

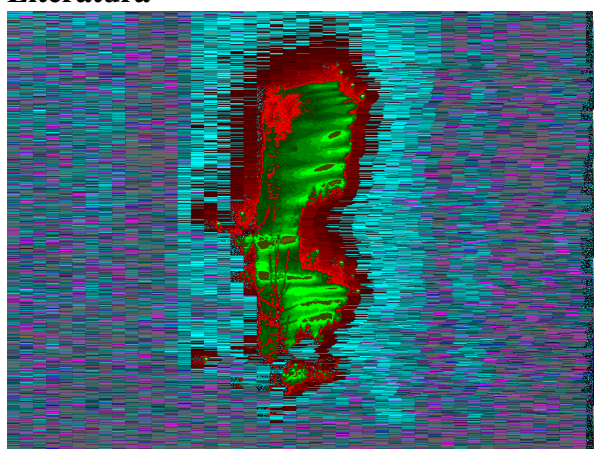
Hodnocení osvětlení sjezdovky Protěž a nové části osvětlení sjezdovky Javor

pro Správu KRNAP vypracoval
Jan Hollan

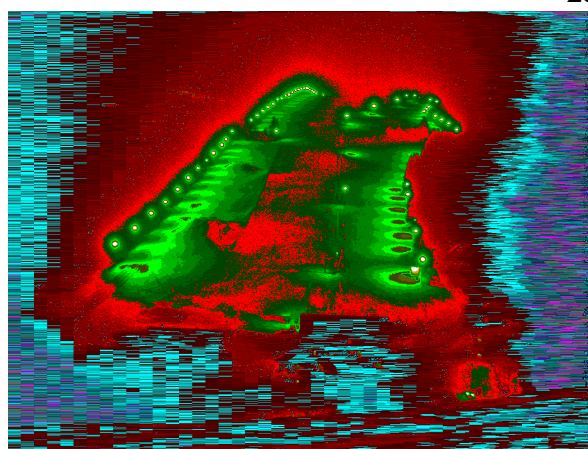
25. dubna 2006 (doplněno 30. června 2006)

Obsah

Abstrakt	3
1 Úvod	3
2 Metody měření	4
3 Veličiny a jednotky, které používáme	6
4 Shrnutí nových poznatků ke sjezdovce Javor	7
5 Světelná realita sjezdovky Protěž a její nutná náprava	8
6 Popisy jednotlivých výprav	10
6.1 Jasy sněhu na Protěži z pohledu lyžařů	10
6.2 Lamy a sjezdovka na Javoru	16
6.3 Pohledy na Protěž zdáli	18
7 Závěr	22
8 Souhrn	24
Dodatky: Nápadnost Protěže zdálky, Porovnání jasů sjezdovek	25
Literatura	28



Protěž pozorovaná z úbočí Janské hory



Sjezdovka Javor v Peci pod Sněžkou

Jasy jsou kódovány v logaritmické škále; násobením 3,6 je můžeme pro snůh převést na intenzity osvětlení. Střední úroveň zelené pak odpovídá intenzitě osvětlení sněhu téměř čtyřiceti luxy, nejsvětější červená odpovídá deseti luxům, nejtmavší žlutá téměř sto padesáti, další tmavá žlutá dvěma stům luxů.

Dokument byl vysázen v systému \LaTeX programem pdftex.
Elektronická verze dokumentu s mnoha hypertextovými odkazy je dostupná na adrese:
<http://amper.ped.muni.cz/noc/krap/2006>

Autor dokumentu:

RNDr. Jan Hollan, Lipová 19, 602 00 Brno

E-mail: hollan@ped.muni.cz

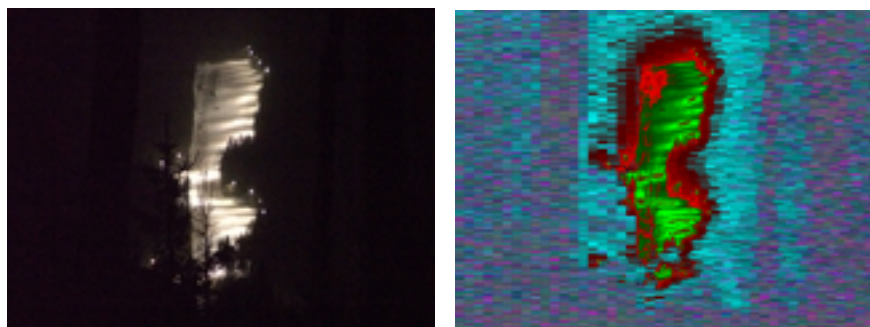
Tel.: domů 543 239 096, do práce 541 321 287

Autor vystudoval fyziku na Masarykově univerzitě v Brně. Od té doby (r. 1980) je jeho hlavním pracovištěm Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně, Kraví hora 2, 616 00 Brno. Působí také na své mateřské univerzitě, na Vysokém učení technickém v Brně a je členem ZO ČSOP Veronica.

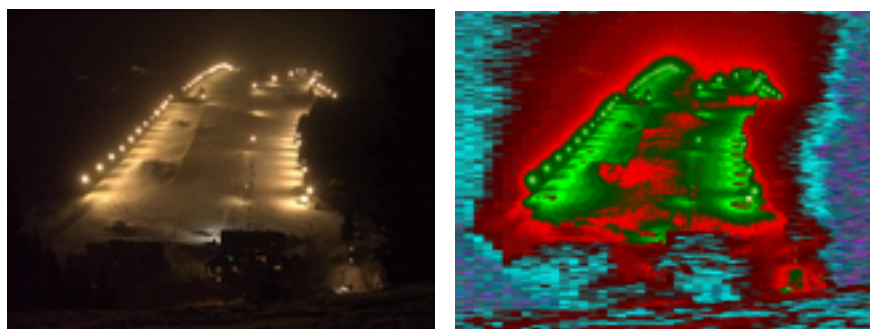
Abstrakt

V zimě 2006 jsme prozkoumali nové osvětlení sjezdovky Javor v Peci pod Sněžkou a sjezdovky Protěž nad Janskými Lázněmi. Ukázalo se, že průměrná intenzita osvětlení sjezdovky Protěž (adresář protez2, obr. 300) je kolem padesáti luxů a průměrná intenzita osvětlení sjezdovky Javor je kolem třiceti luxů (přítom nově osvětlená západní třetina sjezdovky dosahuje také průměru padesáti luxů, viz adresář javor, obr. 253). Maximální intenzity osvětlení dosahují na obou sjezdovkách na několika místech *dvou set luxů*. Tak vysoké průměry a maxima se doposud na žádných krkonošských sjezdovkách nevyskytovaly. Znečištění nočního prostředí národního parku uměle produkovaným světlem se oběma osvětlovacími instalacemi výrazně zvětšilo, a to zdaleka ne jen lokálně.

Obr. 300:
Protěž z Janské hory



Obr. 253:
Javor z protějšší stráně



U obou sjezdovek je nutné řádově snížit intenzitu osvětlení, přičemž lze současně zvýšit kvalitu (rovnoměrnost) osvětlení a tím i rozeznatelnost terénních detailů – jakékoliv hodnoty nad minimálními jasy¹ jsou pro orientaci lyžařů kontraproduktivní, nejsou-li způsobené terénními nerovnostmi, ale nerovnoměrnou hustotou světelného toku. Základním nástrojem k tomu je svítit daleko po svahu, ovšem při použití dostatečně velkých vnějších clon, které zamezí svícení mimo sjezdovku.

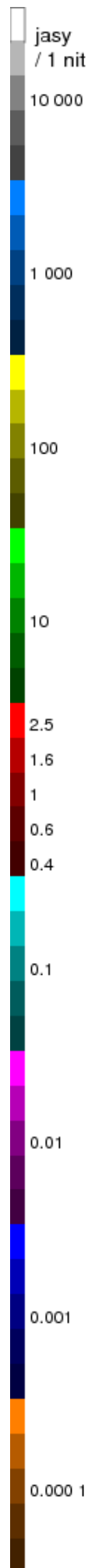
U sjezdovky Javor je instalace rozměrných venkovních clon nezbytná i z toho důvodu, že dosavadní svítidla emitují s ohromnou intenzitou (deseti tisíc kandel každé) i zcela mimo cílovou plochu, v případě těch nově instalovaných např. také na Sněžku. Instalací vhodných clon lze ostatně nejen do značné míry ochránit panoráma hor, ale také zamezit oslňování lyžařů.

1 Úvod

Letošní hodnocení navazuje na podrobnou zprávu o stavu nočního prostředí zimních Krkonoš, vypracovanou autory Brychtová, Hollan a Krause v roce 2005 (dostupnou i elektronicky na adrese amper.ped.muni.cz/noc/krnap) [1].

Od zpracování oné zprávy se v Krkonoších objevily dva další silné systémy umělého osvětlení lyžařských svahů, a právě ty jsou předmětem hodnocení letošního.

¹z teorie vidění i z pokusů vyplývá, že lyžařům stačí šikmé osvětlení sněhu s intenzitou tří desetiny luxu



V únoru 2006 jsem spolu se svým synem Matějem navštívil řadu vybraných míst v Krkonošském národním parku a jeho okolí. Pokračovali jsme tím v práci, započaté již v roce 2004, přičemž jsme dokumentovali i sjezdovky zmíněné v loňské zprávě, ale tehdy blíže neprozkoumané. Těžištěm naší letošní práce bylo ale studium nového osvětlení sjezdovky Protěž na úbočí Černé hory nad Janskými Lázněmi, a dále studium doplněného osvětlení sjezdovky Javor v Peci pod Sněžkou. Terénní práce spočívala jak ve vizuálním hodnocení a orientačním měření různých světelných parametrů, tak v pořízení mnoha snímků, určených k následnému vyhodnocení.

Další, dlouhou etapou bylo vyhodnocování snímků. Údaje, které jsem z nich získal, jsou hlavním podkladem letošního hodnocení obou základních lokalit. Kromě toho jsme zjistili některé parametry osvětlení sjezdovek na úbočí Žalého u Vrchlabí a Herlíkovic (ty v loňském hodnocení chybí).

Třetí etapou bylo typografické a hypertextové (též obrazové) ztvárnění této zprávy. Elektronická verze zprávy má všechny zmínky o snímcích v textu hypertextové, zpřístupňující sadu verzí zobrazení snímků vč. sumárních fotometrických veličin. Snímky v plném rozlišení se objeví také po „kliknutí“ na miniatury snímků obsažené v textu. Tištěná verze tyto funkce bohužel postrádá.

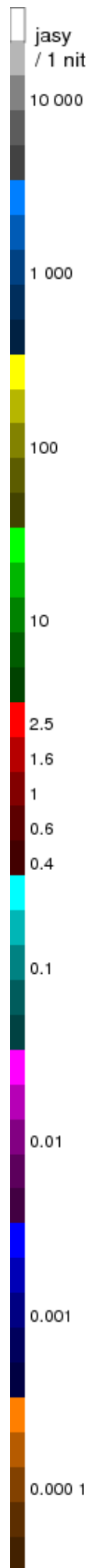
2 Metody měření

Základním přístrojem pro terénní měření byl digitální fotoaparát Fuji S 5000, který umožňuje ukládání snímku v surovém stavu (označuje se zpravidla anglicky jako formát raw). Vlastnosti tohoto přístroje, způsob jeho kalibrace a postup získávání jasové informace ze snímků jsou popsány již ve zprávě pro ministerstvo životního prostředí z roku 2004 [3]. Další informace o fotoaparátu, zejména o jeho spektrální citlivosti, udává práce [4]. Metodu jsem při zpracování letošních dat dále zdokonalil ve dvou ohledech: bere se v úvahu pokles citlivosti fotoaparátu od středu zorného pole k jeho rohům (tzv. vinětace) pro snímky s nejmenší clonou, a také se zohledňuje absence světelného signálu v pixelech, které mají v raw snímcích nulovou hodnotu (bývá to až polovina pixelů) – vypočítané jasy a další veličiny jsou vhodně přepočítány (zvýšeny o podíl nulových pixelů), čímž se údaje z velmi podexponovaných snímků již dosti dobře shodují se snímky exponovanými optimálně.²

Původní surové snímky z kamery jsou uvedeny v podadresářích jako soubory s příponou *raf*. Z nich jsou extrahovány snímky s koncovkou jpeg, jak je do souborů *.raf kamera Fuji S 5000 ukládá, a dále vygenerovány rozměrnější snímky *.jpg využitím programu dcraw [5] – jejich zvláštností je, že i když jsou podexponovány, program dcraw se snaží je zobrazit jako světlé (přitom se ovšem zvýrazní šum snímků). Adaptovanou verzí programu dcraw vytvářím ze snímků formátu raf snímky ve standardním formátu pgm, který je hlavním vstupem mého fotometrického programu raw2lum [6].

Základní veličinou, kterou snímky po dalším zpracování poskytují, je *jas* jednotlivých míst scény. Tato veličina, totiž jas, je současně tou nejdůležitější pro posouzení vhodnosti osvětlení

²Složitější je to u oblastí méně podexponovaných, kde je pixelů s nulovou hodnotou jen malá část. Z nich vycházely jasy zmenšené oproti skutečnosti až o dvacet procent. Vhodnou opravu se mi podařilo aplikovat až v červnu 2006 – je adekvátní u dostatečně velkých oblastí rovnoměrného jasu. V jednodušší, méně uspokojivé podobě je oprava uplatněna i u barevného kódování jasů, pokud se sousedních šestnáct pixelů průměruje. Občasné nápadné rozdíly mezi důkladně a slabě exponovanými snímky se tak velmi zmenšily – to je *jediný rozdíl, kromě této poznámky pod čarou, mezi původní dubnovou a aktualizovanou červnovou verzí zprávy* (podrobný komentář k problému viz soubor `mal0_exp.htm`). Jak jsem ale psal již v dubnu, až na tento „pohledový nesoulad“ nehrál onen problém v našem letošním výzkumu žádnou roli, a bylo možné jej zanedbat – jednak se většina údajů opírá o důkladněji proexponované oblasti snímků, a jednak jsou beztoho nejistoty našich údajů na úrovni dvaceti procent, tedy necelé poloviny základního stupně barevné logaritmické škály, ve které výsledky zobrazuji. Většina uvedených zjištění se týká odlišností na úrovni násobků, nezdědků i desítkových řádů.



– právě jas je tím, co vidíme. Ještě přesněji, vnímáme poměry jasů (čili kontrast sousedících ploch), zato průměrnou hodnotu jasu odhadujeme jen těžko; to proto, že oči se jí přizpůsobí. Jednotkou jasu je *kandela na metr čtvereční*, kterou pro stručnost vyjadřování označují starým názvem *nit* (používám často i jednotku tisíckrát menší, *milinit*). Více k tomu viz následující kapitolu *Veličiny a jednotky*.

Jasy jednotlivých bodů scény jsou programem raw2lum zobrazeny v *barevné logaritmické škále*, která je doplněna na pravý okraj takového snímku (uloženého ve formátu png). Stručně lze říci, že žlutá znamená sto nitů, zelená deset nitů, červená jeden nit, zelenomodrá desetinu nitu atd. V rámci každé barvy je pět jasových stupňů, které dohromady mají rozsah jednoho řádu. Meze stupňů jsou na hodnotách 0,318, 0,504, 0,798, 1,264 a 2,000 příslušného řádu; zaokrouhleně je to 0,3, 0,5, 0,8, 1,3 a 2,0. Střední (bráno logaritmicky) jasy stupňů jsou, vezmeme-li pro příklad zelenou barvu, 4 nt, 6,3 nt, 10,05 nt, 15,9 nt a 25,2 nt (zaokrouhleně tedy (4, 6, 10, 16 a 25)). Sousední stupně znamenají tedy poměr jasů 1,585 (pátá odmocnina z deseti) aneb zaokrouhleně 1,6. Ve velmi podexponovaných oblastech program může místo jednotlivých bodů zobrazovat průměry přes několik sousedních bodů (na snímcích je průměrováno vždy 16 bodů, pokud žádný z nich nepřesahuje úroveň 100). Skutečné jasy velmi podexponovaných oblastí mohou být ale až dvakrát vyšší než udává barevné kódování, protože až polovina pixelů snímku tam nenese žádnou jasovou informaci (tento fotoaparát je kóduje jako nulu, na rozdíl např. od kamery Nikon 990, kterou jsme pro výzkum měli zapůjčenou vloni).

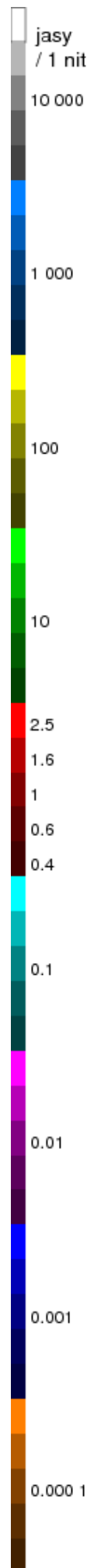
V podexponovaných oblastech je potřeba využít další formy snímků, kterou program raw2lum nabízí – jde o mřížku přeloženou přes snímek, v jejíchž políčkách jsou uvedeny (na dolním okraji) střední hodnoty jasu. Takové snímky mají za číslem snímku uvedeno písmeno *g*.

