

Noční prostředí a světelné znečištění v CHKO Brdy

Vyhodnocení terénního měření z 2. /3. 4. 2016 a 10. /11. 9. 2016

Michal Bareš, Josef Jíra, Milada Moudrá
Česká astronomická společnost 1. 12. 2016

Úvodem

Pojem světelné znečištění (anglicky *light pollution*) nemá striktní definici. Obecně je jím chápáno souhrnné označení všech negativních jevů, které s sebou přináší umělé osvětlení.

Mezi hlavní projevy světelného znečištění patří pronikání světla do příbytků, oslnění, osvětlení míst kde to není žádoucí, změna krajinného rázu, narušení ekosystémů a závojevý jas oblohy (populárně označovaný jako tzv. *světelný smog*). Zatímco životního prostředí jako celku jsme se naučili si vážit a pečovat o něj, jeho významné složce – nočnímu prostředí a jeho ochraně je věnována pozornost jen minimální, pokud vůbec nějaká.

Odborná skupina pro tmavé nebe při České astronomické společnosti provedla ve dnech 2. /3. dubna a 10. /11. září 2016 mapování světelného znečištění v CHKO Brdy pomocí celooblohové kamery a přístroje SQM. Cílem bylo získání představy o stavu nočního prostředí a zejména pak proměření jasu noční oblohy nad oblastí. Ta si díky desítkám let trvající uzávěře a z ní vyplývající absenci jakéhokoliv osídlení uchovala mnoho přírodního bohatství, včetně poměrně rozlehlého území, na kterém se nenachází žádný zdroj umělého osvětlení.

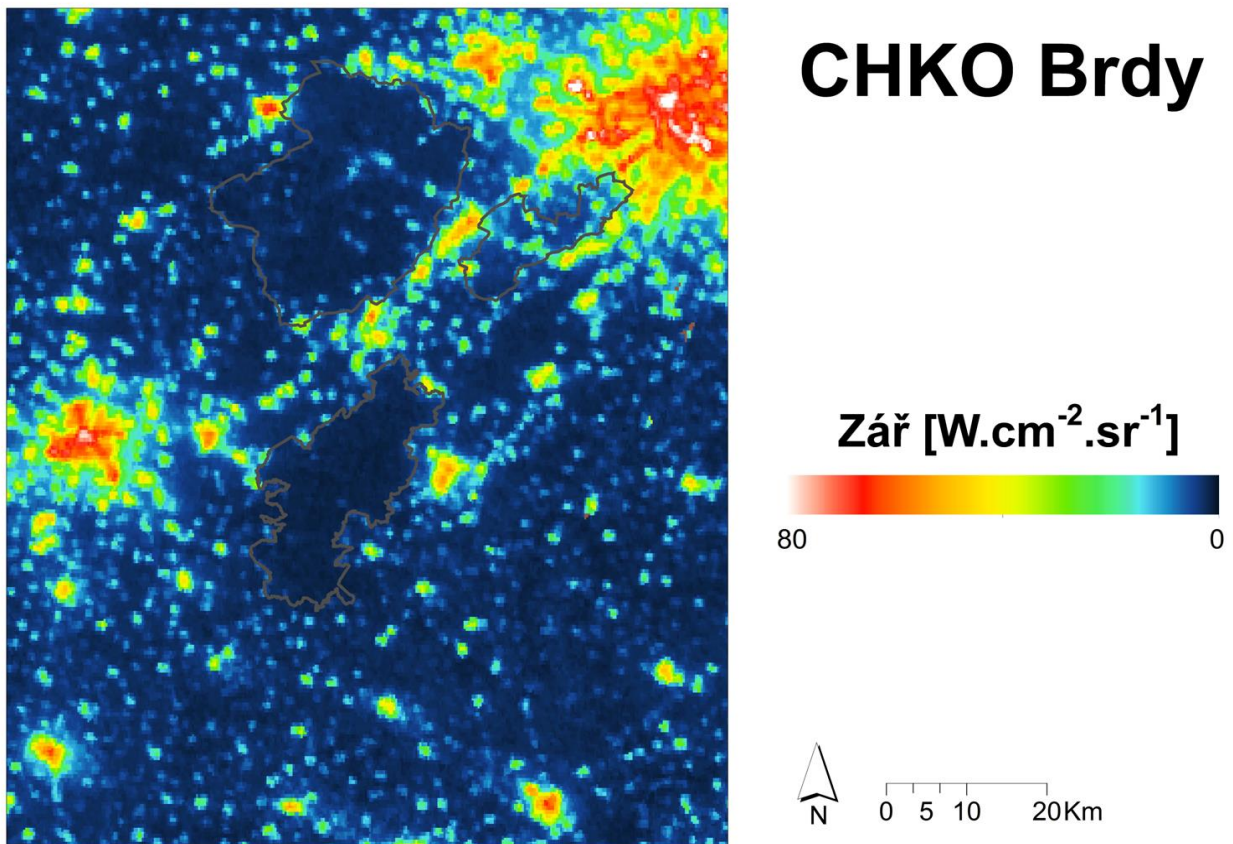
Charakteristika území

CHKO Brdy vznikla 1. ledna 2016 na základě nařízení vlády na území bývalého vojenského újezdu Brdy a několika již existujících přírodních parků. Nachází se na území Středočeského a Plzeňského kraje a její rozloha činí 345km². Nadmořská výška Brdské vrchoviny se pohybuje mezi 600-800 metry nad mořem a téměř celé území je zalesněné, rozsáhlejší bezlesí se nachází prakticky jen na místech bývalých dopadových ploch, které jsou v současné době nepřístupné. Brdy jsou při srovnání s okolím klimaticky znatelně chladnější a vykazují výrazně vyšší srážkové úhrny, v zimním období se nejvyšší hřebenové partie občas nachází nad inverzní vrstvou.

