



Posouzení Flicker efektu pro záměr VTE Moravská Kamenná Horka

**Vyhodnocení vlivů shadow flicker efektu na obydlené oblasti v okolí
plánovaných větrných elektráren v k.ú. Moravská Kamenná Horka,
v Pardubickém kraji**

Zpracovatel

Integra Consulting s.r.o.
Havlíčkova 1680/13
Praha 1, 110 00
Czech Republic

IČ: 275 66 617
DIČ: CZ275 66 617
office@integracons.com
+420 774 541 484



Zpracovala:

Ing. Kateřina Zemanová

Zadavatel

S&M Develop s.r.o.
Makovského náměstí 3147/2
616 00 Brno
Česká Republika

IČ: 275 34 511
valter@smcz.cz
+420 777 917 238



Integra Consulting s. r. o. je členem konsorcia
INTEGRA Group, v rámci kterého se soustředí především na hodnocení
a využívání přírodních zdrojů s důrazem na biodiverzitu.

Obsah

1. Úvod	3
2. Základní údaje o záměru	4
3. Metodika hodnocení	5
4. Výsledky hodnocení	10
4.1. Reálný scénář (Real case)	10
4.2. Nejhorší možný scénář (Worst case) – se zohledněním lesnatosti.....	14
4.3. Nejhorší možný scénář (Worst case) – bez zohlednění lesnatosti	18
5. Kumulativní vlivy	21
6. Zmírňující opatření	22
7. Závěr	23
8. Použitá literatura	25

Seznam obrázků

Obrázek 1: Poloha záměru (podkladová mapa ČÚZK)	5
Obrázek 2: Průměrný denní počet hodin slunečního svitu – stanice Hradec Králové.....	7
Obrázek 3: Znázornění referenčních bodů v mapě (podkladová mapa ČÚZK, upraveno v programu WindPro).....	10
Obrázek 4: Grafické znázornění flicker efektu – hodiny za rok, reálný scénář (Real case).....	12
Obrázek 5: Grafické znázornění flicker efektu – hodiny za rok, reálný scénář (Real case) – detail RB 3 – 11 obce Kamenná Horka	12
Obrázek 6: Grafické znázornění flicker efektu – hodiny za rok, reálný scénář (Real case) – detail RB 14 - 17 obce Svitavy - předměstí	13
Obrázek 7: Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den, nejhorší scénář (Worst case), se zohledněním lesnatosti	16
Obrázek 8: Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den, nejhorší scénář (Worst case), se zohledněním lesnatosti – detail RB 3 – 11 obce Kamenná Horka.....	16
Obrázek 9: Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den, nejhorší scénář (Worst case), se zohledněním lesnatosti – detail RB 14 - 17 obce Svitavy - předměstí	17
Obrázek 10: Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den, nejhorší scénář (Worst case), bez zohlednění lesnatosti	20
Obrázek 11: Celkové dispozice VTE – kumulativní vlivy.....	21

Seznam Tabulek

Tabulka 1: Vybrané parametry větrných elektráren na lokalitě „Moravská Kamenná Horka“	4
Tabulka 2: Popis zvolených referenčních bodů	8
Tabulka 3: Výsledky stínu na receptorech pro hodiny/rok – reálný scénář (Real case).....	10
Tabulka 4: Výsledky stínu na receptorech pro minuty/den – nejhorší možný scénář (Worst case), se zohledněním lesnatosti ..	14
Tabulka 5: Výsledky stínu na receptorech pro minuty/den – nejhorší možný scénář (Worst case), bez zohlednění lesnatosti...	19

1. Úvod

Předmětem předkládaného posouzení je vyhodnocení vlivů shadow flicker efektu na obydlené oblasti v okolí plánovaných čtyř větrných elektráren v k.ú. Moravská Kamenná Horka v Pardubickém kraji.

Pro vyhodnocení flicker efektu výstavby větrných elektráren v lokalitě „Moravská Kamenná Horka“ byl vypracován počítačový model v programu WindPRO (podrobnosti jsou uvedeny v kap. 3). Výsledkem modelu je vyčíslení doby, po kterou lze v příslušných místech posuzované oblasti očekávat vznik flicker efektu. Výsledky modelu byly následně využity k posouzení významnosti tohoto vlivu v souladu s běžnou praxí ve státech Evropské unie.

Pro pochopení předkládaného posouzení je vhodné vysvětlit některé pojmy, které se týkají optických jevů spojených s provozem větrných elektráren (dále také „VTE“). Větrné elektrárny se projevují jednak statickými optickými jevy v podobě jejich trvalé viditelnosti v krajině, jednak dynamickými efekty, spojenými s pohybem listů rotoru větrných elektráren. Dynamické efekty je z hlediska hodnocení vlivu na obyvatelstvo dále potřeba rozdělit na:

- **Stroboskopický efekt: periodické světelné záblesky vznikající odrazem světla, většinou slunečního záření, od listů rotoru větrné elektrárny**

V současnosti je stroboskopický efekt spojený s provozem větrných elektráren v praxi omezen obvykle standardní povrchovou úpravou listů lopatek. Barevné provedení je dáno požadavky Armády České republiky a řízení letového provozu. Při této povrchové úpravě k obtěžování obyvatelstva stroboskopickým efektem spojeným s odrazy světla nedochází. Stejně řešení lze předpokládat i v případě posuzovaného záměru. Negativní vlivy spojené s tímto druhem stroboskopického efektu lze proto v posuzovaném případě vyloučit.

- **Shadow flicker efekt: změny světelného záření (vrhání stínu) vznikající periodickým zakrýváním slunečního kotouče rotujícími listy rotoru větrné elektrárny.**

Ve vztahu k větrným elektrárnám lze tento efekt specifikovat jako optický jev, který vzniká při průniku slunečního záření přes otáčející se listy rotoru směrem k pozorovateli. Tohoto optického efektu může být dosaženo pouze při určitých meteorologických podmínkách – čelní nebo úhlové natočení rotoru směrem k pozorovateli při nestíněném slunečním svitu. Shadow flicker efekt (dále také „flicker efekt“) jako efekt míhání stínů se posuzuje s ohledem na vznik fotosenzitivní epilepsie a na rušivé změny jasů předmětů v zorném poli člověka.

Ve venkovní, tj. otevřené a celoprostorově prosvětlené krajině s relativně nízkým kontrastem světlo/stín flicker efekt není nijak zásadním problémem, naopak v místnostech s okny může být jeho projev velmi výrazný. Nicméně výrazný je hodnocený jev pouze v relativně blízkém okolí větrných elektráren, v okruhu cca stovek metrů od objektu dané VTE a za podmínky, že okna dotčeného objektu jsou orientována alespoň zhruba směrem k VTE; s rostoucí vzdáleností ale i v těchto případech intenzita flicker efektu postupně klesá až do úplného vytracení.

Zásadní roli při predikci reálné intenzity jevu hraje morfologie terénu a přítomnost stínících bariér v linii mezi zdrojem a referenčním bodem. Výsledná expozice je významně redukována, případně zcela eliminována, vlivem místních terénních vyvýšenin, okolní zástavby či jiných objektů, které vytvářejí

sekundární zastínění. Stejným způsobem působí vzrostlá vegetace a lesní celky, které jakožto přirozená bariéra míhání stínů rozptylují a pohlcují.

Další podmínkou vlivů flicker efektu je statický pozorovatel, setrvávající alespoň několik desítek vteřin na jednom místě. Flicker efekt tedy není rizikovým jevem z hlediska řidičů a posádek automobilů, případně z hlediska strojvedoucích a cestujících ve vlacích. Posádka jedoucího automobilu nebo vlaku je vzhledem k předpokládané rychlosti jízdy vystavena rotujícím stínům jen několik vteřin, a pokud tento jev vůbec zaregistruje, nebude se z jejího pohledu lišit od řady podobných, běžných a většinou výrazně kontrastnějších efektů, jako např. stíny stromů při průjezdu alejí, stíny oblaků hnaných větrem atd.

V souvislosti s provozem větrných elektráren a flicker efektem bylo v minulosti diskutováno také riziko vzniku nebo zhoršení epilepsie. Podle soudobých poznatků se tyto nežádoucí účinky mohou vyskytovat pouze při vyšších frekvencích, než jaké jsou standardně produkovány při provozu VTE. Pouze méně než 5 % fotosenzitivních epileptiků je citlivých na frekvence nižší než 2,5 – 3 Hz. Třílísté rotory větrných elektráren operují s frekvencemi výrazně pod 2 Hz, u novějších typů VTE často až pod 1 Hz. Při zohlednění těchto skutečností, malého procenta epileptiků v populaci a malého počtu obyvatel, kteří budou případnému flicker efektu záměru vystaveni, je toto zdravotní riziko zanedbatelné.

