

METODA VYMEZOVÁNÍ VIZUÁLNĚ CITLIVÝCH POHLEDOVÝCH KRAJINNÝCH HORIZONTŮ A JEJICH OCHRANNÝCH PÁSEM NA ZÁKLADĚ EXAKTNÍHO MATEMATICKÉHO MODELOVÁNÍ VE VZTAHU K UMISŤOVÁNÍ FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN A AGROVOLTAICKÝCH SYSTÉMŮ

PŘÍPADOVÁ STUDIE k. ú. SVĚBOHOV

Petr Dujka, Vladimír Dujka, Anna Vaculíková

Politické události roku 2022 zdůraznily potřebu intenzivní diskuse o řešení energetické soběstačnosti České republiky. Do popředí zájmu se opětovně dostávají zejména větrné a fotovoltaické elektrárny a nově také agrovoltaika. Ze stávajících realizací je zřejmé, že technická řešení některých záměrů mohou negativně narušovat a ovlivňovat stávající krajinu, především její estetické a kulturně-historické hodnoty, a že existuje riziko narušení krajiny a krajinného rázu – především pohledových krajinných horizontů, které se zásadním způsobem podílejí na charakteru území. Případová studie se zabývá technickým řešením tohoto problému, který vzešel z konkrétního požadavku na možnost regulace umístování obnovitelných zdrojů energie v územně plánovací dokumentaci v krajinářsky cenném území přírodního parku. V prvním kroku byl s využitím geoinformačních analýz digitálního modelu terénu proveden výpočet vizuálně citlivých pohledových horizontů pomocí významných vzdálených, středních a lokálních observačních bodů. Ve druhém kroku bylo exaktně stanoveno ochranné pásmo těchto horizontů tak, aby nedocházelo k narušení estetické hodnoty krajiny umístěním staveb, které by tyto vizuálně citlivé krajinné horizonty narušovaly. Představené řešení kombinuje moderní geoinformační analýzy s expertním přístupem, což umožňuje objektivnost řešení (možnost zadání technických parametrů) a výrazně tak eliminuje případnou chybovost subjektivního hodnocení zpracovatele územně plánovací dokumentace. Výhodou je kromě minimální ekonomické nákladnosti také algoritmizace a opakovatelnost využití pro libovolné území a typ staveb. Implementace výsledků této metody může být cenným přínosem pro další projekční praxi.

Klíčová slova: vizuálně citlivý pohledový horizont, ochranné pásmo, fotovoltaika, agrovoltaika, větrné elektrárny, obnovitelné zdroje, územní plánování

Úvod

Dlouhodobá strategie Evropské unie v budoucnu předpokládá vyšší podíl energie z obnovitelných zdrojů. V roce 2018 byl stanoven cíl ve výši 32 % konečné roční spotřeby energie do roku 2030, která bude pocházet z obnovitelných zdrojů. V roce 2023 byl tento cíl navýšen na 42,5 % se záměrem dosáhnout 45 % [Ciucci, 2023]. Výroba energie z obnovitelných zdrojů má v současné době (k r. 2021) v České republice minoritní zastoupení (cca 7,5 %). Nejvyšší podíl na výrobě elektrické energie mají vodní elektrárny, solární a větrné elektrárny jsou zastoupeny méně. Podíl výroby solární a větrné energie na celkové

bilanci od roku 2019 navíc nepatrně klesá [ČSÚ, 2023]. Politicko-ekonomické události v roce 2022 zdůraznily potřebu diskuse o řešení energetické soběstačnosti České republiky a obnovitelné zdroje energie se opět dostaly do popředí zájmu nejen podnikatelského, ale i soukromého sektoru. K novým trendům se také dostává agrovoltaika (též agrivoltaika či agrofotovoltaika) představující synergickou kombinaci obnovitelné energie a výroby potravin [Wesalek et al., 2019].

Úmluva Rady Evropy o krajině [MŽP, 2023] definuje pojem „krajina“ jako část území, tak jak je vnímáno obyvatelstvem, jehož charakter je výsledkem činnosti a vzájemného působení přírodních

anebo lidských faktorů. Pojem „cílová kvalita krajiny“ znamená vyjádření požadavků a přání lidí na charakter prostředí, v němž žijí, formulované pro danou krajinu kompetentními veřejnými orgány. Navazující pojem „ochrana krajiny“ pak znamená činnosti směřující k zachování a udržení význačných nebo charakteristických vlastností krajiny, utvářených přírodní konfigurací anebo lidskou činností a právem považovaných za její historickou hodnotu. „Plánování krajiny“ v té souvislosti znamená cílevědomé činnosti zaměřené na zvyšování kvality, obnovu nebo tvorbu krajiny. Dle ustanovení § 12 odst. 1 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (v platném znění), se krajinným rázem rozumí ze-

jména přírodní, kulturní a historická charakteristika určitého místa či oblasti. Krajina je zákonem chráněná před činnostmi snižující její přírodní a estetickou hodnotu. Předmětem ochrany krajinného rázu jsou všechny přírodní, kulturní, historické a estetické charakteristiky a hodnoty krajiny. Každá krajina má svůj krajinný ráz, který nesmí být poškozen.

V souvislosti s ochranou krajiny je problematika krajinných horizontů¹ aktuální nejen v tuzemských podmínkách, ale také v zahraničí. Tématem vizuálního dopadu na krajinu se zabýval Arriaza et al. [2004] nebo Reed [2011], v České republice pak měřítka vizuální citlivosti krajiny zkoumala např. Kuchyňková [2007a, 2007b]. Sullivan et al. [2012] a Churchward et al. [2013] se zabývali vizuálním dopadem větrných elektráren na krajinu Severní Ameriky. V této souvislosti je zmiňován také tzv. *Visual Impact Assessment* (VIA) popisující změny v krajině způsobené například navrhovanou výstavbou větrných elektráren [Palmer, 2022]. V České republice se analýzami viditelnosti zabýval Caha [2015, 2017a, 2017b], Caha a Suchánková [2017] nebo Suchánková [2018], ústředním tématem prací však bylo řešení urbanizovaných území velkých měst (Praha, Brno). Velmi cennou ve vztahu ke krajině se jeví metoda výpočtu ochranných pásem horizontů pro umístění výškových staveb v krajině [Slovák, 2020].

Tato případová studie se zabývá technickým řešením ochrany citlivých pohledových krajinných horizontů, které napomáhají utvářet specifikum krajinného rázu a jeho promítnutí do územně plánovací dokumentace. Vzhledem k odlišnosti definic byl v rámci zpracování územního plánu, který předcházela této případové studii, definován pojem „pohledový horizont“ jako prostorová územní jednotka určitého rozsahu, u které může dojít vlivem výstavby k jejímu vizuálnímu narušení [Dujka et al., 2023]. Rozsah narušení závisí na: a) velikosti a konstrukčních vlastnostech stávajících nebo potenciálně umístěných objektů, b) vizuální citlivos-

ti, která je odvozena od observačního dosahu (lokálních, středně vzdálených a dalekých observačních míst), c) významové hierarchii (nejcitlivější je obzor) a geomorfologickém tvaru (lineární horizont hřebenu, popř. vizuálně významné spádnice). Pohledové horizonty určují charakter území, mohou vymezovat místa krajinného rázu nebo zachovávat kulturně-historické hodnoty ve formě staveb (hrady, kostely, kaple, památníky), ale i odkazů na typický způsob hospodaření v krajině (např. bývalé polany v hřebenových partiích Karpat).

Pojem „citlivost“ je definován jako snížená odolnost ke změnám, „vizuální citlivost krajiny“ [Hanna, 2003; Kuchyňková, 2007b] indikuje schopnost krajiny odolávat změnám bez ztráty své kvality. Vizuálně méně citlivá území jsou taková, která mají schopnost odolat umístění a realizaci navrhovaného záměru či změny ve využití území bez ztráty své kvality a naopak. Respektování citlivosti krajiny a snížené odolnosti ke změnám je podmínkou udržitelného rozvoje území.

Pro účely této případové studie byl, s ohledem na rozšíření tématu o vizuální citlivost krajiny, výše uvedený pojem pohledový horizont upraven. Nově je definován pojem „vizuálně citlivý pohledový horizont“ jako část zemského reliéfu tvořící při pohledech z níže položených nebo vzdálených pohledových bodů linii zdánlivě oddělující zemi a nebeskou sféru, jejíž horizontální charakter může být narušen (či znehodnocen) umístěním jedné i několika vertikálních anebo horizontálních dominant.