Konečně, programem raw2lum lze také zjistit, kolik světla na snímek přichází z bodů různého jasu, např. z lamp samotných, z osvětleného povrchu sjezdovky a z ploch okolních (oblohy, lesa). K tomu se využívají série snímků pořízené s různými expozičními dobami, obvykle 1/2000 s, 1/125 s, 1/8 s a 2 s. V některých případech bylo nutné kromě nejkratšího času použít i největší clonu, aby lampy nebyly přexponované. Takto zpracované série snímků mají za číslem snímku písmena L nebo U (L jako nejnižší jas, U jako nejvyšší). V příslušném barevném kódovaném snímku jsou jasy, které nespádají do vymezeného intervalu, zobrazeny černě (jsou-li menší), nebo bíle (jsou-li větší). Mřížka přeložená přes snímek mívá v tomto případě na dolním okraji uveden nikoliv jas, ale úhrn světla z daného políčka (konkrétně, hustotu světelného toku z této oblasti).

Z každého výpočtu je výstupem kromě obrázků i textový soubor s mnoha fotometrickými veličinami, ten má příponu *td*.

Snímky v oněch třech podadresářích mají čísla, jaká jim kamera přidělila, vesměs nad pět tisíc. Pro stručnější odkazování na snímky (a lepší možnost si odkaz zapamatovat) ale v tomto textu používám čísla zmenšená o oněch pět tisíc; na snímek s číslem 5253 odkazuji jako na 253 (hypertextový odkaz je ovšem úplný).

Kromě digitálního fotoaparátu jsme v terénu používali ještě speciální jasoměr pro slabé světlo, přístroj *SQM* (Sky Quality Meter), viz ev. informace o něm na adrese <http://unihedron.com>. Pro měření jasu sněhu je vhodnější než luxmetr, neboť nezabírá celý poloprostor, ale trochu užší kužel (i tak ale dost veliký, s efektivním prostorovým úhlem dva steradiány). Přístroj je kalibrován ve speciální logaritmické škále používané v astronomii – udává, kolik magnitud má čtvereční vteřina scény. Stručně lze říci, že jeho údaj 11,5 odpovídá jasu 2,7 nitu, a pokud jde o jas sněhu, pak také intenzitě osvětlení sněhu deset luxů. Údaj 9,0 odpovídá stu luxů, údaj 14,0 jednomu luxu, údaj 16,5 jedné desetině luxu a údaj 19,0 jedné setině luxu. V čisté noční přírodě by za bezměsíčné bezoblačné noci byl sníh osvětlen nejvýše jednou tisícinou luxu, a údaj SQM by pak byl 21,5.



My jsme přístrojem SQM měřili jasy sněhu, ale občas i přímo jasy oblohy (k tomu byl vlastně přístroj vyvinut). Pokud se blíží přírodním, je pro ně už fotoaparát Fuji S 5000 málo citlivý, zato přístroj SQM je schopen měřit i jasy desetkrát nižší. Kromě toho jsme jej užívali pro měření intenzity osvětlení poskytované vzdálenými zdroji, pokud byly jedním všechny jedním směrem od přístroje. Pro tento účel lze říci, že údaj SQM 11.8 odpovídá intenzitě osvětlení čidla jedním luxem, 14.3 odpovídá intenzitě osvětlení jednou desetinou luxu, údaj 16.8 jednou setinou luxu. Nejistoty takových měření jsou na úrovni až třiceti procent.

3 Veličiny a jednotky, které používáme

byly popsány již v Příloze 3 loňské zprávy [1], zde je shrnuji ještě stručněji.

Jas je tou veličinou, kterou skutečně vnímáme. Ještě přesněji, vnímáme poměry jasů, absolutní hodnoty odhadujeme jen těžko. Jas vyjadřujeme pomocí jednotky kandela na metr čtvereční, která bývala nazývána též *nit* (já zde tento název používám rovněž, pro stručnost a pružnost vyjadřování). Běžný poměr sousedních jasů v denních scénách je jedna ku deseti (smrkový les oproti zasněžené pasece, stín oproti osluněné ploše). Poměr jedna ku třiceti lze ještě dobře zobrazit pomocí fotografie.

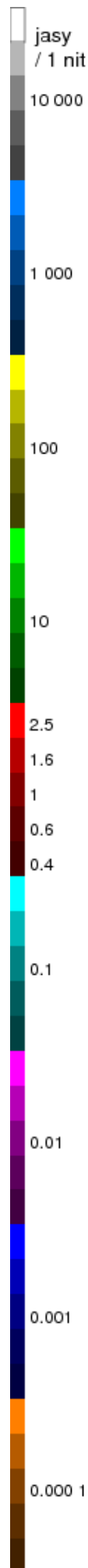
U zcela matných ploch souvisí jas jednoduše s intenzitou jejich osvětlení, kterou vyjadřujeme v jednotkách *lux*. Jas je *intenzitě osvětlení* přímo úměrný. Číselná hodnota intenzity osvětlení (zvané též *osvětlenost*) je pro sněh 3,6 krát větší než jeho jas (je to Ludolfovo číslo π dělené odrazivostí sněhu, která se málo liší od hodnoty 0,87). Pro běžnou dlažbu je tento poměr deset, pro hodně černý asfalt je to až třicet. Pro ilustraci, kolik světla je potřeba pro záznam obrazu, poznamenejme že citlivé moderní videokamery zobrazují dostatečně kvalitně i při jasech kolem jednoho nitu, čili při intenzitách osvětlení scén na úrovni deseti luxů či menší. Mají-li ale kameramani s běžnou televizní technikou nemít žádná omezení oproti natáčení ve dne (aby mohli např. používat extrémní zvětšení a velké clony), používají se i dnes kvůli nim extrémní intenzity osvětlení kolem jednoho tisíce luxů. To je poněkud podivná praxe, environmentálně stěží přijatelná.

Další potřebnou veličinou je *světelný tok*, jeho jednotkou je *lumen*. Osvětlenost jeden lux znamená, že na jeden metr čtvereční dopadá jeden lumen.

Poslední důležitou veličinou je *svítivost*, její jednotkou je *kandela*. Tato veličina vyjadřuje, jak moc svítí daný zdroj do jediného směru. Např. svíčka pozorovaná z boku má svítivost právě jednu kandelu. Světelný tok vydává ale asi deset lumenů (ten se ze svítivosti získá sčítáním, přesněji integrací, přes všechny směry, čili přes tzv. plný prostorový úhel o velikosti 4π).

Zdroj se svítivostí tisíc kandel (stowattová výbojka se světelným tokem alespoň deset tisíc lumenů) osvětluje ze vzdálenosti jednoho kilometru plochu, která je k němu kolmá, intenzitou jednoho mililuxu (abychom nemuseli hovořit o ploše a její orientaci lze říci, že *hustota světelného toku* od takového vzdáleného zdroje je jeden *mililumen na metr čtvereční*). Astronomové této veličině, pokud je charakteristikou např. hvězdy či vzdálené lampy, říkají také *jasnost*. Pozorujeme-li lampu ze vzdálenosti dvou kilometrů místo jednoho kilometru, je vidět čtyřikrát slabší (jasnost ubývá se čtvercem vzdálenosti).

Z digitálních snímků lze přímo zjistit jen jasy různých ploch. Pro pohodlí je v textu většinou přepočítáváme na pravděpodobné intenzity osvětlení sněhu – s předpokladem, že sněh je zcela matný. Ve skutečnosti i sněh odráží trochu více světla dopředu (pod úhlem dopadu) než zpět, takže podle toho, jaká je vzájemná poloha zdroje, osvětlené plochy a pozorovatele, může být jas plochy různě velký. Všimnout si toho lze, stojí-li člověk na rovinné, byť nakloněné ploše osvětlené rovnoměrně sluncem. Intenzity osvětlení, které z jasů vypočítáváme, proto v extrémních případech mohou ve skutečnosti být o třetinu menší nebo o polovinu větší – jasy samotné známe dvakrát až třikrát přesněji.



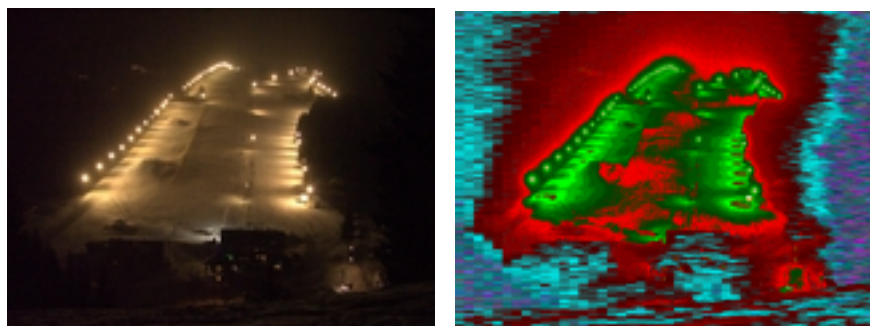
4 Shrnutí nových poznatků ke sjezdovce Javor

Před zimní sezónou 2005/2006 doznala sjezdovka Javor v Peci pod Sněžkou dvou výrazných úprav oproti minulosti.

Jednou z úprav je vytvoření dvou vysokých terénních vln ve východní části sjezdovky, které mění jasové poměry při pohledech na sjezdovku z údolí či protějšího svahu – svahy vln obrácené k lampám na východním okraji sjezdovky mají jas vyšší než původní plochý terén, naopak těsně za vlnami, směrem k prostředku sjezdovky, jsou jasy menší než dříve, neb vlny tam vrhají stíny. V oblasti mezi vlnami a původními světly zůstaly jasy terénu stejné jako vloni, průměry jasů ve východní polovině sjezdovky (tedy i průměrné intenzity osvětlení terénu) jsou rovněž stejné jako vloni.

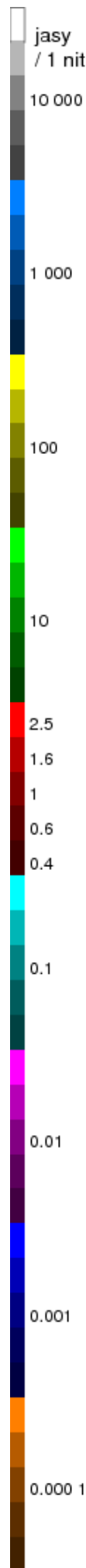
Druhou, zásadnější úpravou bylo instalování další řady světel na západní okraj sjezdovky – nových sloupů se svítidly. Světelné poměry v západní polovině sjezdovky se tím zcela změnily. Zatímco vloni byla západní třetina sjezdovky (od vleku směrem k Zahrádkám) osvětlena zdáli, velmi kvalitně (tj. rovnoměrně), příjemnou intenzitou kolem tří luxů, letos je osvětlena velmi nerovnoměrně a mnohem silněji. Dokonce silněji než třetina východní, kterou jsme vloni důrazně kritizovali. Ilustruje to např. (v adresáři Javor) obr. 253: minima jasu sněhu západně od vleku klesají jen v malé oblasti na čtyři nity (čili čtyři kandely na metr čtvereční, to je kódováno nejtmaší zelenou barvou), zato maxima dosahují šedesáti nitů (druhá nejtmaší žlutá). Průměrný jas spodní části západní třetiny sjezdovky letos dosahoval čtrnácti nitů. Vyjádřeno veličinou intenzity osvětlení (uvažujeme-li sníh jako dobře rozptylující s odrazivostí 87 %) jsou minima tohoto pruhu sjezdovky na úrovni patnácti luxů, maxima přes dvě stě luxů a *průměr na úrovni padesáti luxů*.

Obr. 253:
Javor z protější stráně



Průměr pro celou sjezdovku, přesněji pro její většinu, jak je patrná z protějšího nízkého hřebene, je nyní na úrovni třiceti luxů. To je velmi vysoká intenzita osvětlení, vyšší, než jsme zjistili kdekoli v sezóně 2004/2005.

Kromě velmi vysoké intenzity osvětlení je zásadním problémem přímé vyzařování lamp (odborně řečeno svítidel) pryč od sjezdovky, např. i na hřeben naproti ní. Tam tvoří přímé imise z lamp zhruba polovinu celkových světelných imisí (dole je to více než polovina, nahoře o trochu méně – tak strmě nahoru lampy svítí přece jen slaběji). Naše loňské doporučení bylo, aby existující lampy na Javoru byly zacloněny tak, aby jako světelné body nebyly zdáli (např. z Liščího hřebene) vůbec patrné. Přitom by současně mohlo přibýt světla na západní okraj sjezdovky, nejdále od lamp. K tomu ale nedošlo. Nevhodným instalováním dalších špatných, necloněných lamp se znečištění Krkonoš působené umělým osvětlením sjezdovky Javor naopak radikálně zvýšilo. Někde „jen“ na dvojnásobek, jinde, jako zcela určitě na Růžové hoře či na Sněžce, na mnohonásobek – tam totiž nově instalované lampy míří svými velmi širokými světelnými svazky. Zatímco vloni byla dominantou pohledů na Pec od východu (z Karlova Vrchu) světelná čepice nad sjezdovkou (silně osvětlený vzduch), nyní jim dominuje oslňující řada nových lamp, podobně jako vloni při pohledech od západu. Zatímco vloni byl Javor zdrojem znečištění srovnatelným s Hromovkou, letos se stal zdrojem daleko významnějším, s celkovými emisemi většími, než vydává celé Vrchlabí. Je to velmi nepříznivý vývoj.



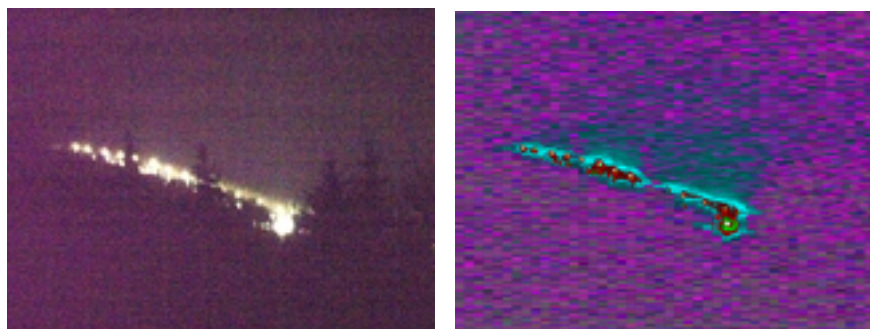
Podrobné popisy pohledů na sjezdovku viz dále v části Lampy a sjezdovka na Javoru.

5 Světelná realita sjezdovky Protěž a její nutná náprava

Sjezdovka pod novou sedačkovou lanovkou na úbočí Černé hory nad Janskými Lázněmi nebyla v sezóně 2004/2005 uměle osvětlená. Naše tehdejší studie se zabývala jen případnými dopady toho, kdyby osvětlena byla, a to různými intenzitami (šlo vlastně o dvě studie, jednu předběžnou, převážně teoretickou, samostatně k Protěži [2], a pak o soubornou, sepsanou v kontextu analýzy skutečných světelných poměrů v nočních Krkonoších [1]). Naše tehdejší doporučení měla dvě základní stránky – zmiňovala jednak směřování světla (jen na sjezdovku a nikam jinam) a jednak celkové světelné emise (dané při dodržení prvního požadavku už jen intenzitou osvětlení sjezdovky, naše doporučení bylo nepřekročit střední intenzitu osvětlení půl luxu).

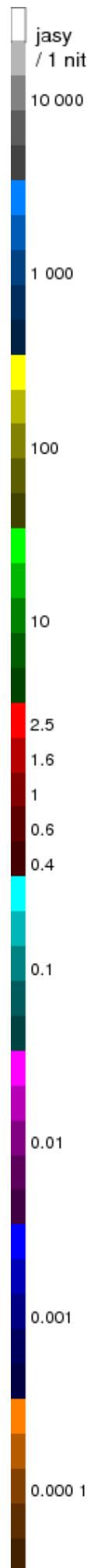
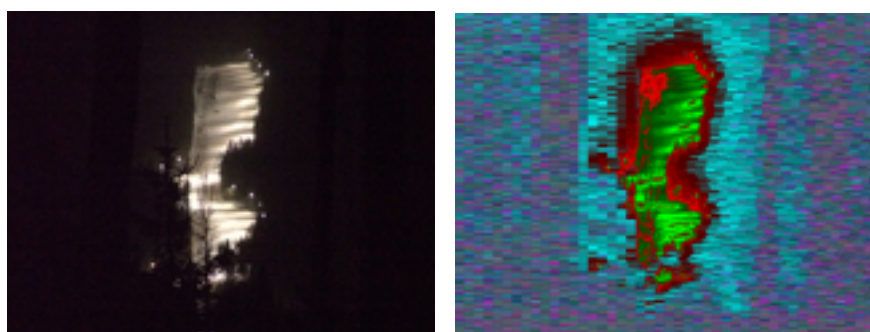
Pokud jde o základní směřování světla, je nová osvětlovací soustava sice nedokonalá, ale lepší než veškeré ostatní, které jsme dosud zkoumali. Převážná většina světla jde skutečně na sjezdovku, jen menší část do lesa na protilehlé straně sjezdovky, a jen jednotky procent světla jdou ze svítidel nad koruny stromů dále do ovzduší a do vzdálené krajiny – to nicméně není zanedbatelně málo a nápadně se to projevuje, viz např. v adresáři protez2 obr. 279:

Obr. 279:
Protěž od Janské boudy



Na druhé straně, pokud jde o intenzitu osvětlení, je Protěž tím nejhorším případem v Krkonoších, který jsme zaznamenali. Osvětlení je extrémně intenzivní, s průměrnými hodnotami kolem padesáti luxů, tedy stonásobnými oproti našemu doporučení – viz pohled z úbočí Janské hory, obr. 300. Celkové emise osvětlovací soustavy lze odhadnout na dva až tři milióny lumenů, o nic menší, než je tomu u sjezdovky Hromovka. Emise vzhůru do nebe pak na minimálně *jeden a půl miliónu lumenů*. Pro srovnání, emise celého Vrchlabí nahoru do ovzduší v době, kdy není pokryto celé čerstvým sněhem, lze odhadnout na maximálně dva milióny lumenů (jak podle měření ze satelitů, tak podle počtu obyvatel – třináct tisíc – a podle obvyklých měrných vzhůru jdoucích emisí, sto třicet lumenů na osobu, viz ev. kapitolu České světelné emise dle satelitních dat v [3]). Pokud zasněžené je, mohou jeho emise vzrůst na tři milióny lumenů (nárůst není dramatický, protože podstatná část emisí odchází do ovzduší rovnou z lamp a protože terén je hodně zastíněn budovami a stromy). Protěž se tak stala podobně velkým dalším zdrojem znečištění, ovšem ležícím blíže centra národního parku.