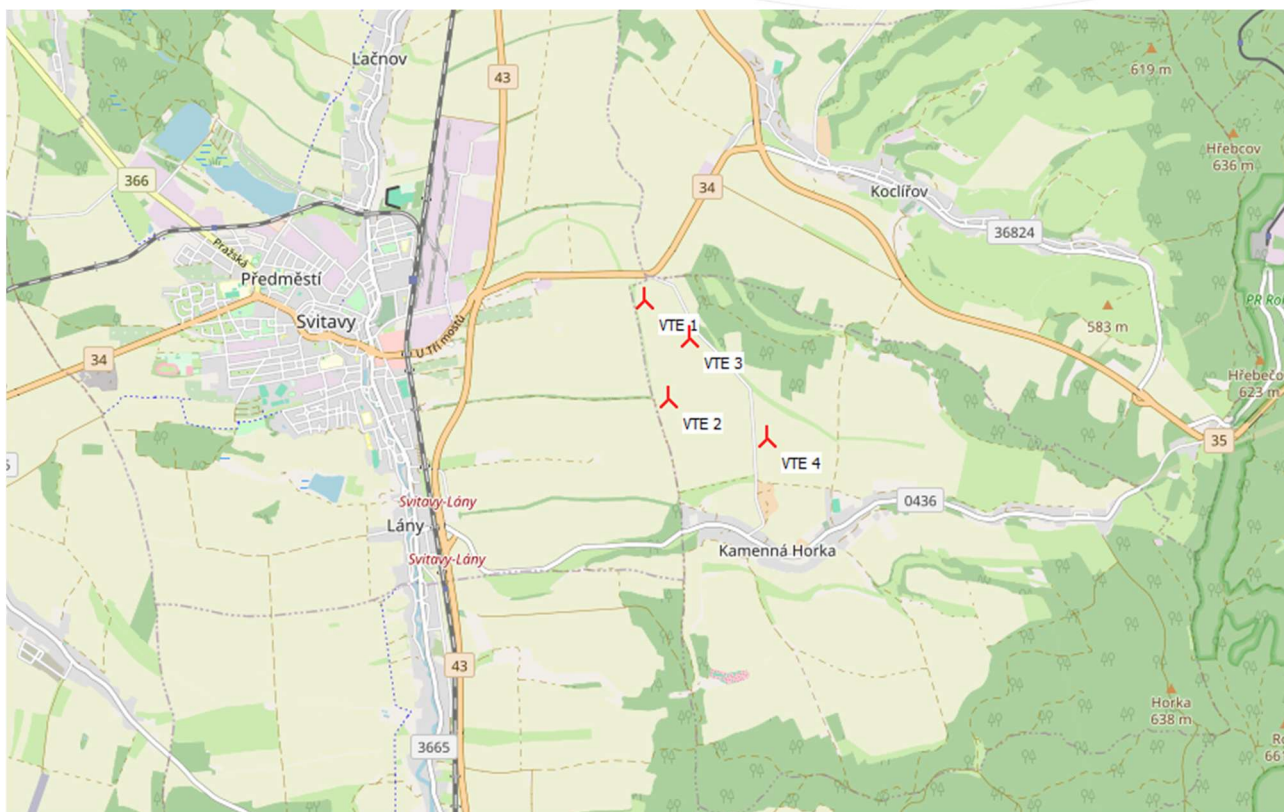
2. Základní údaje o záměru

Předmětem záměru je **výstavba čtyř větrných elektráren** v k.ú. Moravská Kamenná Horka v Pardubickém kraji (dále také „záměr“). Na lokalitě je plánována výstavba **čtyř elektráren typu Enercon E-160 EP5 E3**. Záměr je zvažován v jedné variantě, se stejnou výškou tubusů. Níže jsou uvedeny technické parametry tohoto záměru a jeho lokalizace.

Tabulka 1: Vybrané parametry větrných elektráren na lokalitě „Moravská Kamenná Horka“

Název	Typ VTE	Výška tubusu (m)	Celková výška VTE (m)	Průměr rotoru (m)	Souřadnice JTSK	
					Y	X
VTE 1	E-160 EP5 E3	120	200	160	598622,9678	1097753,837
VTE 2	E-160 EP5 E3	120	200	160	598510,43	1098628,33
VTE 3	E-160 EP5 E3	120	200	160	598267,6743	1098129,0824
VTE 4	E-160 EP5 E3	120	200	160	597687,0618	1099068,4338

Poloha záměru je zřejmá z obrázku níže.



Obrázek 1: Poloha záměru (podkladová mapa ČÚZK)

3. Metodika hodnocení

Pro vyhodnocení flicker efektu výstavby větrných elektráren v lokalitě „Moravská Kamenná Horka“ byl vypracován počítačový model v programu WindPRO. Na základě výstupů zpracovaného modelu byla významnost flicker efektu vyhodnocena na celé ploše zájmové oblasti, respektive na nejbližší obytnou zástavbu, která leží v potenciálním směru stínu (tzv. receptor).

Významnost vlivu byla na základě výsledků modelových výpočtů posuzována v souladu s obvyklou praxí. V České republice a většině zemí Evropské unie neexistují legislativní limity flicker efektu a není jednotný ani metodický přístup k jeho hodnocení. Zvolen byl proto způsob, který je v prostoru Evropské unie obvyklý (viz použitá literatura v kap. 7). **Za potenciálně významně obtěžující je považována situace, kdy výskyt flicker efektu v místě receptoru přesáhne 30 minut denně nebo 30 hodin za rok.** Kromě těchto konkrétních hodnot se v rámci odborné literatury obecně doporučuje, aby se flicker efekt vyhodnocoval v oblasti do vzdálenosti odpovídající desetinásobku průměru rotoru větrných elektráren, což je v případě hodnoceného záměru 1600 m. S rostoucí vzdáleností od turbíny intenzita flicker efektu významně klesá.

Součástí předkládané zprávy jsou modelové výstupy doby trvání potenciálního flicker efektu vyvolané posuzovaným záměrem a to:

- celková roční doba, po kterou potenciální flicker efekt nastane (hod/rok) ve všech zvolených výpočtových bodech,

- maximální doba trvání flicker efektu ve všech dnech v roce (min/den) a časové období, kdy k flicker efektu dochází ve všech zvolených výpočtových bodech.

Metodika výpočtu

Výpočet stínů byl proveden programem WindPRO ve verzi 4.2 za podmínek a postupem uvedeným v manuálu programu WindPRO dostupném z:

https://help.emd.dk/knowledgebase/content/windPRO4.2/c6-UK_windPRO4.2-Environment.html

Výpočet byl proveden pro čtyři větrné elektrárny typu Enercon E-160 EP5 E3, s celkovou výškou 200 m. Parametry VTE jsou uvedeny v Tabulce 1 výše.

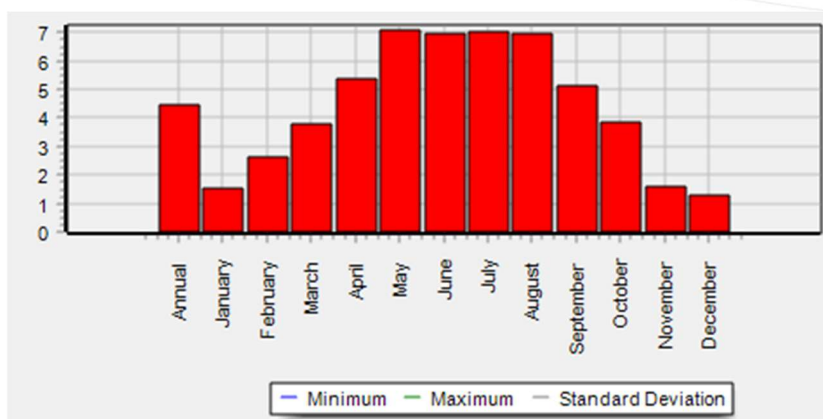
Výpočet byl proveden za následujících předpokladů:

- a) Větrné elektrárny jsou vždy v provozu, bez zkrácení provozní doby.
- b) Minimální výška slunce nad obzorem pro ovlivnění 3 °
- c) Časový krok pro výpočet 1 minuta
- d) Denní krok pro výpočet 1 den
- e) Pravděpodobnost slunečního svitu worst case (pro minuty/den) a real case (pro hodiny/rok)

V nejhorším možném scénáři (Worst case) se předpokládá, že slunce svítí stále tj. od východu do západu slunce, turbína je stále v chodu a rovina rotoru je vždy kolmá na přímkou od větrné turbíny ke slunci. Vypočtené časy jsou tedy nejhorším možným scénářem, který může nastat, meteorologické podmínky tento scénář však téměř vylučují. Pro účely tohoto vyhodnocení byl „**worst case**“ **nicméně zvolen pro výpočet minut s flicker efektem za den** (Minutes per day/Worst case), a to z toho důvodu, že je pravděpodobné, že některé dny v průběhu roku mohou být zcela bezoblačné.

V rámci hodnocení nejnepříznivějšího scénáře (Worst case) byly provedeny výpočty pro dvě varianty digitálního modelu terénu: **první se zohledněním vlivu lesních porostů a druhá bez jejich uvažování, aby byla zajištěna maximální konzervativnost výsledků.**

Reálný scénář (real case) zohledňuje průměrný roční počet hodin slunečního svitu, který je vypočítán na základě průměrného denního počtu hodin slunečního svitu v jednotlivých měsících, z nejbližší klimatické stanice: Hradec Králové (viz obrázek níže).



Obrázek 2: Průměrný denní počet hodin slunečního svitu – stanice Hradec Králové

Pro účely tohoto vyhodnocení byl **model „real case“ zvolen pro výpočet hodin s flicker efektem za rok** (Hours per year/Real case), a to z toho důvodu, že tento model zohledňuje průměrnou oblačnost v dané lokalitě, a z pohledu období jednoho roku je již vysoce nepravděpodobné, že by 365 dní byly na posuzované lokalitě pouze bezoblačné dny.

Pro vyhodnocení Shadow Flicker efektu pro konkrétní lokalitu jsou tyto roční hodnoty (tj. hodiny s shadow flicker efektem (hod/rok) se zohledněním průměrného denního počtu hodin slunečního svitu) relevantnější, než scénář worst case.

f) Směr receptoru

Green house mode

V režimu „Green house mode“ receptor (tj. obytná zástavba) nesměruje žádným konkrétním směrem, ale směřuje všemi směry (v praxi to znamená, že daný receptor může být ovlivněn ze všech směrů). Tento režim modelu se používá zejména, pokud nejsou známy skutečné vlastnosti receptoru nebo pokud jsou na více stranách domu větrné turbíny, které mohou přispívat k vlivu blikání. Zvolené receptory (referenční body) jsou uvedeny níže v Tabulce 2.

g) Použitý výškový profil

Project Wizard Elevation Data Grid (Czech Republic DTM - 20m grid).

h) Zohlednění lesnatosti

Zohlednění lesnatosti a liniové vegetace bylo provedeno manuálním modelováním vegetačních prvků, a to z důvodu vyšší přesnosti oproti plošným globálním datasetům.