Na základě požadavku obce Svěbohov, uplatněného v rámci společného jednání o návrhu územního plánu ve věci vyhodnocení ploch, které jsou nevhodné pro umístění obnovitelných zdrojů energie, bylo provedeno také vymezení ploch vhodných a nevhodných pro umístění fotovoltaických (FVE) a agrovoltaických systémů. Vymezení vhodných/nevhodných ploch sestávalo ze zohlednění limitů dvou skupin prvků: 1) limitů, které vyplývaly

z právních předpisů (tj. lesy včetně odstupové vzdálenosti, vodní toky, migrační koridory a ochranná pásma technické a dopravní infrastruktury); 2) omezení vyplývajících ze zpracování územního plánu (vymezené plochy ÚSES, veřejně prospěšné stavby apod.). Grafická podoba limitů v k. ú. Svěbohov je schematicky vyznačena v kartogramu na obr. 1 [Dujka et al., 2023]. Sloučení obou skupin následně vymezilo vhodné a nevhodné plochy pro umístění agrovoltaických systémů, nicméně v této podobě doposud neobsahovalo zohlednění vizuálně citlivých pohledových horizontů, které jsou cenným krajinným prvkem a jejichž narušení technickou stavbou by znamenalo citelný zásah do typického charakteru krajiny.

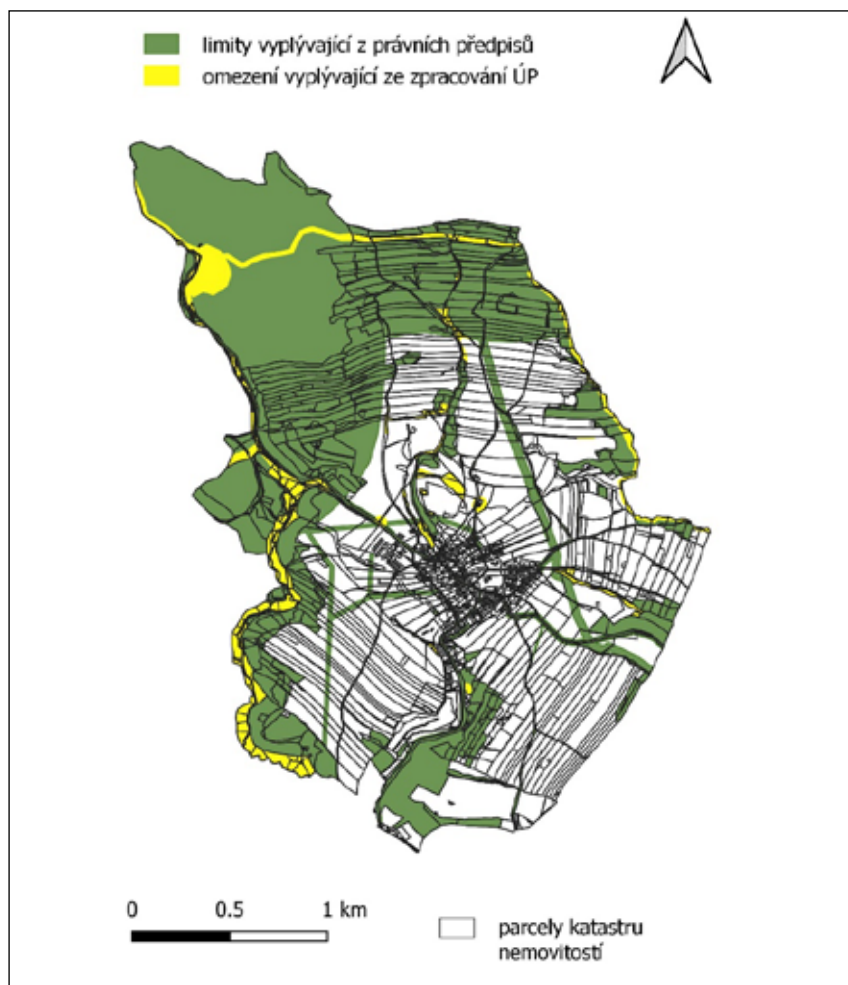
Současný přístup pro vymezení vhodných/nevhodných ploch je zpravidla založen pouze na expertním empirickém posouzení projektantů bez objektivního základu, který může představovat vysokou chybovost. Cílem případové studie je i) sestavit funkční metodu objektivního vymezení vizuálně citlivých pohledových horizontů v krajině, ii) vytvořit jednoduchý a uživatelsky dostupný způsob objektivního výpočtu tzv. ochranných pásem pohledových horizontů tak, aby byla zachována jejich estetická hodnota i při umístění agrovoltaických systémů.

1. Materiály a metodika

Metodický popis je rozdělen do podkapitol, které na sebe obsahově navazují z důvodu detailního popisu dílčích kroků a detailního výkladu aplikovaného postupu. Níže je uvedeno přehledné shrnutí jednotlivých kroků s komentářem, čeho by mělo být v daném kroku dosaženo:

1. Zájmové území (výběr katastrálního území, zjištění údajů o rozloze a charakteru krajiny)
2. Výběr a kvalita dat (výběr vstupní datové vrstvy digitálního modelu terénu)
3. Tvorba obalové zóny (vymezení území pro volbu observačních bodů)

¹ Horizont je obecně definován jako vzdálená linie, u které se zdánlivě obloha setkává se zemským povrchem nebo mořem [Collins, 2020]. Pohledové horizonty uzavírají jednotlivé panoramatické pohledy a jsou stanoveny k jednotlivým pohledovým stanovištím [Oberstein a Cach, 2001], chráněný pohled nebo chráněný pohledový horizont má zvláštní hodnotu v obrazu místa. Oblast (místo) chráněného pohledového horizontu nesmí být nijak vizuálně narušována nebo přerušována [Maier, 2004].



Obr. 1: Limity zájmového území vyplývající z právních předpisů (lesy vč. odstupové vzdálenosti od lesa, vodní toky, ochranná pásma dopravní a technické infrastruktury ad.) představují zelené plochy a omezení vyplývající ze zpracování územního plánu (vymezené plochy ÚSES, plochy krajinné zeleně ad.) představují žluté plochy [upraveno podle Dujka et al., 2023]

4. Observační body středních a dálkových pohledů (volba observačních bodů „vně“ zájmového území)
5. Observační body lokálních pohledů (volba observačních bodů „uvnitř“ zájmového území)
6. Rastrová analýza (výběr nástrojů užitých pro exaktní zjištění vizuálně citlivých pohledových horizontů)
7. Manuální zpřesnění osy vizuálně citlivého pohledového horizontu (vytvoření linie horizontů a vizuálně významných spádnic)
8. Výpočet ochranného pásma pohledových horizontů (exaktní vymezení území, kam nelze umístit FVE a agrovoltaiku o zadané výšce, aniž by stavba narušila pohledovou linii vizuálně citlivého horizontu)
9. Zpřesnění hranice ochranného pásma (expertní úprava hranic ochranného pásma formou zákresu)

1.1. Zájmové území

Zájmové území je vymezeno hranicí správního území obce. Pro účely



Obr. 2: Pohled na zájmové území od severu z nadhledny Háječek (603 m n. m.)

Foto: V. Dujka, 2023

této studie bylo modelově zvoleno katastrální území Svěbohov (okres Šumperk, Olomoucký kraj), které má rozlohu 6,14 km² a nachází se ve východní části geomorfologického celku Zábřežská vrchovina (podcelek Drozdovská vrchovina) ve střední nadmořské výšce 417 m n. m. Terénní reliéf je v severní části tvořen prudkými svahy, ve střední a jižní části zvlněnou pahorkatinou, která má místy charakter náhorní plošiny (obr. 2). Ostře zařiznutá údolí se nacházejí v západní a jižní části podél vodního toku Nemilky a jejích přítoků.

1.2 Výběr a kvalita dat

Vstupním podkladem pro datovou analýzu byl digitální model terénu čtvrté generace (DMT 4G). Rozlišení rastrové mřížky 5 × 5 m se vzhledem k rozloze území jeví jako příliš podrobné, proto byla rastrová mřížka (grid) s využitím softwaru SagaGIS [Conrad et al., 2015] převzorkována. S ohledem na velikost a heterogenitu území byla zvolena výsledná velikost pixelu 25 × 25 m. Druhou vrstvou byl vektorový polygon katastrálního území Svěbohov.