Obr. 300:
Protěž z úbočí Janské hory



Pro porovnání, střední intenzita osvětlení sjezdovky Košťálka je do sedmi luxů, lokální maxima osvětlenosti jsou na ní do třiceti luxů. Střední intenzita osvětlení sjezdovky Duncan ve Svobodě nad Úpou je patnáct luxů, lokální maxima jsou šedesát luxů, viz v adresáři bubakov obr. 151. To je sice už velmi mnoho, ale přece jen méně než maxima dvě stě luxů a střední hodnoty třicet luxů jako na Javoru či padesát luxů jako na Protěži. Úměrně tomu je menší i znečištění nočního prostředí v Krkonoších vinou těchto menších sjezdovek.

Obr. 151:
Sjezdovka Duncan ve
Svobodě nad Úpou



Podrobněji k pohledům na Protěž zblízka viz dále část *Jasy sněhu na Protěži*, k pohledům od jihu, ze Zlatého hřbetu sousedícího s Černou horou pak část *Pohledy na Protěž zdáli*.

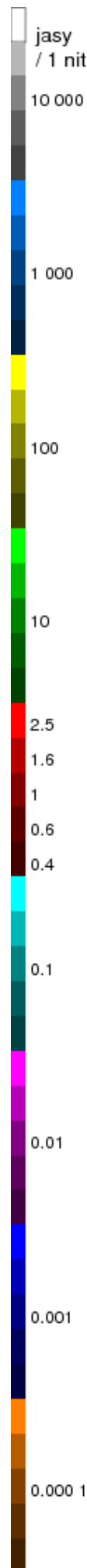
Krkonoše tak po Hromovce a Javoru byly obdařeny třetím velikým zimním zdrojem znečištění večerního prostředí – jako by ty dva dosavadní nebyly mocným mementem, že takto se to dělat nemá. Pro pohledy z podhůří se Protěž stala zdrojem dominantním. Například z Vrchlabí jsme večer v pátek 24. února viděli nad východem neobvyklý světelný úkaz – silně zářící mrak, viz obr. 149. Už tehdy nás jalo podezření, jestli nejde o projev osvětlené Protěže, jen jsme jaksi nevěřili, že by se mohla projevovat zdáli, ze směru odkud není přímo vidět, tak nápadně. Ukázalo se, že skutečně o projev Protěže jde. Když jsme cestou z Černého Dolu k Janským Lázním zastavili, abychom změřili intenzitu podivného světla přicházejícího zepředu, snížila se ve 21:18 rázem šestkrát – to, když osvětlení sjezdovky vypnuli.

Podobný mrak nad jihovýchodním úbočím Černé hory (stratus, související s větrem vanoucím přes horu) jsme v dalších dvou večerech zaznamenali také, i když byl zřejmě níže nad terénem a nemusel být viditelný např. z Vrchlabí. Z míst, odkud je sjezdovka přímo patrná, tj. z Trutnova dalších míst a měst na jihovýchod od Černé hory, ale sjezdovka nepochybně dominuje Krkonošům vždy, neb její nesmírně silně osvětlená plocha je odtud přímo viditelná.

Je velmi žádoucí osvětlení sjezdovky Protěž radikálně zeslabit. Je vhodné je i jinak upravit, protože je nekvalitní, nerovnoměrné, lyžaři stále projíždějí střídavě oblastmi s jasy lišícími se alespoň v poměru jedna ku pěti. Vzniká tak dojem, že v těch nejméně osvětlených místech je přitímní – ale ono tam dopadá běžně i dvacet luxů. Ve srovnání s maximy, která místy činí až dvě stě luxů, se to ovšem může napohled zdát málo.

Realita osvětlení sjezdovky Protěž tak vlastně naplnila tu nejhorší prognózu uvedenou v naší první studii [2] – světla je mnohem více než zmiňoval projekt z podzimu 2004. To je nevyhnutelně dáno příkonem osvětlovací soustavy, činícím zřejmě desítky kilowattů.

Technicky lze osvětlení napravit tak, že se výbojky zamění za *mnohem slabší* a světla se namíří dále po svahu, aby nejsilněji osvětlené oblasti navazovaly výborně na sebe, bez slabších pruhů mezi sebou. Může být nutné doplnit optiku svítidel vnitřními či vnějšími clonami tak, aby rozdělovaly světlo po svahu vhodněji, tj. více jej poslaly do dále a méně pod sebe. Kolem celého takového upraveného svítidla je pak nezbytné přidat *další dostatečně velkou vnější clonu*, která zajistí skutečně nulové vyzařování směrem vodorovně či směrem na protější hřeben Zlaté vyhlídky a dále – ta dnešní svítidla tam mají svítivosti jeden tisíc až několik tisíc kandel. To je sice méně než na Javoru, kde svítivost lamp pryč od sjezdovky je až deset tisíc kandel, ale mnohem více než běžný limit nula kandel na kilolumen (požadovaný zákonem už v šesti regionech Itálie, od severních hranic až po celé pobřeží Jadranu), který pro kilowattovou výbojku



se světelným tokem sto kilolumenů připouští nejvýše padesát kandel. Doplňujícím opatřením může být černý nátěr úchyťů a části sloupu blízko pod lampou, aby se ani ty nestávaly jasným bodem či čárkou zářící do dále.

Kromě instalování slabších výbojek lze soustavu doplnit systémem tlumení, aby stanovené průměrné hodnoty intenzity osvětlení nebyly s výjimkou několika minut při zapínání soustavy nikdy překročeny – veškeré moderní vysokotlaké výbojky lze snížením příkonu vhodnými technologiemi tlumit bez problémů až na jednu třetinu nominálního světelného toku, a i staré typy výbojek se snadno tlumí na jednu polovinu. Jediné výbojky, které tlumit nelze, jsou tzv. nízkotlaké sodíkové, vydávající monochromatické žluté světlo, a v České republice velmi málo používané.

Trvale udržitelné intenzity osvětlování lyžařských svahů jsou o dva řády menší než ty, které byly použity na Protěži – nezbývá než opakovat konstatování z obou předchozích studií [2] a [1]: průměrná intenzita osvětlení terénu by neměla překročit půl luxu, fyziologicky dostatečné minimální intenzity osvětlení jsou *tři desetiny luxu*. Jen tehdy by další rozšiřování večerního lyžování nebylo v zásadním protikladu s posláním Národního parku, a také v protikladu se zájmy dalších návštěvníků Krkonoš – lze soudit, že alespoň někteří dosud jezdí a snad i budou jezdit do Krkonoš *za přírodou*. Tu bohužel už vinou večerního osvětlení mnoha svahů mohou, alespoň v náznaku, vidět leda až poté, co je osvětlení svahů vypnuto, tj. až kolem desáté večer. Alespoň pro děti je to trochu pozdě. Silné osvětlování dalších svahů dnes obvyklými intenzitami, kdy maxima překračují i deset luxů, by situaci, již tak dost špatnou, dále velmi zhoršilo.

Splnění limitů pro intenzitu osvětlení je možné dodatečně zjistit z digitálních snímků pořízených ve formátu „raw“. Záruku, že nebudou překročeny, lze ale získat předem, a to omezením celkového příkonu osvětlovací soustavy. Ocituji z loňské zprávy [1], která uvádí modelový případ velké sjezdovky o ploše čtyř hektarů: *Základním limitem pro běžné osvětlení sjezdovek, tam kde je vůbec nějaké umělé osvětlení přijatelné, by měl být nejvyšší přípustný příkon půl kilowattu při užití výbojek nebo dvou a půl kilowattu při užití žárovek. Vhodnější jsou limity poloviční, které lze dodržet, pokud se osvětlují jen plochy vhodně minimalizované velikosti.*

Dalším argumentem pro řádové snížení intenzity osvětlení Protěže je její viditelnost z velkých dálek, viz o tom Dodatek: nápadnost Protěže v panoramatu Krkonoš.

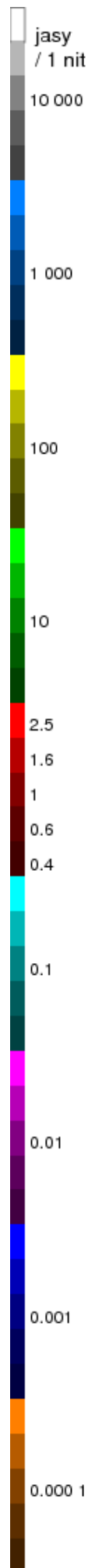
6 Popisy jednotlivých výprav

Dále jsou detailně popsána měření pořízená na sjezdovce Protěž, na sjezdovce Javor a v její blízkosti, a na závěr pak dálkové pohledy na sjezdovku Protěž.

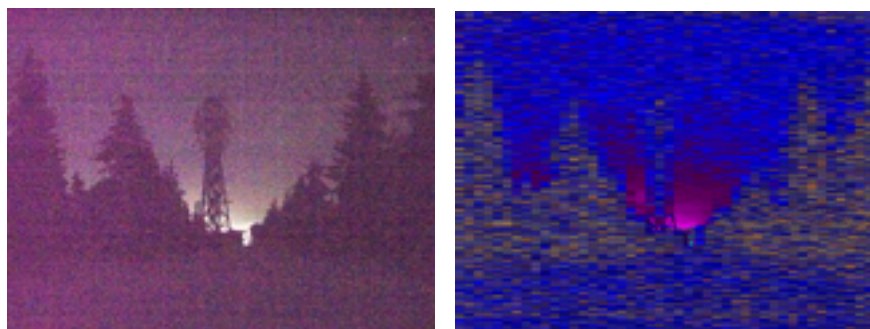
6.1 Jasy sněhu na Protěži z pohledu lyžařů

Měření jsme prováděli večer v sobotu 25. února poté, co jsme odpoledne prošli sjezdovku směrem vzhůru a počkali na setmění. Snímky viz adresář protez1.

Už cestou z vrcholu Černé hory směrem ke sjezdovce bylo světlo rozptylující se v horské oblačnosti nad sjezdovkou (proměnlivý oblak typu stratus) velmi nápadné. Na obr. 171 (a třech dalších) se rýsuje proti velmi světlé obloze nízko nad jihovýchodem (obloha tam má jas až třicet milinitů) temná silueta rozhledny. Intenzita osvětlení našich tváří z tohoto směru dosahovala sedmi mililuxů, tedy sedminásobku přírodní hodnoty pro případ bezoblačného počasí. Intenzita osvětlení vodorovného terénu přesahovala tři mililuxy (dle změřených jasů sněhu 1,0 mnt, či jasu oblohy 0,9 mnt), více než trojnásobku přírodní úrovně. V nadmořské výšce téměř třinácti set metrů je to hodnota nepříjemně vysoká, při které už je např. hvězdné nebe na pohled docela chudé.

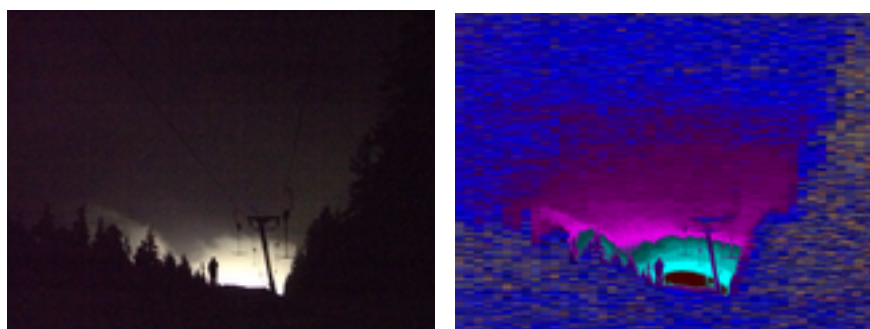


Obr. 171:
Rozhledna na Černé
hoře na pozadí světlého
nebe nad Protěží

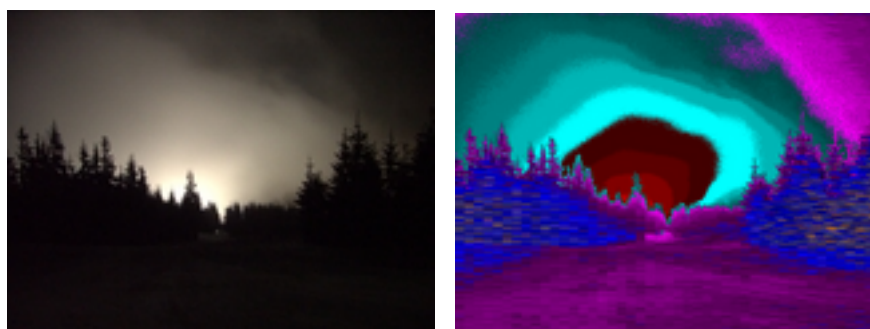


Na horní stanici vleku už byl jas oblohy nízko nad sjezdovkou desetinásobný, dosahující tři desetin nitu (obr. 176). Blíže k osvětlené části sjezdovky se nám na běžkách pěkně sjíždělo, jas sněhu na tomto horním konci sjezdovky dosahoval celých osmi milinitů (desetinásobku hodnot na vrcholu Černé hory, třicetinásobku přírodní úrovně), intenzita osvětlení sněhu byla tedy tři setiny luxu. To ilustruje obr. 178. (Následující obr. 179 je pohledem spíše na oblohu, vpravo je vidět všechny jasné hvězdy ve Velké Psu, vč. mírně přexponovaného Siria; přítomnost hvězd umožňuje dodatečnou nezávislou fotometrickou kalibraci snímku opřenou o stálice coby nejstabilnější fotometrické standardy – automatizování této procedury zatím nemáme vyřešeno).

Obr. 176:
Dvakrát světlejší
obloha blíže sjezdovky

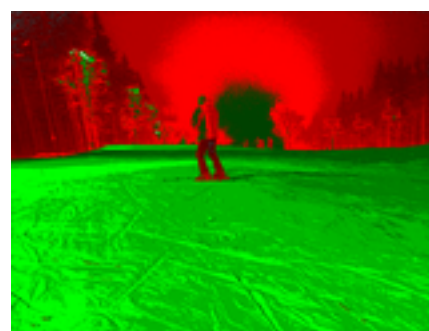
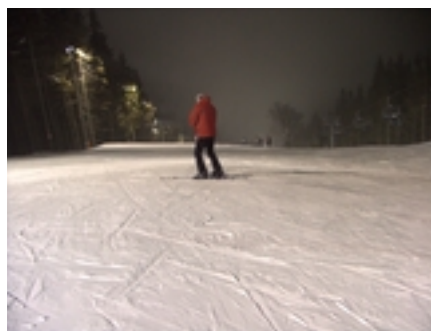


Obr. 178:
Sjezdovka kolem nás
osvětlena 30 mlx



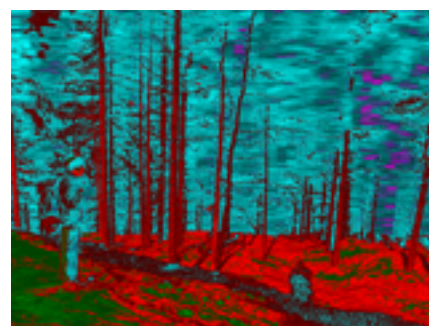
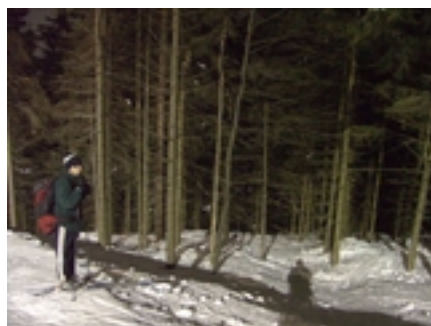
Dále po svahu, když už byla přímo osvětlená část sjezdovky v dohledu, jas okolního sněhu přesahoval dvě setiny nitu, tj. intenzita jeho osvětlení se blížila desetině luxu. Připadlo nám, že terén sice už vidíme výborně, že by ale na pohodlné sjezdové lyžování byl potřeba jas přece jen větší, aneb intenzita osvětlení několik desetin luxu (úrovně osvětlení jsme zde měřili jen bodově, terén není dokumentován snímkem).