Lesní porosty a skupiny stromů byly modelovány pomocí nástroje Area Objects, který umožňuje zadání plošných překážek s definovanou výškou vegetace. Liniová zeleň, zejména stromy podél komunikací a menší skupiny stromů, byly modelovány pomocí Obstacle Objects. Rozsah, poloha a charakter vegetace byly určeny na základě aktuálních leteckých mapových podkladů. Výška vegetace byla stanovena odborným odhadem na základě typu porostu (lesní porost, silniční alej, rozptýlená zeleň), přičemž byly použity konzervativní hodnoty odpovídající vzrostlé vegetaci.

Modelované vegetační prvky byly ve výpočtu uvažovány jako stínící překážky, které mohou částečně nebo zcela eliminovat dopad shadow flicker na chráněné receptory (zejména obytné objekty) a snížit reálnou dobu výskytu flicker efektu v interiéru objektů.

Zohlednění vegetace bylo aplikováno zejména v případech, kdy se lesní porosty nebo stromová zeleň nacházely v bezprostředním prostoru mezi větrnou elektrárnou a posuzovanými receptory.

ch) Souřadnice

Geo [deg]-WGS84

i) Hodnocené referenční body

Ve výpočtu jsou zohledněny referenční body (tedy receptory), reprezentující skupinu nejbližších staveb pro bydlení, ležících v potenciálním směru stínu, které byly identifikovány na základě katastru nemovitostí.

Při výpočtu Shadow flicker efektu se nejedná nutně o geograficky nejbližší obytnou zástavbu, ale spíše o nejbližší obytnou zástavbu, která leží v potenciálním směru stínu. Obytný objekt nacházející se ve větší vzdálenosti, avšak ležící v přímé geometrii: slunce–větrná elektrárna, může být z hlediska vlivu shadow flicker relevantnější než bližší objekt mimo tuto geometrii.

Do hodnocení efektu stroboskopického stínění (shadow flicker) jsou jako referenční body zahrnovány výhradně objekty určené k trvalému nebo dlouhodobému pobytu osob, zejména stavby pro bydlení, ubytování, školská zařízení, zdravotnická zařízení a další obdobné objekty s předpokladem pravidelného dlouhodobého pobytu osob v interiéru.

Naopak do hodnocení nejsou zahrnovány objekty, které neslouží k trvalému ani dlouhodobému pobytu osob, zejména zemědělské objekty (např. stáje, sklady, seníky, haly pro mechanizaci), výrobní a skladové haly, technické objekty, samostatně stojící garáže, objekty občanské vybavenosti typu maloobchodních provozoven, administrativních či komerčních prostor bez trvalého pobytového charakteru, ani jiné obdobné stavby bez obytné funkce.

Vyloučení těchto objektů z hodnocení vychází z principu ochrany obyvatelstva před potenciálním obtěžováním účinky stroboskopického stínění, přičemž metodika je zaměřena primárně na ochranu kvality bydlení a dlouhodobého pobytu osob v chráněných vnitřních prostorech staveb.

V tomto konkrétním případě byly však do hodnocení nad rámec standardních objektů pro trvalé bydlení zahrnuty rovněž vybrané objekty v rámci zahrádkářské kolonie. Jedná se o stavby s přiděleným číslem evidenčním, které svým charakterem a velikostí umožňují sezónní, avšak intenzivní a dlouhodobý pobyt osob. Zahrnutí těchto bodů do analýzy bylo zvoleno z důvodu dodržení principu předběžné opatrnosti.

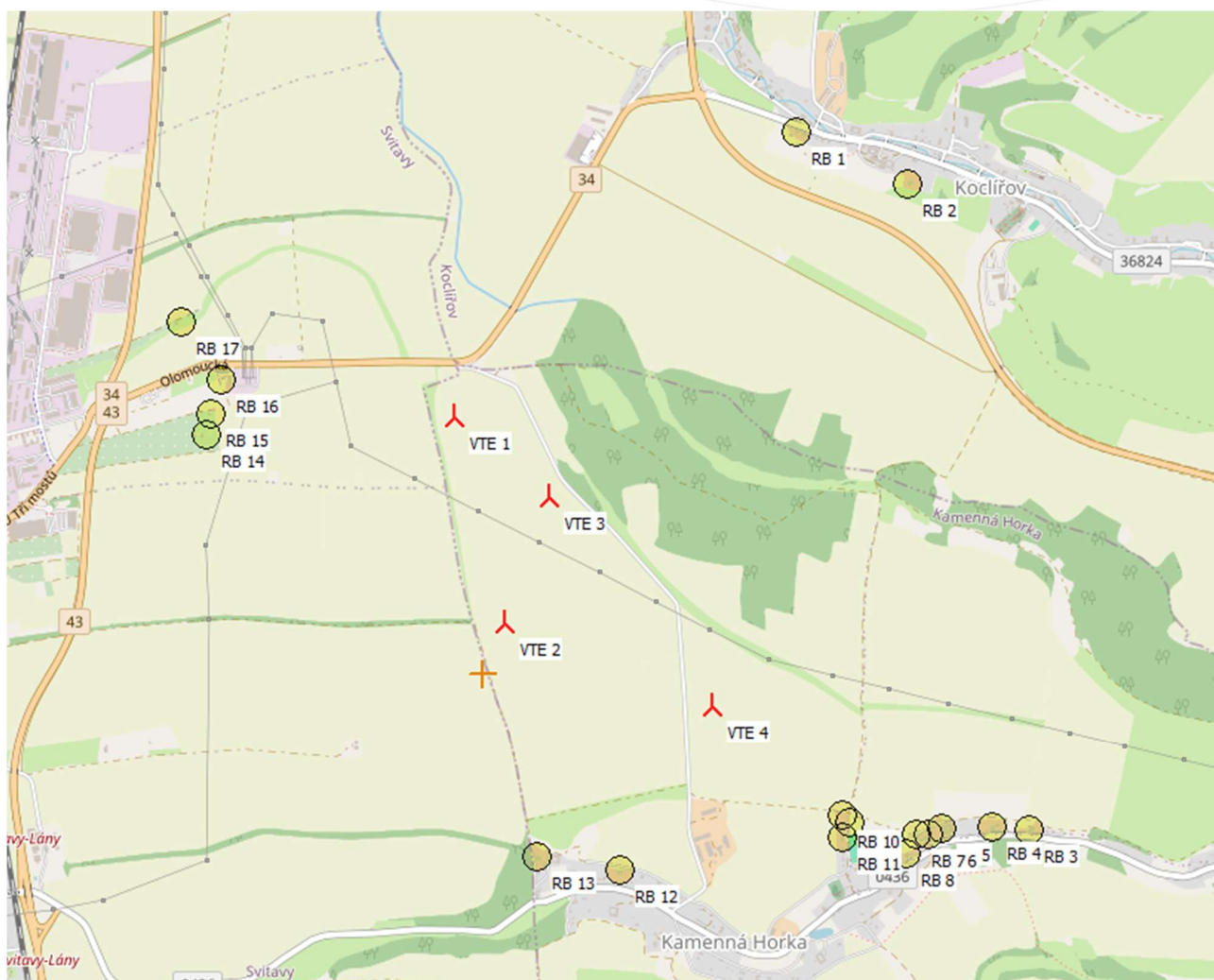
Seznam referenčních bodů je uveden v následující tabulce:

Tabulka 2: Popis zvolených referenčních bodů

Referenční bod	Katastrální území	Číslo popisné	Objekt
1	Koclířov	274	rodinný dům
2	Koclířov	145	rodinný dům
3	Česká Kamenná Horka	55	rodinný dům

Referenční bod	Katastrální území	Číslo popisné	Objekt
4	Česká Kamenná Horka	53	rodinný dům
5	Česká Kamenná Horka	51	rodinný dům
6	Česká Kamenná Horka	49	rodinný dům
7	Česká Kamenná Horka	47	rodinný dům
8	Česká Kamenná Horka	45	rodinný dům
9	Česká Kamenná Horka	133	rodinný dům
10	Moravská Kamenná Horka	131	rodinný dům
11	Moravská Kamenná Horka	110	rodinný dům
12	Moravská Kamenná Horka	130	rodinný dům
13	Moravská Kamenná Horka	9	rodinný dům
14	Svitavy-předměstí	č. ev. 272	stavba pro rodinnou rekreaci
15	Svitavy-předměstí	č. ev. 277	stavba pro rodinnou rekreaci
16	Svitavy-předměstí	1683	bytový dům
17	Svitavy-předměstí	č. ev. 327	stavba pro rodinnou rekreaci

Vybrané referenční body jsou znázorněny na obrázku níže.



