	11.5	15	11.5	7	45	527	1.75	109.74	-2.52	107.23
Martín ek	11.5	15	11.5	6	44	587	2.09	90.11	-2.51	87.60
Sádok	11.5	15	11.5	7.5	45.5	235	6.92	300.80	-3.07	297.73
Svodín	11.5	15.5	11.5	7.5	46	188	3.72	101.18	-3.05	98.13
Svodín	12	15.5	12	8	47.5	202	1.14	279.60	-3.05	276.55
Katarínka	11.5	15	11.5	7	45	334	5.27	197.46	-3.41	194.05
Hlohovec	12	15.5	12	8	47.5	158	0.89	158.64	-3.31	155.33
Rudno nad Hronom	10	13.5	10	6.5	40	205	3.10	184.09	-2.90	181.20
Hronský Be adik	10.5	14.5	10.5	5.5	41	202	8.68	131.50	-2.97	128.54
Párovce-Nitra	11.5	15.5	11.5	7.5	46	146	2.63	246.00	-3.19	242.81
Otrhánky	11.5	15	11.5	7.5	45.5	234	4.85	291.75	-3.08	288.67
Skalica	12	16	12	7.5	47.5	182	0.28	190.07	-3.50	186.57
Skalica	11.5	15.5	11.5	7	45.5	177	3.70	81.61	-3.50	78.10
Dechtice	12	15	12	8	47	213	6.83	348.24	-3.38	344.86
Diakovce	12	16	12	8	48	116	0.85	140.96	-3.33	137.63
Horné Ore-any	11	14.5	11	7.5	44	211	2.45	113.70	-3.47	110.23
Dolné Ore-any	11.5	15	11.5	8	46	200	0.76	75.42	-3.48	71.94
Banská Ťavnic, Starý hrad	10.5	13.5	10.5	6.5	41	636	10.88	68.60	-2.80	65.80
Banská Ťavnic	11	13.5	11	7	42.5	606	12.73	350.18	-2.79	347.39
Krupina	11	15	11	7	44	279	1.63	152.89	-2.73	150.16
Dobrá Niva (Zvolen)	11	14.5	11	7	43.5	365	3.35	214.38	-2.69	211.69
Hontianske Nemce	11.5	14.5	11.5	7	44.5	218	7.77	275.74	-2.77	272.97
Nitra	12	15.5	12	2.5	42	169	18.31	171.22	-3.19	168.03
Bí a	11.5	15.5	11.5	7.5	46	127	3.94	86.21	-2.98	83.23
Hlohovec - Franti-kánsky kostol	12	15.5	12	8	47.5	144	2.76	181.81	-3.31	178.51
Spi-ská Kapitula	11.5	15	11.5	7	45	488	2.64	357.94	-1.88	356.05
Zolná	10.5	14.5	10.5	7	42.5	334	7.73	259.21	-2.62	256.59
Poniky	10.5	15	10.5	7	43	501	7.04	225.83	-2.58	223.25
Ilija	11	14.5	11	7	43.5	517	9.84	19.68	-2.80	16.89
ubica (Keflmarok)	11.5	15	11.5	7.5	45.5	645	4.23	317.53	-2.00	315.52
Ve ká (Poprad)	12	15	12	7.5	46.5	681	1.39	340.31	-2.08	338.22
Vrbov (Keflmarok)	11.5	15	11.5	7	45	658	8.10	326.78	-2.02	324.76
Spi-ská Sobota (Poprad)	12	15.5	12	7.5	47	680	0.36	134.26	-2.07	132.19
Hrabu-ice	12	15.5	12	7.5	47	548	0.95	275.01	-2.03	272.97
Ťamorín	12	16	12	8	48	126	0.51	344.03	-3.60	340.44
Ťvrtok na Ostrove	12	16	12	8	48	126	0.99	85.08	-3.57	81.51
Diviaky nad Nitricou	11	14.5	11	6.5	43	302	2.76	57.65	-2.94	54.72
Banská Bystrica	11.5	15	11.5	7	45	370	6.38	333.43	-2.64	330.79
Ochtiná ( Rofl ava)	10.5	15	11	6.5	43	342	3.71	99.46	-2.10	97.36
Spi-ský Ťavnik (Poprad)	11.5	15	11.5	7.5	45.5	564	0.33	216.08	-2.06	214.02