1.3 Tvorba obalové zóny území

Teoretickým východiskem byla snaha o zachycení vizuálně citlivých pohledových horizontů zájmového území při pozorování z observačních bodů (tj. míst pozorování) pro zachycení středních a dálkových pohledů. Přitom byly uvažovány takové observač-

ní body, které se nacházely mimo zájmové území (mimo katastr), avšak bylo z nich zájmové území vzhledem ke geomorfologii možné pozorovat. Rámce pro vyhledání observačních míst tvořila obalová vrstva (buffer), která byla rovnoměrně vypočtena podél katastrální hranice pro vyhledání bodů středních (buffer 2 km) a dálkových pohledů (buffer 5 km).²

1.4 Observační body středních a dálkových pohledů

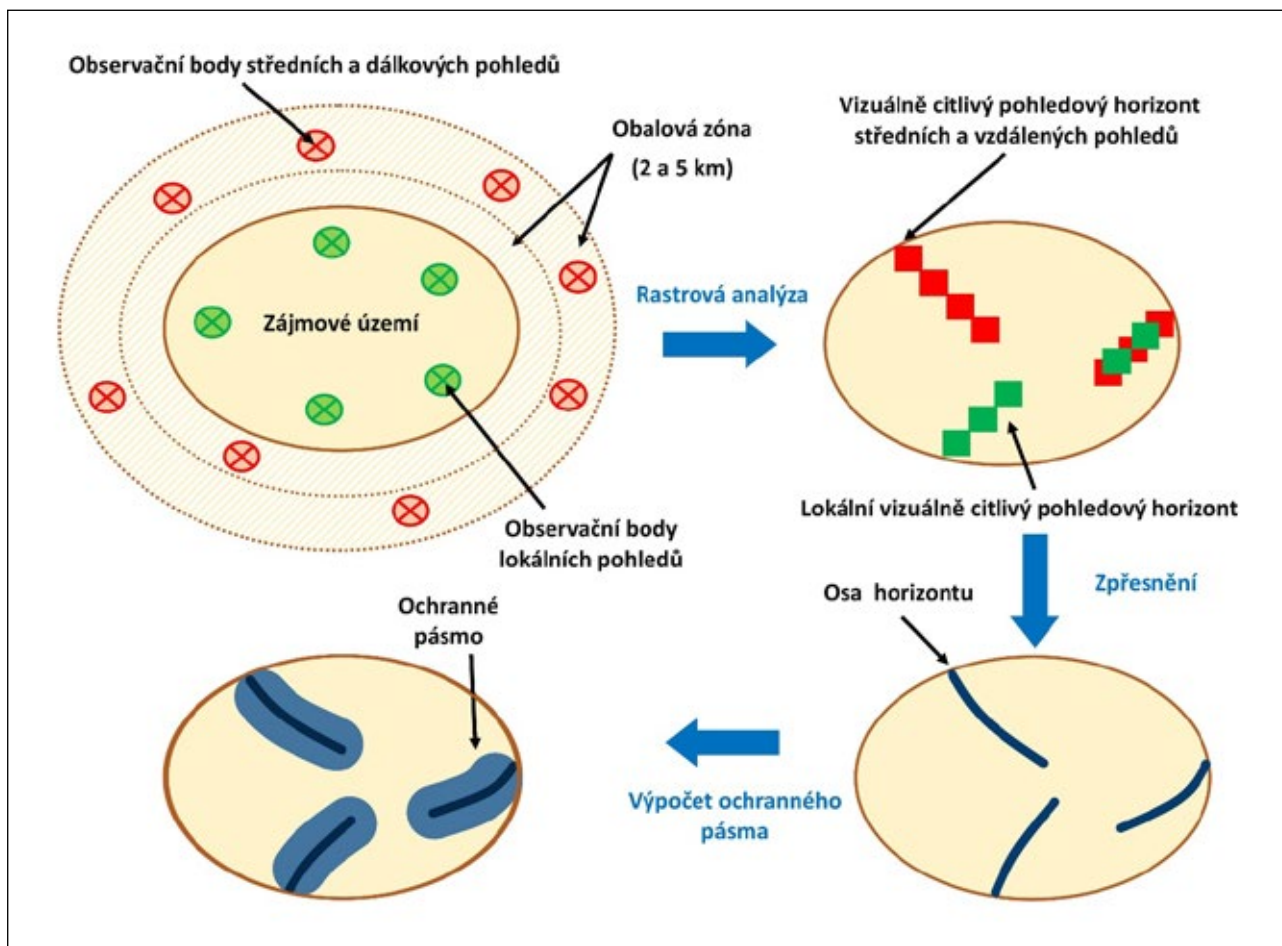
V hranicích obalové zóny (viz 1.3) byly s využitím topografické mapy (ZM 10 v měřítku 1 : 10 000, která byla do GIS připojena pomocí služby WMS – Web Map Services) náhodně

vybrány výškové kóty o libovolné nadmořské výšce. Preferovány byly kóty s lokálně maximální nadmořskou výškou (vrcholy), u kterých byl předpoklad nejlepších observačních podmínek pro pozorovatele (potenciálně větší dohled). Vybírány byly i body s nižší nadmořskou výškou, aby bylo dosaženo větší objektivity.³ Zvolené observační body reprezentovaly pozici lidského pozorovatele o průměrné výšce postavy 1,7 m, který se díval na zájmové území v pozorovacím poloměru max. 2 km (observační bod středního pohledu), nebo max. 5 km (observační bod dálkových pohledů, obr. 3). K tomu byl využit nástroj *Visibility Analysis Plugin* pro QGIS verze 3.18.3 [Čuč-

kovič, 2021], který je určen k výpočtu viditelného povrchu z daného bodu na digitálním modelu terénu. Plugin je určen ke složitějšímu modelování jako je hloubka pod viditelným horizontem nebo generování intervizibilních sítí (tj. síť bodů, které jsou navzájem viditelné). Zvláště výkonný je pro výpočty pohledů z více pevných observačních míst.

1.5 Observační body lokálních pohledů

Pro detailnější zachycení významných vizuálně citlivých pohledových horizontů byly dále zjištěny a zmapovány lokální observační body, které se nacházely přímo v zájmovém území.



Obr. 3: Schematické zobrazení procesu výpočtu ochranných pásem. Vlevo nahoře jsou graficky shrnuty metodické body 1.1–1.5. Kolem katastrálního území byla vymezena obalová zóna pro výběr míst středních a dálkových pohledů (červené body), zatímco v samotném území jsou zvolena lokální observační místa (zelené body).

² Pozn.: Na pozorovacím stanovišti lze dohlédnout do velkých vzdáleností (100–200 km), jak ostatně uvádí i literatura [Malm, 2016]. Pokud je pominuto, že pro tyto pohledy jsou důležité optimální meteorologické podmínky, je nutno vzít i v úvahu také „co“ je člověk na danou vzdálenost schopen pozorovat. Důležitým faktorem je výška oka nad povrchem země, kdy, v případě výšky očí pozorovatele 1,7 m zadáno do vzorce $d \approx \sqrt{13h}$, je schopnost vidět na vzdálenost cca 4,7 km. Z toho důvodu byla zvolena vzdálenost 5 km pro místa vzdálených pohledů.

³ Pozn.: Potenciálně by tento krok mohl být proveden i pomocí GIS funkcí, které provádějí automatickou generaci bodů. Cílená volba „nejvyšších“ míst k pozorování byla zvolena jako přísnější kritérium.

Postup byl obdobný jako v bodě 1.4. Lokální observační body byly ověřeny také při provádění terénního mapování. Každému observačnímu bodu byla přiřazena výška pozorování v hodnotě 1,7 m (průměrná výška postavy pozorovatele) a pozorovací poloměr 2 km. Hodnota pozorovacího poloměru byla zvolena vzhledem k velikosti území – v teoretickém modelovém případě, kdy by pozorovatel stál ve středu území, přehledně by viděl na průběh celé katastrální hranice. I v tomto případě byl využit nástroj *Visibility Analysis Plugin* pro QGIS verze 3.18.3 (popis je uveden v kapitole 1.4).

