

Studie simulace bilancí energie vyrobené z fotovoltaických systémů a větrných elektráren v MSK

V Ostravě dne 30. 10. 2024

Zpracoval: doc. Ing. Lukáš Prokop, Ph.D. a kolektiv

Schválil: prof. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D.

Obsah

Manažerské shrnutí.....	5
Úvod	7
1. Úvod k obnovitelným zdrojům a dekarbonizaci.....	9
1.1 Dekarbonizace energetiky.....	11
2. Analýza potenciálu fotovoltaických elektráren.....	13
2.1 Fotovoltaické elektrárny v České republice	13
2.2 Fotovoltaické elektrárny v Moravskoslezském kraji	13
2.3 Přírodní podmínky pro budování fotovoltaických elektráren	13
2.4 Legislativa v oblasti fotovoltaických systémů.....	16
2.5 Podpora výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů.....	16
2.6 Připojitelnost nových energetických zdrojů v kraji	17
2.7 Selektce pozemků a výsledná plocha	19
2.7.1 Katastr nemovitostí České republiky.....	19
2.7.2 Registr územní identifikace, adres a nemovitostí	20
2.7.3 Vstupní data	21
2.7.4 Selektce pozemků	23
2.7.5 Technické zpracování dat	27
2.7.6 Přehled fází extrakce pozemků	31
2.8 Selektce budov a výsledná plocha	35
2.8.1 Vstupní data	35
2.8.2 Selektce objektů dle dat Registru územní identifikace, adres a nemovitostí.....	36
2.8.3 Technické zpracování dat	36
2.8.4 Výsledný počet a plocha budov.....	38
2.9 Výsledné parametry fotovoltaické elektrárny na pozemcích.....	40
2.9.1 Popis konstrukce a metody výpočtu	43
2.9.2 Modelace pozemku	49
2.9.3 Instalovaný výkon a produkce energie na pozemcích jednotlivých obcí s rozšířenou působností.....	52
2.10 Výsledné parametry fotovoltaických elektráren na budovách	55
2.10.1 Modelace budov s plochou střechou	55

2.10.2	Modelace budov se šikmou střechou.....	59
2.10.3	Zastoupení jednotlivých typů střech na území Moravskoslezského kraje	61
2.10.4	Potenciálně instalovaný výkon a produkce energie na budovách jednotlivých obcí s rozšířenou působností	62
2.11	Závěr k potenciálu fotovoltaických elektráren.....	63
3.	Analýza potenciálu větrných elektráren.....	67
3.1	Úvod k větrným elektrárnám	67
3.2	Použité typy větrných elektráren	67
3.3	Popis selekce pozemků vhodných pro stavbu větrných elektráren	71
3.3.1	Ochranné zóny větrných elektráren.....	71
3.4	Potenciál instalace a produkce větrných elektráren na území Moravskoslezského kraje....	78
3.5	Závěr k analýze potenciálu větrných elektráren	92
4.	Závěr	94
	Reference	97
	Seznam obrázků	100
	Seznam tabulek	102
	Seznam příloh.....	104

Seznam používaných zkratek a veličin

Zkratky	Význam	Jednotka	Význam
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka	°C	stupeň celsia
BRKO	Biologicky rozložitelný komunální odpad	GW	gigawatt
CHKO	Chráněná krajinná oblast	GWh	gigawatthodina
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav	GWp	gigawatt-peak
CO ₂	Oxid uhličitý	h	hodina
ČR	Česká republika	Kč	koruna česká
ERU	Energetický regulační úřad	km ²	kilometr čtvereční
EU	Evropská unie	kWh	kilowatthodina
FV	Fotovoltaika/fotovoltaický	kWh·kWp ₁	kilowatthodina na kilowatt-peak
FVE	Fotovoltaická elektrárna	kWp	kilowatt-peak
GPS	Globální polohový systém	kWp·m ⁻²	kilowatthodina na metr čtvereční
HPJ	Hlavní půdní jednotka	m	metr
ISÚI	Informační systém územní identifikace	m ²	metr čtvereční
KN	Katastr nemovitostí	mld.	miliarda
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu	mm	milimetr
MSK	Moravskoslezský kraj	MWh	megawatthodina
MŽP	Ministerstvo životního prostředí	MWp	megawatt-peak
NN	Nízké napětí	TWh	terawatthodina
NP	Národní park	W·m ⁻²	watt na metr čtvereční
NZÚ	Nová zelená úsporám	Wp	watt-peak
ORP	Obec s rozšířenou působností		
OSVČ	Osoba samostatně výdělečně činná		
OZE	Obnovitelné zdroje energie		
PE	Parní elektrárna		
PPE	Paroplynová elektrárna		
PSE	Plynová spalovací elektrárna		
PVE	Přečerpávací vodní elektrárna		
RÚIAN	Registr územní identifikace, adres a nemovitostí		
VDP	Veřejný dálkový přístup		
VE	Vodní elektrárna		
VN	Vysoké napětí		
VVN	Velmi vysoké napětí		
ZCHÚ	Zvláště chráněné území		
ZPF	Zemědělský půdní fond		

Manažerské shrnutí

1. Úvod a cíl studie

Studie zhodnocuje potenciál využití obnovitelných zdrojů energie (OZE) v Moravskoslezském kraji (MSK) se zaměřením na fotovoltaické (FVE) a větrné elektrárny (VTE). Cílem studie je analyzovat vhodné lokality pro instalaci těchto OZE a odhadnout potenciál FVE a VTE z hlediska instalovaného výkonu a vyrobené elektrické energie pro území MSK pro dosažení klimatických cílů kraje, přispět k energetické transformaci regionu a podpořit cíl uhlíkové neutrality do roku 2050. Studie se zabývá jak legislativními, tak i technickými podmínkami pro rozvoj těchto zdrojů.

2. Použitá metodologie

Metodologie studie zahrnuje několik fází zaměřených na legislativní a technické aspekty analýzy:

- FVE: pro selekci ploch byly využity údaje z Registru územní identifikace adres a nemovitostí (RÚIAN) a dalších geoinformačních zdrojů. V první fázi byla analyzována legislativa související s výstavbou FVE (kapitola 2.4). Dále byly hodnoceny technické parametry a geografické podmínky pro instalaci FVE na volných pozemcích a střeších budov (kapitoly 2.7 a 2.8). Byla použita metodika pro výběr vhodných lokalit, od brownfieldů až po průmyslové plochy.
- VTE: pro výběr lokalit vhodných pro instalaci VTE byly analyzovány větrné podmínky, odstupové vzdálenosti a další technické faktory (kapitola 3.2). Byla zvolena tři typová řešení VTE, což umožnilo odhadnout výkon a produkci energie v jednotlivých variantách.

3. Klíčové výsledky

FVE:

- Potenciál instalace na volných pozemcích činí 1 584 GWp s roční produkcí 1 596 TWh.
- Potenciál instalace na střeších budov činí 66 GWp s roční produkcí 63 TWh.
- Celkový potenciál FVE dosahuje 1 650 GWp a předpokládaná roční výroba energie je 1 659 TWh.

VTE:

- Potenciál instalace VTE v MSK činí až 2 GW s roční produkcí přes 1 900 GWh. Oblasti s nejvyšším potenciálem zahrnují především Nízký Jeseník a Osoblažsko.

4. Omezení a předpoklady

Studie nezahrnuje analýzu připojitelnosti k elektrizační soustavě (ES) ani statické posouzení budov, což jsou faktory, které mohou mít významný vliv na realizaci projektů. V důsledku těchto omezení se odhaduje, že celkový reálný využitelný potenciál se bude pohybovat mezi 2 % až 30 % instalovaného výkonu v případě FVE a mezi 5 % až 30 % u VTE v závislosti na konkrétních podmínkách a scénářích realizace do roku 2050.

5. Doporučení a závěry

FVE: Doporučuje se zaměřit na instalace FVE na brownfieldech a střechách průmyslových budov, což by přineslo nejen výrobu čisté energie, ale i revitalizaci nevyužívaných území. Rozvoj těchto systémů přispěje ke zvýšení podílu OZE v energetickém mixu kraje.

VTE: Mohou doplňovat energii z FVE a stabilizovat dodávky energie, zejména v zimních měsících a při nižší sluneční aktivitě. Doporučuje se pokračovat v rozvoji těchto zdrojů, zejména v oblastech s vysokým potenciálem větrné energie.

Rozvoj FVE a VTE představuje pro MSK významnou příležitost pro snížení závislosti na fosilních palivech, snížení emisí skleníkových plynů a zvýšení energetické soběstačnosti a bezpečnosti regionu.

Úvod

Ochrana životního prostředí je dnes jedním z nejpálčivějších témat na globální úrovni a fosilní paliva, která dominují energetickému průmyslu, jsou jednou z hlavních příčin znečištění. Výroba elektrické energie z fosilních paliv, jako je uhlí, ropa a zemní plyn, produkuje velké množství skleníkových plynů, zejména oxidu uhličitého (CO₂), což přispívá ke změně klimatu a způsobuje řadu environmentálních problémů, včetně znečištění ovzduší. Přesto však elektrická energie zůstává klíčovým prvkem každodenního života moderní společnosti. Je nezbytná pro chod průmyslu, domácností i veřejné infrastruktury, což zdůrazňuje naléhavost a důležitost energetické transformace směrem k udržitelným a nízkoemisním zdrojům.

Transformace energetiky se tak stává neodkladným úkolem. Postupné odklonění od fosilních paliv ve prospěch OZE, jako jsou VTE nebo FVE, je považováno za nezbytné pro dosažení klimatických cílů stanovených na mezinárodní úrovni. Evropská unie (EU) si klade za cíl dosáhnout uhlíkové neutrality do roku 2050, což znamená, že emise skleníkových plynů by měly být sníženy na takovou úroveň, kterou přírodní ekosystémy dokážou přirozeně absorbovat. Česká republika (ČR) se zavázala plnit tyto cíle a výrazně snížit svou závislost na fosilních palivech, což znamená nejen modernizaci energetického mixu, ale i podporu inovací v oblasti obnovitelné energetiky.

FVE, které využívají sluneční energii k výrobě elektřiny, představují jednu z nejslibnějších cest ke snížení emisí CO₂. Oproti jiným zdrojům energie mají řadu výhod, jako je variabilita v umístění – mohou být instalovány na střechy budov, nevyužité průmyslové plochy nebo zemědělskou půdu v případech, kdy je to možné s ohledem na zásady a omezení směřující k ochraně zemědělského půdního fondu (ZPF). Vývoj komponent pro FVE v posledních letech také výrazně pokročil, což vedlo ke snížení nákladů na instalaci a zvýšení účinnosti FV panelů. Díky tomu je možné instalovat na stejné ploše FVE s vyšším instalovaným výkonem a docílit tak vyššího objemu vyrobené elektrické energie.

V ČR, zejména v průmyslově vyspělých regionech, jako je MSK, má výstavba FVE potenciál hrát klíčovou roli. Tento region, tradičně spjatý s těžkým průmyslem a těžbou černého uhlí, čelí nutnosti restrukturalizace ekonomiky tak, aby odpovídal moderním environmentálním standardům. Využití opuštěných průmyslových areálů a brownfieldů pro instalaci FVE představuje příležitost pro ekonomický rozvoj i snížení ekologické zátěže území. Kromě ekologických přínosů může rozvoj FVE podpořit i ekonomický rozvoj MSK a urychlit přechod k zelené ekonomice.

S ohledem na očekávaný růst poptávky po elektrické energii, zejména v souvislosti s rozvojem elektromobility a transformací průmyslu, je nezbytné rozšířit kapacity OZE. MSK má velký potenciál pro FVE nejen díky vhodným podmínkám pro umístění, ale i díky možnostem využití inovativních technologií pro skladování energie a integraci chytrých sítí.

Další klíčový OZE představují VTE, které mohou hrát významnou roli v energetické transformaci MSK i celé ČR. VTE mají potenciál doplnit energii z FVE a poskytnout stabilnější výrobu elektřiny během zimních měsíců nebo v období nízké sluneční aktivity, kdy jsou FV zdroje méně efektivní.

MSK může těžit z kombinace rozvoje VTE a FVE jako součásti své energetické strategie. Investice do těchto technologií by mohly podpořit restrukturalizaci regionu, který se tradičně opíral o těžký průmysl a těžbu černého uhlí, směrem k moderním, ekologicky šetrným odvětvím. Rozvoj VTE a FVE

projektů by mohl navíc přinést nové pracovní příležitosti, zvýšit energetickou soběstačnost a bezpečnost regionu a přispět k dosažení klimatických cílů stanovených ČR.

1. Úvod k obnovitelným zdrojům a dekarbonizaci

OZE je označení pro zdroj, který vyrábí energii z téměř nevyčerpatelného zdroje, jako je například sluneční záření, vítr, voda nebo zemské teplo. Typickými příklady jsou FVE, VTE a geotermální elektrárny.

Celkový výčet podporovaných zdrojů elektrické energie je uveden v zákoně č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů.

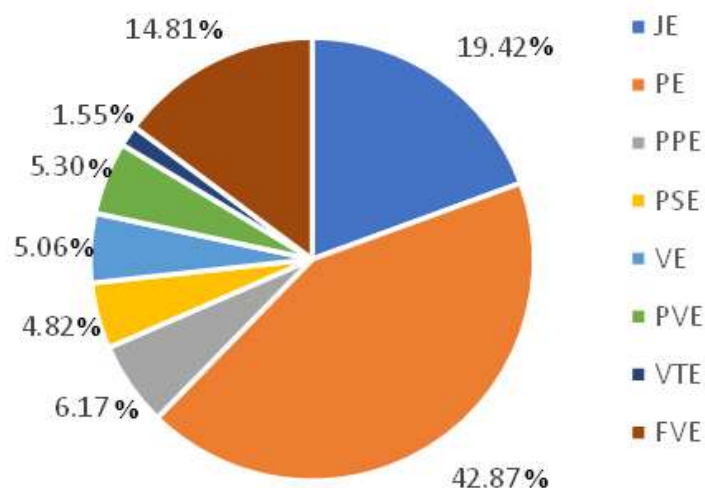
OZE, zejména FVE a VTE, hrají stále významnější roli v globální i české energetice. S postupným odklonem od fosilních paliv se předpokládá, že tyto zdroje budou do budoucna dominantními poskytovateli elektrické energie. Jaderné (JE) a plynové spalovací elektrárny (PSE) jsou řazeny mezi nízkoemisní zdroje, které mají sice nižší dopad na životní prostředí než tradiční fosilní paliva, jako je uhlí, ale stále produkují určité množství emisí.

Podle dat o vývoji instalovaného výkonu v ES ČR za rok 2023 uvedených v kapitole 6. Roční zprávy o provozu ES v ČR za rok 2023 představují vodní (VE), přečerpávací (PVE), FVE a VTE přibližně 26,7 % instalovaného výkonu všech elektráren v ČR. Avšak jejich příspěvek k celkové výrobě elektrické energie činí pouze okolo 9,5 %, což naznačuje, že kapacity těchto zdrojů nejsou plně využity, nebo že jejich výroba kolísá v závislosti na sezónních podmínkách.

Ačkoli podíl OZE v českém energetickém mixu zůstával posledních deset let relativně stabilní, v roce 2023 došlo k výraznému nárůstu jejich kapacity, tedy instalovaného výkonu. Tento růst byl způsoben především rozvojem domácích FVE, který podpořily vládní dotace a zjednodušená legislativa pro instalaci malých FVE. Zvyšující se počet instalací FVE na střechách domácností a průmyslových budov přispěl k rozšíření kapacity energie daného typu v zemi.

Vzhledem k tomu, že ČR usiluje o splnění svých klimatických závazků a snížení závislosti na fosilních palivech, očekává se další růst podílu OZE. Investice do modernizace energetické infrastruktury, rozvoj technologií pro skladování energie a lepší integrace OZE do ES budou klíčové pro dosažení těchto cílů.

Procentuální podíl instalovaného výkonu zdrojů v ČR v roce 2023

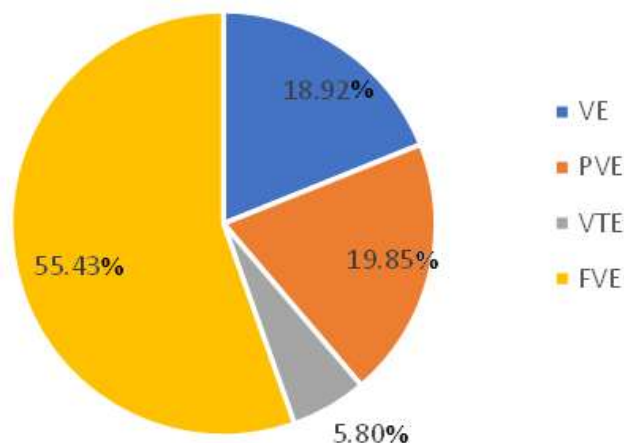


obr. 1-1 Energetický mix ČR v roce 2023. [3] Zdroj: Data ERÚ, vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 1-1 jsou zobrazeny informace o procentuálním podílu jednotlivých typů elektráren na celkovém instalovaném výkonu zdrojů elektrické energie v ČR v roce 2023. Z uvedených podílů je patrné, že dominantní roli stále mají parní elektrárny (PE) využívající jako vstupní palivo uhlí. Podíl parních elektráren činil v roce 2023 42,87 % z celkového objemu instalovaného výkonu. Na druhém místě z hlediska podílu na instalovaném výkonu jsou jaderné elektrárny (JE) s 19,42 % podílu na celkovém instalovaném výkonu. Třetí místo v podílu na celkovém objemu instalovaného výkonu zauímají FVE s 14,81 % z celkového instalovaného výkonu. Další typy zdrojů již mají podíly cca 5 % z celkového instalovaného výkonu.

S ohledem na předpokládaný vývoj v oblasti dekarbonizace a decentralizace energetiky lze předpokládat, že energetický mix dozná změn, kdy bude klesat podíl PE a poroste podíl OZE, ale také paroplynových elektráren (PPE) a plynových a spalovacích elektráren (PSE). V delším časovém horizontu poroste také podíl JE. Dále lze předpokládat zvyšující se podíl FVE a VTE. U vodních elektráren (VE) ani u přečerpávacích vodních elektráren (PVE) nelze zásadní nárůst podílu na celkovém instalovaném výkonu předpokládat s ohledem na omezený počet vhodných lokalit pro instalaci VE a PVE s instalovaným výkonem v řádech MW.

Procentuální podíl instalovaného výkonu OZE v ČR v roce 2023



obr. 1-2 Podíl jednotlivých typů OZE na celkovém instalovaném výkonu OZE v roce 2023. [3] Zdroj: Data ERÚ, vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 1-2 je zobrazeno procentuální zastoupení jednotlivých typů OZE na celkovém instalovaném výkonu OZE v ČR v roce 2023. Dominantní roli má instalovaný výkon FVE, který zaujímá 55,43 % podílu instalovaného výkonu OZE v ČR v roce 2023. VE se podílí na instalovaném výkonu OZE 18,92 % a PVE 19,85 %. VTE tvoří 5,8 % podíl na celkovém objemu OZE v roce 2023.

Výše uvedené procentuální zastoupení jednotlivých typů OZE se bude měnit s ohledem na prakticky vyčerpané možnosti výstavby VE a PVE, ale také na vysoký potenciál rozvoje FVE a VTE nejen v MSK, ale celkově v ČR. Rychlost změn se bude odvíjet dle dotační politiky, ale také v souvislosti s případnými legislativními úpravami, které by zjednodušily výstavbu FVE a VTE s instalovaným výkonem v řádech MW.

1.1 Dekarbonizace energetiky

Dekarbonizace energetiky je snaha zajistit, aby produkce elektrické energie byla uhlíkově neutrální. Tato snaha je popsána v řadě dokumentů, například v Pařížské dohodě, European Green Deal (Zelená dohoda pro Evropu), Fit for 55 a dalších. Pomyslným vůdčím dokumentem je Pařížská dohoda z roku 2015. V Paříži se toho roku 193 států zavázalo, že společně udrží oteplení planety pod 1,5 °C¹ vzhledem k úrovni v roce 1990. EU si pro splnění tohoto cíle vytvořila vlastní strategii, přičemž hlavním strategickým dokumentem je European Green Deal (Zelená dohoda pro Evropu). Tento dokument platí v rámci EU a jeho hlavním cílem je dosáhnout uhlíkové neutrality celé EU a tím i energetiky do roku 2050. Tento dokument je však právně nezávazný a legislativní podobu nabírá až v dokumentu Evropský klimatický zákon a balíček opatření Fit for 55. Hlavními cíli všech těchto dokumentů je snížení emisí skleníkových plynů o alespoň 55 % do roku 2030 (v porovnání s úrovněmi z roku 1990) a nakonec

¹ V porovnání s teplotou před průmyslovou revolucí.

dosáhnout uhlíkové neutrality do roku 2050. Těchto cílů chce EU dosáhnout hlavně pomocí investic do výstavby OZE, modernizací budov, dekarbonizací průmyslu atd. Na základě těchto dokumentů si pak každý stát vytváří své vlastní strategie, podle kterých toho chce dosáhnout. [10]

ČR má své cíle pro splnění závazků vepsané v dokumentech: Státní energetická koncepce, Politika ochrany klimatu a Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu. Co se týče plnění závazků, je ČR na dobré cestě k jejímu splnění. V roce 2021 již měla ČR o 41 % nižší emise oproti roku 1990. Nejvýraznější pokles nastal v 90. letech 20. století z důvodu uzavření mnoha podniků těžkého průmyslu. [10]



obr. 1-3 Vývoj emisí skleníkových plynů v ČR. [10]

2. Analýza potenciálu fotovoltaických elektráren

Kapitola 2 se zabývá analýzou potenciálu FVE na území MSK. V úvodních teoretických subkapitolách je popsán aktuální stav v oblasti FVE v ČR a MSK a dále jsou uvedeny přírodní podmínky pro budování FVE v MSK. V kapitole 2 je uvedeno také shrnutí legislativy oblasti FVE, možnosti podpory výroby z OZE a omezení připojitelnosti zdrojů dané aktuálním stavem ES v MSK. Stěžejní část této kapitoly je věnována popisu metodiky selekce vhodných pozemků a budov pro simulaci potenciálu instalace FVE a samotné simulaci potenciálu FVE v MSK. Jednou z hlavních částí kapitoly 2 je prezentace výsledků analýzy potenciálu instalace FVE na pozemcích a budovách v MSK a diskuze výstupů v závěru kapitoly.

2.1 Fotovoltaické elektrárny v České republice

V ČR se v roce 2023 vyrobilo dle údajů v kapitole 4 Roční zprávy o provozu elektrizační soustavy ČR pro rok 2023 76 938,5 GWh brutto elektrické energie. OZE, které zahrnují výrobu z biomasy, bioplynu, vody, FVE, VTE a BRKO, vyrobily v témže roce 11 146,4 GWh z toho 2 892 GWh představovala právě výroba z FVE. FVE se tak na celkové výrobě podílely 3,76 % (obr. 1-2). [3]

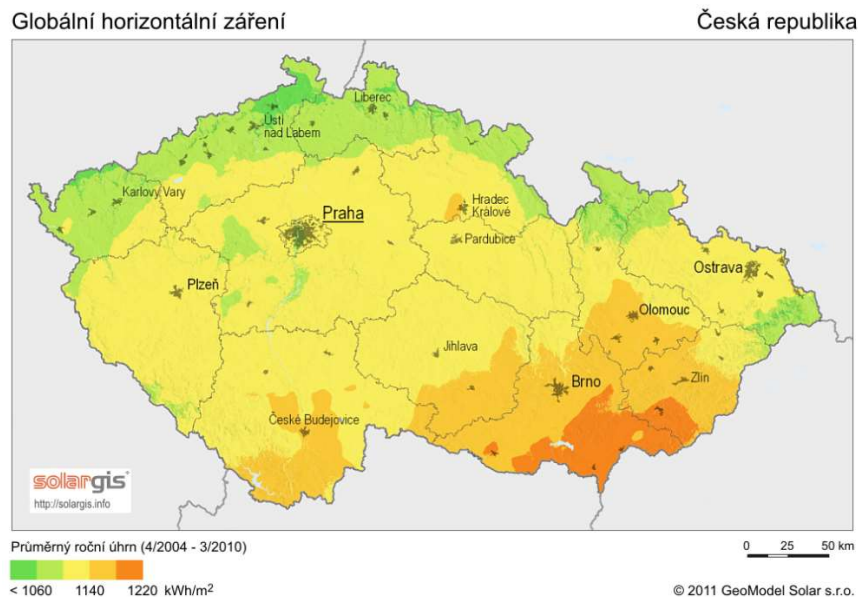
Ze zpráv o provozu ES v ČR za roky 2022 [39] a 2023 vyplývá, že v roce 2023 došlo ke zvýšení instalovaného výkonu FVE z 2 100,4 MWp ke konci roku 2022 na 3 272,3 MWp ke konci roku 2023. Jedná se o meziroční nárůst o 55,8 %. Nárůst instalovaného výkonu FVE byl způsoben v hlavní míře instalacemi do 10 kWp, tedy instalacemi na rodinných domech připojených do distribuční sítě nízkého napětí (NN).

2.2 Fotovoltaické elektrárny v Moravskoslezském kraji

Podle dat Energetického regulačního úřadu (ERÚ) bylo v roce 2023 na území MSK vyrobeno kolem 3,7 TWh elektrické energie. Z toho bylo 134 GWh energie vyrobeno z FVE. Z celkové energie vyrobené v MSK připadá na FVE 3,6 % objemu vyrobené elektrické energie. Výroba elektrické energie z FVE je tak v MSK jedna z nejmenších v ČR. Méně vyrobí už jen kraj Karlovarský a Praha. Naopak nejvíce energie z FVE vyrobí kraj Jihomoravský. Minimálně s ohledem na rozlohu území MSK oproti ostatním krajům by tak výroba elektrické energie z FVE měla mít velký potenciál pro rozšiřování. [3]

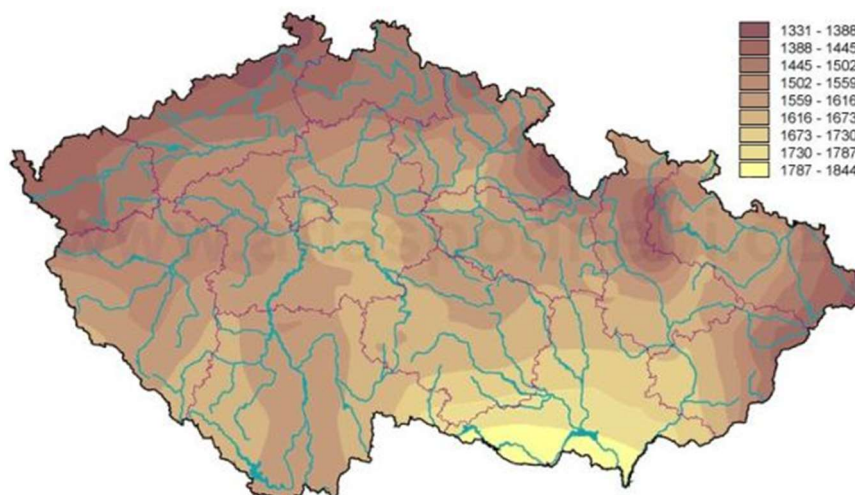
2.3 Přírodní podmínky pro budování fotovoltaických elektráren

Roční průměr intenzity slunečního záření je v ČR 300 W/m² během slunečních podmínek a roční úhrn záření, což je množství sluneční energie dopadající na povrch země, se pohybuje mezi 800 a 1 340 kWh/m². Z obr. 2-1 až obr. 2-4 vyplývá, že MSK je pro stavbu FVE vhodný, nicméně v rámci ČR existují kraje s vhodnějšími podmínkami pro výstavbu FVE. Část MSK má oproti kraji Jihomoravskému o skoro polovinu méně jasných dnů, zároveň doba slunečního svitu je o čtvrtinu až třetinu menší. [6][7]



obr. 2-1 Roční úhrn slunečního záření v ČR. (kWh/m²) [8]

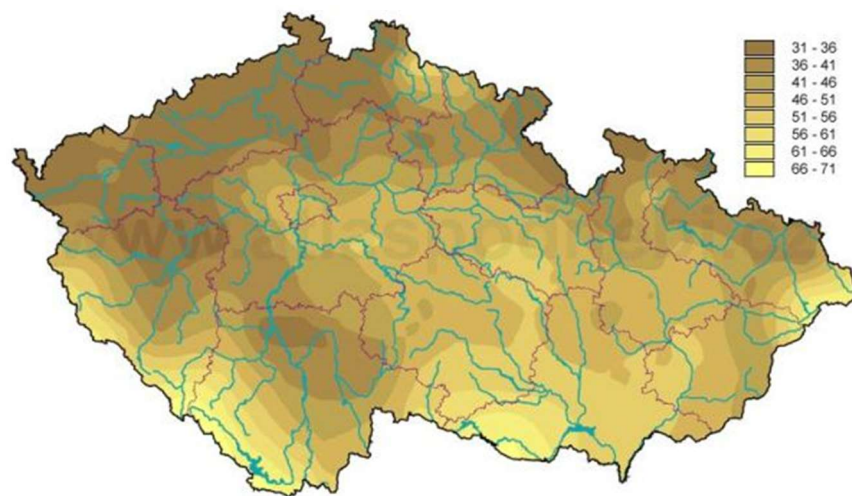
Na obr. 2-1 je vykreslen průměrný roční úhrn slunečního záření na území ČR. Z barevné škály uvedené v legendě obr. 2-1 je patrné, že roční úhrn slunečního záření na území ČR se pohybuje v intervalu 1 060 kWh/m² do 1 220 kWh/m². Z obrázku je patrné, že jižní části Moravy vykazují větší úroveň slunečního záření než severní části republiky. Především v horských oblastech severní části republiky je roční úhrn slunečního záření nižší, což je především dáno horským charakterem počasí, které je v těchto oblastech značně ovlivněno tvorbou nízké oblačnosti. Největší část ČR je na obr. 2-1 vyobrazena žlutou barvou, což odpovídá hodnotě 1 140 kWh/m².



obr. 2-2 Roční doba trvání slunečního svitu v ČR. (h) [9]

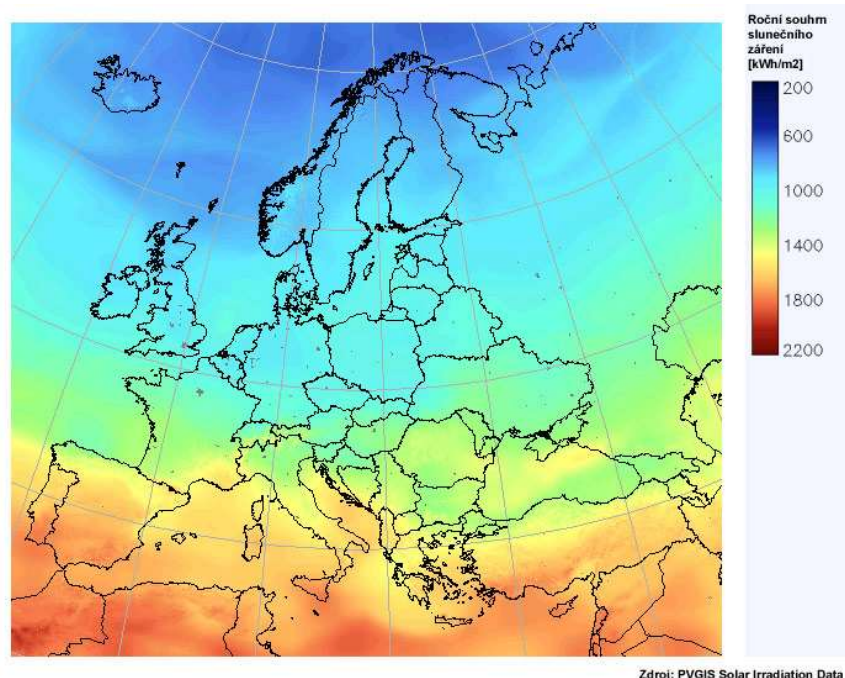
Roční doba trvání slunečního svitu vyobrazená na obr. 2-2 ukazuje, kolik hodin za rok je na daném území k dispozici sluneční záření použitelné pro výrobu elektrické energie ve FVE. Hodnoty jsou závislé především na počtu slunných dní bez oblačnosti. Oblačných dnů bývá většinou více v horských oblastech, kde je větší pravděpodobnost tvorby nízké oblačnosti. Další hledisko, které ovlivňuje hodnoty uvedené na obr. 2-2, je geografická poloha. Z té je zřejmé, že čím jižněji se dané místo nachází,

tím bude delší doba slunečního svitu, čistě z astronomického hlediska. Na obr. 2-2 jsou tedy vyneseny hodnoty slunečního svitu pro konkrétní polohu na mapě redukované o průměrný počet oblačných dní pro danou oblast.



obr. 2-3 Průměrný roční počet jasných dní v ČR. [9]

Na obr. 2-3 je mapa ČR, která znázorňuje průměrný počet slunných dní v různých oblastech. Barevná škála od světle žluté po tmavší odstíny hnědé reprezentuje rozmezí počtu slunečných dnů v roce, přičemž světlejší barvy značí vyšší počet slunných dnů (např. jihovýchodní části), zatímco tmavší barvy označují oblasti s nižším počtem slunných dnů (např. horské oblasti na severu a západě). V legendě vpravo jsou uvedeny intervaly počtu slunných dnů, například od 31–36 dní až po 66–71 dní.



obr. 2-4 Roční úhrn slunečního záření na území Evropy. [9]

Na obr. 2-4 je mapa Evropy se zobrazením ročního souhrnu slunečního záření, vyjádřeného v kilowatthodinách na metr čtvereční (kWh/m^2). Mapa využívá barevnou škálu od tmavě modré přes zelenou a žlutou až po červenou, která odpovídá různým hodnotám intenzity slunečního záření. Tmavě

modré oblasti, které zahrnují Skandinávii a severní části Evropy, představují oblasti s nižším množstvím sluneční energie, konkrétně s hodnotami kolem 200–600 kWh/m² ročně.

Na druhé straně, oblasti označené červenou barvou, jako jsou jižní části Evropy včetně Španělska, Itálie, Řecka a jižní Francie, dosahují hodnoty slunečního záření přes 1 800 kWh/m² ročně, což jsou nejvyšší hodnoty na kontinentě. Česko je na mapě zobrazeno ve středu Evropy a jeho území je označeno převážně světle modrou až zelenou barvou, což odpovídá průměrnému ročnímu záření přibližně mezi 1 000 a 1 200 kWh/m². To naznačuje střední úroveň slunečního svitu v porovnání s jižními nebo severními oblastmi Evropy.

Legenda na pravé straně mapy vysvětluje odstíny a příslušné hodnoty v kWh/m², přičemž data jsou založena na informacích z databáze PVGIS Solar Irradiation Data. Tento typ mapy je užitečný pro analýzu potenciálu solární energie v různých evropských regionech a napomáhá v rozhodování o výstavbě solárních elektráren či jiných projektů využívajících obnovitelnou energii.

2.4 Legislativa v oblasti fotovoltaických systémů

Stavba a provoz FVE se v základu řídí dvěma zákony, a těmi jsou:

- zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon, [11]
- zákon č. 458/2000 Sb., zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). [12]

Z pohledu zákona č. 283/2021 Sb. může být FVE považována buď za novou samostatnou stavbu nebo za stavební úpravu. Pokud je stavba posouzena jako nová, je nutné splnit celý povolenácký proces dle Stavebního zákona. Pokud je stavba posouzena jako stavební úprava, nemusí se při splnění určitých podmínek žádat o povolení stavební úřad. [13]

Zákon č. 458/2000 Sb., § 3 odst. 3 stanoví, že „Podnikat v energetických odvětvích na území ČR mohou za podmínek stanovených tímto zákonem osoby pouze na základě licence udělené Energetickým regulačním úřadem.“ Zákon dále uvádí i případy, kdy lze podnikat bez licence. [12]

2.5 Podpora výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů

Podporu výroby elektrické energie z OZE upravuje zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. Účelem tohoto zákona je v zájmu ochrany klimatu a ochrany životního prostředí podpořit využití OZE, druhotných zdrojů a vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla, zajistit zvyšování podílu OZE na konečné spotřebě energie k dosažení stanovených cílů, přispět k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti. Dále je účelem zákona č. 165/2012 Sb. vytvořit podmínky pro naplnění závazného cíle a příspěvku ČR k podílu energie z OZE na hrubé konečné spotřebě energie v EU při současném zohlednění zájmů zákazníků na minimalizaci dopadů podpory na ceny energií pro zákazníky v ČR a vytvořit podmínky pro naplnění cílů ve využívání energie z OZE v odvětví vytápění a chlazení a v odvětví dopravy.

V této oblasti platí další důležité zákony, jako je například LEX OZE I, který je ve Sbírce zákonů ČR veden pod číslem 19/2023 Sb. Tento zákon mění zákon č. 458/2000 Sb. a nabyl účinnosti dne 24. ledna 2023. [14]

Hlavním cílem novely zákona je usnadnění výstavby OZE, tedy podpora rozvoje OZE v ČR. Novela umožňuje stavbu a provoz takovýchto zařízení o výkonu do 50 kWp, a to bez nutnosti provozovatele vlastnit licenci ERÚ. Zákon dále přináší změny i ve stavebním zákoně, jelikož je možné provést stavbu bez rozhodnutí o umístění stavby, územního souhlasu, nebo stavebního povolení. Podmínkou je, že stavba nezasahuje do nosných konstrukcí, či nemění způsob užívání stavby. Novela dále řadí instalace o výkonu menší než 1 MW mezi stavby veřejného zájmu, což by mělo urychlit povolovací proces. [14]

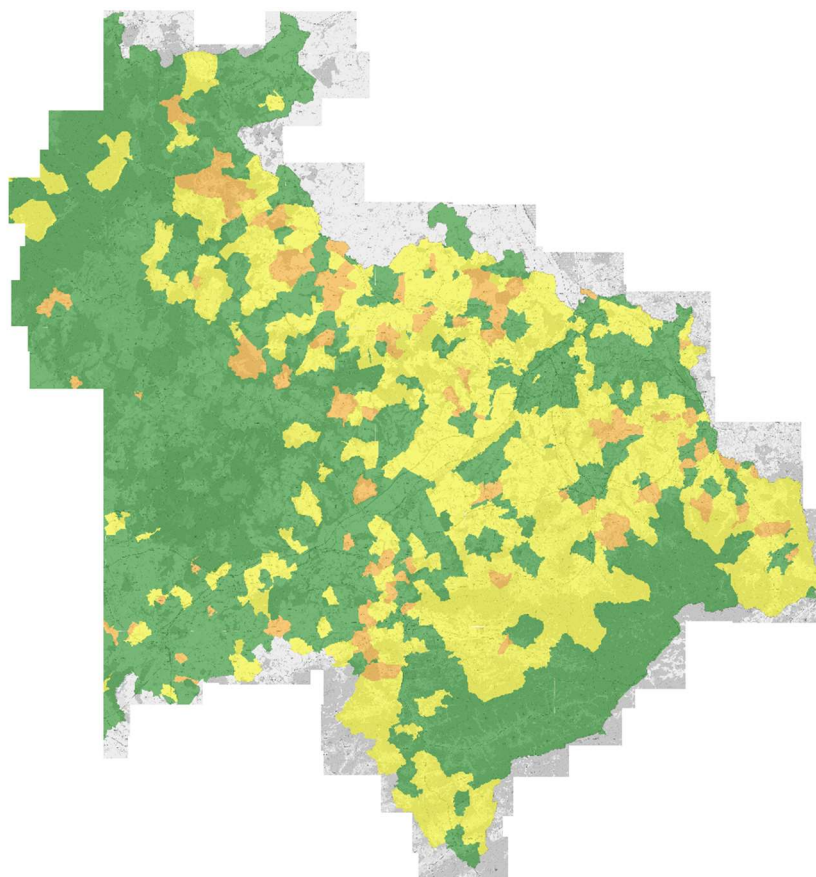
Novela zákona č. 458/2000 Sb. (označovaná jako LEX OZE II) zavádí do české legislativy koncept komunitní energetiky, tedy legislativní rámec pro vznik a fungování tzv. energetických společenství (komunitní energetika). Tato společenství umožňují domácnostem, firmám, obcím a dalším subjektům kolektivně vyrábět, spotřebovávat, sdílet a prodávat elektřinu z OZE. Cílem je decentralizace energetické výroby a posílení místní soběstačnosti v oblasti energie.

Energetická společenství mohou vlastnit nebo provozovat zařízení na výrobu energie, jako jsou FVE nebo VTE, a vzájemně sdílet přebytky energie mezi členy společenství. LEX OZE II zároveň zjednodušuje administrativní a technické překážky, které dříve omezovaly realizaci komunitních energetických projektů, a podporuje jejich rozvoj například prostřednictvím zkrácených povolovacích procesů. Tento nástroj je důležitý i pro dosažení klimatických cílů a dekarbonizace, jelikož podporuje širší zapojení veřejnosti do obnovitelné energetiky. [15]

Nad rámec legislativní podpory výroby z OZE existuje v ČR řada dotačních titulů a programů, které mají za úkol podpořit obyvatele a firmy v koupi a provozu vlastní FVE. Jednotlivé dotace se od sebe liší výší dotace, podmínkami schválení, statusem příjemce (fyzická, právnická osoba), velikostí projektu a dalšími podmínkami specifickými pro jednotlivé dotační tituly a programy. Dotační tituly a programy jsou vyhlašovány příslušnými orgány státní správy. Mezi hlavní dotační tituly v posledních letech patří například Nová zelená úsporám nebo program RES+ v rámci Modernizačního fondu.

2.6 Připojitelnost nových energetických zdrojů v kraji

Přehledová mapa (obr. 2-5) zobrazuje připojitelnost nových energetických zdrojů na hladinu velmi vysokého napětí (VVN) a vysokého napětí (VN) pomocí barevného rozhraní dvou, respektive škály tří barev. Zdáli je oblast vhodná či nevhodná pro připojení nového energetického zdroje, určují zejména parametry přenosové a distribuční soustavy v dané oblasti. Na hladiny VN a VVN se připojují zejména velké FVE instalované na volné ploše nebo na velkých průmyslových budovách. [20]



obr. 2-5 Mapa připojitelnosti v MSK ke dni 26. 10. 2024. [20]

Na obr. 2-5 je mapa MSK, která znázorňuje připojitelnost k elektrické síti provozované společností ČEZ Distribuce, a.s. Mapa je rozdělena do barevně odlišených oblastí, které reflektují různé úrovně dostupnosti připojení pro nové projekty či odběratele. Použité barvy představují jednotlivé úrovně kapacity připojení:

- **Zelené oblasti:** Tyto oblasti mají vysokou dostupnost připojení, což znamená, že v nich není potřeba žádná nebo je potřeba minimální navýšení kapacity pro napojení nových zařízení. Investoři v těchto oblastech budou mít snazší a pravděpodobně méně nákladné připojení k síti, což z nich činí atraktivní místa pro nové projekty, například solární či větrné elektrárny, průmyslové zóny, nebo developerské projekty.
- **Žluté oblasti:** Tyto oblasti mají omezenou dostupnost kapacity připojení. Pro nové projekty v těchto lokalitách může být zapotřebí menší navýšení kapacity nebo úpravy sítě, aby bylo možné zajistit stabilní připojení. Pro investory to znamená vyšší náklady nebo možnou delší dobu přípravy projektu.
- **Oranžové oblasti:** Tato místa vykazují nejnižší úroveň dostupnosti kapacity připojení, což znamená, že připojení nových projektů v těchto oblastech je výrazně omezené. Pro realizaci nových projektů v těchto lokalitách by byly zapotřebí rozsáhlejší úpravy elektrické sítě nebo posílení infrastruktury, což může být finančně a časově náročné. Tato místa jsou proto méně vhodná pro projekty, které vyžadují vysoké nároky na připojení.

Mapa na obr. 2-5 tedy poskytuje přehledné a užitečné informace pro plánování projektů, které jsou závislé na připojení k elektrické síti ČEZ, jako jsou energetické projekty využívající obnovitelné zdroje, nové výrobní závody nebo jiné rozvojové projekty. Pomáhá identifikovat regiony, kde je kapacita sítě dostatečná a kde je možné se snadno připojit, stejně jako oblasti, kde je potřeba navýšit infrastrukturu nebo provést větší úpravy pro připojení nových odběratelů.

Možnosti připojení vždy vyhodnocuje místní správa distribuční a přenosové soustavy, která posuzuje realizovatelnost každého jednoho projektu vzhledem k volným kapacitám dané oblasti. Mapa nezohledňuje informace o distribuční kapacitě na hladině NN, a tedy o připojitelnosti většiny dnes nově připojovaných FVE.

Z obr. 2-5 vyplývá, že východní část MSK má dostatečné volné kapacity pro připojení FVE na hladinu VN a VVN. Existují však lokality, kde je připojení již v současné době problematické (oranžové oblasti na obr. 2-5).

2.7 Selektce pozemků a výsledná plocha

Relevantní informace o pozemcích a stavbách poskytují jednotlivé organizační složky státu, státní organizace a úřady. Data potřebná pro účely této studie jsou převážně obsahem evidence Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního – Katastru nemovitostí (KN). Získané informace o pozemcích a stavbách byly následně selektovány dle nastavených parametrů.

Nemovité věci jsou dle § 498 zákona č. 89/2012 Sb., občanského zákoníku definovány jako pozemky a podzemní stavby se samostatným účelovým určením, jakož i věcná práva k nim, a práva, která za nemovité věci prohlásí zákon. Stanoví-li zákon, že určitá věc není součástí pozemku a nelze-li takovou věc přenést z místa na místo bez porušení její podstaty, je i tato věc nemovitá.

Evidenci nemovitých věcí se podle zákona č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální zákon) zabývá KN, což je veřejný seznam, který obsahuje soubor údajů o nemovitých věcech (nemovitostech).

2.7.1 Katastr nemovitostí České republiky

KN ČR je soubor údajů o nemovitostech v ČR zahrnující jejich soupis, popis a geometrické a polohové určení a rovněž vlastnosti a parametry jednotlivých nemovitostí. Jeho součástí je evidence vlastnických a jiných věcných práv a dalších, zákonem stanovených, práv k těmto nemovitostem. KN obsahuje řadu důležitých údajů o pozemcích a vybraných stavbách a o jejich vlastnících. [21]

KN je veden jako informační systém o území ČR převážně počítačovými prostředky, kde základní územní jednotkou je katastrální území a jeho operát mimo jiné tvoří:

- **Soubor geodetických informací**, který zahrnuje katastrální mapu (včetně jejího číselného vyjádření ve stanovených katastrálních územích).
- **Soubor popisných informací**, který zahrnuje údaje o katastrálních územích, o parcelách, o stavbách, o bytech a nebytových prostorech, o vlastnících a jiných oprávněných, o právních vztazích a právech a skutečnostech, stanovených zákonem.

2.7.2 Registr územní identifikace, adres a nemovitostí

RÚIAN je jedním ze základních registrů veřejné správy. Je veřejným seznamem, nevede žádné informace o právnických osobách ani žádné osobní údaje o fyzických osobách a je jedinečným zdrojem adres nejen pro veřejnou správu. Obsahuje také údaje o územních prvcích, územně evidenčních jednotkách a jejich vzájemných vazbách. Správcem i provozovatelem RÚIAN je Český úřad zeměměřický a katastrální. [22]

Databáze RÚIAN obsahuje údaje o těchto základních územních prvcích (§ 31 zákona č. 111/2009 Sb., zákon o základních registrech, v platném znění):

- území státu,
- území regionu soudržnosti podle jiného právního předpisu,
- území vyššího územního samosprávného celku,
- území kraje,
- území okresu,
- správní obvod obce s rozšířenou působností (ORP),
- správní obvod obce s pověřeným obecním úřadem,
- území obce,
- území vojenského újezdu,
- správní obvod v hlavním městě Praze,
- území městského obvodu v hlavním městě Praze,
- území městské části v hlavním městě Praze,
- území městského obvodu a městské části územně členěného statutárního města,
- katastrální území,
- území základní sídelní jednotky,
- stavební objekt,
- adresní místo,
- pozemek v podobě parcely,
- část obce,
- ulice nebo jiné veřejné prostranství,
- volební okrsek.

Poskytování údajů z Registru územní identifikace, adres a nemovitostí (veřejný seznam)

Nahlížet a získávat data z RÚIAN lze přes aplikaci Veřejný dálkový přístup (VDP). Přístup do aplikace VDP je zdarma a není třeba registrace. Poskytovaná data z VDP jsou rovněž zdarma. Data poskytovaná prostřednictvím VDP nejsou referenční. Mají pouze informativní charakter. [23]

Id	Kmenové Číslo	Pododdělení Číslo	Výměra Parcely	Způsoby Využití Pozemku	Druh Číslování Kod	Druh Pozemku Kod	Katastrální Území Kod	PlatiOd	Bonitovaný Díl Výměra	Bonitovaná Jednotka Kod	Díl Ochrany Kod	Způsob Ochrany Kod	Způsob Ochrany Typ Kod
1													
2	53520724010	433	9	1502		2	7	682683	18.08.2020 0:00	[1502]	[64911]	[27]	[6]
3	84361170010	846		176		1	13	682683	09.06.2021 0:00				
4	59106092010	956	9	256		2	5	682683	15.02.2023 0:00	[256]	[64811]	[27]	[6]
5	57486409010	1513	50	6	16	2	14	682683	16.02.2017 0:00				
6	57486410010	1514	1	567	17	2	14	682683	16.02.2017 0:00				
7	57486411010	1514	2	78	17	2	14	682683	16.02.2017 0:00				
8	57486414010	252	9	26	17	2	14	682683	16.02.2017 0:00				
9	57486412010	1620	1	121		2	5	682683	16.02.2017 0:00	[121]	[64911]	[27]	[6]
10	57486413010	1620	2	2		2	5	682683	16.02.2017 0:00	[2]	[64911]	[27]	[6]
11	35773586010	950	6	53		2	7	682683	19.12.2013 0:00	[53]	[64811]	[27]	[6]
12	86187233010	1121	3	11		2	7	682683	20.07.2021 0:00	[11]	[62411]	[27]	[6]
13	86187234010	1122	5	245		2	5	682683	20.07.2021 0:00	[245]	[62411]	[27]	[6]
14	32164638010	771		75		1	13	682683	08.08.2013 0:00				
15	68038049010	1519	5	30	17	2	14	682683	11.12.2019 0:00				
16	67323165010	812		172		1	13	682683	13.11.2018 0:00				
17	24551992010	756		117		1	13	682683	08.02.2021 0:00				
18	77246792010	832		143		1	13	682683	21.02.2020 0:00				
19	76226672010	267	5	1253		2	7	682683	30.12.2019 0:00	[1253]	[64811]	[27]	[6]
20	67144891010	1740		377	26	2	14	682683	06.03.2018 0:00				
21	67144892010	1741		183	26	2	14	682683	06.03.2018 0:00				
22	67144893010	1451	9	96		2	2	682683	06.03.2018 0:00	[96]	[64811]	[27]	[6]
23	67144894010	1451	10	128		2	5	682683	16.08.2018 0:00	[128]	[64811]	[27]	[6]
24	67144895010	1451	11	24		2	7	682683	06.03.2018 0:00	[24]	[64811]	[27]	[6]
25	67144896010	1454	5	96		2	7	682683	06.03.2018 0:00	[96]	[64811]	[27]	[6]
26	69166637010	1530	3	42	17	2	14	682683	31.10.2018 0:00				
27	2088042804	1093	4	1043		2	5	682683	21.10.2014 0:00	[1043]	[62411]	[27]	[6]
28	23528116010	202	1	599		1	13	682683	28.05.2012 0:00				
29	2088567804	1570	2	805		2	7	682683	14.05.2012 0:00	[805]	[64811]	[27]	[6]
30	2088351804	1451	1	2873		2	2	682683	06.03.2018 0:00	[2873]	[64811]	[27]	[6]
31	2088356804	1451	6	76	17	2	14	682683	21.05.2012 0:00				

obr. 2-6 Ukázka dat nemovitosti získaných z VDP. [23]

Data o nemovitostech lze získat ve formátu CSV (obr. 2-6). Všechny informace jsou zapsány pod číselným kódovým označením a jejich významy jsou vysvětleny v pozdějších kapitolách.

2.7.3 Vstupní data

Data obsažená v databázi RÚIAN jsou data KN. Datové sady však obsahují jen číselné kódy (obr. 2-6). Tyto kódy vyjadřují jednotlivé atributy, jež jsou uvedeny ve vyhlášce č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška) následovně:

Kódy druhu pozemku, způsobu využití pozemku a budov, typ a způsob ochrany nemovitosti

Druh pozemku (příloha 1. Druh pozemku.) a způsob využití (příloha 2. Způsob využití pozemku.) pozemku vyjadřují vzájemně velmi propojené parametry. Druh pozemku vyjadřuje, zdali je pozemek stavebního či zemědělského charakteru. Způsob využití pozemku pak blíže specifikuje, za jakým účelem je pozemek využíván. Typ a způsob ochrany nemovitosti vyjadřuje, jestli a jak je budova chráněna z hlediska památkové péče. U typu a způsobu ochrany nemovitosti se práce dále řídí vyhláškou č. 346/2022 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška), ve znění pozdějších předpisů. Tato úprava mění způsoby ochrany nemovitostí a to tak, že některé způsoby ochrany přidává, ale taktéž ruší. Data RÚIAN se však neaktualizují hned a nějakou dobu trvá, než se změna vyhlášky projeví, a proto bylo uvažováno jak se starou, tak s novou podobou vyhlášky č. 357/2013 Sb. [24]

Typ a způsob ochrany nemovitosti (příloha 3. Typ a způsob ochrany nemovitosti.) je poslední, pro tuto práci validní, informace o pozemku. Katastrální vyhláška v současné době rozlišuje celkem osm typů ochrany nemovitosti, které jsou dále konkretizovány.

Ochrana zemědělského půdního fondu

Ochranu zemědělského půdního fondu (ZPF) upravuje zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. ZPF tvoří pozemky zemědělsky obhospodařované. Těmi jsou orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, trvalé travní porosty a půda, která byla a má být nadále zemědělsky obhospodařována, ale dočasně obdělávána není (dále jen „zemědělská půda“).

Dle § 3 tohoto zákona je mj. zakázáno užívat zemědělskou půdu k nezemědělským účelům bez souhlasu s odnětím ze ZPF s výjimkou případů, kdy souhlasu není třeba. Tato podmínka se týká i výstavby FVE. Stanovuje se pět tříd ochrany (I. až V.) podle kódu bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ). Pro každou třídu jsou vyjmenovány BPEJ ve vyhlášce č. 48/2011 Sb., o stanovení tříd ochrany.

BPEJ slouží k hodnocení produkční schopnosti zemědělských půd a podmínek jejich nejučelnějšího využití. BPEJ je charakterizována pětimístným číselným kódem (tab. 2-1). Vymezuje se 2 140 kódů BPEJ. Kódy BPEJ jsou dány vyhláškou č. 227/2018 Sb., o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu pro jejich vedení a aktualizaci. [25]

tab. 2-1 Koncept značení BPEJ. [24]

Označení kódu BPEJ	Pořadí číslice v kódu BPEJ	Označuje	Rozsah hodnot
X.xx.xx	1.	kód klimatického regionu	0-9
x.XX.xx	2. a 3.	kód hlavní půdní jednotky (HPJ)	1-78
x.xx.Xx	4.	sdílený kód sklonitosti a expozice	0-9
x.xx.xX	5.	sdílený kód skeletovitosti a hloubky půdy	0-9

Popis systému kódování pro BPEJ, který se používá pro klasifikaci pozemků na základě klimatických a půdních charakteristik, je uveden v tab. 2-1.

Každá kombinace těchto pěti číslic tvoří jedinečný BPEJ kód, který poskytuje komplexní informaci o klimatických a půdních podmínkách daného území. Tento kód je základním nástrojem pro posouzení kvality půdy a pro rozhodování o jejím vhodném využití. Díky tomuto systému mohou zemědělci, plánovači a další odborníci efektivně hodnotit potenciál půdy a určovat nevhodnější typy plodin nebo způsoby využití pro konkrétní území.

Klimatický region zahrnuje území s přibližně shodnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin. Vymezení klimatických regionů bylo provedeno na základě mnoha kritérií, jako jsou: suma průměrných denních teplot rovných nebo vyšších než 10 °C, průměrné roční teploty a průměrné teploty ve vegetačním období, průměrný úhrn ročních srážek a srážek ve vegetačním období, pravděpodobnost výskytu suchých vegetačních období atd. Tyto údaje byly zpracovány Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) z údajů let 1901–1950. Na základě zevšeobecnění

uvedených podkladů bylo pro ČR vymezeno deset klimatických regionů (kód 0–9) se základním členěním na oblast velmi teplou, teplou, mírně chladnou a chladnou s podtříděním subregionů na suchý, mírně suchý, mírně vlhký a vlhký. [25]

Hlavní půdní jednotka (HPJ) je definována jako syntetická agronomizovaná jednotka charakterizovaná účelovým (agronomickým) seskupením genetických půdních typů, subtypů, půdotvorných substrátů, zrnitosti, hloubky půdy, typem a stupněm hydromorfizmu a reliéfem území. Klasifikační soustava bonitace představuje 78 HPJ, které z geneticko-agronomického hlediska tvoří 13 základních skupin. [25]

Sdružený kód sklonitosti a expozice tvoří kombinace stanovištních faktorů sklonitosti a expozice. Oba faktory spolu vzájemně souvisí a společně se podílejí na kvalitě dané výsledné BPEJ. Sklonitost území ovlivňuje obhospodařování pozemku (použití zemědělských strojů, agrotechniky apod.), s tím souvisí např. riziko zvýšené eroze na svažitém území. Podobně expozice pozemku ovlivňuje i vegetační podmínky vzhledem k rozdílným teplotám, osvitů a následně i srážkám. Sklonitost pozemku se v terénu zjišťuje použitím sklonoměru, expozice z mapových podkladů či kompasu. [25]

Sdružený kód skeletovitosti a hloubky jsou dvě velmi blízké charakteristiky, které významně ovlivňují hospodaření na půdě a její funkce. Obsah skeletu je vyjádřen celkovým objemovým obsahem šterku (pevné částice hornin od 4 do 30 mm) a kamene (pevné částice hornin nad 30 mm). Hloubka půdy vyjadřuje hloubku části půdního profilu omezenou buď pevnou horninou, nebo silnou skeletovitostí. [25]

2.7.4 Selekce pozemků

Hlavní filtrační metoda pro selekci pozemků pro potřeby této studie vycházela z datové sady RÚIAN. Selekce dle této sady byla vybrána proto, že každý pozemek tato data obsahuje a lze dle nich rychle klasifikovat, zda pozemek je, či není vhodný pro stavbu FVE.

Selekce pozemků dle druhu a způsobu využití pozemku, typ a způsob ochrany pozemku

Druh pozemku a způsob využití pozemku vyjadřují vzájemně propojené parametry. Druh pozemku vyjadřuje, zdali je pozemek stavebního či zemědělského charakteru. Způsob využití pozemku pak blíže specifikuje, za jakým účelem je pozemek využíván. Typ a způsob ochrany pozemku vyjadřuje, jestli a jak je pozemek chráněn z hlediska památkové péče. Parametry pozemků vhodných pro výstavbu FVE jsou uvedeny v tab. 2-2, tab. 2-3 a tab. 2-4. Definice uvedené v tab. 2-2, tab. 2-3 a tab. 2-4 jsou převzaty z vyhlášky č. 357/2013 Sb., vyhláška o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška). [40]

tab. 2-2 Číselník RÚIAN – Druhy pozemků – selekce. [24]

Druh pozemku		
Kód	Název	Charakteristika druhu pozemku pro účely KN
2	orná půda	Pozemek obdělávaný za účelem produkce plodin nebo pozemek, který je k dispozici pro rostlinnou výrobu, ale je ponechán ladem, případně pozemek, který je dočasně zatravněn v rámci systému střídání plodin.
7	trvalý travní porost a trvalé pastviny	Pozemek využívaný k pěstování trav nebo jiných bylinných píceň, který nebyl zahrnut do systému střídání plodin po dobu pěti let nebo déle a na kterém se mohou vyskytovat rozptýlené stromy a keře, případně jejich skupiny, pokud trávy a jiné bylinné píceňiny i nadále převažují.
13	zastavěná plocha	Pozemek, na němž je a) budova včetně nádvoří (tj. části zastavěného stavebního pozemku obsahující dvůr, vjezd, drobné stavby, bazén, zatravněné plochy, okrasné záhony a jiné přiléhající plochy, které slouží k lepšímu užívání stavby), vyjma skleníku, který je v KN evidován jako budova, postaveného na zemědělském nebo lesním pozemku, a vyjma budovy postavené na lesním pozemku a budovy evidované na pozemku vodní plocha, b) společný dvůr, c) zbořeniště, d) vodní dílo.
14	ostatní plocha	Pozemek neuvedený v předcházejících druzích pozemků.

Pozemky jsou v katastru nemovitosti označovány kódy, kde každý kód odpovídá specifickému charakteru pozemku. Popis kódů pozemků vhodných pro stavbu FVE je zobrazen v tab. 2-2. Momentální užití vybraných typů pozemků zajišťuje dostatečné množství volného prostoru a jejich podloží zajistí proveditelnost i po technické stránce. Ostatní pozemky byly vyňaty z důvodu nevhodného podloží, obsazenosti nebo jejich využití pro rekreaci.

tab. 2-3 Číselník RÚIAN – Způsob využití pozemku – selekce. [24]

Způsob využití pozemku			
Kód	Název	Význam	Ke druhu pozemku
26	jiná plocha	Pozemek nevyužívaný žádným z ostatních vyjmenovaných způsobů včetně pozemku, na kterém je postavena stavba, která se v KN neeviduje.	
29	fotovoltaická elektrárna	FVE	2 až 14
30	mez, stráž	Mez, stráž, úvoz, příkop.	2 až 14

Pozemky s vhodným využitím pro stavbu FVE jsou uvedeny tab. 2-3. Ostatní pozemky buď již obsahovaly technické zařízení (skleník, sportoviště, dráha, silnice...), byly plně obsazené přírodním porostem (les, školka...), slouží občanské rekreaci a vybavenosti (zeleň, rekreační plocha, pohřebiště...), mají podloží, které znemožňovalo provedení stavby jakéhokoli druhu (vodní nádrž, zbořeniště, skládka...) nebo jsou jinak nevhodné.