Vysvetlivky symbolov:

- $\alpha_0$  orientácia svahu na svetové strany v súradnicovom systéme S-JTSK
- $\alpha$  orientácia svahu na svetové strany po zavedení meridiánovej konverencie
- $\beta$  sklon svahu
- $\gamma$  meridiánová konverencia pod a (Buchar, )
- H vý-ka pod a EU-DEM (European Environmental Agency, 2013) transformovaného do S-JTSK

APPENDIX C - Tabuľky so štatistickým vyhodnotením výsledkov výpočtu oslnenia

Deň v roku	79		172		266		356		súčet	
Bunky DMR/kostoly	78400546	40	78400546	40	78400546	40	78400546	40	78400546	40
Minimálny čas [h]	0	10	0	13.5	0	10	0	2.5	0	40
Maximálny čas [h]	12	12	16	16	12	12	8	8	48	48
Rozpätie [h]	12	2	16	2.5	12	2	8	5.5	48	8
Stredná hodnota [h]	10.9	11.4	14.7	15.0	10.9	11.4	6.5	7.1	43.0	45.0
Stand. Odchýlka [h]	1.0	0.5	1.1	0.6	1.0	0.5	1.9	0.9	4.5	2.1
Disperzia [h <sup>2</sup> ]	1.09	0.29	1.20	0.38	1.07	0.28	3.55	0.89	19.93	4.35
Medián [h]	11.0	11.5	15.0	15.0	11.0	11.5	7.0	7.25	44.0	45.25
Kvantil 90% [h]	12.0	12.0	16.0	15.5	12.0	12.0	8.0	8.0	48.0	47.5

Tab. C.1: Štatistické charakteristiky rastra denného času oslnenia a vzorky denného oslnenia na vybraných kostoloch

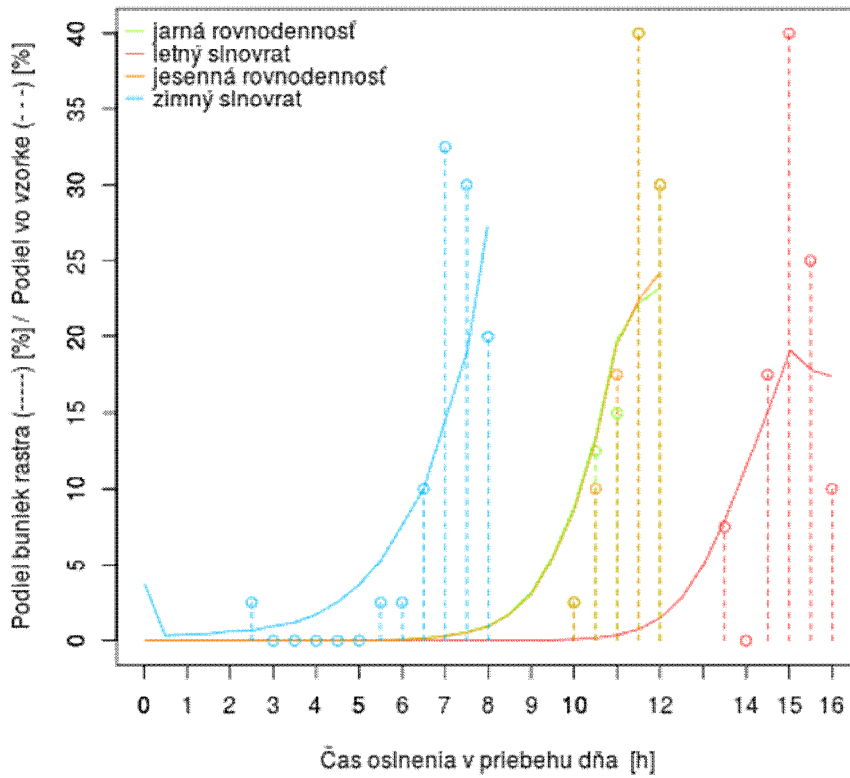
Deň v roku	79	172	266	356	súčet
D	0.24644	0.23005	0.23432	0.21618	0.24884
p-value	0.01552	0.02899	0.02474	0.04756	0.01411
výsledok	nie	nie	nie	nie (?)	nie