1.6 Rastrová analýza

Rastrová analýza byla provedena ve dvou krocích; v prvním kroku pro observační body středních a dálkových pohledů (vně území), následně ve druhém kroku pro lokální observační body (uvnitř území). Rastrová mapa DMT 4G byla oříznuta na rozsah obalové zóny (bufferu) území, následně byla provedena samotná analýza viditelnosti pomocí nástroje *Visibility Analysis Plugin* [Čučkovič, 2021] pro QGIS verze 3.18.3.⁴ Výstupem byla rastrová mapa, ve které měly pixely vypočtených horizontů hodnotu větší než nula. Pomocí QGIS nástroje *Rastrový kalkulátor* byla vytvořena nová rastrová vrstva, která byla zcela binární a bylo možné ji pomocí nástroje *Převést rastr na vektor* transformovat do vektorové

geometrie. V dalším kroku byly pomocí nástroje *Filtr* v atributové tabulce vybrány polygony s hodnotou „1“ (polygony vymezující vizuálně citlivé pohledové horizonty), které byly uloženy do samostatného souboru ve formátu ESRI *shapefile*.

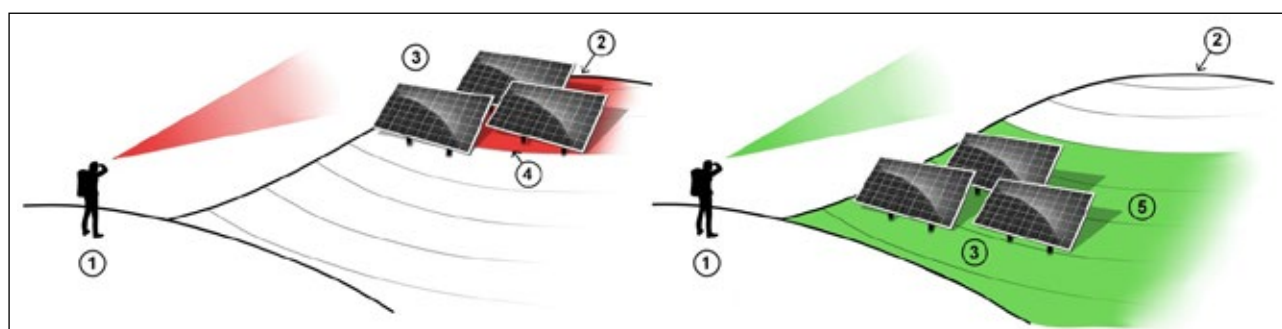
1.7 Manuální zpřesnění osy pohledového horizontu

Výsledkem přechodného kroku bylo vytvoření n-úhelníků (polygonů), které určily vizuálně citlivé pohledové horizonty a spádnic. V ideálním případě bylo pro další analytický krok žádoucí, aby byl horizont určován řadou vzájemně propojených a nepřekrývajících se pixelů. Vzhledem k charakteru území však tohoto stavu není možné analýzou dosáhnout, proto bylo žádoucí provést zpřesnění pomocí tzv. osy horizontu. Osa horizontu je pro potřeby analýzy linie, která v maximální možné míře odpovídá horizontu. Zpřesnění osy horizontu (obr. 5 vpravo) bylo provedeno manuálně s využitím vrstevnic vygenerovaných z DMT 4G v intervalu 10 m tak, aby reflektovalo středy vytvořených polygonů.⁵ Osy horizontů byly vytvořeny pomocí vektorových linií, které na sebe navazovaly (překryv však nebyl zcela žádoucí) a každá osa byla očíslována. Na konci tohoto kroku byly vektorové linie transformovány kvůli následné analýze zpět do rastru o stejné velikosti pixelu, jaký měl podkladový DMT 4G (tj. 25 × 25 m).

1.8 Výpočet ochranného pásma pohledového horizontu

Cílem bylo exaktní vymezení míst, ve kterých by neměly být umístěny FVE nebo agrovoltaické systémy, které by svým technickým umístěním vizuálně narušovaly vizuálně citlivé pohledové horizonty v zájmovém území (schematické zobrazení na obr. 4). Tento krok neřeší situaci, kdy je zařízení umístěno přímo na osu horizontu. Předmětem řešení je situace, kdy zařízení nelze umístit pod osu horizontu tak, aniž by osu horizontu nenarušovalo. FVE a agrovoltaické systémy lze potenciálně umístit mimo plochu ochranného pásma; pouze v tom případě nedojde k ohrožení vizuálně citlivého pohledového horizontu.

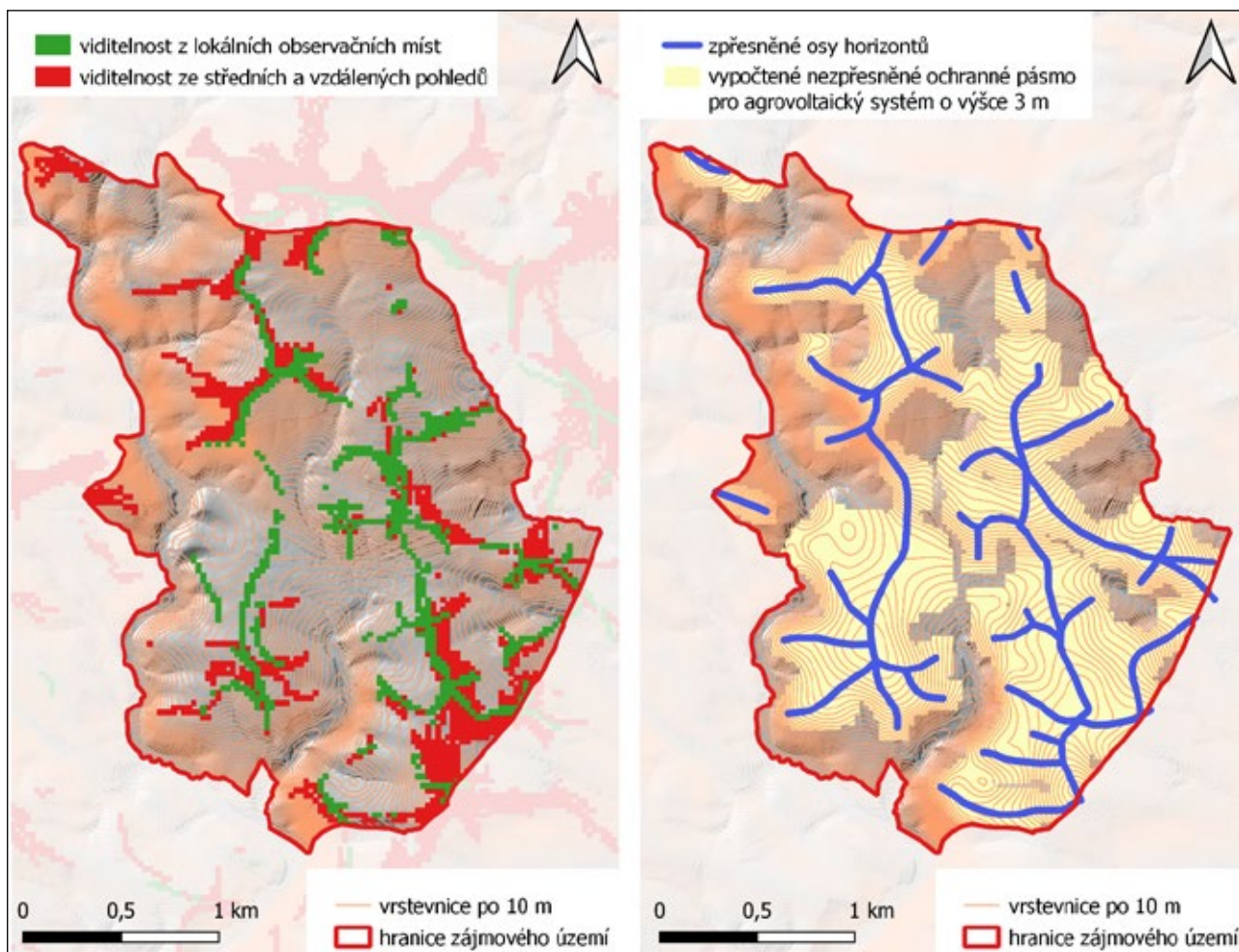
K výpočtu ochranných pásem pohledových horizontů lze využít plugin *Ochranná pásma horizontů pro QGIS* [Slovák, 2020], který vymezuje pásma vizuální ochrany pohledových horizontů pomocí tzv. analýzy šíření [Horák, 2013]. Tento druh analýzy umožňuje akumulovat hodnoty nadmořské výšky a na základě toho vymezit plošnou oblast, kde hodnota akumulace dosáhne limitní hodnoty, tj. zadané výšky potenciálně umístěné FVE nebo agrovoltaického systému. Pro výpočet byly zadány tři parametry: 1) DMT 4G v rozsahu zájmového území, 2) rastrová vrstva pohledových horizontů a 3) výška stavby, pro kterou je vypočteno ochranné



Obr. 4: Schéma viditelnosti pohledového horizontu a vymezení ochranného pásma: 1 – místo, ze kterého se dívá pozorovatel (observační bod), 2 – místo, které pozorovatel vidí jako linii pohledového horizontu, 3 – umístěný systém FVE/agrovoltaických panelů, 4 – červená barva označuje zónu, kde v případě umístění staveb dojde k narušení pohledového horizontu a v níž je žádoucí umístění staveb vyloučit (tzv. ochranné pásmo pohledového horizontu), 5 – zelená barva označuje místa, kam lze umístit stavby, aniž by došlo k narušení pohledového horizontu (tzn. plochy vhodné)

⁴ Pozn.: Nástroj *Visibility Analysis Plugin* obsahuje tři typy analýz. V tomto případě byla nejhodnější analýza s názvem *Horizons* s nastavenou hodnotou *Atmospheric reflection* = 0,13, což odpovídá hodnotě refrakčního koeficientu.