Pozemky, na kterých FVE již stojí, byly také započítány. Současný instalovaný výkon těchto FVE však není možné zjistit. Bylo proto uvažováno, jako kdyby na pozemku žádná FVE nebyla a byla nově počítána dle metody v této studii.

tab. 2-4 Číselník RÚIAN – Typ a způsob ochrany pozemku – selekce. [24]

Typ a způsob ochrany pozemku			
Kód typu	Zkrácený název typu ochrany	Kód způsobu	Zkrácený název způsobu ochrany
3	ochrana přírod. léčeb. lázní a přírod. léčivého zdroje	20	vnitřní lázeňské území
		21	přír. léč. zdroj nebo zdroj přír. miner. vody stolní
		22	ochr. pásmo 1. st. nebo užší prozatímní ochr. pásmo přír. léčiv. zdroje nebo přír. miner. vody stolní
4	ochrana nerostného bohatství	23	chráněné ložisk. území, popř. dobýv. prostor, nebo území zvl. zásahu do zem. kůry
6	jiná ochrana pozemku	27	ZPF
7	ochrana vodního díla	28	ochranné pásmo vodního díla
8	ochrana vodního zdroje	29	ochranné pásmo vodního zdroje (zrušeno 21. dubna 2002)
		32	ochranné pásmo vodního zdroje 1. stupně
		33	ochranné pásmo vodního zdroje 2. stupně

Selekce pozemků dle způsobu ochrany byla provedena na základě kvalifikovaného posouzení jednotlivých kategorií. Na základě odborného posudku byly vybrány kategorie ochrany pozemku, které stavba FVE nijak neovlivňuje, ba neohrožuje význam ochrany, pro který byla ochrana daného pozemku poskytnuta. Tabulka (tab. 2-4) obsahuje ochrany pozemků, jež prošly kvalifikovaným zhodnocením a vyhovují požadavkům stavby FVE.

Selekce pozemků podle kódu BPEJ

Třídy ochrany ZPF stanovuje vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 48/2011 Sb., ve znění vyhlášky č. 150/2013 Sb. Zákon definuje pět tříd ochrany ZPF na základě zařazení do BPEJ. Pro tuto práci byly využity jen pozemky s třídou ochrany ZPF III, IV a V. Pozemky s třídou ochrany ZPF I a II byly vyřazeny, a to z důvodu schváleného zákona č. 149/2023 Sb., kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o jednotném environmentálním stanovisku a zákona č. 284/2021 Sb., kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím stavebního zákona s platností od roku 2024, zakazující stavbu FVE na pozemcích třídy ochrany ZPF I a II. [26]

2.7.5 Technické zpracování dat

Pro velké množství dat z databáze RÚIAN a požadavků, jež jsou kladeny pro selekci pozemků a budov, bylo potřeba automatického nástroje, který by takto obsáhlý balíček zpracoval. Jelikož data z databáze RÚIAN jsou dostupná ve formátu XML, byl jako nástroj zvolen program QGIS. Tento program umí pracovat s prostorovými daty a pomocí příkazového řádku tato data přepracovat dle požadavků. [27]

Jako první krok program vyseparoval pozemky dle druhu pozemku a způsobu využití pozemku a následně dle kódu BPEJ a ZPF. Podmínky separace jsou vysvětleny výše. Pozemky, které obsahovaly více jak jednu třídu ochrany ZPF, byly separovány zvlášť. Pokud alespoň část daného pozemku spadala pod třídu ochrany ZPF III, IV a V, byla daná část pozemku zachována. Zbytek pozemku, tedy ta část pozemku, jež spadala pod třídu ochrany ZPF I a II, nebyla použita.

Shlukování pozemků

Po provedení předchozího kroku již zbyly pouze pozemky, jež by bylo teoreticky možné stoprocentně zastavět FVE panely. Pro další zpracování však není výhodné mít nespočet malých pozemků, jelikož by to znamenalo komplikace a ve výsledku i menší zastavěnost ploch. Pro práci je mnohem výhodnější mít co nejmenší množství co největších jednolitých ploch. Proč je tento krok tak důležitý, je vysvětleno dále v textu.

Aby mohly být pozemky sloučeny do jednoho shluku, musí splňovat podmínku, že alespoň dva pozemky spolu musí sdílet alespoň jednu stranu (pokud spolu sdílí pouze bod, jsou vnímány jako neslučitelné). Pokud je tato podmínka splněna, jsou tyto dva pozemky sloučeny do jednoho shluku. Takto program postupuje dál, dokud má co shlukovat. Příklad shlukování je znázorněn na obr. 2-7. Od tohoto kroku budou pozemky vnímány jakožto shluky, a ne jako jednotlivé pozemky, ze kterých se daný shluk skládá.



obr. 2-7 Srovnání původních a shlukovaných parcel (shodný výřez mapy). Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Výřez z mapy na obr. 2-7 ukazuje dvakrát identickou část mapy. V levé části je původní mapový podklad, kde jsou vidět jednotlivé parcely použitelné pro stavbu FVE (zelená barva). V pravé části

obrázku je již upravená mapa, kde byly všechny uvažované sousedící pozemky shluknuty do jedné parcely (modrá barva), dle výše popsaných kritérií.

Selekce plochy v aktivní záplavové zóně

Zákon č. 254/2001 Sb., zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) zakazuje provádět stavby v záplavových územích s výjimkou vodních děl. Jelikož však mnoho shluků do těchto záplavových území zasahuje, bylo nutné tato území ze shluků vyloučit. Údaje o záplavových územích byly převzaty ze stránek Hydroekologického informačního systému (HEIS VÚV), který spravuje Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. [28] Tento systém poskytuje aktuální a přesná data o rozsahu záplavových území, která jsou podkladem pro územní plánování a rozhodovací procesy.



obr. 2-8 Extrakce pozemků v záplavových oblastech. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Způsob, jakým jsou vymezovány pozemky v záplavových oblastech, je zobrazen na obr. 2-8. Toto je důležité pro územní plánování a zajištění, že navrhované stavby nebudou kolidovat s právními předpisy, konkrétně s vodním zákonem č. 254/2001 Sb., který omezuje stavební aktivity v záplavových územích.

- **Růžovou barvou** jsou na mapě vyznačeny konkrétní pozemky.
- **Modrou barvou** jsou vyznačeny oblasti, které jsou identifikovány jako záplavová území.

Tyto barevné oblasti pomáhají jasně vymezit území, která jsou vystavena riziku záplav. Záplavová území se zde dělí na jednotlivé parcely a tím je možné určit, kde jsou pozemky vhodné pro případné stavební projekty a kde naopak platí omezení kvůli riziku zaplavení.

Selekce plochy zasažené ochrannými pásmy inženýrských sítí

Na základě dat poskytnutých Moravskoslezským energetickým centrem, příspěvkovou organizací byla vypracována přesná data o poloze elektrického vedení, plynovodů, produktovodů, vodovodů a sdělovacích sítí. Tyto sítě byly následně rozšířeny a příslušná ochranná pásma dle zákona č. 458/2000 Sb. Ochranná pásma všech inženýrských sítí byla proložena dosud vhodným územím, ze kterého byly překryvy odebrány.



obr. 2-9 Extrakce plochy zasažené el. vedením a plynovody (shodný výřez mapy). Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 2-9 je znázorněn proces extrakce ploch zasažených elektrickým vedením a plynovody. Tento proces ukazuje způsob, jakým jsou v mapách vymezovány oblasti, které jsou ovlivněny přítomností těchto infrastrukturních prvků, a jak je následně možné tyto plochy odstranit (extrahovat) z mapy, aby byly zřetelné pro účely plánování nebo správy.

V levé části obrázku je znázorněn výchozí stav, kde jsou barevně odlišeny jednotlivé typy infrastruktury:

- Červenou barvou jsou označena elektrická vedení. Tato vedení mohou představovat riziko pro okolní zástavbu a je třeba kolem nich dodržovat ochranná pásma.
- Růžovou barvou jsou označeny plynovody. Stejně jako elektrická vedení i plynovody vyžadují specifická ochranná pásma z důvodu bezpečnosti a provozních podmínek.

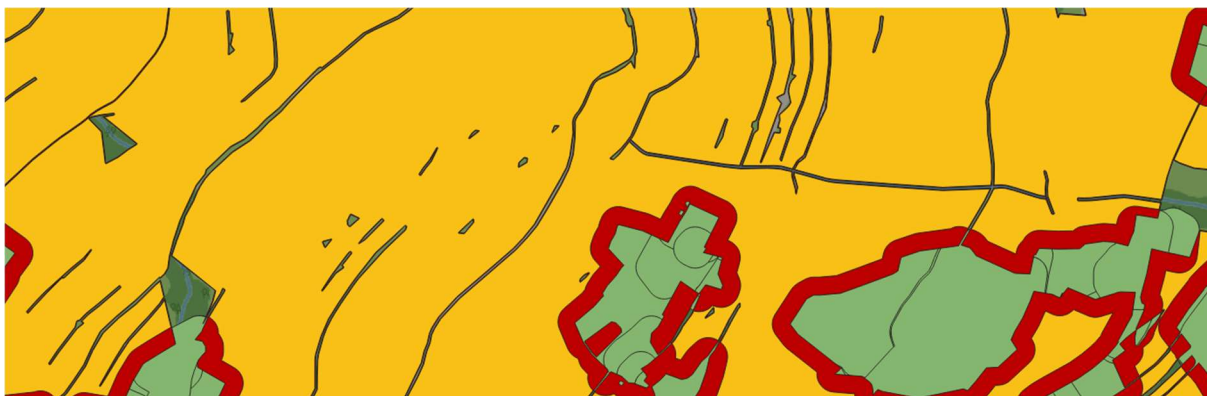
Tato barevná označení ukazují, kde jsou tyto prvky v krajině přítomné, což je důležité pro identifikaci potenciálně zasažených pozemků nebo oblastí, které mohou být omezené z hlediska využití.

V pravé části obrázku je znázorněna stejná oblast po provedení tzv. „extrakce ochranných pásem“. To znamená, že plochy zasažené ochrannými pásmy kolem elektrického vedení a plynovodů byly z mapy odstraněny (nebo vynechány), což umožňuje jasnější přehled o nezasažených pozemcích a lepší plánování z hlediska urbanismu, bezpečnosti a ochrany životního prostředí.

Selekce ochranného pásma lesa

Ochranné pásmo lesa není v zákoně č. 289/1995 Sb., zákon o lesích a o změně některých zákonů jasně definováno. Je však řečeno, že k umístění stavby do 50 metrů od okraje pozemku určeného k plnění funkce lesa musí obecní úřad vydat souhlas. Z interního průzkumu však vyšlo najevo, že tento souhlas je při umísťování FVE velmi striktní a jakákoliv výjimka je zcela ojedinělá. Proto byla tato hranice 50 m striktně dodržena i v této práci.

Z dat parcel (RÚIAN) byly vyseparovány parcely vedené jako lesy. Následně byl kolem tohoto území vytvořen 50 metrů široký lem, který tvoří ochranné pásmo lesa, ve kterém není možno stavět. Jedná se tedy o další nevhodné území, které bylo odebráno.



obr. 2-10 Extrakce plochy zasažené ochranným pásmem lesa ze shluků. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

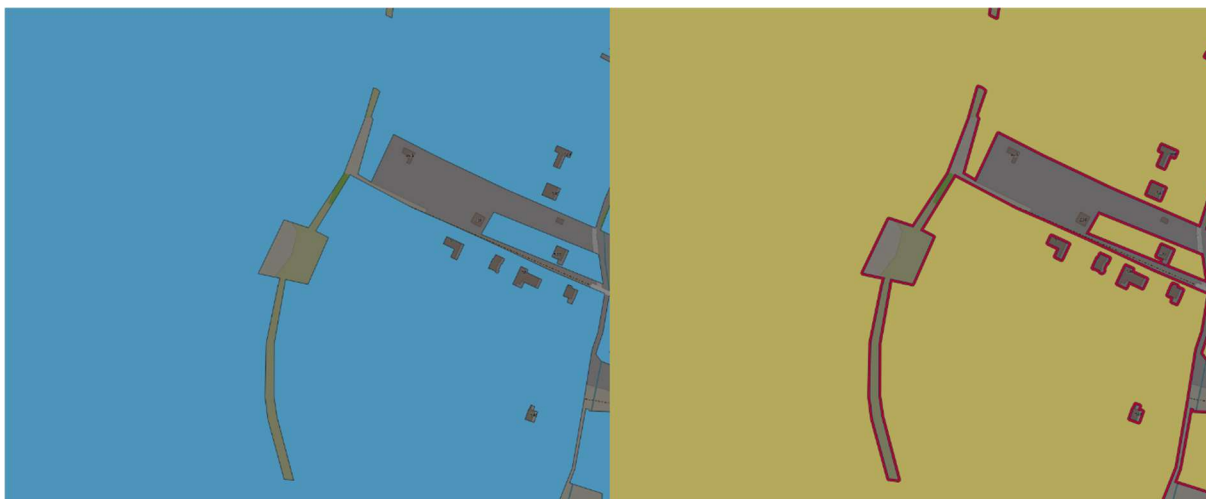
Postup, jakým jsou pozemky vymezené jako lesní a jejich ochranná pásma extrahována z celkové plochy zasažené parcely, je znázorněn na obr. 2-10. Tento postup se používá k vyhodnocení území, kde platí omezení výstavby kvůli přítomnosti lesa a jeho ochranného pásma.

- Červenou barvou jsou označeny oblasti, které budou z celkové výměry odebrány, protože se nacházejí v ochranném pásmu lesa. Tato území nelze využívat pro určité typy staveb a aktivit, aby byla zachována ochrana lesního prostředí.
- Zelenou barvou je vyznačeno samotné ochranné pásmo lesa, což je pás kolem lesa (v tomto případě šířky 50 metrů), kde je omezena možnost výstavby a dalších aktivit kvůli ochraně přírody.
- Žlutou barvou jsou označeny parcely nebo shluky parcel, které jsou dotčeny ochranným pásmem lesa.

Kolem lesních ploch je často stanoveno ochranné pásmo, které chrání ekosystém lesa a přispívá k zachování jeho ekologické stability. Toto ochranné pásmo omezuje nebo zakazuje stavební činnost, aby nedošlo k narušení lesního prostředí. V tomto případě je vytvořen 50 metrů široký lem kolem lesních parcel, který zahrnuje plochu chráněnou před potenciální výstavbou.

Selekce okraje parcel

Jako poslední krok byl ze všech shluků parcel odebrán okrajový pás o šířce 2 m (obr. 2-11). Okraj o šířce 2 m byl vybrán z důvodu odstupové vzdálenosti o velikosti 2 m od hranice pozemku vepsané v zákoně č. 283/2021 Sb., stavební zákon. Právě zde se ukazuje výhoda spojení pozemků do větších celků, protože v případě většího množství menších pozemků by tato ztráta byla mnohem vyšší. Odebrané okraje některé shluky rozdělily, což znamená nárůst v jejich počtu. Celková rozloha všech shluků parcel touto úpravou samozřejmě poklesla (tab. 2-5).



obr. 2-11 Srovnání shluků s odebráním dvoumetrového okraje (shodný výřez mapy). Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Ilustrace srovnání shluků parcel před a po odebrání dvoumetrového okraje je zobrazena na obr. 2-11. Tato vizualizace se zaměřuje na vymezení a úpravu hranic pozemků za účelem splnění ochranných požadavků.

- Levá část obrázku zobrazuje shluk parcel s původními hranicemi bez jakékoliv úpravy, tedy v původním stavu.
- Pravá část obrázku zobrazuje stejnou oblast po odebrání dvoumetrového okraje, což představuje úpravu hranic za účelem vytvoření určitého ochranného pásma nebo vymezení bezpečného prostoru kolem pozemků.

Selekce pozemků s rozlohou do 2 000 m²

V datech se stále vyskytovaly parcely, které se svou rozlohou pohybují pod hranicí toho, co by se dalo považovat za výhodné pro plánování instalace FVE. Jako hranice byla zvolena hodnota 2 000 m². Na pozemky rozměru menšího než 2 000 m² není technicky možné instalovat dostatečný počet FV panelů tak, aby celkový instalovaný výkon zajistil ekonomickou návratnost. Při výstavbě FVE je nutné respektovat ochranná pásma, která snižují celkovou plochu využitelnou k instalaci FV panelů, dále je nutné vyčlenit plochu na instalaci technologií nutných k provozu FVE. U pozemků menších než 2 000 m² je poměr mezi plochou technicky využitelnou k instalaci FV panelů a plochou, kterou využít nelze, příliš malý, a tudíž je instalace v těchto podmínkách ekonomicky nevýhodná.

2.7.6 Přehled fází extrakce pozemků

V kapitole 2.7.5 studie je proces zpracování dat pozemků popsán společně s uvedením konkrétních výstupů pro jednotlivé kroky selekce. Postup je rozčleněn na několik kroků, v nichž je uveden aktuální stav z pohledu počtu pozemků a celkové plochy pozemků. Zároveň jsou hodnoty procentuálně srovnány s původním stavem.

V tab. 2-5 jsou uvedeny informace o vlivu jednotlivých redukcí pozemků dle zvolených kritérií, přičemž jsou uvedeny hodnoty počtu parcel a jejich výměry po jednotlivých krocích separace. Největší vliv na redukcii výměry měla separace pozemků dle druhu, způsobu využití a ochrany pozemků. Další výraznější redukce nastala po odebrání ochranného pásma lesa. Po odebrání plochy, jež je legislativně a technicky nezastavitelná, došlo k redukcii zastavitelné plochy na 25 % z počáteční výměry, kterou

představovala celková plocha MSK. Stále se však jedná o výměru o velikosti 1 400 000 000 m², neboli 1 400 km², což je zmíněných 25 % celkové plochy MSK. [29]

Počet parcel a jejich plocha k počátečnímu stavu není od kroku shlukování validní, jelikož došlo k ovlivnění počtů prvků právě tímto krokem. Shlukování však nemělo žádný vliv na celkovou výměru, a výměra tedy zůstává nadále validní.

tab. 2-5 Souhrnná tabulka jednotlivých kroků extrakce pozemků. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Krok	Počet parcel	Celková výměra (m ²)	Počet parcel k poč. stavu (%)	Plocha výměry k poč. stavu (%)
Počáteční stav	1 650 268	5 430 606 785	100,0	100,00
Selekce dle druhu pozemku	430 137	2 066 955 558	26,06	38,06
Odebrání parcel bez hranic	426 655	2 052 568 072	25,85	37,80
Odebrání nesouvislých parcel	426 648	2 052 401 013	25,85	37,79
Shlukování parcel	75 806	2 052 401 013	4,59	37,79
Odebrání záplavové plochy	75 711	2 012 436 027	4,59	37,06
Odebrání inženýrských sítí	169 143	1 869 582 220	10,25	34,43
Odebrání o. p. lesa 50 m	150 043	1 489 812 778	9,09	27,43
Odebrání 2m okraje	116 830	1 406 663 182	7,08	25,90
Odebrání do 2 000 m ²	32 640	1 381 004 081	1,98	25,43

Na prvním řádku tab. 2-5 je zobrazena počáteční rozloha celého regionu MSK a počet všech uvažovaných parcel. Každý následující řádek poté z původní rozlohy ubere dle zadaného kritéria konkrétní část. Tato odebraná část je v posledních dvou sloupcích vyčíslena i procentuálně vzhledem k prvnímu řádku tabulky.

Poslední řádek tab. 2-5 obsahuje informace, které jsou následně využity v další části studie k analýze potenciálu FVE v MSK.

Rozdělení do skupin podle výměry

Při analýzách pozemků bylo žádoucí stanovit, jak moc je odlišná využitelnost jednotlivých pozemků s ohledem na rostoucí výměru. Byl proto zpracován histogram četnosti výskytu parcel o dané výměře a pro každou skupinu parcel byl stanoven průměrný koeficient využitelnosti plochy. Detekovatelný rozdíl využitelnosti vykazovaly pozemky s plochou nad 40 000 m², proto došlo k dalšímu rozdělení právě podle této limitní hodnoty.

tab. 2-6 Rozdělení pozemků na skupiny podle výměry. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Skupina	Počet parcel	Celková výměra (m ²)
Parcely do 40 000 m ²	25 709	268 753 082,00
Parcely nad 40 000 m ²	6 931	1 112 250 995,80

Z tab. 2-6 je jasně patrné, že počet malých shluků několikanásobně převyšuje počet shluků velkých. Ovšem jejich celková výměra je násobně menší. Důvodem je fakt, že bezmála 10 000 shluků má velikost plochy menší než 5 000 m². To představuje bezmála jednu třetinu celkového počtu parcel. Jejich celková výměra však nedosahuje ani 4 % z celkové výměry. Podrobněji je tato problematika diskutována v kapitole 2.9.3.

Rozložení vypočtené výměry na obce s rozšířenou působností

Území MSK je z hlediska administrativních pravomocí rozděleno na ORP. Cílem studie je odhad potenciálu FVE v rozlišení na jednotlivé ORP. Rozdělení MSK na ORP je zobrazeno na obr. 2-12.



obr. 2-12 Rozdělení MSK na ORP. Zdroj: Český statistický úřad.

Mapa na obr. 2-12 znázorňuje administrativní členění MSK v ČR. Je zde vyznačeno rozdělení na obce s rozšířenou působností (ORP) a okresy. Každá barva označuje správní obvod jednotlivého ORP, zatímco tlusté čáry představují hranice okresů. Z tab. 2-7 je patrné, že největší zastavitelnou plochu mají ORP Bruntál, Krnov a Opava, naopak nejmenší zastavitelnou plochu mají ORP Orlová, Český Těšín nebo Bohumín. Výsledky budou dále podrobněji analyzovány v kapitole 2.9.3. Poslední řádek v tab. 2-7 obsahuje informaci o sumární využitelné výměře a celkové původní výměře všech ORP, dále je uvedena průměrná hodnota redukce výměry vůči původní pro všechny ORP. K nejmenší redukci ploch došlo v ORP Frýdlant nad Ostravicí, k největší redukci potom došlo v ORP Odry.

tab. 2-7 Rozložení vypočtené výměry do ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Kód ORP	Název ORP	Výměra (m ²)	Původní výměra (m ²)	Plocha výměry k původní (%)
8101	Bílovec	49 466 674	162 449 662	30,45
8102	Bohumín	16 880 896	72 927 705	23,15
8103	Bruntál	205 320 185	629 893 711	32,60
8104	Český Těšín	7 901 706	44 404 599	17,79
8105	Frenštát pod Radhoštěm	22 535 293	98 720 709	22,83
8106	Frýdek-Místek	95 830 432	480 247 434	19,95
8107	Frýdlant nad Ostravicí	24 702 150	317 434 239	7,78
8108	Havířov	17 160 533	88 190 333	19,46
8109	Hlučín	43 487 334	165 316 406	26,31
8110	Jablunkov	26 776 136	176 099 417	15,21
8111	Karviná	18 815 077	105 620 695	17,81
8112	Kopřivnice	34 328 917	121 299 457	28,30
8113	Kravaře	22 243 198	100 614 966	22,11
8114	Krnov	171 186 053	574 451 787	29,80
8115	Nový Jičín	83 974 250	275 359 960	30,50
8116	Odry	81 947 336	224 015 875	36,58
8117	Opava	150 161 748	567 039 504	26,48
8118	Orlová	5 582 249	45 077 776	12,38
8119	Ostrava	59 466 329	331 526 687	17,94
8120	Rýmařov	103 016 812	332 343 604	31,00
8121	Třinec	41 090 994	234 670 473	17,51
8122	Vítkov	99 129 776	282 901 786	35,04
	CELKEM	1 381 004 078	5 430 606 785	23,68

Tabulka (tab. 2-7) obsahuje údaje o velikosti jednotlivých správních obvodů ORP v metrech čtverečních a srovnání aktuální výměry s původní výměrou, včetně výpočtu procentuálního podílu současné plochy vůči původní.

Popis sloupců:

- Kód ORP – Kódová identifikace jednotlivých ORP.
- Název ORP – Jméno obce s rozšířenou působností.
- Výměra (m²) – Současná výměra daného ORP v metrech čtverečních.
- Původní výměra (m²) – Původní výměra daného ORP v metrech čtverečních, která pravděpodobně slouží jako referenční hodnota.
- Plocha výměry k původní (%) – Procentuální vyjádření současné výměry vůči původní, tedy kolik procent z původní výměry tvoří aktuální plocha.

2.8 Selekcce budov a výsledná plocha

2.8.1 Vstupní data

Stejně jako u pozemků, tak i u budov bylo vycházeno z databáze RÚIAN. Konkrétní parametry však nejsou stejné jako u pozemků a musí se vybrat takové, které jsou přímo určené pro budovy. Ve studii je respektováno značení použité v RÚIAN.

Typ a způsob využití stavebního objektu

Prvním údajem, který poslouží k selekci objektů, je typ stavebního objektu. Typ stavebního objektu je obecné rozdělení objektů a udává informace o tom, jestli se jedná o budovu nebo vodní dílo. Dále pak rozděluje, jestli má budova číslo popisné nebo číslo evidenční.

tab. 2-8 Číselník RÚIAN – Typ stavebního objektu. [24]

Kód	Název	Zkrácený název
1	Budova s číslem popisným	budova s č.p.
2	Budova s číslem evidenčním	budova s č.ev.
3	Budova bez č.p. /č.ev.	budova bez č.p. /č.ev.
6	Vodní dílo	vod. dílo
7	Budova s rozestavěnými jednotkami	s roz. jed.

Údaje o způsobu využití objektu jsou uvedeny v tab. 2-9 a podrobněji v příloze 4. Způsob využití objektu. Tyto informace udávají, k jakému účelu je daný objekt provozován. Jedná se o další údaj využitý pro selekci.

tab. 2-9 Číselník RÚIAN – Staré označení způsobu využití objektu. [24]

Kód	Název
1	Průmyslový objekt
3	Objekt k bydlení
4	Objekt lesního hospodářství
5	Objekt občanské vybavenosti

V tab. 2-9 je uvedeno původní označení způsobu využití budov. Vyhláška č. 346/2022 Sb. tato původní označení nezná. To však neznamená, že stávající budovy takto označeny nejsou, a to z důvodu absence aktualizace dat v databázi RÚIAN.

Typ a způsob ochrany nemovitosti

Stejně jako u pozemků i u budov bylo uvažováno jak se starou, tak s novou podobou vyhlášky č. 357/2013 Sb. (příloha 3. Typ a způsob ochrany nemovitosti).

2.8.2 Selekce objektů dle dat Registru územní identifikace, adres a nemovitostí

V tomto kroku byly vyseparovány objekty dle typu (tab. 2-10) a způsobu využití objektu (příloha 5. Způsob využití objektu-separace). Vyseparovány byly objekty, které nejsou ze své podstaty vhodné pro stavbu FVE nebo jejich způsob využití znemožňuje samotnou stavbu.

tab. 2-10 Číselník RÚIAN – Typ objektu – selekce. [24]

Typ objektu			
Kód	Název	Zkrácený název	Popis
1	Budova s číslem popisným	budova s č.p.	Budova s číslem popisným
2	Budov s číslem evidenčním	budova s č.ev.	Budova s číslem evidenčním
3	Budova bez č.p. /č.ev.	budova bez č.p. /č.ev.	Budova bez čísla popisného či evidenčního

Tabulka (tab. 2-10) představuje číselník typů objektů podle RÚIAN s kódy, názvy, zkrácenými názvy a popisy pro jednotlivé typy budov.

Ostatní druhy způsobu využití zahrnovaly stavby z nevyhovujících konstrukcí, na které by bylo velmi komplikované až nemožné vystavět FVE (skleník, přehrada, jez, odkaliště...). Další kategorií nevyhovující stavbě byly budovy technického vybavení a stavby pro dopravu. Tyto budovy obsahují stavby velmi specifické, mnohdy se složitou či velmi obsazenou plochou střechy, či zasahují do ochranných pásem, jelikož jsou součástí areálů právě chráněných zařízení. Stavby pro dopravu zahrnují i mosty, tunely a jim podobné objekty. Původní označení způsobu využití objektu v tab. 2-9 plně splňuje požadavky pro umístění FVE a je validní.

Selekce objektů dle typu a způsobu ochrany nemovitosti

Příloha 6. Typ a způsob ochrany nemovitosti-separace obsahuje typy a způsob ochrany objektu, které nezabraňují stavbě FVE a samotná FVE tyto objekty nijak neovlivňuje a nijak neohrožuje jejich ochranu.

Jeden objekt je schopen nést i více kódů ochrany objektu. Například, když je budova vedena na území Chráněné krajinné oblasti (CHKO), ale již sama budova není vedena jako nemovitá národní kulturní památka. V MSK se nachází 3 CHKO, a to CHKO Beskydy, CHKO Jeseníky a CHKO Poodří. V oblastech CHKO jsou stavby, ale i přímo vesnice zcela běžné a běžně se na nich staví FVE. Budovy není důvod vyřazovat jen proto, že se nachází v chráněné zóně, pokud sama budova není chráněná. Výjimku by mohly tvořit národní parky, ve kterých by nebylo možné stavět ani na budovách nechráněných. Vzhledem k tomu, že na území MSK žádný národní park není, je tato informace v rámci této studie bezpředmětná.

2.8.3 Technické zpracování dat

Informace o budovách, které byly využity pro další zpracování, pocházely z RÚIAN. Jejich formát, nástroje zvolené k jejich uchování a zkoumání a postupy zůstaly identické. Popis iniciálního zpracování již obsahuje kapitola 2.7.4. Níže jsou specifikovány pouze informace relevantní pro analýzy budov.

Selekce podle parametrů

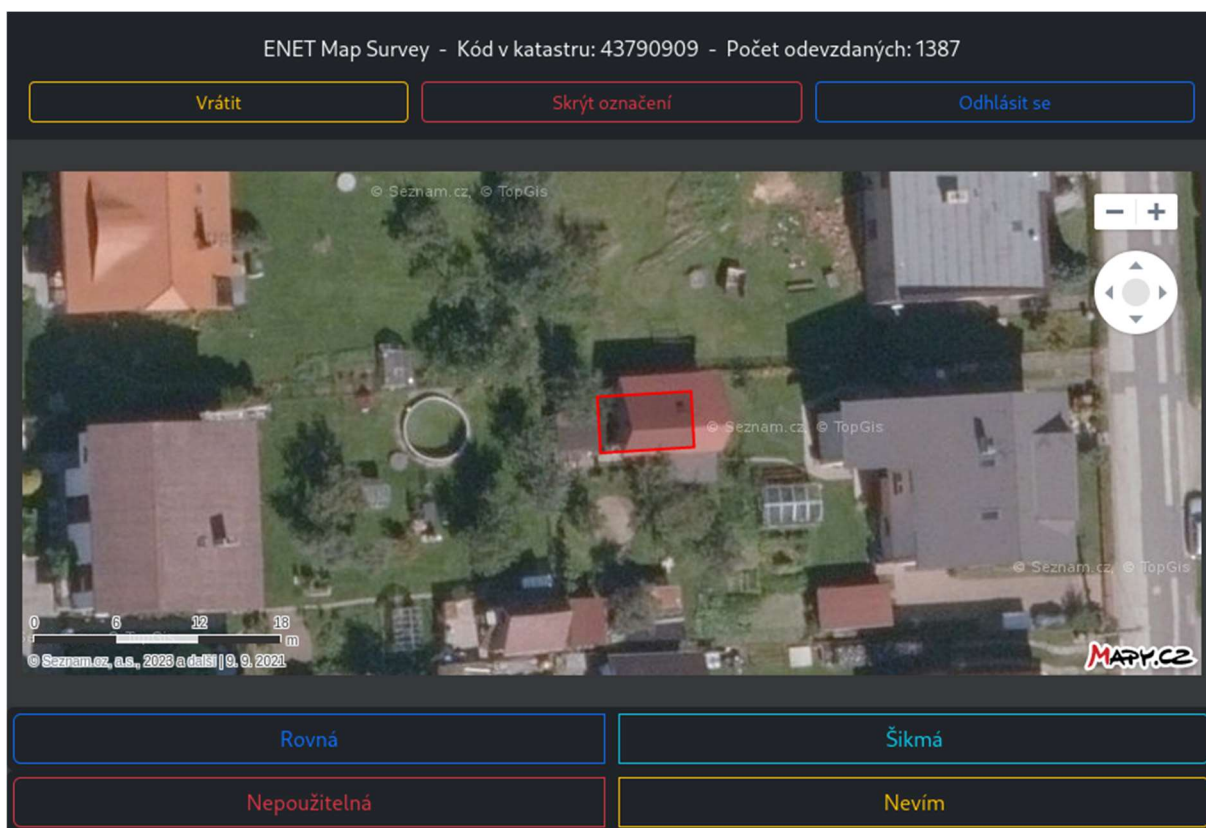
I pro samotnou selekci budov platí podobný postup jako pro selekci parcel v kapitole 2.7.4. Samozřejmě platí parametry, jejichž volba pro budovy byla uvedena v kapitole 2.8.2.

Dále je nutné zmínit, že po selekci nenásleduje shlukování, které zde na rozdíl od parcel nemá smysl. Zároveň budou v rámci dalších selekcí odebrány celé budovy, pokud tyto budovy zasahují do oblasti, kde není možné instalovat FVE i jen částečně, ořezání o zasažené oblasti není možné ani správné.

Rozdělení budov dle tvaru střechy

Původní data o budovách z katastru RÚIAN neobsahují položku popisující tvar střechy. Tato informace však výrazně ovlivňuje parametry instalace FVE na dané střeše. Tento parametr lze však velice snadno zjistit pohledem z leteckých map. Aby bylo možné data extrapolovat na celou datovou sadu (tzn. všechny budovy), je nutné znát alespoň poměr rovných a šikmých střech. Tento poměr dále vstupuje do statistických výpočtů a ovlivňuje, jakými koeficienty bude daná budova počítána.

Získávat tvar vzorku střech manuálním nahlížením do KN je velmi časově náročné a neefektivní a získat informace o statisticky významném počtu budov by bylo zdlouhavé. Autory této studie byla pro účely tohoto zpracování tedy vyvinuta jednoduchá aplikace, která tento úkol do jisté míry automatizovala. Stále je nutné, aby data získával člověk, ale kopírování dat z tabulek do webových formulářů a zpětné zanesení informace o tvaru bylo zjednodušeno.



obr. 2-13 Náhled na grafické rozhraní aplikace. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 2-13 je vyobrazen náhled do aplikace pro určování typu střechy z leteckých fotografií. Přestože aplikace vyžadovala interakci s člověkem, výrazně urychlila zpracování dat, které byly nutné pro další zpracování.

Aplikace je napojena na seznam selektovaných budov. Uživateli je zobrazeno mapové pole s leteckým podkladem a vyznačenou budovou. Uživatel musí rozhodnout, o jaký typ střechy se jedná. Jeho odpověď je okamžitě zaznamenána a zaměření mapy přesunuto na další budovu. Takto může jeden člověk rychle doplnit informaci o střeše u mnoha budov. Jelikož aplikace automaticky přiděluje unikátní budovy, může na rozšiřování datové sady pracovat i více uživatelů současně.

S pomocí aplikace se podařilo získat pokrytí 11,6 % (cca. 39 000 budov) ze selektovaných budov. Z těchto dat vychází poměr mezi šikmými a rovnými střechami přibližně 3:1. Šikmé střechy mají zastoupení 74 % a rovné 26 %. Výsledky jsou posouzeny v kapitole 2.8.4.

Budovy se v aplikaci zpracovávaly po celých městech, obcích nebo městských částech. To znamená, že výběr nepřeskakoval po celém území MSK, ale vždy postupně prošel celé město, obec nebo městskou část. Do získaného vzorku byly zahrnuty Opava, Hradec nad Moravicí, Komárov, Dolní Benešov, Dolní Lhota, Bolatice, Hlučín, Ludgeřovice, Žimrovice, Filipovice, Benkovice a další.

2.8.4 Výsledný počet a plocha budov

V této kapitole je popsán proces zpracování dat budov společně s uvedením konkrétních výstupů. Postup je rozčleněn na několik kroků a v každém bodě bude uveden aktuální stav z pohledu počtu budov a celkové zastavěné plochy. Zároveň budou hodnoty srovnány s původním stavem.

Selekce

Původní data zahrnují nevyhovující budovy, které byly v tomto kroku odebrány. Rozsah a přesná definice selektovaných budov byla popsána v kapitole 2.8.2.

Před selekcí bylo v datových sadách celkem 381 792 budov, jejich celková zastavěná plocha byla 66 344 199,1 m². Po selekci se počet snížil na 338 892 budov (88,76 % původního počtu) s rozlohou 58 690 791,6 m² (88,46 % původní zastavěné plochy). Pro přehlednost jsou data vypsána v tab. 2-11.

Selekce budov s neznámou plochou

Některé budovy v původních datech nemají uvedené souřadnice hranic v rámci globálního polohového systému (GPS) a jejich záznamy neobsahují žádnou informaci o zastavěné ploše. Nebylo proto možné určit, jakou plochu zabírají. V tomto kroku byly tyto budovy odebrány. Toto se projeví pouze na počtu budov, jelikož se vlastně jedná o odebrání nulové zastavěné plochy. V tab. 2-11 jsou uvedeny informace, jakým způsobem se projevilo odstranění budov bez informací o GPS souřadnicích.

Počet se snížil na 335 826 budov (87,96 % z původního počtu), ale zastavěná plocha zůstala na hodnotě 58 690 791,6 m² (88,46 % původní zastavěné plochy). Viz tab. 2-11.

tab. 2-11 Tabulka selekce budov bez informace o zastavěné ploše. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Krok	Počet parcel	Zastavěná plocha (m ²)	Počet budov k poč. stavu (%)	Plocha zas. plochy k poč. stavu (%)
Počáteční stav	381 792	66 344 199,1	100,0	100,0
Selekce budov s neznámou plochou	338 892	58 690 791,6	88,76	88,46
Odebrání budov bez plochy	335 826	58 690 791,6	87,96	88,46

Rozdělení zastavěné plochy do ORP

Následně byly budovy rozděleny do jednotlivých ORP v rámci MSK, aby bylo možné na této úrovni sledovat změny v zastavěné ploše (tab. 2-12).

tab. 2-12 Rozložení zastavěné plochy. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Kód ORP	Název ORP	Zastavěná plocha (m ²)	Původní zas. plocha (m ²)	Plocha zas. plochy k původní (%)
8101	Bílovec	1 551 136	1 807 716	85,81
8102	Bohumín	1 634 673	2 005 029	81,53
8103	Bruntál	2 333 304	2 692 132	86,67
8104	Český Těšín	988 643	1 111 773	88,92
8105	Frenštát pod Radhoštěm	1 044 308	1 222 332	85,44
8106	Frýdek-Místek	6 166 275	6 946 311	88,77
8107	Frýdlant nad Ostravicí	1 744 862	1 892 025	92,22
8108	Havířov	2 311 830	2 461 703	93,91
8109	Hlučín	1 980 854	2 133 253	92,86
8110	Jablunkov	1 132 469	1 190 087	95,16
8111	Karviná	2 110 787	2 555 256	82,61
8112	Kopřivnice	2 407 777	2 672 378	90,10
8113	Kravaře	1 128 962	1 188 558	94,99
8114	Krnov	2 641 101	2 892 777	91,30
8115	Nový Jičín	2 809 857	3 320 833	84,61
8116	Odry	1 348 217	1 508 225	89,39
8117	Opava	5 836 587	6 426 182	90,83
8118	Orlová	1 102 273	1 261 461	87,38
8119	Ostrava	12 851 980	15 006 752	85,64
8120	Rýmařov	1 153 794	1 280 695	90,09
8121	Třinec	3 239 155	3 471 226	93,31
8122	Vítkov	1 171 948	1 297 496	90,32
	SUMA	58 690 792	66 344 199	

2.9 Výsledné parametry fotovoltaické elektrárny na pozemcích

Program PV*SOL

PV*SOL je software pro navrhování, optimalizaci, dynamické simulace a výpočet energetické bilance FV systémů. Verze PV*SOL Premium 2023, použitá pro tuto studii, umožňuje kompletní návrh všech typů systémů, různých druhů spotřeby, 3D vizualizace, výpočet stínění, návrhy elektrických schémat i simulace ekonomických bilancí. Program umožňuje modelování a simulace využití energie pro nabíjení akumulátorů, ohřev teplé vody, nabíjení elektromobilů a využití dalších elektrických spotřebičů. Výstupem návrhu pomocí software je kompletní technická dokumentace, elektrické schéma, kabelový plán, ale i simulace ekonomické bilance. Pro výpočty využívá software klimatická data z 8 000 meteorologických stanic po celém světě (v MSK například Ostrava-Poruba). K dispozici je rozsáhlá databáze komponent pro FVE od více než 200 výrobců (FV panely, měniče). [30]

Software PV*SOL má však omezené pracovní prostředí a dovoluje vytvářet pozemky o rozměrech maximálně 750 m na 300 m, tedy o ploše 225 000 m². Dále má omezení maximálního počtu panelů, které dovolí nainstalovat. U montované konstrukce je omezen na 10 000 panelů, u střešní na 7 500 panelů. To je důvod, proč musela být přijata určitá zjednodušení. Jako například rozdělení jedné velké FVE na více menších FVE. Tato zjednodušení neovlivní výstupy simulací.

Na obr. 2-14 až obr. 2-17 jsou zobrazeny ukázky z pracovního prostředí programu PV*SOL. Model budovy se střešní instalací FVE zpracovaný v programu PV*SOL je zobrazen na obr. 2-14, jedná se o ukázkou způsobu modelování objektu pomocí tohoto softwaru.

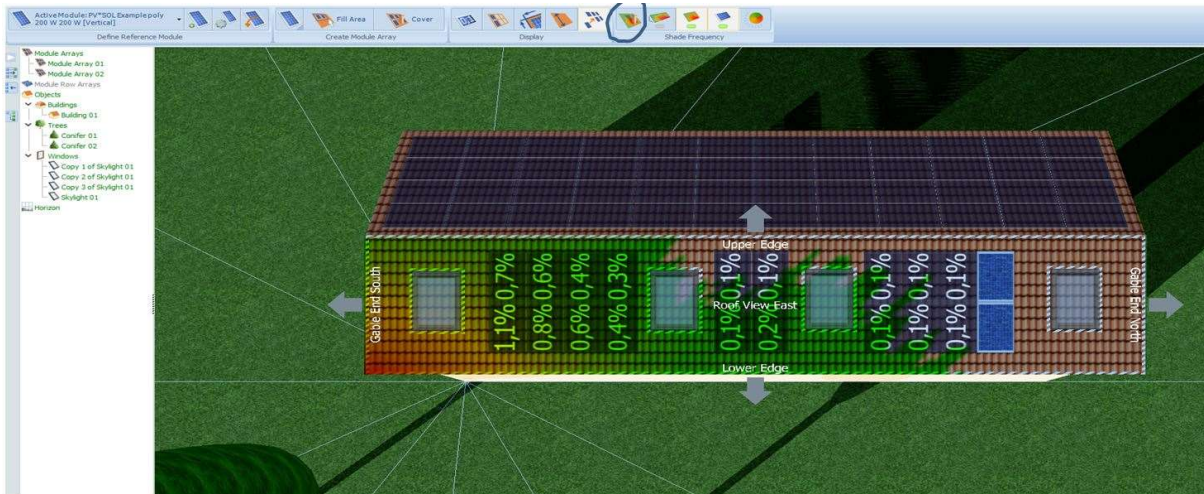


obr. 2-14 Ukázka 3D modelu FVE na budově v programu PV*SOL. [31]

Vizuální ukázka návrhu FVE na střeše budovy je zobrazena na obr. 2-14. Modelování v programu PV*SOL umožňuje posoudit nejen vizuální vzhled instalace, ale také její technickou proveditelnost, optimalizaci orientace panelů a energetický výnos. Tento 3D model může být využit v projekční fázi jako pomůcka pro investory a projektanty při navrhování FVE na budovách.

Popis prvků na obrázku:

- Budova: Je zobrazena ve 3D perspektivě, s viditelnou cihlovou a omítkovou fasádou. Má plochou střechu, na které jsou umístěny FV panely.
- Solární panely: Na střechu budovy jsou umístěny FV panely v pravidelném rozložení. Panely jsou nasměrovány tak, aby optimálně využívaly sluneční záření.
- Prostředí: Okolí budovy je zobrazeno ve formě trávnické plochy, což poskytuje kontext umístění budovy v otevřeném prostoru.



obr. 2-15 Ukázka modelace a zastínění FVE na budově v programu PV*SOL. [31]

Modelace a analýza zastínění FVE na střechu budovy pomocí softwaru PV*SOL je zobrazena na obr. 2-15. Tento software umožňuje simulovat dopad zastínění na výkon FV panelů v různých časech a podmínkách.

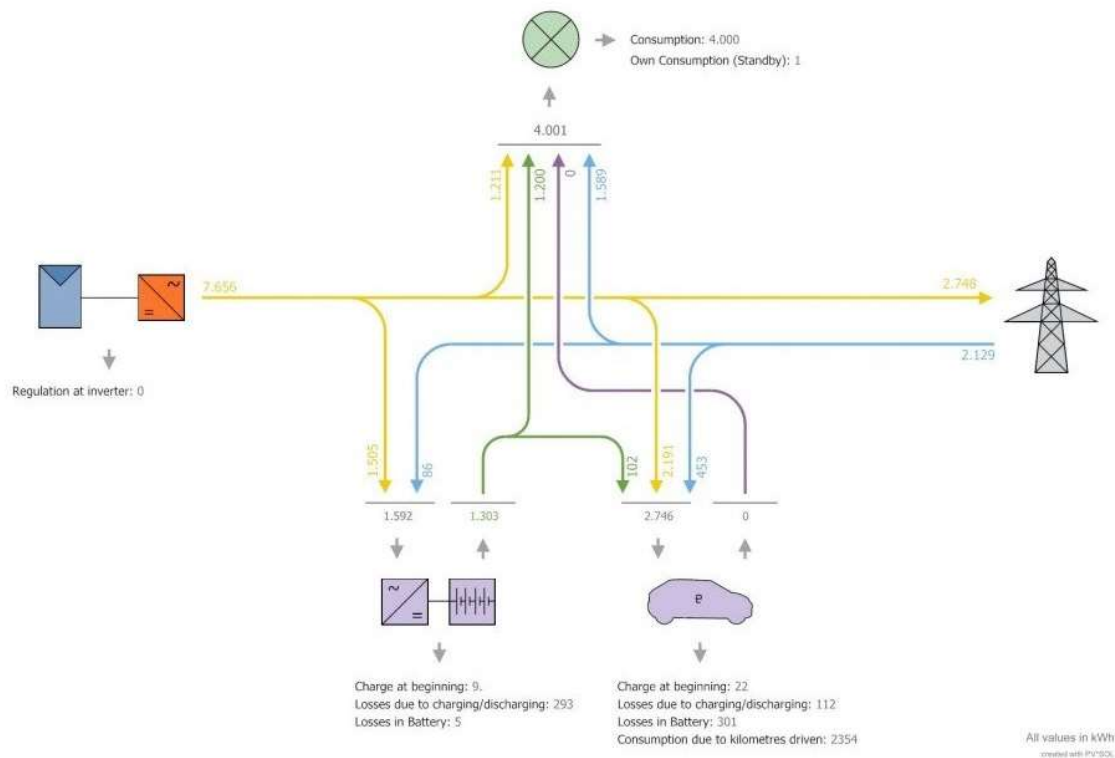
Popis prvků na obrázku:

- FV panely: Na střechu jsou umístěny FV panely, jejichž rozložení a orientace lze analyzovat v kontextu zastínění.
- Zastínění: Obrázek zobrazuje barevně označené oblasti na střechu, které ukazují míru zastínění v procentech. Tyto hodnoty jsou vyjádřeny procenty (např. 0 %, 0,1 %, 1,0 %), což indikuje, jak moc je daná oblast střešního povrchu zastíněna.
- Zelená barva označuje oblasti s minimálním nebo žádným zastíněním.
- Oranžová a červená barva označují oblasti s vyšším zastíněním.
- Směr stínů: Stíny stromů a jiných objektů ukazují dopad na výkon panelů, který se mění během dne a v různých ročních obdobích.

Analýza zastínění je klíčový prvek pro optimalizaci výkonnosti FV systémů, protože zastínění může výrazně snížit jejich efektivitu. Tento model pomáhá projektantům a investorům zjistit, kde je nejlepší umístit panely na střechu tak, aby se minimalizovalo zastínění a maximalizoval energetický výnos systému. Díky této analýze lze navrhnout systém tak, aby byl co nejefektivnější s ohledem na podmínky konkrétní lokality.

Energy Flow Diagram

Project: Example project with electric vehicle and battery system



obr. 2-16 Ukázka toku energie FVE v programu PV*SOL. [30]

Toky energie ve FVE, simulované v programu PV*SOL jsou zobrazeny na obr. 2-16. Diagram znázorňuje, jak energie produkovaná FV systémem proudí mezi různými součástmi systému a jak je distribuována pro spotřebu, ukládání nebo přenos do sítě.

Popis jednotlivých toků a prvků:

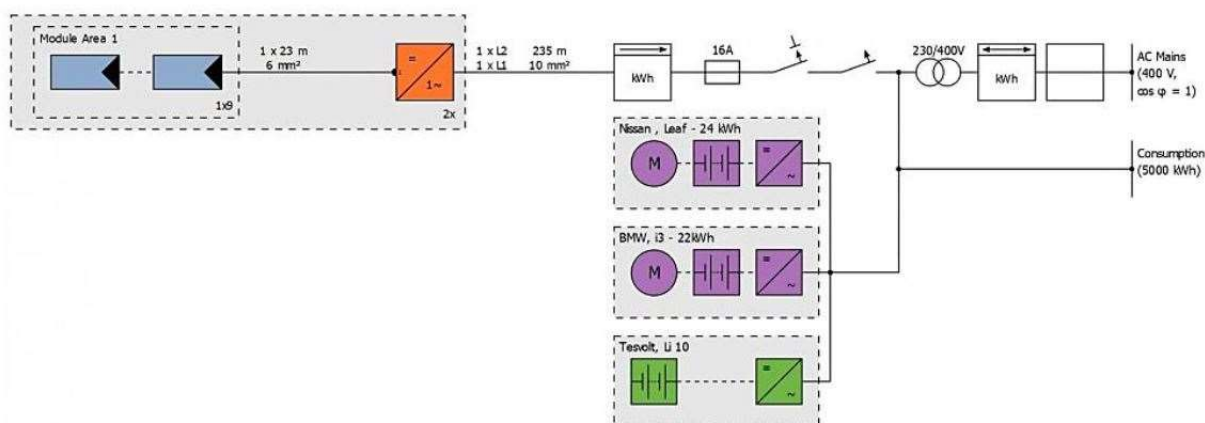
- FVE: Výchozí energie produkovaná FVE je 7 656 kWh, což je označeno žlutou šipkou. Tato energie prochází přes střídač, který upravuje stejnosměrný proud na střídavý, použitelný pro domácí spotřebiče nebo přenos do sítě.
- Spotřeba: V diagramu je spotřeba označena zelenou šipkou směřující k symbolu spotřebiče s hodnotou 4 001 kWh. Tato energie je použita přímo pro napájení spotřebičů v domě nebo budově.
- Přenos do sítě: Přebytečná energie, která není využita pro spotřebu nebo ukládání, je odeslána do elektrické sítě, což je znázorněno modrou šipkou s hodnotou 2 129 kWh.
- Baterie: Část energie (1 592 kWh) je nasměrována do baterie, kde je uložena pro pozdější využití, což je znázorněno fialovou šipkou směřující dolů. Baterie má určité ztráty při nabíjení a vybíjení, které jsou v diagramu uvedeny jako „Losses due to charging/discharging: 293 kWh“ a „Losses in Battery: 5 kWh“.

- Elektromobil: Další část energie (2 746 kWh) je použita k nabíjení elektromobilu, který je znázorněn symbolem auta a fialovou šipkou směřující k němu. I zde dochází k určitým ztrátám při nabíjení a vybíjení („Losses due to charging/discharging: 112 kWh“ a „Losses in Battery: 30 kWh“). Elektromobil využil tuto energii na ujetí 2 354 km.

Shrnutí toků:

- Výroba energie: 7 656 kWh produkované FVE.
- Přímá spotřeba: 4 001 kWh.
- Přebytek do sítě: 2 129 kWh.
- Ukládání do baterie: 1 592 kWh (s určitou ztrátou).
- Ukládání do elektromobilu: 2 746 kWh (s určitou ztrátou).

Diagram slouží k vizualizaci efektivního využití energie z FVE. Ukazuje, jak lze energii z FVE optimálně rozdělit pro okamžitou spotřebu, ukládání v baterii, nabíjení elektromobilu nebo přenos do sítě. Tyto informace pomáhají při navrhování systémů, kde je kladen důraz na efektivitu a snížení energetických ztrát.



obr. 2-17 Schéma FVE v programu PV*SOL. [31]

Jednopolové schéma zapojení FVE je vyobrazeno na obr. 2-17. Toto schéma zobrazuje základní topologii projektu FVE a může být využito jako podklad pro zpracování kompletní projektové dokumentace pro výstavbu FVE, která je následně využita při procesu schválení připojení FVE provozovatelem distribuční soustavy.

2.9.1 Popis konstrukce a metody výpočtu

Pro co nejvyšší efektivitu daného systému bylo třeba zjistit nejvhodnější konstrukci, na které budou FV panely uloženy. Byly modelovány různé varianty tvarů konstrukcí, u kterých se porovnávaly faktory jako uložení panelů (vertikální, horizontální), úhel uložení, počet panelů nad sebou a rozteč jednotlivých řad. Jako optimální varianta byla stanovena ta konstrukce, která má největší efektivitu vzhledem k instalovanému výkonu a roční produkci.

1) Použité panely

Pro simulace byly použity solární panel Canadian Solar HiKu6 Mono PERC CS6W-550MS o výkonu 550 Wp. Datasheet je uveden v příloze 7. Canadian Solar Hiku6 PERC CS6W-550MS. Tyto panely patří v současné době mezi produkty s vysokou účinností a přijatelnou cenovou dostupností. Zároveň zaručují vysokou výrobu elektrické energie po celou dobu životnosti z důvodu nízké míry degradace v kombinaci s vysokou mechanickou odolností. [32]

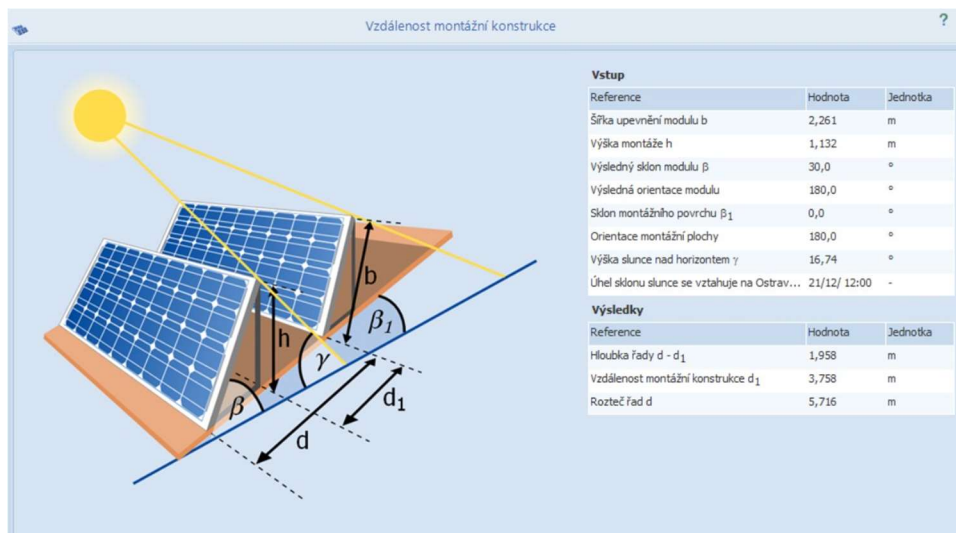
2) Uvažované konstrukce

Na základě zkušeností autorského kolektivu byly vybrány dva systémy, které jsou z praktického hlediska nejvýhodnější.

a) Konstrukce s jedním vertikálně uloženým panelem

Technické rozměry této konstrukce jsou uvedeny na obr. 2-18. Hodnoty uvedené v tabulce "Vstup" na obr. 2-18 jsou hodnoty, které jsou definovány v technickém listu FV panelu spolu s údaji o umístění konstrukce vzhledem ke světovým stranám. V tabulce "Výsledky" na obr. 2-18 jsou uvedeny parametry konstrukce, které byly navrženy pomocí softwaru jako optimální pro konkrétní montážní systém.

Parametr "Výška montáže h " označuje výšku horní hrany panelu nad zemí. Systém nepočítá s odsazením spodní hrany panelu cca 0,5 m nad zemí. To má za následek, že finální výška konstrukce bude ještě o cca 0,5 m výše, než uvádí program (cca 1,8 m). Na ostatní parametry nemá tato hodnota vliv. Odstup od země 0,5 m byl zvolen z důvodu možnosti údržby plochy pod konstrukcí.



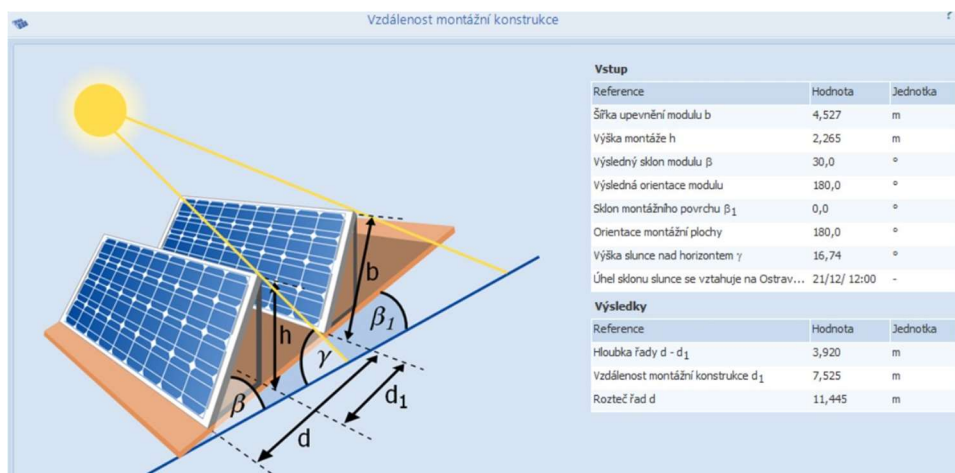
obr. 2-18 Parametry konstrukce FVE s jedním vertikálně uloženým panelem. [31]

Schéma uložení panelů a označení jednotlivých rozměrů a úhlů je zobrazeno na obr. 2-18 pro variantu s jedním vertikálně uloženým panelem uloženým na svou delší hranu.

b) Konstrukce se dvěma vertikálně uloženými panely

Technické rozměry této konstrukce jsou uvedeny na obr. 2-19. Oproti systému s jedním vertikálně uloženým panelem jsou zde dva panely nad sebou (obr. 2-19).

Stejně jako u předchozí varianty ani zde software nepočítá s odstupem spodní hrany nad zemí. Proto i u této varianty bude výška horního okraje panelu o cca 0,5 m výše (cca 2,8 m).



obr. 2-19 Parametry konstrukcí FVE se dvěma vertikálně uloženými panely. [31]

Schéma uložení panelů a označení jednotlivých rozměrů a úhlů je zobrazeno na obr. 2-19 pro další variantu se dvěma vertikálně uloženými panely na svou delší hranu. Tato situace není sice z obrázku zcela patrná, nicméně při porovnání číselných hodnot v tabulce u obr. 2-18 a obr. 2-19 je zřejmé, že se například hodnota „b“ zdvojnásobila, což odpovídá dvěma panelům uloženým nad sebou plus potřebná dilatační mezera.

3) Porovnání sklonů jednotlivých konstrukcí

Prvním krokem byl návrh neoptimálnějšího uložení FV panelů vzhledem k úhlu proti zemi a vzdálenosti řad mezi sebou (vzdálenost montážní konstrukce – parametr d_1). Vzdálenost řad byla navržena pomocí softwaru PV*SOL s využitím interních dat o poloze slunce v lokalitě Ostrava-Poruba tak, aby bylo vzájemné stínění panelů ke dni 21. 12. (zimní slunovrat) nulové. Lokalita Ostrava-Poruba bylo zvolena vzhledem k tomu, že software PV*SOL obsahuje databázi meteorologických dat pro tuto lokalitu. Typ konstrukce byl analyzován pokaždé na stejné jednotkové ploše 100 m na 100 m obr. 2-21.

tab. 2-13 Technická data k jednotlivým konstrukcím na ploše 100 m na 100 m Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

	30° 1 panel	35° 1 panel	30° 2 panely	35° 2 panely
Vzdálenost montážní konstrukce (m)	3,75	4,3	7,5	8,6
Instalovaný výkon (kWp)	861,3	765,6	861,3	765,6
Počet panelů (ks)	1 566	1 392	1 566	1 392
Produkce (kWh)	924 765	821 708	925 183	823 462
Efektivita (kWh/kWp)	1 074	1 073	1 074	1 076
Instalovaný výkon na jednotkové ploše (kWp·m ⁻²)	0,08613	0,07656	0,08613	0,07656

Vzhledem k maximálnímu využití plochy je nejuvhodnější varianta konstrukce “30° 1 panel” a “30° 2 panely”, a to téměř se shodnými parametry. Nadále se bude počítat jen variantou “30° 2 panely”, která je při instalacích FVE ve volném prostoru obvyklejší.