Tab. C.2: Výsledky Kolmogorov-Smirnovovho testu dobrej zhody

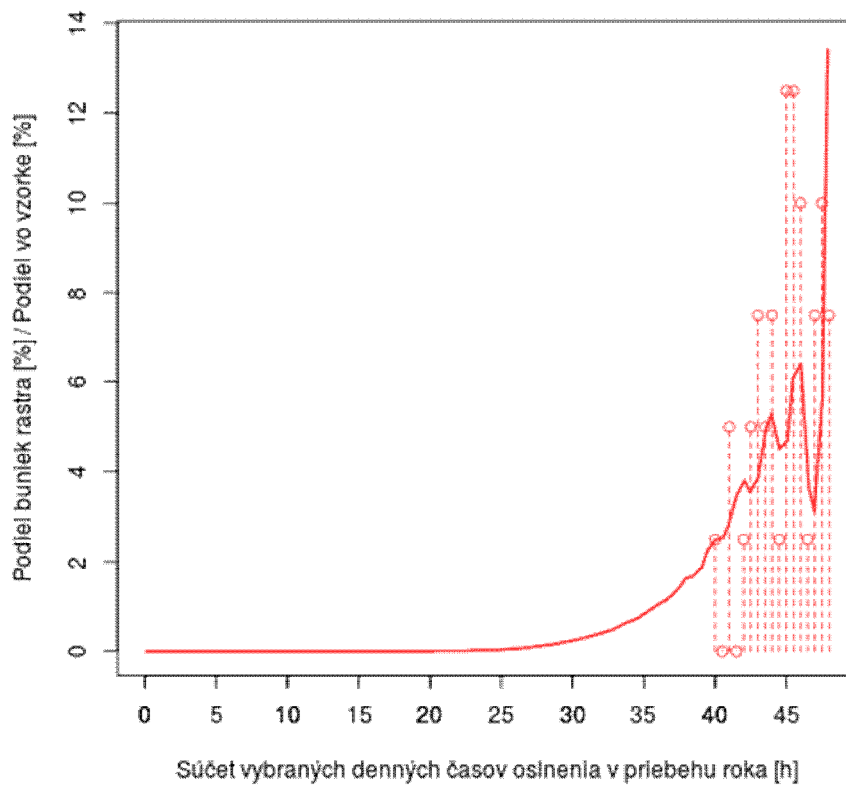
Deň	čas oslnenia [h]					Geomorfologické parametre		
	79	172	266	356	súčet	Výška [m]	Sklon [°]	Orientácia [°]
Ludrová - Kút	11.5	15	11.5	7	45	527	1.752886	109.74469
Svodín (sv. Michal)	11.5	15.5	11.5	7.5	46	188	3.719837	101.17809
Otrhánky	11.5	15	11.5	7.5	45.5	234	4.845780	291.7495
Diakovce	12	16	12	8	48	116	0.852294	140.95535
Ochtiná (Rožava)	10.5	15	11	6.5	43	342	3.711526	99.459064

Tab. C.3: Časy oslnenia a geomorfologické parametre pre vybrané kostoly s preukázanou astronomickou orientáciou