⁵ Pozn.: Zpřesnění je možné dosáhnout i pomocí jiných analytických nástrojů „automaticky“. Cílem manuálního zpracování bylo expertní ověření relevantnosti analýzy provedené v přechodném kroku tak, aby bylo omezeno množství náhodně vzniklých chyb.



Obr. 5: Výsledek rastrové analýzy pomocí nástroje *Visibility Analysis Plugin* pro QGIS verze 3.18.3, typ analýzy *Horizons* (vlevo), expertní vymezení os horizontů a výpočet jejich ochranných pásem pro velikost FVE a agrovoltaických systémů o výšce 3 m (vpravo)

pásmo. V této studii byl řešen pouze případ výpočtu ochranného pásma pro FVE a agrovoltaické systémy o výšce 3 m. Výstupem byla binární rastrová vrstva s pixely ochranného pásma (hodnota „1“) a okolí ochranného pásma (hodnota „0“). Pomocí nástroje *Převést rastr na vektor* byla tato vrstva transformována do vektorové geometrie a v dalším kroku byly pomocí nástroje *Filtr* v atributové tabulce vybrány polygony s hodnotou „1“ (polygony ochranného pásma), které byly následně uloženy do samostatného souboru ve formátu ESRI *shapefile*.

1. 9 Zpřesnění hranic pohledových horizontů

V posledním kroku byla ochranná pásma upřesněna s využitím vrstevnic. Členité (pixelizované) polygony vypočtených horizontů bylo nutno začistit. K tomu bylo využito nástroje pro

manuální zakreslení plošného prvku vektorové geometrie – polygonu, prostřednictvím kterého byla mechanicky vypočtená ochranná pásma upřesněna, aby co nejlépe reflektovala morfologii terénu. Důraz byl kladen na to, aby nedocházelo k neodůvodněnému vymezení ochranného pásma mimo vypočtenou vrstvu. Žádoucí bylo využít QGIS nástroj *3D mapa*, prostřednictvím kterého bylo možné provést výslednou kontrolu správnosti expertního zpřesnění (výhodu je zejména možnost libovolných pohledů z různých světových stran a různě vzdálených observačních bodů). Výsledný polygon byl pro finální podobu oříznut podle hranice zájmového území, aby jej bylo možno použít pro výkresovou dokumentaci.

2. Výsledky

Buffer kolem zájmového území v rozsahu 5 km činil 130,19 km². V tomto

rozsahu bylo zvoleno celkem 218 observačních bodů středních a dálkových pohledů. V zájmovém území bylo následně vymezeno celkem 13 lokálních observačních bodů. Výsledek rastrové analýzy je graficky znázorněn na obr. 5 vlevo. Lokálně docházelo k překryvům vizuálních pohledů ze všech tří kategorií a tato místa představují velmi významné lokality pro zachování vizuální dominance (na obr. 5 vlevo jde o místa, kde se vzájemně překrývají zelené a červené polygony).

Na podkladě rastrové analýzy bylo upřesněno celkem 47 os (obr. 5 vpravo), které byly tvořeny 1) hřbetem nebo hřebenem (vizuálně citlivý pohledový horizont, v zájmovém území nejčastější případ), nebo 2) výrazným svahem (vizuálně významná spádnice, méně častý případ, např. severně od intravilánu obce Svěbohov přes výškovou kótu Kaple –

460,7 m n. m. až po kótu Skalní vrch 500,6 m n. m.).

Vypočtená plocha ochranného pásma je graficky zobrazena pro celé území na obr. 5 vpravo, prostorová vizualizace je zobrazena na obr. 6. Území lze rozdělit na plochy, které jsou vhodné pro umístění FVE a agrovoltaických systémů, aniž by došlo k narušení vizuálně citlivých pohledových horizontů, a plochy, kde by jejich umístění horizont vizuálně narušilo. Součet výměry ochranných pásem činil 3,72 km², tj. 60,5 % zájmového území. Zbývající část zájmového území, tj. 2,42 km² (39,5 %), tvořily plochy potenciálně vhodné pro umístění agrovoltaických systémů.

Funkční využití vrstvy pro územně plánovací dokumentaci je uvedeno na obr. 7 vlevo. Sloučení zpřesněné vrstvy ochranných pásem s plochami limitů (obr. 1) následně rozdělilo zájmové území do dvou kategorií: lokality vhodné a nevhodné pro umístění FVE a agrovoltaických systémů (obr. 7 vpravo). Minoritně byly zastoupeny lokality vhodné o rozloze 0,95 km², což je 15,5 % zájmového území (včetně ploch zastavěných). Potenciál umístění mimo zastavěné území na stávající plochy ZPF činí 0,77 km², tj. 12,5 % zájmového území. Převažovaly lokality, které byly pro umístění vyhodnoceny jako nevhodné – o celkové výměře 5,19 km², tj. 84,5 %. Po zahrnutí zastavěných ploch byla výměra navýšena na 5,37 km², tj. 87,5 %.

3. Diskuse

Problematika hodnocení dopadu staveb na vizuální a estetickou hodnotu krajiny nepředstavuje v České republice nové téma [Kuchyňková, 2007a, 2007b]. Její zaměření však doposud výrazněji směřovalo buď na umístování jednotlivých výškových staveb do krajiny (např. výstavba rozhleden či turbínových větrných elektráren), nebo v častějších případech do již existujících sídel a urbanizovaných lokalit [např. Caha, 2017a; 2017b]. V zahraničí není ojedinelé ani použití VIA v souvislosti s historicky hodnotnými výtvoři lidské činnosti za účelem jejich ochrany a zvýšení turistické

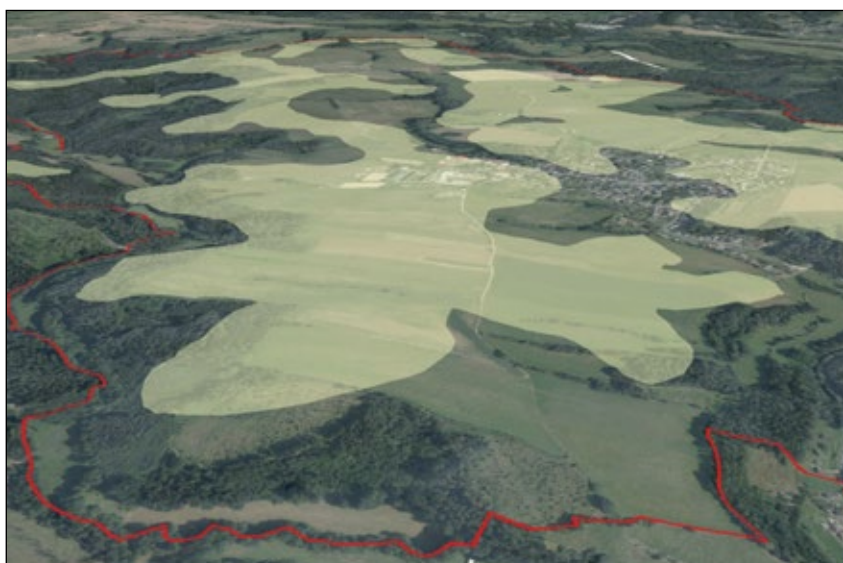
atraktivity [Ogburn, 2006; Simpson, 2009; da Silva, 2020].