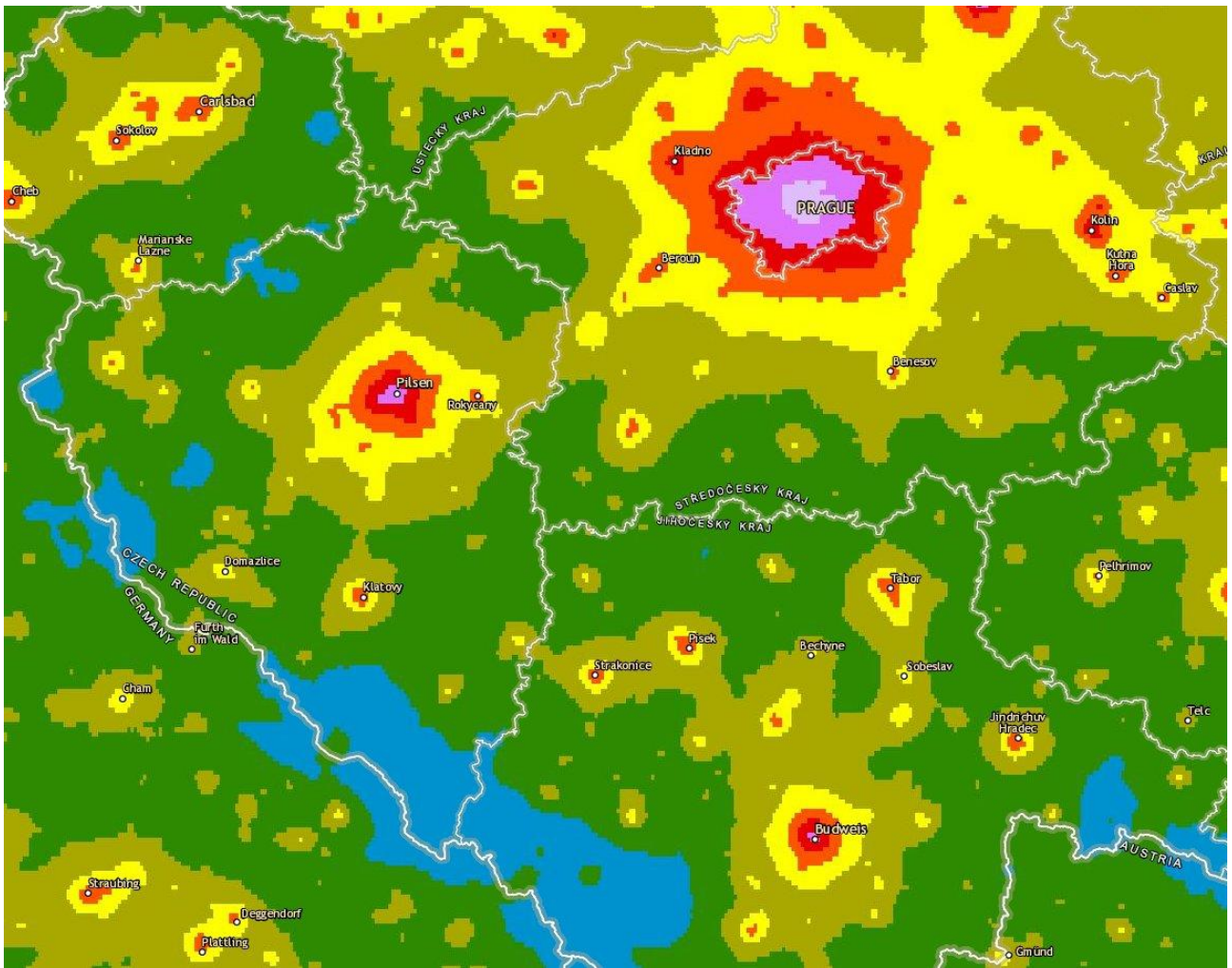
Z hlediska světelného znečištění je určující poloha mezi Prahou na severovýchodě, Plzní na jihozápadě a Příbramí v bezprostřední blízkosti na východě, jakožto hlavními zdroji umělého světla. Podél západní hranice území pak probíhá dálnice D5 s množstvím průmyslových a logistických areálů a nachází se zde rovněž několik menších měst (Rokycany, Hrádek, Hořovice/Zebrák). Na jihovýchodě přiléhá oblast k Rožmitálu pod Třemšínem, přímo na severní hranici leží Jince. Na území CHKO se nachází pouze jedna významná pozemní komunikace, silnice I/19 ze Spáleného Poříčí do Rožmitálu pod Třemšínem.

Družicové snímkování

Na nočních satelitních snímcích je velmi dobře patrný kontrast mezi množstvím zdrojů umělého osvětlení v okolí a zcela tmavým územím uvnitř bývalého vojenského újezdu, kde se nenachází žádné zdroje osvětlení. To naznačuje, že lokálně zde budou z hlediska zachovalosti nočního prostředí panovat zcela ideální podmínky. Jelikož však není toto území příliš rozsáhlé (z žádného místa uvnitř CHKO to není k okrajům oblasti dále než cca 7km), nedá se očekávat, že by byl z důvodu odlehlosti významným způsobem eliminován vliv okolních měst. Umělé světlo se v atmosféře šíří a ovlivňuje vzhled noční oblohy na vzdálenost mnoha desítek kilometrů, přičemž tento vliv je přímo úměrný velikosti zdroje a klesá s 2,5tou mocninou vzdálenosti. Z tohoto hlediska se dá očekávat, že se místní noční obloha bude podobat venkovským oblastem s drobnými sídly, kde většina světelného znečištění pochází od větších měst ve střední vzdálenosti.



*Obr. 1: Počítačově zpracovaný snímek přístroje VIIRS umístěného na družici SUOMI-NPP znázorňuje zář zemského povrchu v okolí CHKO Brdy. Zachycuje záření směřující ze země přímo vzhůru: světlo umělého osvětlení odražené od země a přímé světlo z některých světelných zdrojů (nevhodné typy veřejného osvětlení, architektonické osvětlení, nasvícení billboardů...). Nejedná se tedy o mapu světelného znečištění, neboť zde není zohledněn vliv světelného zdroje na své okolí (i zcela tmavé místo na snímku může trpět silným světelným znečištěním, pokud je v okolí významný zdroj světla). Podobné snímky však poskytují základní vstupní data pro výpočty a simulace, pomocí kterých se mapy světelného znečištění vytváří. Vlevo uprostřed Plzeň, vpravo nahoře Praha.
Credit: Earth Observation Group, NOAA National Geophysical Data Center, úpravy M. Moudrá*



Obr. 2: Matematický model jasu noční oblohy nad územím jihozápadní části ČR vytvořený na základě satelitních snímků a modelu šíření světla v atmosféře. Mapa znázorňuje předpokládaný stav světelného znečištění tak, jak je možné ho pozorovat nebo měřit při pozorování na daném místě.

Credit: Falchi et al., Sci. Adv., Jakob Grothe/NPS contractor, Matthew Price/CIRES.

