

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**



**NÁVRH PARKOVACÍHO DOMU Z HLEDISKA
UDRŽITELNÉ ENERGETIKY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Ondřej Opava

Vedoucí práce:

doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc., DBA

2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Opava Jméno: Ondřej Osobní číslo: 423689
Zadávací katedra: K11125
Studijní program: Inteligentní budovy
Studijní obor/specializace: Inteligentní budovy

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Návrh parkovacího domu z hlediska udržitelné energetiky
Název diplomové práce anglicky: Parking house solution in terms of sustainable energy
Pokyny pro vypracování:
Vypracujte projekt ke stavebnímu řízení. Projekt bude obsahovat návrh osvětlení, zásuvkové obvody, fotovoltaickou elektrárnu a návrh dobíjecích stanic v parkovacím domě. Tyto části budou součástí aplikace řídicího systému. Projekt bude řešit komplexně problematiku udržitelné energetiky v souvislosti s jeho návrhem tak, aby byly naplněny všechny její požadavky.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc., DBA

Datum zadání diplomové práce: 24.2.2022 Termín odevzdání DP v IS KOS: 15.5.2022
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

25.2.2022
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne: 15.5.2022

.....
podpis

Poděkování:

Velmi děkuji vedoucímu diplomové práce za cenné rady, trpělivost a obětovaný konzultační čas v průběhu zpracování mé závěrečné diplomové práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při mém studiu.

Seznam dokumentace diplomové práce:

1. Teoretická část

1. Osvětlení
2. Fotovoltaická elektrárna
3. Dobíjecí stanice
4. Řídicí systém

2. Výkresová část

1. Půdorys 1.PP – rozvod sběrnice CIB, DALI
2. Půdorys 1.NP – rozvod sběrnice CIB, DALI
3. Půdorys 2.NP – rozvod sběrnice CIB, DALI
4. Půdorys střechy – rozvod sběrnice CIB, DALI
5. Půdorys 1.PP – rozvod silových obvodů
6. Půdorys 1.NP – rozvod silových obvodů
7. Půdorys 2.NP – rozvod silových obvodů
8. Půdorys střechy – rozvod silových obvodů
9. Výkresy rozvaděčů
10. Půdorys střechy – rozmístění FV modulů
11. Detail – rozestup FV modulů
12. Půdorys střechy – kabeláž k modulům
13. Půdorys střechy – hromosvod
14. Půdorys základů – uzemnění
15. Detail – pohled na jímací soustavu

3. Přílohy

1. Situace – odstupové vzdálenosti
2. Situace – inženýrské sítě
3. Stanovení spotřeby elektrické energie
4. Výpočet osvětlenosti a rovnoměrnosti
5. Seznam svítidel
6. Výpočet dimenze kabelů
7. Výpočet velikosti jističů
8. Výpočet analýzy rizika