Komplexní řešení vizuální ochrany pohledových horizontů, představené touto případovou studií, usiluje o vytvoření jednoduchého postupu pro exaktní hodnocení libovolného typu krajiny a aplikace využitelné i pro územně plánovací dokumentace. Ačkoliv podobné hodnocení již bylo předmětem studie většího regionu [La Rosa & Izakovičová, 2022; Svoboda et al., 2023], možnosti jeho aplikace analogicky do úrovně územního plánu jsou velmi omezené. Výhodou navrhovaného postupu je jednak kombinace více druhů analýz (lokální versus vzdálené observační body), kterou obdobně použil např. Čučković [2018], a také její nízká finanční náročnost a dostupnost. Zpracování není prakticky vázáno na komerční software, tzn. je možné jej provést v dostupném softwaru a může být potenciálně dostupná širokému okruhu uživatelů. To může navíc přispět ke zdokonalování navrženého postupu prostřednictvím konstruktivní diskuse a sdílení zkušeností.

Významnou pomocí byl zejména Python plugin pro QGIS zpracovaný v práci Slovák [2020]. Náklady na zpracování se tak především soustředily na nákup relevantních dat digitálního modelu terénu. Ve studii byla použita rastrová data DMT 4G, nicméně

za úvahu by stálo i použití „přesnějšího“ DMT páté generace (DMT 5G). Data jsou poskytována ve formě souřadnic (výdejový formát TXT) Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním [ČÚZK, 2023]. Rozlišení rastrové mřížky u DMT 4G činí voxel o hraně 5 × 5 m, zatímco DMT 5G vytvořený pomocí triangulované nepravidelné sítě představuje zobrazení terénu s chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu. Dostatečně kvalitní jsou i výstupy z dat DMT 4G, u kterých lze pomocí softwaru provést interpolaci rastrových dat. Nevýhodnou DMT 5G může být nedostatečný výkon počítače pro zpracování velkého množství dat (velké území s velkou obalovou zónou), což může celý analytický proces zkomplikovat. Výsledná velikost rastrového gridu může variantně záležet na rozloze a heterogenitě šetřeného území; pro střední a velká katastrální území lze použít větší velikost rastrové mřížky (25 × 25 m), pro malá území menší velikosti (např. 10 × 10 m).

V případové studii byl zvolen modelový příklad středně velkého území v heterogenní krajině, nicméně by bylo žádoucí postup dále ověřit a zpřesnit i pro jiné typy území. Lze očekávat rozdílný výstup v závislosti na geomorfologii – široký říční luh, náhorní plošina, hornatina apod. Obdobně by bylo žádoucí prověřit rozdílnou výš-



Obr. 6: Vizualizace zpřesněné hranice ochranného pásma pohledových horizontů (žlutá vrstva) nad 3D modelem zájmového území s promítnutou ortofotomapou (červená linie je katastrální hranice, pohled z jihu na sever)

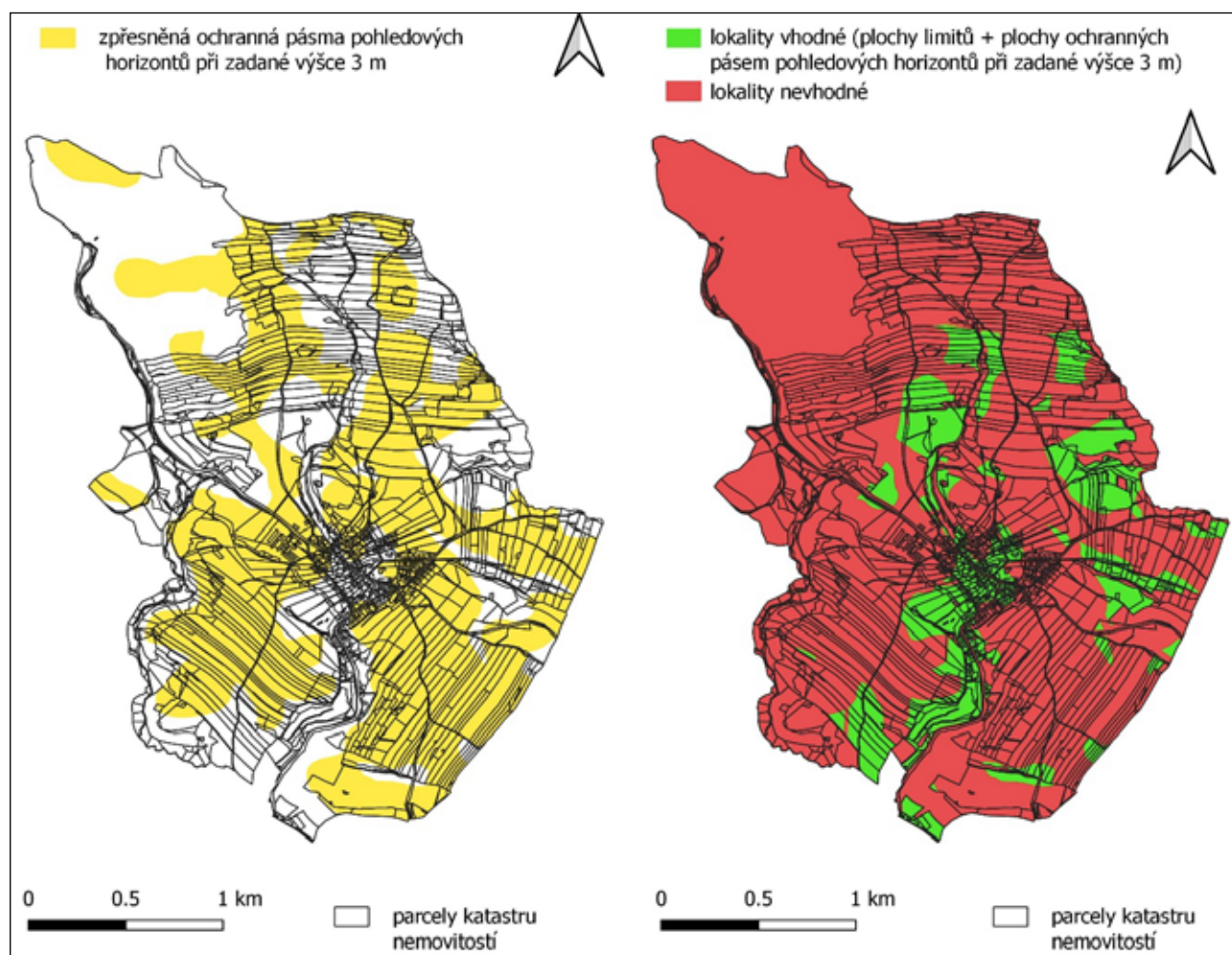
ku agrovoltaického systému, která se pohybuje od 2–5 m, přičemž optimální výška dle Dupraz et al. [2011] jsou 4 m kvůli proudění vzduchu. V případě pěstování chmele může výška umístění solárních panelů činit i více než 8 m a panely mohou také poskytovat přístřeší pro hospodářská zvířata nebo mohou být použity jako vertikální hrazení pro pohyb dobytka [Dawnbreaker & Inc, 2022]. Alternativně lze použít zjištění ochranných pásem pohledových horizontů i pro vyšší energetické stavby, např. turbínové větrné elektrárny, jejichž výška se pohybuje nejčastěji v rozpětí 30–160 m v závislosti na různých kritériích [Lu et al., 2002; Vassel-Be-Hagh & Archer, 2017; Lantz et al., 2019].

Experimentálně byla prověřena možnost výpočtu umístění VTE v k. ú. Svěbohov pro zadaný parametr výšky VTE 20 m. Stavbu by bylo teore-

ticky možné umístit na cca 11 % plochy území, aniž by byl narušen jeden nebo více vizuálně citlivých pohledových horizontů. Nicméně, jedná se ve většině případů o strmé svahy údolí vodního toku Nemilky (zčásti i samotnou údolní nivu), kde realizaci výstavby brání jiný druh limitu a kde by zároveň bylo technické umístění stavby obtížně realizovatelné. Po změně parametru výšky stavby na více než 30 m je umístění VTE prakticky nerealizovatelné, aniž by to nenarušilo některý z vizuálně citlivých krajinných horizontů. Použitá metoda je teoreticky aplikovatelná i na VTE, nicméně zvolené zájmové území není pro prověření těchto možností příliš vhodné.