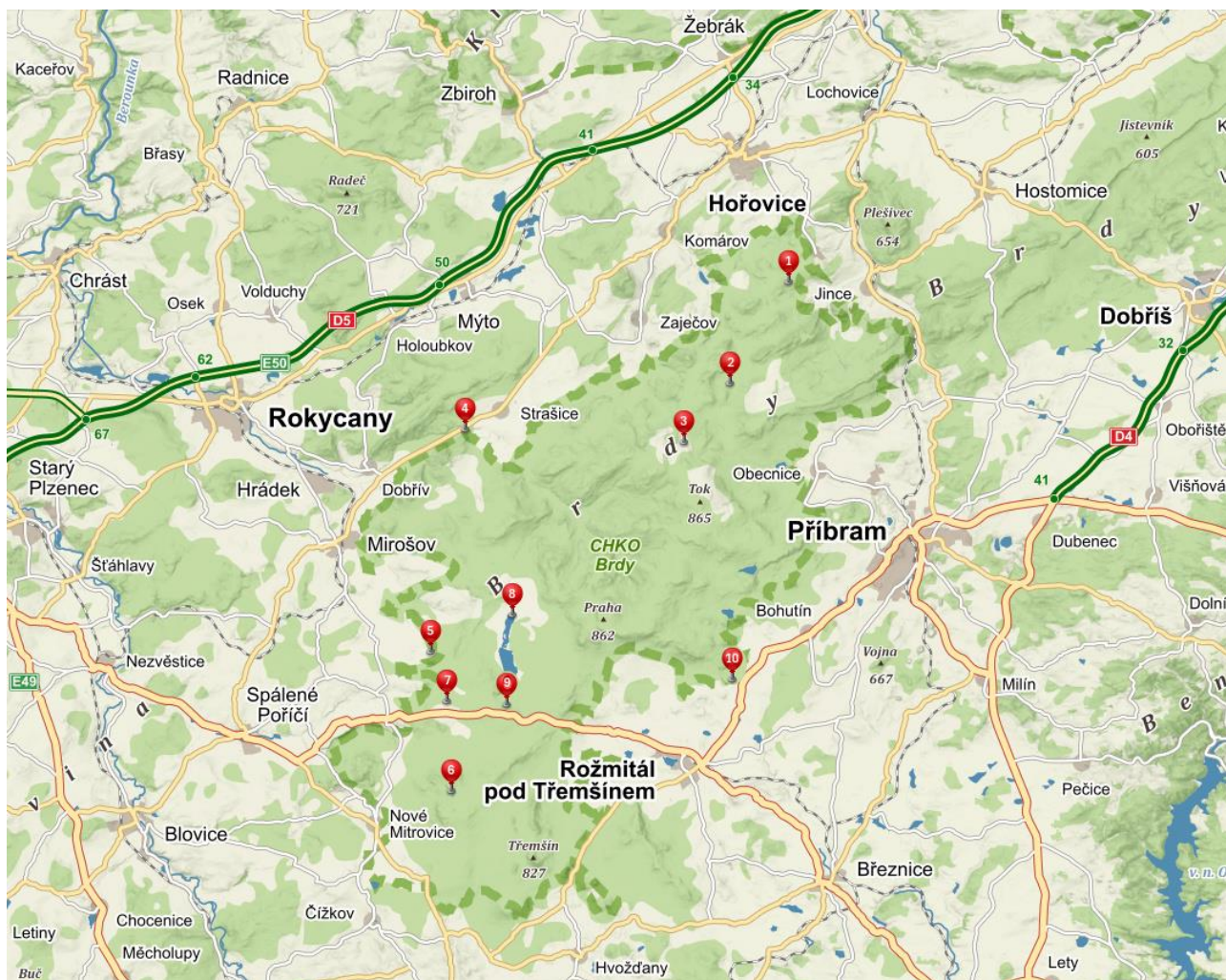
Terénní měření

Přímé měření jasu noční oblohy provádíme pomocí digitálního fotoaparátu Canon 600D vybaveného objektivem Sigma 4,5mm typu „rybí oko“, který umožňuje na jediném snímku zachytit zorný úhel více než 180°, tedy celou oblohu. Tato sestava je umístěná na paralaktické montáži kompenzující otáčení oblohy. Snímky se následně zpracovávají pomocí speciálního software RAW2Lum upraveného pro konkrétní kombinaci fotoaparátu a objektivu. Výstupem jsou takzvané jasové mapy, které pomocí barevné škály graficky znázorňují jas oblohy. Kromě toho jsou vypočítány i hodnoty jasu v předdefinovaném rastru a syntetická hodnota zenitového jasu, odpovídající měření SQM.

Nezávisle je měření prováděno i přístrojem SQM (verze s optikou) v zenitu a ve výšce 60° na 4 světových stranách. Toto kontrolní měření je spíše doplňkové a má význam z důvodu kontinuity a možnosti porovnání s jinými lokalitami, neboť SQM jsou poměrně rozšířená a dat z nich je k dispozici řádově víc než snímků z celooblohové kamery.

Pro měření bylo vytipováno celkem [10 lokalit pokrývajících celé území CHKO](#), přičemž 6 z nich se podařilo proměřit v obou termínech. Jarní měření bylo poznamenáno nepříznivými meteorologickými podmínkami, z toho důvodu nejsou získaná data vhodná pro posouzení stavu noční oblohy v absolutním měřítku. Naopak poskytují zajímavou informaci o zdrojích světelného znečištění, které byly v atmosféře se špatnou průzračností oproti běžnému stavu zvýrazněny. Podzimní měření bylo prováděno za běžných až lehce podprůměrných meteorologických podmínek a lze jej použít i pro porovnání území s jinými lokalitami. Bohužel se ani v jednom termínu nepodařilo získat bezvadné snímky z bezprostřední blízkosti Příbrami, neboť během obou nocí došlo v brzkých ranních hodinách k nasouvání vysoké oblačnosti.

Kvůli souvislému zalesnění není v Brdech stanovišť vhodných k celooblohovým snímkům mnoho, na většině míst je obzor omezený okolními stromy. To na jednu stranu znemožňuje posoudit přímý vliv osvětlení obcí v okolí, na druhou stranu to subjektivně vylepšuje dojem z nočního prostředí, neboť je skryté veškeré přímé světlo, stejně jako nejsvětlejší části noční oblohy nízko nad lidskými sídly.



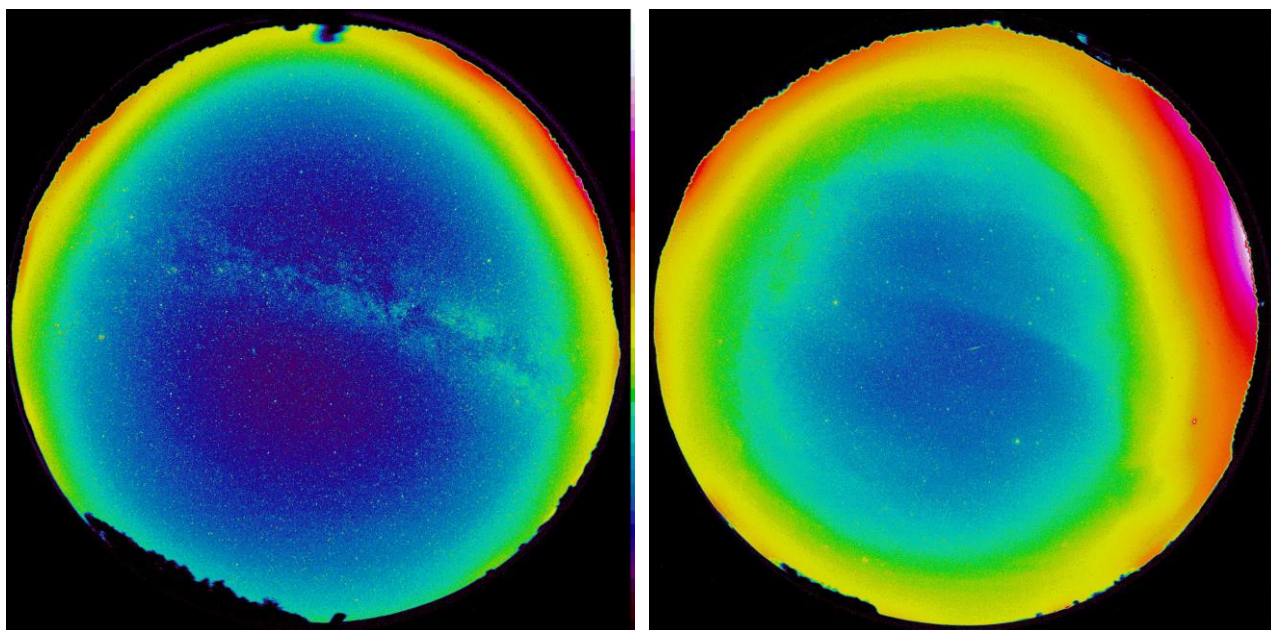
Obr. 3: Rozmístění měřících stanovišť v CHKO Brdy

Ze zpracovaných snímků je zjevné, že dominantními zdroji světelného znečištění jsou Praha, Plzeň (a Rokycany) a Příbram, přičemž jejich relativní příspěvek je úměrný poloze daného stanoviště.

V severovýchodní části Brd je nejvýraznější Praha a menší obce a města v bezprostřední blízkosti (Jince, Hořovice, Žebrák); v jihozápadní části Plzeň společně s Rokycany, které se nachází v téže směru. Příbram je dominantním zdrojem světelného znečištění zhruba do vzdálenosti 10km. Ostatní města a obce v okolí CHKO se na závojevém jasu podílí jednotlivě pouze v malé míře a zvyšují

celkovou úroveň světelného znečištění jako celek. Jižní část Brd je zřejmě tmavší než severní, což plyne zejména z větší vzdálenosti Prahy a přilehlých sídel, na jih od Brd se žádné významnější město nenachází. Nejtmavší obloha byla zjištěna na lokalitě Nad Maráskem, což bylo zároveň stanoviště s nejvyšší nadmořskou výškou (801m). Naopak lokalitou s oblohou nejvíce postiženou umělým světlem bylo stanoviště na severním okraji oblasti nedaleko Ohrazenic.

Jarní měření bylo bohužel poznamenáno nepříznivou meteorologickou situací, kdy se nad Českou republiku již od odpoledních hodin nasouvala vysoká oblačnost, která se zde rozpadala. Kromě toho nebyla příliš dobrá ani průzračnost vzduchu v nižších vrstvách atmosféry, které obsahovaly velké množství aerosolů. Tyto dva faktory zásadně měrou ovlivnily výsledky měření světelného znečištění, neboť míra rozptylu světla v atmosféře je na množství aerosolů ve vzduchu silně závislá. Při interpretaci výsledků je nezbytné toto zohlednit, bylo by hrubou chybou vzájemně porovnávat různé lokality podle měření provedených za velmi odlišných meteorologických podmínek. Jako ilustraci vlivu počasí na rozptyl světla ovzduší uvádíme dva snímky pořízené na téže místě (Míšov), jednou za velmi dobrých podmínek v srpnu 2014 a jednou za špatných podmínek v dubnu 2016. Z pohledu nekritického pozorovatele bylo v obou případech "jasno", ačkoliv je na satelitních i pozemních snímcích jasně patrná vrstva vysoké oblačnosti.