Obsah

Úvod	8
Údaje o stavbě	8
Urbanistické řešení	8
Potřebné plochy	9
Dispoziční řešení.....	9
Základní údaje o projektu	10
Základní technické údaje	10
Napěťová soustava	10
Bilance spotřeby elektrické energie.....	10
Měření el. energie	10
Zásobování elektrickou energií.....	10
Světelné, zásuvkové obvody a přívodní vedení ke kójím.....	11
Výpočet osvětlenosti a rovnoměrnosti.....	11
Svítilna	11
Světelné obvody.....	12
Zásuvkové obvody	12
Přívodní vedení ke kójím.....	12
Rámcový rozpočet investice	12
Výpočet hlavního jističe.....	13
Fotovoltaická elektrárna	15
Charakteristika softwaru PV-sol	15
Vstupní parametry.....	15
Výstupní parametry	15
Odkaz na stažení použitého softwaru	15
Cena použitého softwaru	15
Schéma návrhu fotovoltaické elektrárny programem PV*sol	15
Úvod	16
Souhrnné parametry technického řešení FVE.....	16
Technické řešení.....	17
Rámcový rozpočet investice	24
Hodnocení projektu – energetické úspory.....	24
Závěr	24
Dobíjecí stanice.....	25
Charakteristika softwaru Monte Carlo	25
Vstupní parametry.....	25
Výstupní parametry	25
Odkaz na stažení použitého softwaru	25
Cena použitého softwaru	25
Schéma návrhu dobíjecích stanic	25
Návrh dobíjecích stanic pro parkovací dům	25
Předpoklady pro návrh dobíjení	26
AC dobíjecí stanice	26
Předpokládané využívání dobíjecích stanic	26
Výpočet teoretické spotřeby dobíjecích stanic	27
Stanovení simulované spotřeby dobíjecích stanic.....	27
Výsledek simulace	28
Umístění dobíjecích stanic	28
Rámcový rozpočet investice	29
Energetická analýza.....	29
Pro návrh energetické analýzy pro parkovací dům je použit software DesignBuilder.	29
Charakteristika softwaru DesignBuilder	29
Vstupní parametry.....	30
Výstupní parametry	30
Odkaz na stažení použitého softwaru	30
Cena použitého softwaru	30
Schéma návrhu energetické analýzy	30
Model budovy vytvořený v DesignBuilderu	30

Skladby konstrukcí	31
Spotřeba energií.....	32
Primární energie.....	33
Porovnání primárních energií a pokrytí z OZE	33
Řídící systém	34
Představení systému pro danou budovu.....	34
Základní moduly	34
Osvětlení	34
Dobýjecí stanice.....	35
Fotovoltaická elektrárna	35
Rámcový rozpočet investice	35
Hromosvod a uzemnění	36
Výpočet rizika.....	36
Údržba a revize	36
Hromosvod	36
Uzemnění	37
Hlavní a doplňující pospojování	37
Závěr	37
Seznam obrázků	37
Seznam tabulek	38
Seznam norem a vyhlášek.....	38
Čerpané informace z webových stránek	38
Příloha č.1	39
Příloha č.2	40
Příloha č.3	41
Příloha č.4	43
Příloha č.5	60
Příloha č.6	63
Příloha č.7	65
Příloha č.8	66

Úvod

Údaje o stavbě

a) název stavby:

Návrh parkovacího domu, ulice Olštýnská, 181 00 Praha 8 – Troja

b) místo stavby:

Parcela č. 1161/9, k. ú. Troja

c) předmět dokumentace:

Dokumentace pro stavební řízení

Urbanistické řešení

a) charakteristika území a stavebního pozemku:

Stavební pozemek se nachází v MČ Praha 8 – Troja, při ulici Olštýnská. Přístup na pozemek je z ulice Olštýnská, při jeho západní straně. Pozemek je téměř obdélníkového půdorysu o rozloze 3 542,37 m², výškové převýšení v místě stavebního objektu je zanedbatelné. Viz. přiložená příloha č.1.

Stavba se nachází v zastavěném území. Nedochozí ke změně využití území.

Navržená stavba splňuje zásadní požadavky Nařízení č.10/2016 Sb. hl. m. - Prahy, který se stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze („PSP“). Na celostátní úrovni jsou obdobné požadavky upraveny dvěma podzákonnými právními předpisy vydanými Ministerstvem pro místní rozvoj – vyhláškou č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů, a vyhláškou č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.

Jsou dodrženy základní požadavky, jejichž splnění se ověřuje při rozhodování v území:

Umísťování staveb v souladu s uliční a stavební čarou (→ § 21 – § 24):

Navržená stavba nepřekračuje stávající uliční linii – vzdálenost stavební čáry od uliční čáry je 6 m

Umísťování staveb s ohledem na výškovou regulaci (→ § 25 – § 27):

Stavba respektuje výškovou regulaci v daném území stanovenou výškovými hladinami a podlažností.