4) Porovnání konstrukcí při poklesu vzdálenosti montážní konstrukce pod ideální vzdálenost

V tomto kroku byly analyzovány konstrukční varianty při menším odstupu řad, než je ideální vzdálenost. Cílem bylo zjistit, jak moc klesne efektivita systému za cenu většího instalovaného výkonu a produkce. Výsledky pro konstrukci „30° 2 panely“ jsou v tab. 2-14.

tab. 2-14 Srovnání konstrukcí pro různé vzdálenosti řad. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

	30° 2 panely	30° 2 panely	30° 2 panely	30° 2 panely
Vzdálenost montážní konstrukce (m)	7,5	5	4	3
Instalovaný výkon (kWp)	861,3	1 148,4	1 244,1	1 339,8
Počet panelů (ks)	1 566	2 088	2 262	2 436
Produkce (kWh)	925 183	1 168 916	1 266 497	1 315 950
Efektivita (kWh/kWp)	1 074	1 027	1 018	982
Inst. výkon na jednotkové ploše (kWp·m ⁻²)	0,08613	0,11484	0,12441	0,13398

Se zmenšující se vzdáleností montážní konstrukce klesá i efektivita systému. To je způsobeno větším vzájemným stíněním, a to zvláště v zimních měsících.

Pokles vzdálenosti montážní konstrukce na 3 m u konstrukce “30° 2 panely” již není akceptovatelný, jelikož pokles efektivity je výraznější než nárůst instalovaného výkonu a produktivity oproti systému se vzdáleností konstrukce 4 m. To by ve výsledku znamenalo větší investiční náklady, delší dobu návratnosti a s menší šířkou řady i omezení manipulačního prostoru jak při výstavbě, tak při následné údržbě FVE.

5) Porovnání nejefektivnější a nejproduktivnější konstrukce

Ze simulací vyplývá, že neoptimalnější konstrukce je taková, která má vertikální uložení panelů, obsahuje dva panely nad sebou, panely svírají úhel se zemí 30° a rozteč jednotlivých řad panelů je 4 m. Výška konstrukce nad zemí byla stanovena na 0,5 m. Tato hodnota není pro výpočet zásadní, protože neovlivňuje výsledky, avšak pro finální konstrukci je velmi důležitá. Zajišťuje totiž odstup panelů od země a tím i vegetace pod nimi, která by mohla způsobovat stínění. Obdobný problém může vzniknout díky zasněžení v zimních měsících.

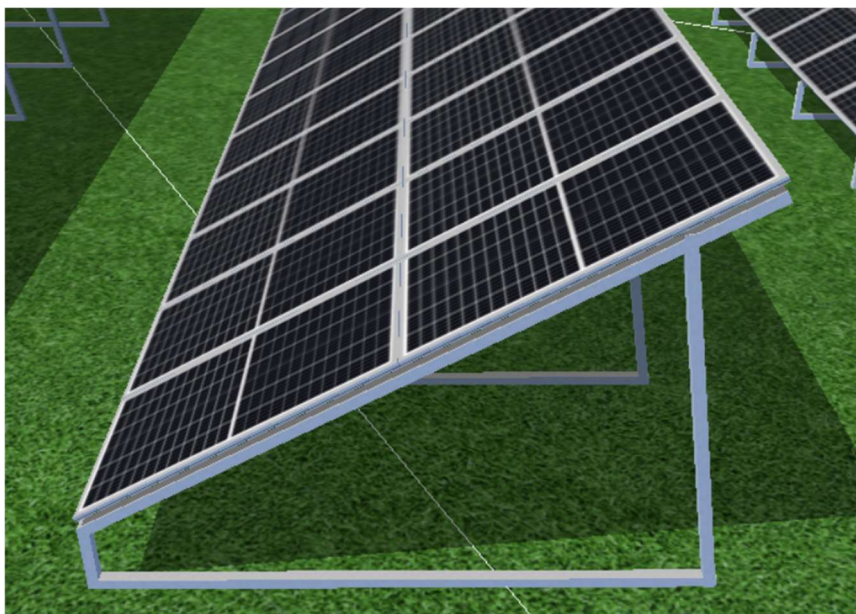
tab. 2-15 Porovnání nejefektivnější a nejproduktivnější konstrukce. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

	30° 2 panely	30° 2 panely	Změna (%)
Vzdálenost montážní konstrukce (m)	7,5	4	
Instalovaný výkon (kWp)	861,3	1 244,1	+ 44,44
Počet panelů (ks)	1 566	2 262	+ 44,44
Produkce (kWh)	925 183	1 266 497	+ 36,89
Efektivita (kWh/kWp)	1 074	1 018	- 5,23
Inst. výkon na jednotkové ploše (kWp·m ⁻²)	0,08613	0,12441	- 44,44

Všechny konstrukce byly modelovány na stejném pozemku o velikosti 100 m x 100 m s orientací na jih. Výsledky konstrukce s neoptimálnějšími parametry jsou obsaženy v tab. 2-15.

tab. 2-16 Hodnoty optimální konstrukce „30 ° 2 panely“. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Název konstrukce	Vzdálenost montážní konstrukce (m)	Sklon (°)	Instalovaný výkon (kWp)	Počet panelů	Produkce (kWh)	Efektivita (kWh·kWp ⁻¹)	Inst. výkon na jednotkové ploše (kWp·m ⁻²)
30 ° 2 panely	4	30	1 244,1	2 262	1 266 497	1 018	0,12441



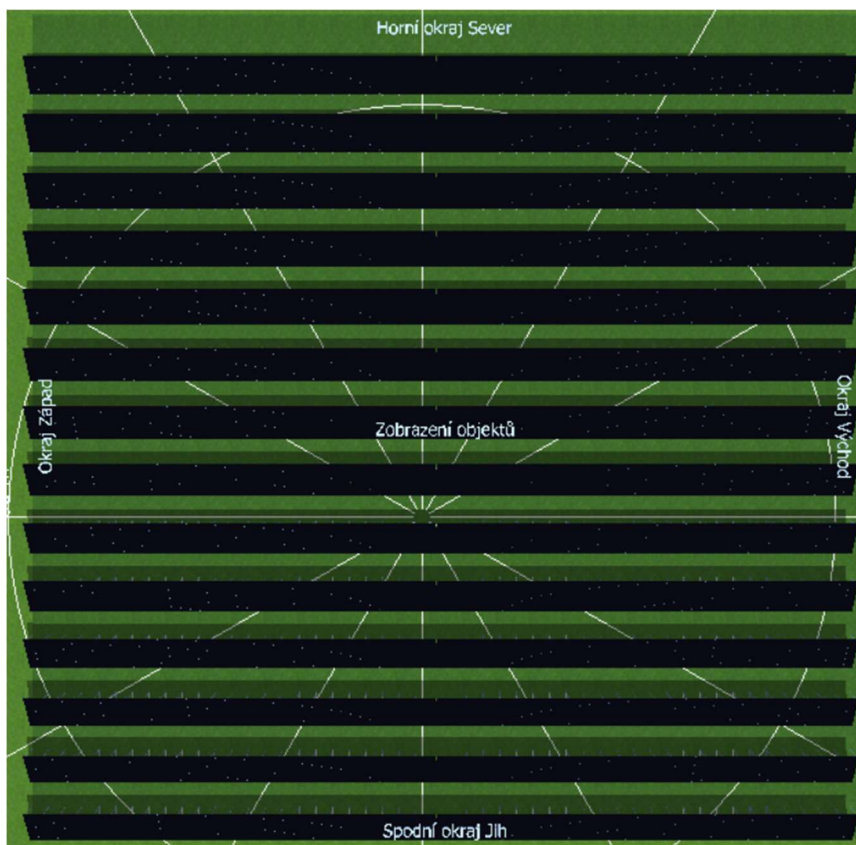
obr. 2-20 Boční pohled na FV pole. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Zde je zobrazena vizualizace optimální konstrukce.

Boční pohled na FV pole s optimální konstrukcí pro umístění FV panelů je zobrazen na obr. 2-20. Tato vizualizace je vytvořena jako součást návrhu instalace FVE. Parametry konstrukce jsou specifikovány v tab. 2-16.

Popis prvků na obrázku:

- FV panely: Panely jsou umístěny na nakloněné konstrukci, která je optimalizována pro maximální využití slunečního záření. Tento sklon panelů zajišťuje efektivní zachycení světla během dne.
- Konstrukce: Podpůrná konstrukce je viditelná a udržuje panely ve stabilní poloze a ve správném úhlu. Konstrukce je vyrobena z kovových rámců, které jsou pevně uchyceny k zemi.



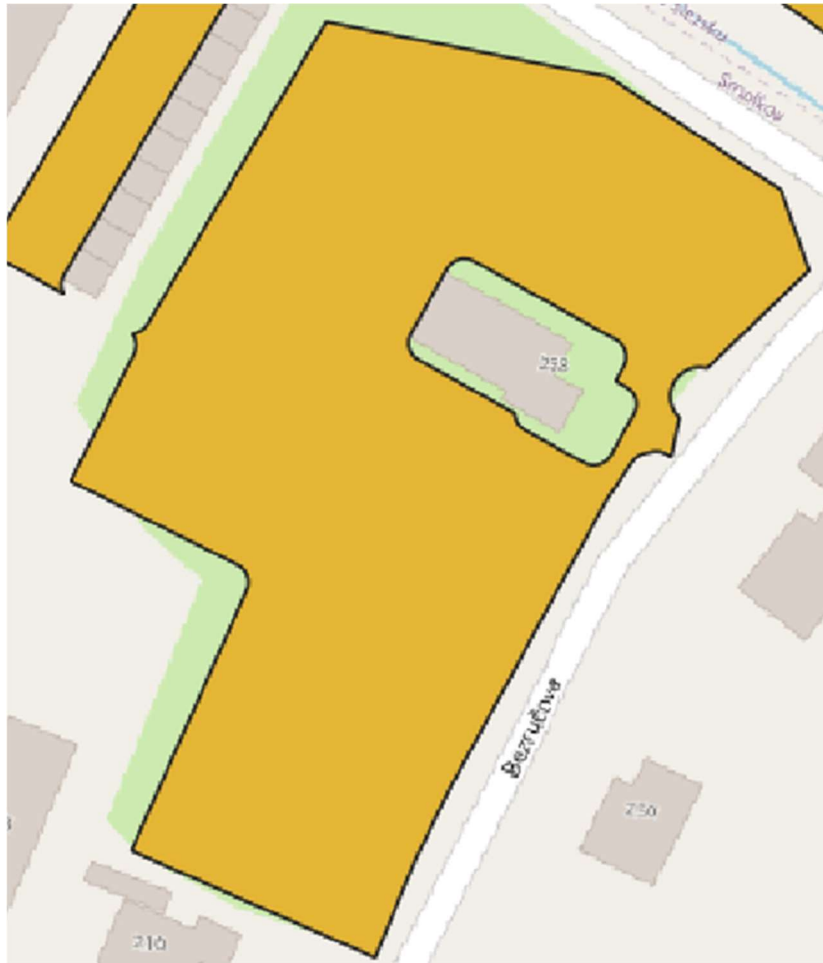
obr. 2-21 Uložení FVE na ploše 100 m na 100 m. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 2-21 je zobrazeno schématické umístění FV panelů na zamýšleném pozemku a velikosti 100 x 100 m. Orientace všech panelů je jižním směrem.

2.9.2 Modelace pozemku

Pro výpočet celkového instalovaného výkonu na pozemcích MSK by bylo nutné každý jednotlivý pozemek modelovat zvlášť. To ovšem není prakticky možné, jelikož počet pozemků je několik desítek tisíc. Proto byla pro výpočet potenciálu instalovaného výkonu využita metoda statistické aproximace.

V této studii se instalovaný výkon na pozemcích počítá dle takzvaného "Modelového pozemku". Tento hypotetický pozemek byl vytvořen pomocí statistických dat a reprezentuje průměrný pozemek na území MSK. Aby mohl takovýto modelový pozemek vzniknout, muselo být ručně namodelováno 100 náhodně vybraných pozemků (v tomto případě již shluky pozemků), přičemž výstup modelu musel obsahovat potřebná data pro následné vytvoření modelového pozemku. Kompletní seznam výsledků simulací pro použité pozemky je uveden v příloze 8. Seznam pozemků použitých pro výpočet a jejich výsledky. Vybrané pozemky byly využity k modelování systému "30° 2 panely". Od těchto pozemků již nebyly odstraněny žádné jiné plochy, až na případné vnitřní nevyužitelné plochy (obr. 2-22). Systém nebyl vždy instalován přesně na jih, jelikož orientace na přesný jih nemusí nutně znamenat největší produkci elektrické energie. Systém byl instalován tak, aby dosahoval maximální produkce (obr. 2-23). Výstup z programu PV*SOL jednoho pozemku je obsažen v příloze 9. Ukázkový pozemek 6346.



obr. 2-22 Grafické znázornění pozemku. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Velká žlutě vyobrazená plocha na obr. 2-22 naznačuje pozemek zamýšlený pro instalaci FVE. Tvar vyznačeného pozemku není ideální pro instalaci konstrukce s orientací čistě na jih.



obr. 2-23 Rozložení FV panelů na pozemku. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Model FVE na zamýšleném pozemku na obr. 2-23 byl situován tak, aby montážní konstrukce co nejvíce využívala tvar pozemku a minimalizovala tak nevyužitý prostor.

Modelový pozemek je tvořen průměrnou hodnotou všech modelovaných pozemků, přičemž nejdůležitějšími údaji jsou instalovaný výkon na jednotkové ploše a efektivita. Instalovaný výkon na jednotkové ploše říká, jak velký instalovaný výkon je možno nainstalovat na 1 m². Pomocí tohoto předpokladu lze následně modelovat velikost potenciálně instalovaného výkonu na všech pozemcích v MSK. Efektivita naopak říká, kolik energie dokáže vyrobit jeden instalovaný jednotkový výkon za dobu jednoho roku. Z této hodnoty pak lze modelovat roční produkci elektrické energie dané FVE. V tab. 2-17 jsou uvedeny průměrné hodnoty, které jsou využity v dalších analýzách ve studii. Tyto hodnoty byly stanoveny na základě simulace FVE na vybraných pozemcích, viz příloha č. 8.

tab. 2-17 Hodnoty modelového pozemku. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Efektivita (kWh/kWp)	Instalovaný výkon na jednotkové ploše (kWp/m ²)
1 007,57	0,1147

Parametry vybraných pozemků

Jelikož nebylo možné respektovat veškerá specifika daného pozemku, bylo nutné aplikovat některá zjednodušení na pozemky. Nebyl brán v úvahu sklon, podloží, ani zastínění pozemku cizími tělesy. Tyto skutečnosti byly vynechány z důvodu absence těchto informací ke každému jednotlivému pozemku. Pozemek je tak zcela rovný, osvětlený a neobsahuje jiná omezení, která by jinak omezovala jak instalaci, tak následnou produkci FVE. Je uvažováno, že v praxi bude stínění cizími tělesy minimální a konstrukce FVE je provedena individuálně tak, aby vždy měla ideální parametry v maximální možné míře.

2.9.3 Instalovaný výkon a produkce energie na pozemcích jednotlivých obcí s rozšířenou působností

Při výpočtu instalovaného výkonu bylo nutné se vypořádat s omezením programu PV*SOL, který dovoluje modelovat pozemky o rozměrech nejvýše přibližně 750 m na 300 m. Dále program umožňuje modelovat instalaci omezeného počtu panelů. Při montované konstrukci je omezení na maximální počet 10 000 panelů.

Tabulka (tab. 2-18) obsahuje seznam jednotlivých ORP, využitelnou plochu, potenciálně instalovaný výkon ORP a procentuální zastoupení potenciálního instalovaného výkonu jednotlivého ORP v celém kraji.

Potenciálně instalovaný výkon na celém území MSK dosahuje 158,4 GWp, přičemž přes čtvrtinu tohoto instalovaného výkonu připadá na dvě ORP, konkrétně Bruntál a Krnov. Tato území s ORP Opava tvoří bezmála 40 % potenciálního instalovaného výkonu v celém kraji a patří mezi největší ORP v kraji (tab. 2-18) přitom mají tyto ORP nejmenší hustotu osídlení. Právě proto dosahují velkého potenciálu instalovaného výkonu a produkce elektrické energie.

V průběhu vytváření modelů se potvrdil předpoklad, že čím je pozemek větší, tím je i využitelnost plochy větší. Pozemky nad 40 000 m² dosahovaly využitelnosti plochy kolem 0,1200 kWp/m² a pozemky s rozlohou pod 40 000 m² hodnoty 0,1147 kWp/m². Ze simulací potenciálu instalovaného výkonu všech FVE na území MSK vyplývá potenciál instalace okolo 165,5 GWp, jak uvádí tab. 2-19. Z důvodu malého rozdílu při výpočtu pozemků nad a pod 40 000 m² (4 %) nebylo dále počítáno s rozdílnými hodnotami výkonu na jednotkové ploše a dále bylo počítáno pouze s hodnotami z tabulky tab. 2-17.

tab. 2-18 Velikost potenciálního instalovaného výkonu FVE pro jednotlivé ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Kód ORP	Název ORP	Výměra (m ²)	Potenciálně instalovaný výkon (kWp)	Potenciálně instalovaný výkon (MWp)	Procentní zastoupení pot.inst.výkonu (%)
8101	Bílovec	49 466 674	5 673 828	5 674	3,6
8102	Bohumín	16 880 896	1 936 239	1 936	1,2
8103	Bruntál	205 320 185	23 550 225	23 550	14,9
8104	Český Těšín	7 901 706	906 326	906	0,6
8105	Frenštát pod Radhoštěm	22 535 293	2 584 798	2 585	1,6
8106	Frýdek-Místek	95 830 432	10 991 751	10 992	6,9
8107	Frýdlant nad Ostravicí	24 702 150	2 833 337	2 833	1,8
8108	Havířov	17 160 533	1 968 313	1 968	1,2
8109	Hlučín	43 487 334	4 987 997	4 988	3,1
8110	Jablunkov	26 776 136	3 071 223	3 071	1,9
8111	Karviná	18 815 077	2 158 089	2 158	1,4
8112	Kopřivnice	34 328 917	3 937 527	3 938	2,5
8113	Kravaře	22 243 198	2 551 295	2 551	1,6
8114	Krnov	171 186 053	19 635 040	19 635	12,4
8115	Nový Jičín	83 974 250	9 631 846	9 632	6,1
8116	Odry	81 947 336	9 399 359	9 399	5,9
8117	Opava	150 161 748	17 223 552	17 224	10,9
8118	Orlová	5 582 249	640 284	640	0,4
8119	Ostrava	59 466 329	6 820 788	6 821	4,3
8120	Rýmařov	103 016 812	11 816 028	11 816	7,5
8121	Třinec	41 090 994	4 713 137	4 713	3,0
8122	Vítkov	99 129 776	11 370 185	11 370	7,2
	SUMA	1 381 004 078	158 401 168	158 401	100,0

tab. 2-19 Instalovaný výkon a produkce na pozemcích do a nad 40 000 m². Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Skupina	Počet parcel	Celková výměra (m ²)	Výkon na jednotkové ploše (kWp/m ²)	Potenciálně instalovaný výkon (GWp)	Potenciální produkce (GWh)
Parcely do 40 000 m ²	25 709	268 753 082	0,1147	30,83	31 059
Parcely nad 40 000 m ²	6 931	1 112 250 996	0,1200	133,47	134 480
Celkem	32 640	1 381 004 078		164,30	165 540

Produkce elektrické energie na pozemcích

Výpočet produkce energie byl modelován z hodnoty efektivity činící 1 007,57 kWh/kWp a plochy vhodných pozemků. V tomto případě nebyly pozemky rozděleny do dvou skupin, jelikož obě vykazovaly velmi podobné hodnoty efektivity.

tab. 2-20 Produkce elektrické energie v jednotlivých ORP na území MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Kód ORP	Název ORP	Výměra (m ²)	Potenciální produkce (kWh)	Potenciální produkce (GWh)
8 101	Bílovec	49 466 674	5 716 778 382	5 717
8 102	Bohumín	16 880 896	1 950 896 099	1 951
8 103	Bruntál	205 320 185	23 728 500 424	23 729
8 104	Český Těšín	7 901 706	913 186 564	913
8 105	Frenštát pod Radhoštěm	22 535 293	2 604 365 029	2 604
8 106	Frýdek-Místek	95 830 432	11 074 958 102	11 075
8 107	Frýdlant nad Ostravicí	24 702 150	2 854 784 963	2 855
8 108	Havířov	17 160 533	1 983 213 266	1 983
8 109	Hlučín	43 487 334	5 025 756 349	5 026
8 110	Jablunkov	26 776 136	3 094 471 956	3 094
8 111	Karviná	18 815 077	2 174 426 068	2 174
8 112	Kopřivnice	34 328 917	3 967 333 858	3 967
8 113	Kravaře	22 243 198	2 570 608 112	2 571
8 114	Krnov	171 186 053	19 783 677 534	19 784
8 115	Nový Jičín	83 974 250	9 704 759 553	9 705
8 116	Odry	81 947 336	9 470 512 590	9 471
8 117	Opava	150 161 748	17 353 934 788	17 354
8 118	Orlová	5 582 249	645 130 910	645
8 119	Ostrava	59 466 329	6 872 421 301	6 872
8 120	Rýmařov	103 016 812	11 905 475 671	11 905
8 121	Třinec	41 090 994	4 748 815 459	4 749
8 122	Vítkov	99 129 776	11 456 257 610	11 456
	SUMA	1 381 004 078	159 600 264 586	159 600

Celková potenciální produkce elektrické energie na pozemcích MSK dosahuje cca 159,6 TWh. Celková spotřeba brutto elektrické energie v ČR byla v roce 2023 okolo 67,9 TWh, dle dat uvedených v Roční zprávě o provozu ES ČR za rok 2023. Znamená to tedy, že celou spotřebu ČR by bylo možné zjednodušeně bilančně pokrýt produkcí elektrické energie z FVE, a to v jednom jediném kraji téměř třikrát. [3]

2.10 Výsledné parametry fotovoltaických elektráren na budovách

Parametrizace budov, jejich klasifikace, získávání a třídění dat je vysvětleno v kapitole 2.8. Prvotním předpokladem u výpočtu instalovaného výkonu a produkce na budovách je, že tato studie rozděluje budovy na budovy s plochou a šikmou střechou. Proto i při výpočtu musel být každý typ střechy modelován zvlášť dle specifických parametrů a koeficientů. V následných odstavcích je uveden popis, jak byly jednotlivé koeficienty pro jednotlivé typy střech definovány a jak byly využity v simulacích a při modelování.

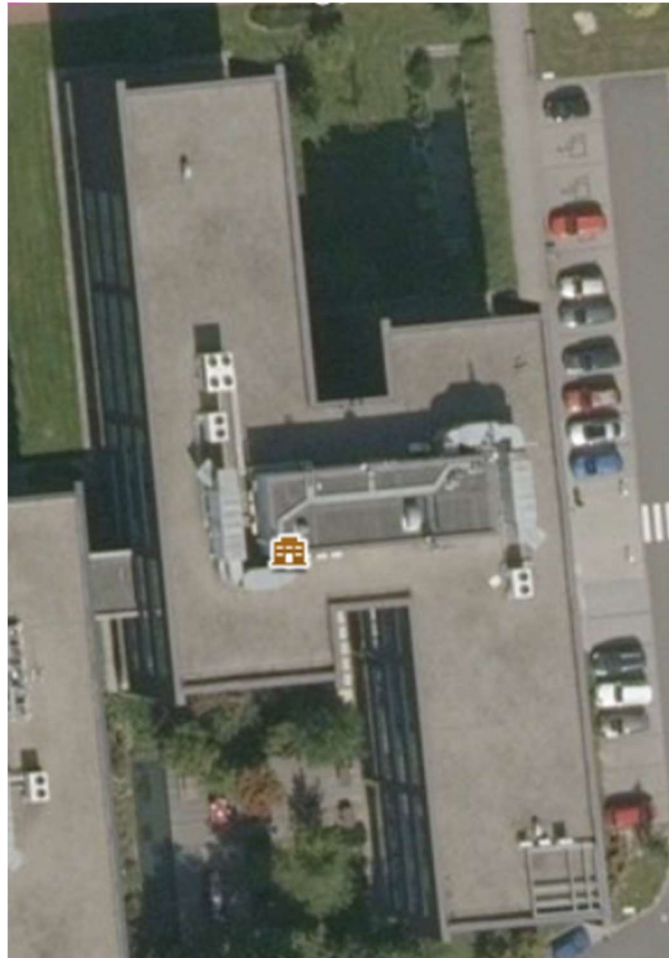
2.10.1 Modelace budov s plochou střechou

Pro modelování FVE na plochých střechách bylo parciálně vymodelováno 100 náhodně vybraných budov z celého kraje. Informace o vybraných budovách a výsledcích simulací jsou uvedeny v příloze 10. Všechny vybrané budovy jsou vhodné pro instalaci FVE a mají plochou střechu. Kompletní seznam výsledků modelů budov s plochou střechou je v příloze č. 10. Seznam budov s plochými střechami použitých pro výpočet a jejich výsledky. Převážně se jedná o obytné budovy, ale i o budovy administrativní, skladovací, výrobní a další. Tyto budovy byly modelovány v programu PV*SOL tak, aby jejich podoba co nejvíce odpovídala reálnému stavu. K tomu byly využity letecké snímky (Mapy.cz, Google maps, KN atd.). Modely jednotlivých budov obsahovaly i dodatečné konstrukce na ploše střechy (výťahové šachty, komíny, satelity, vzduchotechnika), které reálná stavba obsahuje a které zamezují rovnoměrnému umístění FVE na střeše a zároveň jim stíní. Následně byly na budovy modelovány panely tak, aby bylo co nejvíce využito potenciálu dané budovy.

Konstrukce panelů byla instalována se sklonem 15° ve vertikální poloze, kdy rozteč jednotlivých řad činila 0,8 m. Sklon 15° je běžně používaný v technické praxi. Tento sklon zajišťuje menší stínění a větší obsazenost střechy a menší nároky na konstrukci, zvláště díky absenci zavětrování. Panely nebyly modelovány na přesný jih, ale byly zarovnané s tou stranou budovy, která vykazovala největší produktivitu. Panely byly při simulacích na střechu umísťovány nejbližší 0,5 m od okraje a alespoň 0,1 m od jakékoliv konstrukce umístěné na střeše budovy (obr. 2-27). Vzdálenost od okraje se volí od 0,5 m a dále z důvodu podfukování panelů. Odstupové vzdálenosti jsou však vysoce individuální a záleží na řadě faktorů, které v této studii nemohly být plně zohledněny, a muselo tak být využito zjednodušení. Nebyla zohledňována například výška překážky, která je zásadní pro vliv zastínění. Dále nebylo počítáno ani s umístěným hromosvodem, který není možno na leteckých snímcích identifikovat. Vzdálenost 0,5 m od okraje střechy však zaručuje dostatečnou rezervu pro instalaci hromosvodu. Pokud je nutno hromosvod vést mezi panely, je možné připojit konstrukci panelů přímo na hromosvod a pak je již požadovaný odstup pouze 0,1 m. Panely, které byly zastíněny z více než 20 %, byly odstraněny, a to z důvodu nízké efektivity. Tato studie dále nemohla zohlednit kvalitu střechy, materiál střechy a jiné aspekty omezující nebo zcela zabraňující instalaci FVE. V tomto kroku je využito zjednodušení, že 100 % volné plochy střechy je zcela vhodných pro instalaci FVE. Dalším aspektem,

který tato studie nezohledňuje, je zastínění tělesy, jež nejsou přítomny na střeše, jako jsou stromy, okolní budovy a jiné.

Výstup z programu PV*SOL jedné budovy s plochou střechou a označením 4 460 391, což je údaj z RÚIAN, je v příloze č. 11. Ukázková budova s plochou střechou 4 460 391.



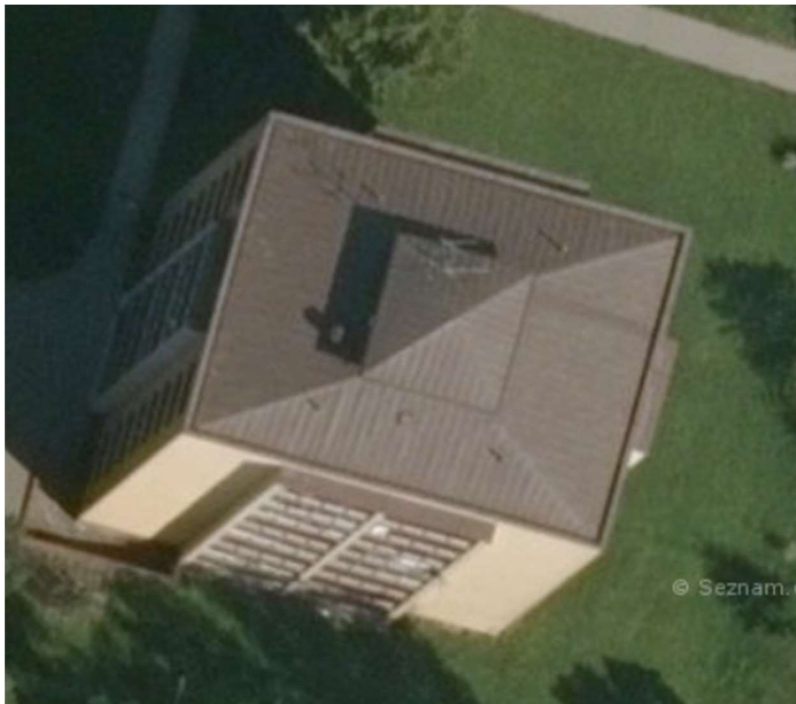
obr. 2-24 Letecký snímek budovy s plochou střechou. Zdroj: mapy.cz

Na obr. 2-24 je znázorněn letecký snímek budovy, u které je zamýšlena montáž FVE. Z těchto snímků je možné odhadnout půdorys budovy a také velikost případných překážek, které budou bránit instalaci FVE. Snímek ale může přispět jen k hrubé představě o možnosti instalace, nijak nerespektuje místní omezující podmínky, jako jsou svody bleskových proudů, nosnost střechy, požární plochy a podobně, tak jak je uvedeno výše.



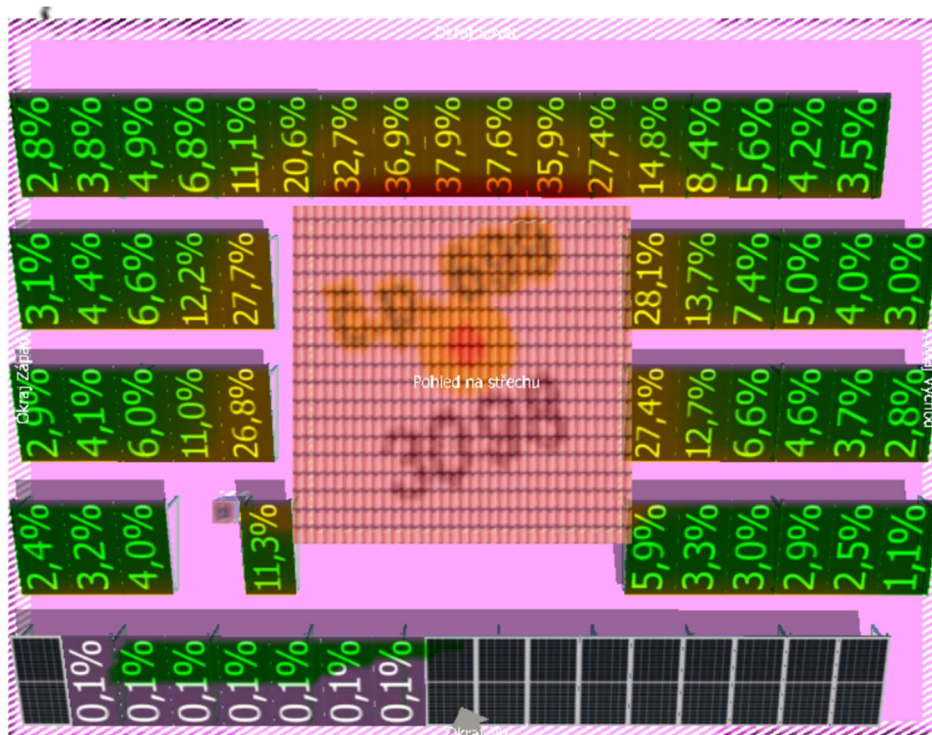
obr. 2-25 Model instalace FV panelů na budově s plochou střechou. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Dalším krokem ve studii možnosti instalace FVE na budovu je modelování budovy samotné a modelování disponibilní plochy včetně konstrukcí, stavebních prvků, technologií a obecně překážek, které brání instalaci FVE nebo způsobují její zastínění. Výsledek tohoto modelování je znázorněn na obr. 2-25.



obr. 2-26 Letecký snímek budovy s plochou střechou. Zdroj: mapy.cz

Na obr. 2-26 je zobrazen příklad leteckého snímku budovy se zamýšlenou montáží FVE.



obr. 2-27 Model instalace FV panelů na budově s plochou střechou s uvedením stínění v %. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Osazení zamýšlené střechy FV panely v plném osazení bez zohlednění zastínění panelů další konstrukcí umístěnou na střeše je zobrazeno na obr. 2-27. FV panely, které jsou během svého provozu stíněny ostatními konstrukcemi, mají uvedeny procentuální hodnoty zastínění. Hodnota zastínění 50 % by znamenala, že daný panel je plně osvětlen jen polovinu času v porovnání s panelem, který nebyl zastíněn nikdy. Je zde patrné, že některé panely mají úroveň zastínění takovou, že je jejich instalace nevýhodná.



obr. 2-28 Model instalace FV panelů po optimalizaci. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 2-27 lze spatřit, že některé panely jsou velmi zastíněné (z více než 20 %), a jejich efektivita tedy nedosahuje požadovaných hodnot. Takovéto FV panely byly zcela odstraněny. FV panely v zadní řadě jsou taktéž velmi zastíněny, zde ale byla možnost posunout celou řadu více k zadní hraně budovy, a tím zmírnit zastínění panelů bez toho, aby je bylo potřeba odstranit. Tím se dosáhlo zvýšení produktivity a zachování velikosti instalovaného výkonu. Finální podobu FVE na modelové střeše lze vidět na obr. 2-28.

Modelová budova s plochou střechou

Modelová budova s plochou střechou je hypotetická budova, jež byla vytvořena pomocí dat získaných z modelace 100 budov s plochou střechou. Konkrétně se jedná o průměrné hodnoty z této sady budov. Hodnotami této budovy tab. 2-21 byla modelována každá budova s plochou střechou umístěná v MSK. Tím byl zjištěn celkový potenciál instalovaného výkonu na plochých střechách.

tab. 2-21 Hodnoty modelové budovy s plochou střechou. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Počet vzorků	Efektivita (kWh/kWp)	Instalovaný výkon na jednotkové ploše (kWp/m ²)
100	932,35	0,109422091

2.10.2 Modelace budov se šikmou střechou

Pro výpočet FVE na šikmých střechách bylo vymodelováno 94 náhodně vybraných budov z celého kraje, jež jsou vhodné pro instalaci FVE a mají šikmou střechu. Převážně se jedná o rodinné domy, ale i o budovy administrativní, skladovací, výrobní a další. Tak jako u budov s plochou střechou byly i zde

k modelování využity letecké snímky, na střechy byly namodelovány dodatečné konstrukce a při modelování byla snaha o maximální využití plochy střechy.

Kompletní seznam výsledků modelů budov s plochou střechou je v příloze 12. Seznam budov s šikmými střechami použitých pro výpočet a jejich výsledky. Náročnost zpracování budov se šikmou střechou je vyšší než se střechou plochou, proto je počet vzorků se šikmou střechou nižší. Nicméně počet je stále dostačující na to, aby měl statisticky významnou hodnotu.

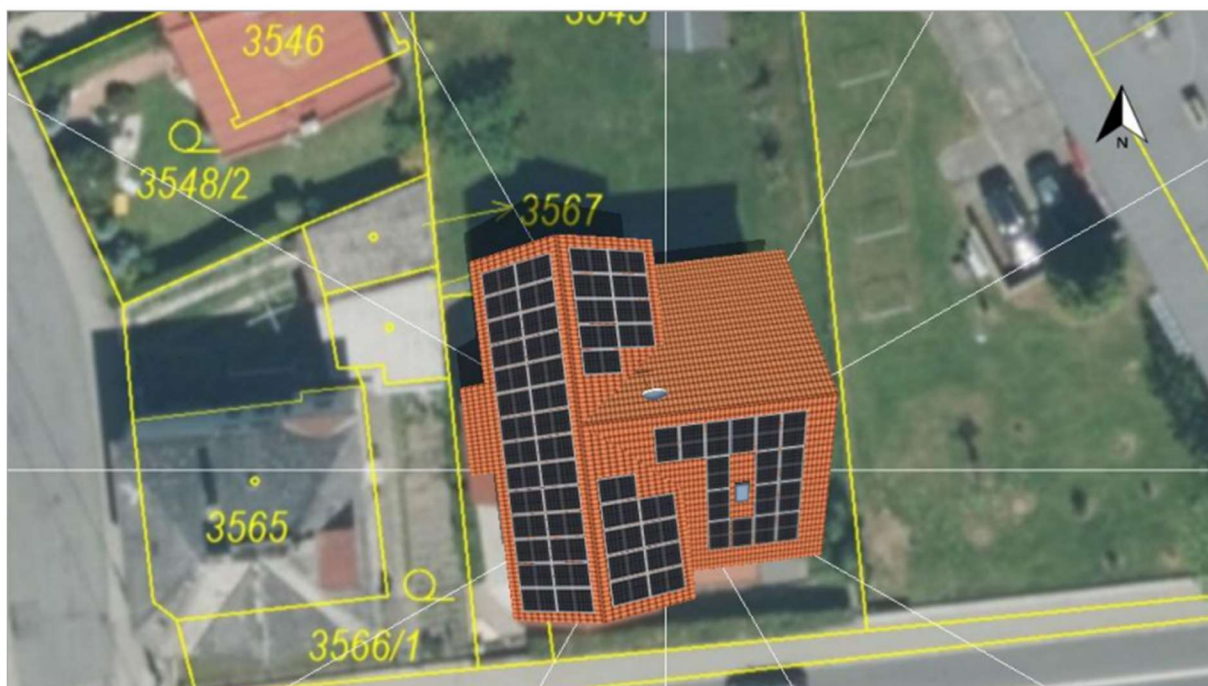
Panely byly instalovány jen na ty strany střechy, které umožňují optimální využití slunečního záření. Ostatní parametry modelace FVE jsou stejné jako u modelace budov s plochou střechou a jsou vysvětleny v předchozí kapitole.

Ukázkový výsledek a výstup z programu PV*SOL budovy se šikmou střechou s označením dle RÚIAN 13 971 921 je v příloze 13. Ukázková budova s šikmou střechou 13 971 921.



obr. 2-29 Letecký snímek budovy s šikmou střechou. Zdroj: mapy.cz

Na obr. 2-29 je letecký snímek budovy se šikmou střechou, u které je zamýšlena montáž FVE. Budova s katastrálním číslem 3 543. Z leteckého snímku lze odhadnout tvar a rozměr střechy.



obr. 2-30 Model instalace FV panelů na budově s šikmou střechou. Zdroj: PV SOL – Vlastní zpracování VŠB-TUO.

V programu PV*Sol je vytvořen model budovy a její střechy, kde jsou poté osazeny FV panely, což je znázorněno na obr. 2-30.

Modelová budova se šikmou střechou

Modelová budova se šikmou střechou je hypotetická budova, jež byla vytvořena pomocí dat získaných z modelace 94 budov se šikmou střechou. Konkrétně se jedná o jejich průměrné hodnoty. Hodnotami modelové budovy (tab. 2-22) byla propočtena každá budova s šikmou střechou sídlící v MSK. Tímto postupem byl modelován celkový potenciální instalovaný výkon na šikmých střechách.

tab. 2-22 Hodnoty modelové budovy s šikmou střechou. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Počet vzorků	Efektivita (kWh/kWp)	Inst. výkon na jednotkové ploše (kWp/m ²)
94	943,65	0,1202

2.10.3 Zastoupení jednotlivých typů střech na území Moravskoslezského kraje

Zastoupení jednotlivých druhů střech bylo vypočítáno ze vzorku 38 814 budov, které byly manuálně zkontrolovány a rozděleny dle typu střechy. Tabulka tab. 2-23 obsahuje údaje získané manuálním tříděním budov dle typu střechy a byly rozděleny do čtyř kategorií: Plochá; Šikmá; Nepoužitelná; Neidentifikovatelná. Přehled zastoupení jednotlivých typů střech je obsažen v tab. 2-23 spolu s celkovou výměrou daného typu.

Budovy “Nepoužitelné” jsou takové, které není možné osadit panely. Takové budovy jsou buď zbourané, rozpadlé či tak členité, že instalace FVE není možná. Budovy označené jako “Neidentifikovatelné” jsou takové, u kterých nebylo možné jednoznačně určit typ střechy.

tab. 2-23 Zastoupení jednotlivých typů střeš v MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Typ budovy	Počet (ks)	Zastoupení (%)
Plochá	9 623	24,79
Šikmá	27 934	71,97
Nepoužitelná	973	2,51
Neidentifikovatelná	283	0,73
Celkem	38 814	100

V celém MSK je 335 826 budov, které prošly prvotní selekcí a u kterých je známá výměra. Jejich celková plocha činí 58 690 791 m². Tato výměra obsahuje i plochu budov, které jsou nepoužitelné nebo nelze zjistit jejich typ střechy či kvalitu. Tyto budovy byly vyjmuty dle poměrného zastoupení tab. 2-23 a v následujících výpočtech s nimi není uvažováno. Následující tabulka tab. 2-24 obsahuje data náležící budovám s plochou a šikmou střechou.

tab. 2-24 Zastoupení plochých a šikmých střeš a jejich výměra. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Typ budovy	Výměra (m ²)	Zastoupení (%)
Plochá	14 550 973	24,79
Šikmá	42 239 103	71,97
Celkem	56 790 077	96,76

Z tab. 2-24 vyplývá, že celková plocha šikmých a plochých střeš je okolo 57 000 000 m². Plocha střeš, které nelze osadit FV panely, tvoří téměř 2 000 000 m².

tab. 2-25 Celkový instalovaný výkon a produkce na jednotlivých typech střešy. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Typ budovy	Plocha (m ²)	Potenciální instalovaný výkon (kWp)	Potenciální roční produkce (GWh)
Plochá	14 550 974	1 592 198	1 484
Šikmá	42 239 103	5 078 410	4 792
Celkem	56 790 077	6 670 608	6 277

Sumarizace celkové disponibilní plochy pro možnou instalaci FVE na šikmých a plochých střešách je uvedena v tab. 2-25. Dále je v tab. 2-25 uveden potenciální instalovaný výkon a roční produkce FVE v případě jejich plné instalace.

2.10.4 Potenciálně instalovaný výkon a produkce energie na budovách jednotlivých obcí s rozšířenou působností

Tabulka potenciálně instalovaného výkonu a produkce FVE na budovách v jednotných ORP je v příloze č. 14. FVE na budovách. Nejvyšší potenciál produkce elektrické energie mají budovy v ORP Ostrava, Opava a Frýdek-Místek. Naopak nejmenší potenciál produkce elektrické energie mají budovy v ORP Český Těšín, Frenštát pod Radhoštěm a Orlová. Tyto údaje přímo souvisí s velikostí a zastavěností ORP, kdy nejméně produktivní ORP jsou ty nejmenší.

2.11 Závěr k potenciálu fotovoltaických elektráren

V tab. 2-26 a tab. 2-27 jsou uvedeny informace o celkovém potenciálně instalovaném výkonu, a to jak na pozemcích, tak na budovách, tak rozložení těchto hodnot dle jednotlivých ORP.

tab. 2-26 Celkový instalovaný výkon a produkce na budovách a pozemcích. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Typ budovy	Plocha (m ²)	Potenciál instalovaného výkonu (kWp)	Potenciál produkce (GWh)
Budovy	56 790 077	6 670 608	6 277
Pozemky	1 381 004 078	158 401 168	159 600
Celkem	1 437 794 155	165 071 776	165 877

Metodika vypracovaná VŠB-TUO odhaduje potenciál instalovaného výkonu a produkce elektřiny na budovách a pozemcích v MSK na základě vyselektovaných dostupných ploch. Celková plocha budov (střech), která dosahuje 56 790 077 m², umožňuje potenciální instalovaný výkon 6 670 608 kWp a produkci elektřiny ve výši 6 277 GWh. Na pozemcích o celkové rozloze 1 381 004 078 m² po selekci je možný instalovaný výkon až 158 401 168 kWp s předpokládanou produkcí 159 600 GWh. Celkový součet potenciálu na budovách a pozemcích tak činí 165 071 776 kWp instalovaného výkonu a 165 877 GWh roční produkce elektřiny. Tento výstup naznačuje významný příspěvek, který by využití budov a pozemků mohlo mít pro produkci elektřiny v MSK, čímž by přispělo k energetické soběstačnosti a podpoře OZE v MSK.

tab. 2-27 Celkový instalovaný výkon a produkce (pozemky i budovy) v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Kód ORP	Název ORP	Potenciál instalovaného výkonu (kWp)	Potenciál roční produkce (MWh)
8101	Bílovec	5 850 125	5 882 666
8102	Bohumín	2 122 030	2 125 717
8103	Bruntál	23 815 421	23 978 037
8104	Český Těšín	1 018 692	1 018 918
8105	Frenštát pod Radhoště	2 703 491	2 716 049
8106	Frýdek-Místek	11 692 590	11 734 414
8107	Frýdlant nad Ostravicí	3 031 652	3 041 390
8108	Havířov	2 231 068	2 230 453
8109	Hlučín	5 213 135	5 237 600
8110	Jablunkov	3 199 936	3 215 585
8111	Karviná	2 397 995	2 400 166
8112	Kopřivnice	4 211 187	4 224 835
8113	Kravaře	2 679 609	2 691 346
8114	Krnov	19 935 219	20 066 132
8115	Nový Jičín	9 951 206	10 005 262
8116	Odry	9 552 593	9 614 699

8117	Opava	17 886 920	17 978 132
8118	Orlová	765 565	763 014
8119	Ostrava	8 281 503	8 246 885
8120	Rýmařov	11 947 165	12 028 869
8121	Třinec	5 081 289	5 095 229
8122	Vítkov	11 503 385	11 581 592
	SUMA	165 071 776	165 876 990

Údaje o potenciálu instalovaného výkonu a potenciální roční produkce elektrické energie z FVE pro jednotlivé ORP jsou uvedeny v tab. 2-27. Výsledné hodnoty jsou pro lepší orientaci zakresleny také do mapového podkladu MSK na obr. 2-31 a obr. 2-32. Z výsledků je patrné, že jeden z největších potenciálů pro výstavbu FVE je v ORP Bruntál, ORP Krnov a ORP Opava.



obr. 2-31 Potenciální instalovaný výkon FVE na vhodných pozemcích a budovách na území MSK dle jednotlivých ORP. Hodnoty jsou uvedeny kWp. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Potenciální instalovaný výkon FVE na vhodných pozemcích a budovách v jednotlivých ORP na území MSK jsou znázorněny na obr. 2-31. Každá ORP je barevně odlišena podle úrovně potenciálního výkonu FVE. Tmavší odstíny reprezentují vyšší potenciální výkon, zatímco světlejší odstíny ukazují nižší hodnoty. Uvnitř každé ORP je uveden číselný údaj (v kWp), který představuje odhadovaný maximální výkon FVE, které by mohly být instalovány na vhodných místech v dané ORP.

Potenciální instalovaný výkon FVE v MSK se mezi jednotlivými ORP značně liší. Nejvyšší potenciál má ORP Bruntál s hodnotou 23 815 421 kWp, což z něj činí oblast s největšími možnostmi pro rozvoj FVE. Na druhém místě je ORP Krnov s výkonem 19 935 219 kWp, následován ORP Opava s hodnotou

17 886 920 kWp. Tyto oblasti mají značný potenciál díky dostatečným vhodným plochám pro instalaci FVE. Nejnižší potenciál pro instalaci FVE mají ORP Orlová s hodnotou 765 565 kWp a ORP Bohumín s pouhými 122 030 kWp, což je způsobeno omezeným množstvím dostupných pozemků vhodných pro výstavbu FVE.



obr. 2-32 Potenciální produkce elektrické energie z FVE na pozemcích a budovách na území MSK dle jednotlivých ORP. Hodnoty jsou uvedeny v MWh. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Potenciální produkci elektrické energie z FVE na vhodných pozemcích a budovách v jednotlivých ORP na území MSK jsou zobrazeny na obr. 2-32. Každá ORP je barevně odlišena podle úrovně potenciální produkce energie. Tmavší odstíny představují vyšší potenciální produkci, zatímco světlejší odstíny naznačují nižší produkci. Uvnitř každé ORP je uveden číselný údaj (v MWh), který představuje odhadovaný maximální objem elektrické energie, který by mohl být ročně vyroben pomocí FVE v dané ORP.

Podobně jako u potenciálního instalovaného výkonu se i zde jednotlivé ORP liší ve svých hodnotách potenciální produkce, což odráží rozdílné množství a kvalitu dostupných ploch pro FVE v daných ORP.

Oblasti jako ORP Bruntál, ORP Krnov a ORP Opava, které vykazují vysoké hodnoty potenciálního instalovaného výkonu, budou mít také vyšší hodnoty potenciální produkce elektrické energie. Naopak regiony jako ORP Orlová a ORP Bohumín, které mají nejnižší hodnoty pro instalovaný výkon, budou mít i nižší potenciál produkce elektrické energie z FVE.

Elektrická energie v objemu cca 166 TWh odpovídá cca trojnásobku spotřeby elektrické energie celé ČR. Otázkou je však, jaké procento z celkového potenciálu je možné reálně využít. Toto vede k modelování několika variant scénářů rozvoje instalací FVE:

- Minimalistický scénář – 2 % z celkového potenciálu, tj. 3,3 GWp instalovaného výkonu FVE a 3,3 TWh potenciálně vyrobené elektrické energie ročně.
- Reálný scénář – 5 % z celkového potenciálu, tj. 8,25 GWp instalovaného výkonu FVE a 8,3 TWh potenciálně vyrobené elektrické energie ročně.
- Maximalistický scénář – 30 % z celkového potenciálu, tj. 49,5 GWp instalovaného výkonu FVE a 49,8 TWh potenciálně vyrobené elektrické energie ročně.

Výše procentuálních hodnot pro jednotlivé scénáře byla zvolena jako expertní odhad s přihlédnutím k zjednodušením použitým v této studii. Přesná míra využití FVE v MSK bude záviset na míře podpory pro tuto technologii jak po stránce dotačních titulů a nástrojů, tak po stránce připojitelnosti k ES ČR, ale také na výši výkupních cen. Zpracovatelé studie předpokládají, že reálně se bude výsledná hodnota pohybovat mezi hodnotami pro minimalistický a reálný scénář, což potvrzují také data zveřejněná v [42], kde je uvedený předpoklad instalovaného výkonu pro ČR v roce 2050 ve výši 39 GWp.

3. Analýza potenciálu větrných elektráren

Kapitola 3 se zabývá analýzou potenciálu VTE na území MSK. V úvodních kapitolách je kromě popisu aktuálního stavu z hlediska instalovaného výkonu VTE v ČR a v MSK uveden přehled nejčastěji instalovaných VTE, tento fakt je následně využit při dalších analýzách. Dále jsou specifikovány technické parametry vybraných VTE použitých ve studii. Z hlediska selekce pozemků pro výstavbu VTE na území MSK byla z velké míry využita metodiky prezentovaná v kapitole 2.7, jelikož řada omezení je pro FVE a VTE totožná. V kapitole 3 jsou prezentována omezení specifická pro VTE a je představena metodika umístění VTE na selektované pozemky, stejně tak jsou prezentovány výsledky analýzy potenciálu instalace VTE na území MSK s členěním na jednotlivé ORP.

3.1 Úvod k větrným elektrárnám

Dle Roční zprávy o provozu ES ČR za rok 2023 je instalovaný výkon VTE na území ČR 342,5 MW, přičemž na území MSK bylo ke konci roku 2023 instalováno 28,4 MW. [3]

Aby bylo možné stanovit, jaký typ VTE je vhodné využít ve studii, je nutné analyzovat, jaké typy VTE se v ČR a MSK využívají nejčastěji a osvědčily se v reálném provozu na území ČR.

Nejčastěji jsou instalovány VTE společnosti Vestas o instalovaném výkonu 2 MW nebo 2,2 MW. V ČR, ale i ve světě jsou však v poslední době instalovány VTE o vyšších instalovaných výkonech v řádech okolo 4 MW, proto budou v této studii alternativně uvažovány i varianty s těmito výkonnějšími VTE. Jelikož počet VTE v MSK je malý (17 ks k 1. 1. 2024) [34], byla pro určení některých parametrů použita data z VTE v celé ČR. [34]

Nejčastější variantou VTE instalovanou na území ČR je VTE Vestas V90. Tato elektrárna má však v porovnání s ostatními typy vysokou startovací rychlost (4 m/s), a proto byl vybrán typ Vestas V110, který má startovací rychlost nižší, konkrétně 3 m/s. Nižší startovací rychlost je výhodnější v lokalitách s nižší rychlostí větru. Důsledkem je potom větší počet motohodin, a tedy i větší produkce energie. Druhou zvolenou variantou pro tuto studii je VTE Enercon E-138 EP3 o výkonu 4 MW a Enercon E-175 EP5 o výkonu 6 MW. Elektrárna Enercon E-138 EP3 má dnes v ČR jediného zástupce, a to v Pardubickém kraji, a je svého druhu nejvýkonnější VTE v ČR. Elektrárna Enercon E-175 EP5 v ČR dosud nebyla instalována, nicméně byla zvolena jako doplnění výkonové řady, jelikož lze celosvětově pozorovat tlak na instalaci VTE s vyšším instalovaným výkonem.

3.2 Použité typy větrných elektráren

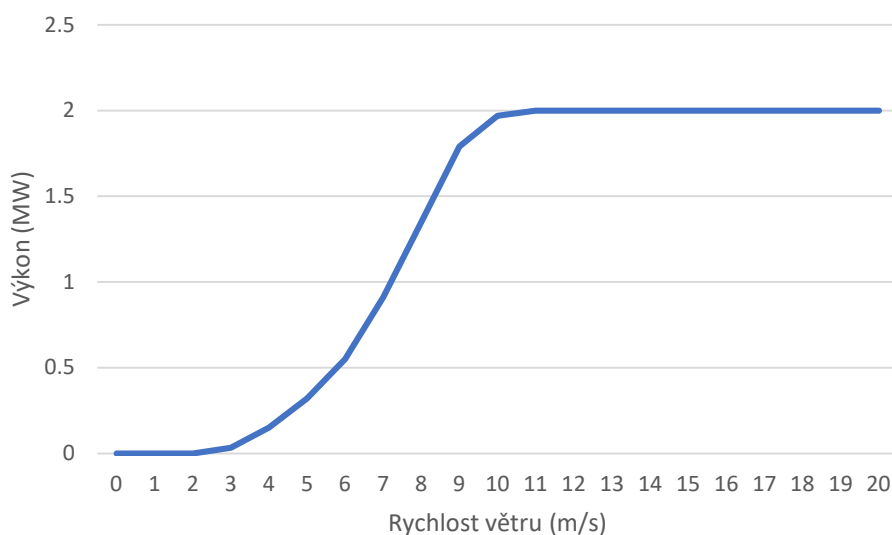
Vestas V110

Větrná elektrárna Vestas V110 je součástí řady Vestas V110-2.0 MW a V110-2.2 MW, vyvinuté dánskou společností Vestas, která je jedním z předních světových výrobců VTE. Tento model je navržen tak, aby byl efektivní v oblastech se středními až nižšími průměrnými rychlostmi větru, čímž poskytuje flexibilní a ekonomickou možnost pro různé lokality po celém světě. K řízení a nastavení listů VTE používá systém variabilního nastavení listů (pitch control), který umožňuje přesně regulovat úhel listů a optimalizovat výkon při různých rychlostech větru. VTE má asynchronní generátor spojený s třífázovou převodovkou, která zajišťuje spolehlivý převod energie. Vestas nabízí několik výšek věže a délky listů, což usnadňuje přizpůsobení konkrétním podmínkám na místě.

Model V110 je oblíbený pro své adaptabilní vlastnosti a pro to, že dokáže být efektivní v místech, kde jiné typy turbín kvůli nízké rychlosti větru nevyužijí svůj plný potenciál. To z ní činí cenově efektivní a flexibilní řešení pro projekty VTE na různých místech. Základní technické parametry VTE Vestas V110 jsou uvedeny v tab. 3-1.

tab. 3-1 Parametry VTE Vestas V110. [35]

Výrobce		Vestas	
Typ elektrárny	V110	Plocha rotoru na výkon (m ² /kW)	4,8
Průměr rotoru (m)	110	Minimální rychlost větru (m/s)	3
Výška náboje (m)	95	Jmenovitá rychlost větru (m/s)	11,5
Výkon (kW)	2 000	Maximální rychlost větru (m/s)	20
Plocha rotoru (m ²)	9 500	Maximální výška (m)	150



obr. 3-1 Křivka závislosti výkonu na rychlosti větru elektrárny Vestas V110, [35]

Na obr. 3-1 je zobrazena výkonová křivka VTE Vestas V110, která udává závislost výkonu elektrárny na rychlosti větru, jedná se o jeden ze základních parametrů VTE.

Enercon E-138 EP3

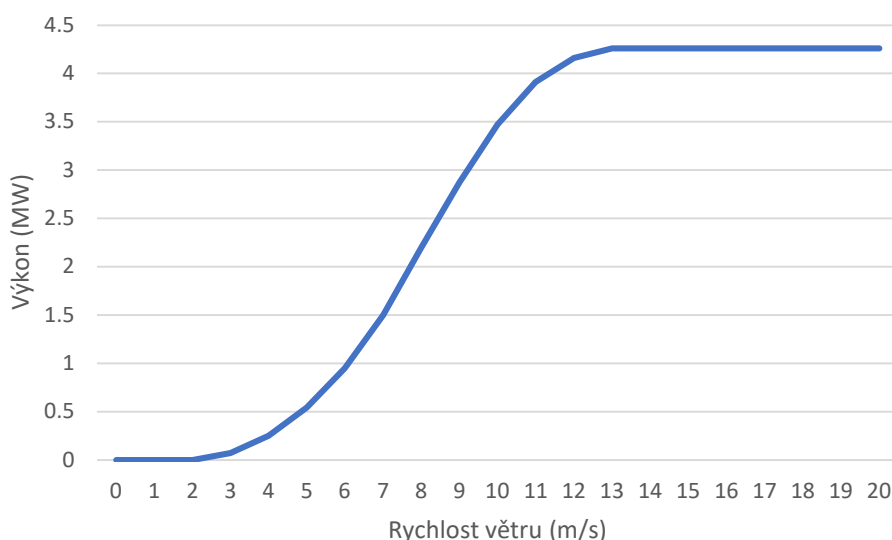
VTE Enercon E-138 EP3 je moderní větrná turbína navržena německou společností Enercon, která se zaměřuje na vývoj efektivních a ekologických řešení pro výrobu elektřiny z větru. Tento model je součástí řady EP3 a je určený pro oblasti s nízkou až střední rychlostí větru, což umožňuje efektivní využití i na místech, která nejsou extrémně větrná. Enercon je známý svými bezpřevodovými (direct drive) turbínami, kde je rotor přímo propojen s generátorem. Tento design snižuje počet mechanických součástí, čímž omezuje nároky na údržbu a zvyšuje životnost VTE. Variabilní nastavení listů (pitch control) umožňuje optimalizovat úhel listů podle aktuální rychlosti větru, což pomáhá zvýšit efektivitu a stabilitu výkonu.

Vysoká účinnost VTE při nízkém větru umožňuje díky velkému rotoru a přímému pohonu (bez převodovky) efektivně využívat energii i při nižších rychlostech větru.

Model Enercon E-138 EP3 je využíván pro svou schopnost efektivně generovat energii i v lokalitách s nižší rychlostí větru a je oceňovaný pro spolehlivost a snížené provozní náklady. Tato turbína představuje ideální řešení pro projekty zaměřené na udržitelnou a ekonomicky výhodnou výrobu elektrické energie z větru. Základní technické parametry VTE Enercon E-138 EP3 jsou uvedeny v tab. 3-2.

tab. 3-2 Parametry VTE Enercon E-138 EP3. [36]

Výrobce		Enercon	
Typ elektrárny	E-138 EP3	Plocha rotoru na výkon (m ² /kW)	3,5
Průměr rotoru (m)	138	Minimální rychlost větru (m/s)	2,5
Výška náboje (m)	111	Jmenovitá rychlost větru (m/s)	12,1
Výkon (kW)	4 260	Maximální rychlost větru (m/s)	28
Plocha rotoru (m ²)	15 000	Maximální výška (m)	180



obr. 3-2 Křivka závislosti výkonu na rychlosti větru elektrárny Enercon E-138 EP3. [36]

Na obr. 3-2 je uvedena výkonová křivka VTE Enercon E-138 EP3 udávající závislost dodávaného výkonu VTE na rychlosti větru. Výška náboje je 111 m a tato hodnota bude využita i při dalších analýzách v rámci této studie.