Obrázek 3: Znáznornění referenčních bodů v mapě (podkladová mapa ČÚZK, upraveno v programu WindPro)

4. Výsledky hodnocení

4.1. Reálný scénář (Real case)

Souhrnné výsledky potenciálního flicker efektu v hodinách/rok, na jednotlivých zvolených referenčních bodech pro scénář real case – tedy se zohledněním průměrné oblačnosti v dané lokalitě (viz. kapitola 3), jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 3: Výsledky stínu na receptorech pro hodiny/rok – reálný scénář (Real case)

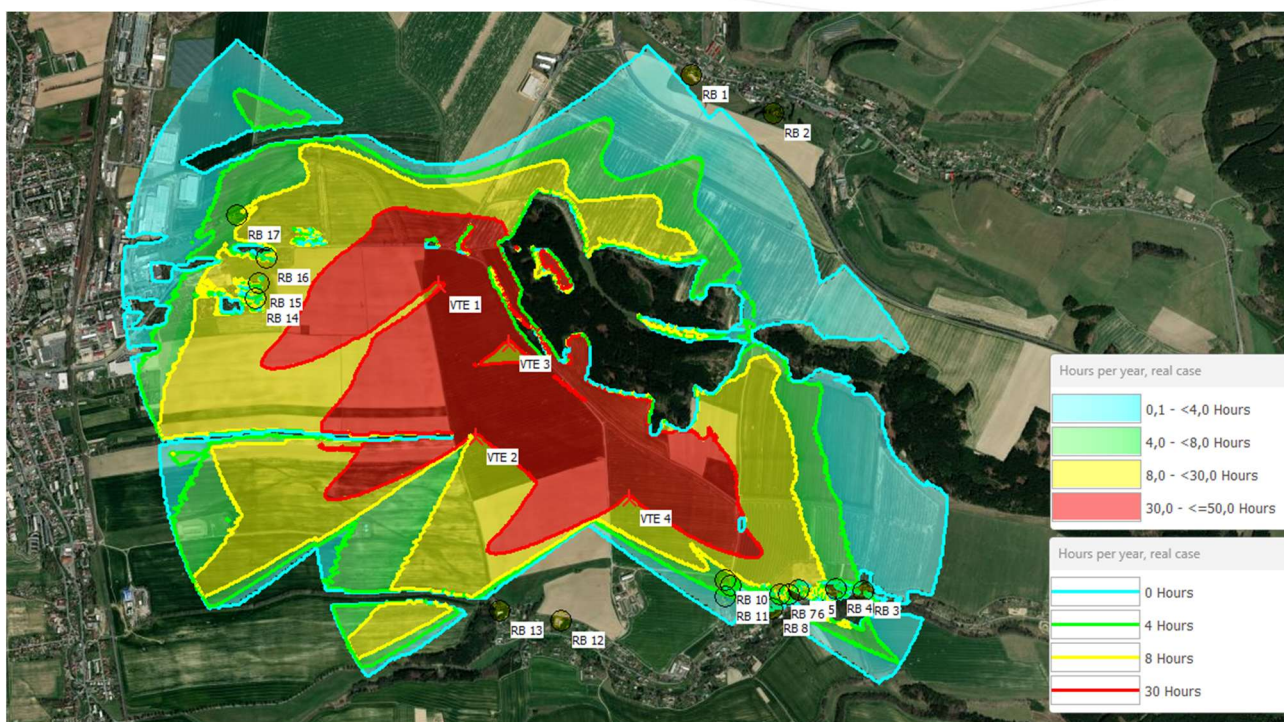
Referenční bod	Hodiny s shadow flicker efektem (hod/rok) – reálný scénář	Dodrženo doporučení 30 hod/rok
RB 1	0:00	✓
RB 2	0:00	✓

Referenční bod	Hodiny s shadow flicker efektem (hod/rok) – reálný scénář	Dodrženo doporučení 30 hod/rok
RB 3	0:00	✓
RB 4	0:00	✓
RB 5	16:19	✓
RB 6	12:14	✓
RB 7	9:52	✓
RB 8	0:08	✓
RB 9	5:37	✓
RB 10	5:58	✓
RB 11	3:43	✓
RB 12	0:00	✓
RB 13	0:00	✓
RB 14	0:00	✓
RB 15	15:02	✓
RB 16	3:20	✓
RB 17	7:49	✓

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že se více než polovina vybraných referenčních bodů nejbližší obytné zástavby nachází v teoretickém dosahu vnímatelného flicker efektu posuzovaného záměru, nicméně, doba trvání shadow flicker efektu zde nepřesáhne doporučovanou hranici 30 hodin za rok. Celkově nejdelší potenciální působení flicker efektu (max. 16 hodin a 19 minut za rok) lze očekávat v referenčním bodě RB 5 (rodinný dům č.p. 51 v k.ú. Česká Kamenná Horka). Naopak, referenční body RB 1, RB 2, RB 3, RB 4, RB 12, RB 13 a RB 14 se nenachází v teoretickém dosahu vnímatelného flicker efektu posuzovaného záměru – tj. doba působení flicker efektu je zde rovna nule.

Na žádném z referenčních bodů nepřesáhne doba trvání shadow flicker efektu v reálné variantě doporučovanou hranici 30 hodin za rok.

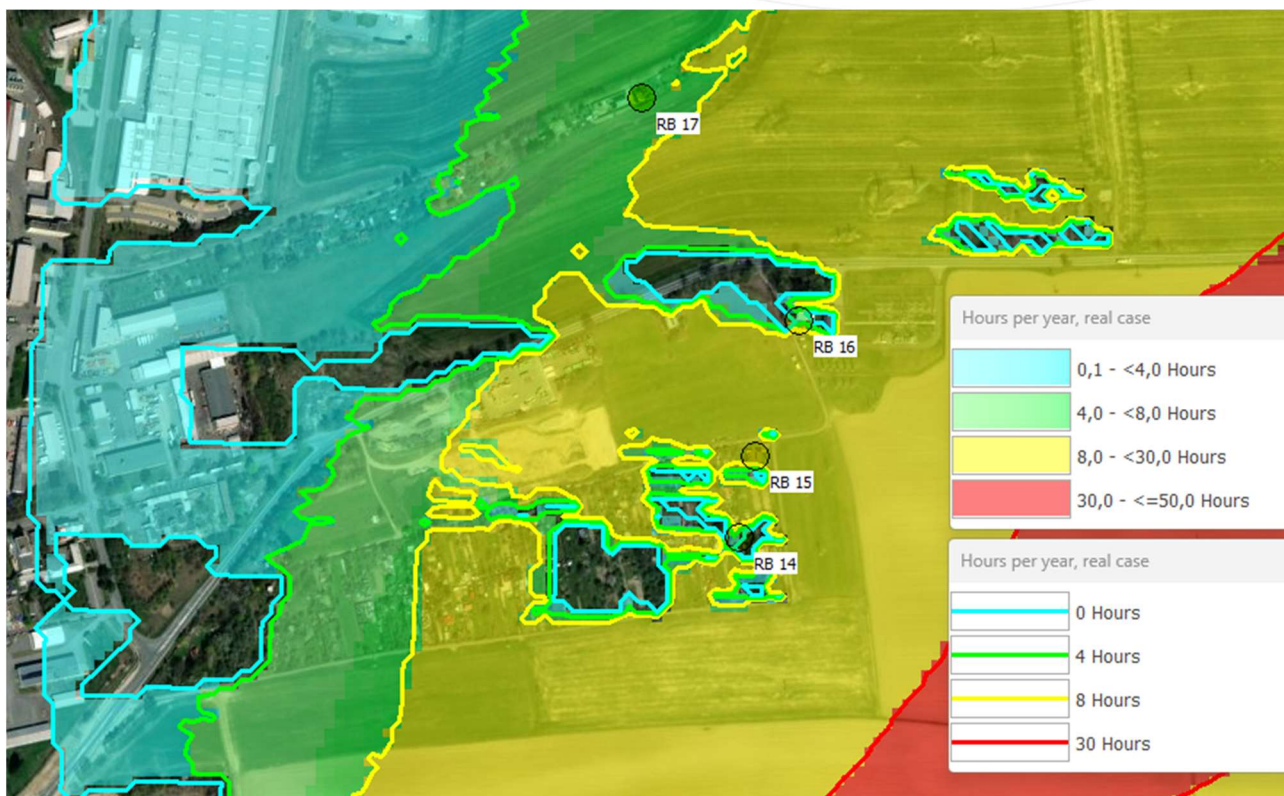
Níže jsou zobrazeny doby trvání flicker efektu v hodinách za rok na mapě, ve vztahu k jednotlivým referenčním bodům.



Obrázek 4: Grafické znázornění flicker efektu – hodiny za rok, reálný scénář (Real case)



Obrázek 5: Grafické znázornění flicker efektu – hodiny za rok, reálný scénář (Real case) – detail RB 3 – 11 obce Kamenná Horka



Obrázek 6: Grafické znázornění flicker efektu – hodiny za rok, reálný scénář (Real case) – detail RB 14 - 17 obce Svitavy - předměstí

Níže je uvedeno stručné shrnutí výsledků z podrobných výstupů modelu WindPro, ve variantě Real case:

- V referenčním bodě 5 lze očekávat celkově nejdelší potenciální působení flicker efektu (celkově max. 16 hodin a 19 minut za rok). K flicker efektu zde dochází v měsících květen až srpen. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v červnu, vždy v časovém intervalu mezi 19:49 a 20:30.
- V referenčním bodě 6 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v červnu, vždy v časovém intervalu mezi 20:00 a 20:35.
- V referenčním bodě 7 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v červnu, vždy v časovém intervalu mezi 20:00 a 20:35.
- V referenčním bodě 8 dochází k flicker efektu pouze v červnu. Délka trvání flicker efektu u tohoto receptoru je minimální a pohybuje se v rozmezí 1 až 2 minut denně, a to v čase kolem 20:30
- V referenčním bodě 9 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v červnu, vždy v časovém intervalu mezi 20:09 – 20:33.