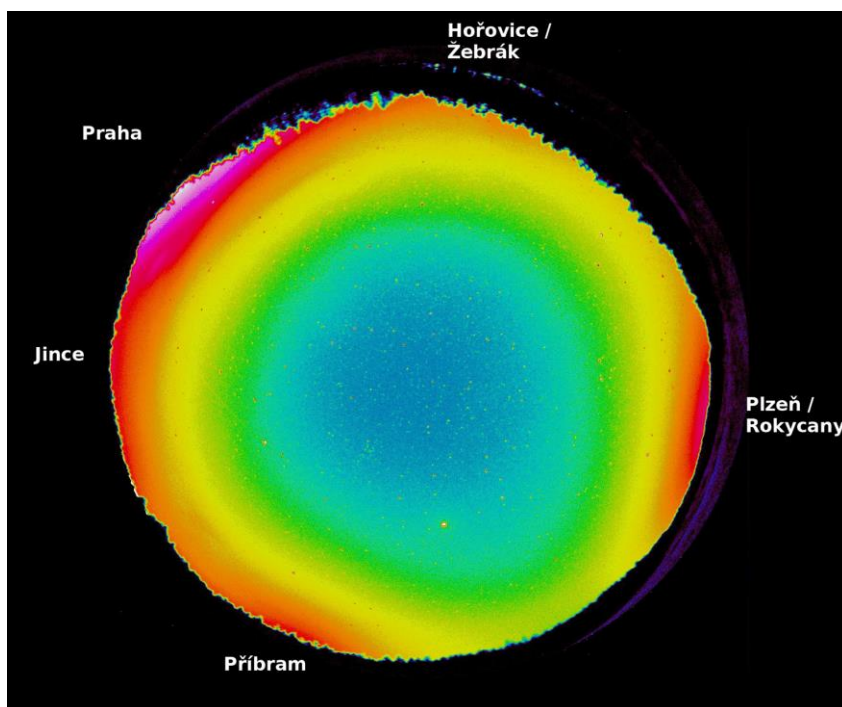
Obr. 4: Porovnání jasů oblohy za různých meteorologických podmínek z lokality Míšov

Podzimní měření probíhalo za běžných podmínek s obvyklou až mírně zhoršenou dohledností. V ranních hodinách však docházelo i v tomto termínu k nasouvání vysoké oblačnosti, což je patrné zejména na snímcích z lokalit Teslíny a Vranovice. Celkový charakter noční oblohy tím však nebyl narušen a měření je možné pokládat za vypovídající.

Na následujících stránkách jsou shrnuté výstupy z obou sérií měření včetně jasových map a hodnot jasů oblohy v zenitu. Dodejme, že přírodní obloha nepoškozená umělým světlem by měla na jasové mapě fialovou barvu a zenitový jas by se pohyboval mezi 21.7-22.0 MSA.

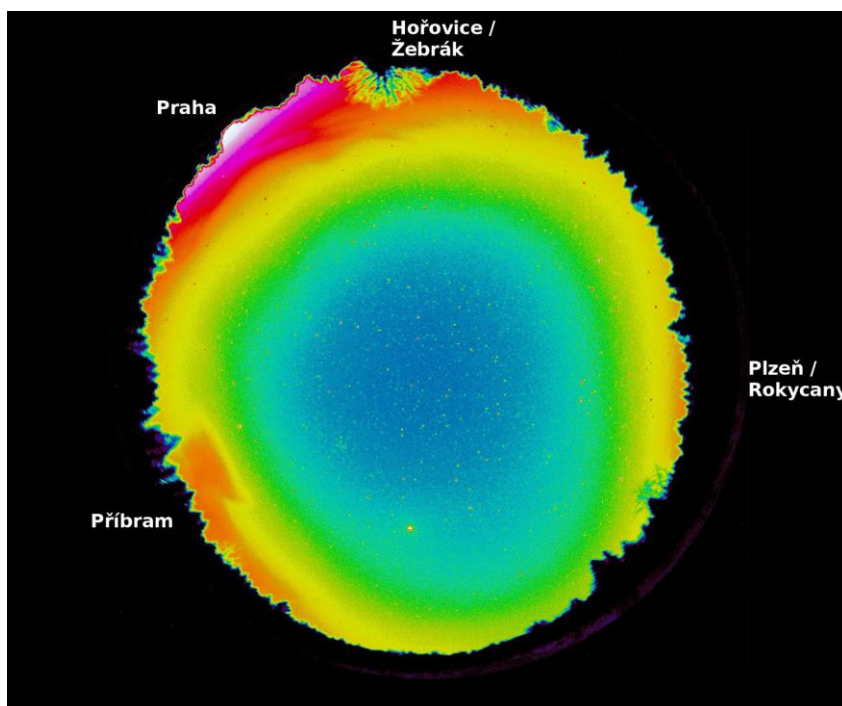
Stanoviště: Ohrazenice
[49°47'20" 13°55'47"](#)

Datum: 2. 4. 2016
Čas: 21:00 UT
Nadmořská výška: 515 m n. m.
Zenitový jas: 20,68 MSA



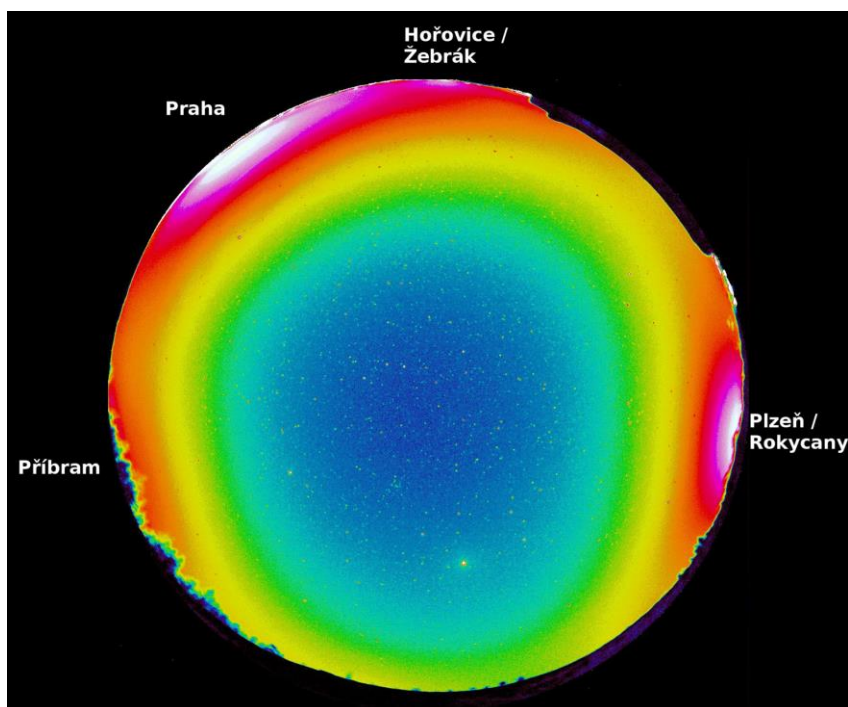
Stanoviště: Drmotova studánka
[49°45'00" 13°53'42"](#)

Datum: 2. 4. 2016
Čas: 20:30 UT
Nadmořská výška: 575 m n. m.
Zenitový jas: 20,76 MSA