Enercon E-175 EP5

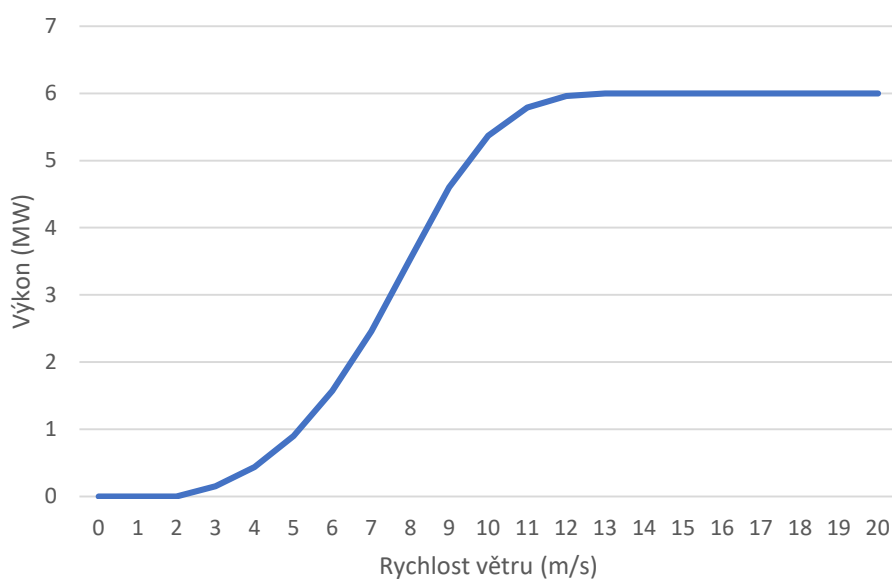
VTE Enercon E-175 EP5 je jedním z nejnovějších a nejvýkonnějších modelů VTE vyvinutých společností Enercon. Tento model je navržen pro vysoký výkon, optimalizovaný pro větrné podmínky se střední až nízkou rychlostí větru, což ji činí vhodnou pro rozsáhlé projekty obnovitelné energie. Turbína E-175 EP5

přináší výhody moderní technologie Enercon a je navržena tak, aby dosáhla vysoké účinnosti i spolehlivosti s minimálním dopadem na životní prostředí. Koncepčně je VTE Enercon E-175 EP5 velmi podobná VTE Enercon E-138 EP3, proto nebudou jednotlivé typické parametry a vlastnosti znovu opakovány.

Model Enercon E-175 EP5 je moderní, vysoce výkonná větrná turbína navržena tak, aby maximalizovala efektivitu výroby energie z větru. S ohledem na svou spolehlivost a optimalizaci pro nízké a střední větrné podmínky je tato turbína vhodná pro rozsáhlé projekty obnovitelné energie, ať už v městských nebo venkovských lokalitách. Základní technické parametry jsou uvedeny v tab. 3-3.

tab. 3-3 Parametry VTE Enercon E-175 EP5. [37]

Výrobce		Enercon	
Typ elektrárny	E-175 EP5	Plocha rotoru na výkon (m ² /kW)	4,00
Průměr rotoru (m)	175	Minimální rychlost větru (m/s)	2
Výška náboje (m)	132	Jmenovitá rychlost větru (m/s)	12,5
Výkon (kW)	6 000	Maximální rychlost větru (m/s)	25
Plocha rotoru (m ²)	24 000	Maximální výška (m)	220



obr. 3-3 Křivka závislosti výkonu na rychlosti větru elektrárny Enercon E-175 EP5. [37]

Na obr. 3-3 je zobrazena výkonová křivka VTE Enercon E-175 EP5 udávající závislost dodávaného výkonu VTE na rychlosti větru.

3.3 Popis selekce pozemků vhodných pro stavbu větrných elektráren

Způsob selekce pozemků vhodných pro stavbu VTE byl proveden částečně identicky jako selekce pozemků vhodných pro výstavbu FVE. Popis a zdůvodnění této selekce je detailně popsán v kapitole 2.7. S umístěním VTE na budovy nebylo ve studii uvažováno a v této kapitole posloužily pouze jako prvek s oblastí ochranného pásma, který byl stanoven jako minimální vzdálenost, kterou musí prostor pro instalaci VTE splnit od obydlené oblasti. Vzhledem k rozměrům VTE však musely být určité ochranné zóny přizpůsobeny. Bylo nutné přidat i dodatečné filtry vycházející z fyzikálních vlastností VTE a dalších faktorů, které nemusely být při simulaci potenciálu FVE zohledněny. Tyto filtry a parametry jsou specifikovány v následující kapitole, včetně jejich vysvětlení.

3.3.1 Ochranné zóny větrných elektráren

Stejně jako u FVE, tak i u VTE se musí dodržovat bezpečná vzdálenost a ochranná pásma od nemovitostí, oblastí či objektů. Ochranná pásma pro výstavbu VTE jsou velmi důležitá pro zajištění bezpečnosti, minimalizaci vlivu na okolí a ochranu přírodního prostředí. Tato pásma určují minimální vzdálenosti, které musí být dodrženy mezi VTE a různými typy okolní infrastruktury nebo chráněnými oblastmi. Jejich rozsah se může lišit v závislosti na lokálních zákonech, typu VTE, geografii a hustotě osídlení dané oblasti. Typicky se jedná o ochranná pásma z hlediska vzdálenosti budov, ochrany krajiny a přírody, bezpečnostní vzdálenosti od dopravní infrastruktury, vzdálenosti mezi jednotlivými VTE, vzdálenosti od infrastrukturních sítí nebo vzdálenosti z estetických a kulturních důvodů. Seznam ochranných pásem jednotlivých prvků pro vybrané VTE je obsažen v tab. 3-4 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Vzhledem k charakteru VTE, zejména její velikosti a hmotnosti, není žádoucí dodržovat pouze minimální či státem stanovená ochranná pásma. Pro účely této studie byla stanovena individuální ochranná pásma, která odrážela požadavky na VTE, ochranu objektu, krajiny a další. Pásma byla stanovena na základě kvalifikovaného posouzení zpracovatele, statistických dat a analýzy skutečných instalací.

Všechny uvedené hodnoty ochranných pásem jsou počítány k patě stožáru VTE, pokud není uvedeno jinak.

tab. 3-4 Tabulka ochranných pásem pro vybrané VTE. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Předmět ochrany	Odstupová vzdálenost		Poznámka
	Zákon (m)	Studie (m)	
Zvláště chráněná území (ZCHÚ)	50	150	
Les	30	100	
Ptačí oblast		500	
Obydlí		7*d	na základě analýzy skutečných instalací
Železnice	60	Max. výška+20 m	počítáno od středu vozovky
Dálnice	100	Max. výška+20 m	počítáno od středu vozovky
I. Třída	50	Max. výška+20 m	
II. a III. třída	15	120	
Elektrická vedení <52kV	zák. č. 458/2000 Sb.	200	
Elektrická vedení >52kV	zák. č. 458/2000 Sb.	3*d	385 m pro Vestas V110 485 m pro Enercon E-138 EP3 620 m pro Enercon E-175 EP5
Plynovody	zák. č. 458/2000 Sb.	zák. č. 458/2000 Sb.	
Státní hranice		Max. výška	
Ochranné pásmo vzájemného odstupu VTE		2,25*d	na základě analýzy skutečných instalací

Pozn. S ohledem na rozsáhlost podmínek daných platnou legislativou je u některých předmětů ochrany uveden pouze příslušný zákon. Max. výška značí výšku špičky lopatky elektrárny v nejvyšším bodě. Parametr „d“ značí průměr rotoru VTE. V poznámce jsou pak uvedeny vzdálenosti paty stožáru VTE a paty stožáru elektrického vedení.

Tabulka (tab. 3-4) obsahuje komplexní přehled předmětů ochrany a odstupové vzdálenosti dle jednotlivých předmětů ochrany. V tab. 3-4 jsou uvedeny také legislativou definované limity odstupové vzdálenosti dle jednotlivých předmětů ochrany. Ve sloupci poznámky jsou specifika jednotlivých variant zvolených VTE.

Zvláště chráněná území

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění, § 36 stanovuje: *Pokud se ochranné pásmo národní přírodní rezervace, národní přírodní památky, přírodní rezervace nebo přírodní památky nevyhlásí, je jím území do vzdálenosti 50 m od hranic zvláště chráněného území.*

Pro studii bude však určena vzdálenost ochranného pásma ZCHÚ hodnotou 150 m. Vyšší rezerva byla zvolena z důvodu zajištění maximální bezpečnosti v případě nehody spojené s poškozením VTE, či například kvůli požáru ZCHÚ.

Les

Ochranné pásmo kolem lesa upravuje zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), který stanovuje, že 30 m kolem hranice lesa není možná stavba VTE. Vzhledem k velikosti a hlučnosti VTE, ale také proto, že les představuje bariéru pro proudění větru potenciálně snižující

efektivitu výroby elektřiny, byla tato vzdálenost navýšena na 100 m. Vzdálenost byla navýšena i za účelem omezení materiálových škod při případné nehodě, požáru či pádu VTE do lesa.

Ptačí oblast

Ochranné pásmo kolem hranice ptačí oblasti bylo určeno dle kvalifikovaného úsudku. Důvodem pro odstup je rušení ptactva obývající danou oblast hlukem nebo případným stroboskopickým efektem způsobovaným elektrárnou. Prioritou je zachování bezpečnosti ptáků při pohybu ve stanovené oblasti.

Obydlí

Platná legislativa přímo neupravuje odstupovou vzdálenost VTE od obydlí. Zmiňuje se však o povinnosti dodržet hladinu hlukového znečištění v místě nejbližší budovy na úrovni 50 dB (den) a 40 dB (noc). Vlastním průzkumem již postavených VTE v MSK však vyšlo najevo, že nejmenší průměrná vzdálenost VTE od hranice nejbližší obydlené budovy je sedmkrát průměr rotoru (7*d). Jako podklady pro průzkum byly využity informace z informačních zdrojů České společnosti pro větrnou energii. [34].

Železnice

Zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách stanovuje ochranné pásmo s hranicí ve vzdálenosti 60 m od osy kolejí. Vzhledem k možným tragickým následkům nehody VTE byla pro studii stanovena ochranná zóna kolem železnice o vzdálenosti rovné výšce lopatky elektrárny v nejvyšším bodě a jako rezerva bylo přičteno dalších 20 m.

Dálnice

Dálnice mají stanovenou ochrannou zónu zákonem č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. Jejich vzdálenost je stanovena na 50 m od osy komunikace. Ve studii byla ochranná zóna stanovena na maximální výšku VTE a přičteno 20 m jako rezerva za účelem snížení pravděpodobnosti katastrofálních následků nehody VTE.

Silnice I. třídy

Silnice I. třídy mají ochrannou zónu stanovenou zákonem č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. Vzdálenost její hranice je stanovena na 50 m od osy komunikace. Vzhledem k hustému provozu na těchto komunikacích byla pro studii stanovena ochranná zóna na maximální výšku VTE s rezervou 20 m.

Silnice II. a III. třídy

Silnice II. a III. třídy mají ochrannou zónu stanovenou zákonem č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. Vzdálenost její hranice je stanovena na 15 m od osy komunikace. Z bezpečnostního hlediska, zvláště v případě vyjetí auta z vozovky, či rozptylování řidiče okolím, bylo však ochranné pásmo pro účely studie nastaveno na 120 m.

Elektrická vedení <52 kV

Ochranná pásma kolem elektrického nadzemního vedení jsou definována zákonem č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) stejně tak jako v rámci ochranných zón při stavbě FVE (viz kapitola 3). Ve studii

však nemohla být tato zákonná vzdálenost využita, jelikož se její vzdálenost pohybuje v řádu nízkých desítek metrů. Vzhledem k velkým rozměrům VTE proto musela být tato vzdálenost navýšena. Na základě odborného posudku byla vybrána jednotná vzdálenost 200 m.

Elektrická vedení >52 kV

Ochranné pásmo kolem elektrického nadzemního vedení o napětí vyšším než 52 kV je pro VTE specifikováno v zákoně č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). Jedním z jeho účelů je v tomto případě zajištění ochrany proti kmitání vodičů elektrického vedení. Od toho, jestli dané vedení obsahuje či neobsahuje ochranu proti kmitání, se následně odvíjí zvolená šíře ochranného pásma. Pokud dané vedení neobsahuje ochranu proti kmitání, je ochranné pásmo stanoveno na trojnásobek průměru rotoru. Pokud dané vedení ochranu proti kmitání obsahuje, je ochranné pásmo pouze ve vzdálenosti jednoho průměru rotoru, nebo ve vzdálenosti rovné výšce elektrárny. Vzdálenost stanovená jako trojnásobek průměru rotoru je počítána od špičky lopatky, která je v pozici nejbližší vedení, k nejbližšímu vodiči elektrického vedení. Jelikož nelze dle dostupných dat stanovit, která vedení mají a která nemají ochranu proti kmitání, bude ve studii počítáno s tím, že žádné vedení toto opatření neobsahuje.

Plynovody

Ochranná pásma plynovodu jsou definována zákonem č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). Tato vzdálenost byla využita i ve studii stejně jako při stavbě FVE (viz kapitola 2). Vzhledem k umístění plynovodů v podzemí nesmí do ochranného pásma plynovodu zasahovat základová deska VTE. Vzhledem ke skutečnosti, že plynovody jsou vedeny zemí v určité hloubce, není plynovod nijak ohrožen pádem VTE, nebo vibracemi VTE za chodu. To je důvod, proč velikost ochranné zóny kolem plynovodu není nijak více navýšena a uvažuje se 50 m, což je nejvyšší hodnota ochranného pásma pro vysokotlaký plynovod o průměru alespoň 300 mm.

Státní hranice

Šířka ochranného pásma od státní hranice není zákonem upravena. Pro účely studie však byla stanovena jako maximální výška VTE, a to z důvodu problémů mezinárodního měřítka při případné nehodě VTE.

Ochranné pásmo vzájemného odstupu VTE

Ochranné pásmo vzájemného odstupu VTE značí ochranné pásmo kolem VTE se středem v patě stožáru. Tato vzdálenost vychází z fyzikálních vlastností VTE a dále z průzkumu reálných instalací VTE v MSK. Ochranné pásmo vzájemného odstupu VTE vyšlo z průzkumu jako 2,25krát průměr rotoru. V případě studie tedy činí toto ochranné pásmo 202,5 m (pro variantu VTE Vestas V110). Odstupová vzdálenost pat stožáru dvou VTE je tedy vzdálenost 405 m (pro variantu VTE Vestas V110).

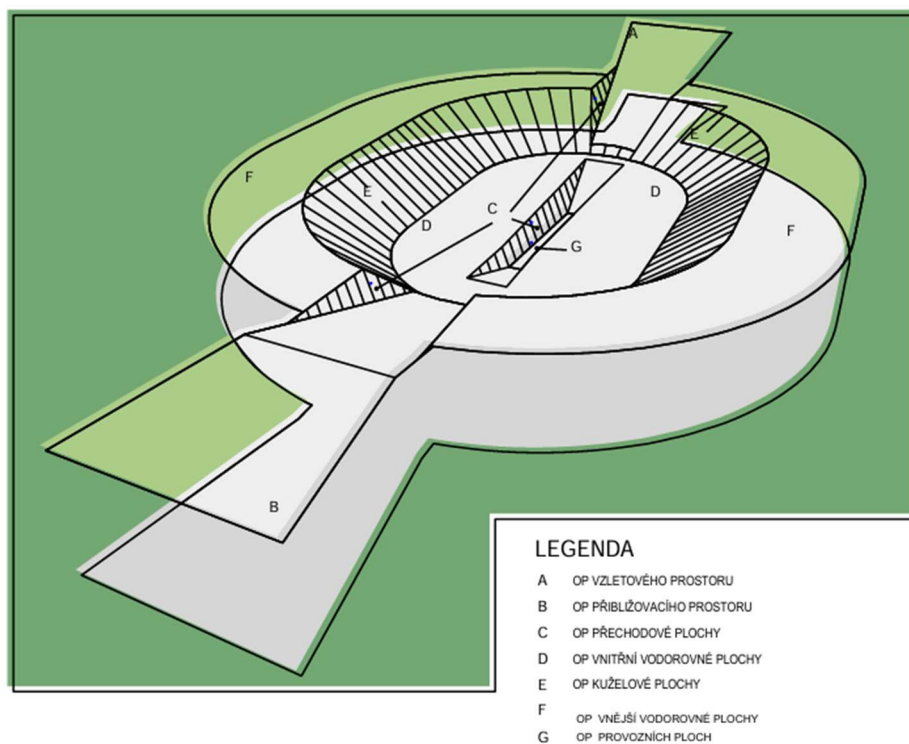
Letecké stavby

Na území MSK se nachází několik letišť a heliportů různých velikostí a orientací. Seznam letišť v MSK, jejichž ochranná pásma byla zahrnuta ve studii, je uveden v tab. 3-7. Každé letiště a heliport má své

ochranné pásmo, které je definované úřadem pro civilní letectví a zákon. č. 49/1997 Sb., o civilním letectví. Na obr. 3-4 je zobrazen tvar ochranného pásma letiště.

tab. 3-5 Seznam letišť na území MSK. [38]

Název letiště
Opava
Slezská Harta
Zábřeh
Kozmice
Hať u Hlučína
Moravský Beroun
Sedliště
Místek
Trnávka
Frýdlant
Krnov
Ostrava/Mošnov



obr. 3-4 Podoba ochranné zóny letiště. [38]

Ochranné pásmo letiště Ostrava/Mošnov bylo převzato z databáze Úřadu pro civilní letectví a je v této podobě zahrnuto i do této studie. Pro ostatní letiště a heliporty byla ochranná pásma počítána dle zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví. Podoba ochranné zóny je znázorněna na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Konkrétní ochranné zóny k letišťům jsou pak individuální a záleží na charakteru krajiny kolem letiště a dalších faktorech. Ochranné pásmo zde značí oblast, do které nesmí zasahovat žádná část VTE, a tedy ani špičky rotorových listů.

Heliporty

Na území MSK je řada heliportů (plochy určené pro lety související se zdravotnickou a záchrannou službou nebo soukromé), které mají svou ochrannou zónu. Vzhledem k tomu, že všechny heliporty jsou umístěny u bytové zástavby, či blízko letiště, zasahuje jejich ochranná zóna do ochranné zóny obydlí nebo letiště, a tedy nemusí být s ochrannou zónou heliportu nijak počítáno.

Natura 2000

Území Natura 2000 představuje síť chráněných oblastí v rámci EU, která je zaměřena na ochranu druhů a přírodních stanovišť s vysokou ekologickou hodnotou, ohrožených nebo endemických. Tato síť zahrnuje dvě hlavní kategorie chráněných oblastí:

- Ptačí oblasti (zobrazené modře), které se zaměřují na ochranu populací ohrožených druhů ptáků, jejichž ochrana je pro ekosystém EU zásadní.
- Oblasti evropského významu (zobrazené fialově), které jsou zaměřeny na ochranu dalších vzácných a ohrožených druhů živočichů, rostlin a biotopů s významem pro evropskou biodiverzitu.



obr. 3-5 Natura 2000 v MSK. Zdroj: mapy.cz a vlastní zpracování VŠB-TUO.

V MSK jsou tyto chráněné oblasti zobrazeny na mapě (obr. 3-5). S ohledem na ochranu a ekologickou stabilitu těchto území se větrné elektrárny (VTE) nebudou v této studii umísťovat do oblastí Natura 2000, a to ani do Ptačích oblastí, ani do Oblastí evropského významu. Tento přístup zajišťuje, že výstavba VTE nenaruší chráněná stanoviště ani neohrozí chráněné druhy, které jsou pro ekologickou rovnováhu těchto oblastí klíčové.

Rozhodnutí o nevýstavbě VTE v těchto chráněných územích podporuje snahu sladit rozvoj OZE s ochranou přírodního dědictví a dodržováním evropských environmentálních závazků.

Pokrytí parcel

V kapitole **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** byla zmíněna ochranná pásma, po jejichž odstranění zůstaly použitelné parcely pro výstavbu VTE. Pro posouzení možnosti umístění VTE parcel byl navržen algoritmus, který postupně tvoří ve shlucích blízkých parcel kruhy o průměru 20 m. Při každém vygenerovaném kruhu, který musí být zcela obsažen v použitelné části parcely, se ze shluku navíc odebere ochranné pásmo o průměru $4,5 \cdot d$, kde d značí průměr rotoru VTE. Odebrání okolí slouží k zamezení výstavby další VTE v blízkosti té stávající. Tento proces pokračuje do zaplnění využitelného volného prostoru a je opakován pro všechny ve studii zvažované varianty elektráren.



obr. 3-6 Příklad umístění VTE podle ochranných pásem, Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obrázku 3-6 je znázorněno možné umístění VTE v krajině s respektováním ochranných pásem VTE. Z obrázku je patrné, že počet možných instalací VTE není přímo závislý na ploše pozemku, ale především na jeho geometrii. Červené body na obr. 3-6 zobrazují pozice umístění VTE na daném pozemku včetně základu pro VTE s ohledem na omezení a ochranné zóny zmíněné výše v textu. Zelená oblast je ochranné pásmo dané VTE s ohledem na snížení rizika ovlivnění jednotlivých umístěných VTE v dané lokalitě. Žlutá barva vymezuje pozemek, pro který je analýza prováděna.

Větrná mapa ČR

Jestli je dané místo vhodné pro umístění VTE, určuje mimo omezení daná ochrannými pásmy také rychlost větru, která má přímý vliv na produkci elektrické energie. Základním zdrojem informací o průměrných rychlostech větru v ČR je větrná mapa zpracovaná Ústavem fyziky atmosféry Akademie věd ČR, přičemž mapa obsahuje informace o rychlostech větru ve výšce 10 m nad zemí. [41]

Pro studii byla zvolena minimální hranice průměrné rychlosti větru 5 m/s ve výšce 30 m, dle informací Svazu podnikatelů pro využití energetických zdrojů, z.s. [33] Přepočtení rychlosti větru bylo provedeno za pomoci rovnice (1), přičemž hodnota koeficientu terénu z_0 byla zvolena jako 0,1, což odpovídá zemědělské půdě s budovami, které jsou ve vzájemné vzdálenosti cca 500 m, tento typ terénu nejlépe odpovídá charakteru území, na kterém byly VTE v ČR doposud postaveny.

$$v_2 = v_1 \frac{\ln \frac{h_2}{z_0}}{\ln \frac{h_1}{z_0}} \quad (1)$$

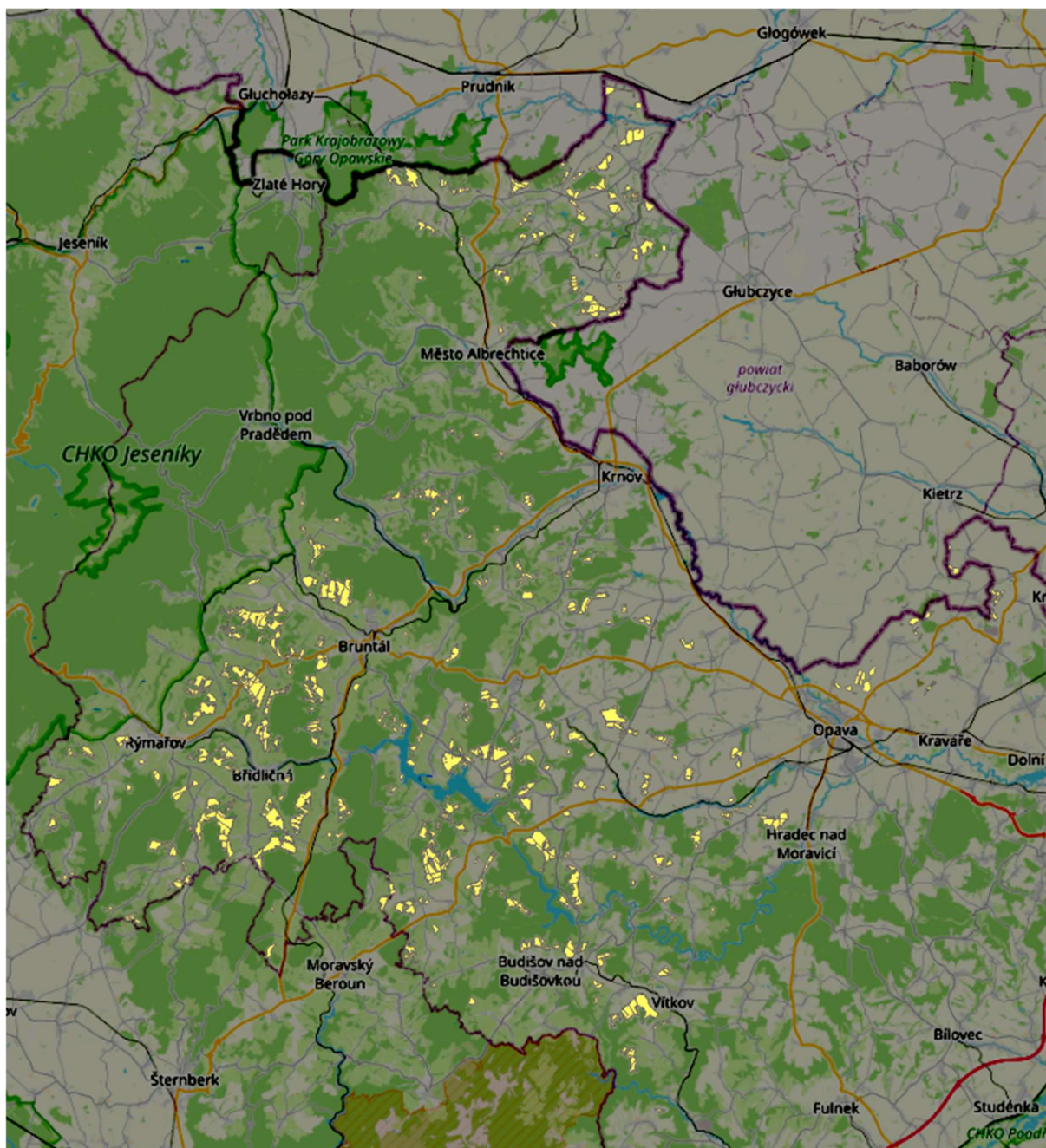
Pro všechny potenciální pozice pro výstavbu VTE vybraných na parcelách dle metodiky uvedené v kapitole **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** byla získána hodnota průměrné rychlosti větru ve výšce 10 m z této mapy. Ta byla následně převedena na průměrnou rychlost ve výšce 30 m a podle této hodnoty byly nevyhovující parcely odebrány. Zbývající elektrárny jsou součástí finální statistiky. Na základě rychlosti větru ve výšce stožáru byl následně dle rovnice (2) vypočten výkon a z něj potenciální produkce elektrické energie, která je taktéž součástí následujícího souhrnu. Výpočet výkonu zahrnuje účinnost elektrárny ξ (zvolen koeficient 0,2), hustotu větru ρ (zvoleno 1,2), průměr rotoru d a rychlost v .

$$P_a = \xi \cdot \rho \cdot d^2 \cdot \frac{v^3}{8} \quad (2)$$

3.4 Potenciál instalace a produkce větrných elektráren na území Moravskoslezského kraje

Z parametrů jednotlivých VTE popsaných v kapitole **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** je patrné, že jeden důležitý parametr mají jednotlivé elektrárny společný, a to minimální rychlost větru, která je potřebná ke spuštění elektrárny. Hodnota se u jednotlivých elektráren pohybuje mezi 2 a 3 m/s. S vědomím toho, že vybraná území musí splňovat průměrnou roční rychlost větru alespoň 4 m/s, jsou tyto minimální rychlosti větru pro VTE dostatečně nízké.

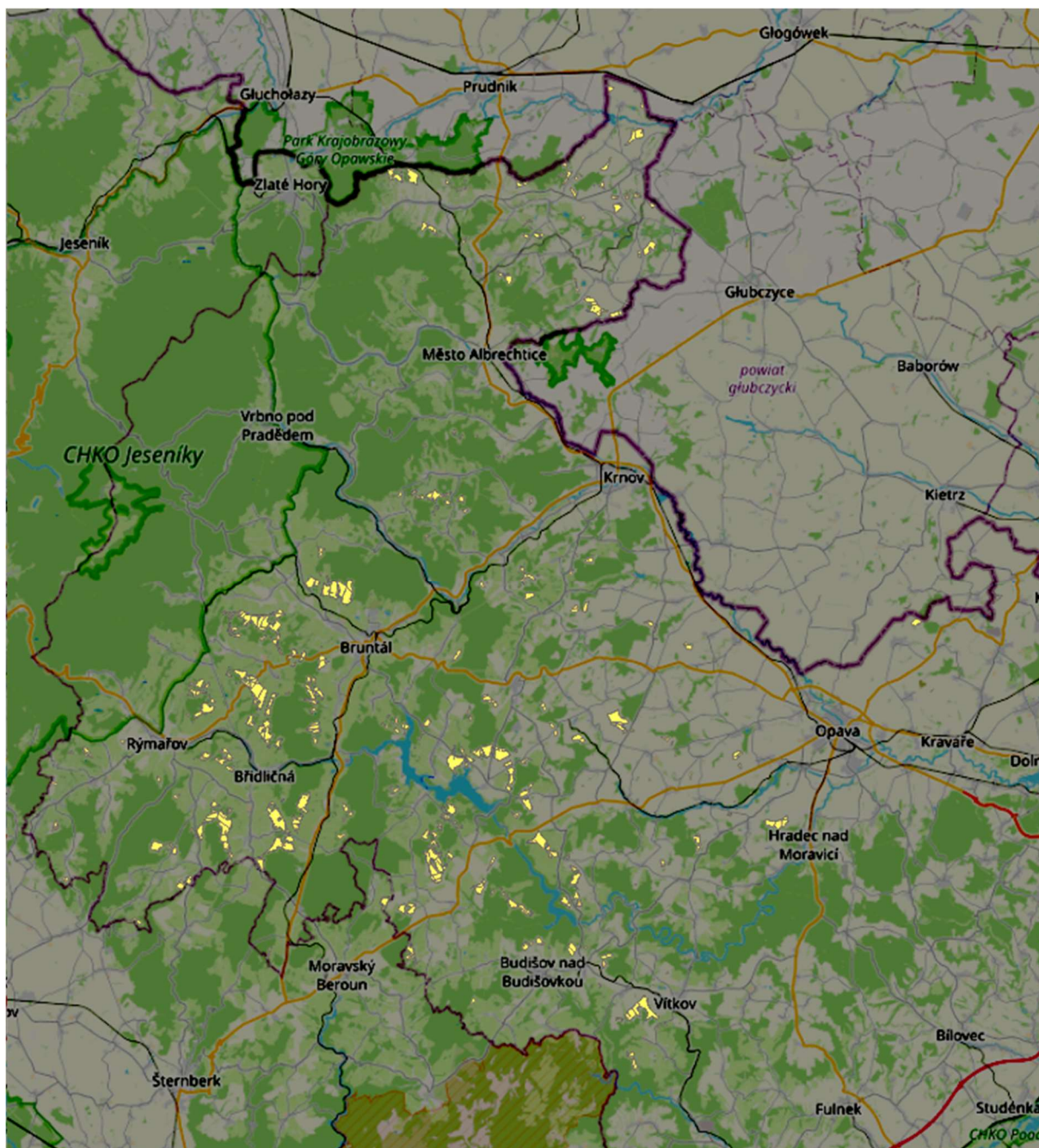
Na první pohled se pak může zdát, že nejlepším řešením je elektrárna Enercon E-175 EP5, a to díky nízké rychlosti větru potřebné k tomu, aby VTE produkovala jmenovitý výkon. Na druhou stranu je tato VTE nejrozměrnější a je předpoklad, že počet VTE bude velice nízký, a tím bude i nízký instalovaný výkon a produkce. Tento předpoklad je ilustrován na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, obr. 3-8 a obr. 3-9, kde jsou zobrazeny parcely vhodné pro výstavbu jednotlivých typů VTE.



obr. 3-7 Parcely vhodné pro výstavbu VTE Vestas V110. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** jsou žlutou barvou vyznačeny parcely nebo shluky parcel, které jsou vhodné pro výstavbu VTE typu Vestas V110. Tyto vhodné lokality byly identifikovány na základě specifických podmínek a požadavků na umístění VTE tohoto typu, jako jsou například rychlost větru, přístupnost a vzdálenost od chráněných území.

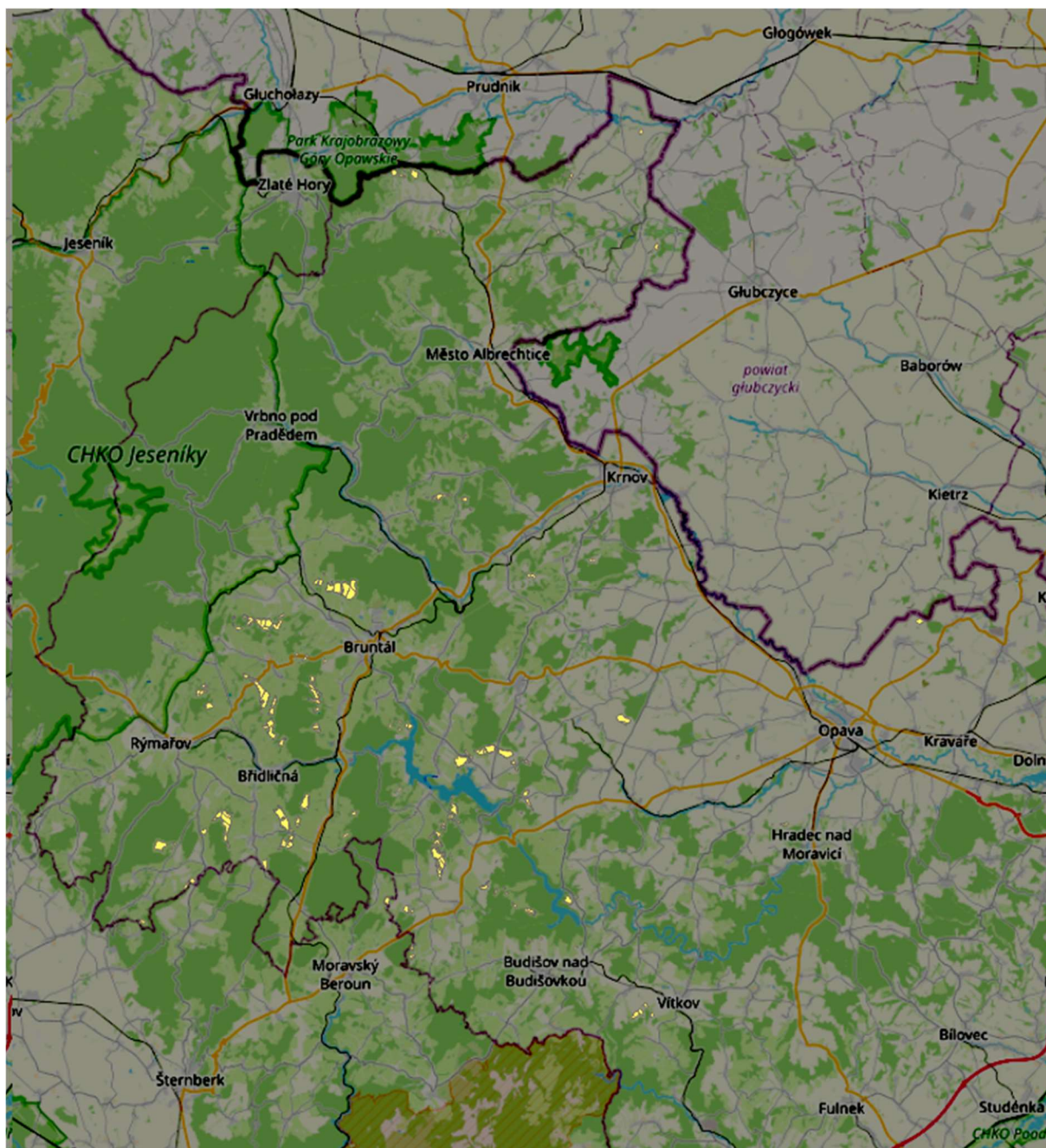
Většina těchto vhodných lokalit se nachází v oblasti Nízkého Jeseníku, který nabízí vhodné podmínky pro instalaci VTE díky své nadmořské výšce, povětrnostním podmínkám a relativně nízké hustotě obyvatelstva. Mezi konkrétní oblasti v Nízkém Jeseníku, které se pro výstavbu VTE typu Vestas V110 jeví jako vhodné, patří: Bruntálsko, Rýmařovsko, Vítkovsko, Okolí přehrady Slezská Harta, oblast Osoblažska. Další vhodné lokality byly také identifikovány v okolí města Opava, zejména severovýchodně od města.



obr. 3-8 Parcely vhodné pro výstavbu VTE Enercon E-138 EP3. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 3-8 jsou žlutou barvou označeny parcely nebo shluky parcel vhodných pro výstavbu VTE Enercon E-138 EP3. Počet vhodných parcel nebo jejich shluků se oproti variantě pro VTE Vestas V110 snížil. Toto je způsobeno zvýšením ochranného pásma VTE z důvodu větších rozměrů VTE Enercon E-138 EP3. Jedná se však o stejné oblasti v okolí Bruntálu, Rýmařova, Břidličné, okolí přehrady Slezská Harta, Vítkovsko, okolí Hradce nad Moravicí nebo Osoblažsko.

Nízký Jeseník a přilehlé regiony tak poskytují významný potenciál pro rozvoj OZE prostřednictvím výstavby VTE, což je klíčové pro dosažení cílů v oblasti čisté energetiky a snižování emisí.



obr. 3-9 Parcely vhodné pro výstavbu VTE Enercon E-175 EP5. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 3-9 jsou žlutou barvou zobrazeny parcely nebo shluky parcel vhodné pro výstavbu VTE Enercon E-175 EP5. Množství parcel nebo jejich shluků bylo redukováno z důvodu větších rozměrů VTE Enercon E-175 EP5 oproti dalším analyzovaným variantám VTE. Počet využitelných parcel nebo jejich shluků byl redukován významně na celém území MSK. Vhodné lokality pro výstavbu VTE Enercon E-175 EP5 se nacházejí v okolí Bruntálu, Břidličné, Rýmařova a okolí přehrady Slezská Harta. Na území Osoblažska zůstalo po redukci vhodných pouze několik parcel, stejně tak na Vítkovsku.

Vestas V110

Po filtraci pozemků a separaci pozemků s přihlédnutím na větrnou mapu zbylo jen několik lokalit vhodných pro instalaci VTE. Na tyto plochy by následně bylo možné instalovat až 1 007 VTE typu Vestas

V110. Všechny tyto elektrárny by byly schopny produkovat více než 1 900 GWh elektrické energie ročně. Výsledky analýzy potenciálu VTE Vestas V110 jsou uvedeny v tab. 3-6.

tab. 3-6 Počet, instalovaný výkon a produkce VTE Vestas V110 v ORP MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Kód ORP	Název ORP	Počet elektráren	Výkon instalovaný (MW)	Produkce (GWh/rok)
8 103	Bruntál	345	690	721
8 109	Hlučín	2	4	2
8 113	Kravaře	19	38	24
8 114	Krnov	229	458	388
8 116	Odry	3	6	7
8 117	Opava	131	262	216
8 120	Rýmařov	166	332	308
8 122	Vítkov	112	224	241

Tabulka (tab. 3-6) představuje přehled potenciálních VTE v rámci jednotlivých ORP v MSK. Obsahuje údaje o počtu elektráren, jejich instalovaném výkonu (MW) a očekávané roční produkci elektřiny (GWh/rok).

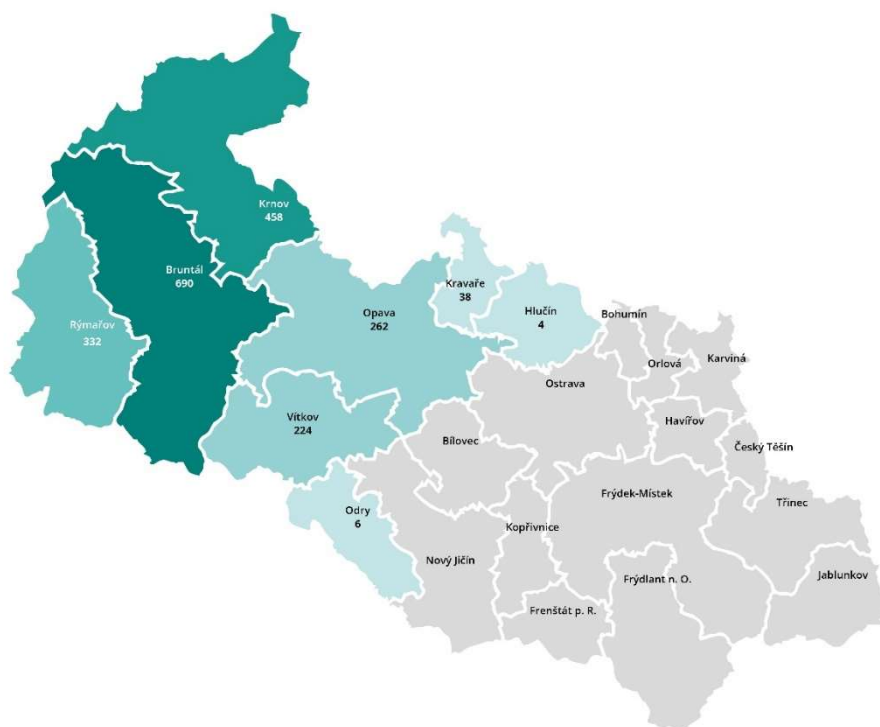
Bruntál se jeví jako jedna z nejvýznamnějších oblastí pro výstavbu VTE, a to díky příhodným geografickým podmínkám. Velké množství instalací zde umožňuje nejen vysokou produkci elektřiny, ale také rozvoj regionu z hlediska OZE. Oblast Hlučína a Kravaře má pro výstavbu VTE menší význam, což je způsobeno pravděpodobně vyšší hustotou osídlení. Krnovsko je dalším významným regionem pro výstavbu VTE. Velký počet instalací svědčí o tom, že tato oblast má výborné podmínky pro rozvoj VTE, a očekává se zde významná produkce čisté energie. V ORP Odry se vyskytují pouze 3 lokality vhodné pro výstavbu VTE. Opavsko se díky svým podmínkám řadí mezi důležité regiony pro potenciální rozvoj výstavby VTE. S více než 100 elektrárnami je zde potenciál významné produkce energie, což zajišťuje pokrytí místních energetických potřeb i příspěví do širší sítě. Rýmařovsko, ležící v oblasti Nízkého Jeseníku, má velmi dobré předpoklady pro výstavbu VTE. Kombinace většího počtu elektráren a vysokého potenciálu instalovaného výkonu přispívá k velkému potenciálu produkce obnovitelné energie. Vítkovsko je dalším klíčovým regionem v Nízkém Jeseníku, kde podmínky pro výstavbu VTE umožňují efektivní provoz většího počtu VTE s vysokou produkcí elektrické energie.

Z tabulky je patrné, že klíčovými oblastmi pro větrnou energetiku v MSK jsou zejména regiony Nízkého Jeseníku, jako jsou Bruntál, Rýmařov, Krnov a Vítkov. Tyto oblasti se vyznačují optimálními větrnými podmínkami, což umožňuje efektivní instalaci velkého množství VTE. Naopak menší regiony, jako jsou Hlučín nebo Odry, mají omezenější potenciál.



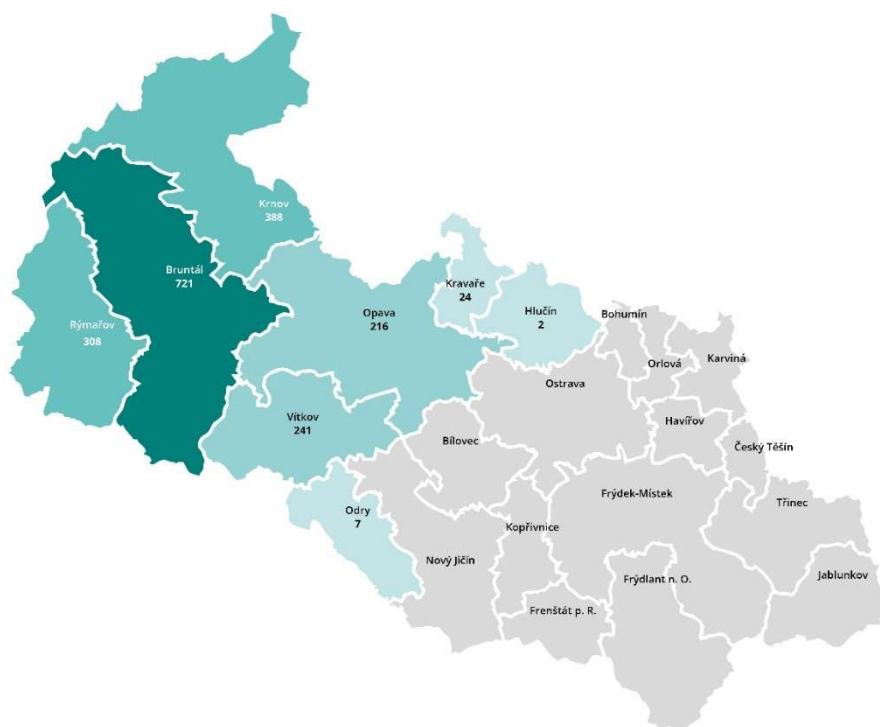
obr. 3-10 Počet VTE Vestas V110 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Počet potenciálních VTE typu VESTAS V110 na území jednotlivých ORP v MSK je zobrazen na mapce na obr. 3-10. Barevné odlišení naznačuje množství potenciálních VTE v jednotlivých ORP. Tmavě zelené oblasti (např. Bruntál s 345 VTE a Krnov s 229 VTE) jsou regiony s nejvyšším počtem potenciálních VTE. Tyto oblasti se nacházejí převážně v Nížkém Jeseníku, který je známý svými vhodnými podmínkami pro výstavbu VTE. Světlejší zelené oblasti (např. Opava s 131 elektrárnami, Rýmařov s 166 elektrárnami a Vítkov s 112 elektrárnami) také vykazují významný potenciál počtu instalací VTE, avšak méně než Bruntál a Krnov. Nejmenší počty potenciálních VTE (např. Odrý s 3 VTE, Hlučín s 2 VTE a Kravaře s 19 VTE) jsou vyznačeny světlejším odstínem. Tyto regiony mají menší potenciál pro výstavbu VTE.



obr. 3-11 Potenciální instalovaný výkon (MW) VTE Vestas V110 v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 3-11 je znázorněn potenciální instalovaný výkon VTE Vestas V110 v jednotlivých ORP v MSK. ORP Bruntál má nejvyšší potenciální instalovaný výkon (690 MW), což odpovídá vysokému počtu vhodných lokalit pro VTE v této oblasti. Bruntálsko se tedy jeví jako nejperspektivnější region pro výstavbu VTE typu Vestas V110 v kraji. ORP Krnov a ORP Rýmařov mají také vysoký potenciál, s výkonem 458 MW a 332 MW. Tyto oblasti se nacházejí v Nízkém Jeseníku, který poskytuje příznivé podmínky pro výstavbu VTE. ORP Opava a ORP Vítkov vykazují středně vysoký potenciální výkon (262 MW a 224 MW), což naznačuje přítomnost vhodných lokalit, ale v menším měřítku než v ORP Bruntál nebo ORP Krnov. Menší výkon je evidován u ORP Kravaře, ORP Odrý, a ORP Hlučín (např. Hlučín pouze 4 MW). Tyto oblasti mají omezený počet vhodných lokalit pro výstavbu.



obr. 3-12 Potenciální objem vyrobené elektrické energie (GWh) VTE Vestas V110 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 3-12 je znázorněn potenciální roční objem vyrobené elektrické energie (v GWh) z VTE typu Vestas V110, které by mohly být potenciálně instalovány v jednotlivých ORP v MSK. ORP Bruntál má nejvyšší potenciální produkci elektřiny, a to 721 GWh ročně, což je výsledkem velkého instalovaného výkonu (690 MW) a vhodných větrných podmínek. Tento region má tedy potenciál stát se hlavním centrem produkce větrné energie v MSK. ORP Krnov a ORP Rýmařov rovněž vykazují vysoký potenciál výstavby VTE s roční produkcí 388 GWh a 308 GWh. Tyto oblasti leží v Nížkém Jeseníku, kde jsou výborné podmínky pro efektivní provoz VTE. ORP Opava a ORP Vítkov mají střední potenciál produkce (216 GWh a 241 GWh). ORP s nižším potenciálem, jako jsou ORP Hlučín, ORP Odry, a ORP Kravaře, vykazují nižší roční produkci, například ORP Hlučín s produkcí pouze 2 GWh. Tyto oblasti mají menší instalovaný výkon a méně příznivé podmínky pro větrnou energetiku.

Enercon E-138 EP3

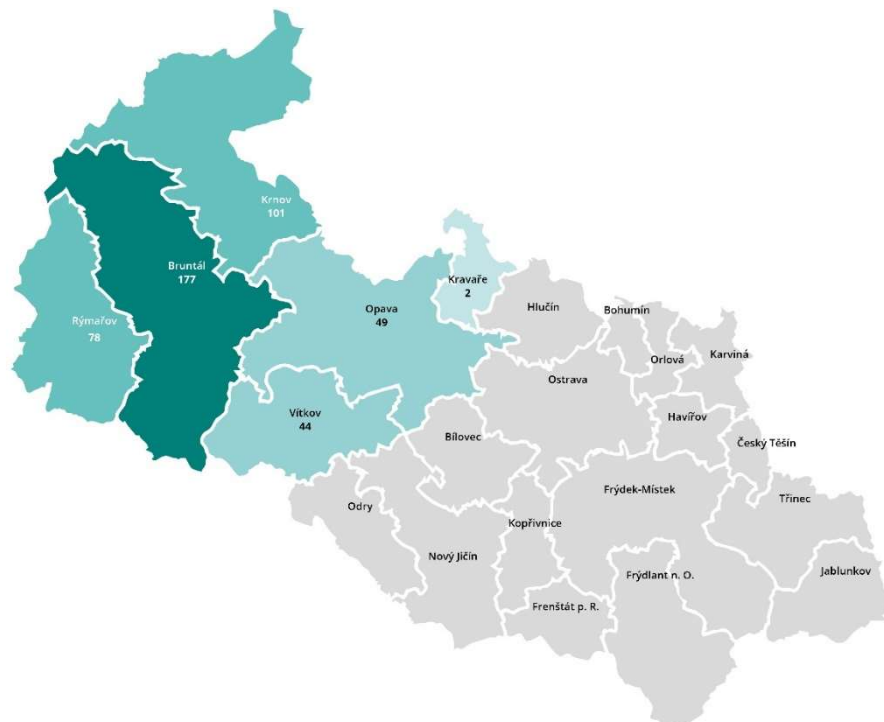
V případě instalace větších VTE typu Enercon E-138 EP3 o instalovaném výkonu 4,26 MW bude celkový počet, vzhledem k velikosti VTE a tím i ochranných zón, snížen na 451 kusů. Přestože počet VTE byl výrazně menší, instalovaný výkon zůstal obdobný jako u varianty Vestas V110. Produkce elektrické energie byla však i přesto menší, a to o zhruba 30 %, to je cca 1 400 GWh ročně, což je způsobeno do značné míry snížením počtu lokalit s vyšší mírou průměrné rychlosti větru v důsledku zvýšení ochranného pásma mezi jednotlivými VTE. Výsledné údaje analýzy potenciálu instalace VTE pro VTE Enercon E-138 EP3 jsou pro jednotlivé ORP uvedeny v tab. 3-7.

tab. 3-7 Počet, instalovaný výkon a produkce VTE Enercon E-138 EP3 v ORP MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Kód ORP	Název ORP	Počet elektráren	Výkon instalovaný (MW)	Produkce (GWh/rok)
8 103	Bruntál	177	754	615
8 113	Kravaře	2	9	4
8 114	Krnov	101	430	291
8 117	Opava	49	209	141
8 120	Rýmařov	78	332	248
8 122	Vítkov	44	187	162

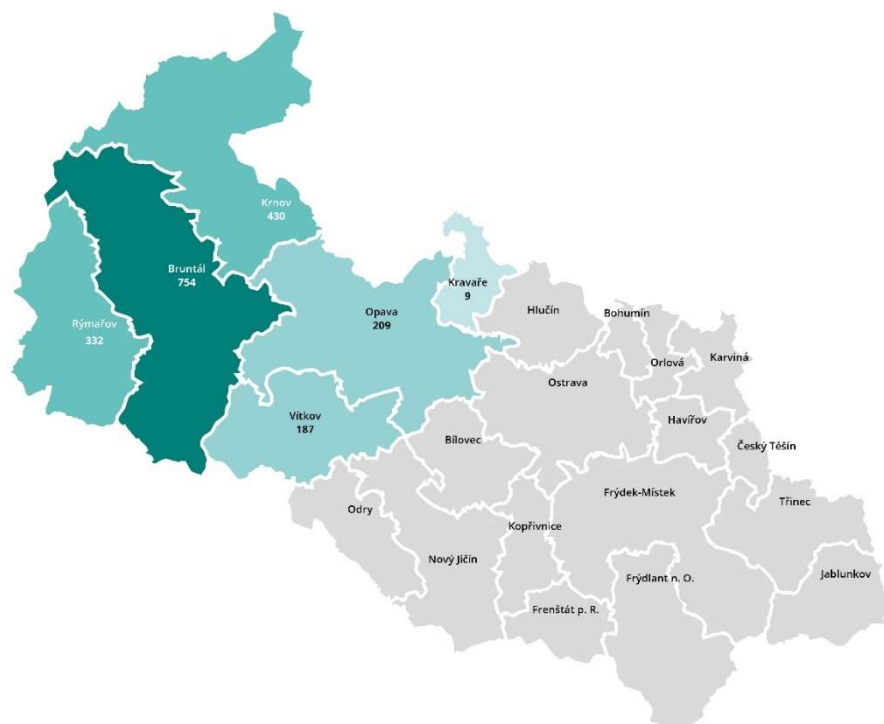
Přehled potenciálního využití VTE Enercon E-138 EP3 je uveden v tab. 3-7 pro různé ORP v MSK. V tab. 3-7 jsou obsaženy informace o počtu VTE, jejich instalovaném výkonu (v MW) a očekávané roční produkci elektrické energie (v GWh/rok).

ORP Bruntál se jeví jako nejperspektivnější oblast pro VTE typu Enercon E-138 EP3. Vysoký počet potenciálních VTE a jejich celkový výkon naznačují, že tento region může být významným producentem obnovitelné energie. ORP Kravaře mají velmi omezený potenciál pro výstavbu VTE. ORP Krnov má významný potenciál pro výstavbu VTE a může se řadit mezi důležité regiony z hlediska produkce obnovitelné energie v MSK. ORP Opava má středně vysoký potenciál. ORP Rýmařov má velmi dobré podmínky pro výstavbu VTE, přičemž jeho potenciál je srovnatelný s ORP Krnov. Díky dobré nadmořské výšce a geografické poloze může Rýmařov významně přispět k produkci obnovitelné energie v MSK. ORP Vítkov má střední potenciál pro instalaci VTE.



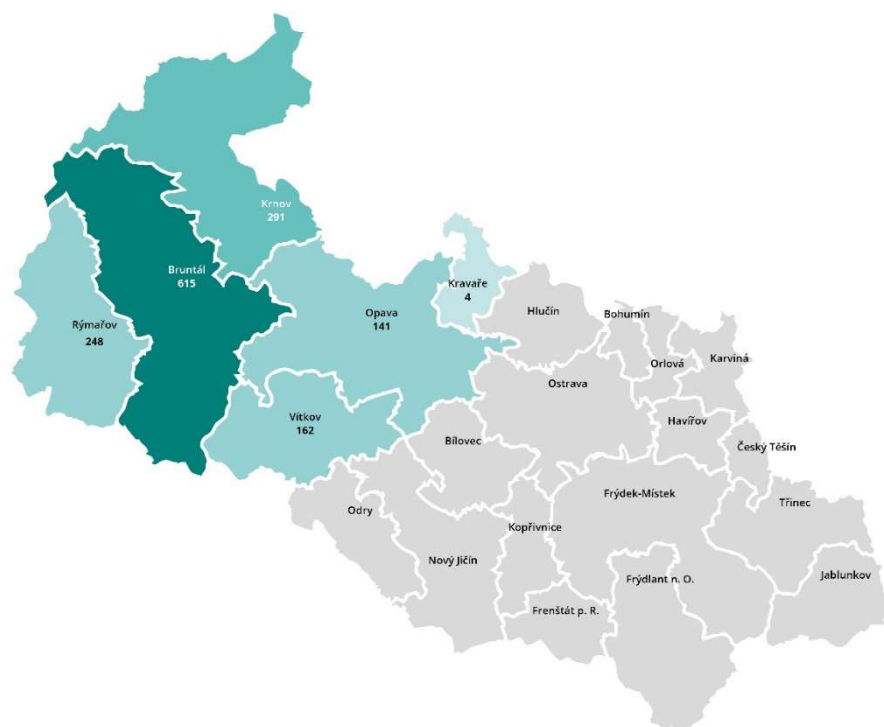
obr. 3-13 Počet VTE Enercon E-138 EP3 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 3-13 je uvedeno grafické znázornění rozložení počtu potenciálních instalací VTE Enercon E-138 EP3 pro jednotlivé ORP na území MSK. ORP Bruntál má nejvyšší počet potenciálně instalovaných VTE, a to 177 VTE. To naznačuje, že Bruntál má v MSK nejlepší podmínky pro výstavbu VTE, a to díky geografickým a větrným podmínkám v oblasti Nížkého Jeseníku. Tento region může hrát klíčovou roli v rozvoji VTE v MSK. ORP Krnov s 101 VTE a ORP Rýmařov se 78 VTE také vykazují vysoký potenciál pro výstavbu VTE. Obě oblasti se nacházejí v příznivých větrných lokalitách, což z nich činí významné oblasti pro rozvoj obnovitelné energie. ORP Opava a ORP Vítkov mají potenciál pro výstavbu 49 VTE, což je nižší než v horských oblastech, ale stále dostatečně vysoké pro smysluplný rozvoj výstavby VTE. ORP Kravaře mají potenciál výstavby pouhých 2 VTE.



obr. 3-14 Potenciální instalovaný výkon (MW) VTE Enercon E-138 EP3 v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 3-14 je znázorněn potenciální instalovaný výkon (v MW) VTE typu Enercon E-138 EP3 v různých ORP v MSK. Tento grafický přehled ukazuje maximální instalovaný výkon, který by jednotlivé ORP mohly dosáhnout na základě počtu potenciálně umístěných VTE a podmínek pro výstavbu VTE v těchto oblastech. ORP Bruntál má nejvyšší potenciální instalovaný výkon, který dosahuje 754 MW. Toto číslo reflektuje nejen velký počet vhodných lokalit pro výstavbu VTE v ORP Bruntál, ale také velmi příznivé větrné podmínky v této ORP. ORP Bruntál se jeví jako klíčová oblast pro výstavbu VTE v MSK. ORP Krnov dosahuje potenciálního instalovaného výkonu 430 MW. Tento výkon je nižší než v Bruntálu, ale stále velmi významný. Krnovská oblast má díky vysokému instalovanému výkonu potenciál stát se důležitou lokalitou pro výstavbu VTE. ORP Rýmařov s potenciálním instalovaným výkonem 332 MW se také řadí mezi regiony s vysokým potenciálem pro výstavbu VTE. ORP Opava dosahuje středního potenciálu s 209 MW, což umožňuje významné využití větrné energie, i když v menší míře než v horských regionech. ORP Vítkov má potenciál instalovaného výkonu 187 MW. ORP Kravaře mají velmi nízký potenciální instalovaný výkon, pouhých 9 MW.



obr. 3-15 Potenciální objem vyrobené elektrické energie (GWh) VTE Enercon E-138 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 3-15 je znázorněn potenciální roční objem vyrobené elektrické energie (v GWh) VTE typu Enercon E-138 EP3, které by mohly být instalovány v různých ORP v MSK. ORP Bruntál má nejvyšší potenciál produkce elektrické energie, a to 615 GWh ročně. Tato hodnota odráží nejen vysoký instalovaný výkon (754 MW), ale i výborné větrné podmínky v oblasti Nízkého Jeseníku. Bruntál je tak nejperspektivnější oblastí pro produkci větrné energie v MSK. ORP Krnov má potenciální roční produkci 291 GWh, což ho řadí na druhé místo v rámci MSK. Díky dobrým přírodním podmínkám a vysokému instalovanému výkonu (430 MW) je ORP Krnov také významnou lokalitou pro potenciální rozvoj výstavby VTE. ORP Rýmařov s potenciální produkcí 248 GWh ročně má rovněž vysoký potenciál, i když nižší než Bruntál a Krnov. Díky poloze v horách a příznivým větrným podmínkám může ORP Rýmařov významně přispět k celkové produkci větrné energie v MSK. ORP Opava má středně vysoký potenciál s produkcí 141 GWh ročně, což odpovídá jejímu instalovanému výkonu (209 MW). ORP Vítkov má potenciální produkci 162 GWh ročně, což je srovnatelné s Opavou a reflektuje jeho instalovaný výkon (187 MW). Tento region má dostatečné větrné podmínky pro smysluplné využití VTE. ORP Kravaře mají nejnižší potenciální produkci elektrické energie, pouhé 4 GWh ročně, což odpovídá nízkému instalovanému výkonu (9 MW).

