

Noční Krkonoše

Obsah

Shrnutí	1
Úvod	Chyba! Záložka není definována.
Metody	2
Výsledky.....	4
Osvětlené sjezdovky.....	4
Geometrie svícení na sjezdovky.....	5
Příklad Hromovky	6
Absence skutečné noci	6
Podrobný komentář k jednotlivým výpravám.....	8
Přijatelné emise ze sjezdovek.....	8
Alternativa bezoblačného počasí.....	10
Resumé k samotným sjezdovkám	11
Kontext ostatního umělého osvětlení a budoucnost.....	12

Shrnutí

Krkonoše, ve dne majestátní koruna Čech, se s příchodem noci promění ve změň světél, proloženou pouhými troskami hor. Když je krajina pokrytá sněhem, je změna ještě výraznější. Největší proměnu ale způsobí silné osvětlení dvou sjezdovek (Javoru v Peci a Hromovky ve Šp. Mlýně), spolu s desítkou sjezdovek osvětlených trochu méně. Šíření srovnatelně silného osvětlování zasněžených svahů je neslučitelné s posláním národního parku. Radikální náprava současného špatného a silného osvětlení je naopak nejsnazší možností, jak prostředí parku, dnes v noci zcela rozvrácené, přiblížit zpět k žádoucímu stavu.

K vizuálnímu hodnocení můžeme doplnit údaje kvantitativní: úroveň intenzity osvětlení je všude v Krkonoších za bezměsíčných nocí alespoň dvojnásobná oproti přírodní, běžněji trojnásobná. Někde se uplatňuje přímé světlo ze sídel, to bývá oproti přírodnímu až desetkrát silnější. Sjezdovky zvyšují intenzitu osvětlení na desetinásobek přírodního stavu i ve velkých vzdálenostech (Studniční hora vlivem Javoru), v menších na třicetinásobek (Železný vrch vlivem Hromovky).

To platí, pokud je jasno. Oblačnost vliv umělých zdrojů ohromně zesiluje – při zatažené obloze bývá všude Krkonoších běžně stokrát až tisíckrát více světla než za přírodních bezměsíčných nocí, rozsvícené sjezdovky světla ještě jednou až dvakrát tolik přidají. V přírodě je za zatažených nocí důkladná tma, v Krkonošském národním parku je tomu naopak. Normální noc v zimě nenastává, jen její náznak, až v deset večer vypnou sjezdovky.

Umělé osvětlování sjezdovek může být přesto v některých lokalitách slučitelné s ochranou, ba i nápravou nočního prostředí Krkonoš. Předpokladem je, aby střední intenzita osvětlení nepřesáhla půl luxu a aby osvětlovaná plocha byla co nejmenší (nejvýše dva až pět hektarů na sjezdovku). Jinam ze světlometů žádné přímé světlo jít nesmí. Jedinou cestou, jak to zaručit, je limitovat příkon osvětlovací soustavy. Ani pro největší sjezdovky nesmí přesáhnout 2,5 kW jde-li o žárovky a 0,5 kW, jde-li o výbojky.

Metody

Během zimy 2004/2005 jsme spolu s architekty Jitkou Brychtovou a Josefem Krausem prošli i ve dne, zejména ale večer a v noci, řadu lokalit v Krkonoších. Na mnohé nás zavezli (a tedy doprovázeli) i pracovníci Správy národního parku. Cílem expedic bylo zjistit vlivy umělého osvětlování na prostředí národního parku, a zejména pak přídavné vlivy osvětlování nikoliv trvalého, totiž osvětlování sjezdovek.

Během výprav jsme pořídili také řadu snímků, jak ilustračních, tak hlavně ve vědeckém formátu, který umožnil následné fotometrické zpracování. Doplnkem bylo občasné měření luxmetrem, které poskytlo jak hodnoty pro pozdější srovnání se snímky, tak hlavně nějakou informaci přímo na místě. Některé výpravy jsem podnikl za noci sám, hlavně po hřebenech kolem Pece nad Sněžkou, a dodatečně pak o Velikonocích (pozorování sjezdovek na jižním okraji Krkonoš).

V terénu

Z hlediska krajinného rázu bylo hlavní metodou prosté pozorování z relevantních lokalit: jak z míst poblíž zdrojů znečištění (tj. uměle produkovaného světla), tak z významných vyhlídek. Stejná místa byla pokud možno navštívena jak ve dne, tak i v noci (nebo v průběhu stmívání) aby bylo možno postihnout umělé změny, které se začínají projevovat a postupně dominovat až se soumrakem.

Z hlediska kvantitativního jsme používali přesný a citlivý luxmetr EA 30 (věrohodné údaje až do úrovně několika setin luxu, viz graf ve zprávě z VaV/740/3/03, <http://amper.ped.muni.cz/noc/>). S ním jsme prováděli orientační měření na různých místech. Hlavní přitom bylo měření s orientací čidla směrem k povrchu sjezdovky: osvětlenost čidla pak po vydělení číslem π (3,14) pak udává reprezentativní hodnotu průměrného jasu sněhu, o kterou ve skutečnosti jde. Údaj luxmetru násobený koeficientem 1.1 až 1.2 udává spolehlivě intenzitu osvětlení sněhu (přímo stěží přesně měřitelnou, pokud světlo dopadá na sjezdovku velmi šikmo). Tento koeficient plyne též z měření, je převrácenou hodnotou tzv. albeda, které pro sníh činí 0.8 (starý mokrý firn) až 0.9 (čerstvý sníh má i přes 0.95; měření albeda jsme prováděli ve dne, kdy světlo dopadá na sníh strmě).

Hlavním přístrojem byl ale digitální fotoaparát Nikon 990 Coolpix (zapůjčený od Dr. Petra Baxanta) s předádkou FC E8 (zapůjčenou z VUT v Brně, oběma tímto velmi děkujeme), se kterou se zobrazuje pole až 191 stupňů velké, tj. zhruba takové, jako ve vodorovném směru zobrazuje lidský zrak. Taková sestava, tj. kamera s tzv. rybím okem, je podstatná jak pro zachycení krajinných celků, tak i pro možnost přesného výpočtu intenzity osvětlení dopadající na rovinu objektivu. Základem fotometrického využití snímků přitom bylo jejich ukládání v „surovém tvaru“ původní matice pixelů střídajících se barev, bez interpolací a následných nelineárních transformací (které se jinak, navíc utajeným algoritmem, provádějí při ukládání v obvyklých formátech jpeg nebo i 8-bitovém tiff). To i tento, ač již starší fotoaparát díky ruskému programu DiagRaw umožňuje.

Ukládání snímků ve vědeckém tvaru je náročné na záznamovou kapacitu. Z finančních důvodů jsme zakoupili pouze jedinou další paměťovou kartu, takže jsme z každé výpravy mohli uložit nejvýše osmdesát snímků (většinou méně, neb fotoaparát při ukládání leckdy část dat zničil). Bylo proto pro nás ohromnou pomocí, že jsme mohli z jednoho dne na druhý

snímky uložit na Internet - poprvé v počítačovém centru Správy KRNAP ve Vrchlabí, pak opakovaně v Peci u kolegy Luboše Bráta (v penzionu Alena).