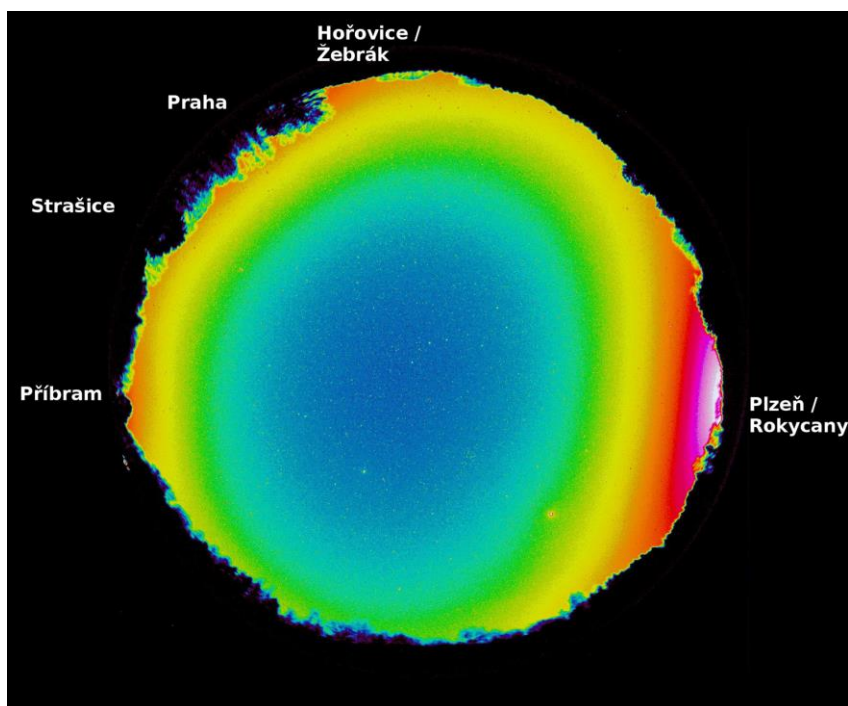
Stanoviště: Jordán
[49°43'39" 13°52'2"](#)

Datum: 2. 4. 2016
Čas: 21:30 UT
Nadmořská výška: 794 m n. m.
Zenitový jas: 20,95 MSA



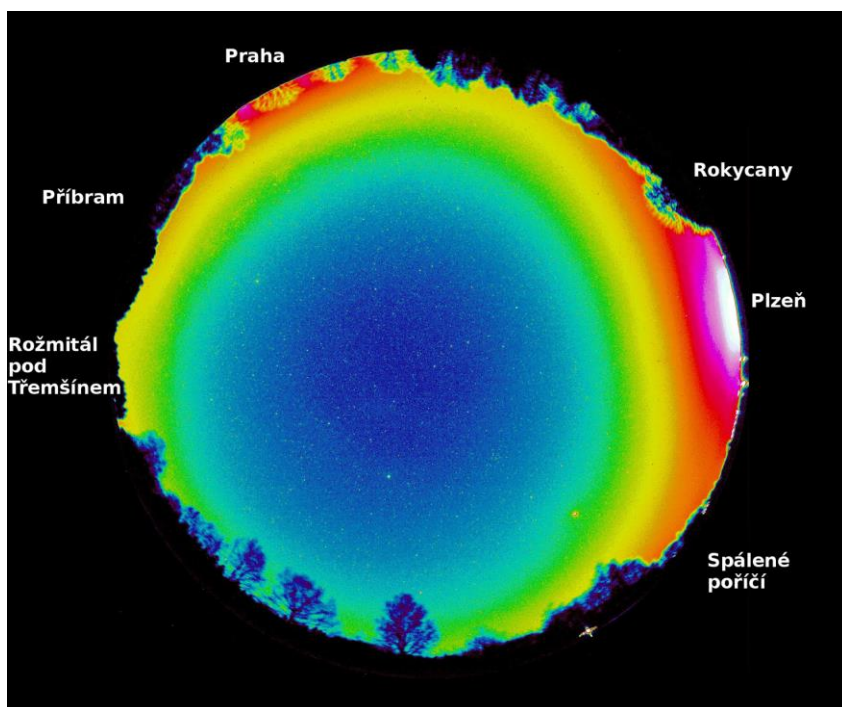
Stanoviště: Strašice
[49°43'57" 13°44'12"](#)

Datum: 2. 4. 2016
Čas: 22:50 UT
Nadmořská výška: 465 m n. m.
Zenitový jas: 20,84 MSA



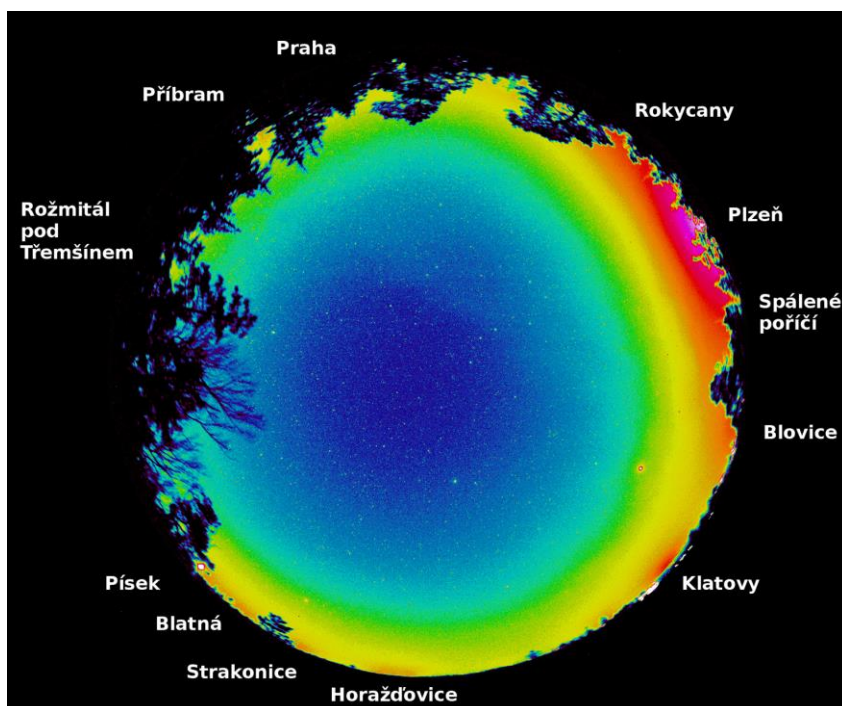
Stanoviště: Trokavec
[49°38'48" 13°42'58"](#)

Datum: 2. 4. 2016
Čas: 23:30 UT
Nadmořská výška: 655 m n. m.
Zenitový jas: 21,04 MSA



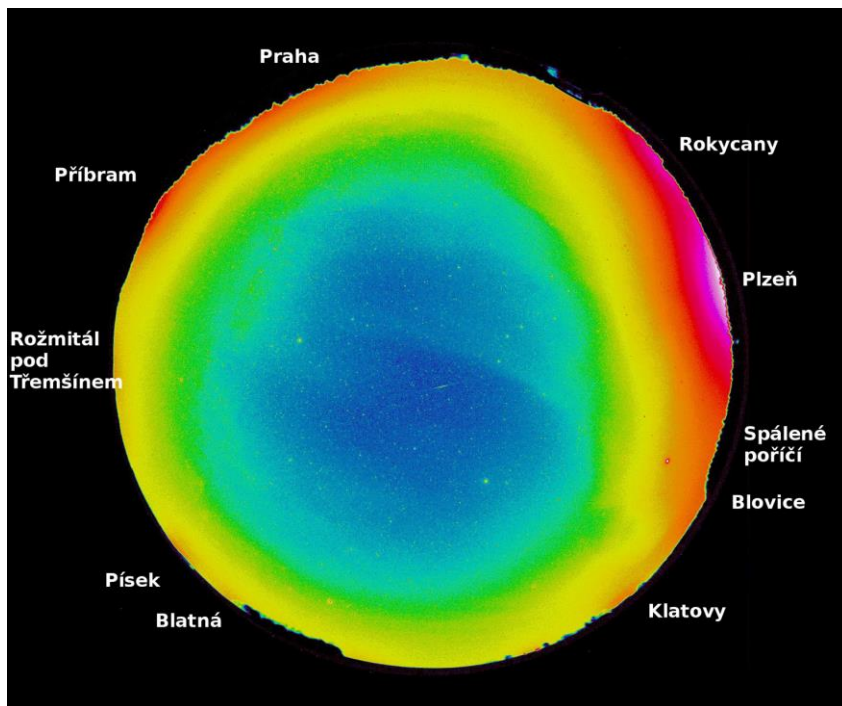
Stanoviště: Nad Maráskem
[49°35'34" 13°43'43"](#)