Ochranná pásma vizuálně citlivých pohledových horizontů jsou v případové studii vymezena i v místech, kde jsou aktuální observační podmínky

odlišné od modelových – příkladem může být dospělý lesní porost. Jako nedostatek představeného modelu se může jevit nezohlednění aktuálního stavu vegetace, tj. východisko pouze z digitálního modelu terénu bez ohledu na lesní porosty [srov. Růžičková et al., 2021]; děje se tak (v této studii i obecně v podobných modelacích) mimo jiné z toho důvodu, že je tento faktor v krajině vnímán jako proměnlivý, a to jak rozlohou, tak průhledností [např. rozdílná hustota listoví v různých ročních obdobích; Rášová, 2018]. Simulaci pohledu v krajině s přítomností aktuální vegetace lze provést pomocí DMT s pixelovou vrstvou lesa [Kuchyňková, 2007a] nebo formou fotomontáží. Metoda fotomontáží je využívána nejen pro simulaci přítomnosti vegetace, ale i pro budoucí umístění FVE, agrovoltaických systémů či větrných elektráren [MKO, 2020; Strugnell, 2020]. Přesnější výpočty



Obr. 7: Vrstva zprávněných ochranných pásem pohledových horizontů (vlevo), která po sloučení s vrstvou ploch limitů (obr. 1) rozdělila území na vhodné a nevhodné lokality pro umístění agrovoltaických systémů při zadané výšce 3 m (vpravo). V kartogramu je zahrnuto i zastavěné území.

pak proti fotomontážím představuje DMT modelu podobný fotorendering [Danese et al., 2008]. Ochranná pásma však představují podkladovou vrstvu, která by měla být v daných geomorfologických reáliích platná i při změnách krajinné matice ve formě úbytku/nárůstu plochy lesa, zemědělských ploch, nebo rozšiřování sídla.

Závěr

Případová studie se zabývala možností exaktního vymezení vizuálně citlivých pohledových horizontů a jejich ochranných pásem vůči umístění FVE a agrovoltaických systémů, které by mohly tyto významné krajinné prvky významně narušit. Vzestupný trend společenské poptávky po obnovitelných zdrojích energie přináší i otázku vhodné metody ke zjištění vizuálně zranitelných míst v krajině, kde by přítomnost energetických staveb výrazně narušovala stávající krajinnou integritu. Ve studii popsána metoda usiluje o maximální objektivizaci vymezení pohledových horizontů na úrovni katastru a zároveň nabízí možnost exaktního stanovení lokalit, kde je/není umístění energetických staveb žádoucí. Metoda kombinuje několik typů analýz v prostředí geoinformačních systémů v kombinaci se znalostí reálií konkrétního území. Výhodou uvedeného postupu je nízká finanční náročnost, možnost zpracování ve freewarových programech a eliminace chyb vycházejících pouze z empirického hodnocení území. Výstupy této metody mohou být široce využitelné pro potřeby územně plánovací dokumentace a mohou se stát cenným a obtížně zpochybnitelným podkladem pro rozhodování o umístění energetických i jiných staveb v území.

Studie reaguje na legislativní změny z počátku roku 2023, které se zabývají potřebou zajištění energetické soběstačnosti, mj. také formou realizace fotovoltaických elektráren a agrovoltaických systémů jak v zastavěném, tak v nezastavěném území (volné krajině), kde existuje potenciálně vysoké riziko narušení krajiny a krajinného rázu – především pohledových krajinných horizontů. Metodika studie a možnost její aplikace s dalším

rozvojem je tak primárně určena širší odborné veřejnosti, zejména projektantům a pořizovatelům územně plánovací dokumentace, příslušným dotčeným orgánům a v neposlední řadě také případným investorům do obnovitelných zdrojů energie.

Použité zdroje:

ARRIAZA, M., CAÑAS-ORTEGA, J. F., CAÑAS-MADUEÑO, J. A. & RUIZ-AVILES, P. 2004. Assessing the visual quality of rural landscapes. In: *Landscape and Urban Planning*. 69(1), 115–125. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.029>.

CAHA, J. & SUCHÁNKOVÁ, I. 2017. Viditelnost historicky významné budovy v Brně. In: *Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference Region v rozvoji společnosti 2017*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, s. 119–129. ISBN 978-80-7509-548-0.

CAHA, J. 2015. *Rozšíření analýzy viditelnosti pomocí indexů viditelnosti*. Olomouc. Rigorózní práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné také z: [10.13140/RG.2.1.2138.1200](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2138.1200).

CAHA, J. 2017a. Hodnocení viditelnosti plánovaných výškových budov Prague Eye Towers. In: *Geografický časopis*. 69(1), 75–92.

CAHA, J. 2017b. Representing Buildings for Visibility Analyses in Urban Spaces. In: IVAN, I., HORÁK, J. & INSPEKTOR, T. ed. *GIS OSTRAVA 2017: Dynamics in GIScience. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Springer, s. 17–29. ISBN 978-3-319-61296-6.

CIUCCI, M. 2023. Fakta a čísla o Evropské unii: Obnovitelné zdroje. In: *Evropský parlament*. [online]. [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: https://www.europarl.europa.eu/erpl-app-public/factsheets/pdf/cs/FTU_2.4.9.pdf.

COLLINS ENGLISH DICTIONARY. 2023. *Horizons*. Collins. [online]. [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <http://www.collinsdictionary.com/english/creative>.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. 2023. *Bilance elektrické energie za roky 2010–2021*. [online]. [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jspx?_af=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&ds=ds89&pvo=ENE04&katalog=33415&c=3%7E8__RP2021&o=false&str=v37.

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ. 2023. *ZABAGED® – Výškopis – DMR 5G. Digitální model reliéfu České republiky 5. generace v S-JTSK, Bpv*. Geoportál ČÚZK [online]. Praha: Zeměměřičský úřad [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: [https://geoportál.cuzk.cz/\(S\(n2uz2usr3s1yaijsv45djh4\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302](https://geoportál.cuzk.cz/(S(n2uz2usr3s1yaijsv45djh4))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302).

ČUČKOVIČ, Z. 2018. Visibility analysis, release 0.5.4: modelling the horizon. In: *Landscape Archaeology.org*. [online]. [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <https://landscapearchaeology.org/2018/qgis-visibility-054/>.

ČUČKOVIČ, Z. 2021. *QGIS Visibility Analysis: Quantum GIS plugin for visibility analysis*. [on-

line]. [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <http://www.zoran-cuckovic.from.hr/QGIS-visibility-analysis/>.

DA SILVA, R. G. P., HENKE-OLIVIERA, C., SKALINSKI FERREIRA, E., FETTER, R., BARBOSA, R. G. & HIROO SAITO, C. 2020. Systematic Conservation Planning approach based on viewshed analysis for the definition of strategic points on a visitor trail. In: *International Journal of Geoh Heritage and Parks*. 8(3), 153–165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2020.07.001>.

DANESE, M., LAS CASAS, G. & MURGANTE, B. 2008. 3D Simulations in Environmental Impact Assessment. In: *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2008: Lecture Notes in Computer Science*, vol 5072. Berlin, Heidelberg: Springer, s. 430–443. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-540-69839-5_32.

DAWNBREAKER, INC. 2022. *Department of Energy: Market research study Agrivoltaics*. [online]. [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <https://science.osti.gov/-/media/sbir/pdf/Market-Research/SETO---Agrivoltaics-August-2022-Public.pdf>.

DUJKA, V. et al. 2023. *Územní plán Svěbohov: dokumentace pro veřejné projednání návrhu územního plánu*.

DUPRAZ, C., MARROU, H., TALBOT, G., DUFOUR, L., NOGIER, A. & FERARD, Y. 2011. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. In: *Renewable Energy*. 36(10), 2725–2732. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.03.005>.

HANNA, K. C. 2003. *GIS for Landscape Architects*. 2. vydání. ESRI Press. ISBN 1-879102-64-1.

HORÁK, J. 2013. *Zpracování dat v GIS*. Výukové materiály VŠB-TU Ostrava. Ostrava: VŠB-TU. Dostupné také z: <http://home1.vsb.cz/~hor10/Vyuka/ZDGIS/GISANA36.pdf>.

CHURCHWARD, C., PALMER, J. F., NASSAUER, J. I. & SWANWICK, C. A. 2013. *Evaluation of Methodologies for Visual Impact Assessments*. [online]. Washington, DC: National Academy of Science [cit. 2023-07-11]. ISBN 978-0-309-25886-9. Dostupné z: <https://nap.nationalacademies.org/read/22644/chapter/1>.