Doplňkové ilustrační snímky jsme pořizovali fotoaparátem Nikon 2500 (majetkem MU v Brně), sdílejícím stejné paměťové karty, ale šetřícím jejich kapacitu.

Pečlivé pozorování nočních Krkonoš a jejich srovnávání se vzhledem denním bylo poučné už samo o sobě. Nevšechny pohledy lze totiž věrně zprostředkovat fotografiemi. Zejména ne ty, kde je v zorném poli oslnivá ploška či bod (obvykle nějaké svítidlo) – zrak nějak umí překlenout i rozsah jasů jedna ku miliónu, ale fotografie (i ta dnešní digitální) zobrazí jakžtakž jen rozsah jasů jedna ku stu (nemluvě o tom, že rozsah větší než jedna ku tisíci nelze promítáním či na monitoru nijak zobrazit).

Terénní pozorování a měření bylo komplikováno tím, že ne vždy bylo počasí takové, jaké bychom potřebovali. Ideálně by se hodily dva krajní stavy: jasná bezměsíčná obloha a pak obloha zatažená oblačností ležící až nad horami. Oba tyto aspekty jsme byli schopni alespoň na některých lokalitách zachytit. Řadu žádoucích pozorování nicméně znemožnil stav, kdy byly hory zahalené hustými mraky (pak se zdroje znečištění tmy projevují jen lokálně).

U počítače

Terénní práci výzkum zdaleka nekončil. Velmi mnoho práce bylo nutné věnovat vyhodnocení fotometricky využitelných snímků. Komplikovanost úkolu byla dána tím, že šlo o jiný fotoaparát než ty, které jsem užíval v minulém výzkumném projektu (jiný musel být proto, že to byla jediná sestava, ke které jsme dokázali sehnat nezbytný objektiv typu Fish-Eye, nemajíce prostředky na nákup objektivu ke dříve užívané zrcadlovce Canon EOS D 60).

Po měsících práce se podařilo doplnit dříve užívaný software (program raw2lum, viz zdrojový kód v adresáři <http://amper.ped.muni.cz/light/luminance>), aby plně vyhovoval i této kameře. Také se podařilo kameru spektrálně kalibrovat (pomocí slunečního spektra při dostatečné úhlové výšce Slunce, jaká nastává až na jaře) a nalézt vhodnou formuli, kterou se jasy v barvách žluté a zelené dají přepočítat na jasy fotopické, odpovídající lidskému centrálnímu vidění (kamera má ještě pixely zelenomodré a purpurové, tj. cyan a magenta, ty se pro tento výpočet ukázaly jako nevyužitelné). S ní pak byly údaje ze snímků navázány na měření luxmetry, kontrolou byly údaje zjištěné ze snímků hvězdného nebe (hvězdy jsou nejstabilnějšími fotometrickými standardy).

Hvězdné nebe posloužilo i pro stanovení geometrických vlastností snímků, tj. transformací směrů v prostoru na souřadnice pixelů. Jejich znalost byla nutná hlavně při užití předsádky poskytující fish-eye zobrazení: až s nimi bylo možné zjistit ze snímku celého poloprostoru, kolik světla na rovinu objektivu dopadá (jaká je její osvětlenost, čili kolik luxů). Pro typické noční intenzity osvětlení je to jediná možnost, jak je dobře změřit (ani laboratorní luxmetry nejsou schopny indikovat hodnoty pod tisícinu luxu).

Kromě vývoje samotného programu raw2lum byla napsána řada krátkých programů (tzv. skriptů), kterými byly veškeré snímky vyhodnoceny. Pracnou předchozí etapou bylo ale přiřazení vhodných tzv. temných snímků a jejich škálování. To je totiž nezbytné pro měření slabého světla: fotoaparát dává nemalý signál i se zakrytým objektivem, a tento signál je potřeba odečíst od snímků zkoumaných scén. Velikost takového „temného signálu“ roste s expoziční dobou, ale také velmi roste s teplotou (a tedy i během snímkování, při němž se

kamera zahřívá). Pro odečet byla použita táž metoda, jaká se běžně užívá v astronomii (např. v programu Iris).

Zčásti komentované výsledky, tj. zpracované snímky v řadě zobrazení, jsou dostupné v adresáři <http://amper.ped.muni.cz/noc/krap>. Tímto umístěním naznačují, že jde vlastně o pokračování výzkumu zahájeného v roce 2003 grantem MŽP. Pro ty, kteří by se jimi chtěli sami probírat, stručné shrnutí, co v nich najdou:

##.jpg jsou původní záběry, v obvyklém komprimovaném tvaru, jak je kamera uložila,

##.png jsou vypočtené jasy v barevném kódování (viz popis v <http://amper.ped.muni.cz/light/luminance>; stručně lze říci, že zelená znamená deset nitů, červená jeden nit, zelenomodrá desetinu nitu, purpurová setinu, modrá tisícinu),

*g.png jsou původní záběry s přeloženou sítí, kde je v každém políčku dole napsán jeho průměrný jas / 1 nt (jeden nit, $1 \text{ nt} = 1 \text{ cd/m}^2$; jde o běžnou jednotku SI, jejíž starý jednoslovný název se do dnešních norem nedostal, my jej ale budeme pro úspornost a srozumitelnost vyjadřování používat),

*g.jpg totéž, ale s převážně bílým zobrazením hodnot (čitelným i ve tmavých oblastech)

Výsledky

jsou mnohostranné, každý zdroj i každá lokalita, z níž jsme jeho projevy pozorovali, zasluhuje samostatné pojednání, které postupně budeme psát. Jsou k tomu potřeba také alespoň některé vybrané snímky. Některá zjištění mají ale platnost všeobecnou.

To základní je, že pohled na Krkonoše se během stmívání velmi mění v neprospěch viditelnosti krajiny. Dominantou se začínají stávat jednotlivá světla (technicky řečeno svítidla, občas jde ale i o svítící reklamy), svítící v naprosté většině případů i zcela nepatřičnými směry. Týká se to nejen osad, ale i např. liduprázdného parkoviště u spící Špindlerovky (trojice jednoho trvalého a dvou cyklujících světél je patrná jednotlivě nebo jako celek i ze sebevětších dálek, pobyt přímo v sedle hlavního hřebene pak činí velmi nepříjemným). Výrazným lokálním zdrojem jsou světlometry mířící nahoru podél stěn mrakodrapu v Peci pod Sněžkou (na dolní základně oblačnosti vytvářejí nad Pecí nápadné ufo, v kalném vzduchu pak světelný sloup).