Datum: 3. 4. 2016
Čas: 00:30 UT
Nadmořská výška: 801 m n. m.
Zenitový jas: 21,12 MSA



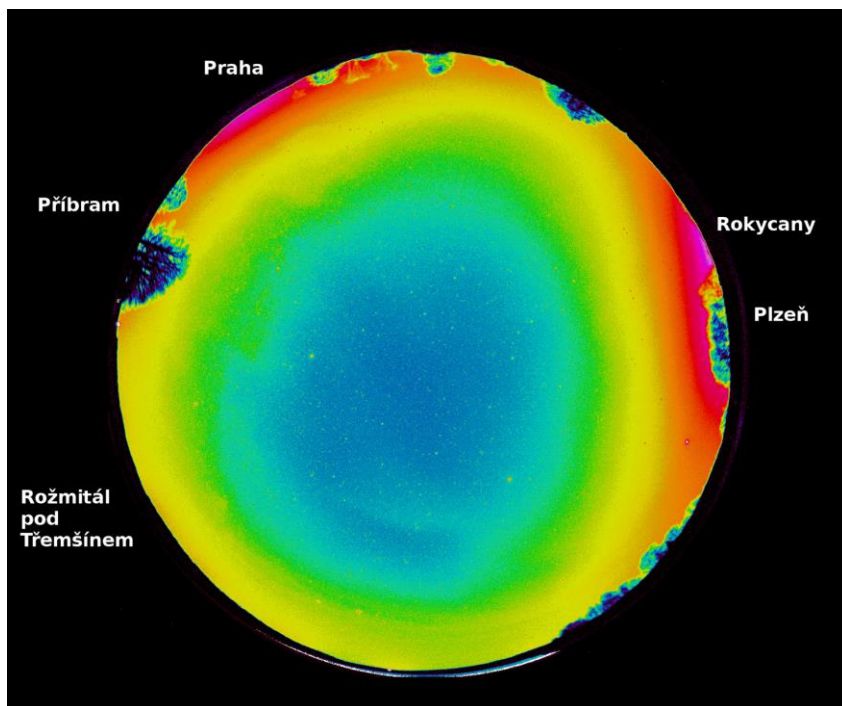
Stanoviště: Míšov
[49°37'39" 13°43'33"](#)

Datum: 3. 4. 2016
Čas: 01:00 UT
Nadmořská výška: 655 m n. m.
Zenitový jas: 20,88 MSA



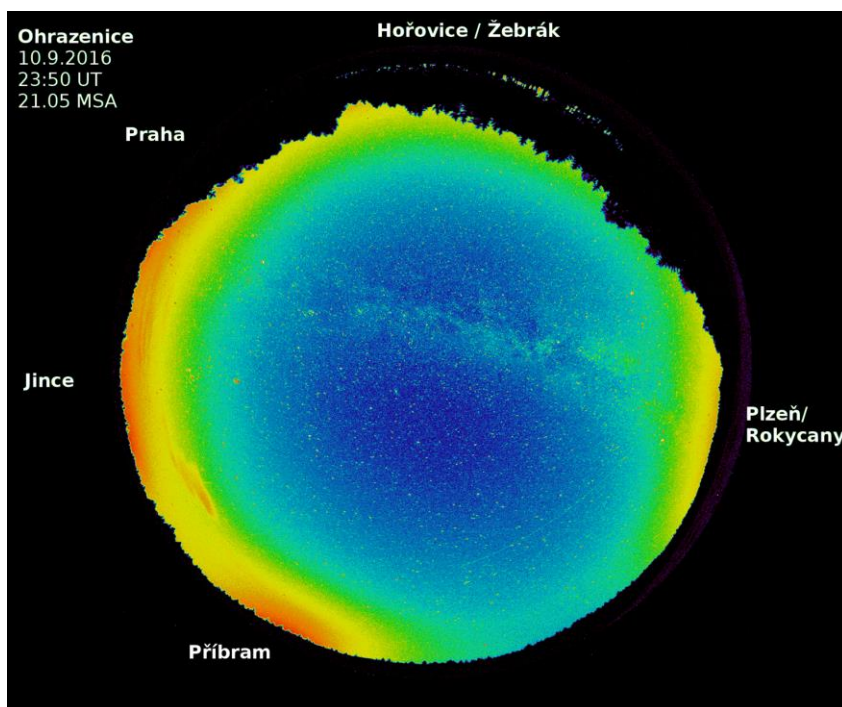
Stanoviště: Padrt'ské rybníky
[49°39'40" 13°45'54"](#)

Datum: 3. 4. 2016
Čas: 01:30 UT
Nadmořská výška: 630 m n. m.
Zenitový jas: 20,77 MSA



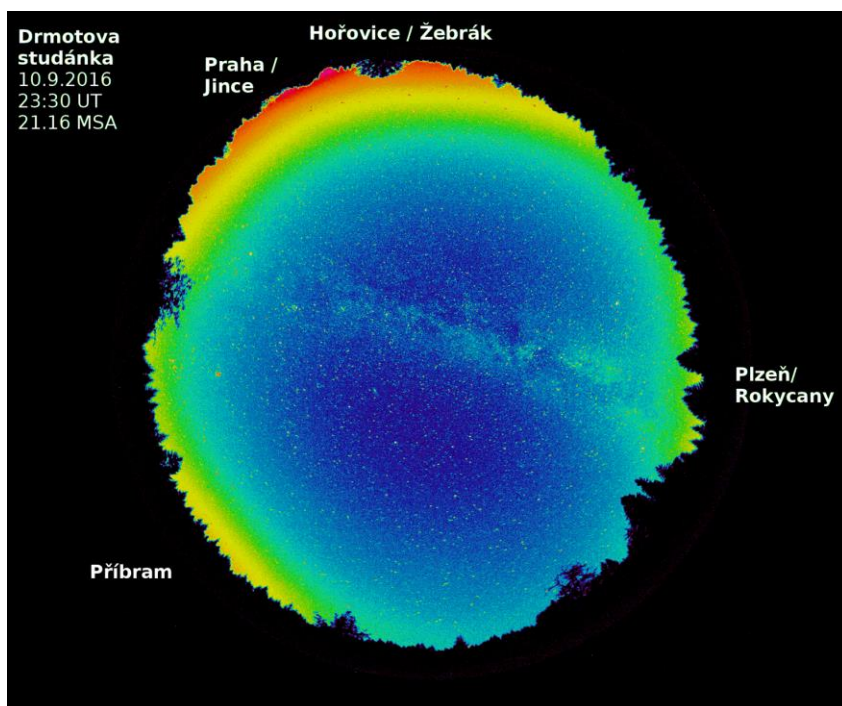
Stanoviště: Ohrazenice
[49°47'20" 13°55'47"](#)

Datum: 10. 9. 2016
Čas: 23:50 UT
Nadmořská výška: 515 m n. m.
Zenitový jas: 21,05 MSA