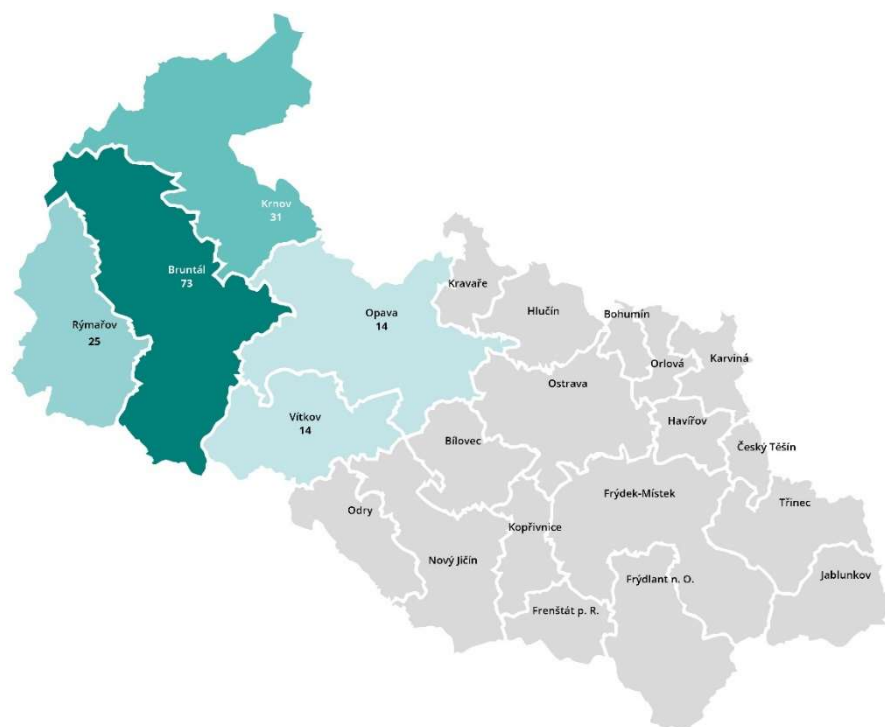
Enercon E-175 EP5

Analýza potenciálu instalace VTE pro variantu s instalovaným výkonem 6 MW vedla, díky konstrukční velikosti, k razantnějšímu snížení počtu VTE (157 ks) a snížení instalovaného výkonu na polovinu proti variantě Vestas V110. Produkce elektrické energie činí 914 GWh ročně (cca polovina oproti variantě Vestas V110).

tab. 3-8 Počet, instalovaný výkon a produkce VTE Enercon E-175 EP5 v ORP MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Kód ORP	Název ORP	Počet elektráren	Výkon instalovaný (MW)	Produkce (GWh/rok)
8103	Bruntál	73	438	434
8114	Krnov	31	186	164
8117	Opava	14	84	73
8120	Rýmařov	25	150	146
8122	Vítkov	14	84	97

Výsledné parametry analýzy potenciálu instalace VTE typu Enercon E-175 EP5 pro jednotlivá ORP na území MSK jsou uvedeny v tab. 3-8. V tab. 3-8 jsou uvedeny údaje o potenciálním počtu VTE, jejich instalovaném výkonu (v MW) a roční produkci elektrické energie (v GWh) pro různé ORP v MSK. ORP Bruntál má nejvyšší počet potenciálně instalovaných VTE, což odráží příznivé větrné podmínky a dostupnost vhodných lokalit. Potenciální roční produkce 434 GWh potvrzuje význam této oblasti pro větrnou energetiku v MSK. ORP Krnov má druhý nejvyšší potenciál s 31 elektrárnami a roční produkcí 164 GWh. Tento výkon dokládá, že i Krnov patří k významným lokalitám pro větrnou energetiku v MSK, i když je produkce výrazně nižší než v ORP Bruntál. ORP Opava má střední potenciál s 14 elektrárnami a roční produkcí 73 GWh. To naznačuje, že i když má Opava nižší potenciál než horské oblasti, je zde stále potenciál pro výstavbu VTE. ORP Rýmařov, se svou roční produkcí 146 GWh, má dobré podmínky pro výstavbu VTE. Díky vyšší nadmořské výšce a vhodným větrným podmínkám poskytuje relativně vysokou produkci na každou instalovanou VTE. ORP Vítkov má stejný počet potenciálních elektráren a instalovaný výkon jako Opava (84 MW), ale vyšší roční produkci (97 GWh). To je způsobeno mírně lepšími větrnými podmínkami v této oblasti ve srovnání s ORP Opava.



obr. 3-16 Počet VTE Enercon E-175 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Na obr. 3-16 je uvedeno grafické znázornění rozložení počtu potenciálních instalací VTE Enercon E-175 EP5 pro jednotlivé ORP na území MSK. ORP Bruntál je označena nejtmavším odstínem zelené a vykazuje nejvyšší počet potenciálních instalací VTE, konkrétně 73 VTE. ORP Krnov má potenciál výstavby 31 VTE, což je druhý nejvyšší počet po ORP Bruntál. Krnovská oblast má tedy také potenciál stát se významným centrem pro výrobu větrné energie v tomto kraji. ORP Rýmařov je vyznačena světlejším odstínem zelené a je zde potenciál výstavby 25 VTE. I když je toto číslo nižší než v ORP Bruntál a ORP Krnov, stále představuje významný potenciál pro výstavbu VTE v MSK. ORP Opava má potenciál výstavby 14 VTE, což ji řadí mezi oblasti se středním počtem potenciálních instalací v rámci MSK. ORP Vítkov stejně jako ORP má potenciál výstavby 14 VTE.



obr. 3-17 Potenciální instalovaný výkon (MW) VTE Enercon E-175 v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Potenciální instalovaný výkon VTE typu Enercon E-175 EP5 je uveden na obr. 3-17 pro územní členění na jednotlivé ORP na území MSK. ORP Bruntál má nejvyšší počet potenciálních instalací VTE s potenciálně instalovaným výkonem 438 MW. ORP Krnov a ORP Rýmařov mají také významný potenciál výstavby VTE s instalovaným výkonem 186 MW pro ORP Krnov a 150 MW pro ORP Rýmařov. ORP Opava a ORP Vítkov mají nižší počet potenciálních instalací ve srovnání s Bruntálem, Krnovem a Rýmařovem, ale i zde se očekává určitý příspěvek k instalovanému výkonu ve výši 84 MW.



obr. 3-18 Potenciální objem vyrobené elektrické energie (GWh) VTE Enercon E-175 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Potenciálně vyrobená elektrická energie pro instalace VTE Enercon E-175 EP5 je zobrazena na obr. 3-18. Mapa na obr. 3-18 dává představu o tom, kolik elektrické energie by mohly vyprodukovat VTE, pokud by došlo k plné realizaci potenciálu VTE v jednotlivých ORP. ORP Bruntál je dominantní z hlediska potenciální výroby elektrické energie. Vzhledem k plánovanému vysokému počtu instalovaných VTE se zde předpokládá i nejvyšší objem vyrobené energie v GWh. To činí z Bruntálu klíčovou oblast pro produkci větrné energie v MSK. ORP Krnov s druhým nejvyšším počtem potenciálních instalací se také řadí mezi významné regiony z hlediska potenciální produkce energie. ORP Rýmařov má rovněž solidní potenciál pro produkci větrné energie díky potenciálním instalacím VTE. ORP Opava a ORP Vítkov s nižším počtem potenciálních instalací než v ORP Bruntál, ORP Krnov a ORP Rýmařov vykazuje nižší potenciál objemu vyrobené energie.

3.5 Závěr k analýze potenciálu větrných elektráren

Pro analýzu potenciálu instalovaného výkonu VTE na území MSK byly zvoleny 3 varianty VTE s různým instalovaným výkonem. Parametry zvolených typů VTE jsou popsány v kapitole **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Výsledky analýzy potenciálu instalace VTE na území MSK pro 3 vybrané VTE jsou uvedeny v tab. 3-9.

tab. 3-9 Sumární tabulka VTE. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.

Druh elektrárny	Počet elektráren	Výkon instalovaný (MW)	Produkce (GWh/rok)
Vestas V110	1 007	2 014	1 907
Enercon E-138 EP3	451	1 921	1 461
Enercon E-175 EP5	157	942	914

Z dat uvedených v tab. 3-9 plyne, že nejlépe se jeví potenciál instalace VTE typu VESTAS V110 o instalovaném výkonu 2 014 MW s potenciální produkcí elektrické energie v objemu 1 907 GWh ročně. Další zvolené varianty vykazují nižší potenciál instalovaného výkonu a adekvátně tomu i nižší objem potenciálně vyrobené elektrické energie. Toto je způsobeno tím, že elektrárny s vyšším instalovaným výkonem mají větší rozměry, a dle metodiky využití v této studii tudíž vyžadují větší odstupové vzdálenosti mezi sebou z důvodu eliminace vzájemného negativního ovlivnění větrného proudění, a tím i snížení výroby elektrické energie.

Stejně tak jako v případě FVE byla při analýzách potenciálu instalace VTE přijata pro tuto studii určitá omezení. Například nebyla brána v úvahu připojitelnost vyroben v daných místech ES, vlastnictví pozemků nebo dopravní dostupnost vybraných pozemků, a tudíž možnost dopravy nadrozměrných konstrukčních částí VTE.

Podobně jako u FVE je důležitá správná interpretace výstupů z analýz potenciálu instalace VTE na území MSK, což vede k modelování variantních řešení v podobě scénářů. Byly zvoleny 3 varianty s různou mírou využití potenciálu.

- Minimalistický scénář – 5 % z celkového potenciálu, tj. 100,7 MW instalovaného výkonu VTE a 95,35 GWh potenciálně vyrobené elektrické energie ročně.
- Reálný scénář – 15 % z celkového potenciálu, tj. 302,1 MW instalovaného výkonu VTE a 286,05 GWh potenciálně vyrobené elektrické energie ročně.
- Maximalistický scénář – 30 % z celkového potenciálu, tj. 604,2 MW instalovaného výkonu VTE a 572,1 GWh potenciálně vyrobené elektrické energie ročně.

Zvolené scénáře ve výši 5, 15 a 30 % z celkového potenciálu VTE byly zvoleny na základě expertního posouzení s ohledem na definovaná zjednodušení v této studii. Studie „Aktualizace potenciálu větrné energie v České republice z perspektivy roku 2020“ [41] uvádí předpokládaný instalovaný výkon VTE v roce 2050 pro konzervativní scénář 2 500 MW pro celou ČR. Procentuální hodnoty zvolené pro jednotlivé scénáře jsou tak plně v souladu s předpoklady uvedenými v [41] a reálný instalovaný výkon VTE bude záležet na míře podpory výstavby VTE, zjednodušení povolovacích legislativních procesů a celkovému vývoji energetického mixu ČR.

4. Závěr

Studie věnovaná analýze potenciálu FVE a VTE v MSK komplexně shrnuje přístup, metodiku, klíčové výsledky a doporučení pro rozvoj OZE v tomto regionu. Tento závěr sumarizuje obecné cíle a dosažené výsledky a obsahuje konkrétní výstupy z jednotlivých kapitol studie, které se zabývají metodickými přístupy, specifickými oblastmi analýzy pro FVE a VTE a identifikací legislativních a institucionálních překážek i příležitostí.

Obecný přehled a metodika

Studie byla metodicky strukturována a zaměřena na detailní analýzu legislativních, technických a geografických aspektů využití OZE v MSK. Pro určení disponibilního území byly využity pokročilé geoinformační nástroje a podrobné datové sady, zejména data z RÚIAN, KN a dat poskytovaných ČHMU. Tato data byla aplikována na selekci lokalit pro FVE a VTE podle následujících kritérií:

- FVE: hlavním kritériem pro selekci pozemků vhodných pro FVE byla jejich velikost a charakter (brownfieldy, střechy objektů, zejména průmyslových objektů a bytových objektů), legislativní dostupnost a minimalizace vlivu na ZPF. Vybrané lokality byly hodnoceny z hlediska přístupnosti ke zdrojům sluneční energie a legislativních omezení.
- VTE: lokalizace VTE byla zaměřena na oblasti s vysokým potenciálem využití větrné energie, přičemž byly zohledněny odstupové vzdálenosti od obytných oblastí a ochranných zón. Dále byly analyzovány větrné podmínky a legislativní omezení pro instalaci VTE, což zahrnovalo i dodržení minimálních odstupů stanovených právními předpisy.

Tento metodický přístup umožnil vytvořit komplexní přehled o rozvojových možnostech OZE v MSK. Studie prokázala, že využití OZE v MSK je technicky proveditelné a ekologicky žádoucí, a to zejména v kontextu podpory dekarbonizačních cílů do roku 2050.

Velmi důležité je zmínit, že v případě níže uvedených instalovaných výkonů při výrobě elektrické energie ze zamýšlených OZE hodnoty nerespektují omezení dané kapacitou distribuční soustavy. Daná technická omezení jsou respektována definováním jednotlivých scénářů pro zdroje OZE v následujících odstavcích.

Potenciál fotovoltaických elektráren

Podle výsledků studie nabízí MSK značný potenciál pro instalace FVE, zejména na střešních objektech a brownfieldech, což jsou oblasti s vysokým potenciálem pro ekologicky a ekonomicky udržitelnou produkci energie. Výsledky odhadů v rámci tří variantních scénářů naznačují následující hodnoty:

- Minimalistický scénář: Tento konzervativní odhad, využívající 2 % celkového potenciálu, odpovídá přibližně 3,3 GWp instalovaného výkonu s předpokládanou výrobou 3,3 TWh elektřiny ročně.
- Reálný scénář: Uvažuje o využití 5 % celkového potenciálu, což znamená instalovaný výkon kolem 8,25 GWp a roční produkci přibližně 8,3 TWh.
- Maximalistický scénář: V této variantě, využívající 30 % potenciálu, by bylo možné dosáhnout instalovaného výkonu až 49,5 GWp s roční výrobou kolem 49,8 TWh.

Výše procentuálních hodnot pro jednotlivé scénáře byla zvolena jako expertní odhad s přihlédnutím k zjednodušení použitým v této studii a je v kontextu s údaji uvedenými v [42].

Tato kapacita pokryje významnou část energetické poptávky regionu a přispěje ke snižování uhlíkové stopy a k postupnému přechodu od fosilních paliv. Závěry o potenciálu FVE zdůrazňují důležitost zaměření na brownfieldy a střechy průmyslových objektů, čímž by se podpořila jak výroba čisté energie, tak revitalizace nevyužívaných ploch.

Podrobnější analýza potenciálu FVE na území MSK je prezentována v kapitole 2.11.

Potenciál větrných elektráren

Analýza potenciálu VTE v MSK identifikovala několik vhodných lokalit s příznivými větrnými podmínkami, zejména oblasti Nížkého Jeseníku a Osoblažska. Studie pracuje se třemi variantami rozvoje VTE – minimalistickou, reálnou a maximalistickou, přičemž každá přináší rozdílné hodnoty z hlediska instalovaného výkonu a roční produkce energie:

- Minimalistický scénář: Tento scénář zahrnuje využití 5 % celkového potenciálu VTE, což odpovídá přibližně 100,7 MW instalovaného výkonu a výrobě 95,35 GWh elektrické energie ročně.
- Reálný scénář: Využití 15 % potenciálu znamená přibližně 302,1 MW instalovaného výkonu a roční produkci kolem 286,05 GWh.
- Maximalistický scénář: Tato varianta zahrnuje 30 % potenciálu, čímž by bylo dosaženo instalovaného výkonu 604,2 MW s roční výrobou 572,1 GWh.

Zvolené procentuální hodnoty pro jednotlivé scénáře byly vybrány na základě expertního posouzení s ohledem na definovaná zjednodušení v této studii a jsou v souladu s údaji uvedenými v [41].

Tato škála variant poskytuje strategické alternativy pro rozhodování kraje a investorů v závislosti na dosažitelných cílech a dostupných prostředcích. Maximální využití potenciálu by významně přispělo k dekarbonizaci a energetické soběstačnosti kraje, zejména jako doplněk k FVE.

Podrobnější analýza potenciálu VTE na území MSK je prezentována v kapitole 3.5.

Shrnutí legislativních a regionálních podmínek

Studie obsahuje rozsáhlou analýzu legislativních předpisů a regionálních podmínek, které ovlivňují rozvoj OZE v MSK. Legislativní prostředí v ČR, zejména stavební zákon č. 283/2021 Sb. a energetický zákon č. 458/2000 Sb., hrají zásadní roli v rozsahu a rychlosti implementace OZE. Další důležitou legislativou je zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, který podporuje využívání OZE a poskytuje právní rámec pro výstavbu FVE a VTE.

Další regionální a národní podmínky zahrnují:

- Podporu ze strany krajských a místních orgánů: podpora ze strany kraje, například v podobě finančních pobídek a zjednodušených povolovacích procesů, by mohla podstatně usnadnit rozvoj projektů FVE a VTE.
- Dotační programy: programy jako Nová zelená úsporám a modernizační fond RES+ poskytují významnou finanční podporu pro rozvoj malých a středně velkých instalací OZE.

V této souvislosti lze shrnout, že MSK má příznivé podmínky pro rozvoj OZE, pokud bude pokračovat podpora na národní i regionální úrovni prostřednictvím vhodných politik a dotačních programů. Region má nejen potenciál pro technologický rozvoj, ale i pro legislativní přizpůsobení, které může pomoci překonat případné překážky ve využití OZE.

Reference

- [1] Jádru a plyn jsou zelené zdroje energie, rozhodla Evropská komise. Rakousko hrozí žalobou. Online. In: E15. C2001-2023. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/jadro-a-plyn-jsou-zelene-zdroje-energie-rozhodla-evropska-komise-rakousko-hrozi-zalobou-1387367>. [cit. 2023-11-06].
- [2] Vláda schválila klimaticko-energetický plán. Nastíní cestu dekarbonizace české ekonomiky. Online. Ministerstvo průmyslu a obchodu. C2005-2024. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/vlada-schvalila-klimaticko-energeticky-plan--nastini-cestu-dekarbonizace-ceske-ekonomiky--277443/>. [cit. 2024-02-02].
- [3] Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy ČR pro rok 2023. Online. In: ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. Eru. 2024, 08/2024. Dostupné z: <https://www.eru.cz/rocni-zprava-o-provozu-elektrizacni-soustavy-cr-pro-rok-2023>. [cit. 2043-10-28].
- [4] Počet fotovoltaických elektráren zapojených do sítě se od začátku roku 2022 více než zdvojnásobil. MPO pracuje na zjednodušení jejich povolování. Online. In: MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Mpo. 2023. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/pocet-fotovoltaickych-elektren-zapojenych-do-site-se-od-zacatku-roku-2022-vice-nez-zdvojnasil--mpo-pracuje-na-zjednoduseni-jejich-povolovani--275690/>. [cit. 2023-10-30].
- [5] ČTVRTLETNÍ ZPRÁVA O PROVOZU ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY ČR ZA III. ČTVRTLETÍ 2023. Online. In: Energetický regulační úřad. C2024. Dostupné z: <https://eru.gov.cz/ctvrtletni-zprava-o-provozu-elektrizacni-soustavy-cr-za-iii-ctvrtleti-2023>. [cit. 2023-11-06].
- [6] Slunce. Online. In: ČEZ. Cez. C2023. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/obnovitelne-zdroje/slunce>. [cit. 2023-10-30].
- [7] Fotovoltaika v České republice: Přírodní podmínky pro fotovoltaiku v ČR. Online. In: ENERGOTHERM PRAHA. Energotherm. C2023. Dostupné z: <http://www.energotherm.cz/fotovoltaika-v-ceske-republice-p41.html>. [cit. 2023-10-30].
- [8] Solární elektrárny v ČR. Online. In: FOTOVOLTAICKÉ PANELY. C2012. Dostupné z: <http://www.fotovoltaickepanely.eu/fotovoltaika/solarni-elektarny-v-cr/>. [cit. 2023-11-07].
- [9] Solární energie – kolik kWh lze získat? Výhody a nevýhody. Online. In: Nazeleno. C2018-2023. Dostupné z: https://www.nazeleno.cz/energie/solarni-energie/solarni-energie-kolik-kwh-lze-ziskat-vyhody-a-nevyhody.aspx#google_vignette. [cit. 2023-11-07].
- [10] Zelená dohoda pro Evropu. Online. In: Evropská rada. [c2005-2023]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/green-deal/>. [cit. 2023-11-01].
- [11] Zákon č. 283/2021 Sb. Online. Zákony pro lidi. C2010-2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283>. [cit. 2024-04-26].

- [12] Zákon č. 458/2000 Sb. Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). Online. In: AION CS. Zákony pro lidi. C2010-2023. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>. [cit. 2023-10-31].
- [13] KUBÍSKA, Pavel. Fotovoltaické elektrárny z pohledu stavebního zákona. Online. In: EPRAVO. Epravo. 2023. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/clanky/fotovoltaicke-elektrarny-z-pohledu-stavebniho-zakona-115874.html>. [cit. 2023-10-30].
- [14] Novela energetického zákona – LEX OZE I. vyšla ve Sbírce. Online. In: Svaz měst a obcí České republiky. C1995-2023. Dostupné z: <https://www.smocr.cz/cs/novinky/a/novela-energetickeho-zakona-%E2%80%93-lex-oze-i-vysla-ve-sbirce>. [cit. 2023-11-01].
- [15] Komunitní energetika. Online. In: Komunitní energetika. C2022. Dostupné z: <https://www.energiezamene.cz/komunitni-energetika>. [cit. 2023-11-01].
- [16] Dotace pro rodinné domy. Online. Novazelenausporam. C2012-2024. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/rodinne-domy/>. [cit. 2024-02-27].
- [17] Dotace pro rodinné domy. Online. In: STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Nová zelená úsporám. C2012-2023. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/rodinne-domy/>. [cit. 2023-10-31].
- [18] Podmínky pro poskytování podpory z programu RES. Online. In: SFŽP ČR. [c1997-2023]. Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/dokumenty/detail/?id=2344>. [cit. 2023-11-01].
- [19] Operační program Životní prostředí. Online. In: Státní fond životního prostředí České republiky. C1997-2023. Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/operacni-program-zivotni-prostredi/>. [cit. 2023-11-02].
- [20] VOLNÁ DISTRIBUČNÍ KAPACITA PRO PŘIPOJOVÁNÍ VÝROBEN. Online. In: ČEZ Distribuce. C2023. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-vyrobce/volna-distribucni-kapacita-pro-pripojovani-vyroben>. [cit. 2023-11-01].
- [21] Katastr nemovitostí. Online. Český úřad zeměměřický a katastrální. C2023. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti.aspx>. [cit. 2023-11-09].
- [22] Registr územní identifikace, adres a nemovitostí (RÚIAN). Online. Český úřad zeměměřický a katastrální. C2023. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/ruian/RUIAN.aspx>. [cit. 2023-11-09].
- [23] Veřejný dálkový přístup k datům RÚIAN. Online. C2021-2022. Dostupné z: <https://vdp.cuzk.cz>. [cit. 2023-11-02].
- [24] Vyhláška č. 357/2013 Sb. Vyhláška o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška). Online. In: Zákony pro lidi. C2010-2023. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-357>. [cit. 2023-11-02].
- [25] EKatalog BPEJ. Online. C2022. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>. [cit. 2023-11-02].
- [26] V půdě je naše bohatství. Komplexní ochranu jí dá novela zákona o ochraně zemědělského půdního fondu, kterou schválila vláda. Online. In: Ministerstvo životního prostředí. C2008–

2023. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_20231011_V-pude-je-nase-bohatstvi-Komplexni-ochranu-ji-da-novela-zakona-o-ochrane-ZPF-dnes-ji-schvalila-vlady. [cit. 2023-11-01].
- [27] QGIS. Online. C2002-2024. Dostupné z: <https://qgis.org/en/site/>. [cit. 2024-01-30].
- [28] HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM. Online. C2002-2024. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/>. [cit. 2024-01-30].
- [29] Dlouhodobý vývoj Moravskoslezského kraje v letech 1993–2022. Online. Český statistický úřad. C1996-2024. Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/11288/26023185/CZ080_1.pdf. [cit. 2024-01-31].
- [30] PV*SOL. Online. C2017-2024. Dostupné z: <https://pvsol.software/en/>. [cit. 2024-01-31].
- [31] PV*SOL. Online. In: Česká fotovoltaická asociace. C2013. Dostupné z: <https://www.cefas.cz/pv-sol/>. [cit. 2023-11-04].
- [32] HiKu6. Online. CanadianSolar. C2001-2024. Dostupné z: <https://www.canadiansolar.com/hiku6/>. [cit. 2024-01-31].
- [33] Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů, z.s.. Online. Větrné elektrárny. Dostupné z: <https://www.spvez.cz/cs/vitr>. [cit. 2024-10-16].
- [34] Instalace VTE v ČR, Online, Dostupné z <https://www.csve.cz/instalace/instalace-v-cr/> [cit. 2024-10-16].
- [35] VESTAS V110, Online, Dostupné z <https://www.vestas.com/en/energy-solutions/onshore-wind-turbines/2-mw-platform> [cit. 2024-10-16].
- [36] ENERCON E-138 EP3, Online, Dostupné z <https://www.enercon.de/en/turbines/e-138-ep3> [cit. 2024-10-16].
- [37] ENERCON E-175 EP5, Online, Dostupné z <https://www.enercon.de/en/turbines/e-175-ep5> [cit. 2024-10-16].
- [38] Úřad pro civilní letectví, Evidence letišť, Online, Dostupné z <https://www.caa.cz/letiste/evidence-letist/> [cit. 2024-10-16].
- [39] Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy ČR pro rok 2022. Online. In: ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. Eru. 2023, 30.6.2023. Dostupné z: <https://eru.gov.cz/rocní-zpráva-o-provozu-elektrizacni-soustavy-cr-pro-rok-2022>. [cit. 2043-10-28].
- [40] Vyhláška č. 357/2013 Sb. Vyhláška o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška).
- [41] HANSLIAN, David. Aktualizace potenciálu větrné energie v České republice z perspektivy roku 2020. Odborná práce. Praha: Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i., 2020.
- [42] TOUFAR, Jan. Budoucnost elektroenergetiky a teplárenství: (malé) reaktory a/nebo OZE? Energetika. 2024, roč. 2024, č. 5, s. 5. ISSN 0375-8842.

Seznam obrázků

obr. 1-1 Energetický mix ČR v roce 2023. [3] Zdroj: Data ERÚ, vlastní zpracování VŠB-TUO.....	10
obr. 1-2 Podíl jednotlivých typů OZE na celkovém instalovaném výkonu OZE v roce 2023. [3] Zdroj: Data ERÚ, vlastní zpracování VŠB-TUO.....	11
obr. 1-3 Vývoj emisí skleníkových plynů v ČR. [10]	12
obr. 2-1 Roční úhrn slunečního záření v ČR. (kWh/m ²) [8]	14
obr. 2-2 Roční doba trvání slunečního svitu v ČR. (h) [9]	14
obr. 2-3 Průměrný roční počet jasných dní v ČR. [9].....	15
obr. 2-4 Roční úhrn slunečního záření na území Evropy. [9].....	15
obr. 2-5 Mapa připojitelnosti v MSK ke dni 26. 10. 2024. [20]	18
obr. 2-6 Ukázka dat nemovitosti získaných z VDP. [23]	21
obr. 2-7 Srovnání původních a shlukovaných parcel (shodný výřez mapy). Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	27
obr. 2-8 Extrakce pozemků v záplavových oblastech. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	28
obr. 2-9 Extrakce plochy zasažené el. vedením a plynovody (shodný výřez mapy). Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	29
obr. 2-10 Extrakce plochy zasažené ochranným pásmem lesa ze shluků. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	30
obr. 2-11 Srovnání shluků s odebráním dvoumetrového okraje (shodný výřez mapy). Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	31
obr. 2-12 Rozdělení MSK na ORP. Zdroj: Český statistický úřad.	33
obr. 2-13 Náhled na grafické rozhraní aplikace. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	37
obr. 2-14 Ukázka 3D modelu FVE na budově v programu PV*SOL. [31].....	40
obr. 2-15 Ukázka modelace a zastínění FVE na budově v programu PV*SOL. [31]	41
obr. 2-16 Ukázka toku energie FVE v programu PV*SOL. [30].....	42
obr. 2-17 Schéma FVE v programu PV*SOL. [31]	43
obr. 2-18 Parametry konstrukce FVE s jedním vertikálně uloženým panelem. [31].....	44
obr. 2-19 Parametry konstrukcí FVE se dvěma vertikálně uloženými panely. [31].....	45
obr. 2-20 Boční pohled na FV pole. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	48
obr. 2-21 Uložení FVE na ploše 100 m na 100 m. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	49
obr. 2-22 Grafické znázornění pozemku. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	50
obr. 2-23 Rozložení FV panelů na pozemku. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	51
obr. 2-24 Letecký snímek budovy s plochou střechou. Zdroj: mapy.cz	56
obr. 2-25 Model instalace FV panelů na budově s plochou střechou. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	57
obr. 2-26 Letecký snímek budovy s plochou střechou. Zdroj: mapy.cz	57
obr. 2-27 Model instalace FV panelů na budově s plochou střechou s uvedením stínění v %. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	58
obr. 2-28 Model instalace FV panelů po optimalizaci. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	59
obr. 2-29 Letecký snímek budovy s šikmou střechou. Zdroj: mapy.cz.....	60
obr. 2-30 Model instalace FV panelů na budově s šikmou střechou. Zdroj: PV SOL – Vlastní zpracování VŠB-TUO.	61

obr. 2-31 Potenciální instalovaný výkon FVE na vhodných pozemcích a budovách na území MSK dle jednotlivých ORP. Hodnoty jsou uvedeny kWp. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	64
obr. 2-32 Potenciální produkce elektrické energie z FVE na pozemcích a budovách na území MSK dle jednotlivých ORP. Hodnoty jsou uvedeny v MWh. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	65
obr. 3-1 Křivka závislosti výkonu na rychlosti větru elektrárny Vestas V110, [35].....	68
obr. 3-2 Křivka závislosti výkonu na rychlosti větru elektrárny Enercon E-138 EP3. [36].....	69
obr. 3-3 Křivka závislosti výkonu na rychlosti větru elektrárny Enercon E-175 EP5. [37].....	70
obr. 3-4 Podoba ochranné zóny letiště. [38].....	75
obr. 3-5 Natura 2000 v MSK. Zdroj: mapy.cz a vlastní zpracování VŠB-TUO.	76
obr. 3-6 Příklad umístění VTE podle ochranných pásem, Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	77
obr. 3-7 Parcely vhodné pro výstavbu VTE Vestas V110. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	79
obr. 3-8 Parcely vhodné pro výstavbu VTE Enercon E-138 EP3. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO. ..	80
obr. 3-9 Parcely vhodné pro výstavbu VTE Enercon E-175 EP5. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO. ..	81
obr. 3-10 Počet VTE Vestas V110 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	83
obr. 3-11 Potenciální instalovaný výkon (MW) VTE Vestas V110 v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	84
obr. 3-12 Potenciální objem vyrobené elektrické energie (GWh) VTE Vestas V110 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	85
obr. 3-13 Počet VTE Enercon E-138 EP3 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	86
obr. 3-14 Potenciální instalovaný výkon (MW) VTE Enercon E-138 EP3 v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	87
obr. 3-15 Potenciální objem vyrobené elektrické energie (GWh) VTE Enercon E-138 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	88
obr. 3-16 Počet VTE Enercon E-175 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	90
obr. 3-17 Potenciální instalovaný výkon (MW) VTE Enercon E-175 v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	91
obr. 3-18 Potenciální objem vyrobené elektrické energie (GWh) VTE Enercon E-175 potenciálně instalovaných v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	91

Seznam tabulek

tab. 2-1 Koncept značení BPEJ. [24]	22
tab. 2-2 Číselník RÚIAN – Druhy pozemků – selekce. [24]	24
tab. 2-3 Číselník RÚIAN – Způsob využití pozemku – selekce. [24]	25
tab. 2-4 Číselník RÚIAN – Typ a způsob ochrany pozemku – selekce. [24]	26
tab. 2-5 Souhrnná tabulka jednotlivých kroků extrakce pozemků. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	32
tab. 2-6 Rozdělení pozemků na skupiny podle výměry. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	32
tab. 2-7 Rozložení vypočtené výměry do ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	34
tab. 2-8 Číselník RÚIAN – Typ stavebního objektu. [24].....	35
tab. 2-9 Číselník RÚIAN – Staré označení způsobu využití objektu. [24].....	35
tab. 2-10 Číselník RÚIAN – Typ objektu – selekce. [24].....	36
tab. 2-11 Tabulka selekce budov bez informace o zastavěné ploše. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	39
tab. 2-12 Rozložení zastavěné plochy. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	39
tab. 2-13 Technická data k jednotlivým konstrukcím na ploše 100 m na 100 m Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	45
tab. 2-14 Srovnání konstrukcí pro různé vzdálenosti řad. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	46
tab. 2-15 Porovnání nejefektivnější a nejproduktivnější konstrukce. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	47
tab. 2-16 Hodnoty optimální konstrukce „30 ° 2 panely“. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	47
tab. 2-17 Hodnoty modelového pozemku. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	51
tab. 2-18 Velikost potenciálního instalovaného výkonu FVE pro jednotlivé ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	53
tab. 2-19 Instalovaný výkon a produkce na pozemcích do a nad 40 000 m ² . Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	54
tab. 2-20 Produkce elektrické energie v jednotlivých ORP na území MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB- TUO.....	54
tab. 2-21 Hodnoty modelové budovy s plochou střechou. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	59
tab. 2-22 Hodnoty modelové budovy s šikmou střechou. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	61
tab. 2-23 Zastoupení jednotlivých typů střech v MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	62
tab. 2-24 Zastoupení plochých a šikmých střech a jejich výměra. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.62	
tab. 2-25 Celkový instalovaný výkon a produkce na jednotlivých typech střechy. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	62
tab. 2-26 Celkový instalovaný výkon a produkce na budovách a pozemcích. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	63
tab. 2-27 Celkový instalovaný výkon a produkce (pozemky i budovy) v jednotlivých ORP. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	63
tab. 3-1 Parametry VTE Vestas V110. [35]	68
tab. 3-2 Parametry VTE Enercon E-138 EP3. [36].....	69
tab. 3-3 Parametry VTE Enercon E-175 EP5. [37].....	70
tab. 3-4 Tabulka ochranných pásem pro vybrané VTE. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.....	72
tab. 3-5 Seznam letišť na území MSK. [38].....	75

tab. 3-6 Počet, instalovaný výkon a produkce VTE Vestas V110 v ORP MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	82
tab. 3-7 Počet, instalovaný výkon a produkce VTE Enercon E-138 EP3 v ORP MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	86
tab. 3-8 Počet, instalovaný výkon a produkce VTE Enercon E-175 EP5 v ORP MSK. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	89
tab. 3-9 Sumární tabulka VTE. Zdroj: Vlastní zpracování VŠB-TUO.	92

Seznam příloh

1. Druh pozemku.
2. Způsob využití pozemku.
3. Typ a způsob ochrany nemovitosti.
4. Způsob využití objektu.
5. Způsob využití objektu-separace.
6. Typ a způsob ochrany nemovitosti-separace.
7. Canadian Solar CS6W-550MS.
8. Seznam pozemků použitých pro výpočet a jejich výsledky.
9. Ukázkový pozemek 6346.
10. Seznam budov s plochými střechami použitých pro výpočet a jejich výsledky.
11. Ukázková budova s plochou střechou 4460391.
12. Seznam budov se šikmými střechami použitých pro výpočet a jejich výsledky.
13. Ukázková budova se šikmou střechou 1397192.
14. FVE na budovách.

Druh pozemku		
Kód	Název	Charakteristika druhu pozemku pro účely katastru
2	orná půda	Pozemek obdělávaný za účelem produkce plodin nebo pozemek, který je k dispozici pro rostlinnou výrobu, ale je ponechán ladem, případně pozemek, který je dočasně zatravněn v rámci systému střídání plodin.
3	chmelnice	Pozemek, na kterém se pěstuje chmel a který je opatřen opěrným zařízením pro jeho pěstování, včetně plochy souvisejícího manipulačního prostoru, který netvoří součást cesty.
4	vinice	Pozemek rovnoměrně a souvisle osázený keři vinné révy opatřený opěrným zařízením, včetně plochy souvisejícího manipulačního prostoru, který netvoří součást cesty.
5	zahrada	Pozemek, a) na němž se trvale a převážně pěstuje zelenina, květiny a jiné zahradní plodiny, zpravidla pro vlastní potřebu b) souvisle osázený ovocnými stromy nebo ovocnými keři, který zpravidla tvoří souvislý celek s obytnými a hospodářskými budovami, c) funkčně spojený a užívaný s budovou, s charakterem okrasné zahrady, na kterém převládá travnatá plocha, zpravidla doplněná trvalými porosty většinou okrasného charakteru, ke kterým lze přiřadit i dřeviny charakteristické pro ovocné a lesní porosty.
6	ovocný sad	Pozemek souvisle osázený ovocnými stromy nebo ovocnými keři nebo pozemek tvořící s okolními pozemky takto osázený souvislý celek.
7	trvalý travní porost	Pozemek využívaný k pěstování trav nebo jiných bylinných píceň, který porost nebyl zahrnut do systému střídání plodin a na kterém se mohou vyskytovat rozptýlené stromy a keře, případně jejich skupiny, pokud trávy a jiné bylinné píceň i nadále převažují.
10	lesní pozemek	Pozemek s lesním porostem a pozemek, u něhož byly lesní porosty odstraněny za účelem jejich obnovy, lesní průsek a nezpevněná lesní cesta, není-li širší než 4 m, a pozemek, na němž byly lesní porosty dočasně odstraněny na základě rozhodnutí orgánu státní správy lesů [§ 3 odst. 1 písm. a) zákona č. 289/1995 Sb.].
11	vodní plocha	Pozemek, na němž je koryto vodního toku, vodní nádrž, močál, mokřad nebo bažina.
13	zastavěná plocha	Pozemek, na němž je a nádvoří a) budova včetně nádvoří (tj. části zastavěného stavebního pozemku obsahující dvůr, vjezd, drobné stavby, bazén, zatravněné plochy, okrasné záhony a jiné přiléhající plochy, které slouží k lepšímu užívání stavby), vyjma skleníku, který je v katastru evidován jako budova, postaveného na zemědělském nebo lesním pozemku, a vyjma budovy postavené na lesním pozemku a budovy evidované na pozemku vodní plocha, b) společný dvůr, c) zboženiště, d) vodní dílo.
14	ostatní plocha	Pozemek neuvedený v předcházejících druzích pozemků.

Způsob využití pozemku

Kód	Název	Význam	K druhu pozemku	Kód	Název	Význam	K druhu pozemku
1	skleník, pařeniště	Na pozemku je zřízen skleník nebo pařeniště.	2 až 7 a 10	14	dráha	Pozemek, na kterém je dráha železniční, tramvajová, trolejbusová nebo lanová (§ 1 zákona č. 266/1994 Sb.) s vlastní dopravní cestou.	14
2	školka	Na pozemku je zřízena školka ovocných, lesních nebo okrasných stromů, viničná školka nebo školka pro chmelovou sad. 2, 7 a 10		15	dálnice	Pozemek, na kterém je dálnice a její součásti (§ 4 zákona č. 13/1997 Sb.).	
3	plantáž dřevin	Na pozemku je semenná plantáž, plantáž energetických dřevin, vánočních stromků, porost určitého dřevinného druhu, zpravidla monokultura, s intenzivním agrotechnickým obděláváním půdy pro dosažení rychlé a vysoké produkce dřevní hmoty apod.	2, 7 až 10 a 14	16	silnice	Pozemek, na kterém je silnice I. až III. třídy a její součásti (§ 5 zákona č. 13/1997 Sb.).	
4	les jiný než hospodářský	Pozemek zařazený do kategorie lesy ochranné a lesy zvláštního určení podle § 7 a 8 zákona č. 289/1995 Sb.	10	17	ostatní komunikace	Pozemek, na kterém je místní nebo účelová komunikace (včetně zpevněné lesní komunikace) a její součásti (§ 6 a 7 zákona č. 13/1997 Sb.).	10 a 14
5	lesní pozemek na kterém je budova	Lesní pozemek, na kterém je budova, ale pozemek není odňat plnění funkcí lesa.		18	ostatní dopravní plocha	Letiště, přístav, veřejné plocha parkoviště (pokud není 14 součástí pozemní komunikace).	14
6	rybník	Umělá vodní nádrž určená především k chovu ryb s možností úplného a pravidelného vypouštění.	11	19	zeleň	Okrasná zahrada, uliční sídlištní zeleň, park a jiná plocha funkční a rekreační zeleně.	
7	koryto vodního toku přirozené	Koryto vodního toku, které vzniklo působením tekoucí vody a dalších přírodních faktorů (bystřina, potok, řeka) nebo upravené nebo jehož přírodní charakter je změněn technickými zásahy (např. břehovým opevněním) nebo ohrásováním.	11	20	sportoviště a rekreační plocha	Hřiště, stadion, koupaliště, sportovní dráha a jízdárna, střelnice, autokemp, tábořiště apod.	10 a 14
8	koryto vodního toku umělé	Koryto vodního toku, které bylo vytvořeno uměle (například opevněné koryto vodního toku, průplav, kanál apod.).		21	pohřebiště	Pohřebiště	14
9	vodní nádrž přírodní	Pozemek, na kterém je vodní nádrž, která nebyla vytvořena záměrnou lidskou činností (například jezero, přírodní deprese naplněná vodou apod.)		22	kulturní a osvětová plocha	Botanická a zoologická zahrada, skanzen, amfiteátr, plocha památník apod.	
10	vodní nádrž umělá	Pozemek, na kterém je vodní nádrž vytvořená záměrnou lidskou činností s výjimkou rybníku a bazénu ke koupání (například velká vodní nádrž vytvořená přehradou, malá vodní nádrž, nádrž vytvořená zatopením vytěžených ploch apod.).		23	manipulační plocha	Manipulační a skladová plocha.	
11	zamokřená plocha	Zemský povrch trvale nebo po převážnou část roku rozbředlý (močál, mokřad, bažina).	11 a 14	25	skládka	Skládka odpadu.	14
12	společný dvůr	Společný dvůr v podílovém spoluvlastnictví vlastníků 13 bytových domů, které s tímto pozemkem sousedí.		26	jiná plocha	Pozemek nevyužívaný žádným z ostatních vyjmenovaných způsobů včetně pozemku, na kterém je postavena stavba, která se v katastru neeviduje.	
13	zbořeniště	Pozemek se zbořenou budovou nebo zříceninou.					

Typ a způsob ochrany nemovitosti

Kód typu	Zkrácený název typu ochrany	Kód způsobu	Zkrácený název způsobu ochrany	Kód typu	Zkrácený název typu ochrany	Kód způsobu	Zkrácený název způsobu ochrany		
1	ochrana přírody a krajiny	6	národní park - I. zóna	1	ochrana přírody a krajiny	52	ochranné pásmo národní přírodní památky		
		7	národní park - II. zóna			53	ochranné pásmo přírodní rezervace		
		8	národní park - III. zóna			54	ochranné pásmo přírodní památky		
		9	ochranné pásmo národního parku			55	ochranné pásmo památného stromu		
		10	chráněná krajinná oblast - I. zóna	2	památková ochrana	15	nemovitá národní kulturní památka		
		11	chráněná krajinná oblast - II.-IV. zóna			16	památková rezervace - budova, pozemek v pam. rezervaci		
		12	národní přírodní rezervace nebo národní přírodní památka			17	památková zóna - budova, pozemek v pam. zóně		
		13	přírodní rezervace nebo přírodní památka			18	nemovitá kulturní památka		
		14	ochr. pásmo jiného zvlášť chrán. území nebo pam. stromu			19	ochr. pásmo nem. kult. památky, pam. zóny, pam. rezervace nebo nem. nár. kult. památky		
		34	Evropsky významná lokalita			3	ochrana přírod. léčeb. lázní a přírod. léčivého zdroje	20	vnitřní lázeňské území
		35	ptačí oblast	21	přír. léč. zdroj nebo zdroj přír. miner. vody stolní				
		38	národní park	22	ochr. pásmo 1. st. nebo užší prozat. ochr. pásmo přír. léčiv. zdroje nebo přír. miner. vody stolní				
		39	chráněná krajinná oblast	4	ochrana nerostného bohatství	23	chráněné ložisk. území, popř. dobýv. prostor, nebo území zvl. zásahu do zem. kůry		
		40	národní park - zóna přírodní			56	chráněná ložisková území		
		41	národní park - zóna přírodě blízká			57	chráněná území pro zvl. zásahy do zemské kůry		
		42	národní park - zóna soustředěné péče	5	ochrana značky geodetického bodu	24	chráněná značka geodetického bodu		
		43	národní park - zóna kulturní krajina			25	chráněné území značky geodetického bodu		
		44	chráněná krajinná oblast - II. zóna	6	jiná ochrana pozemku	26	pozemek určený k plnění funkcí lesa		
		45	chráněná krajinná oblast - III. zóna			27	zemědělský půdní fond		
		46	chráněná krajinná oblast - IV. zóna	7	Ochrana vodního díla	28	Ochranné pásmo vodního díla		
		47	národní přírodní rezervace	8	Ochrana vodního zdroje	29	Ochranné pásmo vodního zdroje (zrušeno 21. dubna 2002)		
		48	národní přírodní památka			32	ochranné pásmo vodního zdroje 1. stupně		
		49	přírodní rezervace			33	ochranné pásmo vodního zdroje 2. stupně		
		50	přírodní památka						
		51	ochranné pásmo národní přírodní rezervace						

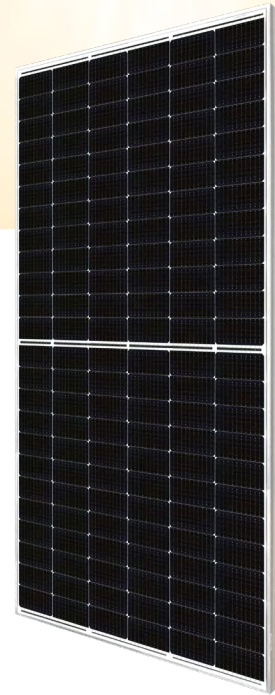
Způsob využití objektu

Kód	Název	Význam	Kód	Název	Význam
2	zemědělská usedlost	Zemědělská usedlost (statek), soubor staveb, který tvoří zejména budova s obytnou částí, stodola, chlévy apod.	18	garáž	Objekt, popřípadě prostor, který slouží k odstavování nebo parkování silničních vozidel (jednotlivá, řadová nebo hromadná garáž).
6	bytový dům	Stavba pro bydlení, ve které více než polovina podlahové plochy odpovídá požadavkům na trvalé bydlení a je k tomuto účelu určena [§ 2 písm. a) bod 1 vyhlášky č. 501/2006 Sb.].	19	jiná stavba	Stavba jiného než v této tabulce uvedeného způsobu využití
7	rodinný dům	Stavba pro bydlení, ve které více než polovina podlahové plochy odpovídá požadavkům na trvalé rodinné bydlení a je k tomuto účelu určena; rodinný dům může mít nejvýše tři samostatné byty, nejvýše dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží a podkroví [§ 2 písm. a) bod 2 vyhlášky č. 501/2006 Sb.].	20	víceúčelová stavba	Stavba sloužící více účelům (například obchodnímu, administrativnímu, bytovému, rekreačnímu apod.).
8	stavba pro rodinnou rekreaci	Stavba pro rodinnou rekreaci, jejíž objemové parametry a vzhled odpovídají požadavkům na rodinnou rekreaci a která je k tomuto účelu určena; stavba pro rodinnou rekreaci může mít nejvýše dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží a podkroví [§ 2 písm. b) vyhlášky č. 501/2006 Sb.]; například rekreační domek, chata, rekreační chalupa, zahrádkářská chata.	21	skleník	Skleník, který je budovou.
9	stavba pro shromažďování osob	Stavba, ve které se nachází prostor určený pro shromažďování, v němž počet a hustota osob převyšují mezní normové většího počtu osob hodnoty a je určena ke kulturním, sportovním a obdobným účelům [§ 3 písm. b) vyhlášky č. 268/2009 Sb.].	22	přehrada	Vodní dílo podle § 2 písm. a) vyhlášky č. 23/2007 Sb.
10	stavba pro obchod	Stavba s prodejny a jinými obchodními prostory, velkoobchodní, nákupní střediska, obchodní domy apod. [§ 3 písm. c) vyhlášky č. 268/2009 Sb.].	23	hráz přehrazující vodní tok nebo údolí	Vodní dílo podle § 2 písm. b) bod 1 vyhlášky č. 23/2007 Sb.
11	stavba ubytovacího zařízení	Stavba nebo její část, kde je poskytováno ubytování a služby s tím spojené (hotel, motel, penzion, turistická ubytovna, kolej, internát, kemp a skupina chat-bungalovů, kulturní nebo památkový objekt využívaný pro přechodné ubytování apod.); stavbou ubytovacího zařízení není bytový a rodinný dům a stavba pro rodinnou rekreaci [§ 2 písm. c) vyhlášky č. 501/2006 Sb.].	24	hráz k ochraně nemovitostí před zaplavením při povodni	hráz k ochraně nemovitostí před zaplavením při povodni
12	stavba pro výrobu a skladování	Stavba určená pro průmyslovou, řemeslnou a jinou výrobu, popřípadě pro služby mající charakter výroby, a dále pro skladování výrobků, hmot a materiálů, kromě zemědělských staveb určených pro skladování [§ 3 písm. e) vyhlášky č. 268/2009 Sb.].	25	hráz ohrazující umělou vodní nádrž	Vodní dílo podle § 2 písm. b) bod 3 vyhlášky č. 23/2007 Sb.
13	zemědělská stavba	Stavba pro chov hospodářských zvířat, přípravu a skladování produktů živočišné výroby, přípravu a skladování krmiv a steliva, pěstování rostlin, skladování a posklizňovou úpravu produktů rostlinné výroby, skladování a přípravu prostředků výživy, přípravků na ochranu rostlin a rostlinných produktů a pro zemědělské služby [§ 3 písm. f) vyhlášky č. 268/2009 Sb., ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.].	26	jez	Vodní dílo podle § 2 písm. c) vyhlášky č. 23/2007 Sb.
14	stavba pro administrativu	Stavba pro správní a řídicí složky podniků a organizací, víceúčelová stavba pro administrativní účely, budova orgánu státní správy a územní samosprávy apod.	27	stavba k plaveb. účelům v korytech nebo na březích vod. toků	Vodní dílo podle § 2 písm. d) vyhlášky č. 23/2007 Sb.
15	stavba občanského vybavení	Stavba pro služby, tělesnou výchovu a rekreaci, kulturu, zdravotnictví a sociální péči, předškolní zařízení, školství a učiliště, vědu a výzkum apod. [§ 2 odst. 1 písm. k) bod 3 zákona č. 183/2006 Sb.].	28	stavba k využití vodní energie (vodní elektrárna)	Vodní dílo podle § 2 písm. e) vyhlášky č. 23/2007 Sb.
16	stavba technického vybavení	Stavba, která je součástí sítě technického, tj. vybavení sítě energetické (elektrické silové vedení, plynovod a teplovod), vodovodní, stokové a telekomunikační, popřípadě jiného vedení (například produktovodu) [§ 2 odst. 1 písm. k) bod 2 zákona č. 183/2006 Sb. ve znění zákona č. 350/2012 Sb.].	29	stavba odkaliště	Vodní dílo podle § 2 písm. f) vyhlášky č. 23/2007 Sb.
17	stavba pro dopravu	Stavba pro zabezpečení dopravy [§ 2 odst. 1 písm. k) bod 1 zákona č. 183/2006 Sb.].			

Způsob využití objektu-separace

Kód	Název	Význam	Kód	Název	Význam
6	bytový dům	Stavba pro bydlení, ve které více než polovina podlahové plochy odpovídá požadavkům na trvalé bydlení a je k tomuto účelu určena [§ 2 písm. a) bod 1 vyhlášky č. 501/2006 Sb.].	13	zemědělská stavba	Stavba pro chov hospodářských zvířat, přípravu a skladování produktů živočišné výroby, přípravu a skladování krmiv a steliva, pěstování rostlin, skladování a posklizňovou úpravu produktů rostlinné výroby, skladování a přípravu prostředků výživy, přípravků na ochranu rostlin a rostlinných produktů a pro zemědělské služby [§ 3 písm. f) vyhlášky č. 268/2009 Sb., ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.].
7	rodinný dům	Stavba pro bydlení, ve které více než polovina podlahové plochy odpovídá požadavkům na trvalé rodinné bydlení a je k tomuto účelu určena; rodinný dům může mít nejvýše tři samostatné byty, nejvýše dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží a podkroví [§ 2 písm. a) bod 2 vyhlášky č. 501/2006 Sb.].	14	stavba pro administrativu	Stavba pro správní a řídicí složky podniků a organizací, víceúčelová stavba pro administrativní účely, budova orgánu státní správy a územní samosprávy apod.
8	stavba pro rodinnou rekreaci	Stavba pro rodinnou rekreaci, jejíž objemové parametry a vzhled odpovídají požadavkům na rodinnou rekreaci a která je k tomuto účelu určena; stavba pro rodinnou rekreaci může mít nejvýše dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží a podkroví [§ 2 písm. b) vyhlášky č. 501/2006 Sb.]; například rekreační domek, chata, rekreační chalupa, zahrádkářská chata.	15	stavba občanského vybavení	Stavba pro služby, tělesnou výchovu a rekreaci, kulturu, zdravotnictví a sociální péči, předškolní zařízení, školství a učiliště, vědu a výzkum apod. [§ 2 odst. 1 písm. k) bod 3 zákona č. 183/2006 Sb.].
9	stavba pro shromažďování osob	Stavba, ve které se nachází prostor určený pro shromažďování, v němž počet a hustota osob převyšují mezní normové většího počtu osob hodnoty a je určena ke kulturním, sportovním a obdobným účelům [§ 3 písm. b) vyhlášky č. 268/2009 Sb.].	18	garáž	Objekt, popřípadě prostor, který slouží k odstavení nebo parkování silničních vozidel (jednotlivá, řadová nebo hromadná garáž).
10	stavba pro obchod	Stavba s prodejny a jinými obchodními prostory, velkoobchodní, nákupní střediska, obchodní domy apod. [§ 3 písm. c) vyhlášky č. 268/2009 Sb.].	19	jiná stavba	Stavba jiného než v této tabulce uvedeného způsobu využití
11	stavba ubytovacího zařízení	Stavba nebo její část, kde je poskytováno ubytování a služby s tím spojené (hotel, motel, penzion, turistická ubytovna, kolej, internát, kemp a skupina chat-bungalovů, kulturní nebo památkový objekt využívaný pro přechodné ubytování apod.); stavbou ubytovacího zařízení není bytový a rodinný dům a stavba pro rodinnou rekreaci [§ 2 písm. c) vyhlášky č. 501/2006 Sb.].	20	víceúčelová stavba	Stavba sloužící více účelům (například obchodnímu, administrativnímu, bytovému, rekreačnímu apod.).
12	stavba pro výrobu a skladování	Stavba určená pro průmyslovou, řemeslnou a jinou výrobu, popřípadě pro služby mající charakter výroby, a dále pro skladování výrobků, hmot a materiálů, kromě zemědělských staveb určených pro skladování [§ 3 písm. e) vyhlášky č. 268/2009 Sb.].			

Typ a způsob ochrany nemovitosti-budovy-separace			
Kód typu	Zkrácený název typu ochrany	Kód způsobu	Zkrácený název způsobu ochrany
1	ochrana přírody a krajiny	10	chráněná krajinná oblast - I. zóna
		11	chráněná krajinná oblast - II.-IV. zóna
		12	národní přírodní rezervace nebo národní přírodní památka
		13	přírodní rezervace nebo přírodní památka
		14	ochr. pásmo jiného zvlášť chrán. území nebo pam. stromu
		34	Evropsky významná lokalita
		35	ptačí oblast
		39	chráněná krajinná oblast
		44	chráněná krajinná oblast - II. zóna
		45	chráněná krajinná oblast - III. zóna
		46	chráněná krajinná oblast - IV. zóna
		47	národní přírodní rezervace
		48	národní přírodní památka
		49	přírodní rezervace
		50	přírodní památka
		51	ochranné pásmo národní přírodní rezervace
		52	ochranné pásmo národní přírodní památky
		53	ochranné pásmo přírodní rezervace
54	ochranné pásmo přírodní památky		
55	ochranné pásmo památného stromu		
3	ochrana přírod. léčeb. lázní a přírod. léčivého zdroje	20	vnitřní lázeňské území
		21	přír. léč. zdroj nebo zdroj přír. miner. vody stolní
		22	ochr. pásmo 1. st. nebo užší prozat. ochr. pásmo přír. léčiv. zdroje nebo přír. miner. vody stolní
4	ochrana nerostného bohatství	23	chráněné ložisk. území, popř. dobýv. prostor, nebo území zvl. zásahu do zem. kůry
		56	chráněná ložisková území
		57	chráněná území pro zvl. zásahy do zemské kůry
5	ochrana značky geodetického bodu	24	chráněná značka geodetického bodu
		25	chráněné území značky geodetického bodu
6	jiná ochrana pozemku	27	zemědělský půdní fond
7	Ochrana vodního díla	28	Ochranné pásmo vodního díla
8	Ochrana vodního zdroje	29	Ochranné pásmo vodního zdroje (zrušeno 21. dubna 2002)
		32	ochranné pásmo vodního zdroje 1. stupně
		33	ochranné pásmo vodního zdroje 2. stupně



HiKu6 Mono PERC

530 W ~ 555 W

CS6W-530 | 535 | 540 | 545 | 550 | 555MS

MORE POWER



Module power up to 555 W
Module efficiency up to 21.6 %



Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 5.6 % lower system cost



Comprehensive LID / LeTID mitigation technology, up to 50% lower degradation



Compatible with mainstream trackers, cost effective product for utility power plant



Better shading tolerance

MORE RELIABLE



Minimizes micro-crack impacts



Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa*



Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship*



Linear Power Performance Warranty*

1st year power degradation no more than 2%
Subsequent annual power degradation no more than 0.55%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA
CEC listed (US California) / FSEC (US Florida)
UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way



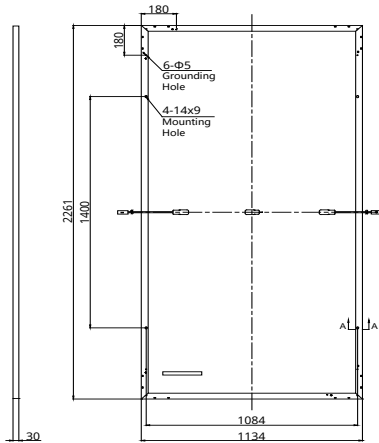
* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 20 years, it has successfully delivered over 70 GW of premium-quality solar modules across the world.

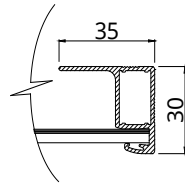
* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

ENGINEERING DRAWING (mm)

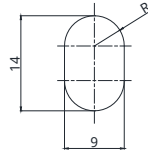
Rear View



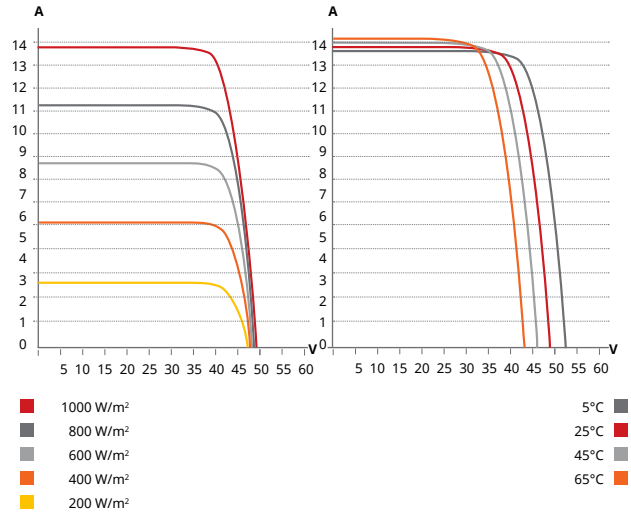
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS6W-530MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6W	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS	555MS
Nominal Max. Power (Pmax)	530 W	535 W	540 W	545 W	550 W	555 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.9 V	41.1 V	41.3 V	41.5 V	41.7 V	41.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	12.96 A	13.02 A	13.08 A	13.14 A	13.20 A	13.25 A
Open Circuit Voltage (Voc)	48.8 V	49.0 V	49.2 V	49.4 V	49.6 V	49.8 V
Short Circuit Current (Isc)	13.80 A	13.85 A	13.90 A	13.95 A	14.00 A	14.05 A
Module Efficiency	20.7%	20.9%	21.1%	21.3%	21.5%	21.6%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	25 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS6W	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS	555MS
Nominal Max. Power (Pmax)	397 W	401 W	405 W	409 W	412 W	416 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	38.3 V	38.5 V	38.7 V	38.9 V	39.1 V	39.3 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.38 A	10.42 A	10.47 A	10.52 A	10.55 A	10.59 A
Open Circuit Voltage (Voc)	46.1 V	46.3 V	46.5 V	46.7 V	46.9 V	47.1 V
Short Circuit Current (Isc)	11.13 A	11.17 A	11.21 A	11.25 A	11.29 A	11.33 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 x (12 x 6)]
Dimensions	2261 x 1134 x 30 mm (89.0 x 44.6 x 1.18 in)
Weight	27.6 kg (60.8 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 290 mm (11.4 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2
Per Pallet	35 pieces
Per Container (40' HQ)	700 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CSI Solar Co., Ltd.