APPENDIX D - Histogramy

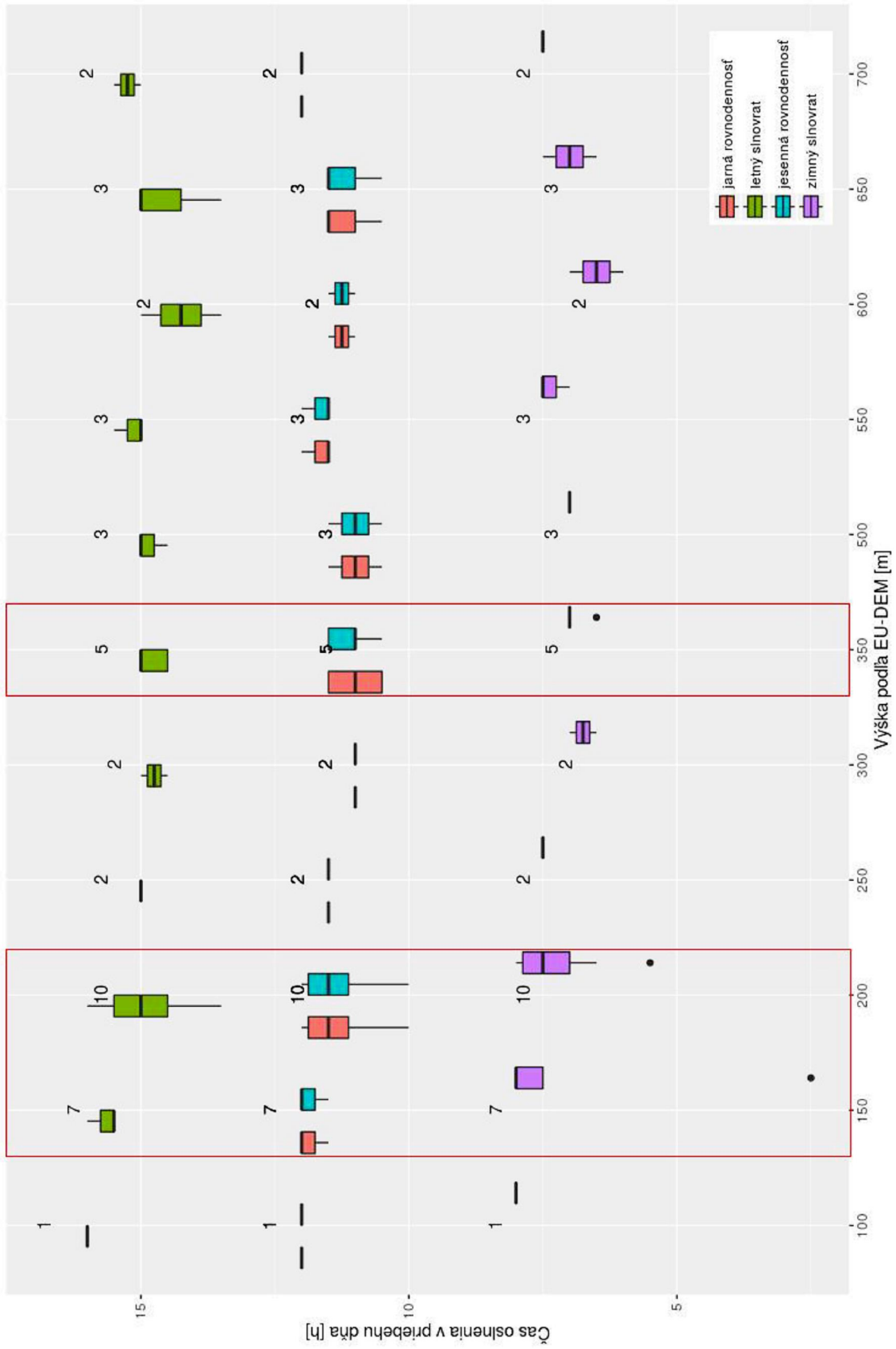


Obr. D.1: Histogramy asu oslnenia

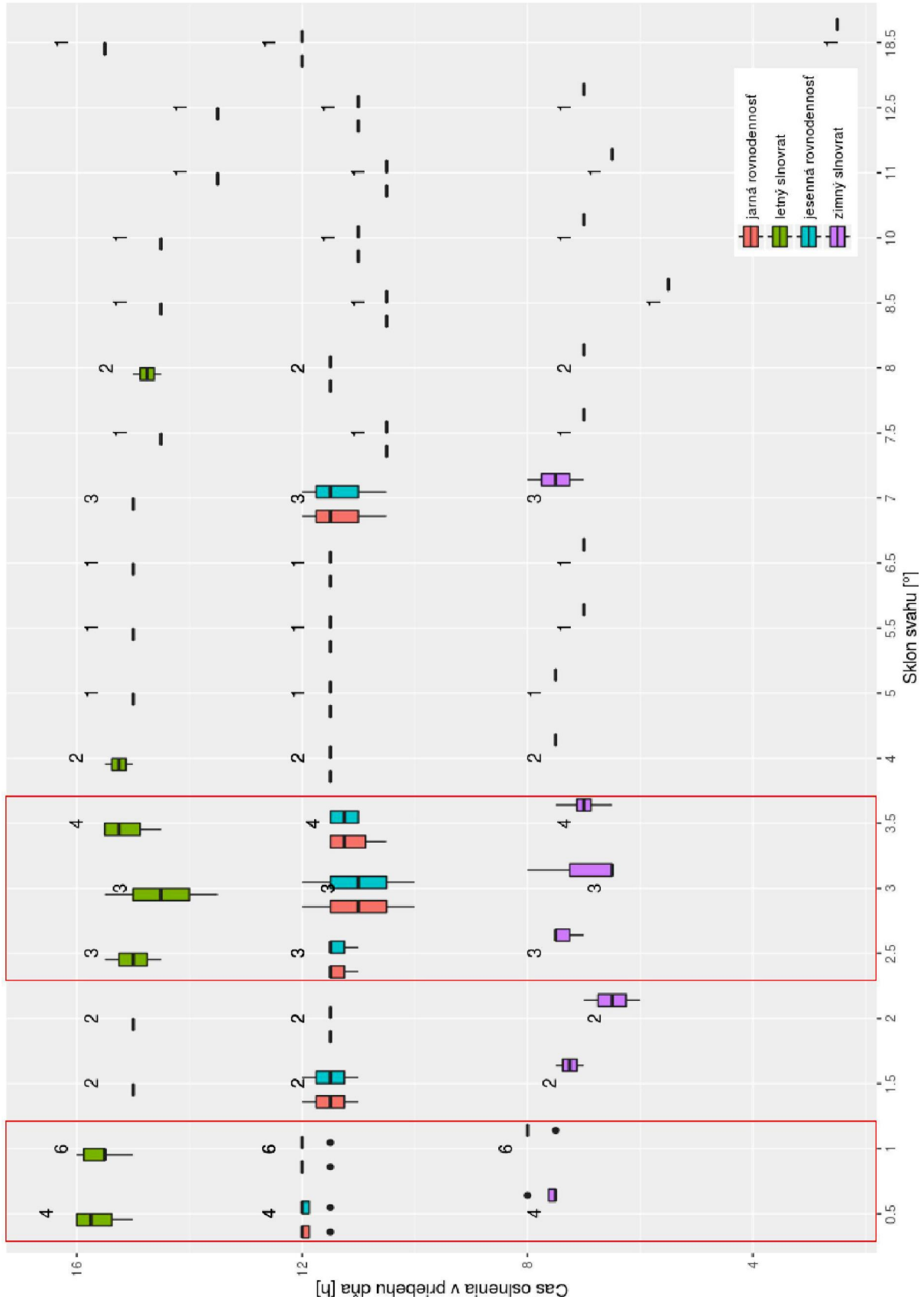


Obr. D.2: Histogram sú tu asov oslnenia pre dni slnovratov a rovnodenností