Osvětlené sjezdovky

Jejich světla jsou vesměs přímo viditelná prakticky ze všech směrů, a jsou mnohem oslnivější než běžné veřejné osvětlení ostatních cest. Pro vzhled krajiny i pro emise do blízkého i vzdáleného ovzduší jsou závažnějším zdrojem než samotný osvětlený sníh sjezdovek. Jako celek představuje každá z osvětlených sjezdovek vždy větší zdroj znečištění než celá přilehlá obec, jak pokud jde o množství světla, tak i pokud jde o jeho barvu (vesměs užívaná bílá je v nočním prostředí rušivější než oranžová barva osvětlení veřejného). (Výjimkou jsou zatím jen Janské Lázně, u nichž je sjezdovka Košťálka zdrojem menším než ony, nicméně i tak z některých pohledů dominujícím, neb samotné lázně jsou hluboko v údolí).

Velmi důležitým zjištěním byl velký rozsah intenzit osvětlení, které se na sjezdovkách používají, i pozorování, že se lyžaři rozhodně těm nejméně osvětleným částem nevyhýbají. Jako dostatečné zjevně vnímají i hodnoty na úrovni půl luxu, které jsme změřili a vyfotografovali na západní sjezdovce ve Vítkovcích (minima dosahovala 0,3 lx), a to i přes skutečnost, že osvětlovací soustava je geometricky velmi špatná (některá světla mají lyžaři před sebou a jsou tak při jízdě dolů trvale oslňováni). Minima na úrovni 0,3 lx lze doporučit také na základě fyziologie vidění. Je to mimochodem více, než dává sebesilnější úplněk (běžné úplňkové osvětlení je poloviční).

Na většině sjezdovek jsou rozsáhlé oblasti minimální intenzity osvětlení na úrovni dvou luxů, ve stopách blíže ke světlům jsou minima vyšší, kolem tří luxů. Lyžaři jsou přitom rušeni nejen oslňivými lampami, ale adaptace zraku je nepříznivě ovlivňována i průjezdem silněji osvětlenými oblastmi. Praxe tak zcela jasně ukazuje, že není žádný důvod volit někde osvětlení sněhu silnější než ony tři luxy.

Bohužel, na dvou sjezdovkách se vyskytují hodnoty mnohem vyšší: na Hromovce a na Javoru. Na Hromovce minima většinou nejdou pod pět luxů (průměry jsou od deseti do třiceti luxů). Na Javoru jsou sice na levé straně vleku velmi rovnoměrně asi tři luxy (a běžně se tam jezdí), zato na pravé straně sjezdovky blízko lamp je v široké oblasti průměr 60 lx. Tyto dvě sjezdovky, pokud je osvětlení zapnuté, jsou dvěma největšími zdroji znečištění nočního prostředí Krkonoš. Až s velkým odstupem následuje kratší sjezdovka ve Velké Úpě, s minimy kolem tří luxů a průměrem kolem deseti luxů (vzhledem ke konfiguraci terénu a směru osvětlení se ale projevuje např. na Černohorském rašeliništi neméně než Javor).

Pozoruhodný jev se projevuje ve všech pohledech na Sněžku a Studniční horu. Svítí-li Javor, Studniční hora „není“. Je totiž stejně světlá jako nebe nad Polskem. Vzdálenější a východnější Sněžka, světlá i sjezdovkou osvětlená ne tak naplno, zůstává viditelná. Až po zhasnutí Javoru se objeví obě hory vedle sebe, podobně jako ve dne – ovšem jako tmavé siluety.

Geometrie svícení na sjezdovky

V případech, které jsme zblízka studovali, byly použity výhradně světlomety, jejichž ústí jsou krytá rovinným sklem. Pokud by takové sklo bylo vodorovné nebo od vodorovné orientace mírně přikloněné *podél svahu*, pak by i takové „nesměrované“ světlo šlo vesměs na sjezdovku nebo do údolí pod ní. Světlomety byly ale použity vesměs tak, že jejich ústí jsou od vodorovné polohy odkloněná naopak po svahu a napříč, v náklonech velkých čtyřicet až devadesát stupňů. Několik desetin, někdy i většina světla, které z jejich ústí odchází, tak nedopadne na sjezdovku.

Proč je to tak mnoho? Všechny dosavadní systémy osvětlení sjezdovek se vyznačují společným rysem: jsou použity světlomety, které asi třetinu světla emitovaného výbojkou vůbec nesměrují, nechávají je odcházet v kuželu (či jehlanu) tak širokém, jak odpovídá hloubce zanoření výbojky ve světlometu. Je-li výbojka blízko ústí světlometu, svítí pak přímo takřka do celého poloprostoru: je vidět odevšud, odkud je patrné otevřené ústí světlometu. Deset až čtyřicet procent světla jde pak směrem šikmo vzhůru, jen do ovzduší či na vzdálené svahy.

Při velkých náklonech světlometů se to týká do značné míry i světla, které je zrcadlem uvnitř světlometu směřováno v užším svazku. Ve všech případech, které jsme dokumentovali, byly totiž světlomety použity způsobem, pro který nejsou určeny. Velké náklony lze použít bez

vážných nežádoucích vedlejších důsledků jen u světlometů s úplným ohraničením vyzařovaného svazku. Samozřejmě jen tak velké náklony, aby tento svazek nepřekračoval významně oblast určenou k osvětlování.

Nejvíce rušivým rysem zkoumaných osvětlovacích soustav je proto přímá viditelnost světlometů coby oslnivých ploch či bodů z míst ležících často i velmi daleko od sjezdovky. Světlometry se stávají zcela dominantními objekty v noční krajině, většinou mnohem rušivějšími než samotná osvětlená plocha sjezdovky. V některých případech je oslnění tak silné, že může být nebezpečné při chůzi či jízdě. Oslňování světlometry ze sjezdovek bývá mnohem silnější než oslňování běžnými svítidly veřejného osvětlení.

Přímé emise ze světlometů vodorovným směrem a šikmo vzhůru jsou také zodpovědné za významnou část příspěvku osvětlení sjezdovek k nepřírozně zvýšenému jasů oblohy a ovzduší. V dálkových pohledech se tak sjezdovky i za hřebeny projevují bělavými či modravými (ve srovnání s těmi, které působí běžné oranžové veřejné osvětlením) „světelnými dómami“. V těchto případech jde totiž hlavně o světlo, které se ze směru mírně šikmo nahoru rozptýlilo mírně šikmo dolů. Osvětlený sníh naproti tomu svítí převážně strměji vzhůru.

Příklad Hromovky

Hromovka je nejnižší sjezdovkou na levém břehu Labe ve Špindlerově mlýně. Osvětlena byla v roce 2002. Projekt, který byl schválen, obsahoval důležitý parametr, který měl rušivý vliv umělého osvětlení poněkud omezit: náklon světlometů směrem po svahu či napříč neměl překročit dvacet stupňů.

Skutečnost je ale jiná, náklony jsou oproti podkladům pro stavební povolení více než dvojnásobné, běžně i přes čtyřicet pět stupňů. Velká část, ne-li většina světla tak směřuje mimo sjezdovku, značná část nad terén jen do ovzduší.