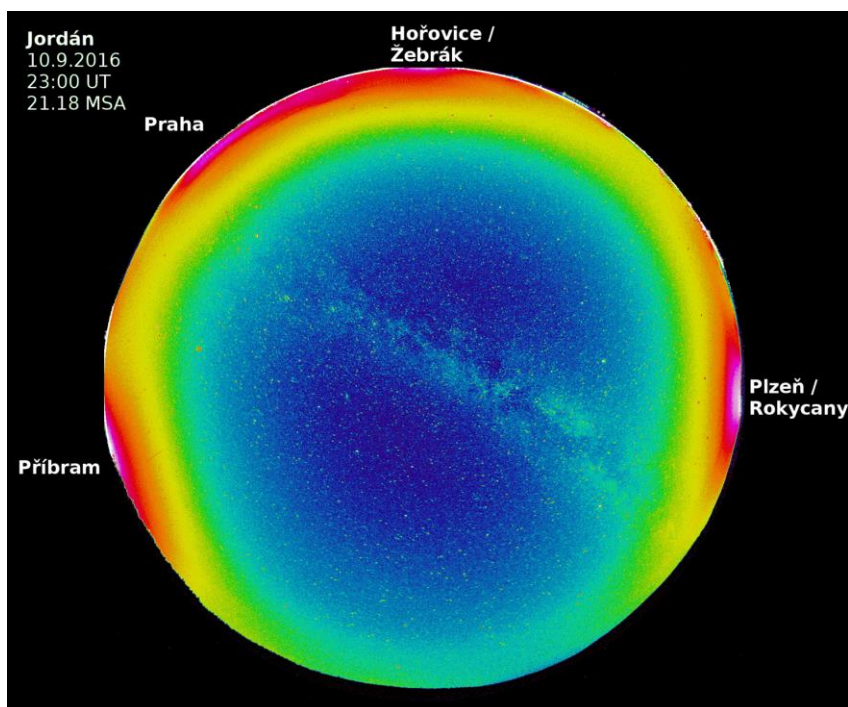
Stanoviště: Drmotova studánka
[49°45'00" 13°53'42"](#)

Datum: 10. 9. 2016
Čas: 23:30 UT
Nadmořská výška: 575 m n. m.
Zenitový jas: 20,76 MSA



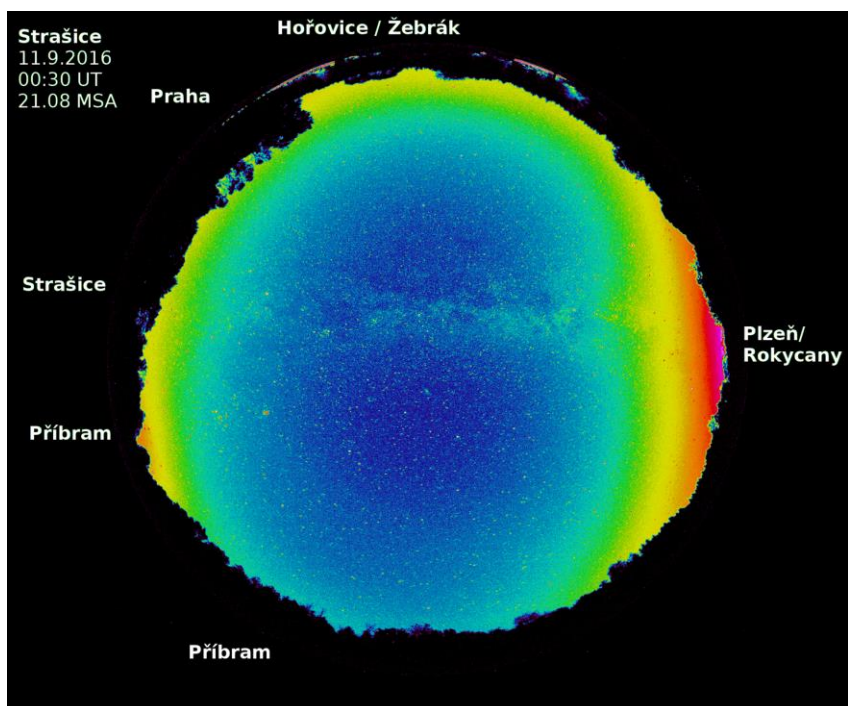
Stanoviště: Jordán
[49°43'39" 13°52'2"](#)

Datum: 10. 9. 2016
Čas: 23:00 UT
Nadmořská výška: 794 m n. m.
Zenitový jas: 21,18 MSA



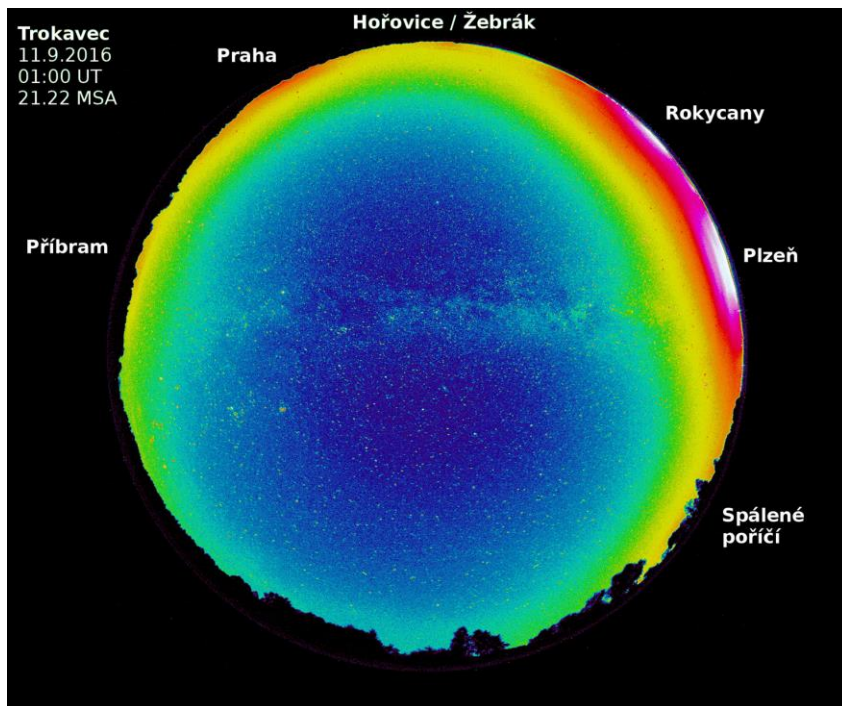
Stanoviště: Strašice
[49°43'57" 13°44'12"](#)

Datum: 11. 9. 2016
Čas: 00:30 UT
Nadmořská výška: 465 m n. m.
Zenitový jas: 21,08 MSA



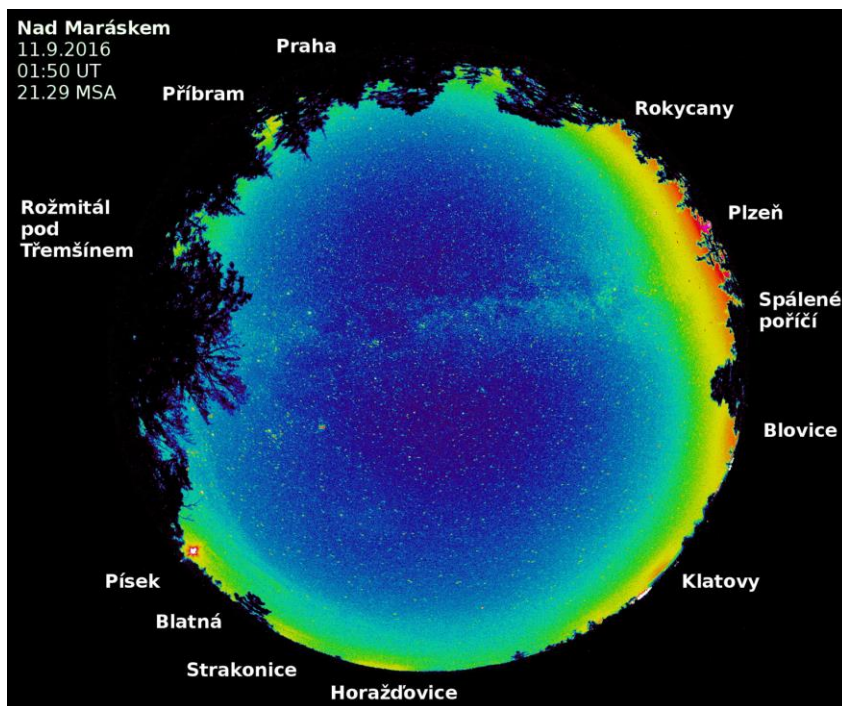
Stanoviště: Trokavec
[49°38'48" 13°42'58"](#)