199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

Číslo shluku	Instalovaný výkon (kWp)	Plocha shluku (m ²)	Produkce shluku (kWh)	Efektivita (kWh/kWp)	Inst. výkon jednotkové plochy (kWp/m ²)	Zastavitelnost jednotkové plochy (m ² /kWp)
18936	226,6	2 037	226 326	998	0,1112	8,9894
9809	204,6	2 067	210 375	1 028	0,0990	10,1026
9083	248,6	2 099	251 714	1 012	0,1184	8,4433
32428	231,0	2 103	235 324	1 018	0,1098	9,1039
28668	221,1	2 134	221 864	1 003	0,1036	9,6517
17335	233,2	2 158	233 799	1 002	0,1081	9,2539
6285	240,9	2 201	241 707	1 003	0,1095	9,1366
4147	259,6	2 341	264 097	1 017	0,1109	9,0177
27372	277,2	2 342	277 477	1 001	0,1184	8,4488
165	280,5	2 480	285 888	1 008	0,1131	8,8414
7080	288,2	2 547	290 097	1 001	0,1132	8,8376
24669	301,4	2 711	304 819	1 011	0,1112	8,9947
7139	268,4	2 745	273 592	1 019	0,0978	10,2273
18388	381,7	2 847	390 311	1 022	0,1341	7,4587
13525	292,6	2 919	299 116	1 022	0,1002	9,9761
288	341,0	2 958	345 952	1 009	0,1153	8,6745
7461	355,3	2 962	359 618	1 012	0,1200	8,3366
16242	341,0	3 148	327 442	955	0,1083	9,2317
43	338,8	3 211	339 020	1 000	0,1055	9,4776
30111	368,5	3 235	375 892	1 009	0,1139	8,7788
28638	357,5	3 343	361 773	1 001	0,1069	9,3510
972	471,9	3 374	463 504	982	0,1399	7,1498
23804	386,1	3 514	393 215	1 018	0,1099	9,1013
6346	403,7	3 625	403 876	1 000	0,1114	8,9794
17887	424,6	3 641	425 577	1 002	0,1166	8,5751
6270	420,2	3 655	418 812	996	0,1150	8,6982
12623	419,0	3 780	422 036	1 007	0,1108	9,0215
2148	446,6	3 820	460 415	1 031	0,1169	8,5535
60	484,0	4 028	486 411	1 005	0,1202	8,3223
2112	440,0	4 040	440 125	1 000	0,1089	9,1818
21910	435,6	4 101	433 063	994	0,1062	9,4146
25700	456,5	4 185	549 726	996	0,1091	9,1676
25690	514,8	4 347	527 189	1 024	0,1184	8,4441
23582	533,5	4 546	542 208	1 005	0,1174	8,5211
23621	514,8	4 581	529 848	1 029	0,1124	8,8986
4118	511,5	4 590	513 767	994	0,1114	8,9736
22321	521,4	4 652	525 278	1 007	0,1121	8,9221
5698	551,1	4 687	555 600	1 008	0,1176	8,5048
4202	554,4	4 719	553 242	997	0,1175	8,5119
1996	522,5	4 779	518 662	982	0,1093	9,1464
9654	559,9	4 812	563 951	1 007	0,1164	8,5944
13730	542,3	4 917	548 557	1 011	0,1103	9,0669
10992	576,4	5 118	581 095	1 008	0,1126	8,8793
13515	640,2	5 526	659 168	1 029	0,1159	8,6317
12261	641,3	5 688	632 123	981	0,1127	8,8695
7960	632,5	5 921	638 937	999	0,1068	9,3613
25898	682,0	6 044	687 862	1 008	0,1128	8,8622
22372	715,0	6 092	711 538	990	0,1174	8,5203
3008	672,1	6 177	677 593	1 008	0,1088	9,1906
20993	754,6	6 239	761 029	1 008	0,1209	8,2680
6655	779,9	6 446	788 812	1 011	0,1210	8,2652
4468	732,6	6 460	736 555	1 005	0,1134	8,8179
29393	738,1	6 575	742 960	1 002	0,1123	8,9080
20227	660,0	6 597	672 247	1 018	0,1000	9,9955
5829	798,6	6 922	800 807	1 002	0,1154	8,6677
23908	829,4	7 075	819 563	988	0,1172	8,5303
7356	843,7	7 265	855 895	1 014	0,1161	8,6109
326	864,6	7 641	875 389	1 012	0,1132	8,8376
20555	922,9	7 710	943 079	1 021	0,1197	8,3541
4084	896,5	7 857	898 957	992	0,1141	8,7641
17161	933,9	8 023	938 014	1 004	0,1164	8,5909
7040	949,3	8 129	945 166	995	0,1168	8,5632
13345	902,0	8 288	928 296	1 029	0,1088	9,1885
8738	1 051,6	8 862	1 063 252	1 011	0,1187	8,4272
8123	1 144,0	9 160	1 147 044	1 002	0,1249	8,0070
15019	1 069,2	9 455	1 076 819	1 007	0,1131	8,8431
5491	1 131,9	9 891	1 141 453	1 008	0,1144	8,7384
24428	1 140,7	10 027	1 154 903	1 005	0,1138	8,7902
3542	1 174,8	10 053	1 177 683	1 002	0,1169	8,5572
11779	1 145,1	10 141	1 167 840	1 019	0,1129	8,8560
12262	1 281,5	10 399	1 308 679	1 010	0,1232	8,1147
18226	1 226,5	10 552	1 224 300	987	0,1162	8,6033
11343	1 272,8	10 922	1 275 629	1 001	0,1165	8,5811
1479	1 325,5	11 156	1 340 589	1 000	0,1188	8,4164
14460	1 296,9	11 614	1 304 562	1 005	0,1117	8,9552
23141	1 392,6	11 639	1 445 920	1 038	0,1196	8,3577
2126	1 310,1	12 169	1 332 888	1 017	0,1077	9,2886
17478	1 395,9	12 220	1 406 210	1 007	0,1142	8,7542
20220	1 510,3	12 682	1 512 577	1 001	0,1191	8,3970
10952	1 488,3	12 802	1 504 115	1 010	0,1163	8,6018
13793	1 564,2	13 251	1 570 099	1 003	0,1180	8,4714
6953	1 614,8	13 652	1 568 439	971	0,1183	8,4543
9476	1 590,6	14 334	1 601 594	1 006	0,1110	9,0117
7035	1 778,7	14 969	1 758 324	988	0,1188	8,4157
19258	1 745,7	15 058	1 781 311	1 020	0,1159	8,6258
1056	1 767,7	15 115	1 805 842	1 021	0,1170	8,5507
14319	1 812,8	15 448	1 805 826	996	0,1173	8,5216
8307	1 881,0	15 802	1 928 979	1 020	0,1190	8,4009
7160	2 383,7	19 422	2 460 378	1 027	0,1227	8,1478
18350	2 722,5	23 460	2 763 530	1 010	0,1160	8,6171
5687	2 851,2	23 654	2 909 950	1 020	0,1205	8,2962
8636	2 976,6	24 523	3 059 284	1 027	0,1214	8,2386
3592	2 942,5	24 585	3 025 983	1 017	0,1197	8,3551
21898	2 998,6	25 178	3 053 585	1 018	0,1191	8,3966
8651	3 280,2	28 110	3 309 199	1 008	0,1167	8,5696
13478	3 339,6	28 366	3 410 937	1 021	0,1177	8,4938
3595	3 870,9	32 591	3 963 136	1 023	0,1188	8,4195
19396	3 918,2	32 690	4 058 834	1 035	0,1199	8,3431
18321	4 471,5	37 075	4 516 983	999	0,1206	8,2914
12423	4 544,1	38 050	4 670 017	1 027	0,1194	8,3735

06.08.2023

Váš FV systém

Adresa instalace



Přehled projektu

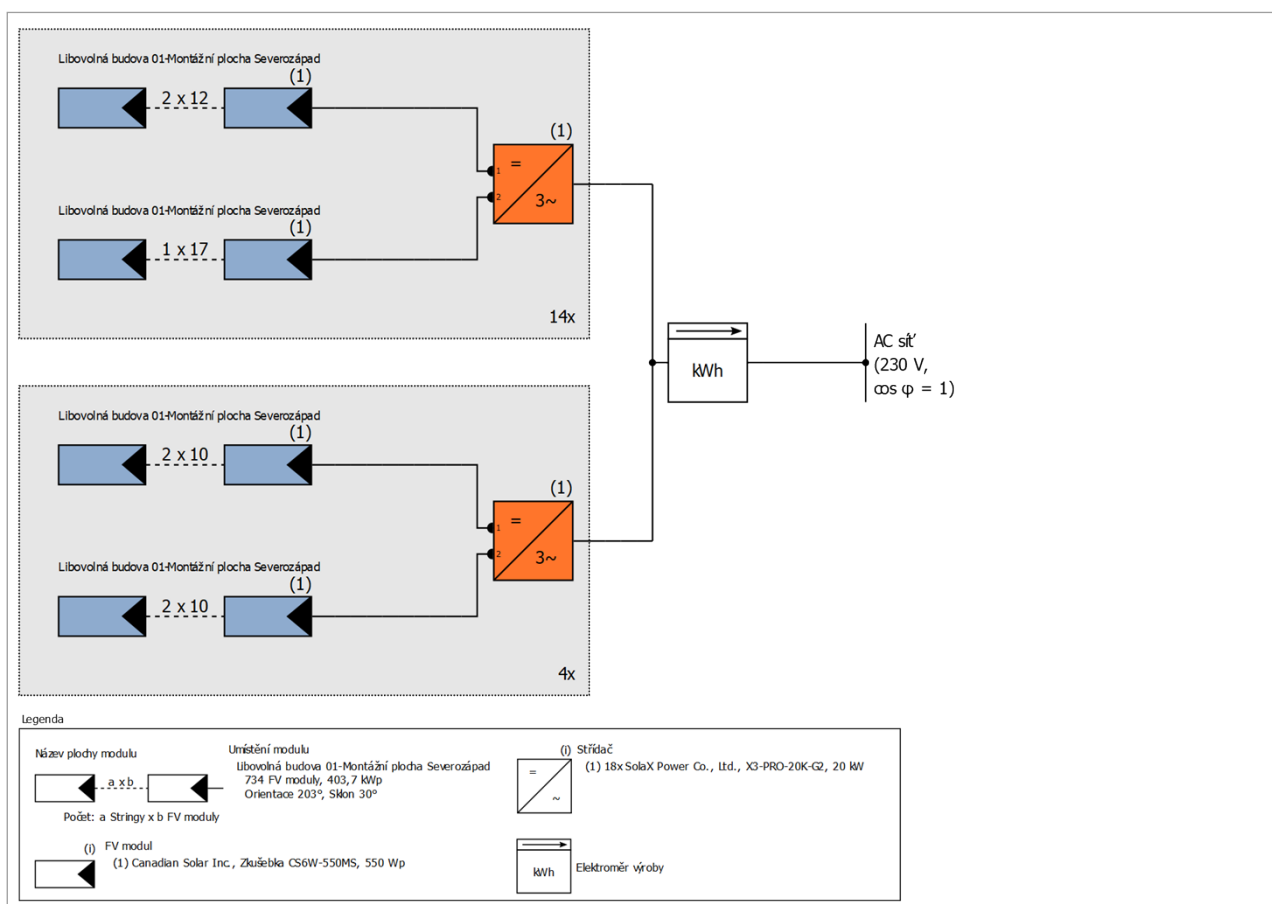


Obrázek: Obrazový přehled, 3D Návrh

FV systém

3D, FV zařízení připojené do sítě

Klimatická data	Ostrava-Poruba, CZE (1996 - 2015)
Zdroj hodnot	Meteonorm 8.1
Instalovaný výkon	403,7 kWp
Plocha FV modulů	1 882,0 m ²
Počet FV modulů	734
Počet měničů	18



Obrázek: Schéma zapojení

Prognóza výnosů

Prognóza výnosů

Instalovaný výkon	403,70 kWp
Spec. Roční výnos	999,95 kWh/kWp
Stupeň využití zařízení (PR)	81,92 %
Snížení výnosu zastíněním	7,6 %
Dodávka/napájení sítě	403 876 kWh/Rok
Síťové napájení v prvním roce (včetně degradace modulů)	402 030 kWh/Rok
Spotřeba v provozní pohotovosti (Střídač)	195 kWh/Rok
Snížení emisí CO ₂	189 730 kg/rok

Hospodárnost

Váš zisk

Celkové investiční náklady	605 550,00 Kč
Vnitřní míra návratnosti (IRR)	0,00 %
Doba amortizace	Více než 20 Roky
Vlastní výrobní náklady elektrické energie	0,0831 Kč/kWh
Energetická bilance / Princip napájení	Plné napájení

Výsledky byly zjištěny matematickým modelovým výpočtem firmy Valentin Software GmbH (algoritmy PV*SOL). Skutečné výnosy solární elektrárny se mohou lišit z důvodu výkyvů počasí, stupně účinnosti modulů a měničů a také jiných faktorů.

Konstrukce zařízení

Přehled

Data zařízení

Druh zařízení 3D, FV zařízení připojené do sítě

Klimatická data

Lokalita Ostrava-Poruba, CZE (1996 - 2015)

Zdroj hodnot Meteonorm 8.1

Řešení dat 1 h

Použité simulační modely:

- Difúzní záření na vodorovné rovině Hofmann

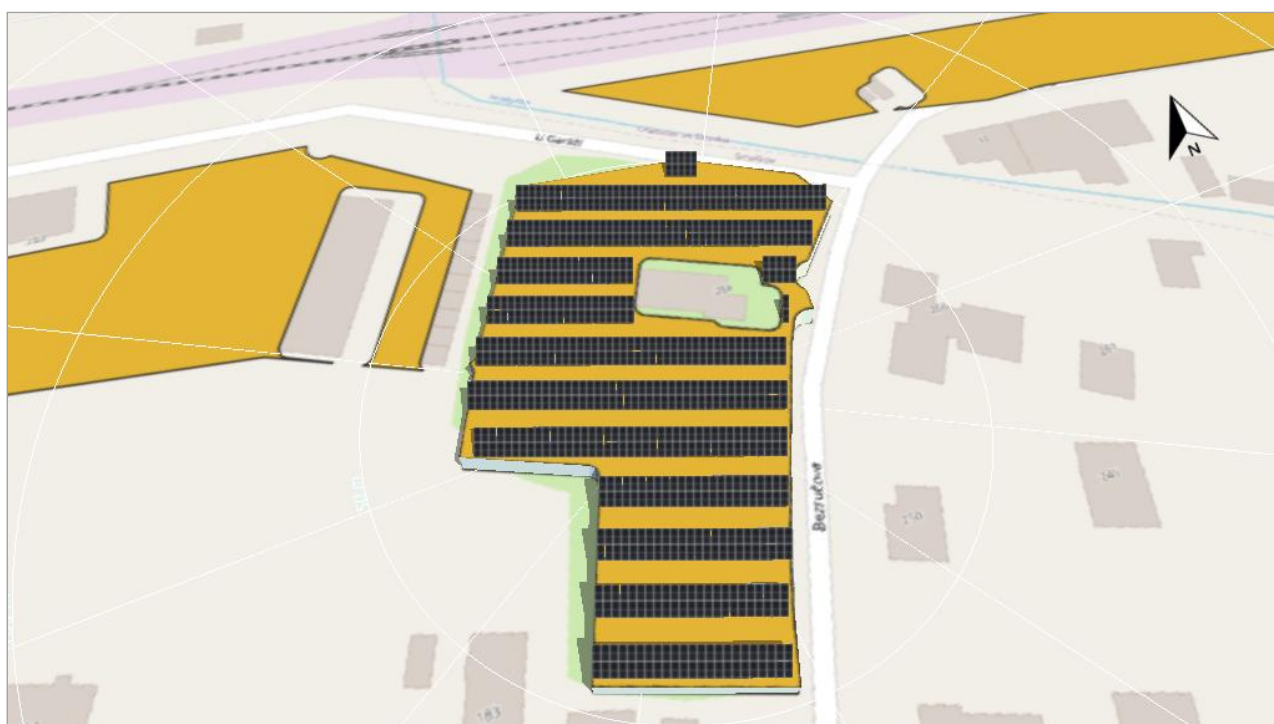
- Intenzita záření na skloněnou plochu Hay & Davies

Plochy modulů

1. Umístění modulu - Libovolná budova 01-Montážní plocha Severozápad

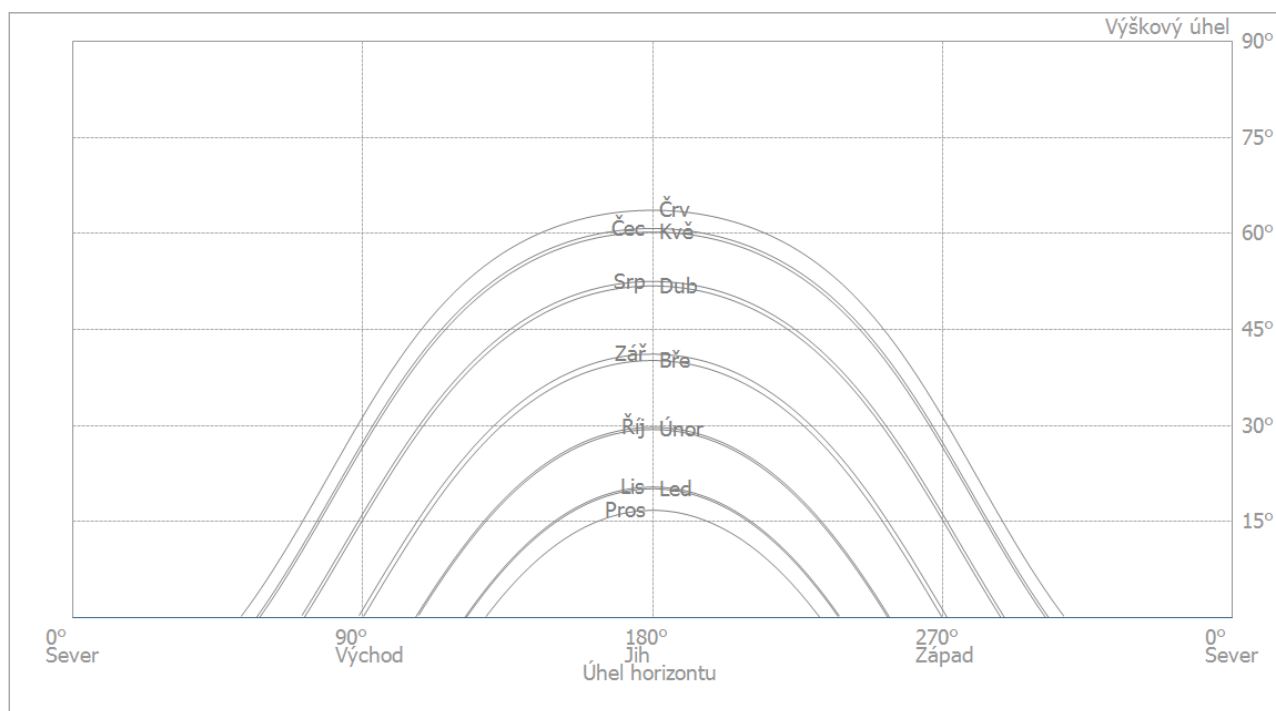
FV generátor, 1. Umístění modulu - Libovolná budova 01-Montážní plocha Severozápad

Jméno	Libovolná budova 01-Montážní plocha Severozápad
FV moduly	734 x Zkušebka CS6W-550MS (v1)
Výrobce	Canadian Solar Inc.
Sklon	30 °
Orientace	Jihozápad 203 °
Situace při vestavbě	Montáž na stojanech na střeše
Plocha FV modulů	1 882,0 m ²



Obrázek: 1. Umístění modulu - Libovolná budova 01-Montážní plocha Severozápad

Linie horizontu, 3D Návrh



Obrázek: Horizont (3D Návrh)

Konfigurace měniče

Konfigurace 1

Umístění modulu	Libovolná budova 01-Montážní plocha Severozápad
Střídač 1	
Model	X3-PRO-20K-G2 (v1)
Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Počet	14
Faktor dimenzování střídače	112,8 %
Konfigurace	MPP 1: 2 x 12 MPP 2: 1 x 17
Střídač 2	
Model	X3-PRO-20K-G2 (v1)
Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Počet	4
Faktor dimenzování střídače	110 %
Konfigurace	MPP 1: 2 x 10 MPP 2: 2 x 10

AC síť

AC síť

Počet fází	3
Síťové napětí mezi fází a nulovým vodičem	230 V
Účinník (cos phi)	+/- 1

Výsledky simulace

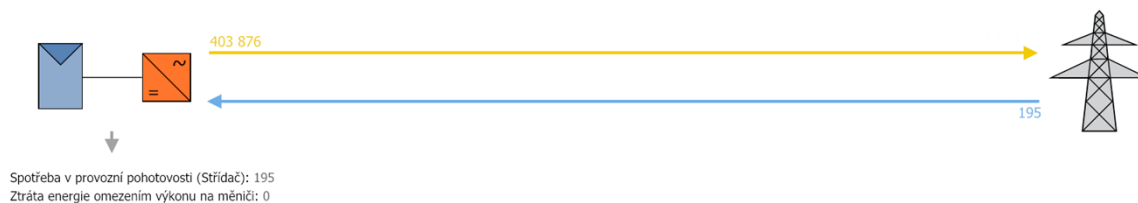
Výsledky Celkové zařízení

FV systém

Instalovaný výkon	403,70 kWp
Spec. Roční výnos	999,95 kWh/kWp
Stupeň využití zařízení (PR)	81,92 %
Snížení výnosu zastíněním	7,6 %
Dodávka/napájení sítě	403 876 kWh/Rok
Síťové napájení v prvním roce (včetně degradace modulů)	402 030 kWh/Rok
Spotřeba v provozní pohotovosti (Střídač)	195 kWh/Rok
Snížení emisí CO ₂	189 730 kg/rok

Graf toků energie

Projekt:



Všechny hodnoty v kWh
Vzhledem k zaokrouhlování mohou vzniknout malé odchylky v součtech
created with PV*SOL

Obrázek: Tok energie

Analýza ziskovosti

Přehled

Data zařízení

Síťové napájení v prvním roce (včetně degradace modulů)	402 030 kWh/Rok
Instalovaný výkon	403,7 kWp
Uvedení zařízení do provozu	06.08.2023
Sledované období	20 Roky
Úroky kapitálu	1 %

Hospodářské ukazatele

Vnitřní míra návratnosti (IRR)	0,00 %
Kumulovaný finanční tok	-498 112,52 Kč
Doba amortizace	Více než 20 Roky
Vlastní výrobní náklady elektrické energie	0,0831 Kč/kWh

Přehled plateb

specifické investiční náklady	1 500,00 Kč/kWp
Investiční náklady	605 550,00 Kč
Jednorázové platby	0,00 Kč
Podpory/Dotace	0,00 Kč
Roční náklady	0,00 Kč/Rok
Ostatní výnosy nebo úspory	0,00 Kč/Rok

Odměna za úspory

Celkové odměny v prvním roce	6 403,39 Kč/Rok
------------------------------	-----------------

EEG 2023 (Teileinspeisung) - Gebäudeanlagen

Platnost	06.08.2023 - 31.12.2043
Specifická odměna za výkupní tarif	0,0159 Kč/kWh
Výkupní tarif	6403,3942 Kč/Rok

Cash flow

Cash flow

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4	Rok 5
Investice	-605 550,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	6 207,78 Kč	6 229,93 Kč	6 121,42 Kč	6 014,45 Kč	5 908,99 Kč
Roční finanční tok	-599 342,22 Kč	6 229,93 Kč	6 121,42 Kč	6 014,45 Kč	5 908,99 Kč
Kumulovaný finanční tok	-599 342,22 Kč	-593 112,29 Kč	-586 990,87 Kč	-580 976,43 Kč	-575 067,44 Kč

Cash flow

	Rok 6	Rok 7	Rok 8	Rok 9	Rok 10
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	5 805,04 Kč	5 702,56 Kč	5 601,55 Kč	5 501,97 Kč	5 403,82 Kč
Roční finanční tok	5 805,04 Kč	5 702,56 Kč	5 601,55 Kč	5 501,97 Kč	5 403,82 Kč
Kumulovaný finanční tok	-569 262,40 Kč	-563 559,84 Kč	-557 958,29 Kč	-552 456,32 Kč	-547 052,50 Kč

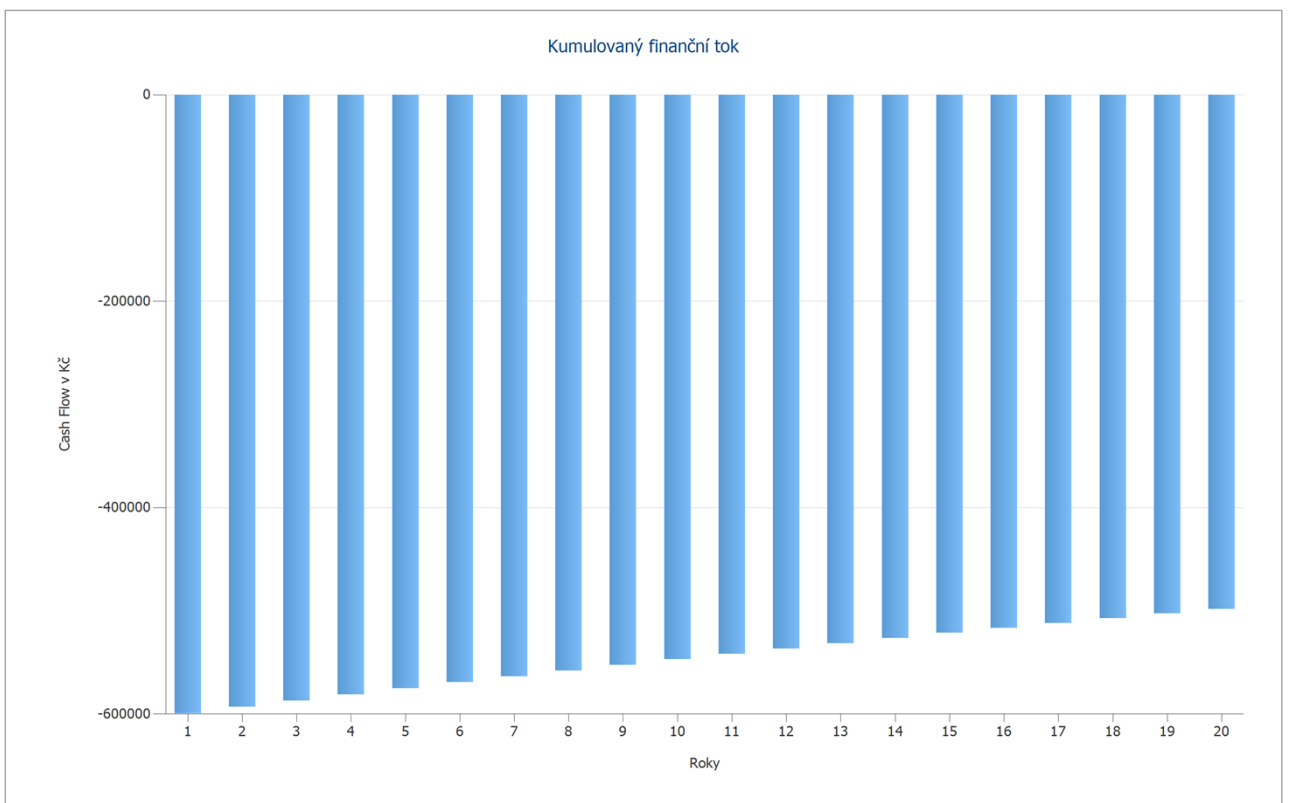
Cash flow

	Rok 11	Rok 12	Rok 13	Rok 14	Rok 15
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	5 307,07 Kč	5 211,71 Kč	5 117,72 Kč	5 025,08 Kč	4 933,77 Kč
Roční finanční tok	5 307,07 Kč	5 211,71 Kč	5 117,72 Kč	5 025,08 Kč	4 933,77 Kč
Kumulovaný finanční tok	-541 745,43 Kč	-536 533,71 Kč	-531 415,99 Kč	-526 390,92 Kč	-521 457,15 Kč

Cash flow

	Rok 16	Rok 17	Rok 18	Rok 19	Rok 20
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	4 843,77 Kč	4 755,08 Kč	4 667,66 Kč	4 581,51 Kč	4 496,61 Kč
Roční finanční tok	4 843,77 Kč	4 755,08 Kč	4 667,66 Kč	4 581,51 Kč	4 496,61 Kč
Kumulovaný finanční tok	-516 613,38 Kč	-511 858,30 Kč	-507 190,64 Kč	-502 609,13 Kč	-498 112,52 Kč

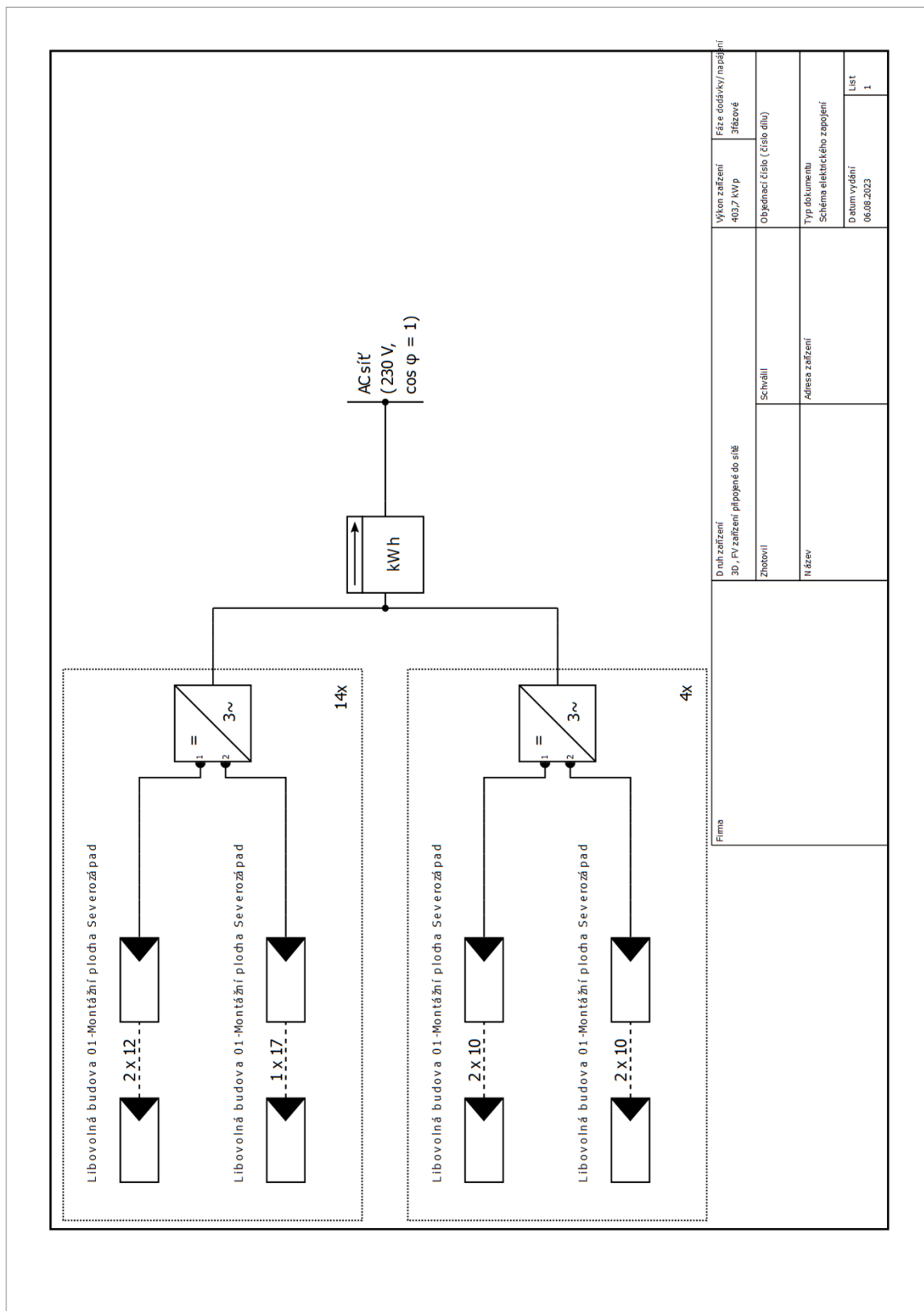
Procenta degradace a zvyšování cen se používají měsíčně za celé období sledování.
To se děje již v prvním roce.



Obrázek: Kumulovaný finanční tok

Výkresy a kusovníky

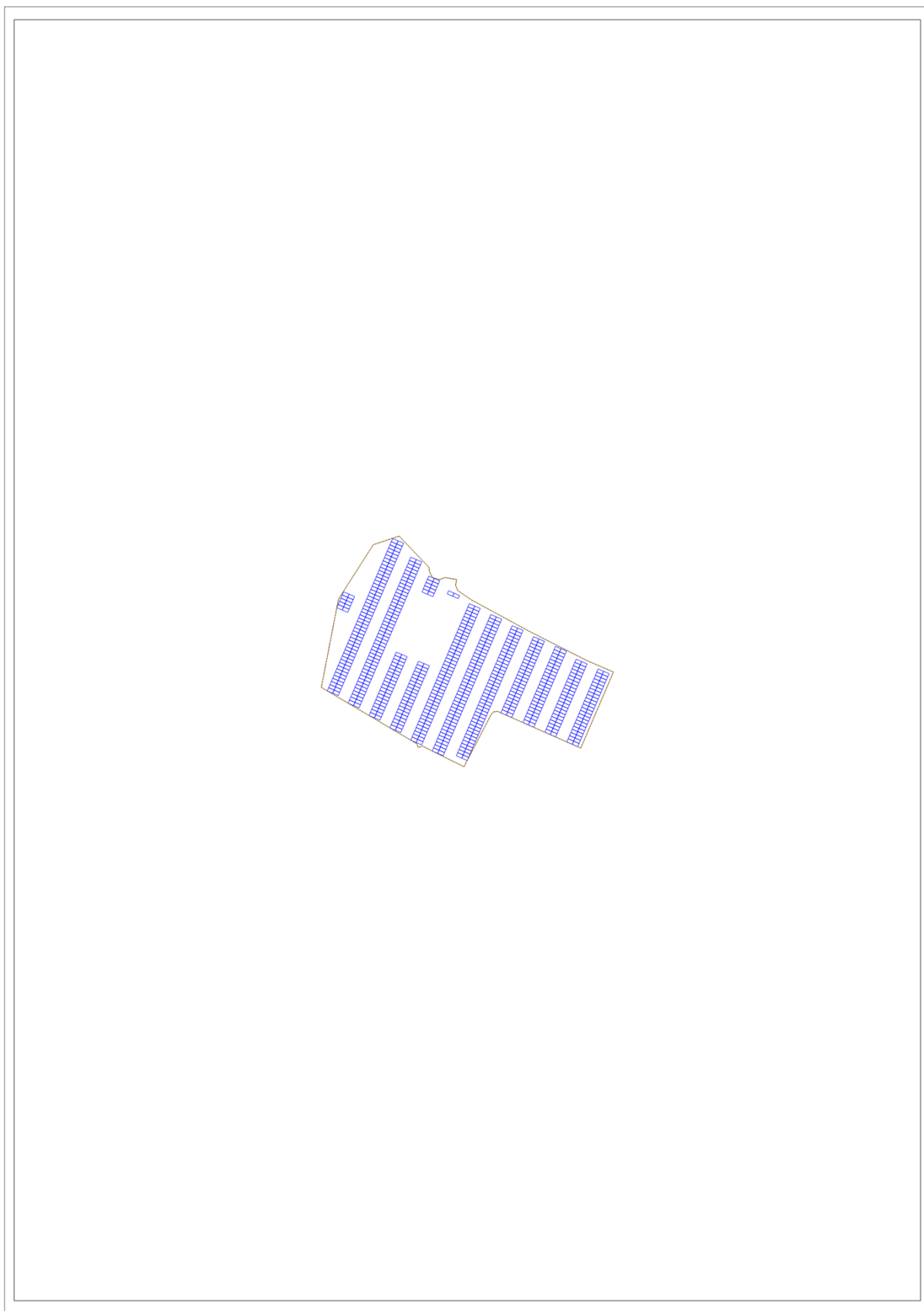
Schéma elektrického zapojení



Druh zařízení 3D, FV zařízení připojené do sítě	Schválil	Fáze dodávky/nápojení 3fázové	Výkon zařízení 403,7 kWp	Objednací číslo (číslo dílu)	Typ dokumentu Schéma elektrického zapojení	Datum vydání 06.08.2023	List 1
Firma							

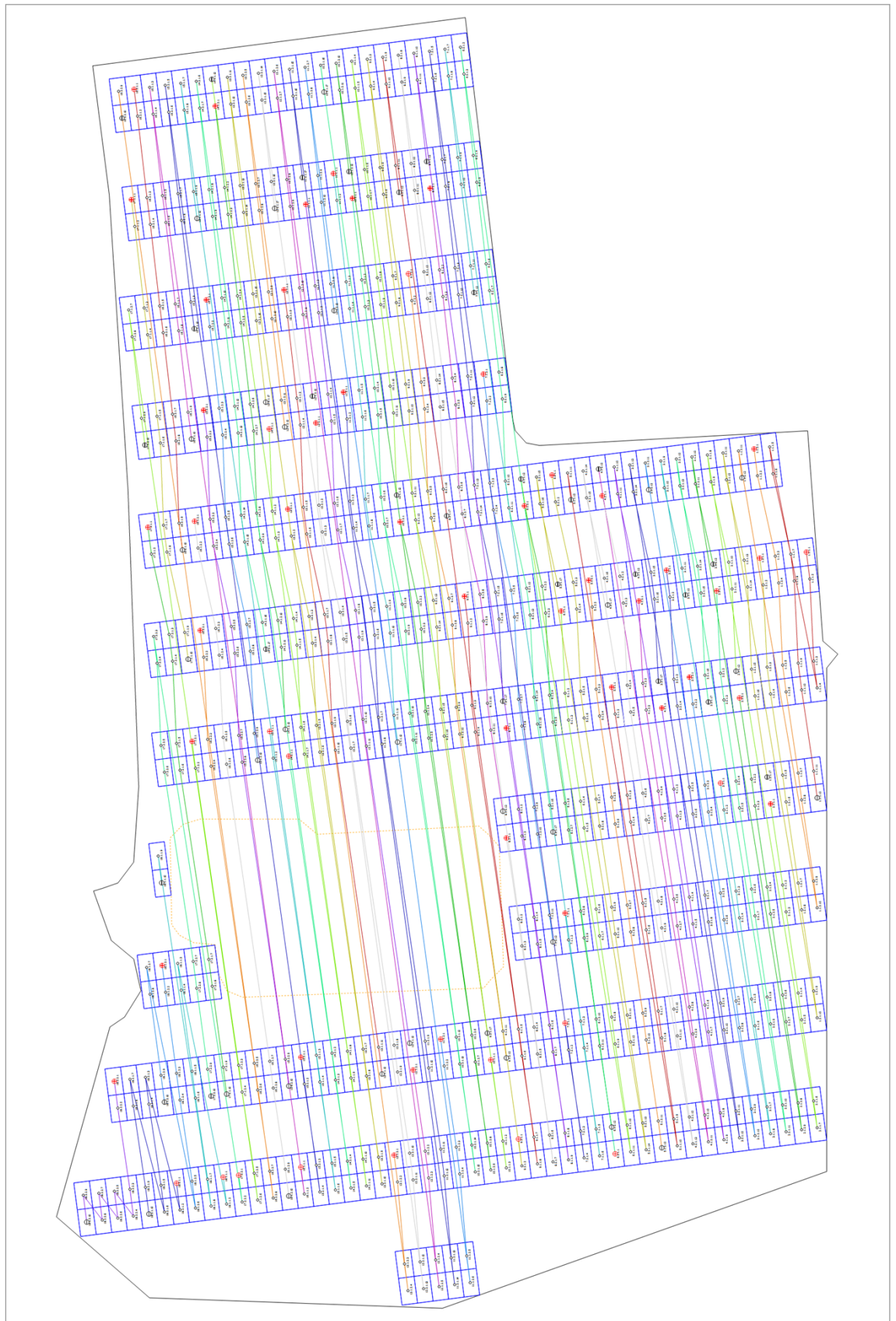
Obrázek: Schéma elektrického zapojení

Přehledový plán



Obrázek: Přehledový plán

Plán stringů



Obrázek: Libovlnná budova 01-Montážní plocha Severozápad

Kusovník

Kusovník

#	Typ	Číslo položky	Výrobce	Jméno	Množství	Jednotka
1	FV modul		Canadian Solar Inc.	Zkušebka CS6W-550MS	734	Kus
2	Střídač		SolaX Power Co., Ltd.	X3-PRO-20K-G2	18	Kus
3	Komponenty			Elektroměr výroby	1	Kus

Číslo budovy	Instalovaný výkon (kWp)	Plocha budovy (m ²)	Produkce budovy (kWh)	Efektivita (kWh/kWp)	Inst. výkon jednotkové plochy (kWp/m ²)	Zastavitelnost jednotkové plochy (m ² /kWp)
3173909	33,55	314	29 010	859	0,1068	9,3592
3174051	22,55	219	21 563	956	0,1030	9,7118
3174115	24,2	221	22 206	917	0,1095	9,1322
3174859	28,05	221	25 593	910	0,1269	7,8788
3174948	22	205	20 341	924	0,1073	9,3182
3175006	24,75	222	23 585	953	0,1115	8,9697
3175898	24,19	241	23 014	951	0,1004	9,9628
3175995	28,6	242	24 973	873	0,1182	8,4615
3182223	21,45	272	18 415	858	0,0789	12,6807
3213528	40,7	453	34 769	854	0,0898	11,1302
3213587	78,65	723	67 475	848	0,1088	9,1926
3213757	26,4	240	23 641	895	0,1100	9,0909
3221971	16,7	171	19 789	1 005	0,0977	10,2395
3222250	25,85	208	24 804	959	0,1243	8,0464
3222390	17,05	167	16 495	960	0,1021	9,7947
3223299	21,32	172	21 250	996	0,1240	8,0675
3224686	93,5	879	95 491	1 021	0,1064	9,4011
3224830	66,42	704	67 297	1 008	0,0943	10,5992
3224945	26,24	257	25 269	963	0,1021	9,7942
3226280	32	295	29 590	920	0,1085	9,2188
3226344	15,4	165	13 644	886	0,0933	10,7143
3226549	39,05	399	36 835	938	0,0979	10,2177
3227618	57,75	556	55 292	952	0,1039	9,6277
3227723	22,14	209	22 493	1 011	0,1059	9,4399
3227821	25,3	212	23 531	930	0,1193	8,3794
3228363	28,05	241	26 145	930	0,1164	8,5918
3228436	26,4	241	25 089	950	0,1095	9,1288
3228509	28,6	242	25 252	883	0,1182	8,4615
3252795	53,9	455	50 235	932	0,1185	8,4416
3254356	20,35	289	16 297	801	0,0704	14,2015
3257703	24,2	238	22 877	945	0,1017	9,8347
3280373	127,6	962	117 520	921	0,1326	7,5392
4278283	73,4	621	74 218	1 011	0,1182	8,4605
4280199	34,65	274	32 143	923	0,1265	7,9076
4280245	28,05	265	25 520	907	0,1058	9,4474
4294815	53,3	431	51 093	953	0,1237	8,0863
4295111	26,4	220	24 345	922	0,1200	8,3333
4298039	39,05	375	36 114	920	0,1041	9,6031
4298276	56,1	438	52 925	943	0,1281	7,8075
4307887	16	105	16 275	1 007	0,1524	6,5625
4343883	11,55	95	10 106	870	0,1216	8,2251
4397789	26,24	218	25 008	953	0,1204	8,3079
4441605	26,24	238	24 888	948	0,1103	9,0701
4455738	26,4	236	23 900	905	0,1119	8,9394
4456696	23,78	214	22 348	939	0,1111	8,9992
4460391	85,25	720	78 543	921	0,1184	8,4457
4460685	35,2	494	31 815	895	0,0713	14,0341
4460901	24,75	238	21 662	845	0,1040	9,6162
4461762	14,3	132	13 322	927	0,1083	9,2308
4471814	34,65	377	32 766	940	0,0919	10,8802
4471946	30,25	262	28 256	924	0,1155	8,6612
4472012	24,6	235	23 958	973	0,1047	9,5528
4474686	20,35	220	18 705	919	0,0925	10,8108
4483936	23,1	216	19 879	860	0,1069	9,3506
4487311	63,8	602	59 717	936	0,1060	9,4357
4494032	46,75	409	43 936	939	0,1143	8,7487
4494300	12,65	299	11 347	892	0,0423	23,6364
4507819	13,12	113	13 141	1 002	0,1161	8,6128
8261784	71,5	665	67 180	929	0,1075	9,3007
8409064	48,95	483	45 833	936	0,1013	9,8672
12488101	26,95	267	24 762	918	0,1009	9,9072
12492647	29,7	224	27 776	935	0,1326	7,5421
12492736	16,5	213	15 336	919	0,0775	12,9091
12493384	20,09	194	18 091	900	0,1036	9,6565
12493465	22,14	194	80 987	943	0,1141	8,7624
12494585	21,73	206	20 705	952	0,1055	9,4800
12495212	33,55	381	31 115	922	0,0881	11,3562
12495921	27,06	223	24 541	907	0,1213	8,2409
13861301	56,1	426	52 673	939	0,1317	7,5936
13900391	56,1	441	54 137	965	0,1272	7,8610
13956329	29,7	246	27 157	914	0,1207	8,2828
13980475	24,75	237	21 236	858	0,1044	9,5758
13986490	23,1	216	22 176	960	0,1069	9,3506
13990900	24,2	221	23 329	964	0,1095	9,1322
13991108	35,75	383	31 818	890	0,0933	10,7133
20186614	562,65	4956	542 395	964	0,1135	8,8083
20208804	85,8	801	82 540	962	0,1071	9,3357
20339003	18,45	207	18 143	974	0,0891	11,2195
20339275	23,37	242	22 238	951	0,0966	10,3552
20346964	28,05	234	26 823	954	0,1199	8,3422
20348789	26,95	215	24 787	919	0,1253	7,9777
21356572	65,6	508	64	980	0,1291	7,7439
23870443	237,05	1852	229 939	970	0,1280	7,8127
23966670	79,75	673	73 348	914	0,1185	8,4389
24406287	216,7	2162	207 382	957	0,1002	9,9769
24406571	205,15	1805	189 353	923	0,1137	8,7984
24579939	23,65	240	21 703	917	0,0985	10,1480
25839233	37,95	308	36 549	958	0,1232	8,1159
25958259	26,4	200	24 532	929	0,1320	7,5758
26045371	83,6	1431	78 615	940	0,0584	17,1172
26189691	48,95	570	43 255	883	0,0859	11,6445
26223058	52,25	403	50 474	966	0,1297	7,7129
26230810	15,4	139	14 317	930	0,1108	9,0260
27049167	89,65	698	81 888	913	0,1284	7,7858
48687995	59,4	454	53 526	901	0,1308	7,6431
50853783	295,9	2289	279 947	946	0,1293	7,7357
81707444	70,4	619	66 656	946	0,1137	8,7926
94153205	29,15	264	27 583	946	0,1104	9,0566
97808130	300,85	2466	293 329	975	0,1220	8,1968
3275183	79,2	674	77 854	983	0,1175	8,5101

26.07.2023

Dokumentace

Údaje o zákazníkovi

Společnosti

Číslo zákazníka

Kontaktní osoba

Adresa

Telefon

Fax

E-Mail

Projektová data

Název projektu

Nabídka číslo

Zpracoval(a)

Adresa



Přehled projektu

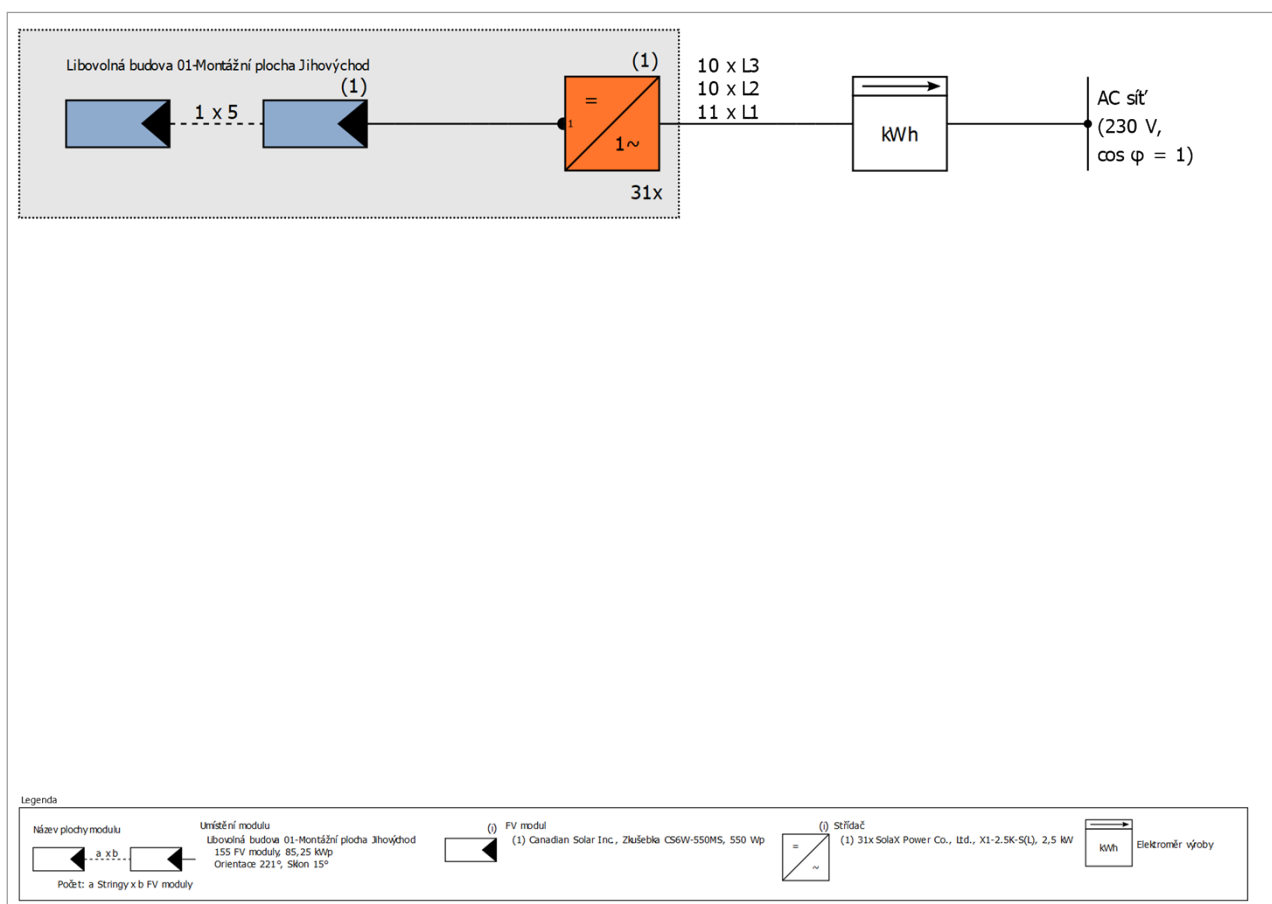


Obrázek: Obrazový přehled, 3D Návrh

FV systém

3D, FV zařízení připojené do sítě

Klimatická data	Ostrava-Poruba, CZE (1996 - 2015)
Zdroj hodnot	Meteonorm 8.1
Instalovaný výkon	85,25 kWp
Plocha FV modulů	397,4 m ²
Počet FV modulů	155
Počet měničů	31



Obrázek: Schéma zapojení

Prognóza výnosů

Prognóza výnosů

Instalovaný výkon	85,25 kWp
Spec. Roční výkon	921,20 kWh/kWp
Stupeň využití zařízení (PR)	79,62 %
Snížení výnosu zastíněním	8,1 %
Dodávka/napájení síť	78 543 kWh/Rok
Síťové napájení v prvním roce (včetně degradace modulů)	78 213 kWh/Rok
Spotřeba v provozní pohotovosti (Střídač)	11 kWh/Rok
Snížení emisí CO ₂	36 910 kg/rok

Hospodárnost

Váš zisk

Celkové investiční náklady	127 875,00 Kč
Vnitřní míra návratnosti (IRR)	0,00 %
Doba amortizace	Více než 20 Roky
Vlastní výrobní náklady elektrické energie	0,0902 Kč/kWh
Energetická bilance / Princip napájení	Plné napájení

Výsledky byly zjištěny matematickým modelovým výpočtem firmy Valentin Software GmbH (algoritmy PV*SOL). Skutečné výnosy solární elektrárny se mohou lišit z důvodu výkyvů počasí, stupně účinnosti modulů a měničů a také jiných faktorů.

Konstrukce zařízení

Přehled

Data zařízení

Druh zařízení	3D, FV zařízení připojené do sítě
Začátek provozu	26.07.2023

Klimatická data

Lokalita	Ostrava-Poruba, CZE (1996 - 2015)
Zdroj hodnot	Meteonorm 8.1
Řešení dat	1 h
Použité simulační modely:	
- Difúzní záření na vodorovné rovině	Hofmann
- Intenzita záření na skloněnou plochu	Hay & Davies

Plochy modulů

1. Umístění modulu - Libovolná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod

FV generátor, 1. Umístění modulu - Libovolná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod

Jméno	Libovolná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod
FV moduly	155 x Zkušebka CS6W-550MS (v1)
Výrobce	Canadian Solar Inc.
Sklon	15 °
Orientace	Jihozápad 221 °
Situace při vestavbě	Montáž na stojanech na střeše
Plocha FV modulů	397,4 m ²



Obrázek: 1. Umístění modulu - Libovolná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod

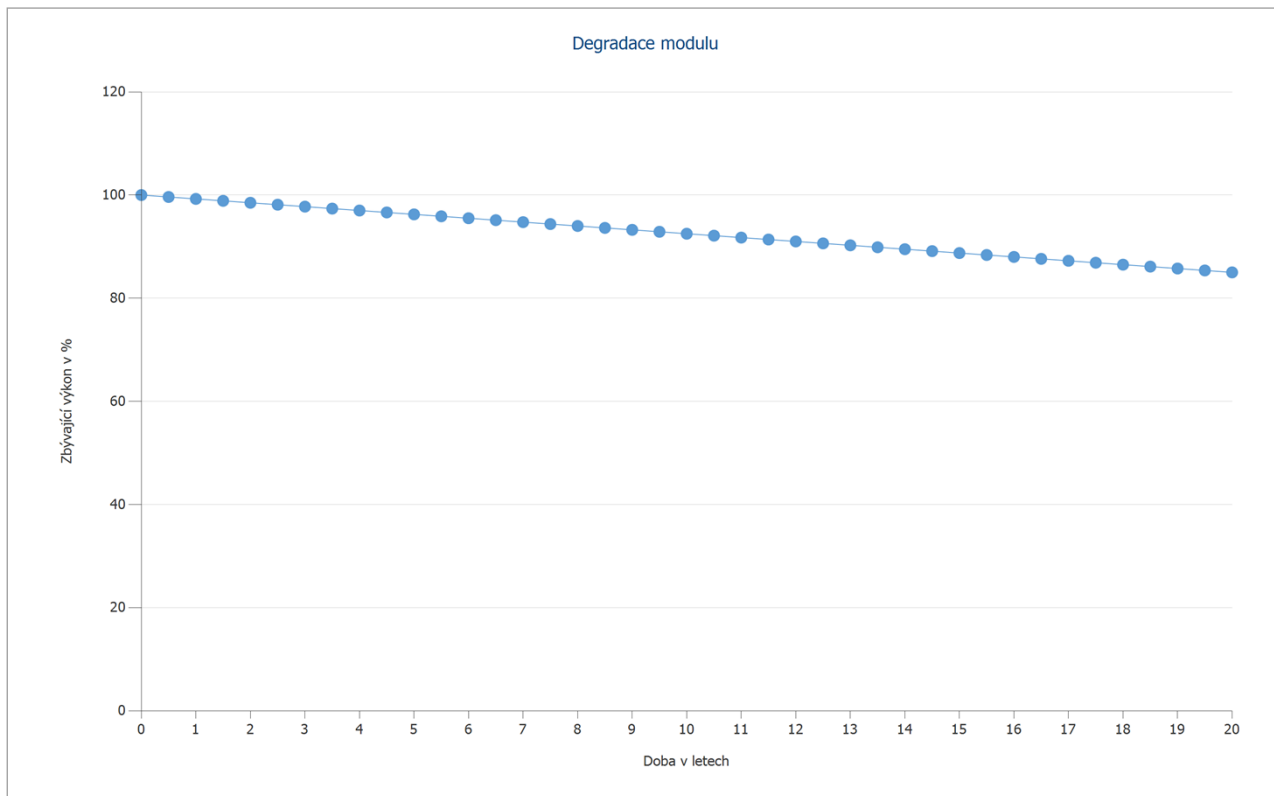
Degradace modulu, 1. Umístění modulu - Libovolná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod

Charakteristická křivka

Lineární (přímka)

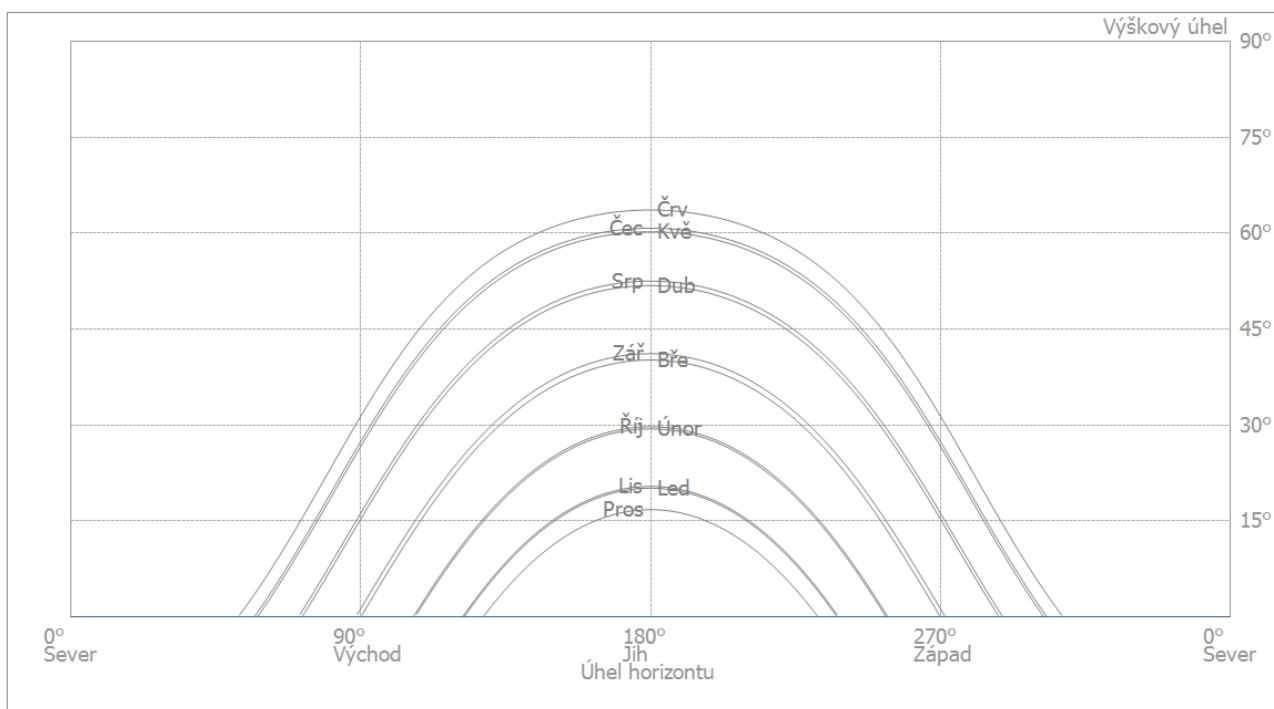
Zbývající výkon po 20 letech

85 %



Obrázek: Degradace modulu, 1. Umístění modulu - Libovolná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod

Linie horizontu, 3D Návrh



Obrázek: Horizont (3D Návrh)

Konfigurace měniče

Konfigurace 1

Umístění modulu	Libovolná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod
Střídač 1	
Model	X1-2.5K-S(L) (v3)
Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Počet	31
Faktor dimenzování střídače	110 %
Konfigurace	MPP 1: 1 x 5

AC síť

AC síť

Počet fází	3
Síťové napětí mezi fází a nulovým vodičem	230 V
Účinník (cos phi)	+/- 1

Výsledky simulace

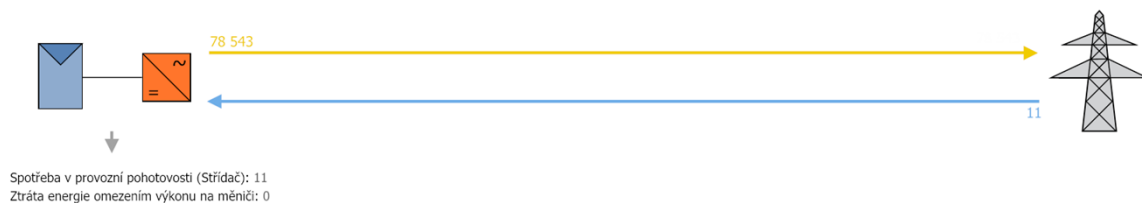
Výsledky Celkové zařízení

FV systém

Instalovaný výkon	85,25 kWp
Spec. Roční výnos	921,20 kWh/kWp
Stupeň využití zařízení (PR)	79,62 %
Snížení výnosu zastíněním	8,1 %
Dodávka/napájení sítě	78 543 kWh/Rok
Síťové napájení v prvním roce (včetně degradace modulů)	78 213 kWh/Rok
Spotřeba v provozní pohotovosti (Střídač)	11 kWh/Rok
Snížení emisí CO ₂	36 910 kg/rok

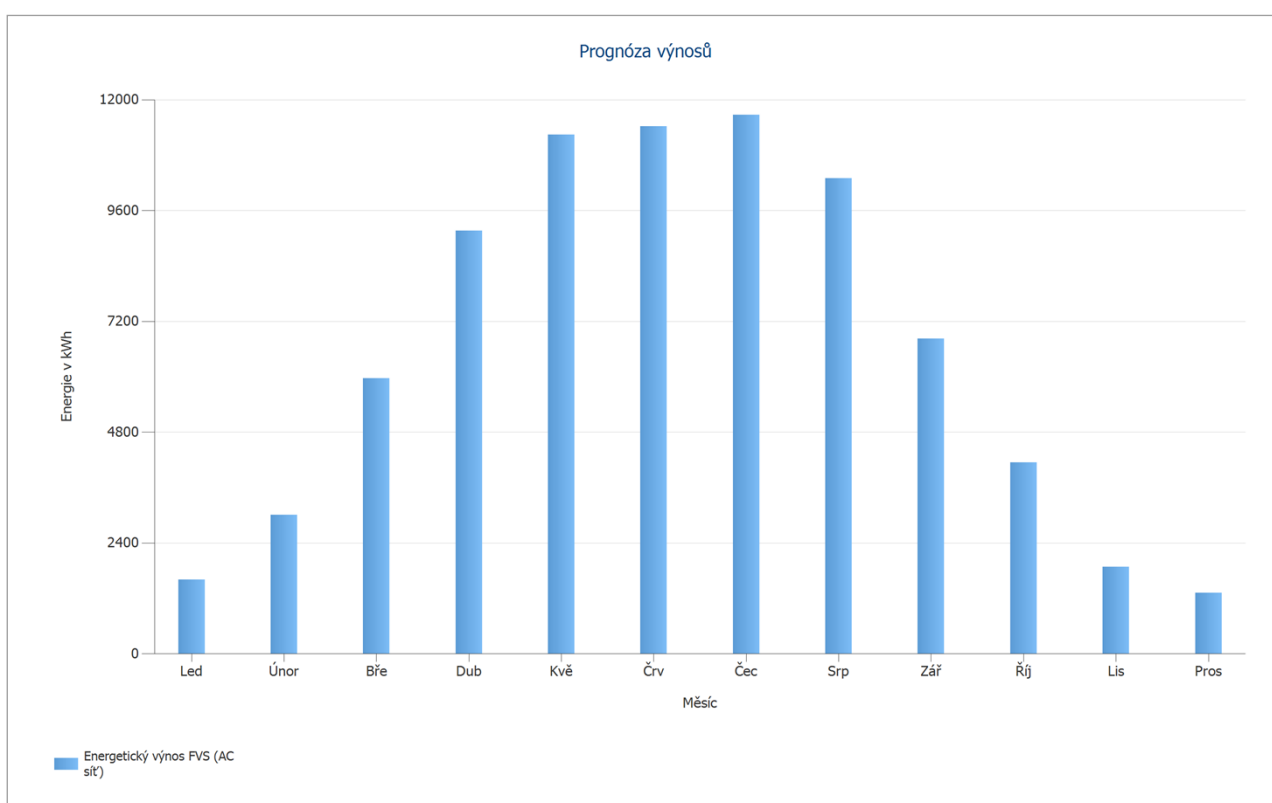
Graf toků energie

Projekt:



Všechny hodnoty v kWh
Vzhledem k zaokrouhlování mohou vzniknout malé odchylky v součtech
created with PV*SOL

Obrázek: Tok energie



Obrázek: Prognóza výnosů

Výsledky na plochu modulu

Libovlná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod

Instalovaný výkon	85,25 kWp
Plocha FV modulů	397,42 m ²
Globální záření na modul	1090,36 kWh/m ²
Globální záření na modul bez odrazu	1156,00 kWh/m ²
Stupeň využití zařízení (PR)	79,64 %
Energetický výnos FVS (AC síť)	78543,29 kWh/Rok
Spec. Roční výnos	921,33 kWh/kWp

Energetická bilance FV zařízení

Energetická bilance FV zařízení

Globální záření - horizontální	1 090,66 kWh/m²	
Odchylka od standardního spektra	-10,91 kWh/m ²	-1,00 %
Odraz od země (Albedo)	3,68 kWh/m ²	0,34 %
Vyrovňání a sklon úrovně modulu	72,57 kWh/m ²	6,70 %
Odstínění podle modulu	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Odraz na povrchu modulu	-65,64 kWh/m ²	-5,68 %
Globální záření na modul	1 090,36 kWh/m²	
	1 090,36 kWh/m ²	
	x 397,416 m ²	
	= 433 327,44 kWh	
FV globální záření	433 327,44 kWh	
Znečištění	0,00 kWh	0,00 %
STC konverze (jmenovitá účinnost modulu 21,47 %)	-340 299,68 kWh	-78,53 %
FV jmenovitá energie	93 027,76 kWh	
Specifické dílčí stínění modulu	-5 853,19 kWh	-6,29 %
Chování za nízké intenzity světla	-569,27 kWh	-0,65 %
Odchylka od jmenovité teploty modulu	-1 219,74 kWh	-1,41 %
Diody	-58,97 kWh	-0,07 %
Nesrovnalost/Nesoulad (údaje výrobce)	-1 706,53 kWh	-2,00 %
Nesrovnalost/Nesoulad (zapojení/stínění)	-1 322,82 kWh	-1,58 %
FV energie (DC) bez sestupné regulace měničem	82 297,24 kWh	
Pokles pod výchozí výkon DC	-2,92 kWh	0,00 %
Sestupná regulace z důvodu napěťového rozsahu MPP	-7,06 kWh	-0,01 %
Sestupná regulace z důvodu max. DC proudu	0,00 kWh	0,00 %
Sestupná regulace z důvodu max. DC výkonu	0,00 kWh	0,00 %
Sestupná regulace z důvodu max. AC výkonu/cos phi	-1,28 kWh	0,00 %
Přizpůsobení MPP	-10,98 kWh	-0,01 %
FV energie (DC)	82 275,00 kWh	
Energie na vstupu měniče	82 275,00 kWh	
Odchylka vstupního napětí od jmenovitého	-256,90 kWh	-0,31 %
Převod DC/AC	-3 474,81 kWh	-4,24 %
Spotřeba v provozní pohotovosti (Střídač)	-11,32 kWh	-0,01 %
Ztráty v kabelech celkem	0,00 kWh	0,00 %
FV energie (AC) minus pohotovostní spotřeba	78 531,97 kWh	
Energetický výnos FVS (AC síť)	78 543,29 kWh	

Analýza ziskovosti

Přehled

Data zařízení

Síťové napájení v prvním roce (včetně degradace modulů)	78 213 kWh/Rok
Instalovaný výkon	85,3 kWp
Uvedení zařízení do provozu	26.07.2023
Sledované období	20 Roky
Úroky kapitálu	1 %

Hospodářské ukazatele

Vnitřní míra návratnosti (IRR)	0,00 %
Kumulovaný finanční tok	-42 566,04 Kč
Doba amortizace	Více než 20 Roky
Vlastní výrobní náklady elektrické energie	0,0902 Kč/kWh

Přehled plateb

specifické investiční náklady	1 500,00 Kč/kWp
Investiční náklady	127 875,00 Kč
Jednorázové platby	0,00 Kč
Podpory/Dotace	0,00 Kč
Roční náklady	0,00 Kč/Rok
Ostatní výnosy nebo úspory	0,00 Kč/Rok

Odměna za úspory

Celkové odměny v prvním roce	5 114,37 Kč/Rok
------------------------------	-----------------

EEG 2023 (Teileinspeisung) - Gebäudeanlagen

Platnost	26.07.2023 - 31.12.2043
Specifická odměna za výkupní tarif	0,0654 Kč/kWh
Výkupní tarif	5114,3718 Kč/Rok

Cash flow

Cash flow

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4	Rok 5
Investice	-127 875,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	4 454,73 Kč	4 975,84 Kč	4 889,19 Kč	4 803,76 Kč	4 719,55 Kč
Roční finanční tok	-123 420,27 Kč	4 975,84 Kč	4 889,19 Kč	4 803,76 Kč	4 719,55 Kč
Kumulovaný finanční tok	-123 420,27 Kč	-118 444,44 Kč	-113 555,25 Kč	-108 751,49 Kč	-104 031,94 Kč

Cash flow

	Rok 6	Rok 7	Rok 8	Rok 9	Rok 10
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	4 636,53 Kč	4 554,70 Kč	4 474,03 Kč	4 394,51 Kč	4 316,13 Kč
Roční finanční tok	4 636,53 Kč	4 554,70 Kč	4 474,03 Kč	4 394,51 Kč	4 316,13 Kč
Kumulovaný finanční tok	-99 395,41 Kč	-94 840,71 Kč	-90 366,68 Kč	-85 972,16 Kč	-81 656,03 Kč

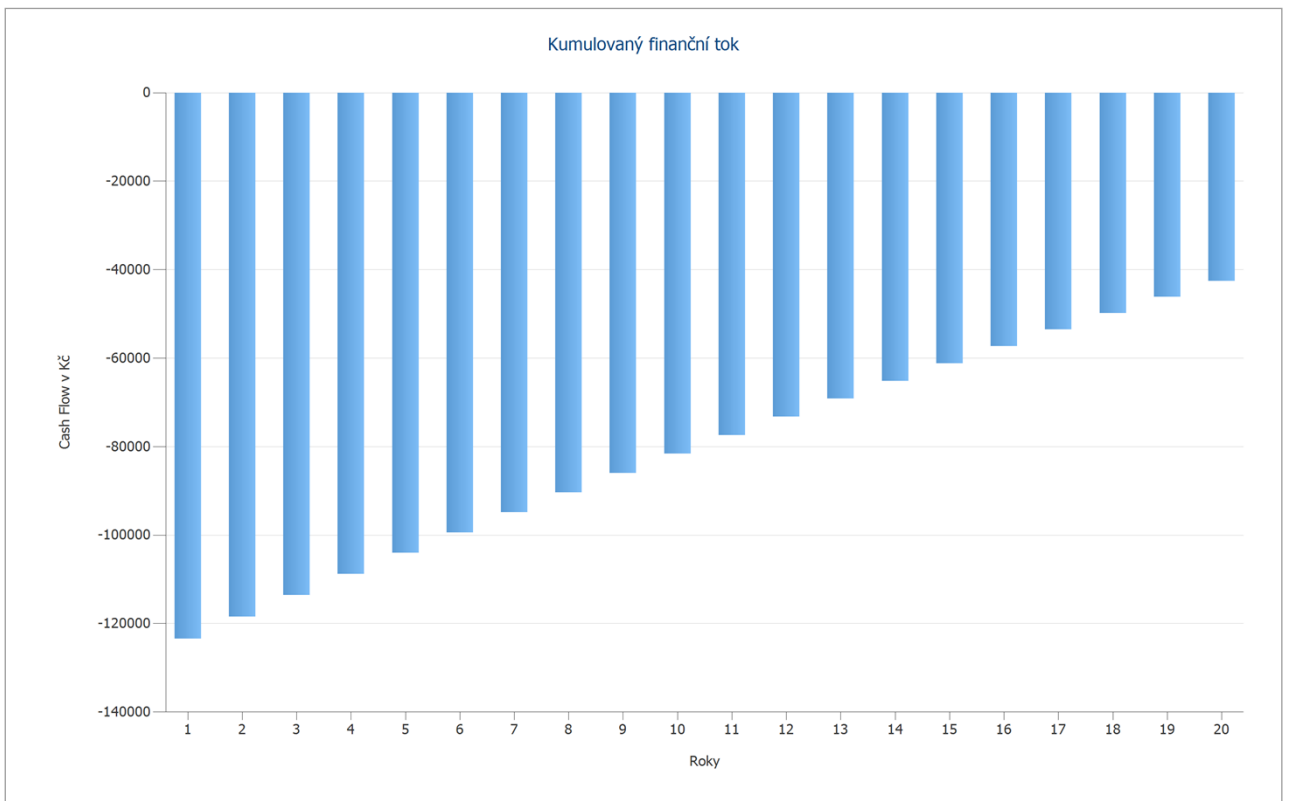
Cash flow

	Rok 11	Rok 12	Rok 13	Rok 14	Rok 15
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	4 238,87 Kč	4 162,72 Kč	4 087,66 Kč	4 013,68 Kč	3 940,76 Kč
Roční finanční tok	4 238,87 Kč	4 162,72 Kč	4 087,66 Kč	4 013,68 Kč	3 940,76 Kč
Kumulovaný finanční tok	-77 417,16 Kč	-73 254,44 Kč	-69 166,78 Kč	-65 153,11 Kč	-61 212,35 Kč

Cash flow

	Rok 16	Rok 17	Rok 18	Rok 19	Rok 20
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	3 868,89 Kč	3 798,06 Kč	3 728,25 Kč	3 659,45 Kč	3 591,65 Kč
Roční finanční tok	3 868,89 Kč	3 798,06 Kč	3 728,25 Kč	3 659,45 Kč	3 591,65 Kč
Kumulovaný finanční tok	-57 343,46 Kč	-53 545,40 Kč	-49 817,15 Kč	-46 157,69 Kč	-42 566,04 Kč

Procenta degradace a zvyšování cen se používají měsíčně za celé období sledování.
To se děje již v prvním roce.



Obrázek: Kumulovaný finanční tok

Katalogové listy

Katalogový list FV modulu

FV modul: Zkušebka CS6W-550MS (v1)

Výrobce	Canadian Solar Inc.
Možno dodat	Ano

Elektrické údaje

Typ článku	monokrystalický Si
Půlčlánkový modul	Ano
Počet článků	144
Počet bypass diod	3
Ztráty napětí na bypass diodě	0,7 V
Integrovaný výkonový optimalizér	Ne
Pouze vhodný transformátorový měnič	Ne

U/I charakteristiky při STC

MPP napětí	41,7 V
Proud v MPP	13,2 A
Napětí naprázdno	49,6 V
Zkratový proud	14 A
Zvýšení napětí naprázdno před stabilizací	0 %
Jmenovitý výkon	550 W
Faktor plnění (FF)	79,27 %
Účinnost	21,47 %

Díličí charakteristiky zátěže U/I

Zdroj hodnot	Výrobce/vlastní
Intenzita záření	200 W/m ²
MPP napětí při díličí zátěži	40,294 V
Proud v MPP při díličí zátěži	2,689 A
Napětí naprázdno při díličím zatížení	46,658 V
Zkratový proud při díličím zatížení	2,8 A

Další parametry

Teplotní koeficient Voc	-128,9 mV/K
Teplotní koeficient Isc	7 mA/K
Teplotní koeficient Pmpp	-0,34 %/K
Faktor korekce úhlu (IAM)	95 %
Maximální systémové napětí	1000 V

Mechanické údaje

Šířka	1134 mm
Výška	2261 mm
Hloubka	35 mm
Šířka rámu	32 mm
Hmotnost	27,8 kg

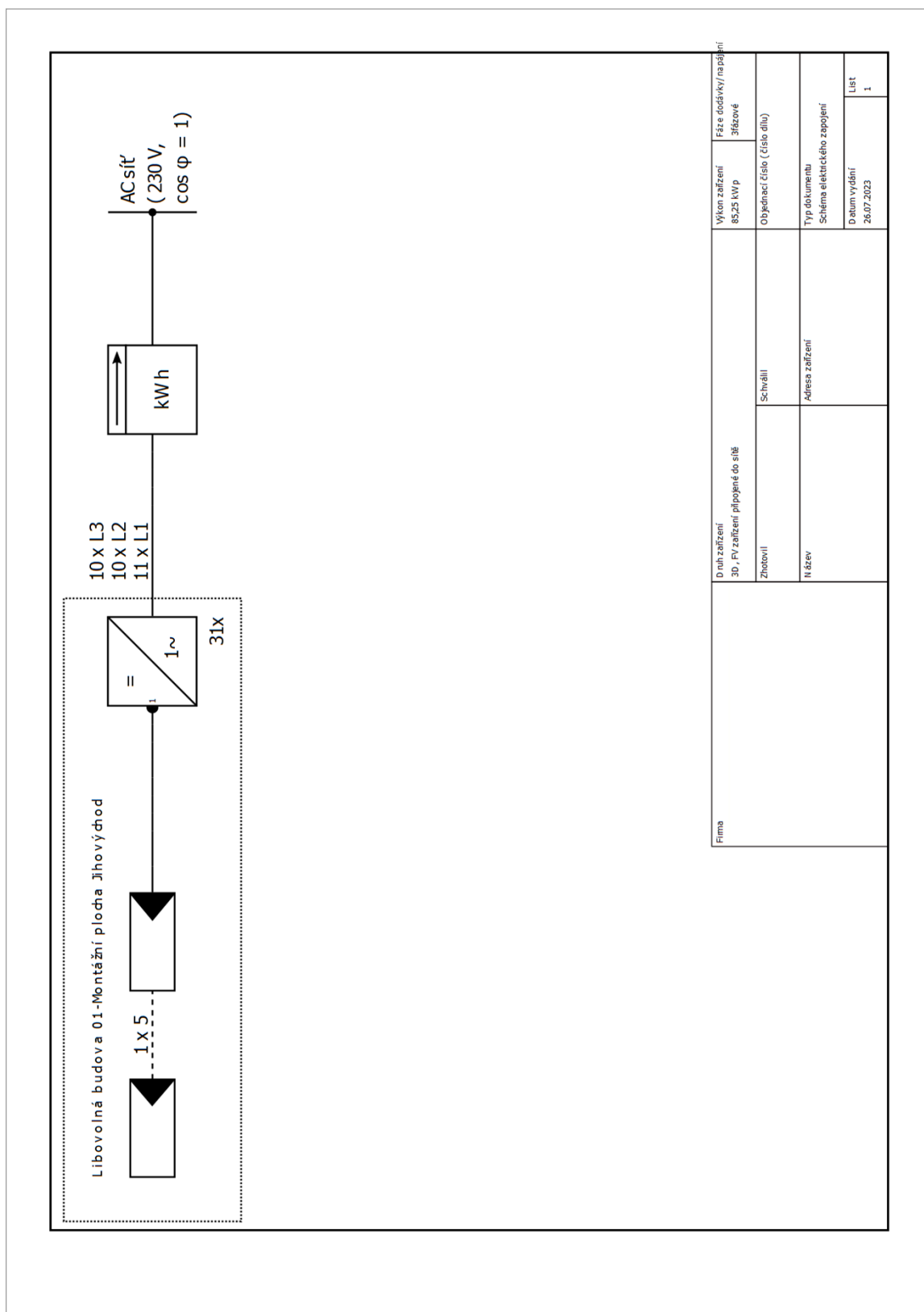
Katalogový list měniče

Střídač: X1-2.5K-S(L) (v3)

Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Možno dodat	Ano
Elektrické údaje - DC	
Jmenovitý výkon DC	2,5 kW
Max. výkon DC	3,75 kW
Jmenovité napětí DC	360 V
Max. vstupní napětí	550 V
Max. vstupní proud	14 A
Max. zkratový proud	18 A
Počet DC vstupů	1
Elektrické údaje - AC	
Jmenovitý výkon AC	2,5 kW
Max. výkon AC	2,75 kVA
Jmenovité AC napětí	230 V
Počet fází	1
S transformátorem	Ne
Elektrické údaje - ostatní	
Změna stupně účinnosti při odchylce vstupního napětí od jmenovitého napětí	0,2 %/100V
Min. výkon dodávky do sítě	2 W
Spotřeba v provozní pohotovosti	0,4 W
Noční spotřeba	0 W
MPP Tracker	
Rozsah výkonu < 20 % jmenovitého napětí	99,9 %
Rozsah výkonu > 20 % jmenovitého napětí	100 %
Počet MPP Tracker	1
MPP Tracker 1	
Max. vstupní proud	14 A
Max. zkratový proud	18 A
Max. Příkon	3,75 kW
Min. napětí MPP	55 V
Max. napětí MPP	530 V

Výkresy a kusovníky

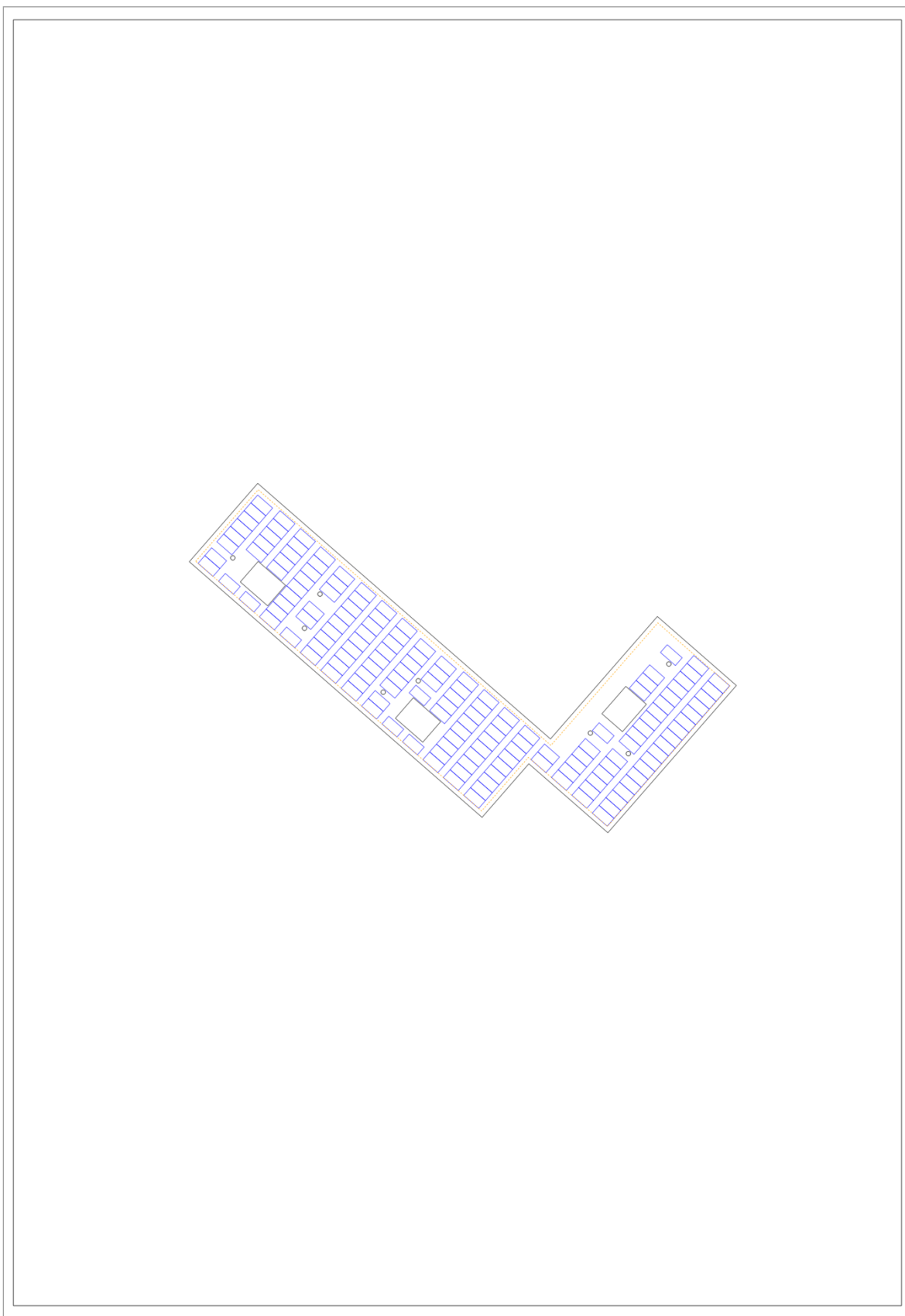
Schéma elektrického zapojení



Firma	Druh zařízení 3D, FV zařízení připojené do sítě	Výkon zařízení 85,25 kWp	Fáze dodávky/nápojení 3fázové
	Zhotovitel	Schválil	Objednací číslo (číslo dílu)
Název	Adresa zařízení	Typ dokumentu Schéma elektrického zapojení	
Datum vydání 26.07.2023			List 1

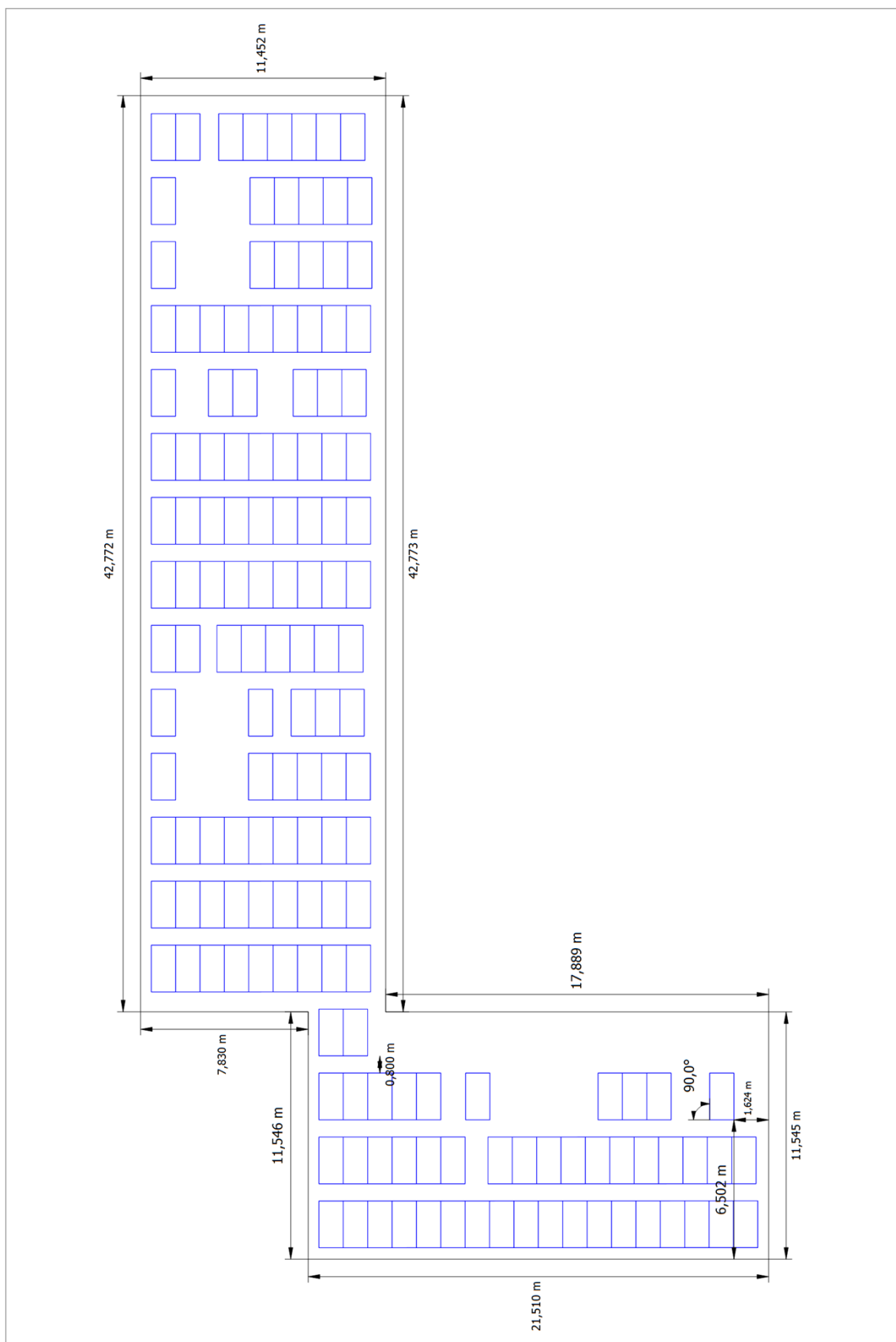
Obrázek: Schéma elektrického zapojení

Přehledový plán



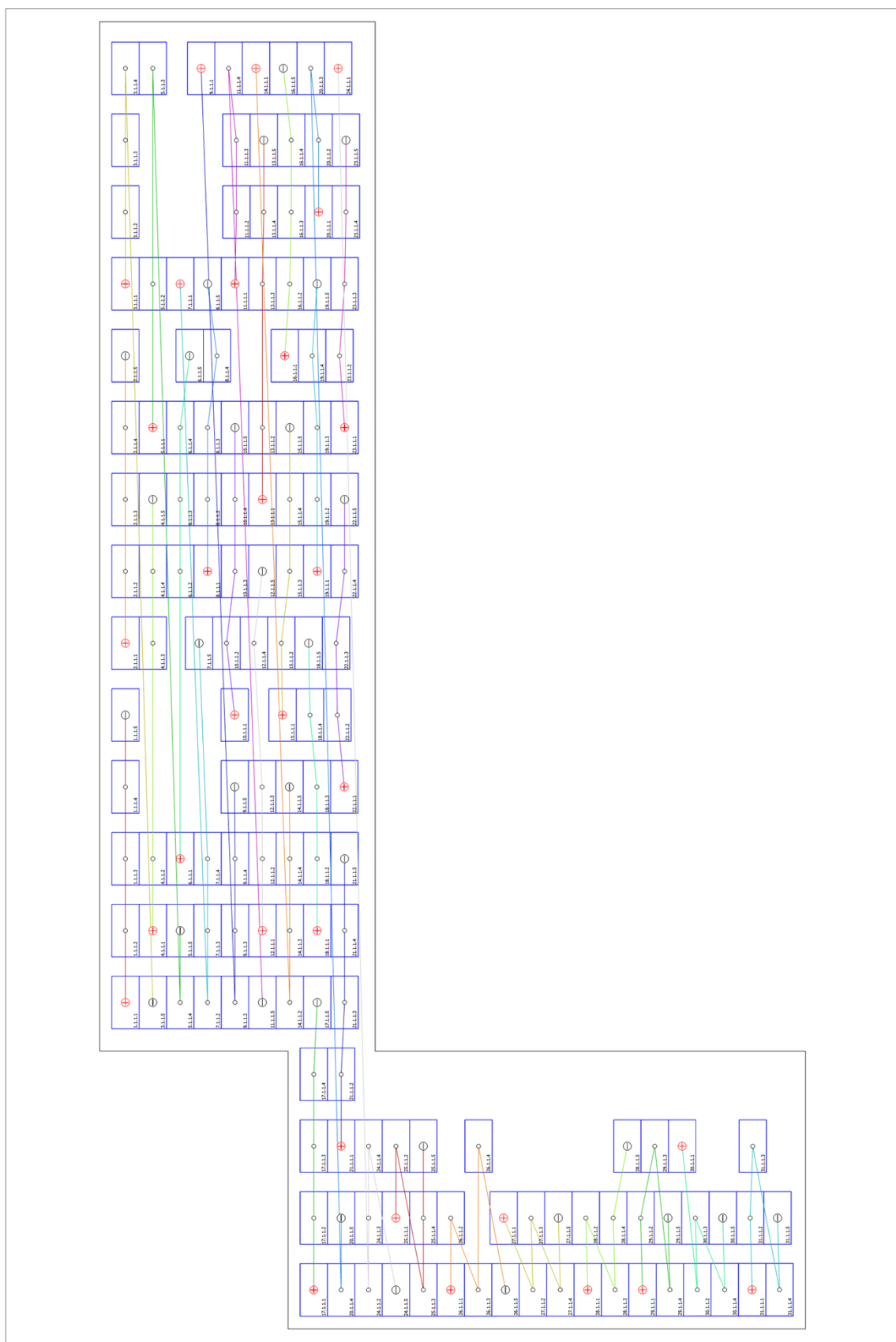
Obrázek: Přehledový plán

Rozměrový výkres



Obrázek: Libovolná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod

Plán stringů



Obrázek: Libovolná budova 01-Montážní plocha Jihovýchod

Kusovník

Kusovník

#	Typ	Číslo položky	Výrobce	Jméno	Množství	Jednotka
1	FV modul		Canadian Solar Inc.	Zkušebka CS6W-550MS	155	Kus
2	Střídač		SolaX Power Co., Ltd.	X1-2.5K-S(L)	31	Kus
3	Komponenty			Elektroměr výroby	1	Kus

Číslo budovy	Instalovaný výkon (kWp)	Plocha budovy (m ²)	Produkce budovy (kWh)	Efektivita (kWh/kWp)	Inst. výkon jednotkové plochy (kWp/m ²)	Zastavitelnost jednotkové plochy (m ² /kWp)
2769611	24,2	134	20 883	863	0,1806	5,5372
2769662	18,15	186	19 779	1 080	0,0976	10,2479
2770229	39,05	232	33 893	867	0,1683	5,9411
2779889	13,75	117	14 485	1 053	0,1175	8,5091
3163831	25,2	228	27 745	1 100	0,1105	9,0507
3296547	13,2	220	13 009	985	0,0600	16,6667
4309197	11,48	146	10 665	929	0,0786	12,7178
4328957	13,75	46	10 874	790	0,2989	3,3455
4336038	16,5	120	14 012	842	0,1375	7,2727
4345371	20,35	131	17 752	866	0,1553	6,4373
4348834	14,3	102	12 254	857	0,1402	7,1329
4393007	121,55	587	98 404	809	0,2072	4,8264
4396723	16,5	109	17 293	1 037	0,1514	6,6061
4405013	13,2	85	11 606	875	0,1553	6,4394
4418212	24,2	149	21 499	886	0,1621	6,1692
4481682	15,17	202	15 544	1 021	0,0751	13,3158
4489543	4,4	106	3 878	881	0,0415	24,0909
4514025	18,7	131	14 497	775	0,1430	6,9916
4547705	7,15	117	6 920	959	0,0611	16,3636
4556828	10,25	63	11 036	1 071	0,1627	6,1463
5784514	9,84	114	10 656	1 083	0,0863	11,5854
8113513	16,59	178	16 837	1 011	0,0932	10,7294
8136564	14,85	192	16 102	1 072	0,0773	12,9293
8144541	5,74	62	6 468	1 117	0,0926	10,8014
8148791	31,35	150	26 309	837	0,2090	4,7847
8189986	15,95	183	15 227	951	0,0872	11,4734
8190011	34,1	372	34 090	994	0,0917	10,9091
8269670	12,3	102	13 600	1 101	0,1206	8,2927
8288101	18,9	150	17 211	910	0,1261	7,9296
8334421	19,8	191	20 605	1 041	0,1037	9,6465
8351171	7,7	140	7 793	1 012	0,0550	18,1818
8351180	15,4	84	13 220	857	0,1825	5,4807
8419108	6,6	108	6 300	955	0,0611	16,3636
8434441	11	116	10 534	952	0,0948	10,5455
12409855	10,66	58	9 780	912	0,1838	5,4409
12428922	2,88	52	3 090	1 073	0,0554	18,0556
12437794	37,4	193	33 359	891	0,1938	5,1604
12464899	16,5	155	17 753	1 065	0,1065	9,3939
13867890	18,04	103	16 105	892	0,1751	5,7095
13876589	14,3	64	14 751	1 027	0,2234	4,4755
13884328	9,9	64	10 003	1 010	0,1547	6,4646
13899911	8,61	202	7 784	904	0,0426	23,4611
13929739	12,65	134	10 934	860	0,0944	10,5929
13971921	25,42	185	23 801	934	0,1374	7,2777
13975137	11,07	118	9 603	862	0,0938	10,6594
13975188	9,35	120	7 977	847	0,0779	12,8342
13979892	18,7	105	15 949	852	0,1781	5,6150
13980301	20,42	122	17 960	879	0,1674	5,9745
13981013	8,25	116	8 167	983	0,0711	14,0606
14024101	29,15	140	24 561	842	0,2078	4,8115
14035057	8,8	137	7 924	900	0,0642	15,5682
14079879	11,89	75	10 875	910	0,1585	6,3078
14088258	9,75	113	9 650	990	0,0863	11,5897
14108739	23,78	158	21 402	900	0,1505	6,6442
15218945	31,16	118	37 990	898	0,2641	3,7869
15219071	4,38	74	3 845	878	0,0592	16,8950
15232077	31,35	311	32 988	1 047	0,1008	9,9203
15277101	8,8	97	8 037	906	0,0907	11,0227
16881893	13,75	145	11 976	867	0,0948	10,5455
18019153	8,2	103	8 057	982	0,0796	12,5610
18028187	17,6	184	18 057	1 026	0,0957	10,4545
20212976	15,17	79	13 495	886	0,1920	5,2076
20263597	15,4	48	12 552	815	0,3208	3,1169
20344431	8,8	94	975	975	0,0936	10,6818
22869492	7,7	111	6 241	810	0,0694	14,4156
23852372	6,97	122	7 075	1 006	0,0571	17,5036
23865385	37,4	225	33 521	893	0,1662	6,0160
24423246	19,8	151	17 132	865	0,1311	7,6263
25077201	13,2	160	10 600	803	0,0825	12,1212
25831763	15,4	95	13 311	860	0,1621	6,1688
27057984	1,64	18	1 811	1 104	0,0911	10,9756
27571661	130,9	655	112 813	861	0,1998	5,0038
27664244	11,55	98	12 016	1 035	0,1179	8,4848
51014394	14,36	149	13 781	955	0,0964	10,3760
51202221	10,45	149	10 505	1 000	0,0701	14,2584
51630532	8,24	159	8 120	985	0,0518	19,2961
78257697	22	129	18 820	850	0,1705	5,8636
78755301	5,74	85	5 775	1 006	0,0675	14,8084
79472834	32,8	269	31 083	946	0,1219	8,2012
80557694	11,36	134	10 629	936	0,0848	11,7958
81474024	9,43	107	10 342	1 090	0,0881	11,3468
81605463	37,95	189	33 453	877	0,2008	4,9802
84218231	8,25	136	8 944	1 084	0,0607	16,4848
90605331	8,8	78	9 051	1 028	0,1128	8,8636
93615787	10,66	103	9 464	888	0,1035	9,6623
94411824	16,5	175	15 339	926	0,0943	10,6061
97547182	11,54	192	10 875	942	0,0601	16,6378
98356038	13,5	159	13 522	1 001	0,0849	11,7778
100291821	10,82	166	10 606	980	0,0652	15,3420
106081179	17,41	181	16 046	922	0,0962	10,3963
107125986	22,55	177	22 170	983	0,1274	7,8492
4485807	6,6	130	6 367	956	0,0508	19,6970
4487206	7,7	170	7 551	981	0,0453	22,0779
95323571	31,9	186	28 191	878	0,1715	5,8307

26.06.2023

Dokumentace

Údaje o zákazníkovi

Společnosti

Číslo zákazníka

Kontaktní osoba

Adresa

Telefon

Fax

E-Mail

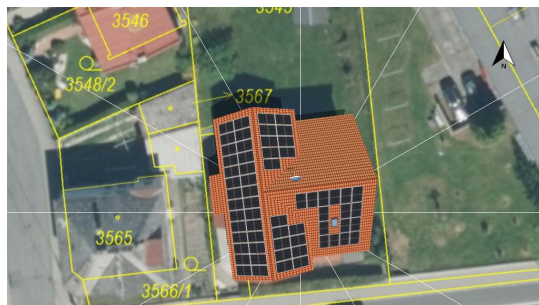
Projektová data

Název projektu

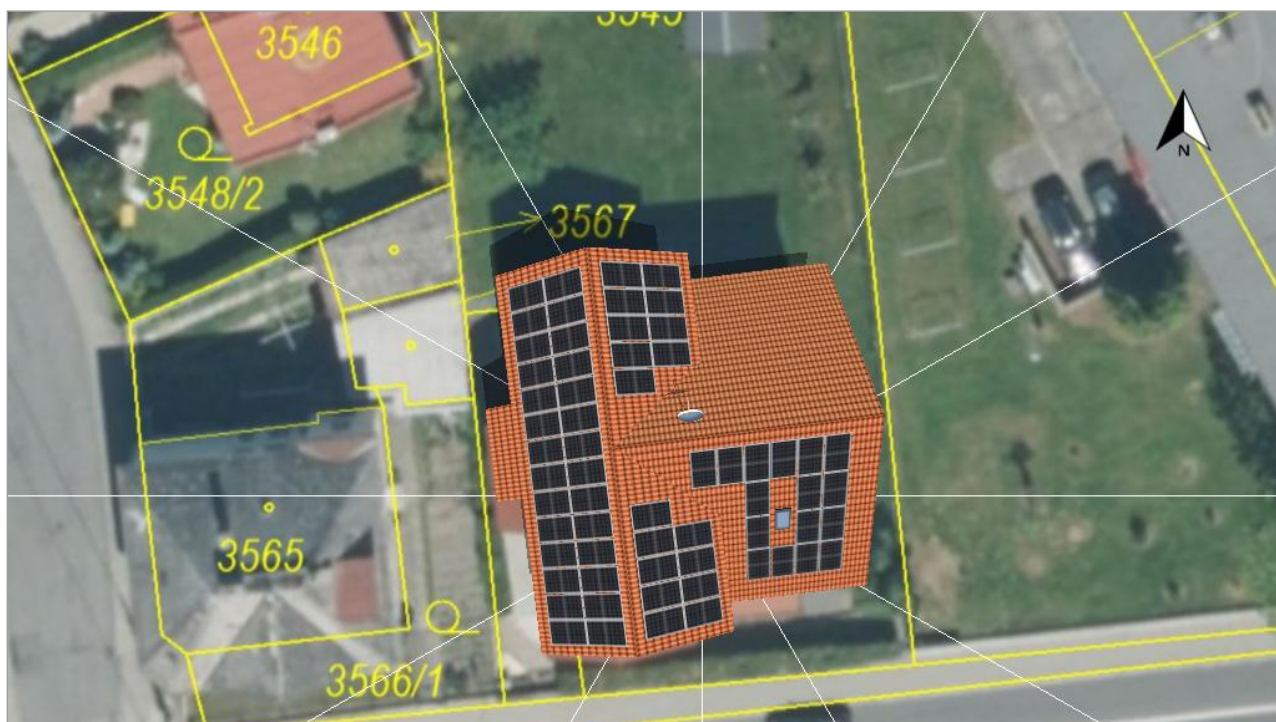
Nabídka číslo

Zpracoval(a)

Adresa



Přehled projektu

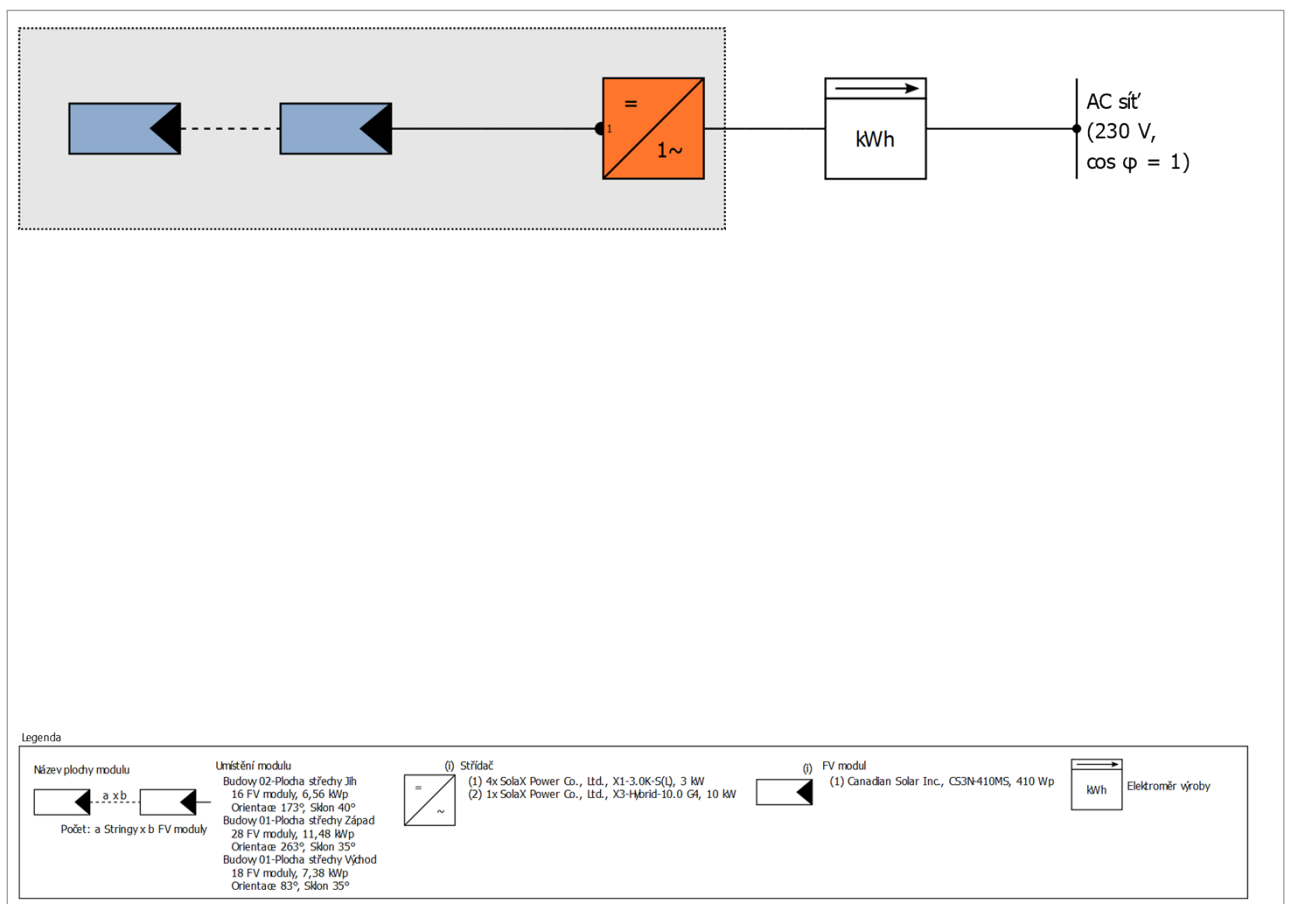


Obrázek: Obrazový přehled, 3D Návrh

FV systém

3D, FV zařízení připojené do sítě

Klimatická data	Ostrava-Poruba, CZE (1996 - 2015)
Zdroj hodnot	Meteonorm 8.1
Instalovaný výkon	25,42 kWp
Plocha FV modulů	126,1 m ²
Počet FV modulů	62
Počet měničů	5



Obrázek: Schéma zapojení

Prognóza výnosů

Prognóza výnosů

Instalovaný výkon	25,42 kWp
Spec. Roční výkon	933,89 kWh/kWp
Stupeň využití zařízení (PR)	87,49 %
Snížení výnosu zastíněním	3,9 %
Dodávka/napájení sítě	23 801 kWh/Rok
Síťové napájení v prvním roce (včetně degradace modulů)	23 711 kWh/Rok
Spotřeba v provozní pohotovosti (Střídač)	61 kWh/Rok
Snížení emisí CO ₂	11 158 kg/rok

Hospodárnost

Váš zisk

Celkové investiční náklady	38 130,00 Kč
Vnitřní míra návratnosti (IRR)	0,00 %
Doba amortizace	Více než 20 Roky
Vlastní výrobní náklady elektrické energie	0,089 Kč/kWh
Energetická bilance / Princip napájení	Plné napájení

Výsledky byly zjištěny matematickým modelovým výpočtem firmy Valentin Software GmbH (algoritmy PV*SOL). Skutečné výnosy solární elektrárny se mohou lišit z důvodu výkyvů počasí, stupně účinnosti modulů a měničů a také jiných faktorů.

Konstrukce zařízení

Přehled

Data zařízení

Druh zařízení	3D, FV zařízení připojené do sítě
Začátek provozu	25.06.2023

Klimatická data

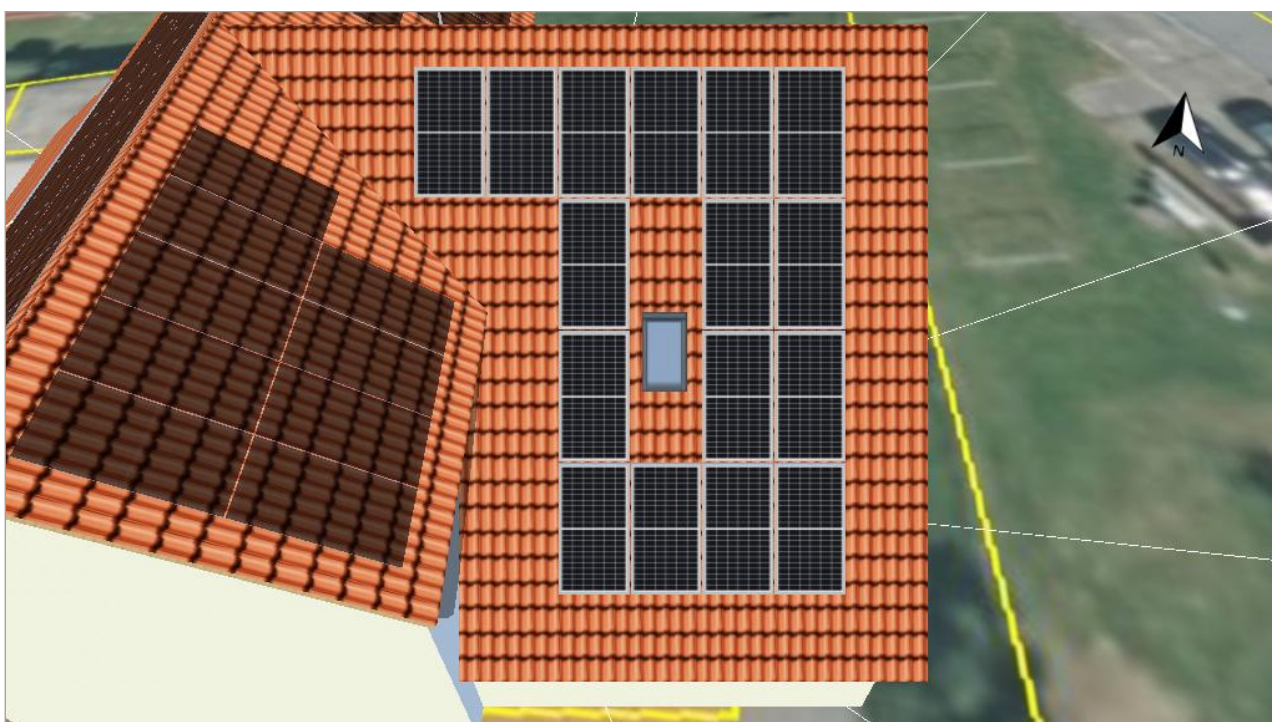
Lokalita	Ostrava-Poruba, CZE (1996 - 2015)
Zdroj hodnot	Meteonorm 8.1
Řešení dat	1 h
Použité simulační modely:	
- Difúzní záření na vodorovné rovině	Hofmann
- Intenzita záření na skloněnou plochu	Hay & Davies

Plochy modulů

1. Umístění modulu - Budovy 02-Plocha střechy Jih

FV generátor, 1. Umístění modulu - Budovy 02-Plocha střechy Jih

Jméno	Budovy 02-Plocha střechy Jih
FV moduly	16 x CS3N-410MS (v3)
Výrobce	Canadian Solar Inc.
Sklon	40 °
Orientace	Jih 173 °
Situace při vestavbě	Souběžně se střechou – dobře větráno zezadu
Plocha FV modulů	32,5 m ²



Obrázek: 1. Umístění modulu - Budovy 02-Plocha střechy Jih

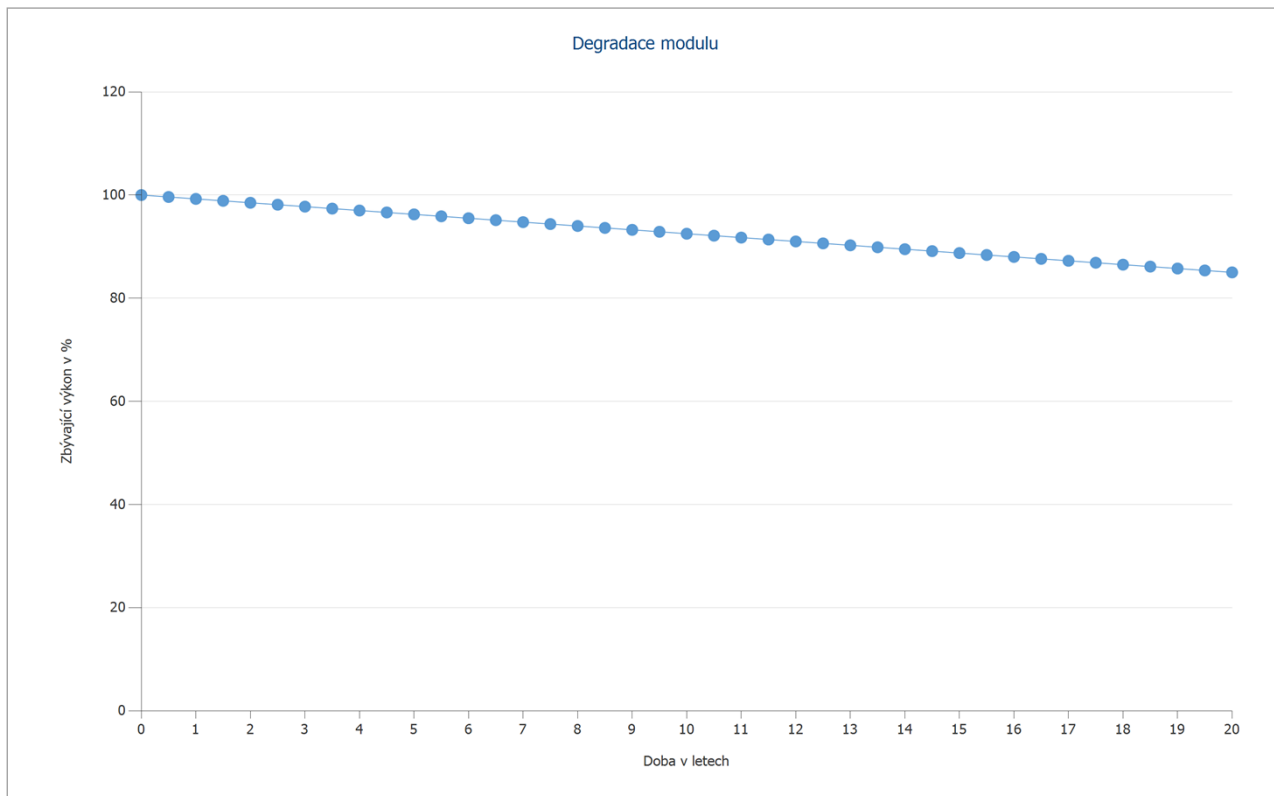
Degradace modulu, 1. Umístění modulu - Budovy 02-Plocha střechy Jih

Charakteristická křivka

Lineární (přímka)

Zbývající výkon po 20 letech

85 %

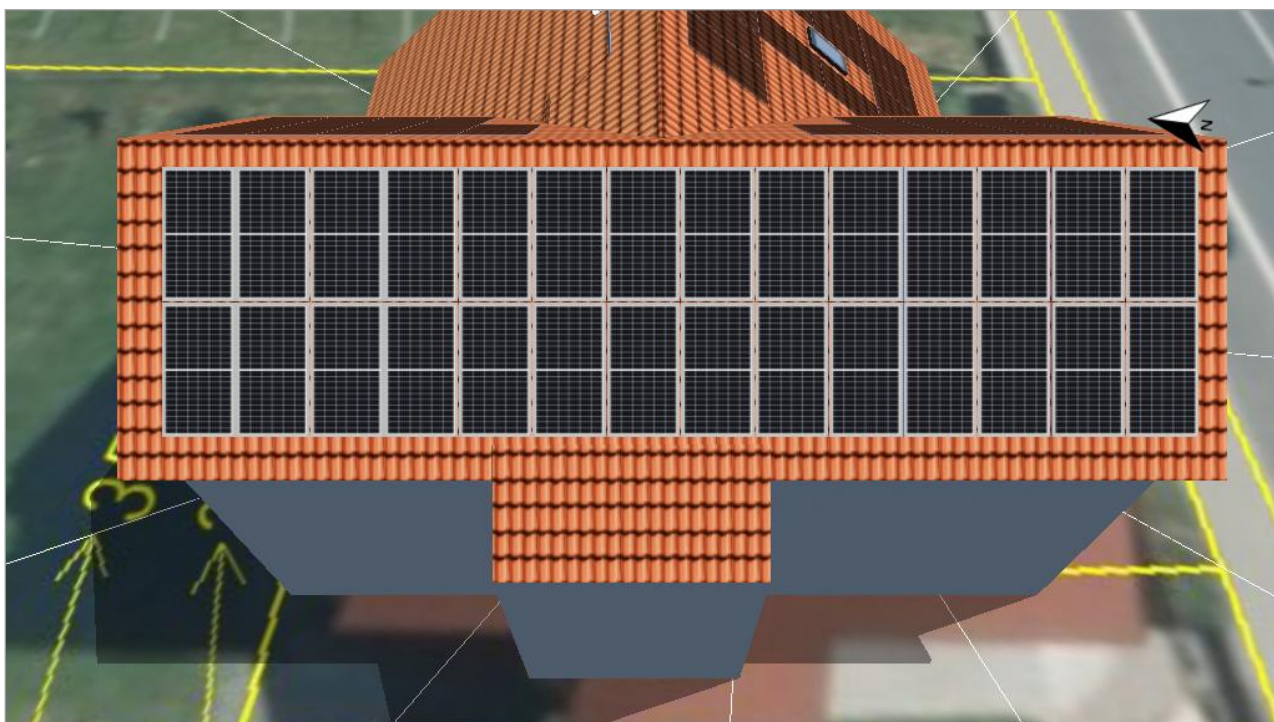


Obrázek: Degradace modulu, 1. Umístění modulu - Budovy 02-Plocha střechy Jih

2. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Západ

FV generátor, 2. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Západ

Jméno	Budovy 01-Plocha střechy Západ
FV moduly	28 x CS3N-410MS (v3)
Výrobce	Canadian Solar Inc.
Sklon	35 °
Orientace	Západ 263 °
Situace při vestavbě	Souběžně se střechou – dobře větráno zezadu
Plocha FV modulů	56,9 m ²



Obrázek: 2. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Západ

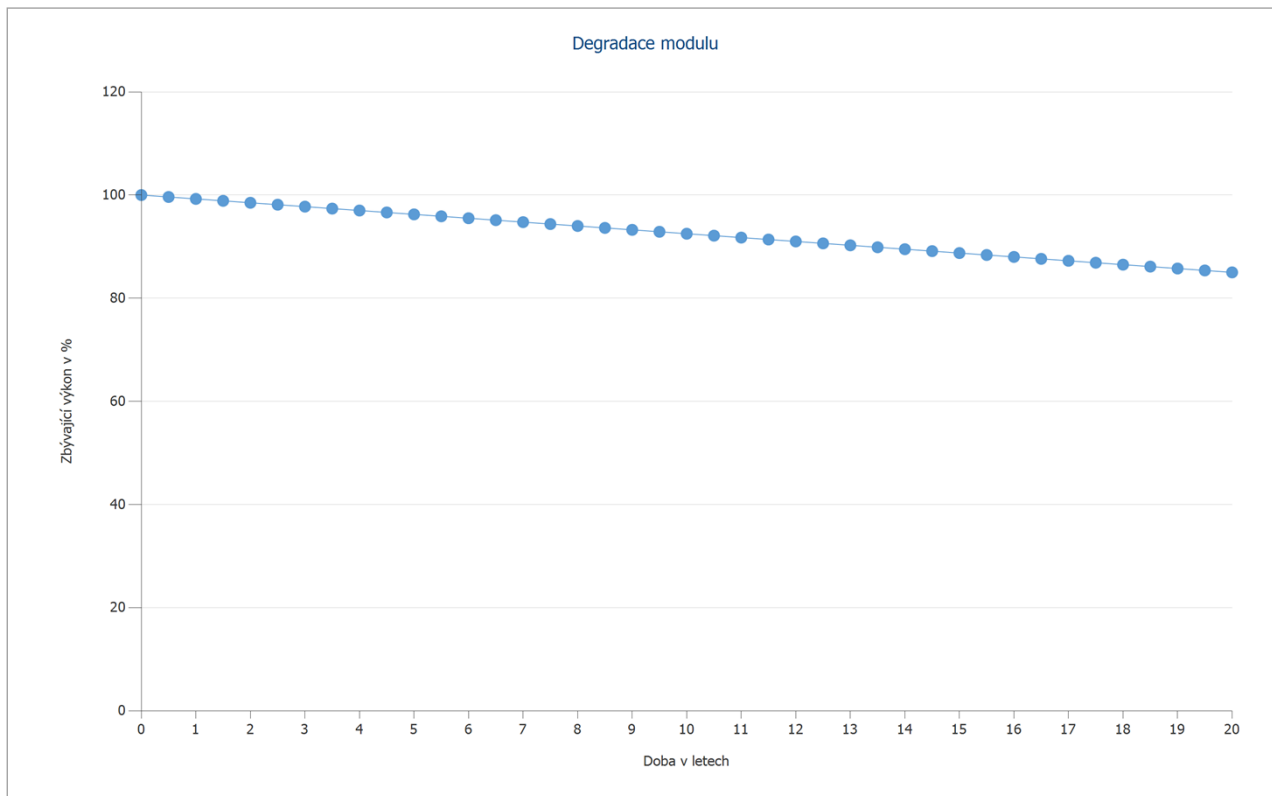
Degradace modulu, 2. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Západ

Charakteristická křivka

Lineární (přímka)

Zbývající výkon po 20 letech

85 %

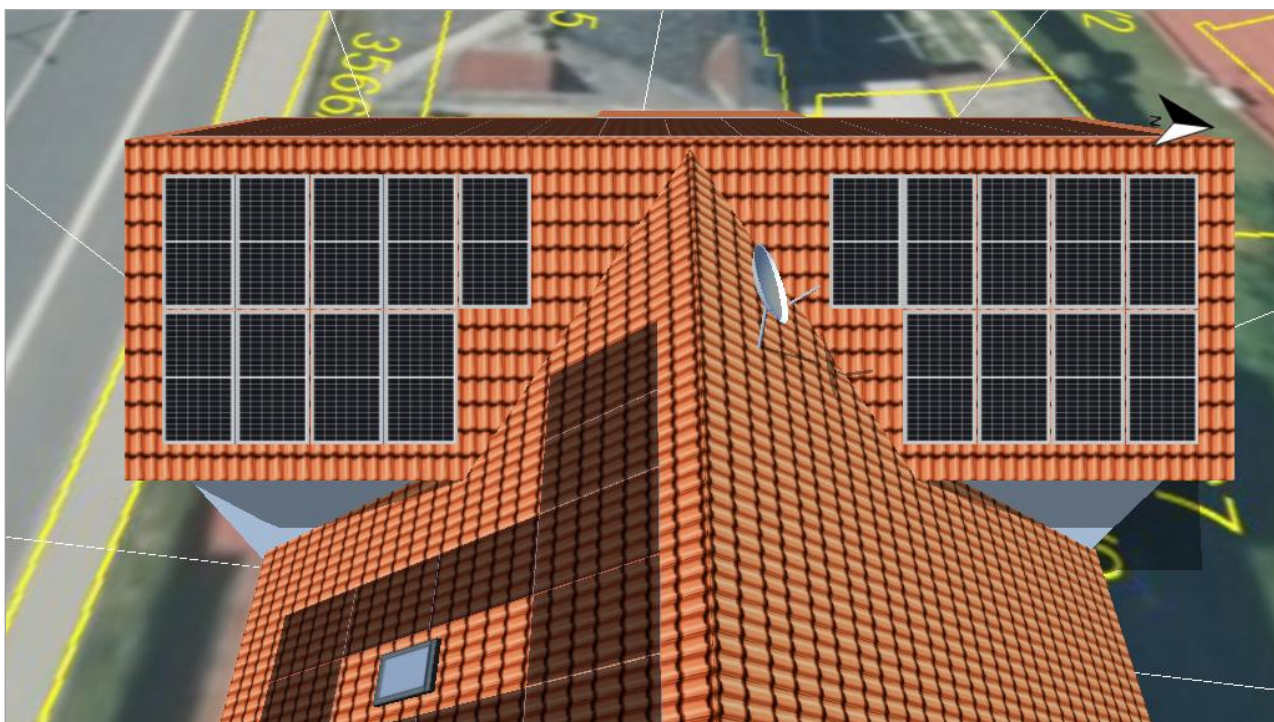


Obrázek: Degradace modulu, 2. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Západ

3. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Východ

FV generátor, 3. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Východ

Jméno	Budovy 01-Plocha střechy Východ
FV moduly	18 x CS3N-410MS (v3)
Výrobce	Canadian Solar Inc.
Sklon	35 °
Orientace	Východ 83 °
Situace při vestavbě	Souběžně se střechou – dobře větráno zezadu
Plocha FV modulů	36,6 m ²