APPENDIX E - Distribúcia denných asov oslnenia pod a vý-ok

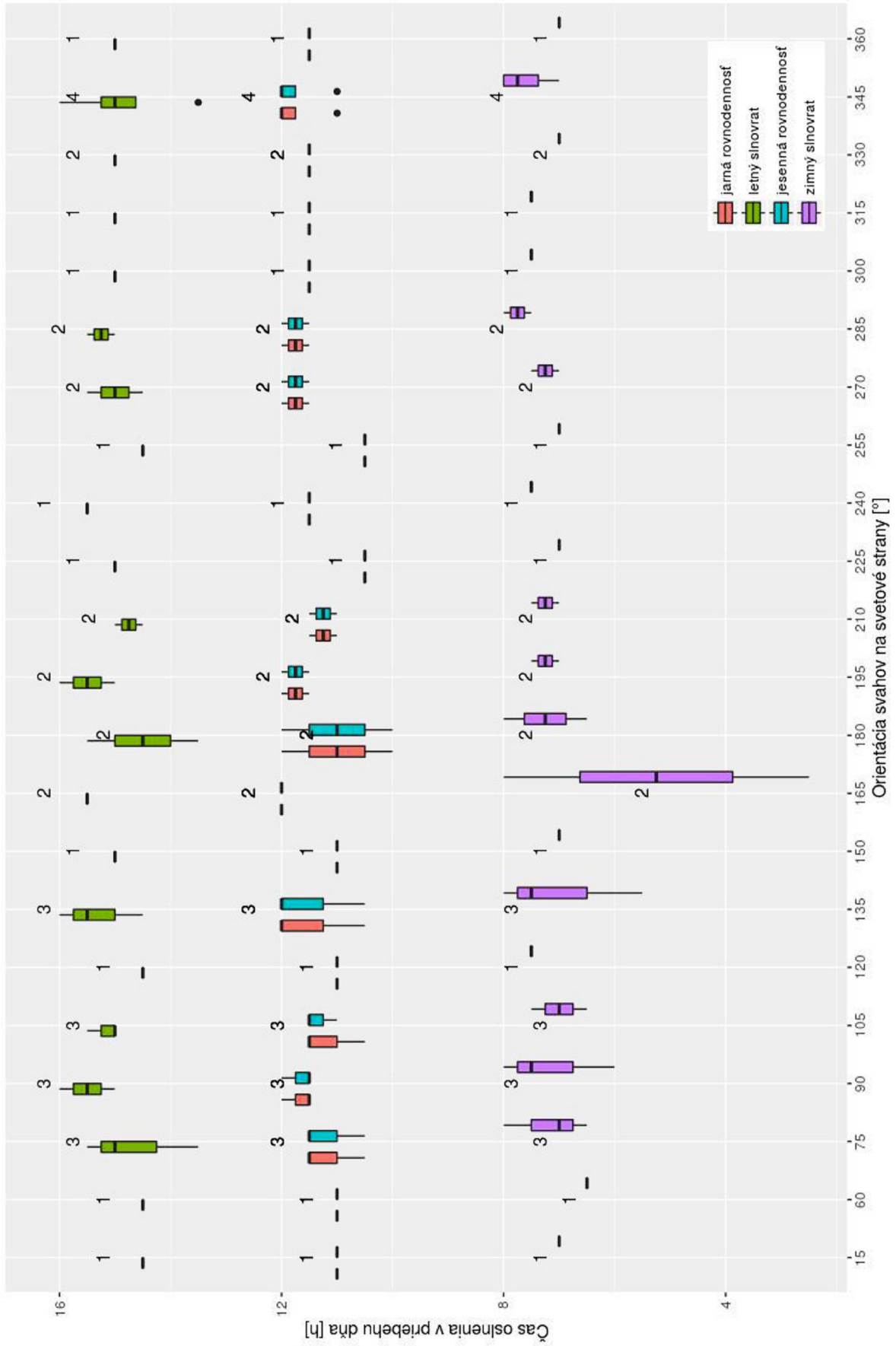


APPENDIX F - Distribúcia denných asov oslnenia pod a sklonu svahov