- V referenčním bodě 10 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v červnu, vždy v časovém intervalu mezi 20:07 – 20:30.
- V referenčním bodě 11 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v červnu, vždy v časovém intervalu mezi 20:16 – 20:35.
- V referenčním bodě 15 dochází k flicker efektu v měsících leden až duben, srpen až listopad. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v září, vždy v časovém intervalu mezi 6:55 – 7:31.
- V referenčním bodě 16 dochází k flicker efektu v měsících leden a listopad až prosinec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v lednu, vždy v časovém intervalu mezi 8:15 – 8:40.
- V referenčním bodě 17 dochází k flicker efektu v měsících únor až březen, říjen až listopad. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v říjnu, vždy v časovém intervalu mezi 7:01 – 8:21.
- Ostatní vybrané referenční body nebudou ovlivněny flicker efektem vůbec (tj. hodnota působení flicker efektu v těchto bodech je 0 hod/rok).
- Z hlediska posouzení shadow flicker efektu představuje nejvýraznější zdroj jeho emisí ve vztahu k referenčním bodům turbína VTE 4.
- **Z výsledků modelování ve variantě reálného scénáře (Real Case) vyplývá, že u žádného z posuzovaných referenčních bodů ani v rámci souvislé obytné zástavby nejbližších sídel nedochází k překročení doporučené prahové hodnoty 30 hodin ročně. Izolinie vymezující tuto hodnotu (vyznačená na obr. 4 – obr. 6 červenou barvou) je prostorově omezena na nezastavěné území v bezprostřední blízkosti větrné elektrárny, zahrnující primárně zemědělské plochy a větší lesní celky, bez zásahu do ploch určených k bydlení.**

4.2. Nejhorší možný scénář (Worst case) – se zohledněním lesnatosti

Souhrnné výsledky potenciálního flicker efektu v minutách za den, na jednotlivých zvolených receptorech pro scénář worst case – tedy v nejhorším případě, kdy se předpokládá, že slunce svítí stále, rovina rotoru je vždy kolmá na přímkou od větrné turbíny ke slunci a turbíny jsou neustále v provozu (od východu do západu slunce - viz. kapitola 3), se zohledněním lesnatosti, jsou uvedeny v následující tabulce.

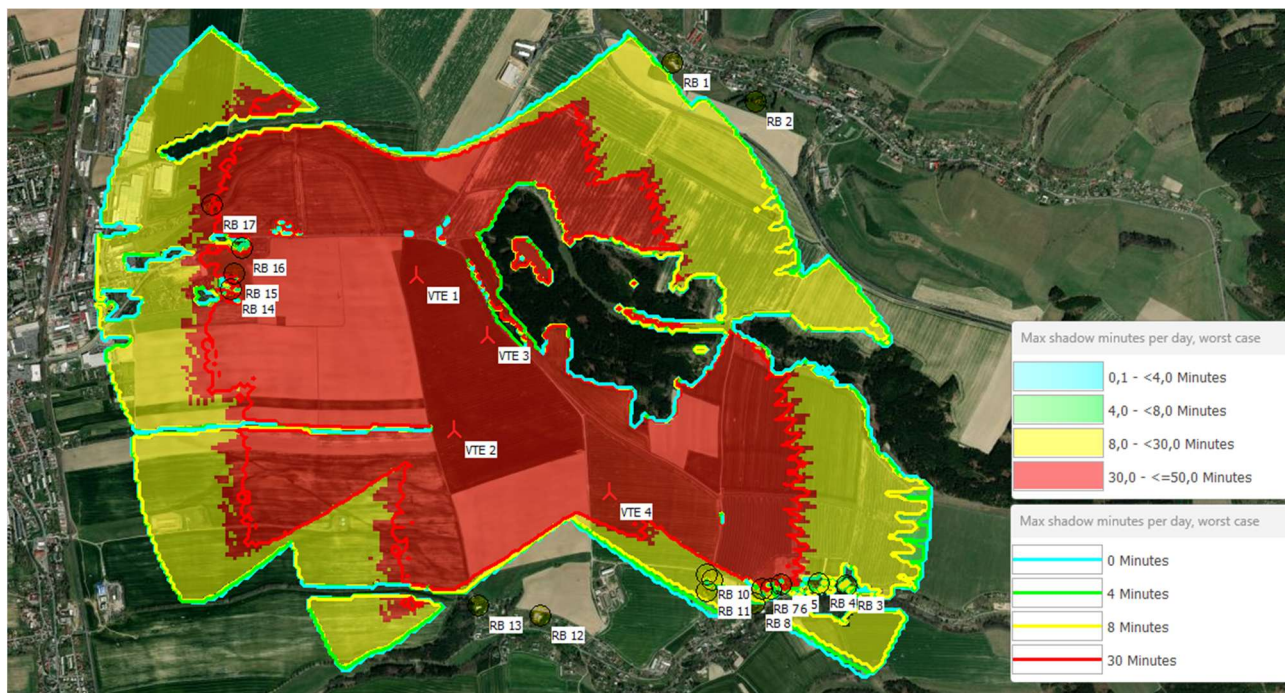
Tabulka 4: Výsledky stínu na receptorech pro minuty/den – nejhorší možný scénář (Worst case), se zohledněním lesnatosti

Referenční bod	Minuty s shadow flicker efektem (min/den) – nejhorší možný scénář, se zohledněním lesnatosti	Dodrženo doporučení 30 min/den
RB 1	0	✓
RB 2	0	✓
RB 3	0	✓
RB 4	0	✓
RB 5	36	×
RB 6	34	×
RB 7	31	×
RB 8	2	✓
RB 9	16	✓
RB 10	18	✓
RB 11	14	✓
RB 12	0	✓
RB 13	0	✓
RB 14	0	✓
RB 15	36	×
RB 16	26	✓
RB 17	32	×

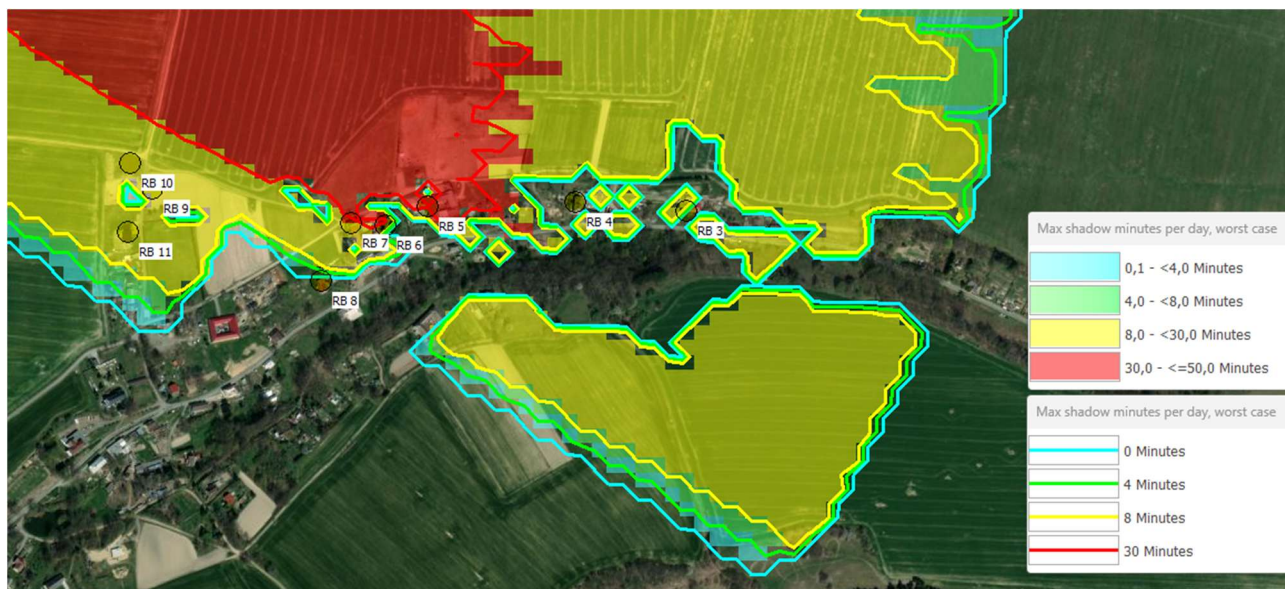
Z výše uvedených výsledků vyplývá, že se více než polovina vybraných referenčních bodů nejbližší obytné zástavby nachází v teoretickém dosahu vnímatelného flicker efektu posuzovaného záměru, a **hodnota shadow flicker efektu ve variantě worst case, se zohledněním lesnatosti zde v referenčních bodech RB 5, RB 6, RB 7, RB 15 a RB 17 o několik minut denně (1 - 6 min) přesáhne doporučovanou hranici 30 minut za den.**

Celkově nejdelší potenciální působení flicker efektu (36 minut za den) lze očekávat v referenčních bodech RB 5 a RB 15 (rodinný dům č.p. 51 v k.ú. Česká Kamenná Horka a stavba pro rodinnou rekreaci č. ev. 277 v k.ú. Svitavy - předměstí). Naopak, referenční body RB 1, RB 2, RB 3, RB 4, RB 12, RB 13 a RB 14 se nenachází v teoretickém dosahu vnímatelného flicker efektu posuzovaného záměru – tj. doba působení flicker efektu je zde rovna nule. V referenčních bodech RB 8, RB 9, RB 10, RB 11 a RB 16 hodnota shadow flicker efektu ve variantě worst case, se zohledněním lesnatosti nepřesáhne doporučovanou hranici 30 minut za den.