Důvod, proč při realizaci byly takové náklony použity, je snadné pochopit. Maximum vyzařování použitých světlometů je ve směru 45 stupňů od kolmice k ústí světlometu. Pokud toto maximum nasměrujeme náklonem světlometu až za vzdálenější okraj sjezdovky, můžeme tím docílit poměrně rovnoměrného osvětlení cílové plochy. Pro takové je totiž potřeba, aby se svítivost světlometu od nejvzdálenějšího místa sjezdovky k bližším snižovala se třetí mocninou vzdálenosti cílové oblasti (to platí pro plochou sjezdovku až do vzdálenosti zhruba trojnásobku výšky světlometu nad terénem, pro blízké oblasti by měla svítivost klesat se druhou mocninou vzdálenosti). Vzhledem k tomu, že v těsném okolí maxima svítivosti je pokles svítivosti pomalý, může pro dosažení rovnoměrnosti být „potřeba“ namířit světlomet až dost daleko za okraj sjezdovky, či dost vysoko na lesní stěnu, která sjezdovku ohraničuje.

Právě to je zřejmě případ Hromovky. Tam maximum svítivosti míří od světlometů vodorovně, „do nekonečna“.

Sjezdovka je vlivem takové svérázné úpravy projektu osvětlena dosti rovnoměrně. Lesní stěna naproti světlometům ale má jas jen čtyřikrát, či dokonce třikrát menší než sjezdovka, a to až po vrcholy stromů. Vzhledem k tomu, že stromy rozptylují světlo zpět alespoň šestkrát méně než sníh, je zřejmé, že na ně jde světla o dost více (nějaké světlo je i nepřímé, ale koruny na straně u světlometů, osvětlené jen nepřímo od sněhu, mají jas patnáctkrát menší než sníh).

Absence skutečné noci

Ze zpracovaných snímků vyplývá, kolik je v Krkonoších v noci světla. Na rozdíl od situace v přírodě, kdy je při oblačném či zataženém nebi světla nejméně, je tomu v Krkonoších naopak. Nejtmavší noc nastává za jasného počasí (výjimkou jsou jen úplňkové noci, tím se Krkonoše dosud liší od Brna, kde bývá i při úplňku více světla, když se zatáhne).

Přírodní jas bezměsíčního nebe v okolí zenitu je za jasného počasí asi čtvrt milinutu. Osvětlenost vodorovného terénu je vyšší než „píkrát“ tolik, protože v nižších úhlových výškách je obloha světlejší. Přírodní intenzita osvětlení ploché krajiny za bezměsíčné proto není jen třičtvrtě mililuxu, ale celý jeden mililux.

Nejnižší hodnoty, které jsme v Krkonoších naměřili, jsou ale dvojnásobné. Nad Špindlerovkou, zvláště daleko od zdrojů znečištění, byl minimální jas nebe 0,55 mnt (milinutu), jas sněhu 0,6 mnt, což odpovídá osvětlenosti 2 mlx. To je už zcela nepřirodní stav, kdy je kupříkladu Mléčná dráha vidět už jen špatně. Slabé noční světelné jevy, jako třeba běžné polární záře, v takové situaci zanikají.

Ještě trochu nižší hodnoty se vyskytly po půlnoci 8. ledna v Obřím dole (u rozcestí pod Růžovým dolem, u inf. střediska KRNAP), tam bylo minimum jasu oblohy jen 0,45 mnt, zřejmě díky stínění světla od Pece Smrčinou a výjimečně průzračnému vzduchu. I to je ale velmi světlé nebe – za přijatelné, nejvýše desetiprocentní narušení přírodního stavu se považují hodnoty pod 0,27 mnt.

Bliže ke zdrojům světla jsou jasy nebe vyšší, trojnásobné oproti stavu v přírodě, kolem 0,8 mnt. To tehdy, když nesvítily sjezdovky. Dokud jsou v provozu, je to alespoň 1,0 mnt (měření z hřebenu v okolí Pece, např. z Liščí hory). Osvětlenosti terénu jsou analogicky až pět mililuxů, dokud jsou sjezdovky rozsvícené, po jejich zhasnutí stále ještě 2,8 mlx (Liščí hora), trojnásobek přírodních hodnot.

Také Kozí hřbety jsou v první zóně pod temenem Železného vrchu osvětleny alespoň na trojnásobek stavu v přírodě, Hromovka to ale až desetkrát (!) znásobí... (sníh má více než setinu nitu, tj. jeho osvětlenost je přes tři setiny luxu). Již zmíněná Studniční hora je na tom lépe (je od zdroje světla dál), rozsvícený Javor intenzitu osvětlení jejího jižního úbočí „pouze“ zdvojnásobuje.

Východní část Kozích hřbetů, úbočí Luční hory a další svahy v okolí Sv. Petra jsou trvale ovlivněny přímým světlem z obce, takže (pokud v údolí neleží hustá mlha), jejich osvětlení nikdy neklesá pod desetinásobek přírodního.

V případě, že oblačnost brání úniku světla z pozemských zdrojů do vesmíru, je světla mnohem více. Jas nebe dociluje přes setinu nitu, jas sněhu obdobně, intenzita osvětlení sněhu dosahuje čtyři setiny luxu (měření na Zadním Žalém a nad Vítkovicemi). Za přírodních podmínek by to bylo třistakrát méně. To už není žádná nenápadná změna...

Místo aby bylo hodně tma, je naopak hodně světlo. Tolik, jako tři dny před úplňkem. Celé Krkonoše se tehdy koupou v naoranžovělém světle beze stínů (přírodní Měsíc naopak ostré stíny vrhá).

Osvětlení Hromovky i Javoru se v tom projevuje nápadně: bělavější a silnou skvrnou v mracích, i modravým vzduchem pod nimi. Národní park se v tu chvíli podobá spíše Las Vegas než krajině, kterou chceme mít blízkou přírodě.

Podrobný komentář k jednotlivým výpravám

nazvaný *Popis jednotlivých souborů snímků* je uveden v samostatném souboru [dny.htm](#) (či [dny.pdf](#) nebo [dny.doc](#)).

Přijatelné emise ze sjezdovek

Uvažuje-li se dnes o přidání dalších zdrojů světla do již velmi znečištěného prostředí Krkonoš, je jistě vhodné koncipovat nové zdroje tak, aby představovaly co možná malou zátěž i v budoucnosti, kdy se doufejme noční prostředí Krkonoš zlepší (tak, jako se zlepšila čistota řek či denního ovzduší ve většině EU).

Za poměrně malou zátěž lze stanovit situaci, kdy sjezdovka se v dáli neprojeví více než nejjasnější hvězda na nebi, tedy Venuše coby Večernice nebo Jitřenka. Ta už v čisté přírodě (jaká v noci byla leckde i u nás ještě před čtyřiceti lety) vrhá i pozorovatelné stíny.