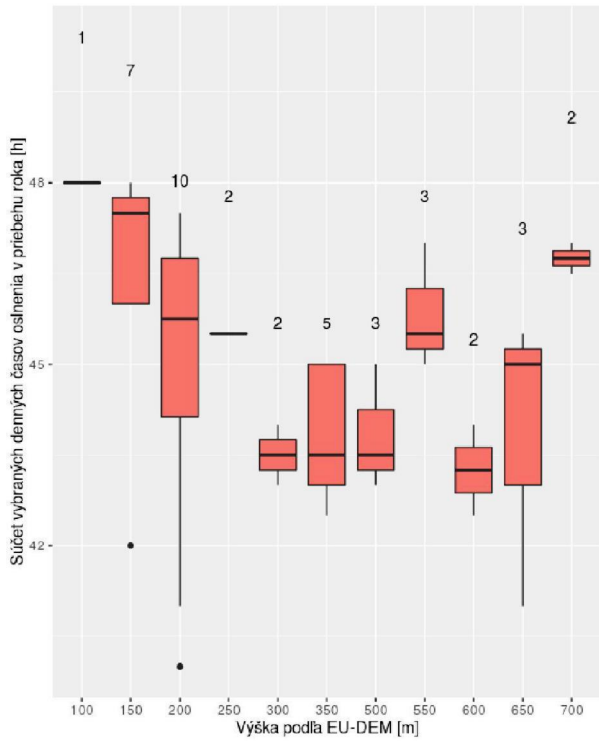




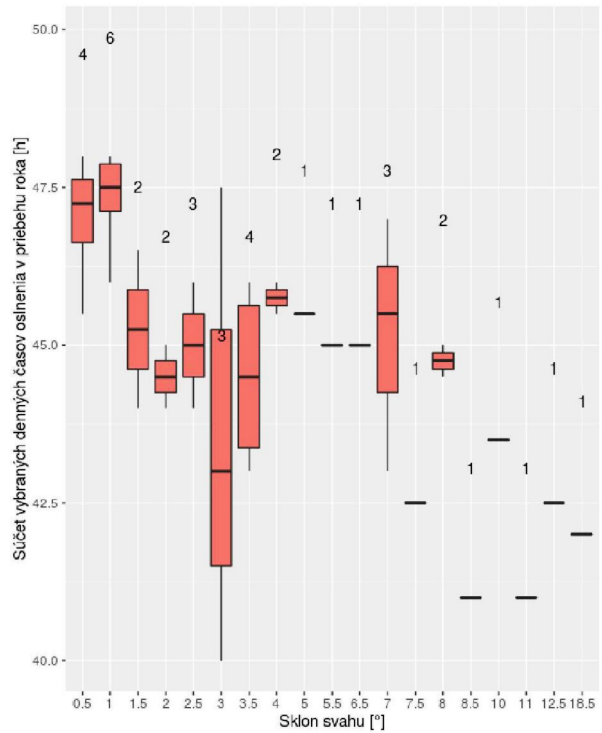
APPENDIX G - Distribúcia denných asov oslnenia pod a orientácie svahov na svetové strany



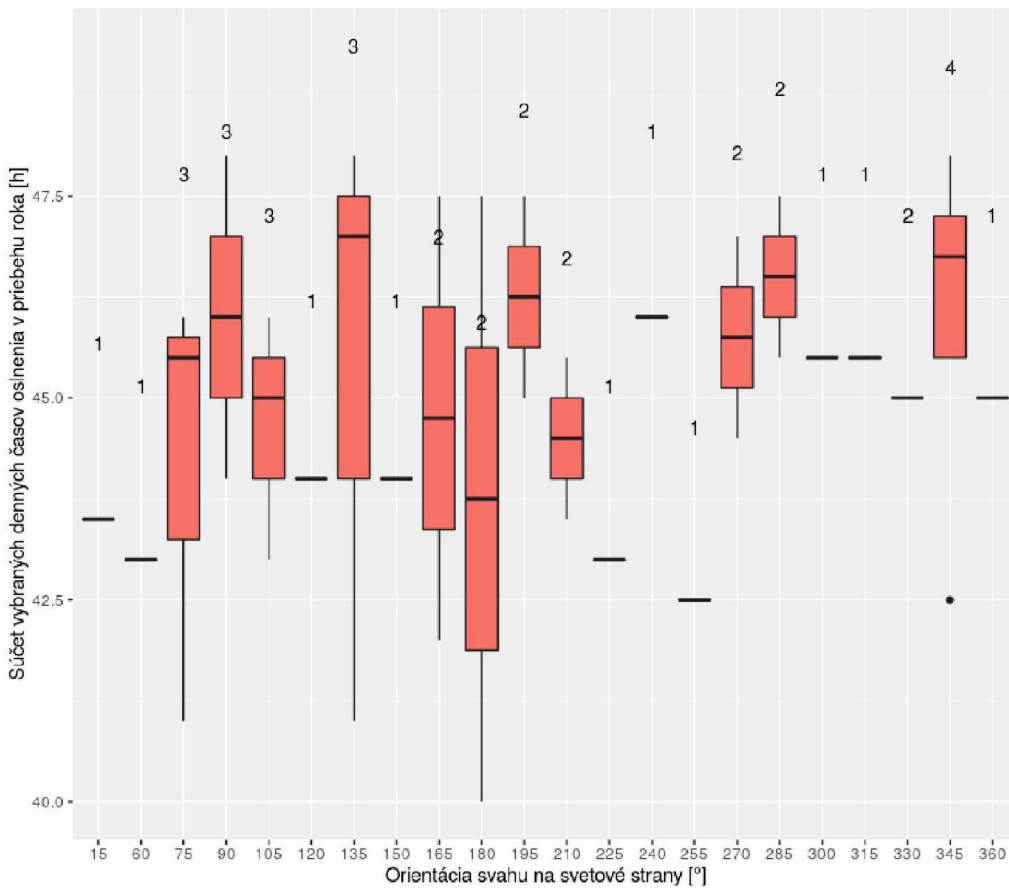
**APPENDIX H - Distribúcia sú tu denných asov oslnenia**



**Obr. H.1: Distribúcia pod a vý-ok**



**Obr. H.2: Distribúcia pod a sklonu svahu**



**Obr. H.3: Distribúcia pod a orientácie svahu na svetové strany**