Odstupy staveb a pravidla pro výstavbu na hranici pozemku (→ § 28, → § 29):

Stavba dodržuje předepsané odstupy staveb – vzdálenost od hranice pozemku k objektu je 3,5 m – viz. přiložená příloha č.1.

Připojení staveb na techn. a dopravní infrastrukturu (→ § 31, → § 35 – § 38):

Je zajištěno napojení na komunikaci na západní straně objektu – šířka připojovací komunikace je 7 m.

Jsou také splněny veškeré požadavky techn. připojení – je zajištěno zásobování vodou (z vodovodního řadu), likvidace odpadních vod (z veřejného splaškového řadu), likvidace dešťových vod (využití retenční nádrže a následné připojení do veřejného splaškového řadu, jelikož geologické poměry nejsou vhodné pro vsakování dešťové vody na pozemku). Viz. přiložená příloha č.2.

b) údaje o souladu stavby s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování, včetně informace o vydané územně plánovací dokumentaci:

Výstavba se uskuteční na pozemku nacházející se území SV – všeobecně smíšené dle platného Územního plánu sídelního útvaru hl. m. Prahy.

c) informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území:

Nejsou. Záměr je zcela v souladu s platným Územním plánem SÚ hl. m. Prahy.

d) ochrana území podle jiných právních předpisů:

Není.

e) poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.:

Objekt se nenachází ani v záplavovém ani v poddolovaném území.

f) vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území:
 Stavba nemá negativní vliv na sousední objekty ani pozemky a nemění stávající odtokové poměry. Jsou splněny požadavky ust. §28 PSP Odstupy od okolních budov – dostatečné odstupy od oken obytných místností stávajících okolních budov.

g) požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin:
 Nevznikají.

h) požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa:
 Nevznikají.

i) územně technické podmínky – zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě:
 Stávající infrastruktura je v ulici Olštýnská.

Potřebné plochy

V tabulce č.1 je ukázáno využívání jednotlivých ploch daného pozemku a také, že je splněna podmínka na pokrytí pozemku zelení.

Tab.1 – Potřebné plochy

Typ	Hodnota plochy [m ²]
Zastavěná plocha – objekt	2 375,08
Zastavěná plocha – chodník	229,33
Zastavěná plocha – vjezd	52,37
Plocha zeleně	885,69
Plocha pozemku celkem	3 542,37

Tab.2 - Koeficientu zeleně pro daný objekt

Kód míry využití plochy	KZ minimální koeficient zeleně	při průměrné podlažnosti	Typický charakter zástavby
F	0,25	do 3	zástavba městského typu

Jak vidíme v tabulce č.2, tak pozemek lze zastavět z 75 % s tím, že minimálně 25 % plochy pozemku musí zůstat jako zeleň. Plocha pozemku, jak již bylo výše zmíněno činí 3 542,37 m² a z toho vyplývá, že lze zatavit až 2 656,78 m² pozemku a minimálně 885,59 m² plochy pozemku se musí ponechat jako zeleň. Tudíž podmínka pro plochu zeleně je vyhovující.

Dispoziční řešení

V budově se nachází 2 nadzemní a 1 podzemní podlaží, kde podzemní podlaží je určeno pro veřejné parkování a v nadzemních podlažích jsou vybudovány garážové kóje, pro soukromé využívání. Vjezd do parkovacího domu je situovaný ze západní strany. V objektu jsou na každém podlaží sociální zázemí jak pro muže, tak pro ženy, a i pro invalidy. Dále je v dům vybaven pro lepší komfort dvěma schodišti, které propojují jednotlivá podlaží a slouží jako přesun pro pěší. Pro automobily jsou vybudovány sjezdové a nájezdové rampy, která také propojují jednotlivá podlaží. V tabulce č.3 je zaznamenán počet parkovacích míst.