Venuše má jasnost (čili dává hustotu světelného toku) jednu desetitisícinu lumenu na metr čtvereční (aneb plochu k ní kolmou osvětluje desetitisícinou luxu). Tolik je v přírodě světla za bezměsíčné noci a poměrně husté oblačnosti.

Jiným limitem, přísnějším, by bylo vzít za základ nejjasnější stálice, ty dávají necelou stotisícinu luxu. To odpovídá nejnižší přírodní intenzitě osvětlení krajiny při velmi husté oblačnosti (nimbostratus), případně třetině přírodní hodnoty, pokud se světlo recykluje odrazy od sněhu a mraků. Lze říci, že takovou změnu přírodního prostředí lze zanedbat.

V bezprostředním okolí osvětlené sjezdovky bude při husté oblačnosti ležící stovky metrů nad vrchem sjezdovky vždycky hodně světla. Kolik světla, to lze odvodit z celkových emisí osvětlovací soustavy. Bílá krajina a oblačnost tyto emise promění na dvojnásobný až trojnásobný světelný tok, jdoucí z dolní základny oblačnosti dolů.

V místě, kde nechceme přesáhnout pro jeden zdroj (odvozený, jde o světlou skvrnu v oblačnosti) imise (na plochu kolmou ke světlu) ve výši desetitisíciny luxu, platí pravidlo, že přípustná svítivost oblačnosti může být sto kandel krát (vzdálenost / 1 km) na druhou. Svítivost oblačnosti je přitom celkový světelný tok z ní děleno pí (čili zhruba třemi) a krát sinus její úhlové výšky.

Je-li světlá skvrna v mracích deset stupňů vysoko, je její svítivost / 1 cd rovná dvacetině emitovaného světelného toku / 1 lm. Pro místo vzdálené od sjezdovky jeden kilometr to při oblačnosti, která je necelých dvě stě metrů nad terénem, znamená přípustné emise z oblačnosti na úrovni dvou tisíc lumenů aneb emise osvětlovací soustavy jen sedm set lumenů. Při intenzitě osvětlení tří desetin luxu lze tímto světelným tokem osvětlit jen asi dva tisíce metrů čtverečních, aneb desetimetrový pruh dvě stě metrů dlouhý. Větší světelný tok už bude při bílé krajině a zataženém nebi v takové blízkosti vždy znamenat značné narušení přírodního stavu. Nepomůže když bude oblačnost výše, naopak (vyšší spodní základna jen ubere světla blíže ke sjezdovce).

Ve vzdálenosti tří kilometrů je situace méně vypjatá, přípustné emise jsou při oné oblačnosti v malé výšce dvou set metrů nad terénem téměř třicetkrát vyšší, dvacet tisíc lumenů. Těmi už lze osvětlit na dostatečné úrovni tři desetin luxu plochu velkou šest hektarů, tedy i velkou

sjezdovku. Horší to ale bude při oblačnosti začínající výše nad terénem, ve výšce jednoho kilometru. Pak totiž imise do onoho místa až pětkrát vzrostou. Zřejmým kompromisem je osvětlit na kilometr dlouhé sjezdovce ne pruh šířky šedesát metrů, ale jen patnáct metrů. Tím se lze i za situace bílé krajiny a zataženého nebe přiblížit ke stavu, kdy by se intenzita šikmého osvětlení krajiny oproti přírodní situaci zvýšila řekněme jen na dvojnásobek. Je ovšem nutné kontrolovat celkové emise z osvětlovací soustavy, ne jen intenzitu osvětlení sněhu. Oněch poměrně *tolerovatelných pět tisíc lumenů* znamená při použití žárovek přípustný elektrický příkon soustavy pět set až tisíc wattů (při užití zářivek či výbojek jen *sto až dvě stě wattů*) – vyšší z těchto dvojic hodnot by platily, jen kdyby šlo o svítidla, v nichž se dvě třetiny světla důkladným cloněním pohltní.

To je vlastně obecné pravidlo: skupina výbojek o příkonu sto wattů působí ve vzdálenosti tří kilometrů, nejsou-li přímo vidět a není-li jejich světelný tok namířen zrovna tím směrem, zvýšení intenzity osvětlení oproti přírodnímu stavu na maximálně dvojnásobek.

Při osvětlení dvou hektarů intenzitou dvou luxů (při dokonalé osvětlovací soustavě, jejíž lampy nejsou vidět odjinud než přímo ze sjezdovky při pohledu podél svahu nahoru) je narušení přírodního stavu prostředí i ve vzdálenosti tří kilometrů při takto zataženém nebi zásadní, zvedající úroveň osvětlení strmých ploch obrácených ke sjezdovce alespoň na osminásobek přírodního stavu.

Na onu snad přijatelnou úroveň odpovídající Venuši na jasném nebi by se imise dostaly až ve vzdálenosti *šesti kilometrů* (dvakrát klesne svítivost vlivem nižší úhlové výšky oblačnosti a pak dále čtyřikrát vlivem dvojnásobné vzdálenosti). Přípustná svítivost oblačnosti z takové dále je téměř čtyři tisíce kandel, aneb celkové emise z oblak necelých sto tisíc lumenů. To znamená udržet emise ze sjezdovky na úrovni třiceti tisíc lumenů. Jedinou spolehlivou cestou k tomu je limitovat příkon osvětlovací soustavy při užití výbojek *sedmi sty wattů*.

Z toho máme pravidlo, že od těch oblastí, kde chceme jakž takž chránit přírodní stav prostředí, má být sjezdovka s příkonem osvětlovací soustavy blížícím se jednomu kilowattu vzdálena alespoň šest kilometrů.

Je-li v nějakém projektu osvětlení sjezdovky ale navržen příkon řekněme třicet kilowattů, do Krkonoš už nepatří. Taková sjezdovka, aby chráněné části Krkonoš (či jakákoliv chráněná území) dosti znatelně nerušila, by musela být od nich vzdálena dvacet kilometrů.

Zdají se to být přísné limity? Pak si uvědomme, že jsou naopak volné, odvozené z jasnosti Venuše nebo z podmínky, že přírodní intenzitu osvětlení nechceme více než zdvojnásobit. Takto volně by bylo možné postupovat, kdyby osvětlené sjezdovky byly od sebe tak daleko, že se jejich vlivy nijak nesčítají. Jen trochu přísnější kritérium (analogie jasné stálice nebo narušení jen o třetinu přírodní hodnoty) znamená zdvojnásobení oněch ochranných zón: pro příkon výbojek sto wattů (či žárovek 500 W) je to už šest kilometrů, pro příkon výbojek 700 W je to dvanáct kilometrů a pro onen „kosmický“ příkon třicet kilowattů (na Hromovce i Javoru přesahovaný) by to bylo čtyřicet kilometrů.