KUCHYŇKOVÁ, H. 2007a. Indikátor vizuální citlivosti krajiny: Indicator of landscape visual fragility. In: *Věda mladých 2007: zborník recenzovaných prác z V. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, s. 185–193. Dostupné také z: <http://www.slpk.sk/eldo/2017/zborniky/978805203706/ku-chynkova.pdf>.

KUCHYŇKOVÁ, H. 2007b. Větrné elektrárny a vizuální citlivost krajiny. In: ŠVENKOVÁ, J. (ed.). *Medzinárodná vedecká konferencia mladých 2007*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, s. 117–122. ISBN 978-80-8069-946-8.

LA ROSA, D. & IZAKOVIČOVÁ, Z. 2022. Visibility Analysis to Enhance Landscape Protection: A Proposal of Planning Norms and Regulations for Slovakia. In: *Land*. 11(7), 977. Dostupné z: <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/73629.pdf>.

LANTZ, E., ROBERTS, O., NUNEMAKER, J., DEMEO, E., DYKES, K. & SKOTT, G. 2019. Increasing Wind Turbine Tower Heights: Opportu-

- nities and Challenges. [on-line]. In: Golden, CO: *National Renewable Energy Laboratory* [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/73629.pdf>.
- LU, L., YANG, H. & BURNETT, J. 2002. Investigation on wind power potential on Hong Kong islands—an analysis of wind power and wind turbine characteristics. In: *Renewable Energy*. 27(1), 1–12. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(01\)00164-1](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(01)00164-1).
- MAIER, K. 2004. *Názvosloví, příklady metodiky a symboliky užívané pro zpracování regulačních plánů*. Regulační prvky: Materiál z výzkumného úkolu MSM 210000026 „Proměny urbanismu“. Praha: České vysoké učení technické, 37 s.
- MALM, W. 2016. *Visibility: The Seeing of Near and Distant Landscape Features*. Elsevier Science. ISBN 9780128044506.
- MKO. 2020. *Landscape and Visual Impact Assessment Methodology: Proposed Cahermurphy Two Wind Farm*. [on-line]. [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <https://cahermurphy2windfarm.com/wp-content/uploads/2022/12/Appendix-13-1-LVIA-Methodology.pdf>.
- MŽP. 2023. *Úmluva Rady Evropy o krajině: Council of Europe Landscape Convention*. Ministerstvo životního prostředí. [on-line]. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/umluva_rady_evropy_krajina.
- OBERSTEIN, I. & CACH, J. 2001. *Názvosloví urbanismu a územního plánování*. Materiál z výzkumného úkolu MSM 210000026 „Proměny urbanismu“. Praha: České vysoké učení technické.
- OGBURN, D. E. 2006. Assessing the level of visibility of cultural objects in past landscapes. In: *Journal of Archaeological Science*. 33(3), 405–413. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.08.005>.
- PALMER, J. F. 2022. Deconstructing viewshed analysis makes it possible to construct a useful visual impact map for wind projects. In: *Landscape and Urban Planning*. 225, 104423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104423>.
- RÁŠOVÁ, A. 2018. *Vegetation modelling in 2.5D visibility analysis*. Kartografické listy (Cartographic letters). 26(1), 10–20. Dostupné také z: <https://gis.fns.uniba.sk/kartografickelisty/archiv/KL26/2.pdf>.
- REED, I. A. 2011. *Interpretation and Social Knowledge: On the Use of Theory in the Human Sciences*. Chicago (IL): The University of Chicago Press. Dostupné z: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226706726.001.0001>.
- RŮŽIČKOVÁ, K., RŮŽIČKA, J. & BITTA, J. 2021. A new GIS-compatible methodology for visibility analysis in digital surface models of earth sites. In: *Geoscience Frontier*. 12, 101109. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2020.11.006>.
- SIMPSON JR., D. F. 2009. Rapa Nui's Political Economy and the Visibility of its Monumental Architecture. In: *Rapa Nui Journal*. 23(2), 131–148.
- SLOVÁK, J. 2020. *Výmezení ochranného pásma pohledových horizontů v krajině*. Ostrava. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Kateřina Růžičková. Dostupné také z: <https://theses.cz/id/1w1525/>.
- STRUGNELL, A. 2020. *Viewshed Mapping & 3D Photomontages: Viewshed Mapping and Photomontage Process Report*. [on-line]. [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <https://epa.tas.gov.au/Documents/Robbins%20Island%20Renewable%20Energy%20Park%20-%20Appendix%20Z%20-%20Viewshed%20Mapping%20and%20Photomontage%20Process%20Report.PDF>.
- SUCHÁNKOVÁ, I. 2018. *Možnosti limitace výstavby pohledově výrazných staveb na základě viditelnostních analýz*. Brno. Dostupné také z: <https://theses.cz/id/rvoec4/>. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií. Vedoucí práce RNDR. Jan Čaha, Ph.D.
- SULLIVAN, R. G., KIRCHLER, L. B., LAHTI, T., ROCHÉ, S., BECKMAN, K., CANTWELL, B. & RICHMOND, P. 2012. Wind Turbine Visibility and Visual Impact Threshold Distances in Western Landscapes. Portland. In: *National Association of Environmental Professionals, 37th Annual Conference*, 47 s. Dostupné také z: <https://blmwyoming-visual.anl.gov/docs/WindVITD.pdf>.
- SVOBODA, M., CIHLÁŘ, J., MARHOUNOVÁ, S. et al. 2023. *Územní studie vyhodnocení území Moravskoslezského kraje z hlediska existujících limitů umístění větrných a fotovoltaických elektráren*. Dostupné také z: https://geoportal.msk.cz/Public/UzemniStudie/VTE_FVE_2022/TEXTOVA_CAST.pdf.
- VASEL-BE-HAGH, A. & ARCHER, C. L. 2017. Wind farm hub height optimization. In: *Applied Energy*. 195, 905–921. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.089>.
- WESELEK, A., EHMANN, A., ZIKELI, S., LEWANDOWSKI, I., SCHINDELE, S. & HÖGY, P. 2019. Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. In: *Agronomy for Sustainable Development*. 39, 35. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>.

Použitý software:

CONRAD, O., BECHTEL, B., BOCK, M. et al. 2015. *System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4*. *Geosci. Model Dev.*, 8, 1991–2007. [on-line]. [cit. 2022-07-27]. Dostupné z: <https://doi.org/10.5194/gmd-8-1991-2015>.

QGIS. 2022. *Ein freies Open-Source-Geographisches-Informationssystem*. [on-line]. [cit. 2022-06-14]. Dostupné z: <https://qgis.org/de/site/>.

Ing. Petr Dujka

✉ xdujka@mendelu.cz

Ústav lesnické botaniky,

dendrologie a geobiocenologie

Lesnická a dřevařská fakulta

Mendelova univerzita v Brně

Ing. arch. Vladimír Dujka

✉ dujka@volny.cz

projektant a zpracovatel

územního plánu Svěbohov

Anna Vaculíková

✉ a1_vaculikova@utb.cz

Fakulta humanitních studií

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

ENGLISH ABSTRACT

Method of delineating visually sensitive landscape horizons and their protective zones based on exact mathematic modellations with regards to the placement of photovoltaic farms and agrivoltaic systems. A case study – Svěbohov cadastre, by Petr Dujka, Vladimír Dujka & Anna Vaculíková

The political climate of 2022 has highlighted the need for an active public discourse regarding the energy self-sufficiency of the Czech Republic, with wind farms, photovoltaic power stations and agrivoltaics now at the forefront. The implementations of such power plants administered up to this day have shown that the technical solutions of these projects may negatively impact the current landscape setting and its aesthetic, cultural and historical worth. The risk is posed mainly by disturbing the landscape character and, in particular, by disrupting the visual horizon lines that partake in creating an area's overall disposition. This case study aims to propose a technical solution to this problem, initially raised by the demand for regulating the placement of renewable resources power stations in a nature park territorial development documents. In the first step, visually sensitive horizons were computed using digital terrain model geo-informational analyses and multiple local, regional and distant observation points. In the second step, protective zones of the horizons were computed in such a manner so that the landscape aesthetic value is not deformed by the placement of buildings near the visually

sensitive horizon lines. The solution proposed combines an expert approach with modern geo-informational analyses, which allows for objective results (variability of input technical parameters) and significantly eliminates the potential error rate of an authors' subjective planning document assessment. Further benefits include the minimal economic expenses for running this method, its algorithmization, and repeatability for any location and building height required. Implementing this method's results may prove to be a valuable contribution to the spatial planning practice.