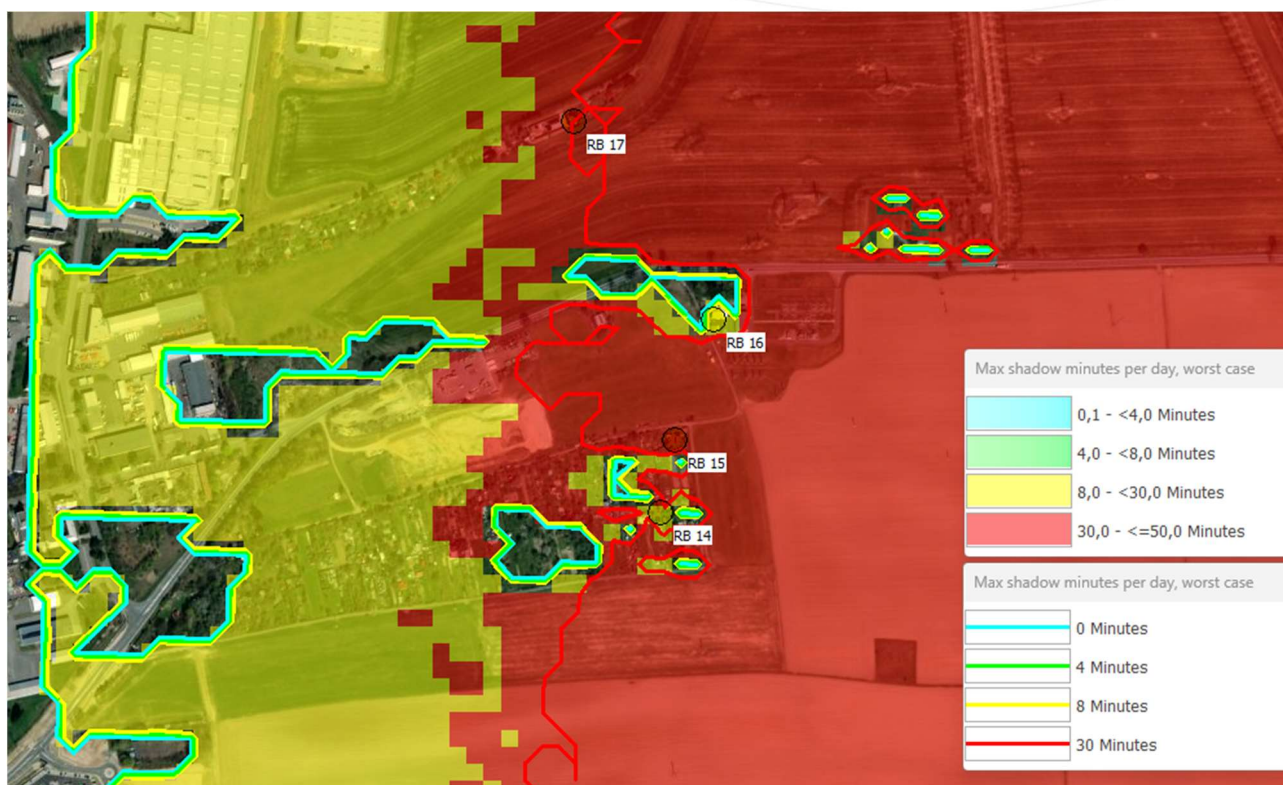
Níže jsou zobrazeny doby trvání flicker efektu v nejhorším možném scénáři (worst case), se zohledněním lesnatosti, v minutách za den na mapě, ve vztahu k jednotlivým referenčním bodům.



Obrázek 7: Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den, nejhorší scénář (Worst case), se zohledněním lesnatosti



Obrázek 8: Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den, nejhorší scénář (Worst case), se zohledněním lesnatosti – detail RB 3 – 11 obce Kamenná Horka



Obrázek 9: Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den, nejhorší scénář (Worst case), se zohledněním lesnatosti – detail RB 14 - 17 obce Svitavy - předměstí

Níže je uvedeno stručné shrnutí výsledků z podrobných výstupů modelu WindPro, pro nejhorší možný scénář (Worst case), se zohledněním lesnatosti:

- V referenčním bodě 5 lze očekávat celkově nejdelší potenciální působení flicker efektu (max. 36 minut za den). K flicker efektu zde dochází v měsících květen až srpen. Nejdéle je pak referenční bod 5 vystaven flicker efektu dne 8.7., po dobu max. 36 minut, v období mezi 19:57 – 20:33.
- V referenčním bodě 6 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v období 18.6.-24.6., po dobu nejvýše 34 minut za den, vždy v období mezi 20:00 – 20:35.
- V referenčním bodě 7 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v období 18.6.-19.6. a 23.-24.6., po dobu nejvýše 31 minut za den, v období mezi 20:03 – 20:35.
- V referenčním bodě 8 dochází k flicker efektu pouze v červnu. Délka trvání flicker efektu u tohoto receptoru je minimální a pohybuje se v rozmezí 1 až 2 minut denně, a to v čase kolem 20:30.
- V referenčním bodě 9 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je tento referenční bod vystaven flicker efektu v období 6.6.-11.6. a 23.-24.6., po dobu nejvýše 16 minut za den, v období mezi 20:11 – 20:29.

- V referenčním bodě 10 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je pak referenční bod 5 vystaven flicker efektu dne 6.6., po dobu max. 18 minut, v období mezi 20:09 – 20:27.
- V referenčním bodě 11 dochází k flicker efektu v měsících květen až červenec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu v období 18.6.-24.6., po dobu nejvýše 14 minut za den, v období mezi 20:20 – 20:35.
- V referenčním bodě 15 lze očekávat celkově nejdelší potenciální působení flicker efektu (max. 36 minut za den). K flicker efektu zde dochází v měsících leden až duben, srpen až listopad. Nejdéle je pak referenční bod 15 vystaven flicker efektu v období 2.4.-4.4. a 8.-10.9., po dobu nejvýše 36 minut za den, v období mezi 6:55 – 7:37.
- V referenčním bodě 16 dochází k flicker efektu v měsících leden a listopad až prosinec. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu ve dnech 18.1. a 24.11., po dobu nejvýše 26 minut za den, v období mezi 8:15- 8:41.
- V referenčním bodě 17 dochází k flicker efektu v měsících únor až březen, říjen až listopad. Nejdéle je pak tento referenční bod vystaven flicker efektu dne 23.2., po dobu max. 32 minut za den, v časovém intervalu mezi 7:15 – 7:47.
- Ostatní vybrané referenční body nebudou ovlivněny flicker efektem vůbec (tj. hodnota působení flicker efektu v těchto bodech je 0 hod/rok).

Z výsledků modelování ve variantě nejhoršího možného scénáře (Worst Case), se zohledněním lesnatosti vyplývá, že hodnota shadow flicker efektu zde v referenčních bodech RB 5, RB 6, RB 7, RB 15 a RB 17 o několik minut denně (1 - 6 min) přesáhne doporučovanou hranici 30 minut za den.

Za reálných provozních a meteorologických podmínek, zejména s ohledem na statistickou četnost slunečního svitu, oblačnost a proměnlivou orientaci gondoly podle směru větru, je výskyt uvedeného stavu výrazně omezen a v praxi málo pravděpodobný.

4.3.Nejhorší možný scénář (Worst case) – bez zohlednění lesnatosti

V rámci hodnocení nejnepříznivějšího scénáře (Worst case) byly provedeny výpočty pro dvě varianty digitálního modelu terénu: první se zohledněním vlivu lesních porostů (Kapitola 4.2) a druhá bez jejich uvažování, aby byla zajištěna maximální konzervativnost výsledků.

Souhrnné výsledky potenciálního flicker efektu v minutách za den, na jednotlivých zvolených receptorech pro scénář worst case – tedy v nejhorším případě, kdy se předpokládá, že slunce svítí stále, rovina rotoru je vždy kolmá na přímkou od větrné turbíny ke slunci a turbíny jsou neustále v provozu (od východu do západu slunce - viz. kapitola 3), bez zohlednění lesnatosti, jsou uvedeny v následující tabulce.

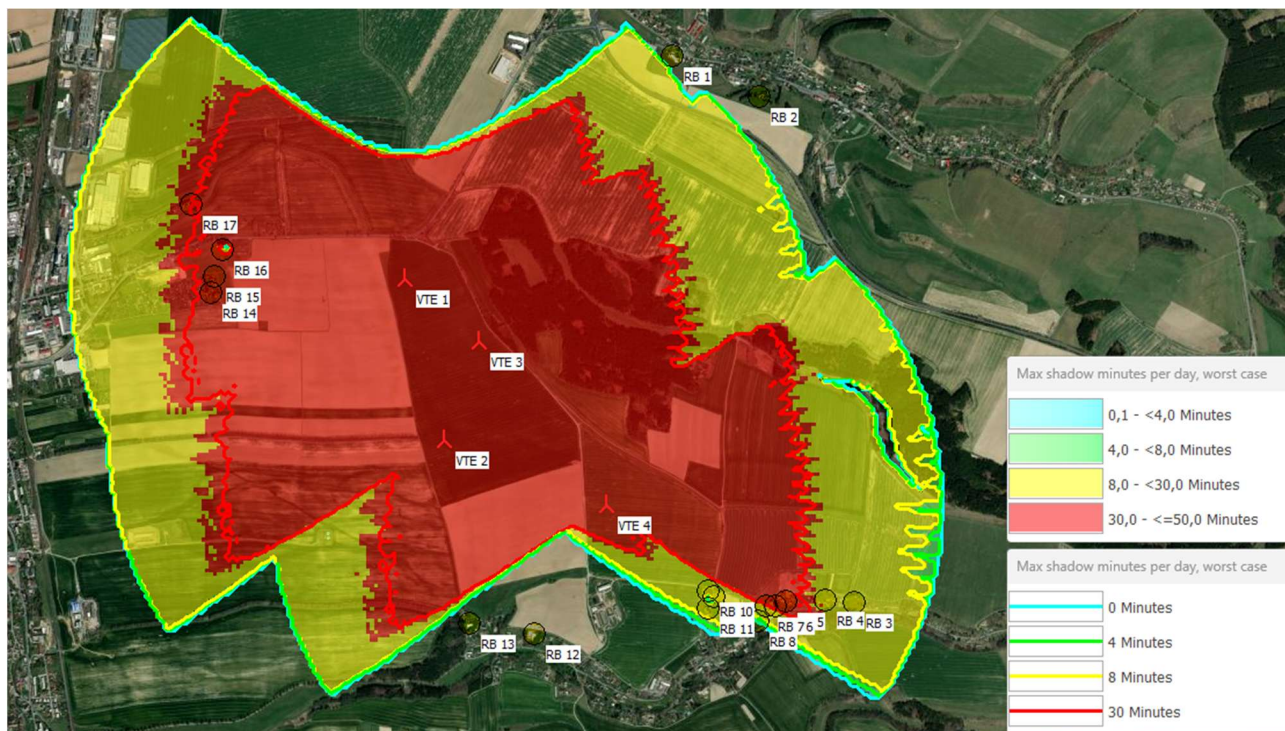
Tabulka 5: Výsledky stínu na receptorech pro minuty/den – nejhorší možný scénář (Worst case), bez zohlednění lesnatosti