Jinými slovy, vzhledem k malým rozměrům Krkonoš, jediné snesitelné, i do budoucna udržitelné osvětlení sjezdovek je na oné úrovni tři desetin luxu, která je fyziologicky dostatečná a ověřená v praxi (viz dále, v části Kolik světla je potřeba k lyžování). Ovšem jen dokonalou osvětlovací soustavou s příkonem zhruba sto, resp. pět set wattů (podle toho, jde-li o výbojky nebo žárovky). A také zdaleka ne kdekoliv, ale jen v místech dostatečně

vzdálených od nejcennějších přírodních území. V případech, že se důkladným cloněním více než dvě třetiny světla žárovek či výbojek pohltí uvnitř svítidel, je možné zvýšit uvedený limit na dvě stě, resp. tisíc wattů.

Každodenní osvětlení některé ze sjezdovek na úrovni sedminásobné, tedy dvěma luxy, v Krkonoších není přijatelné nikde. Lze jej s klidným svědomím připustit jen při úplňku a bezoblačném počasí, tedy jen pár večerů do roka. Samozřejmě, tak silně osvětlená sjezdovka, pokud by byla odněkud přímo vidět, by i tehdy byla naprostou dominantou krajiny, dominantou stěží žádoucí.

(Dnešní sjezdovky jsou ještě mnohem horší, protože jejich osvětlovací soustavy jsou velmi mizerné, svítí zdaleka ne jen na sjezdovku. „Dvouluxovým“ příkladem je západní sjezdovka ve Vítkovicích, třemi luxy se pak svítí na té východní; na východě Krkonoš pak na Košťálku a na Mladé Buky.)

Ovšem, jinak by to bylo, kdybychom se s dnešním stavem nočního prostředí, kdy intenzity osvětlení přesahují přírodní hodnoty nezřídka až tisíckrát, smířili a usoudili, že jej nebudeme nikdy napravovat, tedy že na ochranu přírody zcela rezignujeme.

Alternativa bezoblačného počasí

Dosah světla ze sjezdovek v kontextu přírodního nočního prostředí jsme počítali pro případ husté vrstvy oblačnosti ve výšce jeden kilometr nad terénem. Při oblačnosti o kilometr vyšší by dosah byl větší, nicméně vrstva v takové výšce bývá zase méně neprůsvitná, takže zesílení vlivem recyklace světla nebude 3, ale nejvýše 2. Výsledky by pak byly málo odlišné.

Hodně odlišné jsou ale pro případ, kdy je nad horami jasno. Tehdy většina světla ze sjezdovky odejde do vesmíru, zpět na zem se vrátí jen asi jedna šestina. Místo zesílení recyklací na trojnásobek zde máme zeslabení únikem do vesmíru na šestinu. Imise z ovzduší na zem se zmenší oproti důkladně rozebranému příkladu dvacetkrát. Na vzdálenosti, kde se ještě projevují hodně, to má ale dopad poněkud jiný, než hypotetické dvacetinásobné zeslabení osvětlení sjezdovky.

Při šíření světla mezi sněhem a oblačnou vrstvou lze zhruba říci, že světla ubývá se třetí mocninou vzdálenosti: druhá mocnina vyplývá ze zmenšení prostorového úhlu osvětleného ovzduší nad pozemským zdrojem, další mocnina je dána pro dostatečné vzdálenosti tím, že se svítící kruh v oblacích stává tenkou elipsou, podíl jejichž poloos je úměrný vzdálenosti.

Při jasném nebi je zeslabování vlivu úměrné nejvýše druhé mocnině (přesněji vzato, je ještě pomalejší, to ale zanedbejme). Emise ze sjezdovky nahoru ve výši pěti tisíc lumenů se promění v sekundární atmosférický zdroj se světelným tokem zhruba tisíce lumenů. Budeme jej brát pro jednoduchost jako zdroj téměř izotropní, svítící do dále poněkud více než strmě dolů. Pak mu můžeme připsat svítivost zhruba sto kandel.

Pro sto kandel jsme již limit uvedli: jasnost Venuše takový zdroj nepřesáhne, je-li jeden kilometr daleko. Pro přísnější limit statisíciny luxu je hranice nenarušené oblasti tři kilometry od něj.

Pro sedmkrát vyšší světelný tok ze sjezdovky (dva luxy na plochu dvou hektarů, vůbec žádné světlo jinam) jsou tyto dvě vzdálenosti zhruba dvaapůlkrát vyšší, tedy 2,5 km a 7,5 km.

Pro sjezdovku s příkonem 30 kW jsou emise vzhůru přinejmenším půldruhého miliónu lumenů, třistakrát vyšší než v základním případě (pět tisíc lumenů). Hranice zóny se zřetelným narušením prostředí je za jasného počasí tedy sedmnáctkrát dále: jde o 17 km, resp. 50 km. Zde je to zhruba stejně jako v případě zataženého počasí: to proto, že se může uplatnit tlustší vrstva ovzduší (alespoň pět kilometrů), která do velké dálky svítí nakonec vydatněji.

Resumé ke vlivu sjezdovek

To je závažné zjištění: dnešní silně osvětlené sjezdovky se vždy, nejsou-li zahalené hustou mlhou nebo přikryté velmi nízkou a hustou oblačností omezující šíření světla na jejich vlastní údolí, projevují jako nemalé narušení prostředí až do zhruba dvaceti kilometrů, zanedbatelné začínají být až ve vzdálenosti čtyřiceti až padesáti kilometrů.

Jen sjezdovky osvětlené soustavou s příkonem pod jeden kilowatt (kdyby šlo o žárovky, při obvyklém výbojkovém osvětlení s příkonem pod dvě stě wattů) lze považovat za zdroj znečištění jen lokální, který se stává svými nepřímými projevy vždy zanedbatelný ve vzdálenosti šesti kilometrů, někdy už ve vzdálenosti tří kilometrů. Za malé lze narušení prostředí takovým zdrojem považovat ve vzdálenosti tří kilometrů, za jasného počasí už ve vzdálenosti jednoho kilometru. To samozřejmě platí pro nepřímé projevy, zprostředkované osvětleným ovzduším. Přímá viditelnost osvětlené plochy sněhu je zásadní změnou prostředí při pohledu z každé vzdálenosti, pokud nesvítí silně Měsíc. Jen ve dnech kolem úplňku, kdy je za jasného počasí celá krajina osvětlena až desetinou luxu, přestává být třikrát silnější osvětlení nějakého pruhu křiklavým. (Samozřejmě, osvětlení dvěma luxy křiklavým zůstává i tehdy, natož osvětlení silnější.)

Základní rozebraný příklad osvětlení dvou hektarů třemi desetinami luxu, tedy šesti tisíci lumeny (emise ze sněhu nahoru jsou pak pět tisíc lumenů) může pro některé sjezdovky představovat nedostatečnou plochu. Další problém je udržet rovnoměrnou intenzitu osvětlení 0,3 lx.