Obr. 181 je pořízen hned na horním konci osvětlené Protěže, zachycuje její levou polovinu blíže lamp. Jasy sněhu, zprůměrované v jednotlivých políčkách o rozměrech asi čtyř stupňů, jsou od sedmi nitů do 25 nt, intenzity osvětlení tedy od 25 lx do devadesáti luxů.



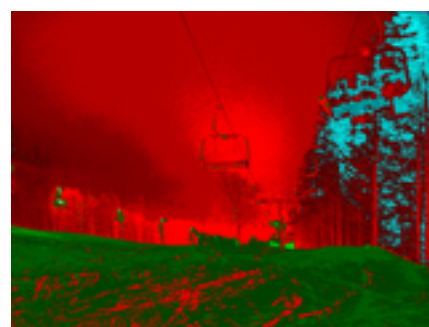
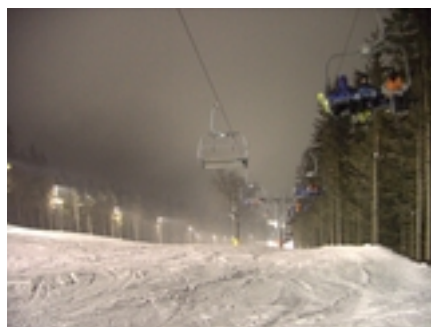
Obr. 181:
Začátek Protěže

Obr. 184 je z pravého okraje sjezdovky, kde jsou jasy sněhu nejmenší, „jen“ kolem tří nitů, což odpovídá intenzitě osvětlení jedenáct luxů. Teprve v lese za sjezdovkou intenzita osvětlení klesá pod deset luxů, s jasy sněhu kolem dvou nitů. Až nejbližší plošky sněhu na snímku mají jas pod jeden nit. Stromy vrhají stíny do dále, jejich spodní polovina je tedy lampami vydatně osvětlená.



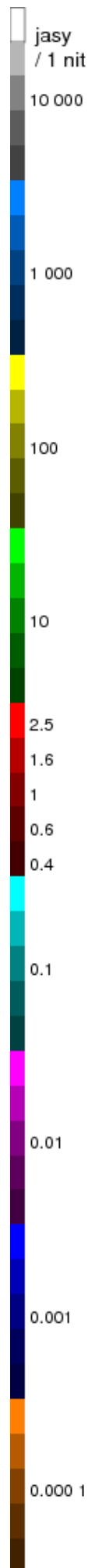
Obr. 184:
Pravý okraj sjezdovky,
pod horní stanicí
lanovky

Obr. 185 je pohledem z téhož místa na pravém okraji sjezdovky, ale směrem dolů. Minima jasu v políčkách o velikosti čtyř stupňů jsou od tří a půl nitu (pod lanovkou) do čtyř a půl nitu (okraj sjezdovky skloněný k lampám), intenzity osvětlení tedy přesahují 12 lx, resp. 16 lx. Je patrné, že lampy nesvítili nahoru lyžařům do očí. V dále, pod „bubnem“, je patrný kousek sjezdovky s jasnem dosahujícím třiceti nitů. Obrázek též ukazuje, že lampy poskytují poměrně dobře ohraničené světelné kužely, ač svítí i vysoko na lesní stěnu – její jas je v horní polovině zřetelně nižší než dole.

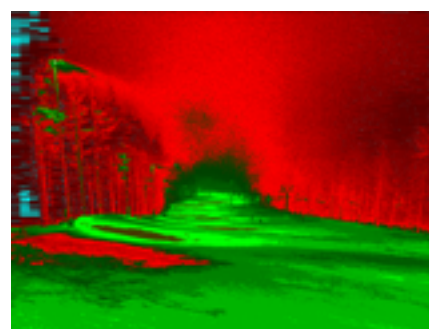
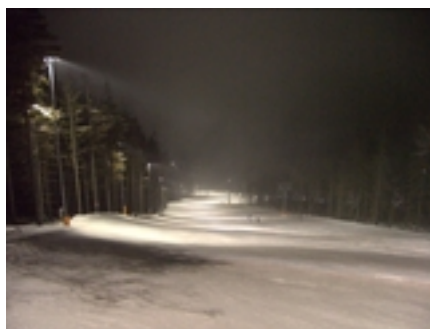


Obr. 185:
Pravý okraj sjezdovky,
pohled dolů

Obr. 188 je pořízen opět z levého okraje sjezdovky, ze začátku její strmé části, poskytuje výhled na celou její horní strmou část i mírnější pokračování. V popředí je stín větví (patrný již na prvním snímku) kde jasy dosahují minima necelé dva nity. Směrem dolů se v levé polovině sjezdovky jinak střídají jasy od deseti do téměř šedesáti nitů, tedy intenzity osvětlení od 36 lx do 200 lx. Sjezdovka je pruhovaná, jako by byla výrazně vlnitá – vizuální vjem je ovšem zavádějící, ve skutečnosti je velmi hladká, s jen pomalu se měnícím sklonem. Průměrný jas sjezdovky je v silně osvětlené levé polovině kolem dvaceti nitů (průměrná intenzita osvětlení tedy kolem sedmdesáti luxů).

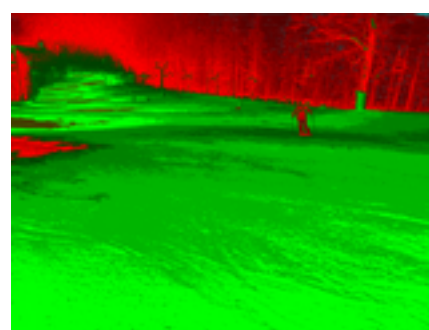


Obr. 188:
Strmý začátek
sjezdovky

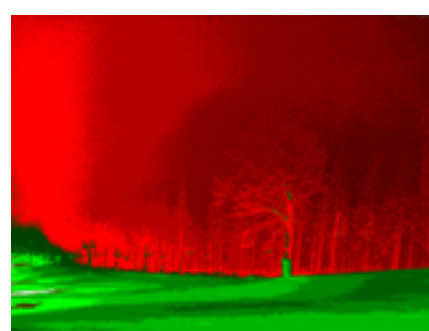
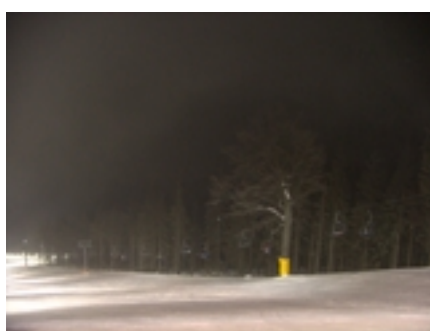


Na pravém okraji sjezdovky se jasy pohybují od sedmi do patnácti nitů, osvětlení je mnohem rovnoměrnější, s průměrem čtyřiceti luxů. Pohledy více obrácené vpravo (a dávající stejné hodnoty) jsou obr. 189 a obr. 190. Druhý z nich ukazuje, že lampy svítí téměř naplno ještě i na lano lanovky či na kmen opadavého stromu, zatímco výše už svítí mnohem méně. Ještě lépe to demonstruje obr. 191, zabírající detailně stožár lanovky. Hrana světelného kužele by rozhodně neměla sahat tak vysoko, ať už kvůli tomu, aby lampy nesvítily naplno tak daleko do lesa, tak i kvůli pohodlí lyžařů jedoucích lanovkou vzhůru – jistě by uvítali, kdyby byla nápadná jen osvětlená sjezdovka s lyžaři, místo aby naprostou dominantou výhledu z lanovky byla šňůra oslnivých lamp. Na pravém okraji snímku klesá průměrný jas sjezdovky k pěti nitům, tedy intenzita osvětlení pod dvacet luxů (vpravo v popředí dosahuje ale šedesáti luxů).

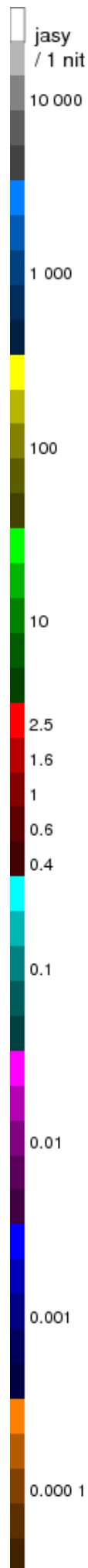
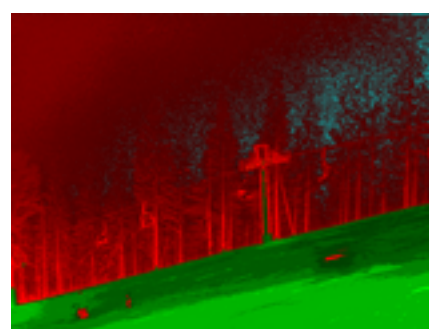
Obr. 189:
Pohled více doprava



Obr. 190:
ještě více doprava...

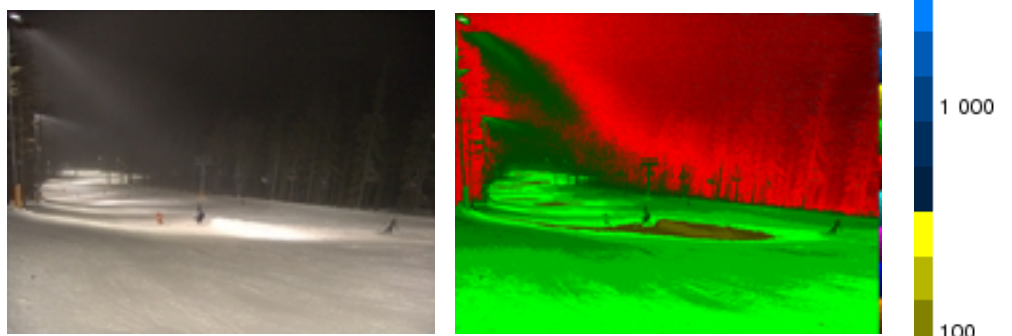


Obr. 191:
až vodorovně na
opačnou stranu
sjezdovky



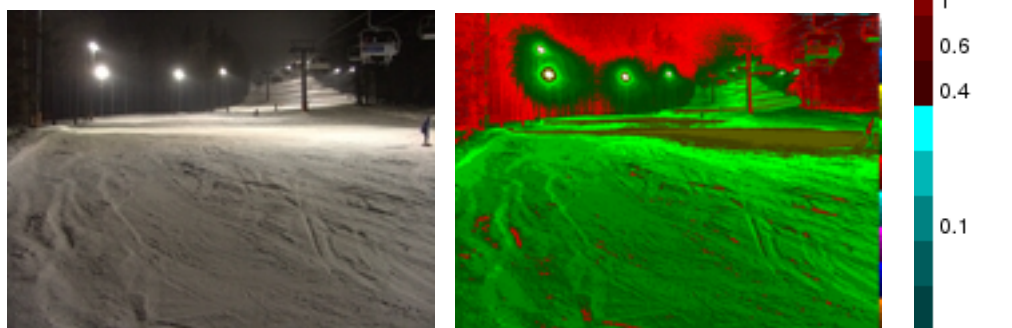
Obr. 193 zabírá zblízka nejsvětlejší místo horní části sjezdovky (patrné již na obr. 188) s jasem kolem 56 nt, čili intenzitou osvětlení 200 lx. Níže sjezdovka působí dojem vysokých terénních vln, který oslabuje jen barevná variabilita světlých pruhů (halogenidové výbojky jsou barevně nestálé) – ta naznačuje, že jde o osvětlovací artefakt, ne o topografii terénu.

Obr. 193:
Nejsvětlejší místo
sjezdovky



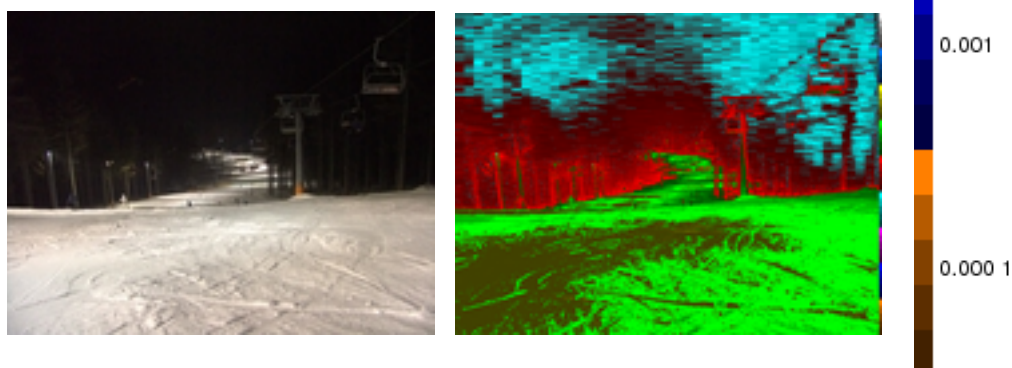
Obr. 195 je pohled ze střední, málo strmé části sjezdovky zpět nahoru až na svah, který byl na minulých snímcích snímán shora. Jasy sjezdovky se pohybují od sedmi nitů do padesáti nitů (průměry v obdélnících o velikosti asi čtyř stupňů), intenzity osvětlení tedy od 25 lx do 180 lx. Pečlivý pozorovatel může porovnáním snímků zjistit, že světlé pruhy mají ještě o něco vyšší jas než při pohledu shora (oblasti s jasem nad 50 nt, kódované druhým stupněm žlti, jsou častější a větší), což je dáno nenápadnou, ale přesto zjistitelnou „matnou zrcadlovostí“ sněhu osvětleného hlavně lampami stojícími výše po svahu. Na obrázku je také dobře patrné, že i velmi vzdálené lampy svítí silně až do kamery, což je zbytečné – užitečného světla nepřidají, a při pohledu na lyžaře výše na svahu zbytečně oslňují, neb bývají na pohled (tj. úhlově) blízko nich.

Obr. 195:
Ohlédnutí vzhůru



Obr. 197 míří ze stejného místa naopak dolů. Minima jasu sněhu na sjezdovce neklesají takřka nikde pod pět nitů (tedy intenzita osvětlení pod osmnáct luxů), maxima světlých pruhů jsou přes padesát nitů (intenzita osvětlení přes 180 lx). Jasy sjezdovky v popředí jsou (průměrováno přes obdélníky s typickým rozměrem čtyř stupňů) od 25 nt do 40 nt, tedy intenzity osvětlení od 90 lx do 140 lx, celkový průměr je kolem 120 lx. V dálce je průměr jasů menší, opět kolem 20 nt (což odpovídá sedmdesáti luxům).

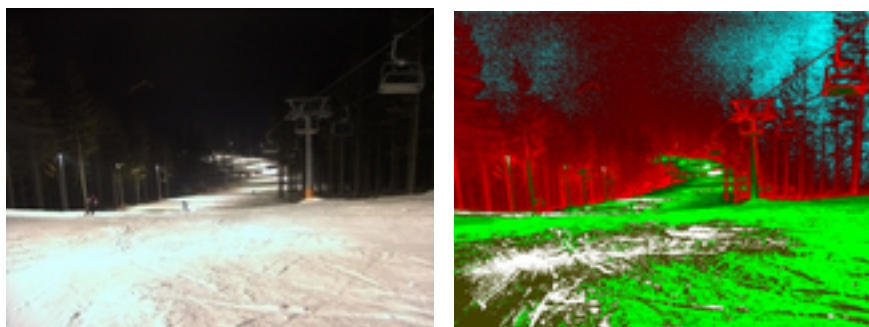
Obr. 197:
A pohled dále dopředu



Dvě nejsvětlejší skvrny, ve vnější části levé zatačky sjezdovky, jsou jedinou výjimkou, kde lokálně vyšší jas není jen nežádoucím artefaktem nerovnoměrného osvětlování: jde o skutečné (uměle navršené) terénní vlny, přesněji o jejich plochy obrácené k lampám. Jejich jasy dosahují sta nitů, čili osvětlenosti až 350 lx. Jen v tomto jediném případě se stává relativní jasová informace (nápadně světlejší ploška sjezdovky) užitečným průvodcem lyžařů.