Referenční bod	Minuty s shadow flicker efektem (min/den) – nejhorší možný scénář, bez zohlednění lesnatosti	Dodrženo doporučení 30 min/den
RB 1	0	✓
RB 2	0	✓
RB 3	23	✓
RB 4	27	✓
RB 5	36	×
RB 6	34	×
RB 7	31	×
RB 8	2	✓
RB 9	16	✓
RB 10	18	✓
RB 11	14	✓
RB 12	0	✓
RB 13	0	✓
RB 14	36	×
RB 15	36	×
RB 16	26	✓
RB 17	32	×

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že v rámci hodnocení nejnepríznivějšího scénáře (Worst case) **bez uvažování vlivu lesních porostů, skupin stromů a další stínící vegetace**, se většina vybraných referenčních bodů nejbližší obytné zástavby (s výjimkou čtyř referenčních bodů) nachází v teoretickém dosahu vnímatelného flicker efektu posuzovaného záměru, a na 6 referenčních bodech **doba trvání shadow flicker efektu přesáhne o 1 – 6 minut doporučovanou hranici 30 minut za den**.

Celkově nejdelší potenciální působení flicker efektu (36 minut za den) lze očekávat v referenčních bodech RB 5, RB 14 a RB 15 (rodinný dům č.p. 51 v k.ú. Česká Kamenná Horka, stavba pro rodinnou rekreaci č. ev. 272 a stavba pro rodinnou rekreaci č. ev. 277 v k.ú. Svitavy - předměstí).

Níže jsou zobrazeny doby trvání flicker efektu v nejhorším možném scénáři (worst case), bez zohlednění lesnatosti, v minutách za den na mapě, ve vztahu k jednotlivým referenčním bodům.



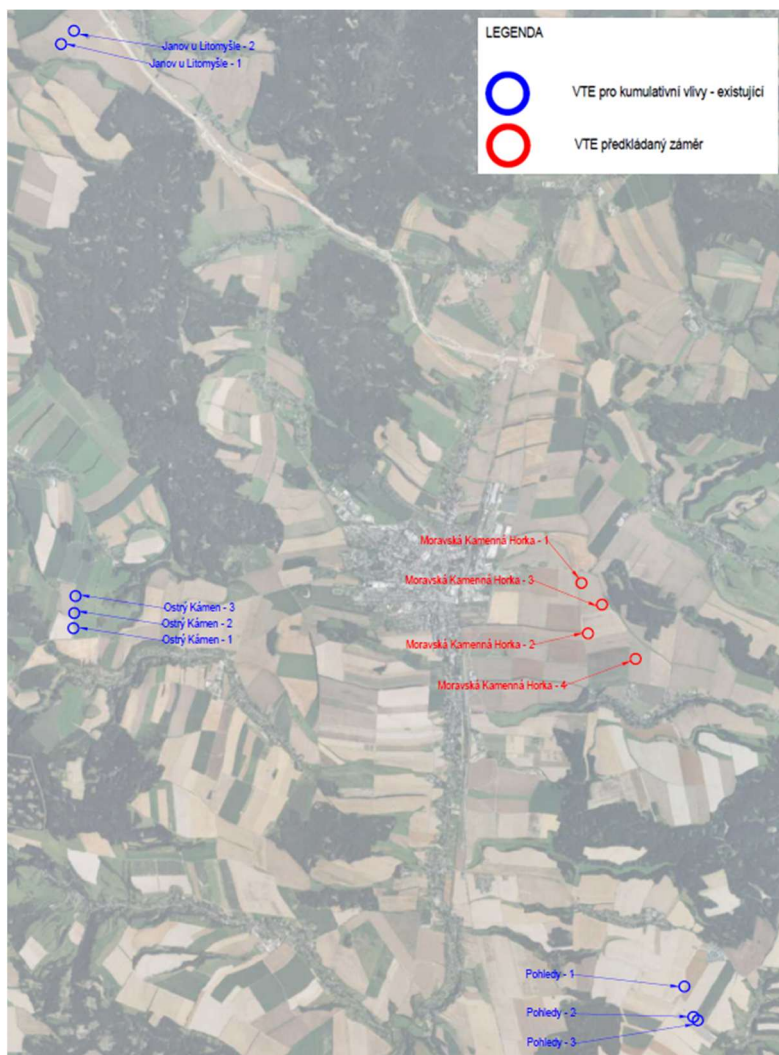
Obrázek 10: Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den, nejhorší scénář (Worst case), bez zohlednění lesnatosti

Níže je uvedeno stručné shrnutí výsledků z podrobných výstupů modelu WindPro, pro nejhorší možný scénář (Worst case), bez zohlednění lesnatosti:

- Z výsledků modelování ve variantě nejhoršího možného scénáře (Worst Case) bez zohlednění lesního porostu vyplývá, že se většina vybraných referenčních bodů nejbližší obytné zástavby (s výjimkou 4 referenčních bodů) nachází v teoretickém dosahu vnímatelného flicker efektu posuzovaného záměru, a na 6 referenčních bodech doba trvání shadow flicker efektu přesáhne o 1 – 6 minut doporučenou hranici 30 minut za den.
- V porovnání s variantou worst case – se zohledněním lesnatosti (viz kapitola 4.2) ovlivní flicker efekt ve variantě bez zohlednění lesního porostu další tři referenční body (RB 3, RB 4 a RB 14), ve kterých v předchozí variantě flicker efekt díky útlumu vegetace nenastal.
- Při vyhodnocení varianty Worst case bez zohlednění lesního porostu je nutné zdůraznit, že se jedná o čistě teoretický model, jehož reálný výskyt je v dané lokalitě prakticky vyloučen. Tento scénář byl do studie zahrnut primárně za účelem definování absolutní horní hranice potenciálního dopadu a pro ověření citlivosti výpočtu. Vzhledem k charakteru území a s přihlédnutím k biologickým cyklům vegetace, je úplná absence útlumových vlastností porostu nereálná. I v případě dílčích těžebních zásahů či sezonních změn (opad listí) si krajina uchovává podstatnou část své retenční a bariérové schopnosti, kterou tento konzervativní model záměrně opomíjí.

5. Kumulativní vlivy

Zpracovatelem studie byly zároveň zváženy kumulativní vlivy stávajících větrných elektráren (stávající 3 VTE Pohledy, stávající 3 VTE Ostrý Kámen a stávající 2 VTE Janov u Litomyšle).



Obrázek 11: Celkové dispozice VTE – kumulativní vlivy

Z hlediska kumulativních vlivů nemají takto vzdálené větrné parky na flicker efekt posuzovaných čtyř větrných elektráren Moravská Kamenná Horka žádný kumulativní vliv. Vzdálenost, která by pro hodnocení kumulativních vlivů připadala v úvahu, se pohybuje v řádech desítek až stovek metrů (do cca 1 km) od plánovaných větrných elektráren. V případě všech tří stávajících záměrů nemůže docházet ke kumulativním vlivům rovněž z důvodu přítomnosti lesních celků, které se nacházejí mezi stávajícími VTE a obcemi Svitavy a Kamenná Horka.

Kumulativní vlivy z hlediska shadow flicker efektu lze v tomto případě ve vztahu k nejbližší obytné zástavbě hodnotit jako nulové.

6. Zmírňující opatření

Zmírňující opatření pro omezení Shadow Flicker Efektu jsou v principu dvou typů tj. (a) úprava polohy VTE a jejich posun dále od obytné zástavby, a (b) omezování provozu VTE v čase pravděpodobného výskytu flicker efektu.

Pro hodnocení záměr je úvaha nad posunem polohy jednotlivých VTE vzhledem k fázi procesu, v jakém se nachází, bezpředmětná. Navíc, při výraznějším posunu VTE může dojít ke zhoršení vlivů flicker efektu u potenciálně ovlivněné obytné zástavby, a kolizi s dalšími prvky životního prostředí – např. s ochranným pásmem lesa.