Zcela reálné je ale docílit minim na úrovni 0,3 lx, pokud bude připuštěna střední intenzita osvětlení 0,5 lx, aneb při osvětlování dvou hektarů celkové emise z osvětlovací soustavy na úrovni deseti tisíc lumenů. S jistým přimhouřením oka lze i v tomto případě přijmout za referenční vzdálenost, nad kterou je vliv nepřímého světla ze sjezdovky malý, hodnotu **tří kilometrů** (přesněji jde ovšem až o čtyři kilometry). Aby výrazný vliv opravdu nesahal dále, je nezbytné stanovit **horní hranici příkonu osvětlovací soustavy. Při užití žárovek ke to jeden kilowatt, při užití výbojek dvě stě wattů** (alternativou by byl důkaz, že emise ze svítidel nikdy nepřesáhnou deset tisíc lumenů)

Při osvětlení pěti hektarů místo dvou hektarů vzrostou emise dále dvaapůlkrát, oproti případu 0,3 lx a dvou hektarů tedy již čtyřikrát. Propočítejme to znovu. Potřebný světelný tok na sjezdovku bude dvacet pět tisíc lumenů, ze sjezdovky vzhůru více než dvacet tisíc lumenů. Po trojnásobném zesílení recyklací mezi oblaky a sněhem dosáhnou celkové emise dolů šedesáti kilolumenů, svítivost dolů 20 kilokandel, šikmo do místa vzdáleného pět kilometrů to budou čtyři kilokandely. Ve vzdálenosti pěti kilometrů to bude znamenat (dělíme dvaceti pěti milióny) 0,16 mlx. Opět, s přimhouřením oka (třeba pro případ zesílení mraky jen na dvojnásobek) **můžeme brát oněch pět kilometrů za hranici, za níž bude vliv nepřímého světla z tak osvětlené plochy jen malý. Přípustná horní hranice příkonu osvětlovací soustavy je tehdy dva a půl kilowattu (žárovky), případně pět set wattů (výbojky).**

Kolik světla je potřeba k lyžování

Dejme hodnotu, ke které jsme dospěli jako k místy snesitelné, tj. osvětlení až pěti hektarů střední intenzitou až půl luxu, do souvislosti s těmi hodnotami, které jsou uvedeny v normách, které se zabývají osvětlením „komunikací“ ve smyslu cest.

Osvětlování vozovek a chodníků se týká ohromných ploch a znamená ohromné investiční i provozní náklady. Proto pro něj existují střízlivá doporučení, jejichž respektování zajišťuje dosažení cíle, aniž by bylo nutné světlem plýtvat.

Základní veličinou pro posouzení dostatečnosti osvětlení je jas sledované scény, především těch jejích částí, kam řidič (či analogicky lyžař) míří. V technických normách jde o jasy kolem jednoho nitu nebo menší, v kategoriích klesajících po mocninách dvou. Uvádí se přitom doporučený střední jas a také tzv. celková rovnoměrnost jasu, kterou se rozumí minimální jas dělený středním jasnem. Samozřejmě, problematická místa na cestě (silnici, sjezdovce) jsou ta s oněmi minimálními jasy. Zvýšení středního jasu, pokud minima zůstanou stejná, pro orientaci v místech s nejmenším jasnem nepomůže, ale naopak uškodí. Střední jas je tedy veličina poněkud zavádějící. Přesto, na silnicích svůj význam má: vyšší střední jas znamená nižší oslňování světlometry protijedoucích aut (a všelijakými dalšími světly); vinou oslňování řidiči samozřejmě na cestu vidí špatně, v místech s minimálními jasy nevidí téměř nic, ale alespoň místa s vysokými jasy vidí jakžtakž. Na sjezdovkách je ale velmi snadné oslňování naprosto vyloučit, proto je zvyšování středního jasu při ponechání minim vždy kontraproduktivní.

Doporučení pro silnice s oslňováním vždy počítá, přinejmenším s oslňováním samotnou osvětlovací soustavou. To je proto, že ta je v praxi vždy obousměrná, tj. svítí jak proti směru jízdy, tak po směru jízdy. U jednosměrek by to tak být nemuselo, ale z pohodlnosti či pro jednoduchost (užívání týchž svítidel pro všechny cesty s tímž požadavkem na jas) to tak i tam bývá. Důvodem může být i to, že symetricky směřující svítidla jsou mnohem běžnější. Vzhledem k oslňování se pak doporučují jako jistá kompenzace vyšší jasy vozovky. Pokud je oslňování jen malé, ukazují výzkumy (a přebírají normy), že už při středním jasu osmi desetin nitu a rovnoměrnosti 0,4 řidiči postřehnou včas všechny vzdálené překážky určitého typu. Z toho vyplývá, že dostatečný minimální jas je i při jízdě rychlostí devadesáti kilometrů v hodině na úrovni tří desetin nitu ($= 0,4 \times 0,8$ nt), při faktickém rušení zraku několikrát vyššími jasy. V případě sněhu to znamená, že neexistuje žádný důvod mít někde intenzitu osvětlení vyšší než 1,2 lx (taková intenzita osvětlení dá jas 0,32 nt).

U řady ulic se ale tak vysoké jasy nevyžadují. Běžnější než požadavek středního jasu osmi desetin nitu je požadavek střední hodnoty čtyř desetin nitu (a minim ne nižších než 0,16 nt) asi nejhojnější je požadavek ještě dvakrát nižší, tedy dvou desetin nitu, s rovnoměrností pouze 0,2. Minima jsou pak ovšem na úrovni čtyř setin nitu. To vše při nemalém oslňování samotnou osvětlovací soustavou a ovšem i různými dalšími stálými a mobilními světly.

Hodnota, kterou jako dostatečnou doporučujeme pro sjezdovky, je tři až čtyři desetiny luxu, což prakticky znamená jednu desetinu nitu. Je to hodnota nižší než pro mnohé vozovky, ale je přesto dostatečná. Na sjezdovkách lze oslňování zcela vyloučit a lze docílit jasů velmi rovnoměrných, pokud jde o hladký terén. Šikmé osvětlení směrem do dálky dolů po svahu velmi zvýrazní veškeré nerovnosti (svahy vyvýšených míst budou mít jasy výrazně vyšší, opačné svahy mnohem nižší). Podstatný je i kontrast a úhlová velikost překážek. Normovaná překážka na silnici, pro kterou se postřehnutelnost zkoumá, má kontrast jen 1:3 a

je úhlově velmi malá (20 cm ve vzdálenosti 100 m, což znamená dva miliradiány aneb desetinu stupně). Relevantní překážky na sněhu, tj. osoby, jsou úhlově mnohem větší a zpravidla kontrastnější. Také rychlosti lyžařů při nočním lyžování jsou zpravidla výrazně menší než rychlosti aut (nebo by jistě být měly), a možnosti rychle manévrovat a vyhnout se překážce jsou naopak vyšší. Lyžaři také, na rozdíl od řidičů, nemají nikdy důvod ke spěchu, skutečně jim nic nebrání přizpůsobit tempo jízdy poměrům.