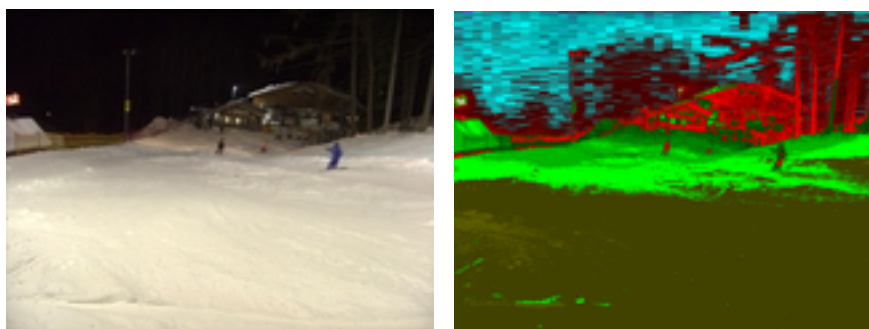
Jas sjezdovky je tak vysoký, že světla ze sjezdovek nad Mladými Buky, patrná nad lesem vlevo od středu snímku (lépe na přeexponovaném obr. 198), se zdají být úplně slabá. Na jejich nenápadnosti se ale zřejmě podílelo i zeslabení světla vlivem vrstvy oblačnosti nad svahem Černé hory.

Obr. 198:
... déle exponovaný



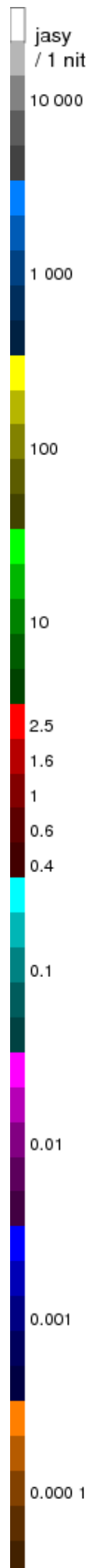
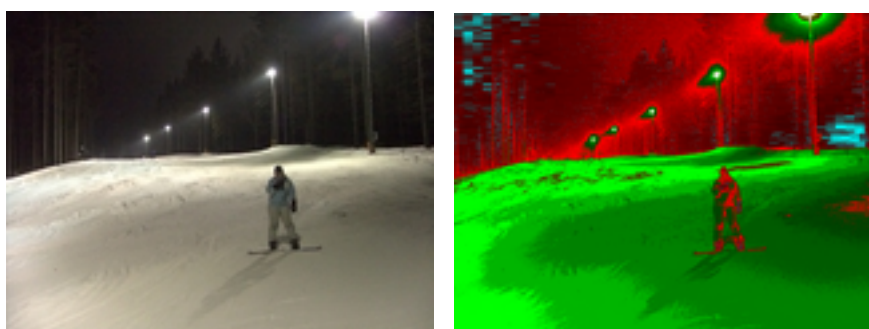
Obr. 199 je pohledem na závěr sjezdovky. V popředí, ve vnější části zatačky, odkud je snímek pořízen, je jas sjezdovky přes čtyřicet nitů, tedy intenzita osvětlení přes 140 lx. Až těsně u bufetu a ve frontě na lanovku klesají jasy sněhu na šest nitů (intenzity osvětlení na dvacet luxů). Jsou to sice jasy stále velmi vysoké, ale vinou kontrastu s extrémně silným osvětlením v popředí působí dojem, že tam je skoro tma!

Obr. 199:
Dolní konec sjezdovky



Na posledním obr. 200, pořízeném z téhož místa směrem vzhůru podél sjezdovky, jsou jasy sněhu v malých oblastech od tří do čtyřiceti nitů, průměrováno přes buňky velikosti čtyř stupňů je to od čtyř do necelých třiceti nitů. Přepočteno na intenzity osvětlení je to od patnácti luxů do sta luxů. Typické hodnoty jsou kolem dvanácti nitů, aneb čtyřiceti luxů.

Obr. 200:
Poslední ohlédnutí
vzhůru

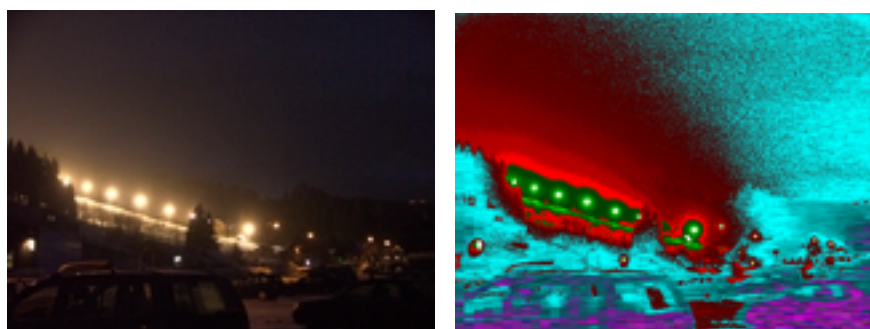


6.2 Lamy a sjezdovka na Javoru

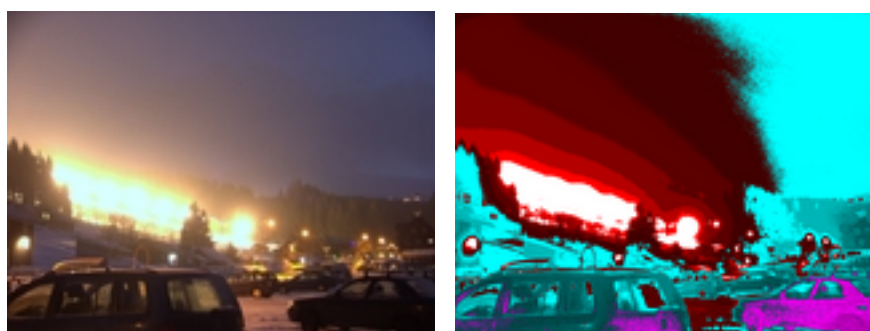
Měření jsme prováděli večer v neděli 26. února. Snímky viz adresář Javor (první snímky v adresáři jsou pohledy na sjezdovku ve Velké Úpě.)

První sérii snímků sjezdovky Javor (233, 234, 235, 236, 237, liší se jen expozicí) jsme pořídili z velkého veřejného parkoviště, odkud už byly vidět nové lampy na západním okraji sjezdovky. Přímo od lamp byl objektiv kamery osvětlen intenzitou 0,4 lx (světla z oblohy a terénu bylo třikrát méně). Na každou z pěti nezastíněných lamp tak připadá asi sedm setin luxu, ve vzdálenosti asi půl kilometru to implikuje svítivost každé takové lampy asi patnáct tisíc kandel – to znamená, že svítí na parkoviště téměř naplno (při předpokládaném příkonu lampy 1 kW a světelném toku výbojky sto kilolumenů to znamená vysokou měrnou svítivost, určité podpořenou zrcadlem uvnitř lampy, 150 cd/klm). Výhled směrem k Zahrádkám tato nová řada lamp, která tam ještě v zimě 2004/2005 nebyla, velmi ruší. Neméně je tomu jistě s výhledy z Karlova Vrchu, Růžové hory, Sněžky atd. Naznačuje to už i málo exponovaný obr. 236, který ukazuje také jasy proužku sjezdovky pod lampami, jak je vidět z parkoviště – přesahují třicet nitů. Na adekvátně exponovaném obr. 237, kde je vidět parkoviště, obrys lesa atd. (podobně, jako reálně očima), je sjezdovka už přeexponovaná a lampy se slévají v oslnivou šmouhu, spolu horizontem a oblohou nad ním.

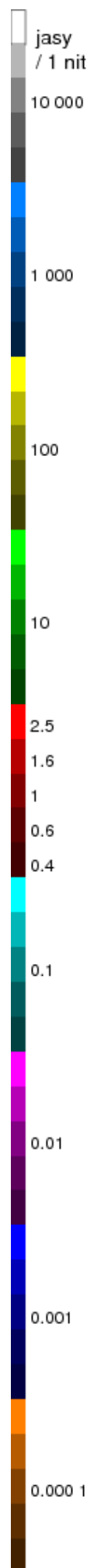
Obr. 236:
Javor z parkoviště



Obr. 237:
... exponovaný tak, aby
byla vidět i krajina



Další série záběrů (239, 240, 241, 242) je z okraje silnice pod sjezdovkou, I nejkratší expozice zobrazila nejbližší lampu přeexponovaně. Za pravděpodobného předpokladu, že přeexponování nebylo velké, lze odhadnout osvětlenost objektivu lampami jako 2,5 lx (s vyloučením přeexponovaných pixelů by to bylo o čtyři desetiny luxu méně). Samotná sjezdovka a okolí (bráno jako veškeré body snímku s jasnem pod čtyřicet nitů) svítí do objektivu intenzitou méně než poloviční, 1,2 lx. Z tohoto pozorovacího místa tvoří tedy (zbytečné) imise přímo z lamp dvě třetiny světla přicházejícího z lyžařského areálu. Obr. 242 ukazuje jasy sjezdovky – s výjimkou zastíněných míst (dvěma novými umělými hrboly, tam jasy klesají i pod tři nity) se pohybují od čtyř nitů do více než čtyřiceti nitů, vyjádřeno v intenzitách osvětlení je to od patnácti luxů do více než sto padesáti luxů.

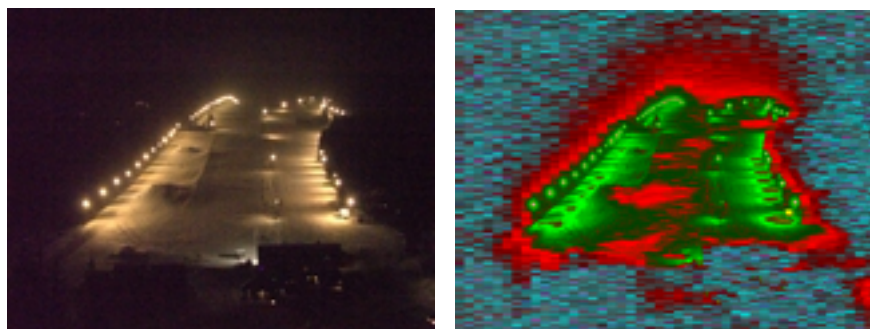


Obr. 242:
Pohled z okraje silnice

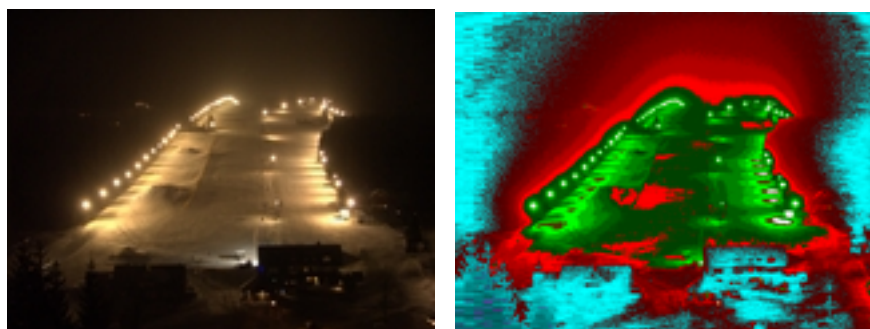


Podrobnější pohled na sjezdovku jsme získali z protějšího svahu. Obr. 245 a obr. 246 ukazují ještě poněkud vyšší rozmezí jasů sjezdovky, od tří nitů do šedesáti nitů (v nejsilněji osvětleném místě pod nejbližší lampou a billboardem je to až osmdesát nitů), vyjádřeno intenzitami osvětlení je to od deseti luxů do dvou set luxů. Průměrná intenzita osvětlení celé sjezdovky je asi třicet luxů, nové osvětlení sjezdovky západně od vleku dosahuje průměru padesáti luxů (vloni tam bylo kolem tří luxů, lyžovalo se tam výborně, až na oslnění lampami od vleku).

Obr. 245:
... ze stráně naproti
Javoru

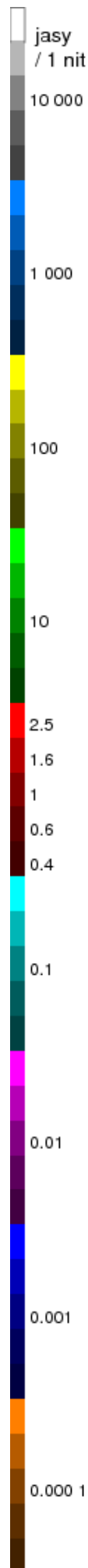


Obr. 246:
totéž, sníh místy už
přeexponovaný

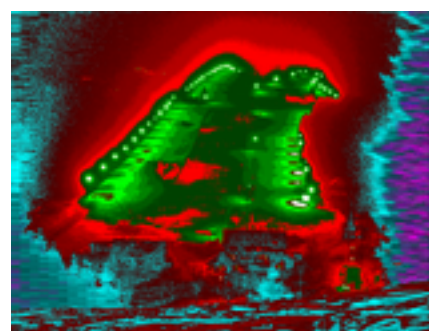


Kromě dvou spodních lamp vlevo a jedné vpravo nejsou ostatní přeexponované, a ty nejbližší dávají tak 0,07 lx každá. Při vzdálenosti 370 m to znamená svítivost každé lampy deset kilokandel. Poznamenejme, že holá výbojka kolmo k pohledu má při světelném toku sto tisíc lumenů (takový má výbojka o příkonu jednoho kilowattu) svítivost právě deset kilokandel.

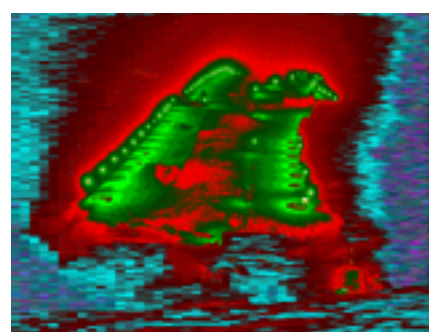
Nejlepší přehled jasů dávají obr. 252 a obr. 253, pořízené až z hřebene nad protějším svahem. Hodnoty jsou stejné jako dle předchozích snímků. Probereme-li podrobněji staré osvětlení východní části sjezdovky, ale s novými terénními vlnami (na snímku vlevo), přesahují maxima jasů třicet nitů, průměr je kolem patnácti, uprostřed sjezdovky jsou jasy kolem tří nitů. Na trajektorii přes středy velkých hrbů je jas kolem deseti nitů. Intenzity osvětlení sněhu jsou tedy v maximu sto luxů, v pásu kolem lamp průměrně padesát luxů, v ose hrbů třicet až čtyřicet luxů.



Obr. 252:
Z horního konce stráně



Obr. 253:
totéž,
nepřeexponováno



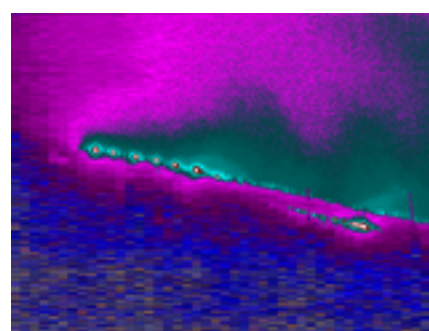
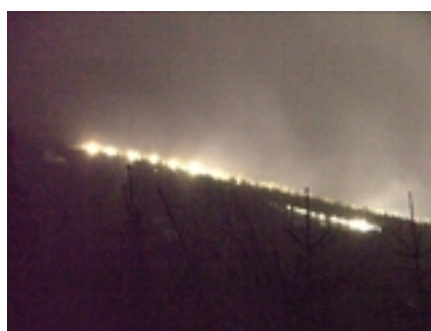
Zajímavý je poměr přímého světla z lamp (ty na protější svah a hřeben svítit nemají) a světla z osvětleného sněhu sjezdovky. Stručně řečeno, na svahu přímé světlo tvoří mírnou většinu celkového osvětlení, na hřebeni mírnou menšinu. Množství světla lze v těchto místech tedy snadno snížit na polovinu prostým doplněním lamp dostatečně velkými plechovými kryty. V jiných lokalitách je možné snížení imisí zacloněním lamp mnohem větší – především tam, kam lampy svítí s ještě větší intenzitou, tj. nabok od sjezdovky, a odkud se sjezdovka sama jeví buď úzká nebo není vidět vůbec. U nich lze docílit snížení imisí o desítkový řád, a navíc i obnovy večerního horského panoramatu, kterému rozhodně lampy dominovat nemají.

6.3 Pohledy na Protěž zdáli

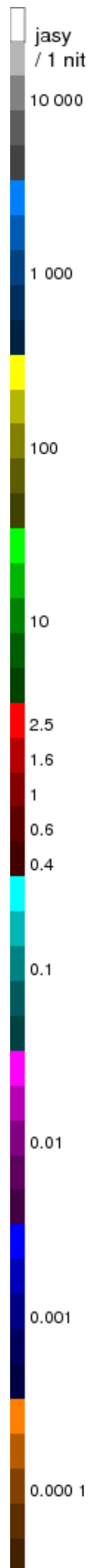
Pro další výzkum jsme odjeli z Pece přes Janské Lázně až k Hoffmanově boudě, do sedla jižně od Černé hory. Odtud jsme šli dále na Zlatý hřbet směrem k Janské hoře. Snímky, které jsme tam pořídili viz adresář protez2.

Z první zastávky, odkud byl výhled ke sjezdovce (kousek před Zlatou vyhlídkou), jsme měřili podíl přímého světla z lamp nad sjezdovkou Protěž. Z bodů pod s jasy pod 0,2 nt přicházelo 2,1 mlx, z jasnějších 1,5 mlx. To demonstrují obr. 261 a obr. 262 (spolu s krátkými expozicemi 263 a 265). Přímého, nepatřičného světla je téměř polovina, vizuálně samozřejmě lampy zcela dominují, neb jas mají o mnoho řádů vyšší než zbytek horského panoramatu.