Datum: 11. 9. 2016
Čas: 01:00 UT
Nadmořská výška: 655 m n. m.
Zenitový jas: 21,22 MSA



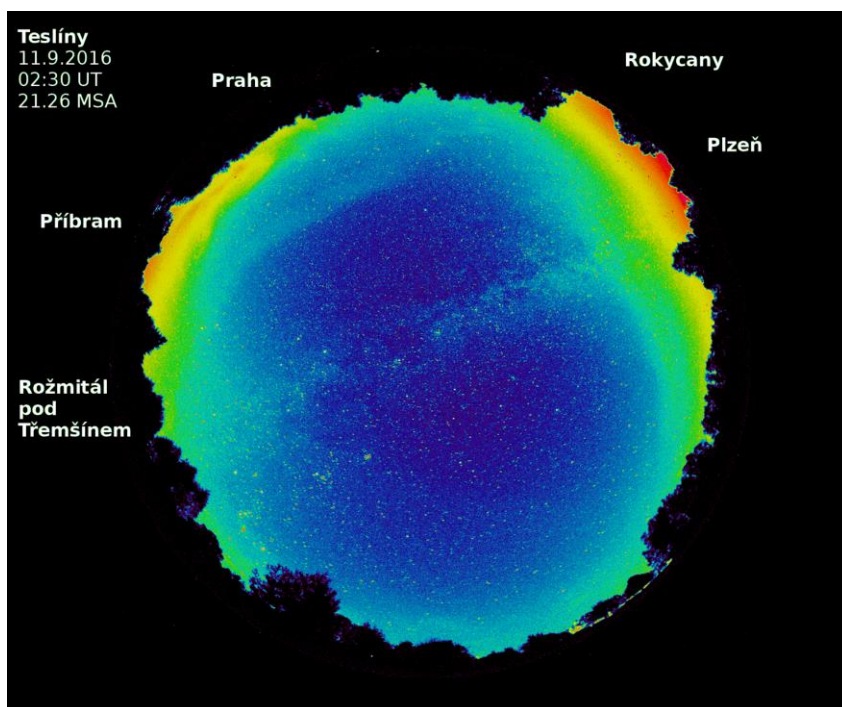
Stanoviště: Nad Maráskem
[49°35'34" 13°43'43"](#)

Datum: 11. 9. 2016
Čas: 01:50 UT
Nadmořská výška: 801 m n. m.
Zenitový jas: 21,29 MSA



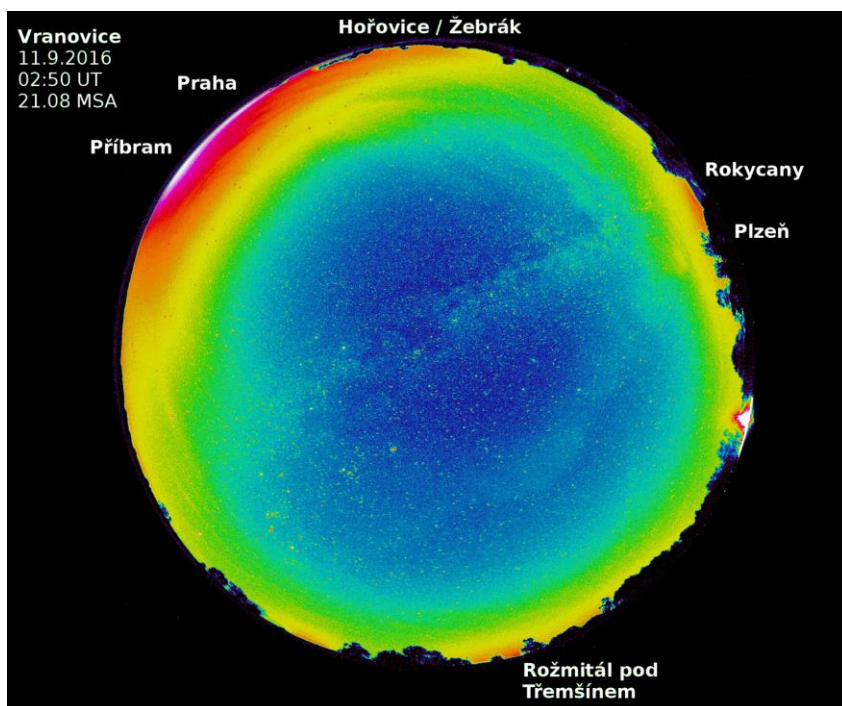
Stanoviště: Teslíny
[49°37'26" 13°45'17"](#)

Datum: 11. 9. 2016
Čas: 02:30 UT
Nadmořská výška: 695 m n. m.
Zenitový jas: 21,26 MSA



Stanoviště: Vranovice
[49°38'03" 13°54'13"](#)

Datum: 11. 9. 2016
Čas: 02:50 UT
Nadmořská výška: 565 m n. m.
Zenitový jas: 21,08 MSA



Závěrem

Z hlediska potenciálu pro astronomická (odborná, amatérská i laická) pozorování se jako nejslibnější jeví bezlesí v okolí obcí Míšov a Teslíny v jižní části CHKO, neboť se jedná o lokality snadno přístupné díky silnici I/19, s dobrým rozhledem a relativně tmavou oblohou. Atraktivní jsou i Padrt'ské rybníky v rozlehlé mělké pánvi, kde dojem z nočního prostředí neruší žádný zdroj umělého osvětlení.

Tmavostí oblohy se Brdy jako celek příliš neliší od méně zalidněných venkovských oblastí, zóna bez osídlení je zkrátka příliš malá na to aby dokázala eliminovat světlo přicházející z okolí a rozptylující se ve vyšších vrstvách atmosféry. Území, zejména pak jeho severní část, z hlediska poškození noční oblohy světelným závojem vyniká pouze na místní úrovni, v regionálním měřítku již není nijak výjimečné, podobně tmavá místa můžeme nalézt např. na Křivoklátsku nebo ve středním Povltaví. Znatelné snížení světelné zátěže by vyžadovalo výraznou změnu způsobu osvětlování zejména v obcích, které bezprostředně sousedí s CHKO (Příbram, Jince, Hořovice), stejně jako v Plzni a Praze.

Noční prostředí však není pouze obloha, ale též živá příroda a krajina. A právě zde spatřujeme největší bohatství Brd. Neexistence umělého osvětlení v prakticky celé CHKO znamená, že pokud nejste na vrcholu s dalekým rozhledem, nespatříte žádný zdroj umělého světla, všude kolem vás je tma (a také ticho). To je něco, co je ve středních Čechách poměrně unikátní. Noční ekosystém na relativně velkém území zde není nijak ovlivněn umělým osvětlením a přirozený denní a roční životní cyklus živočichů ani rostlin není v tomto ohledu nijak narušen.

Brdy jsou proto cenné zejména z hlediska vnímání noční krajiny a také z hlediska živé přírody, jejíž přirozené procesy nejsou nijak ovlivňovány působením umělého osvětlení. Tento stav je však citlivý na narušení i jen malým a z hlediska noční oblohy bezvýznamným zdrojem světla (což je patrné např. v obcích Míšov a Teslíny). Bylo by proto žádoucí zachovat území CHKO prosté přítomnosti stálých zdrojů umělého světla i do budoucna.

Název práce:

Noční prostředí a světelné znečištění v CHKO Brdy – vyhodnocení terénního měření
z 2. /3. 4. 2016 a 10. /11. 9. 2016

Vydala:

Česká astronomická společnost

Fričova 298

Ondřejov, 251 65

www.astro.cz

Autoři:

Michal Bareš, Josef Jíra, Milada Moudrá

Kontakt:

www.zpcas.cz

facebook.com/zpcas

www.svetelneznecistenici.cz

[facebook.com/Svetelne.znecistenici](https://facebook.com/ Svetelne.znecistenici)

info@zpcas.cz, info@svetelneznecistenici.cz