Tato hodnota je v naprostém souladu s jediným známým výzkumem, provedeným s neoslňující osvětlovací soustavou v americkém Coloradu. Slavná expertka v oboru osvětlování (zejména sportovního) Nancy Clanton se spolupracovníky při ní mohla spojitě měnit intenzitu osvětlení sněhu. **Dotazovala se pak lyžařů všech typů (od pomalu jezdících starších až po uhánějící závodníky), zdali jim osvětlení stačí. Při dosažení hodnoty 0,3 lx se již nevyskytli žádní, kteří by si přáli více světla.** Vzhledem k malé zrakové náročnosti této činnosti se zúčastnění badatelé v oboru vidění domnívali, že fyziologicky vzato, je i tato hodnota zbytečně velká. Málo platné, je to trojnásobek běžných úplňkových hodnot.

Naše výzkumy skutečných světelných poměrů našly na západní sjezdovce ve Vítkovicích oblast osvětlenou šikmo zdáli právě s touto intenzitou. Oblast je běžně lyžaři využívána, navzdory tomu, že tam jsou silně oslňováni. Je pravděpodobné, že při absenci oslňení by ji užívali i při intenzitě osvětlení na úrovni jedné desetiny luxu.

Doporučené intenzity osvětlení pro sportoviště, uvedené v normách, jsou z hlediska fyziologie vidění pro sjezdovky naprosto nesmyslně vysoké a není znám žádný výzkum, který by jejich potřebu jakkoliv naznačoval. Je až neuvěřitelné, že se nestarají o základní bezpečnostní požadavek, tj. absenci oslňení. Jde pravděpodobně o doporučení volená jen podle toho, aby světlo přitahovalo zákazníky ze vzdáleností mnoha kilometrů, bez uvažování, že uměle přidávané světlo je v nočním venkovním prostředí vždy rušivé a mělo by se proto všude užívat věru střídavě. Samozřejmě, zejména tam, kde je cílem chránit co možná přírodní prostředí.

Kontext ostatního umělého osvětlení a budoucnost

Limity, které jsme naší analýzou našli pro sloučitelnost osvětlení sjezdovek a národního parku, se mohou zdát až absurdní, když se podíváme na Krkonoše v době, kdy sjezdovky nesvítí. Vždyť běžné veřejné a soukromé osvětlení je o tolik silnější. Ano, je, a noční prostředí Krkonoš nesmírně silně už ono samo ovlivňuje. Zejména v zimním období, kdy je osvětlovaný povrch bílý – v létě z něj směrem vzhůru odchází často desetkrát méně světla.

Elementární doporučení jak začít s nápravou je, upravit dosavadní světla tak, aby svítala jen na cílový terén a ne do dálky a vzhůru. Je k tomu dobrý precedens, totiž legislativa pěti italských regionů (o rozloze téměř České republiky a zahrnující sedmnáct miliónů obyvatel). Tam se rychlá náprava požaduje ve všech chráněných územích (a také ve vzdálenosti 10 km až 25 km kolem hvězdáren).

To ale zejména v zimě nestačí. Tehdy jde skutečně o úhrn světelného toku emitovaného z osvětlovací soustavy. Výbojkové osvětlení už při příkonu několika set wattů ovlivňuje významně krajinu do vzdálenosti řady kilometrů. Aby se ovlivnění dostalo do přijatelných mezí, k tomu je potřeba v zimě výrazně snížit příkon soustavy – průměrná intenzita osvětlení cest by neměla přesáhnout tři desetiny luxu a světlo by kromě toho mělo být směřováno velmi pečlivě jen na ně (mimo vozovky a chodníky by měla jít nejvýše třetina světla). Osvětlování

by se mělo týkat jen cest s velkou hustotou automobilového i pěšího (lyžařského) provozu. Cesty bez aut osvětlení uvnitř horských vesnic a měst nepotřebují, zcela stačí světlo z oken a osvětleného vzduchu.

Takové zlepšené osvětlovací soustavy lze při použití elektronické regulace realizovat i se sodíkovými výbojkami nejmenších příkonů (35 W, výjimečně 50 W) – v době, když není sníh, by mohly být napájeny téměř plným příkonem, v zimě pak pětinovým. Alternativou jsou zářivky s příkony devíti až dvaceti wattů (ty svítí i bez regulace vlivem mrazu méně, což je právě žádoucí).

Nápravou svícení v obcích uvnitř či u hranic národního parku se prostředí v Krkonoších velmi zlepšilo, zejména za zatažené oblohy, kdy se místní zdroje projevují více. Za jasného počasí se zlepšilo hlavně v tom ohledu, že snížením až vyloučením oslnění se zrak bude zase moci přizpůsobit nočním podmínkám a vyvstane jak horská krajina, tak i hvězdné nebe nad ní. Umělé zvýšení jasů oblohy i sněhu by mohlo klesnout na polovinu, blízko zdrojů samozřejmě mnohem výrazněji. Největším ziskem ale bude mnohem útulnější, příjemnější a pro turisty též lákavější prostředí, jaké zde asi bývalo v první polovině dvacátého století, místy snad až do šedesátých, možná do sedmdesátých let. Dnes jsou z něj jen zbytky, např. v některých místech na Zahrádkách, pokud zrovna neoslňuje nějaké silné světlo na některé z budov (může jít i o okna, za nimiž není jen svíčka či petrolejka jako kdysi).

Taková vize není „z jiného světa“. S legislativou začali a rychlou nápravu realizovali právě v lyžařských střediscích v Idahu (Ketchum, Hailey) – do značné míry proto, aby lidé jezdili k nim místo do středisek s osvětlením silným, nedbalým, odpuzujícím. Mají jednoduchá hesla – u nás je krásně i v noci, u nás už zase vidíte noční horskou přírodu. Dělalí dobrý byznys, a prospěch a radost z toho mají všichni, nejen příroda.

Osvětlit intenzitou 0,3 lx pruh široký až deset metrů a přitom udržet emise z terénu vzhůru pod limitem pěti tisíc lumenů, to umožňuje mít osvětlenou délku komunikací až dva kilometry. Při menší intenzitě (0,1 lx, jako při úplňku) či užším pruhu to může být i delší sít cest. To je hodnota, která by měla být dostatečná pro Špindlerův Mlýn, Pec i Velkou či Malou Úpu.

Noční prostředí Krkonoš, pokud jde o místní zdroje, je skutečně možné přiblížit do značné míry zpět k žádoucímu stavu blízkému přírodě. Samozřejmě, pak by měly přijít na řadu zdroje vzdálenější, tedy města a vesnice na úpatí Krkonoš, a nakonec i blízká třetina Čech a jihozápadní cíp Polska. Uvidí-li jejich obyvatelé a představitelé útulné, napravené prostředí sídel v horách, dost možná se nadchnou pro nápravu prostředí i ve svých obcích. Budoucnost Krkonoš není beznadějná, pokud se s nápravou někde brzy začne, místo aby pokračovalo zhoršování dosavadní situace přidáváním dalších silných lamp svítících špatnými směry.