Obr. 262:
Protěž z cesty ke Zlaté
vyhlídce

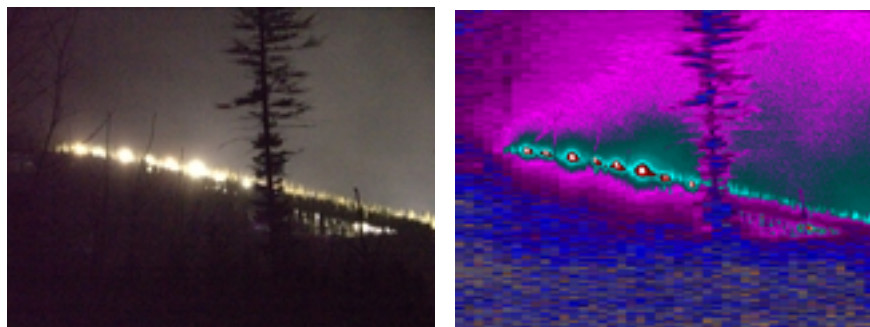


Další měření, z vyhlídky blíže Janské boudy, zachycují obr. 268 a obr. 269 spolu se dvěma předchozími. Přímého světla do objektivu je 3,7 mililuxu, body pod 0,2 nt dávají jen 1,2 mlx.

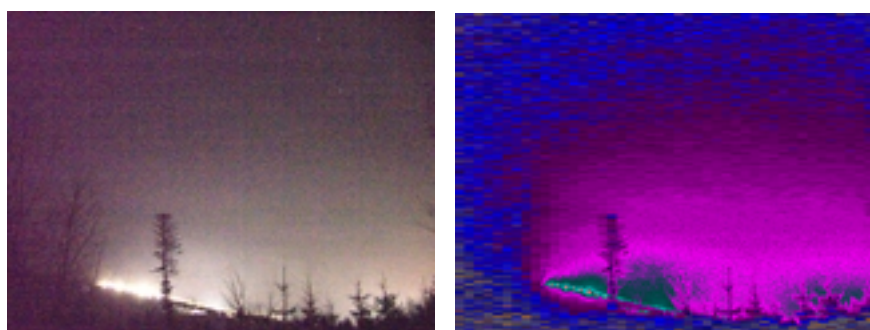


Přímé světlo je tedy třikrát větší. Zdroje jsou dva kilometry daleko, takže jejich úhrnná svítivost do našeho směru je 15 kcd. To není vůbec málo: nekrytá 100W sodíková výbojka má nanejvýš jednu kilokandelu... Celkový pohled na hřeben se sjezdovkou dává obr. 270.

Obr. 269:
Detailní pohled
z blízkosti Janské
boudy

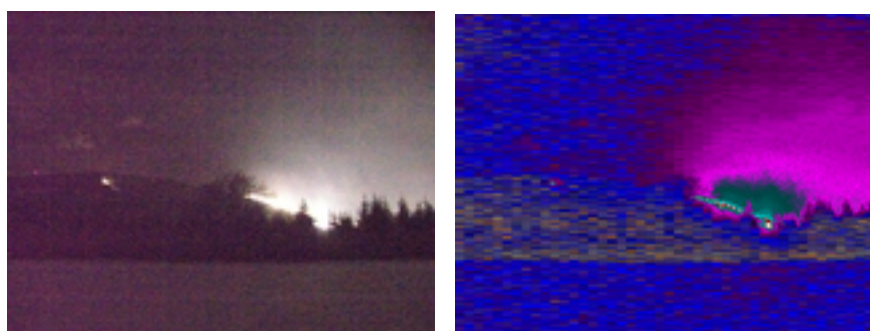


Obr. 270:
totéž v širokouhlém
pohledu

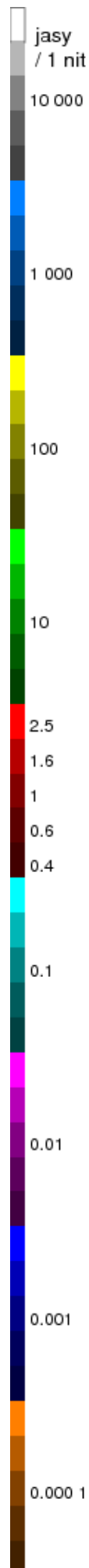
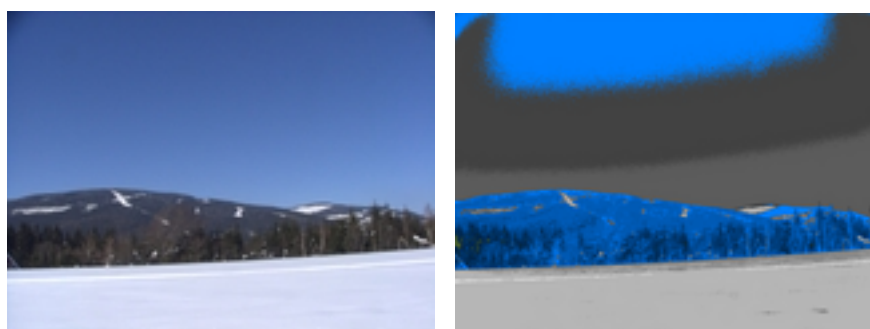


Z hlavní vyhlídky, ploché pastviny za Janskou boudou, je pořízeno panorama Černé hory, obr. 271. Lamy nad sjezdovkou panoramatu zcela dominují, jiná světla, vč. toho jediného, které má být vidět (červené na vrcholu televizního vysílače), jsou mnohonásobně slabší. Až po lampách poutá pozornost silně osvětlená řídká oblačnost nad sjezdovkou, jasů až jedné desetiny nitu. Za tak silně osvětlenou oblačností se zcela ztrácí Světlá hora. Na snímku je patrný i vysoký jas sněhu na pastvině, ze které je snímek pořízen, přes tři miliny (více než desetinásobek přírodního). Přímé měření přístrojem SQM dalo stejný údaj. Sníh na pastvině u Janské boudy byl tedy osvětlen jednou setinou luxu.

Obr. 271:
Panorama Černé hory

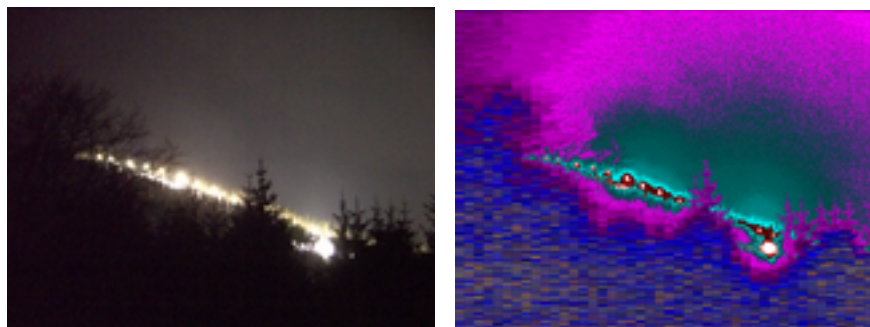


Obr. 161:
a pro srovnání ve dne



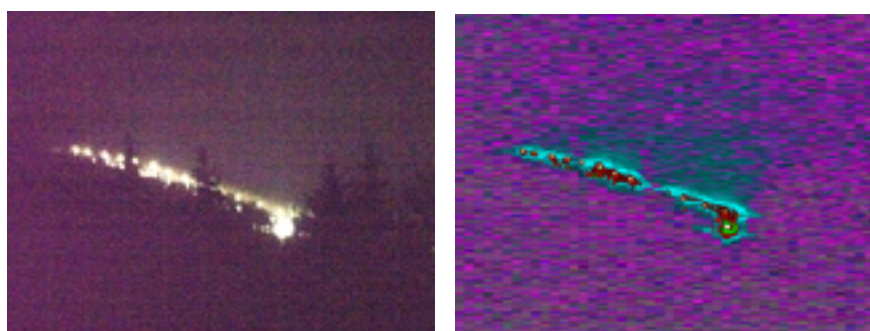
Detailnější pohled na sjezdovku poskytuje série dalších čtyř obrázků s klesajícími expo-
zicemi. Nejdéle exponovaný obr. 272 zřetelně zachycuje osvětlený horní okraj lesní stěny za
sjezdovkou (osvětlený je hlavně sněhem sjezdovky, jasy má od dvou do tří desetín nitu). Na
obr. 273 už není přexponován viditelný kousek sjezdovky s jasem přes třicet nitů (osvětlený
tedy více než sto luxy). Série expo-
zic prozrazuje, že přímého světla z lamp (body s jasem nad
60 nt) je 2,2 mlx, světla zejména z osvětlené sjezdovky asi 1,5 mlx (body s jasem mezi 2,5 mnt
a 60 nt) a zbylého světla ze světlé oblohy pak necelé dva mililuxy. Přímé světlo z lamp tvoří
jistě více než třetinu celkových imisí do místa pozorování.

Obr. 272:
Detail sjezdovky



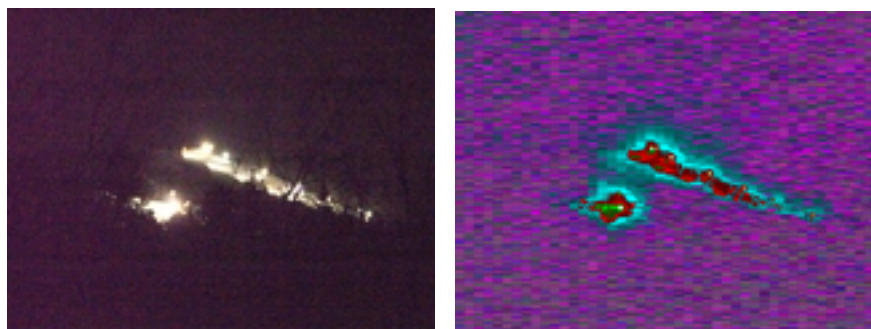
Podobná série, pořízená ze severního okraje pastviny, je na čtyř dalších obrázcích. Přímého
světla z lamp je 2,6 mlx, ze sjezdovky to je asi 2,4 mlx, z bodů o nižších jasech pak 2,2 mlx.
Opět je z těchto tří komponent zbytečné přímé světlo z lamp tou nejsilnější. Viz např. úvodní
dvousekundová expozice obr. 278 či obr. 279 exponovaný osminu sekundy. Svítivost lamp do
tohoto směru, více podél sjezdovky, je oproti první vyhlídce o polovinu menší, „jen“ deset
kilokandel. Na každou z jedenácti nejsilnějších lamp přesto připadá přes osm set kandel, více
než na holou 70W výbojku. Na tu úplně nejsilnější z lamp ale připadá sedm desetín mililuxu
(zjištěno sčítáním příslušných pixelů), tedy svítivost téměř tři kilokandely (tolik má nekrytá
300W výbojka).

Obr. 279:
Expozice osminou
sekundy



(Další čtveřice snímků s rostoucími expo-
zicemi, tedy obr. 282, 283, 284 a 285, zachycuje
sjezdovky na Košťálce. Ta hlavní má jasy mnohem menší než Protěž, „jen“ mezi šesti desetínami
nitu a devíti nity, což odpovídá intenzitám osvětlení od dvou do třiceti luxů. Přímé imise z lamp
činí extrémních 14 mlx, ze sněhu sjezdovky přichází (body s jasy od tří desetín nitu to třiceti
nitů) 2,8 mlx, rozptýleného světla z ostatních ploch (do značné míry ovšem rovněž světla z lamp,
jen rozptylovaného v ovzduší pod námi) je „jen“ 1,5 mlx. Střední jas osvětlované plochy činí
1,8 nt, střední intenzita osvětlení sjezdovky je tedy 6,5 lx.)

Obr. 284:
Košťálka osminou
sekundy

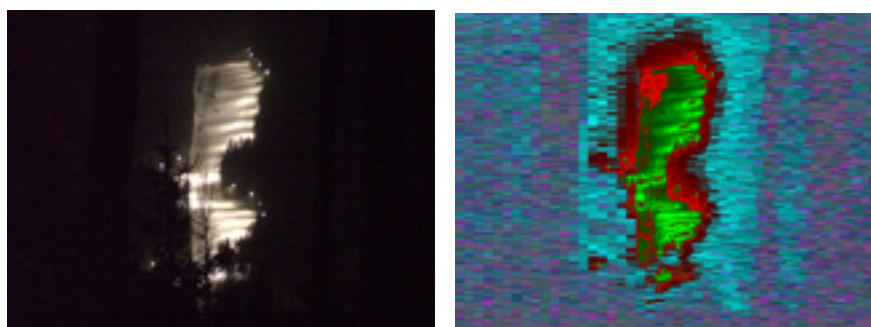


(Další obr. 286 zachycuje jen kousek jasné oblohy poblíž zenitu, s jasem přes jeden milinit, více než čtyřnásobným oproti přírodnímu.)

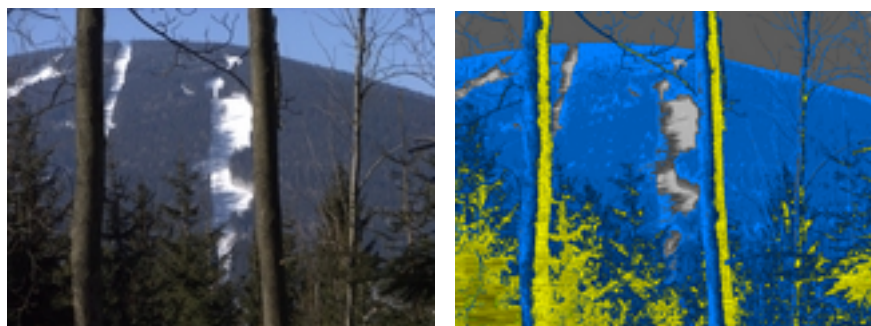
Poté jsme přešli (stopou vydatně osvětlenou od Protěže) k vysílači za vrcholem Janské hory a sjeli kus níže po svahu, na místo, které jsme si vyhlédli už v pátek odpoledne. Odtud jsme pořídili řadu snímků, z nichž závěrečné jsou fotometricky použitelné.

Tyto pohledy na Protěž skrz les poskytuje obr. 300 a obr. 301 (u dřívějších bylo světlo filtrováno a rozptýlováno oblačností, stejně jako pohledy na Košťálku): přímé světlo z lamp je 0,27 mlx, tři pixely jsou přeexponované, přidávají aspoň 0,05 mlx. Celkem tedy 0,32 mlx. Při vzdálenosti 2,3 km to znamená svítivost jen osmnáct set kandel. Z terénu jde aspoň třicetkrát více, 11 mlx, ten má tedy svítivost tak 60 kcd. Sklon pohledu ke svahu je 7,5 stupně (svah sám má patnáct stupňů, byli jsme ale o tři sta metrů níž), svítivost k nám byla proto šestkrát nižší než svítivost kolmo ke svahu – ta by mohla být, z viditelné části sjezdovky, tak 360 kcd. Emise z této části sjezdovky dosahují tedy jednoho miliónu lumenů.

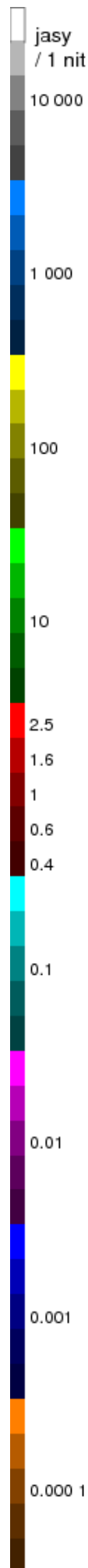
Obr. 300:
Pohled z úbočí Janské
hory, odkud je vidět
horní část Protěže



Obr. 157:
a pro srovnání pohled
ve dne

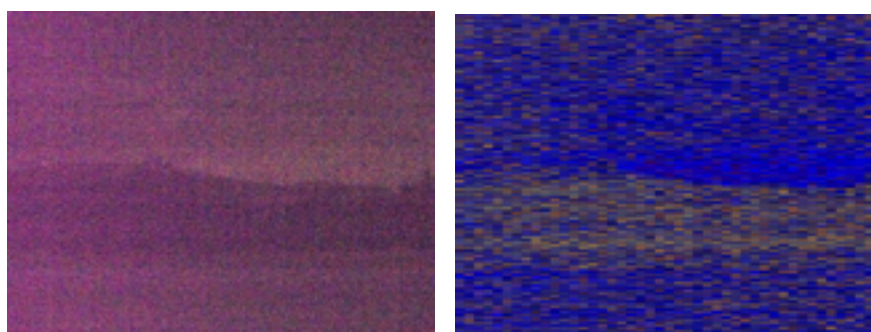


Maxima jasu sněhu přesahují padesát nitů, minima plochého terénu kolem čtyř nitů (to odpovídá patnácti luxům) daleko od lamp a kolem pěti nitů (osmnácti luxů) v obvyklé dráze lyžařů. Jen v nejméně osvětleném místě jsou to tři nity (tedy kolem deseti luxů). Střední hodnoty jasu v horní části sjezdovky jsou kolem jedenácti nitů, níže pak už přes patnáct nitů. Z toho vyplývající střední intenzita osvětlení je v horní části čtyřicet luxů, nejnižším viditelném úseku přes padesát luxů. Je ale možné, že jasy sjezdovky byly mírně sníženy zbytky oblačnosti – reálně mohly být ještě o pětinu vyšší, tak, jako vycházely při fotografování na sjezdovce předešlý večer.