Obrázek: 3. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Východ

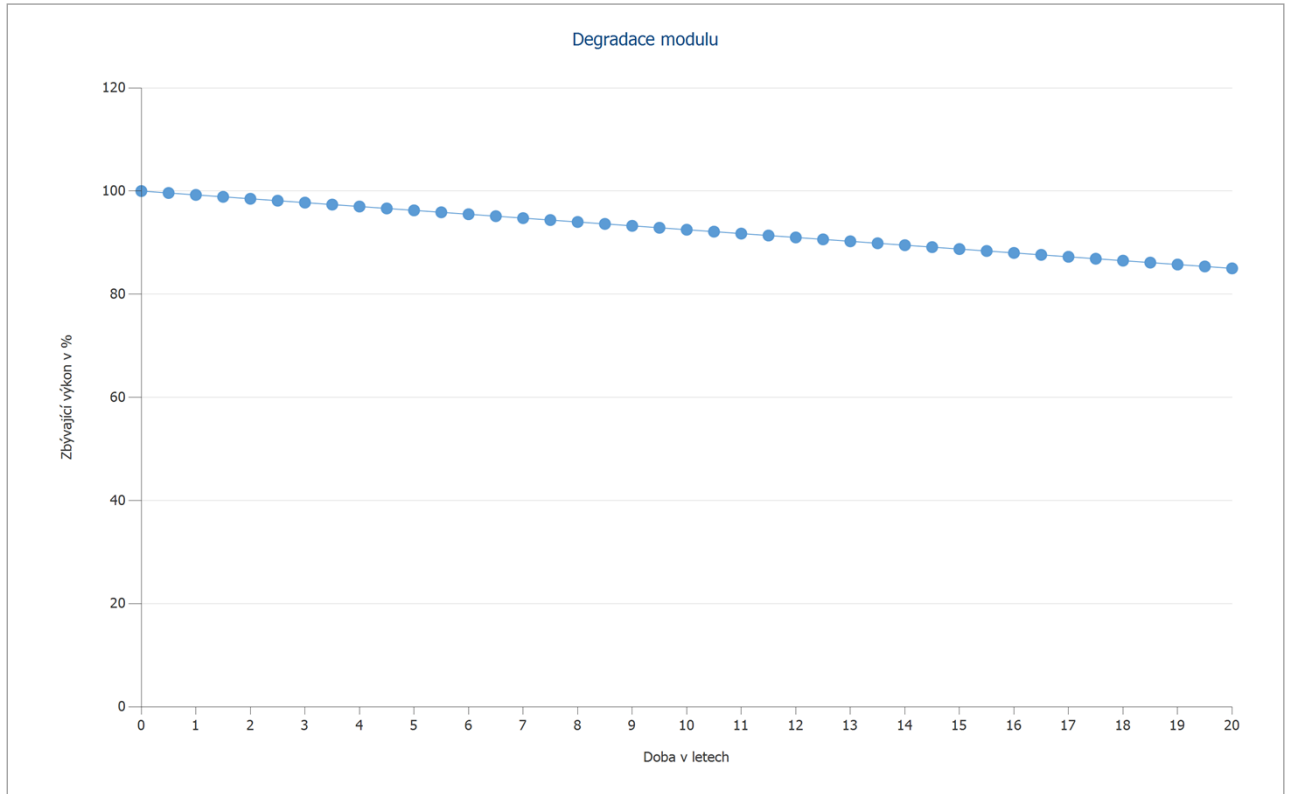
Degradace modulu, 3. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Východ

Charakteristická křivka

Lineární (přímka)

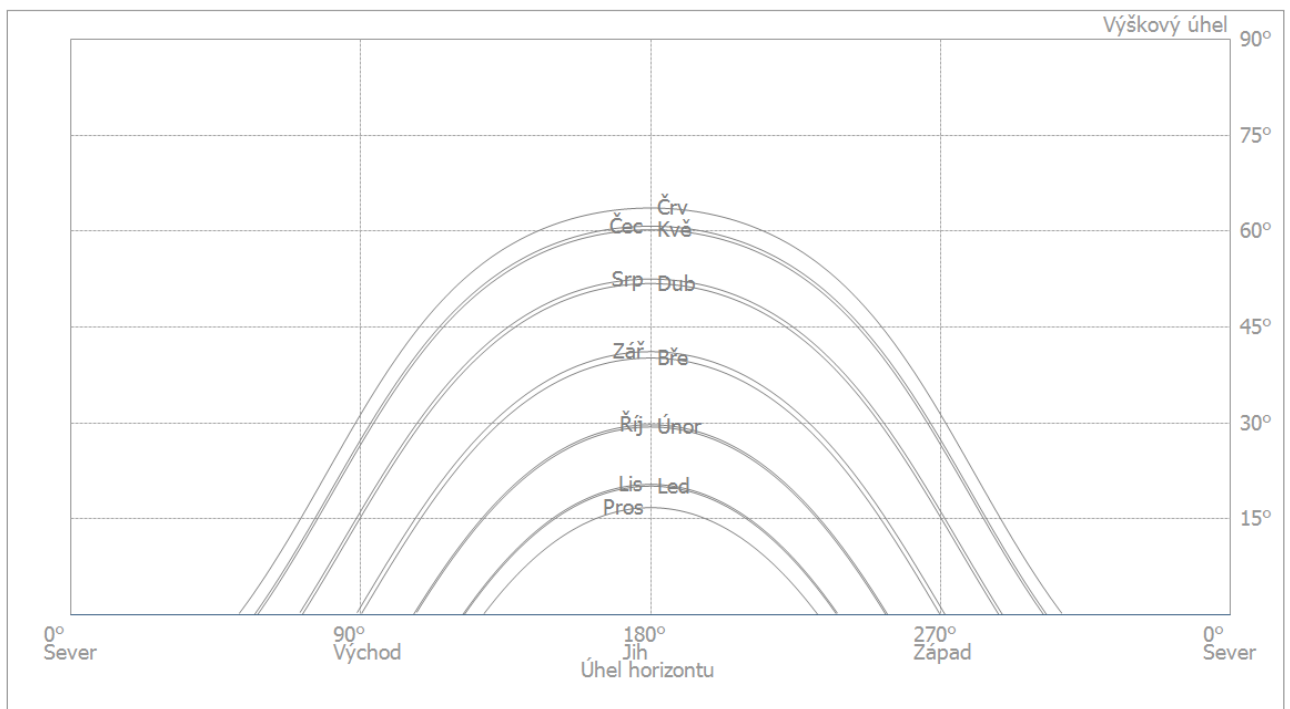
Zbývající výkon po 20 letech

85 %



Obrázek: Degradace modulu, 3. Umístění modulu - Budovy 01-Plocha střechy Východ

Linie horizontu, 3D Návrh



Obrázek: Horizont (3D Návrh)

Konfigurace měniče

Konfigurace 1

Plochy modulů	Budovy 02-Plocha střechy Jih + Budovy 01-Plocha střechy Západ + Budovy 01-Plocha střechy Východ
Střídač 1	
Model	X1-3.0K-S(L) (v3)
Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Počet	1
Faktor dimenzování střídače	109,3 %
Konfigurace	MPP 1: 1 x 8
Střídač 2	
Model	X1-3.0K-S(L) (v3)
Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Počet	1
Faktor dimenzování střídače	109,3 %
Konfigurace	MPP 1: 1 x 8
Střídač 3	
Model	X3-Hybrid-10.0 G4 (v5)
Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Počet	1
Faktor dimenzování střídače	114,8 %
Konfigurace	MPP 1: 1 x 14 MPP 2: 1 x 14
Střídač 4	
Model	X1-3.0K-S(L) (v3)
Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Počet	1
Faktor dimenzování střídače	123 %
Konfigurace	MPP 1: 1 x 9
Střídač 5	
Model	X1-3.0K-S(L) (v3)
Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Počet	1
Faktor dimenzování střídače	123 %
Konfigurace	MPP 1: 1 x 9

AC síť

AC síť

Počet fází	3
Síťové napětí mezi fází a nulovým vodičem	230 V
Účinník (cos phi)	+/- 1

Výsledky simulace

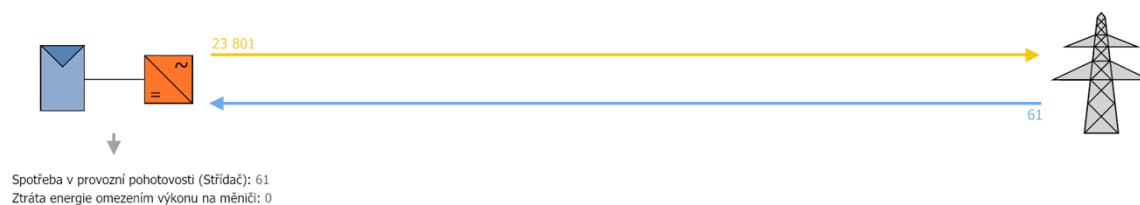
Výsledky Celkové zařízení

FV systém

Instalovaný výkon	25,42 kWp
Spec. Roční výnos	933,89 kWh/kWp
Stupeň využití zařízení (PR)	87,49 %
Snížení výnosu zastíněním	3,9 %
Dodávka/napájení sítě	23 801 kWh/Rok
Síťové napájení v prvním roce (včetně degradace modulů)	23 711 kWh/Rok
Spotřeba v provozní pohotovosti (Střídač)	61 kWh/Rok
Snížení emisí CO ₂	11 158 kg/rok

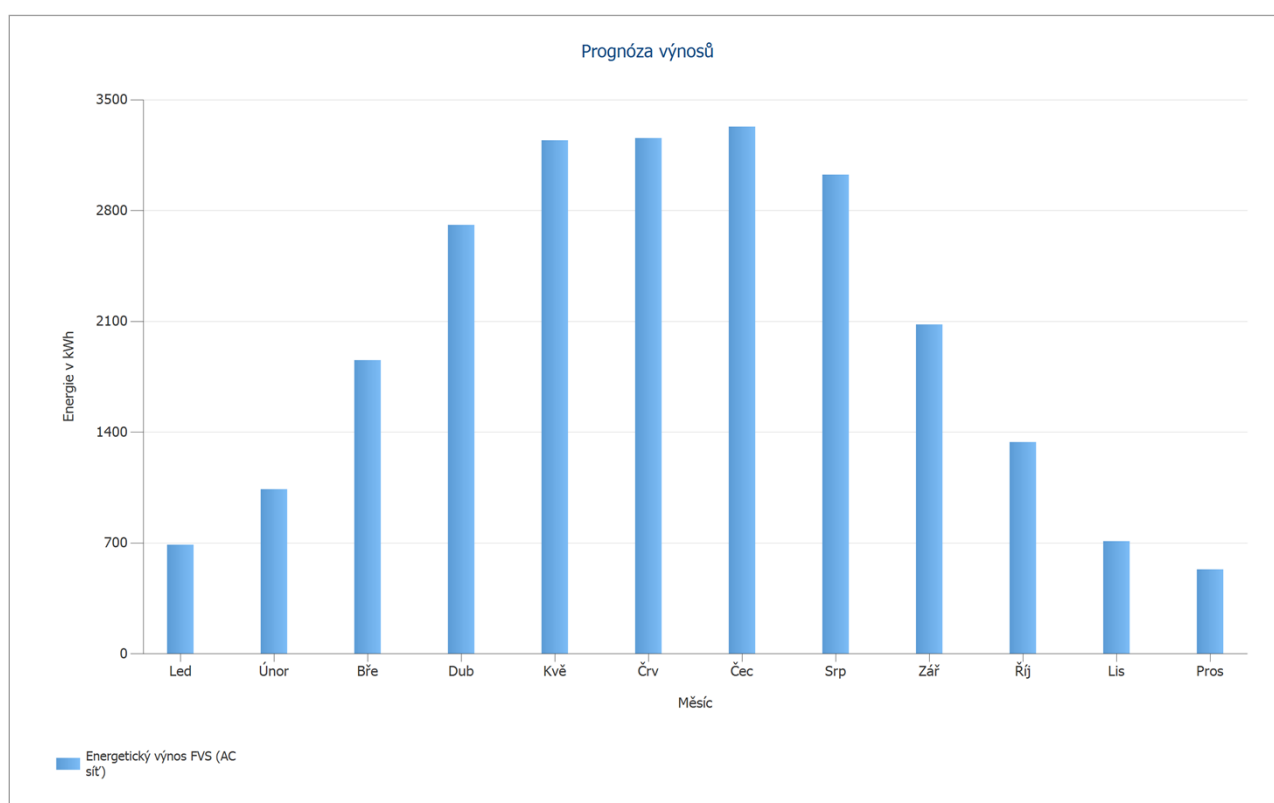
Graf toků energie

Projekt: Krnov PBV 1218



Všechny hodnoty v kWh
Vzhledem k zaokrouhlování mohou vzniknout malé odchylky v součtech
created with PV*SOL

Obrázek: Tok energie



Obrázek: Prognóza výnosů

Výsledky na plochu modulu

Budovy 02-Plocha střechy Jih

Instalovaný výkon	6,56 kWp
Plocha FV modulů	32,53 m ²
Globální záření na modul	1215,08 kWh/m ²
Globální záření na modul bez odrazu	1226,37 kWh/m ²
Stupeň využití zařízení (PR)	84,29 %
Energetický výnos FVS (AC síť)	6791,08 kWh/Rok
Spec. Roční výnos	1035,23 kWh/kWp

Budovy 01-Plocha střechy Západ

Instalovaný výkon	11,48 kWp
Plocha FV modulů	56,93 m ²
Globální záření na modul	1026,66 kWh/m ²
Globální záření na modul bez odrazu	1037,92 kWh/m ²
Stupeň využití zařízení (PR)	91,26 %
Energetický výnos FVS (AC síť)	10889,03 kWh/Rok
Spec. Roční výnos	948,52 kWh/kWp

Budovy 01-Plocha střechy Východ

Instalovaný výkon	7,38 kWp
Plocha FV modulů	36,60 m ²
Globální záření na modul	954,98 kWh/m ²
Globální záření na modul bez odrazu	966,57 kWh/m ²
Stupeň využití zařízení (PR)	85,68 %
Energetický výnos FVS (AC síť)	6120,50 kWh/Rok
Spec. Roční výnos	829,34 kWh/kWp

Energetická bilance FV zařízení

Energetická bilance FV zařízení

Globální záření - horizontální	1 090,66 kWh/m²	
Odchylka od standardního spektra	-10,91 kWh/m ²	-1,00 %
Odraz od země (Albedo)	21,01 kWh/m ²	1,95 %
Vyrovňání a sklon úrovně modulu	-32,49 kWh/m ²	-2,95 %
Odstínění podle modulu	-2,42 kWh/m ²	-0,23 %
Odraz na povrchu modulu	-11,36 kWh/m ²	-1,07 %
Globální záření na modul	1 054,48 kWh/m²	
	1 054,48 kWh/m ²	
	x 126,053 m ²	
	= 132 920,23 kWh	
FV globální záření	132 920,23 kWh	
Znečištění	0,00 kWh	0,00 %
STC konverze (jmenovitá účinnost modulu 20,2 %)	-106 076,76 kWh	-79,80 %
FV jmenovitá energie	26 843,46 kWh	
Specifické dílčí stínění modulu	-738,24 kWh	-2,75 %
Chování za nízké intenzity světla	-229,53 kWh	-0,88 %
Odchylka od jmenovité teploty modulu	-363,92 kWh	-1,41 %
Diody	-23,05 kWh	-0,09 %
Nesrovnalost/Nesoulad (údaje výrobce)	-509,77 kWh	-2,00 %
Nesrovnalost/Nesoulad (zapojení/stínění)	-186,71 kWh	-0,75 %
FV energie (DC) bez sestupné regulace měničem	24 792,24 kWh	
Pokles pod výchozí výkon DC	-0,27 kWh	0,00 %
Sestupná regulace z důvodu napěťového rozsahu MPP	-0,85 kWh	0,00 %
Sestupná regulace z důvodu max. DC proudu	0,00 kWh	0,00 %
Sestupná regulace z důvodu max. DC výkonu	0,00 kWh	0,00 %
Sestupná regulace z důvodu max. AC výkonu/cos phi	-5,28 kWh	-0,02 %
Přizpůsobení MPP	-14,34 kWh	-0,06 %
FV energie (DC)	24 771,50 kWh	
Energie na vstupu měniče	24 771,50 kWh	
Odchylka vstupního napětí od jmenovitého	-47,15 kWh	-0,19 %
Převod DC/AC	-923,75 kWh	-3,74 %
Spotřeba v provozní pohotovosti (Střídač)	-61,23 kWh	-0,26 %
Ztráty v kabelech celkem	0,00 kWh	0,00 %
FV energie (AC) minus pohotovostní spotřeba	23 739,38 kWh	
Energetický výnos FVS (AC síť)	23 800,61 kWh	

Analýza ziskovosti

Přehled

Data zařízení

Síťové napájení v prvním roce (včetně degradace modulů)	23 711 kWh/Rok
Instalovaný výkon	25,4 kWp
Uvedení zařízení do provozu	25.06.2023
Sledované období	20 Roky
Úroky kapitálu	1 %

Hospodářské ukazatele

Vnitřní míra návratnosti (IRR)	0,00 %
Kumulovaný finanční tok	-8 318,86 Kč
Doba amortizace	Více než 20 Roky
Vlastní výrobní náklady elektrické energie	0,089 Kč/kWh

Přehled plateb

specifické investiční náklady	1 500,00 Kč/kWp
Investiční náklady	38 130,00 Kč
Jednorázové platby	0,00 Kč
Podpory/Dotace	0,00 Kč
Roční náklady	0,00 Kč/Rok
Ostatní výnosy nebo úspory	0,00 Kč/Rok

Odměna za úspory

Celkové odměny v prvním roce	1 786,05 Kč/Rok
------------------------------	-----------------

EEG 2023 (Teileinspeisung) - Gebäudeanlagen

Platnost	25.06.2023 - 31.12.2043
Specifická odměna za výkupní tarif	0,0753 Kč/kWh
Výkupní tarif	1786,0529 Kč/Rok

Cash flow

Cash flow

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4	Rok 5
Investice	-38 130,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	1 574,10 Kč	1 737,68 Kč	1 707,42 Kč	1 677,60 Kč	1 648,19 Kč
Roční finanční tok	-36 555,90 Kč	1 737,68 Kč	1 707,42 Kč	1 677,60 Kč	1 648,19 Kč
Kumulovaný finanční tok	-36 555,90 Kč	-34 818,22 Kč	-33 110,80 Kč	-31 433,20 Kč	-29 785,01 Kč

Cash flow

	Rok 6	Rok 7	Rok 8	Rok 9	Rok 10
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	1 619,21 Kč	1 590,63 Kč	1 562,47 Kč	1 534,70 Kč	1 507,34 Kč
Roční finanční tok	1 619,21 Kč	1 590,63 Kč	1 562,47 Kč	1 534,70 Kč	1 507,34 Kč
Kumulovaný finanční tok	-28 165,80 Kč	-26 575,17 Kč	-25 012,70 Kč	-23 477,99 Kč	-21 970,66 Kč

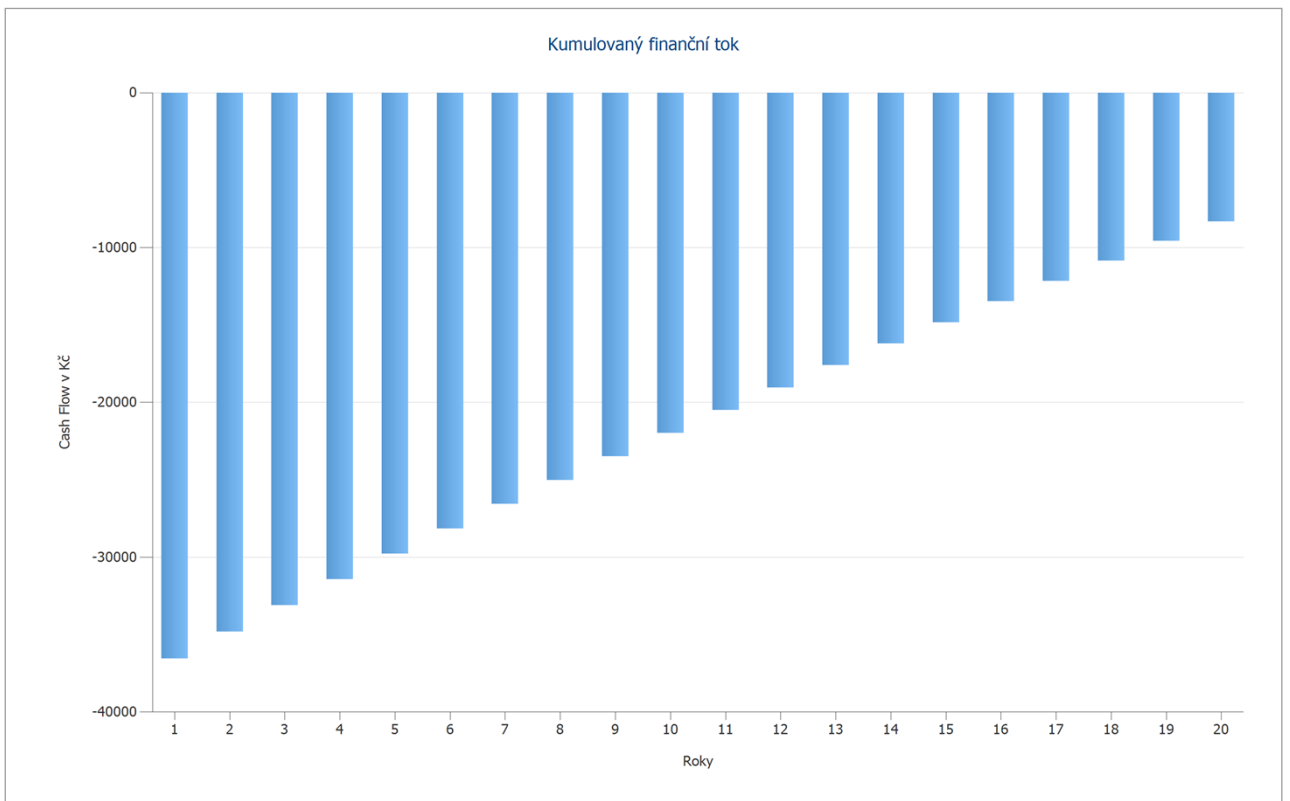
Cash flow

	Rok 11	Rok 12	Rok 13	Rok 14	Rok 15
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	1 480,36 Kč	1 453,77 Kč	1 427,56 Kč	1 401,73 Kč	1 376,27 Kč
Roční finanční tok	1 480,36 Kč	1 453,77 Kč	1 427,56 Kč	1 401,73 Kč	1 376,27 Kč
Kumulovaný finanční tok	-20 490,30 Kč	-19 036,53 Kč	-17 608,97 Kč	-16 207,24 Kč	-14 830,97 Kč

Cash flow

	Rok 16	Rok 17	Rok 18	Rok 19	Rok 20
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Výkupní tarif	1 351,17 Kč	1 326,44 Kč	1 302,07 Kč	1 278,05 Kč	1 254,37 Kč
Roční finanční tok	1 351,17 Kč	1 326,44 Kč	1 302,07 Kč	1 278,05 Kč	1 254,37 Kč
Kumulovaný finanční tok	-13 479,80 Kč	-12 153,35 Kč	-10 851,28 Kč	-9 573,24 Kč	-8 318,86 Kč

Procenta degradace a zvyšování cen se používají měsíčně za celé období sledování.
To se děje již v prvním roce.



Obrázek: Kumulovaný finanční tok

Katalogové listy

Katalogový list FV modulu

FV modul: CS3N-410MS (v3)

Výrobce	Canadian Solar Inc.
Možno dodat	Ano

Elektrické údaje

Typ článku	monokrystalický Si
Půlčlánekový modul	Ano
Počet článků	132
Počet bypass diod	3
Ztráty napětí na bypass diodě	0,55 V
Integrovaný výkonový optimalizér	Ne
Pouze vhodný transformátorový měnič	Ne

U/I charakteristiky při STC

MPP napětí	37,6 V
Proud v MPP	10,92 A
Napětí naprázdno	44,9 V
Zkratový proud	11,62 A
Zvýšení napětí naprázdno před stabilizací	0 %
Jmenovitý výkon	410 W
Faktor plnění (FF)	78,7 %
Účinnost	20,2 %

Dílčí charakteristiky zátěže U/I

Zdroj hodnot	Výrobce/vlastní
Intenzita záření	200 W/m ²
MPP napětí při dílčí zátěži	36,392 V
Proud v MPP při dílčí zátěži	2,215 A
Napětí naprázdno při dílčím zatížení	42,179 V
Zkratový proud při dílčím zatížení	2,324 A

Další parametry

Teplotní koeficient Voc	-121,2 mV/K
Teplotní koeficient Isc	5,8 mA/K
Teplotní koeficient Pmpp	-0,35 %/K
Faktor korekce úhlu (IAM)	99 %
Maximální systémové napětí	1000 V

Mechanické údaje

Šířka	1048 mm
Výška	1940 mm
Hloubka	35 mm
Šířka rámu	35 mm
Hmotnost	22,5 kg

Katalogový list měniče

Střídač: X1-3.0K-S(L) (v3)

Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Možno dodat	Ano
Elektrické údaje - DC	
Jmenovitý výkon DC	3 kW
Max. výkon DC	4,5 kW
Jmenovité napětí DC	360 V
Max. vstupní napětí	550 V
Max. vstupní proud	14 A
Max. zkratový proud	18 A
Počet DC vstupů	1
Elektrické údaje - AC	
Jmenovitý výkon AC	3 kW
Max. výkon AC	3,3 kVA
Jmenovité AC napětí	230 V
Počet fází	1
S transformátorem	Ano
Elektrické údaje - ostatní	
Změna stupně účinnosti při odchylce vstupního napětí od jmenovitého napětí	0,2 %/100V
Min. výkon dodávky do sítě	2 W
Spotřeba v provozní pohotovosti	0,4 W
Noční spotřeba	0 W
MPP Tracker	
Rozsah výkonu < 20 % jmenovitého napětí	99,9 %
Rozsah výkonu > 20 % jmenovitého napětí	100 %
Počet MPP Tracker	1
MPP Tracker 1	
Max. vstupní proud	14 A
Max. zkratový proud	18 A
Max. Příkon	4,5 kW
Min. napětí MPP	55 V
Max. napětí MPP	530 V

Střídač: X3-Hybrid-10.0 G4 (v5)

Výrobce	SolaX Power Co., Ltd.
Možno dodat	Ano

Elektrické údaje - DC

Jmenovitý výkon DC	10 kW
Max. výkon DC	15 kW
Jmenovité napětí DC	640 V
Max. vstupní napětí	950 V
Max. vstupní proud	42 A
Max. zkratový proud	42 A
Počet DC vstupů	2

Elektrické údaje - AC

Jmenovitý výkon AC	10 kW
Max. výkon AC	11 kVA
Jmenovité AC napětí	230 V
Počet fází	3
S transformátorem	Ne

Elektrické údaje - ostatní

Změna stupně účinnosti při odchylce vstupního napětí od jmenovitého napětí	0,2 %/100V
Min. výkon dodávky do sítě	0 W
Spotřeba v provozní pohotovosti	50 W
Noční spotřeba	5 W

MPP Tracker

Rozsah výkonu < 20 % jmenovitého napětí	99,8 %
Rozsah výkonu > 20 % jmenovitého napětí	99,9 %
Počet MPP Tracker	2
Počet různých sledovačů MPP	2

Sledovač MPP, typ 1

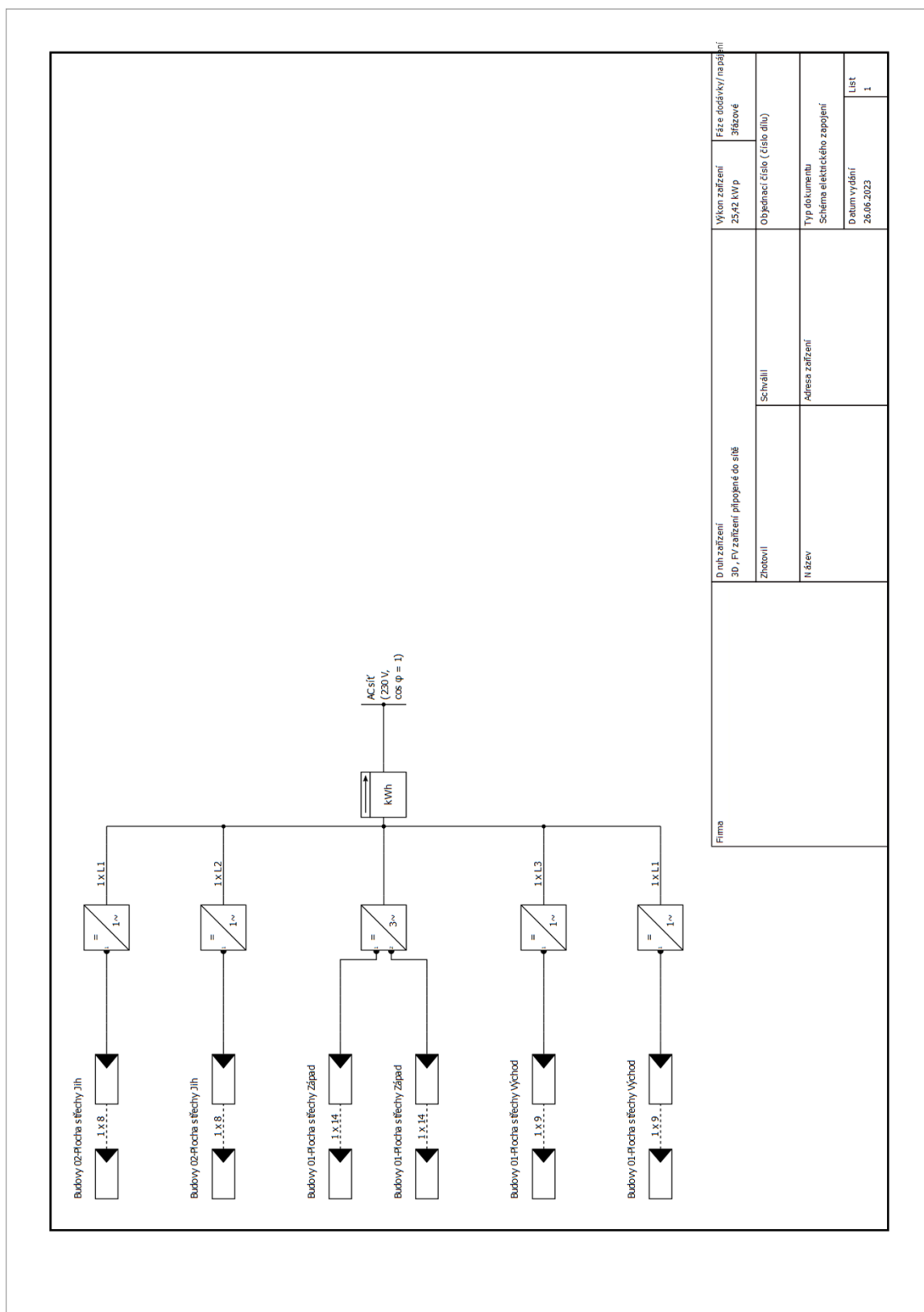
Počet	1
MPP Tracker	1
Max. vstupní proud	26 A
Max. zkratový proud	30 A
Max. Příkon	10,5 kW
Min. napětí MPP	180 V
Max. napětí MPP	950 V

Sledovač MPP, typ 2

Počet	1
MPP Tracker	2
Max. vstupní proud	16 A
Max. zkratový proud	20 A
Max. Příkon	6 kW
Min. napětí MPP	180 V
Max. napětí MPP	950 V

Výkresy a kusovníky

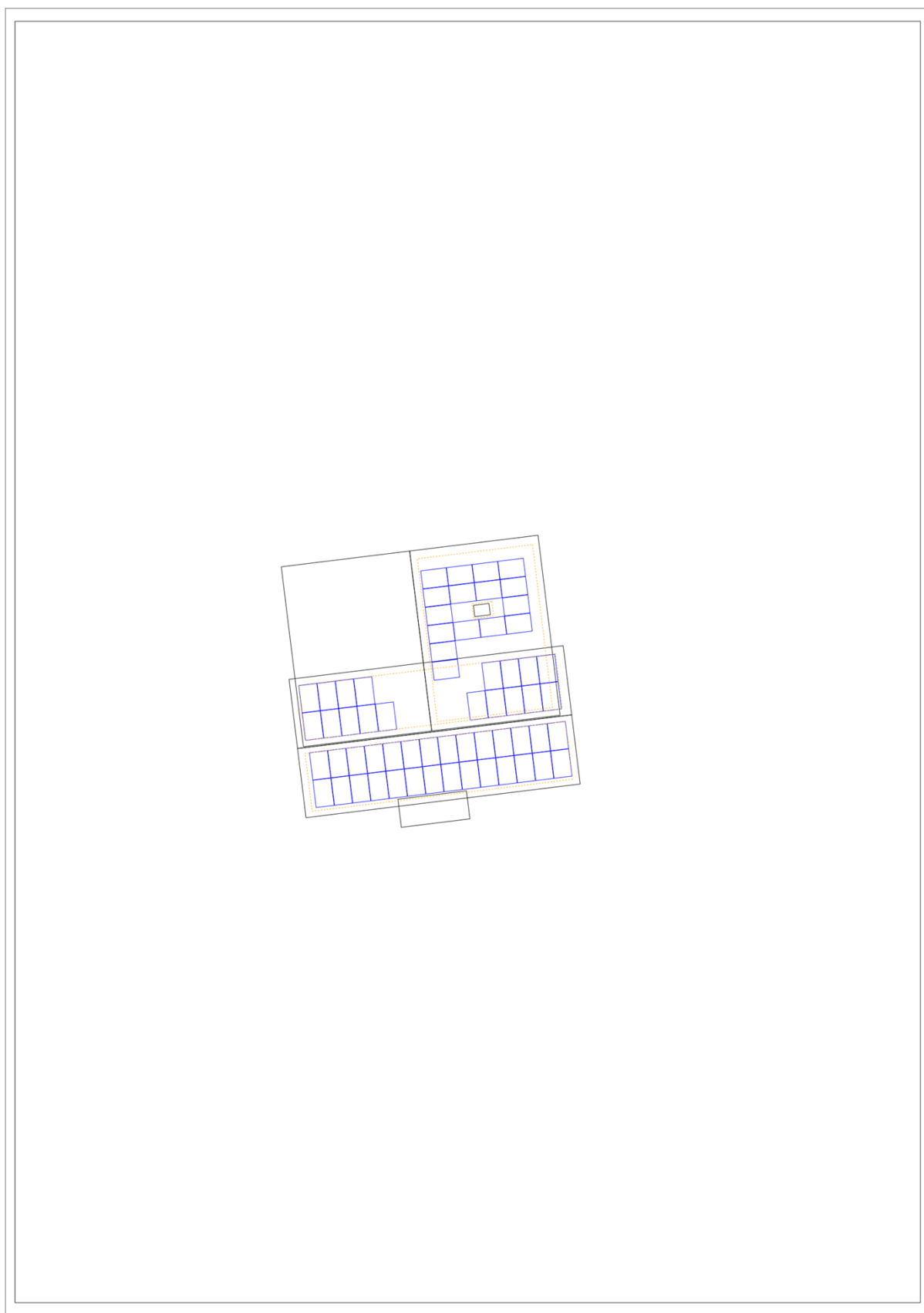
Schéma elektrického zapojení



Firma	Druh zařízení 3D, FV zařízení připojené do sítě	Výkon zařízení 2542 kWp	Fáze odávky/nápojení 3fázové
	Zhotovitel	Schválil	Objednací číslo (číslo dílu)
Název	Adresa zařízení	Typ dokumentu Schéma elektrického zapojení	
		Datum vydání 26.06.2023	List 1

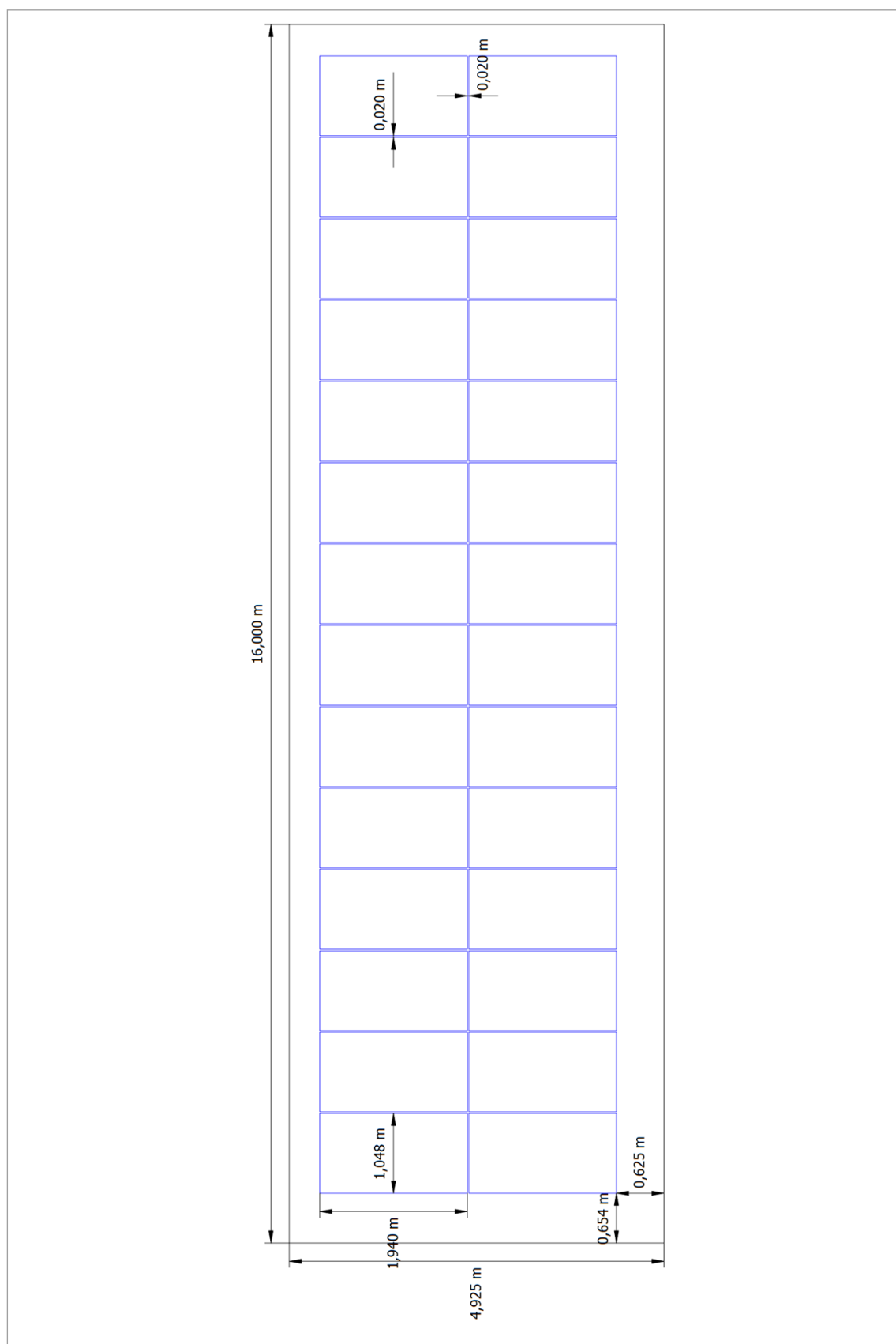
Obrázek: Schéma elektrického zapojení

Přehledový plán

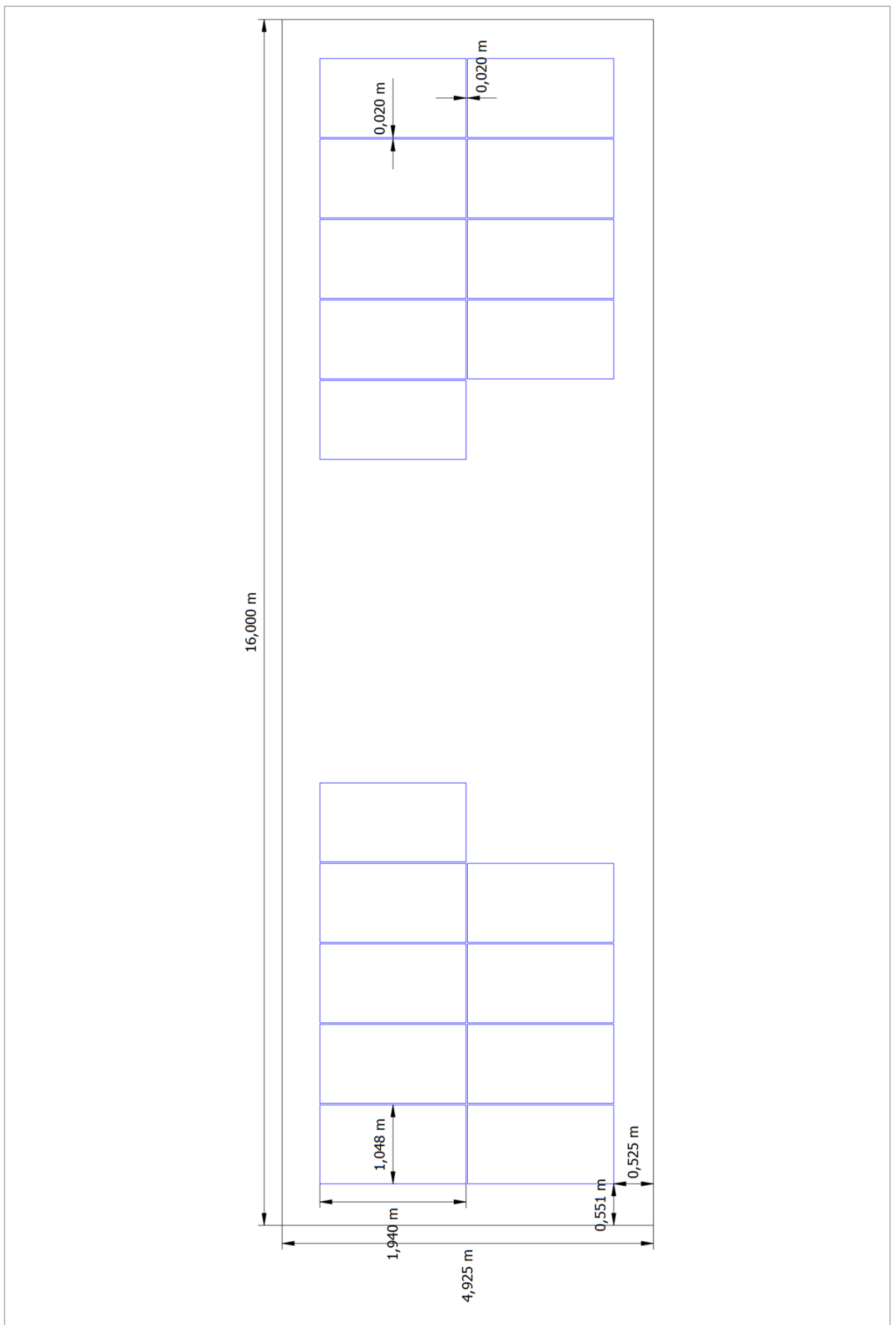


Obrázek: Přehledový plán

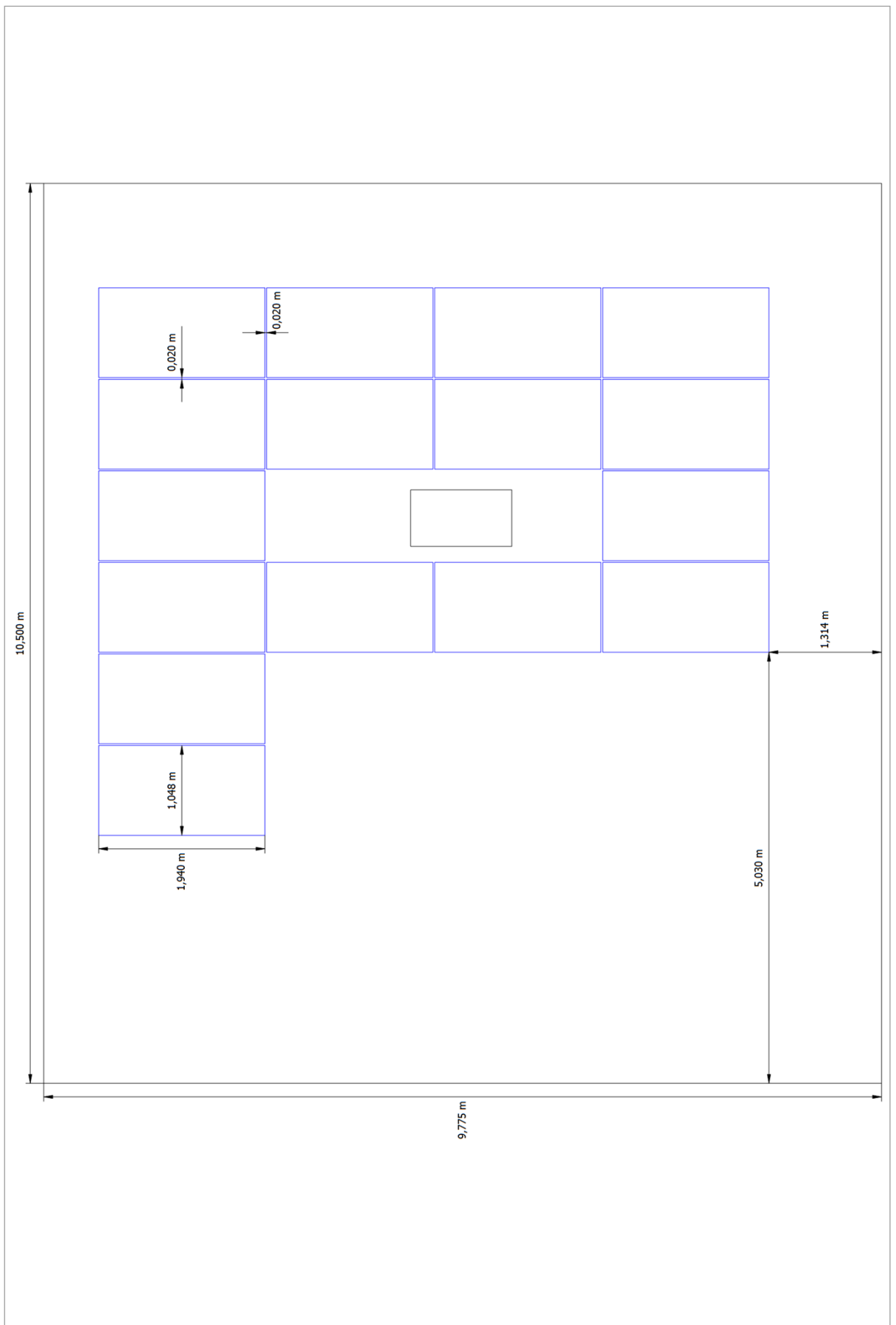
Rozměrový výkres



Obrázek: Budovy 01-Plocha střechy Západ

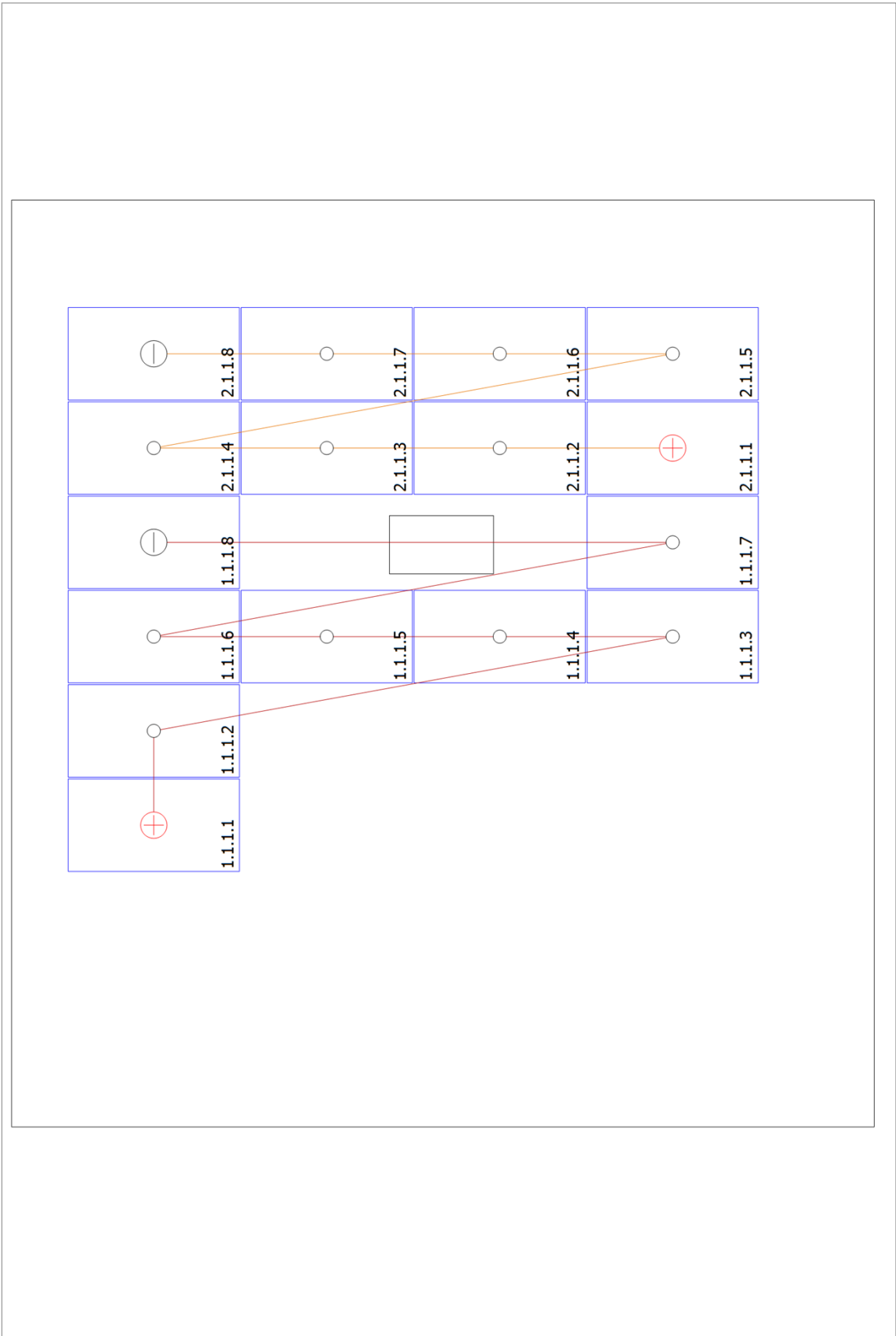


Obrázek: Budovy 01-Plocha střechy Východ

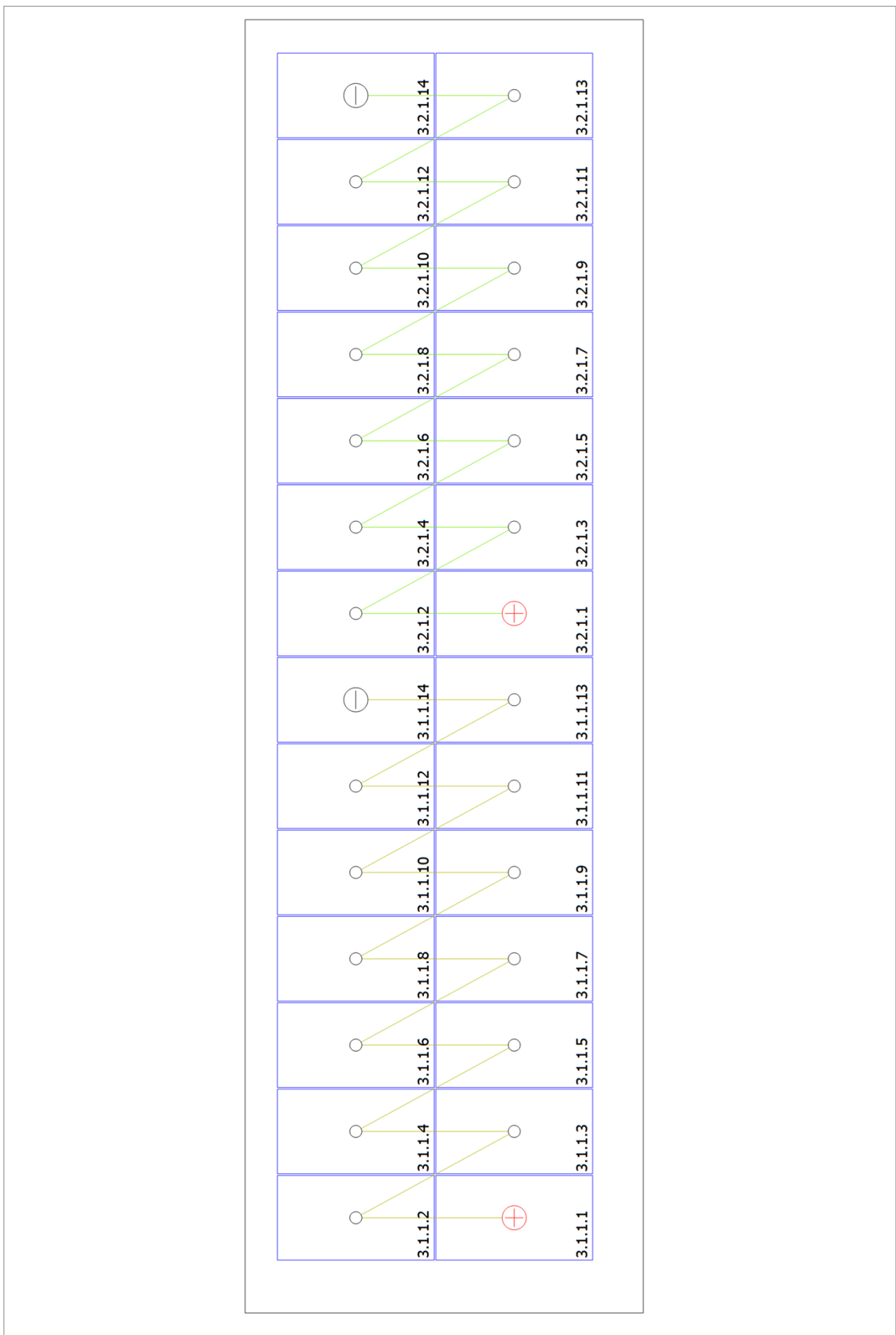


Obrázek: Budovy 02-Plocha střechy Jih

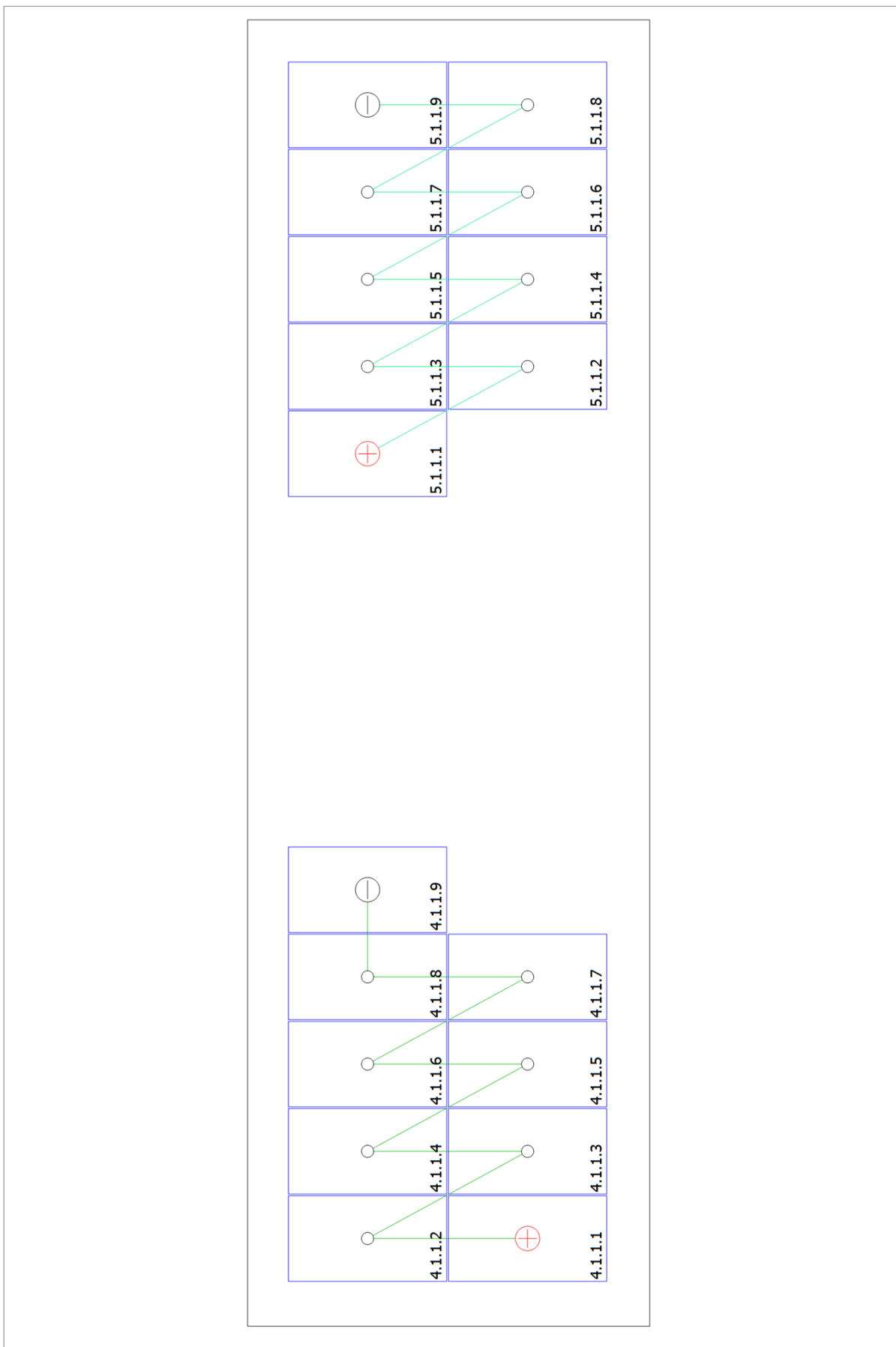
Plán stringů



Obrázek: Budovy 02-Plocha střechy Jih



Obrázek: Budovy 01-Plocha střechy Západ



Obrázek: Budovy 01-Plocha střechy Východ

Kusovník

Kusovník

#	Typ	Číslo položky	Výrobce	Jméno	Množství	Jednotka
1	FV modul		Canadian Solar Inc.	CS3N-410MS	62	Kus
2	Střídač		SolaX Power Co., Ltd.	X1-3.0K-S(L)	4	Kus
3	Střídač		SolaX Power Co., Ltd.	X3-Hybrid-10.0 G4	1	Kus
4	Komponenty			Elektroměr výroby	1	Kus

Kód ORP	Název ORP	Zastavěná plocha (m ²)	Typ střechy	Zas. plocha (m ²)	Instalovaný výkon (kWp)	Produkce (MWh)
8101	Bílovec	1 551 136	Plochá	384 567	42 080	39 233
			Šikmá	1 116 335	134 217	126 654
8102	Bohumín	1 634 673	Plochá	405 278	44 346	41 346
			Šikmá	1 176 456	141 445	133 475
8103	Bruntál	2 333 304	Plochá	578 487	63 299	59 017
			Šikmá	1 679 253	201 897	190 520
8104	Český Těšín	988 643	Plochá	245 110	26 820	25 006
			Šikmá	711 515	85 546	80 725
8105	Frenštát pod Radhoštěm	1 044 308	Plochá	258 911	28 331	26 414
			Šikmá	751 577	90 362	85 270
8106	Frýdek-Místek	6 166 275	Plochá	1 528 780	167 282	155 966
			Šikmá	4 437 799	533 557	503 491
8107	Frýdlant nad Ostravicí	1 744 862	Plochá	432 597	47 336	44 133
			Šikmá	1 255 758	150 980	142 472
8108	Havířov	2 311 830	Plochá	573 163	62 717	58 474
			Šikmá	1 663 798	200 039	188 766
8109	Hlučín	1 980 854	Plochá	491 105	53 738	50 102
			Šikmá	1 425 598	171 400	161 741
8110	Jablunkov	1 132 469	Plochá	280 769	30 722	28 644
			Šikmá	815 025	97 991	92 469
8111	Karviná	2 110 787	Plochá	523 319	57 263	53 389
			Šikmá	1 519 110	182 643	172 351
8112	Kopřivnice	2 407 777	Plochá	596 951	65 320	60 901
			Šikmá	1 732 850	208 341	196 601
8113	Kravaře	1 128 962	Plochá	279 899	30 627	28 555

			Šikmá	812 501	97 687	92 182
8114	Krnov	2 641 101	Plochá	654 798	71 649	66 802
			Šikmá	1 900 771	228 530	215 652
8115	Nový Jičín	2 809 857	Plochá	696 637	76 227	71 071
			Šikmá	2 022 223	243 132	229 431
8116	Odry	1 348 217	Plochá	334 258	36 575	34 101
			Šikmá	970 297	116 659	110 085
8117	Opava	5 836 587	Plochá	1 447 042	158 338	147 627
			Šikmá	4 200 526	505 030	476 571
8118	Orlová	1 102 273	Plochá	273 282	29 903	27 880
			Šikmá	793 294	95 378	90 003
8119	Ostrava	12 851 980	Plochá	3 186 340	348 656	325 069
			Šikmá	9 249 426	1 112 059	1 049 394
8120	Rýmařov	1 153 794	Plochá	286 056	31 301	29 183
			Šikmá	830 373	99 836	94 210
8121	Třinec	3 239 155	Plochá	803 071	87 874	81 929
			Šikmá	2 331 183	280 278	264 485
8122	Vítkov	1 171 948	Plochá	290 557	31 793	29 642
			Šikmá	843 438	101 407	95 692