V případě instalace větrné elektrárny Enercon, lze využít funkce automatické regulace větrných turbín podle konkrétních místních povětrnostních podmínek (tzv. „Shadow shutdown by Enercon“), která zabráňuje dynamické tvorbě stínů. Shadow Shutdown je integrován do řídicího systému větrné turbíny a funguje na základě předem naprogramovaného kalendáře, který určuje časy, kdy by mohlo dojít k nežádoucímu stínění nad doporučený limit. Systém využívá senzory osvětlení umístěné na gondole turbíny, které měří aktuální intenzitu slunečního záření. Tím se zajišťuje, že turbína se vypne pouze tehdy, když jsou splněny podmínky pro vznik Shadow Flicker efektu, čímž se minimalizují ztráty na výrobě energie.

V případě reálného scénáře (Real Case) (tedy se zohledněním průměrného ročního počtu hodin slunečního svitu, který je vypočítán na základě průměrného denního počtu hodin slunečního svitu v jednotlivých měsících, z nejbližší klimatické stanice) doba trvání shadow flicker efektu nepřesáhne doporučenou hranici 30 hodin za rok. Překročení doporučené limitní hodnoty 30 minut denně bylo identifikováno v rámci nejhoršího možného (worst-case) výpočtového scénáře, který předpokládá trvalý sluneční svit, maximální provoz větrné elektrárny a ideální geometrické uspořádání. Za reálných provozních a meteorologických podmínek, zejména s ohledem na statistickou četnost slunečního svitu, oblačnost a proměnlivou orientaci gondoly podle směru větru, je výskyt uvedeného stavu výrazně omezen a v praxi málo pravděpodobný.

S ohledem na výsledky nejhoršího možného scénáře (Worst Case), který v některých bodech indikuje překročení doporučených limitů, a s přihlédnutím k sezónní proměnlivosti útlumu stínění vegetací, doporučuje zpracovatel studie instalaci „Shadow Shutdow“. Vzhledem k výsledkům reálného scénáře, který zohledňuje statistiku slunečního svitu, však lze očekávat, že tento systém bude aktivován pouze výjimečně. Instalace systému tak zajistí dodržení doporučených hodnot bez významného dopadu na energetickou výtěžnost projektu.

7. Závěr

V předkládaném posouzení je na základě výsledků modelu WindPRO vyhodnocen shadow flicker efekt (vrhání stínu vznikající periodickým zakrýváním slunečního kotouče rotujícími listy rotoru větrné elektrárny), vyvolaný plánovanými větrnými elektrárnami v k.ú. Moravská Kamenná Horka v Pardubickém kraji

V České republice a většině zemí Evropské unie neexistují legislativní limitní hodnoty pro posuzování a dobu trvání flicker efektu a není jednotný ani metodický přístup k jeho hodnocení. Zvolen byl proto způsob, který je v prostoru Evropské unie obvyklý (viz použitá literatura v kap. 7). Za potenciálně významně obtěžující je považována situace, kdy výskyt flicker efektu v místě receptoru přesáhne 30 minut denně nebo 30 hodin za rok.

V případě reálného scénáře (Real Case), který je pro hodnocení Shadow Flicker efektu relevantnější, lze konstatovat, že u žádného z posuzovaných referenčních bodů ani v rámci souvislé obytné zástavby nejbližších sídel nedochází k překročení doporučené hranice 30 hodin ročně. Izolinie vymezující tuto hodnotu (vyznačená na obr. 5 – obr. 6 červenou barvou) je prostorově omezena na nezastavěné území v bezprostřední blízkosti větrné elektrárny, zahrnující primárně zemědělské plochy a lesní celky, bez zásahu do ploch určených k bydlení.

Z výsledků modelování ve variantě nejhoršího možného scénáře (Worst Case) – se zohledněním vegetace - vyplývá, že se více než polovina vybraných referenčních bodů nejbližší obytné zástavby nachází v teoretickém dosahu vnímatelného flicker efektu posuzovaného záměru, a hodnota shadow flicker efektu zde v referenčních bodech RB 5, RB 6, RB 7, RB 15 a RB 17 o několik minut denně (1 - 6 min) přesáhne doporučovanou hranici 30 minut za den.

Do této studie byl zahrnut rovněž nejhorší možný scénář (Worst Case) – bez zohlednění vegetace, a to primárně za účelem definování absolutní horní hranice potenciálního dopadu a pro ověření citlivosti výpočtu. Z výsledků modelování ve variantě nejhoršího možného scénáře (Worst Case) bez zohlednění lesního porostu vyplývá, že většina vybraných referenčních bodů nejbližší obytné zástavby (s výjimkou čtyř referenčních bodů) nachází v teoretickém dosahu vnímatelného flicker efektu posuzovaného záměru, a na šesti referenčních bodech doba trvání shadow flicker efektu přesáhne o 1 – 6 minut doporučovanou hranici 30 minut za den.

Jak bylo vysvětleno v kapitole 3, vypočtená denní maxima shadow flicker efektu jsou teoreticky nejhorším scénářem (Worst case), kdy se předpokládá, že slunce svítí stále (od východu do západu slunce), turbína je stále v chodu a rovina rotoru je vždy kolmá na přímkou od větrné turbíny ke slunci. V zemích s rozvinutou větrnou energetikou je zvykem počítat pouze tento teoreticky nejhorší scénář, na který se vztahují zmiňované limity. Proto byl tento scénář zahrnut i do tohoto hodnocení. Meteorologické podmínky tento scénář však téměř vylučují.

Relevantnější hodnoty v případě hodnocení Shadow Flicker efektu představují hodiny s shadow flicker efektem (hod/rok) se zohledněním průměrného denního počtu hodin slunečního svitu - tzn. reálný scénář (Real Case). V tomto hodnocení má proto celkově větší váhu, než nejhorší možný scénář (Worst Case).

Na základě výše uvedených závěrů lze z hlediska vlivu na okolní populaci a na faktor pohody ve sledovaném území označit flicker efekt větrných elektráren v lokalitě Moravská Kamenná Horka za jev málo významný, krátkodobý.

S ohledem na výsledky nejhoršho možného scénáře (Worst Case), který v některých bodech indikuje překročení doporučených limitů, a s přihlédnutím k sezónní proměnlivosti útlumu stínění vegetací, byla doporučena instalace systému „Shadow Shutdown“. Vzhledem k výsledkům reálného scénáře, který zohledňuje statistiku slunečního svitu, však lze očekávat, že tento systém bude aktivován pouze výjimečně. Instalace systému tak zajistí dodržení doporučených hodnot bez významného dopadu na energetickou výtežnost projektu.

Z hlediska kumulativních vlivů nemají stávající větrné parky Pohledy, Ostrý Kámen a Janov u Litomyšle, vzhledem ke své vzdálenosti, na flicker efekt posuzovaných čtyř větrných elektráren Moravská Kamenná Horka žádný kumulativní vliv. Vzdálenost, která by pro hodnocení kumulativních vlivů připadala v úvahu, se pohybuje v řádech desítek až stovek metrů (do cca 1 km) od plánovaných větrných elektráren. V případě všech tří stávajících záměrů nemůže docházet ke kumulativním vlivům rovněž z důvodu přítomnosti lesních celků, které se nacházejí mezi stávajícími VTE a obcemi Svitavy a Kamenná Horka. **Kumulativní vlivy z hlediska shadow flicker efektu lze v tomto případě ve vztahu k nejbližší obytné zástavbě hodnotit jako nulové.**

Stroboskopický efekt (periodické světelné záblesky vznikající odrazem světla, většinou slunečního záření, od listů rotoru větrné elektrárny) je v současné praxi omezen obvykle standardní povrchovou úpravou listů lopatek. Barevné provedení je dáno požadavky Armády České republiky a řízení letového provozu. Při této povrchové úpravě k obtěžování obyvatelstva stroboskopickým efektem spojeným s odrazy světla nedochází. Stejně řešení lze předpokládat i v případě posuzovaného záměru. **Negativní vlivy spojené s tímto druhem stroboskopického efektu lze proto v posuzovaném případě vyloučit.**

Výpočtené hodnoty platí pro vstupní hodnoty technických parametrů, uvedených v kapitole 2 Základní údaje o záměru, za předpokladů, uvedených v kapitole 3 Metodika hodnocení.

8. Použitá literatura

- (1) Pokyny pro posuzování optických emisí větrných elektráren: Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen Aktualisierung 2019: (WKA-Schattenwurfhinweise). Online. In: . 2020, s. 11.
- (2) https://help.emd.dk/knowledgebase/content/windPRO4.2/c2-UK_windPRO4.2-BASIS.html
- (3) https://help.emd.dk/knowledgebase/content/windPRO4.2/c6-UK_windPRO4.2-Environment.html
- (4) <https://www.vestas.com/en/energy-solutions/development/turnwindshadow>
- (5) OBST, Petr. VTE Podmílešy: Flicker efekt. 2011.
- (6) Parsons Brinckerhoff for the Department of Energy and Climate Change, Update of UK Shadow Flicker Evidence Base, Final Report, London, 2011, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48052/1416-update-uk-shadow-flicker-evidence-base.pdf
- (7) SEIBERT, Radim. Hodnocení vlivu stroboskopického efektu v rámci EIA pro záměr "Větrné elektrárny Třebom/Sudice". 2022.
- (8) SLEZÁK, Jiří. Posouzení flicker efektu u VE Vysoká - Mezné: Posudek č. 2 / 2014. Online. 2014.

Zpracovala:

Ing. Kateřina Zemanová
Integra Consulting s.r.o.



Zkontroloval:

Mgr. Martin Smutný
Sudoměřská 1243/25
Praha 3
130 00
Česká republika
tel.: +420 724 110 779
držitel autorizace MŽP ke zpracování dokumentace a posudku
podle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní
prostředí, č. j. 7554/OPVI/04

Datum zpracování:

24.4.2026



Mgr. Martin Smutný

jednatel



www.integracons.com