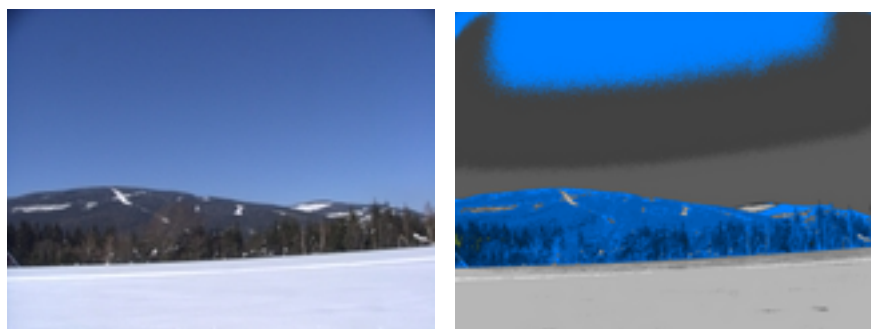


Po vypnutí světel na Košťálce a pak i na Protěži jsme pořídili cestou zpět dva snímky z paseky na hřebeni. Obr. 303 je dvě sekundy exponovaný pohled na Černou horu, tentokrát už s jediným světlem, které má být vidět, totiž červeným na vysílači. Jas sněhu na pasece v popředí klesl na třetinu oproti situaci, když Protěž svítila (na jeden milinit, „jen“ čtyřnásobek přírodní úrovně). Druhý obr. 304 směřuje k jihu a zachycuje oblačnost osvětlenou podkrkonošskými obcemi. Jas bezoblačných kousků oblohy nízko nad obzorem je dva milinity, oblačnost svítí na cestu až deseti milinity. Přímé měření přístrojem SQM dalo ve chvíli, kdy bylo oblaků nejméně, hodnotu šesti desetín milinitu, „jen“ dvaapůlnásobek přírodní úrovně. Lze tedy říci, že i při bezoblačné obloze představuje osvětlení Protěže většinu umělých světelných imisí na Zlatý hřeben. Při oblačnosti s dolní základnou ve výšce kolem dvou kilometrů, která by většinu světla ze sjezdovky vracela zpět na zem, by podíl Protěže na celkových imisích oproti ostatním zdrojům (s výjimkou Janských Lázní vzdálenějších) narostl ještě více. Tím spíše i na opačné straně od sjezdovky, na Černohorském rašeliništi, dál od podhorských obcí – i když tam už v letošní sezóně Protěž soupeřila s Javorem...

Obr. 303:
Černá hora, tentokrát
opravdu v noci



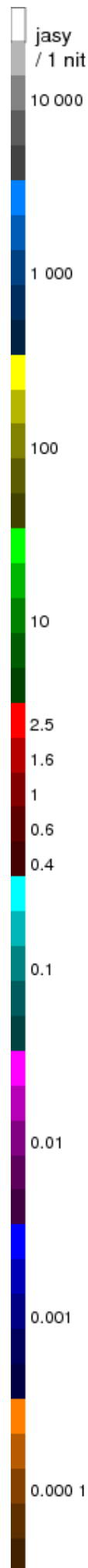
Obr. 161:
a znovu pro srovnání
ve dne



7 Závěr

Oba systémy osvětlení, instalované před zimní sezónou 2005/2006, znamenají zásadní zhoršení nočního prostředí Krkonoš. V případě Protěže je to zejména vinou extrémně vysokých intenzit osvětlení, navíc v krajině, která předtím žádné silné světelné zdroje neobsahovala. V případě Javoru, kde už intenzivní osvětlení svahu existovalo, je to jednak proto, že se alespoň zdvojnásobilo (a stalo se tak nejsilnějším zdrojem v Krkonoších i jejich podhůří), a také proto, že nová světla přímo září i na ty dominanty Krkonoš, které toho předtím byly relativně ušetřeny (Sněžka a Růžová hora, na rozdíl od již dříve přímo osvětlené Liščí a Studniční hory).

Důvod pro instalaci dalšího osvětlení Javoru je těžké nahlédnout. Vloni jsme západní část sjezdovky, která byla osvětlena zdálky a velmi rovnoměrně, pochválili za relativní přiměřenost a příjemnost (byly tam tři luxy, což je sice ještě stále zbytečně moc, ale v kontextu mnohem silnějšího osvětlení na východním okraji sjezdovky to byla vlastně intenzita decentní). Doporučili jsme jen vyloučit oslnění lyžařů světly u vleku, která jim svítí nebezpečně do očí. Nově instalované osvětlení je mnohem méně kvalitní než to původní, řeší vlastně jen ten problém



oslnění odspodu, ovšem jen symptomaticky, nikoliv kauzálně: při tak ohromně ozářeném sněhu (desítky až stovky luxů) se už lampy mířící vzhůru od dolní stanice vleku vleku tak hrozné nezdarují.

Na Protěži i nově osvětlené části Javoru je intenzita osvětlení sněhu vyšší, než existovala kdekoliv v Krkonoších předtím (na obou sjezdovkách je vyskytují oblasti osvětlené až dvěma sty luxy). Je těžké pochopit, jak k tomu mohlo dojít. Radikální snížení těchto absurdních intenzit je naprostou nezbytností.

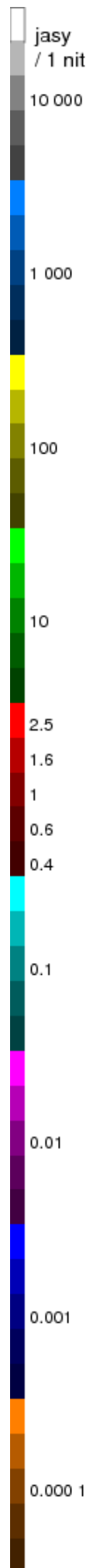
V případě Javoru je další nezbytností důkladné dodatečné zaclonění lamp velkými plechovými vnějšími clonami. Situaci, kdy rozsvícený Javor vymaže z panoramatu Krkonoš celou Studniční horu (jak jsme s překvapením zjistili při loňském terénním výzkumu a uvedli ve studii [1]) lze i tím významně napravit – polovina emisí ze sjezdovky je působená tím, že světlo z lamp jde téměř všemi směry (přesněji, do celého poloprostoru před jejich šikmými krycími skly).

I v případě Protěže je žádoucí také zlepšit zaclonění lamp, aby z pohledů od jihozápadu nebyly vůbec nad úbočím Černé hory patrné. Je ovšem potřeba kvitovat, že svítivosti lamp na Protěži do dále, nad les mimo sjezdovku, jsou oproti svítivosti lamp na Javoru většinou jen desetinové. V tomto ohledu je to první krůček správným směrem.

Protože úplné měření intenzit osvětlení sjezdovek není triviální (reálně je lze dělat jen metodou, která byla použita v této práci), může být vhodné stanovit pro rekonstrukci osvětlovacích soustav i pro instalaci soustav nových jednoduchý základní parametr, totiž celkový příkon takové soustavy. Fyziologicky dostatečnou intenzitu osvětlení lze u velkých krkonošských sjezdovek s osvětlovanou plochou o rozsahu čtyř hektarů docílit s příkonem soustavy půl kilowattu (při užití výbojek) či dva a půl kilowattu (při žárovkovém osvětlení). Menší sjezdovky lze dobře osvětlit i s příkonem polovičním.

Klíčem ke kvalitnímu osvětlení je svícení shora daleko na sjezdovku, aby veškeré nerovnosti na sněhu vrhaly výrazné stíny, a aby osvětlení bylo výborně rovnoměrné. Vzhledem k tomu, že musí být omezeno do tenkých kuželů, je potřeba kolem svítidel instalovat dostatečně dlouhé „rukávy“ vnějších clon (zezadu mohou být otevřené a tedy dobře větrané). Budou-li svítidla malá (při malých výkonech snadno mohou být), nebudou vnější clony muset být nijak gigantické. Výhodnost svícení z dálky ostatně ukazují i ty oblasti na Javoru či Protěži, které jsou nejdále od lamp: jen ty jsou osvětleny jakž takž kvalitně. Pro osvětlení je vhodné stanovit si minimální úroveň (např. *třetinu luxu*, jak doporučujeme), a snažit se vyloučit jakékoliv výrazně vyšší hodnoty. Ideálně by neměla maxima překročit dvojnásobek minim. Nepřekročitelná maxima lze stanovit i explicitně, pak budou mít osvětlovací experti prostě úkol, z neužitečného, škodlivého maxima světlo přeměrovat na plochy, kde může posloužit. Pak budou mít lyžaři dokonalý komfort, a při dostatečně nízkých intenzitách osvětlení se budou moci i kochat noční horskou krajinou, ne z ní být úplně vyděleni, jako kdyby byli někde na věžeňském dvoře mezi oslnivými reflektory. Večerní lyžování se může stát pěkným doplňkem krás a zážitků, které nabízí náš největší a nejstarší národní park, místo aby bylo jedním z největších škůdců jeho integrity.

Na úplný závěr ještě poznámku k barvám světla. Při umělém osvětlování intenzitami, které nejvýše několikrát překračují intenzitu, kterou poskytuje úplněk (ten dává desetinu luxu až max. čtvrt luxu) je adekvátní používat bílé světlo – zářivky, žárovky, nejslabší halogenidové výbojky. To umožňuje lepší využití nočního způsobu vidění (tzv. tyčinkového, citlivého hlavně na periferii zorného pole a citlivého na pohyb). Při intenzitách několika luxů, natož více než deseti luxů, už ale v případě svícení na sněh zrak pracuje zejména pomocí vidění denního, a modrou složku světla stačí mít jen velmi slabou. Rozhodně je vhodné dávat přednost osvětlení běžnými oranžovými sodíkovými výbojkami, jejichž světlo několikrát méně narušuje lidský noční metabolismus, stejně jako život dalších organismů. Také se méně rozptyluje v bezoblačném ovzduší (jak vídáme, ze slunečního světla se ve vzduchu rozptýlí hlavně modrá barva). Použití silného bílého světla nemá v noční době žádné jiné opodstatnění, než že to je nástroj zdaleka viditelné



obchodní propagace: u nás den nekončí! Při vědomí, že světlo bývá v noční době škodlivé ([7], [8]), je na místě dbát nejen na jeho minimalizaci, ale i vyhýbat se jeho modré složce. Ostatně, symbolem útulnosti večera bývá přece dosud plamen ohničku či za dvířkami kamen a červená záře uhlíků, ne? Kdo by si před deseti lety pomyslel, že to je věc nejen estetiky, ale i zdraví.

8 Souhrn

V únoru 2006 proběhlo měření a hodnocení osvětlení sjezdovek Protěž v Janských Lázních a Javor v Peci pod Sněžkou. Výsledky lze shrnout do následujících bodů:

1. sjezdovka Protěž

- Průměrná intenzita osvětlení – přibližně 50 lx (tedy stonásobná oproti našemu doporučení [2]) a **nejvyšší známá v Krkonoších**
- Minimální intenzity osvětlení – 10 lx až 15 lx
- Maximální intenzity osvětlení – 200 lx
- Směrování svítidel

Světlo je směrováno, byť nedokonale, na plochu sjezdovky, nejvýše dvě desetiny jdou do lesa a pouze několik procent uniká přímo ze svítidel do prostoru nad sjezdovku – jedná se tedy o dosud nejlépe cloněnou osvětlovací soustavu v Krkonoších z těch, které byly posuzovány.

- Světelné znečištění prostředí

Do celkových emisí světla do prostoru je nutné přidat také světlo, odražené od zasněženého povrchu (průměrné albedo sněhu je 87 %). Celkové emise světla z Protěže jsou tak srovnatelné s emisemi ze sjezdovky Hromovka nebo emisemi produkovánými městem Vrchlabí. Představují tak jeden z dominantních zdrojů zimního světelného znečištění v Krkonoších a ovlivňují světelné poměry významné části východních Krkonoš, včetně např. Černohorského rašeliniště.

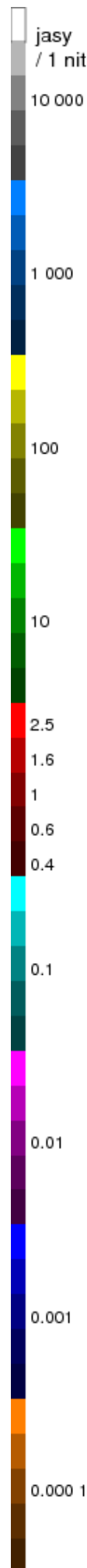
2. sjezdovka Javor

- Průměrná intenzita osvětlení – kolem 30 lx, na nově osvětlené (západní) části sjezdovky cca 50 lx. Průměrná intenzita osvětlení na východní části sjezdovky se po doplnění další řady světla na západní straně nezměnila, vytvořením terénních vln se však zhoršila rovnoměrnost osvětlení ve stínech za vlnami. V západní části sjezdovky se světelné poměry proti minulosti zcela změnily (je osvětlena mnohem silněji, ale mnohem méně rovnoměrně).
- Minimální hodnoty osvětlení – 10 lx
- Maximální hodnoty osvětlení – více než 200 lx
- Směrování svítidel

Přibližně polovina světla ze svítidel je díky jejich špatnému nastavení a absenci clonících prvků přímo vyzařována mimo plochu sjezdovky.

- Světelné znečištění prostředí

Vinou špatného směrování svítidel a světla odraženého od plochy sjezdovky (cca 87 %) dochází ke značnému znečištění rozsáhlého území v jejím okolí, osvětlení ovlivňuje světelné poměry významné části východních Krkonoš, včetně např. Studniční hory, Růžové hory a Sněžky. Celkové emise světla jsou větší, než jaké vydává Vrchlabí nebo sjezdovka Hromovka – sjezdovka Javor se tak stala nejvýznamnějším zdrojem zimního světelného znečištění v Krkonoších.



3. Návrh opatření k minimalizaci vlivu provozu osvětlení na prostředí, doporučení limitů

- U obou sjezdovek je nutné podstatným způsobem (řádově) **snížit intenzitu osvětlení** – za dostatečnou považuji průměrnou intenzitu osvětlení 0,5 lx.
- Pro zajištění doporučených intenzit osvětlení může být nutné **používat regulaci (tlumení) světelného toku** (většina typů výbojek to umožňuje).
- Vedle limitování osvětlení stanovením jeho intenzity lze také použít **omezení celkového příkonu** osvětlovací soustavy. Pro sjezdovku o ploše 4 ha by měl být maximální příkon osvětlovací soustavy 0,5 kW při použití výbojek nebo 2,5 kW při použití žárovek.
- U obou sjezdovek vylepšit **směrování svítidel** do požadovaného prostoru.
- U sjezdovky Javor je pak navíc naprosto nezbytné **doplnit osvětlovací soustavu o clonící prvky**, aby nedocházelo k osvětlování prostoru mimo sjezdovku.
- Při intenzitách osvětlení v jednotkách luxů a vyšších používat **oranžové sodíkové světlo**, které výrazně méně narušuje noční metabolismus a vidění lidí i živočichů. Při intenzitách osvětlení v desetínách luxu lze používat bílé světlo (je účinnější u tzv. mezopického typu vidění, při němž se už významně uplatňují noční receptory).

Dodatek 1: nápadnost Protěže v panoramatu Krkonoš

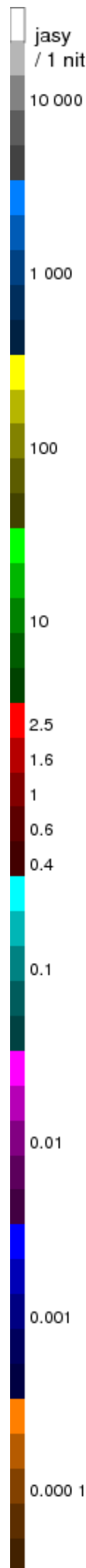
aneb slábnutí Protěže zdáli, při různých možných jasech osvětleného sněhu.

Dokud je sjezdovka vidět tlustší než jednu desetinu stupně (to je pětina kotoučku Měsíce), pozorovatel vnímá jas jejího terénu, a ten se při průzračném vzduchu téměř nemění se vzdáleností. Už intenzita osvětlení půl luxu by byla dost vysoká (je to totiž alespoň dvojnásobek úplňkového maxima), a stužka sjezdovky by byla i tehdy naprostou dominantou Černé hory.

Bereme-li šířku sjezdovky jako třicet metrů, pak se na pohled zúží na desetinu stupně (dva miliradiány) ve vzdálenosti 500×30 m, aneb patnácti kilometrů. To nastává např. už v centru Trutnova. Při dnešní intenzitě, jak je sjezdovka osvětlená, má ve směru k Trutnovu svítivost podobnou jako jsme změřili na Janské hoře, tj. šedesát kilokandel. Ve vzdálenosti patnácti kilometrů to znamená její jasnost čtvrt mililuxu. Je to jako svíčka ve vzdálenosti šedesáti metrů, nebo 50W sodíková výbojka jeden kilometr daleko. Nezdá se to mnoho, ale dobře víme, jak ruší např. při pohledu ze Špindlerova mlýna jedna dvě takové lampy na hřebeni Špindlerovky, ač jsou odtud třikrát dále a tedy téměř desetkrát slabší. Panorama Krkonoš, zejména nejbližší Černé hory, světlo jasné čtvrt mililuxu úplně změní. Ono je totiž dvakrát jasnější než Venuše, nejjasnější nebeský zdroj po Slunci a Měsíci. A stokrát jasnější než tak jasné hvězdy jako jsou Vega, Arcturus a Capella.

Za snesitelné rušení pohledu na Krkonoše ze vzdálenosti Trutnova by asi bylo možné brát světlo stokrát slabší, tedy „jen“ se rovnající nejjasnějším stálicím. Je zajímavé, že toho lze dosáhnout právě při použití té střední intenzity osvětlení sněhu, kterou doporučujeme, totiž polovinou luxu místo letošních padesáti luxů.

Při letošní intenzitě osvětlení Protěže by se sjezdovka na pohled stala slabou jako nejjasnější hvězdy až ze vzdálenosti alespoň trojnásobné (to už započítávám zeslabení světla nedokonalou průhledností ovzduší), čili asi padesáti kilometrů. Tedy z Hradce Králové nebo z Orlických hor. Dnes odtud jistě bývá vidět jako nápadný nový artefakt, za dobré dohlednosti i jasnější než nejjasnější stálice. Aby se při pohledu z Orlických hor stala osvětlená Protěž poměrně nenápadná, k tomu by pomohlo už její zeslabení na desetinu dnešní úrovně – tehdy by byla jasná nanejvýš jako Polárka.

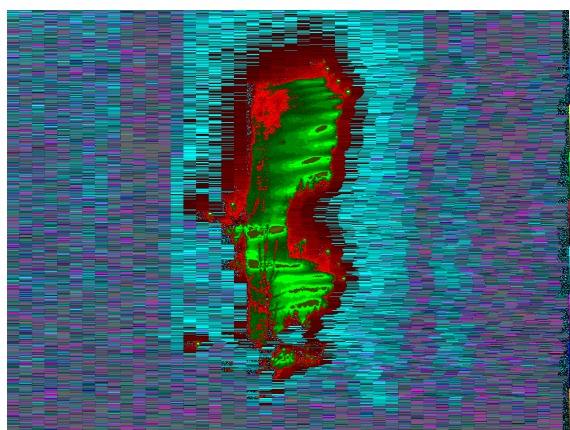


Dodatek 2: porovnání jasů sjezdovek

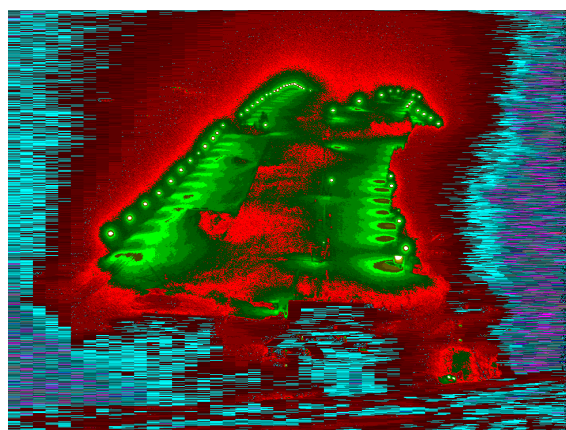
jak jsme je zaznamenali v letech 2005 a 2006. Na snímcích jsou jasy sněhu kódované barevně, v logaritmické škále patrné na pravém okraji stránky. Jsou patrné řádové rozdíly v jasech sněhu jak v rámci jednotlivých sjezdovek, tak také mezi sjezdovkami vzájemně. Připomeňme, že intenzity osvětlení sněhu (v luxech) jsou přibližně $3,6\times$ vyšší než jeho jasy (v kandelách na metr čtvereční, aneb v nitech).

Jen na Protěži (při pohledu z úbočí Janské hory) nedominují scéně samotné lampy. Na ostatních sjezdovkách lampy dominují vždy. Na barevně kódovaných snímcích z roku 2005 to není nápadné, neboť přeexponovaná místa jsou tam zobrazena černě – po kliknutí na snímek se ale zobrazí html soubor s náhledy snímků, kde už je dominance lamp nápadnější (tím spíše pak ve snímcích v plném rozlišení). Skutečnou nápadnost lamp ale snímky zobrazit nelze, neb lampy mají jasy více než tisícinásobné oproti nejsvětlejším místům osvětleného sněhu.

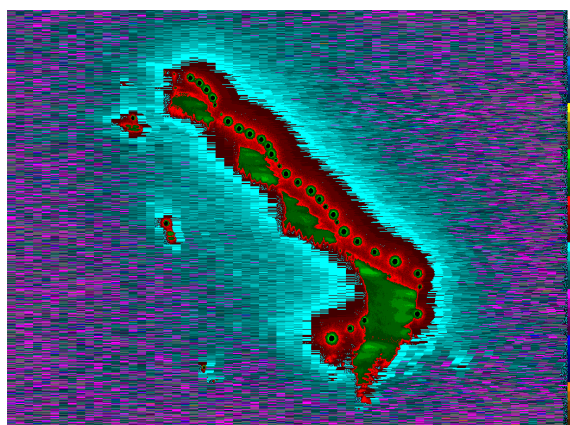
S výjimkou sjezdovek Protěž, Duncan a sjezdovek mezi Vrchlabím a Herlíkovicemi jsou podrobné informace k realitě jejich osvětlení a mnoho dalších snímků k dispozici v loňské rozsáhlé zprávě [2]. V dodatku letošní zprávy jen klademe vybrané snímky pro názornost vedle sebe.



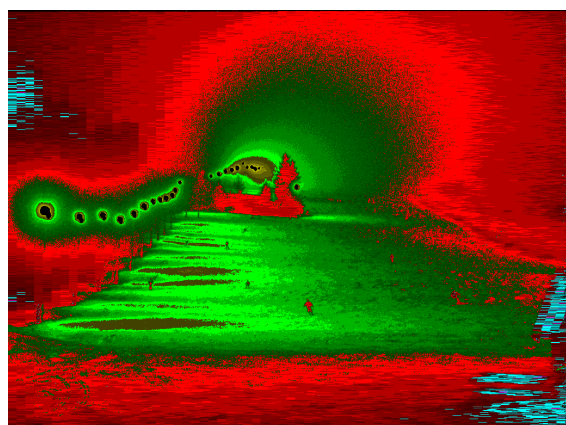
Protěž, Janské Lázně: 10 lx až 200 lx



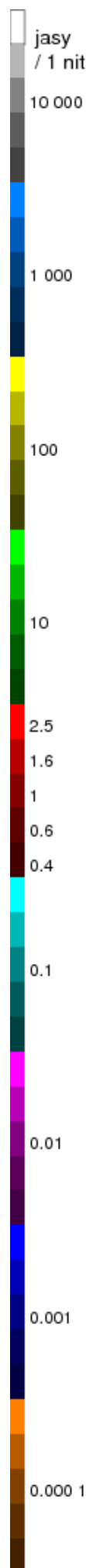
Javor, Pec pod Sněžkou: 10 lx až 200 lx

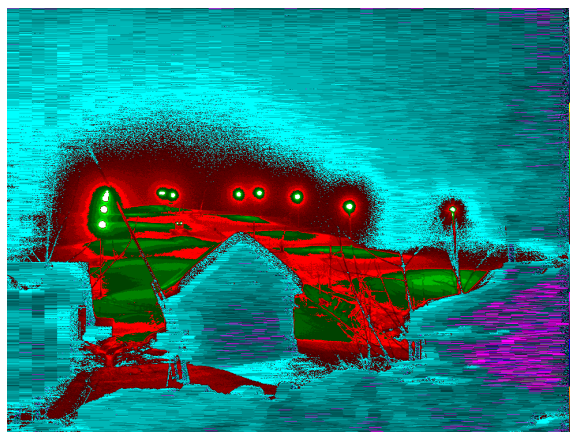


Hromovka, Špindlerův mlýn: 10 lx až 60 lx

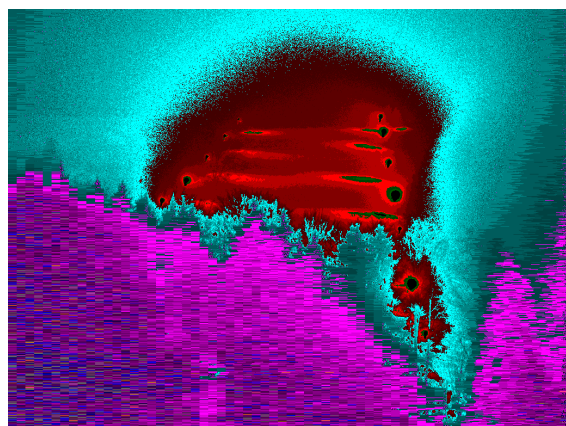


Javor 2005, východní část: 5 lx až 200 lx

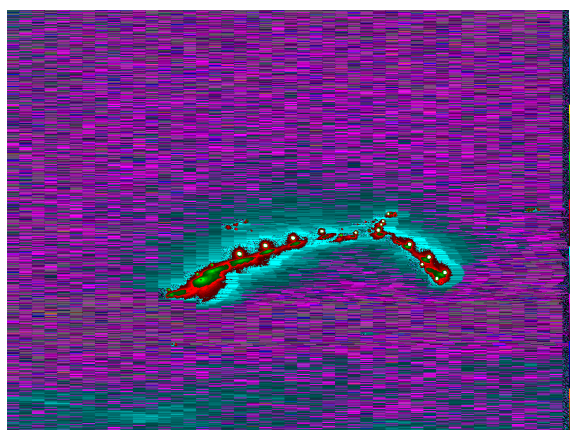




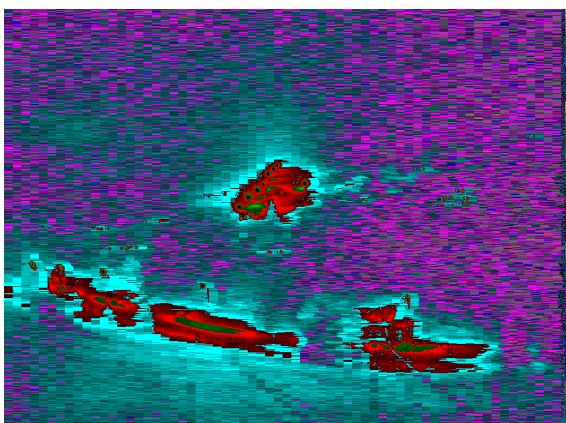
Duncan, Svoboda nad Úpou: 6 lx až 60 lx



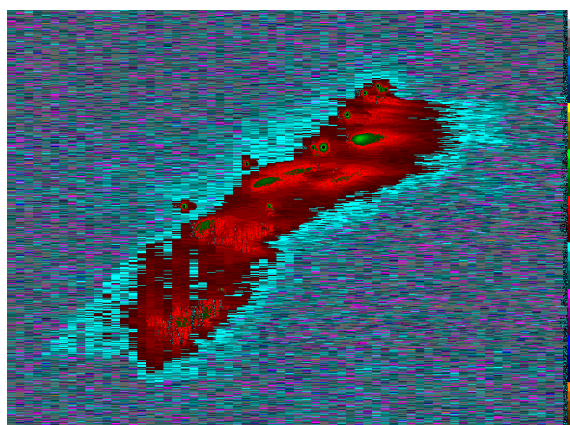
Košťálka, Janské Lázně: 2 lx až 30 lx



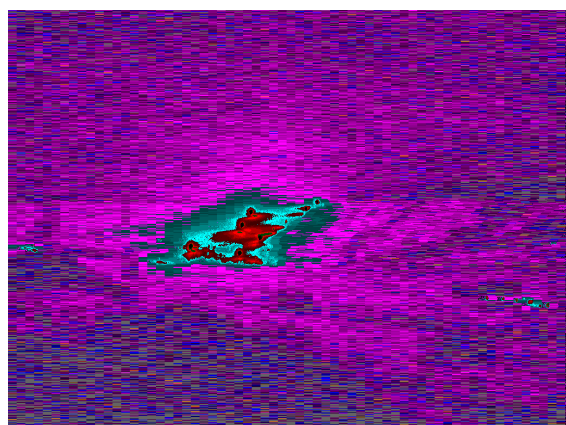
Bubákov (Vrchlabí), Herlíkovice: 7 až 140 lx



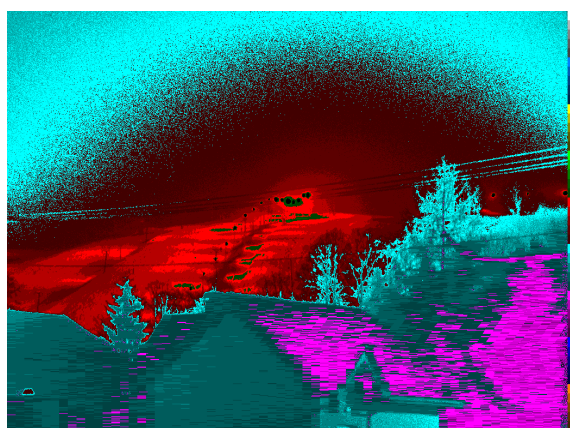
Velká Úpa: 3 lx až 70 lx



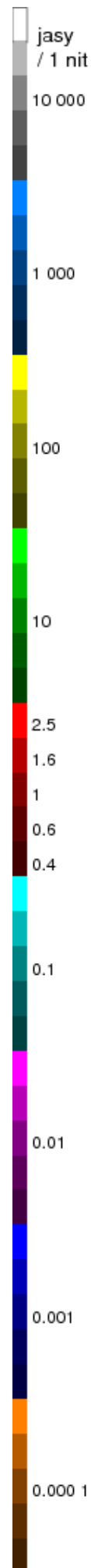
Aldrov, Vítkovice: 2 lx až 70 lx



Vurmovka, Vítkovice: 0,4 lx až 20 lx



Mladé Buky: 3 lx až 20 lx



Reference

- [1] Brychtová, J., Hollan, J., Krause, P.: *Vyhodnocení vlivu umělého osvětlení vybraných lyžařských areálů na přírodu a krajinu území KRNAP a jeho ochranného pásma*. 2005, studie pro Správu KRNAP, dostupná na <http://amper.ped.muni.cz/noc/krnapp>. Ke studii patří i grafická část, která je uložena jen na Správě KRNAP (její autorkou je J. Kalenská). 3, 6, 8, 10, 23
- [2] Krause, P., Hollan, J., Brychtová, J.: *Hodnocení vlivu umělého osvětlení sjezdovky Protěž na Černé hoře*. 2005, studie pro Správu KRNAP, dostupná jako <http://amper.ped.muni.cz/noc/krnapp/Protez.pdf>. 8, 9, 10, 24, 26
- [3] Hollan, J. (ed): *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy umělého osvětlování na živou přírodu na území České republiky*. 2004, Výzkumná zpráva VaV/740/3/03, dostupná na <http://amper.ped.muni.cz/noc>. 4, 8
- [4] Hollan, J.: *Metabolism-influencing light: measurement by digital cameras*. 2004, Poster na konferenci Cancer and Rhythm, Graz. http://amper.ped.muni.cz/noc/english/canc_rhythm/g_camer.pdf 4
- [5] Coffin, D.: *dcraw*, program pro konverzi snímků z raw formátů stovek různých digitálních fotoaparátů do standardních formátů. Dostupný na <http://www.cybercom.net/~dcoffin/dcraw>. 4
- [6] Hollan, J.: *Digital imaging photometry with "non-scientific" cameras offering raw data formats*. 2003-2006, www stránka s programem raw2lum a dalším softwarem i ukázkami jejich výstupů, <http://amper.ped.muni.cz/light/luminance>. 4
- [7] Longcore, T, Rich, C: *Ekologické světelné znečištění*. Český překlad <http://amper.ped.muni.cz/noc/krnapp/LongcoreRich2004.pdf> článku z roku 2004, Ecological Light Pollution, *Frontiers in Ecology and Environment*, 2(4): 191-198. 24
- [8] Hollan, J.: *Ve zdravém domě zdravou noc!*. 2005, přednáška na konferenci Zdravé domy na Fakultě architektury v Brně, dostupná na <http://amper.ped.muni.cz/jenik/domy/>. 24

Elektronická verze této zprávy je dostupná na adrese <http://amper.ped.muni.cz/noc/krnapp/2006>; tamtéž jsou i kompletní data, o něž se zpráva opírá. V elektronické verzi zprávy jsou hypertextově dostupné všechny snímky – z malých náhledů se zobrazí v plné velikosti, z odkazů v textu se rozvinou do sady hypertextových náhledů v různých zobrazeních se souhrnnými fotometrickými informacemi vybranými ze souborů *.td. Takové sady se budou dle možností dále zlepšovat.