Tab.3 – Počet parkovacích míst

Podlaží	Počet míst
1.PP	61
1.NP	56
2.NP	56
Σ	173

V tabulce č.4 stanoven i počet míst pro invalidy, který vychází z vyhlášky č. 398/2009 Sb., jelikož je nařízeno, že na všech vyznačených vnitřních odstavných a parkovacích plochách a v hromadných garážích pro osobní motorová vozidla musí být vyhrazena stání pro vozidla přepravující osoby těžce pohybově postižené.

Tab.4 – Počet parkovacích míst pro těžce pohybově postižené

Podlaží	Počet míst
1.PP	4
1.NP	3
2.NP	3
Σ	10

A jelikož se jedná o novou stavbu, tak musí být splněn i požadavek vyhlášky č. 268/2009 Sb., který říká, že na každých 10 parkovacích stání, připadá jedna dobíjecí stanice. V daném případě vychází pro parkovací dům 18 dobíjecích stanic, které jsou umístěny v 1.PP, 1.NP a 2.NP, aby jej mohli využívat všichni návštěvníci parkovacího domu.

Objekt je zakončen plochou střechou, na které je umístěna fotovoltaická elektrárna o výkonu 193,2 kWp.

Základní údaje o projektu

Tento projekt řeší návrh osvětlení, zásuvkových obvodů, fotovoltaické elektrárny, dobíjecích stanic a řídicího systému. Součástí řešení je i návrh hromosvodu a uzemnění.

Základní technické údaje

Napěťová soustava

230/400V AC 50Hz TN-C-S L1, L2, L3

Místo rozdělení PEN na PE + N je provedeno v rozvaděči RE.

Bilance spotřeby elektrické energie

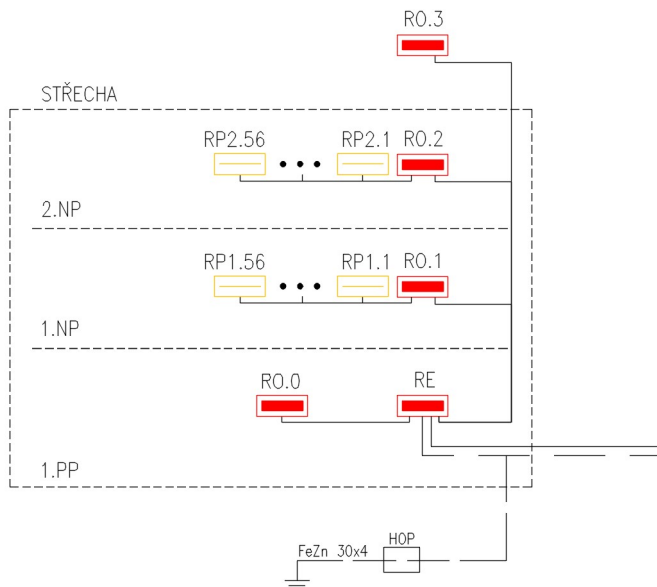
Typ spotřeby:	Ps (kWh/rok)
-----	-----
Osvětlení	4 547,86
Zásuvky	6 132,00
Pohon garážových vrat	341,35
Dobíjecí stanice	113 150,00
-----	-----
Celková spotřeba elektrické energie	124 171,21 kWh/rok
Podrobný výpočet je uveden v příloze č.3	

Měření el. energie

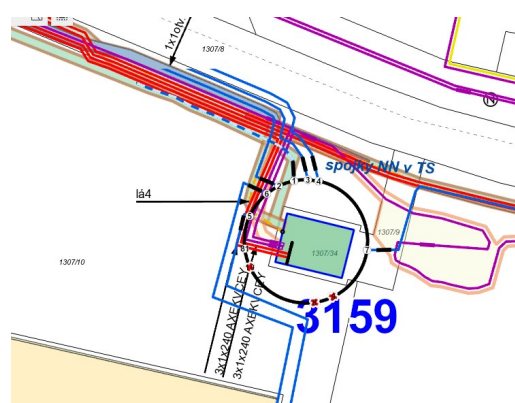
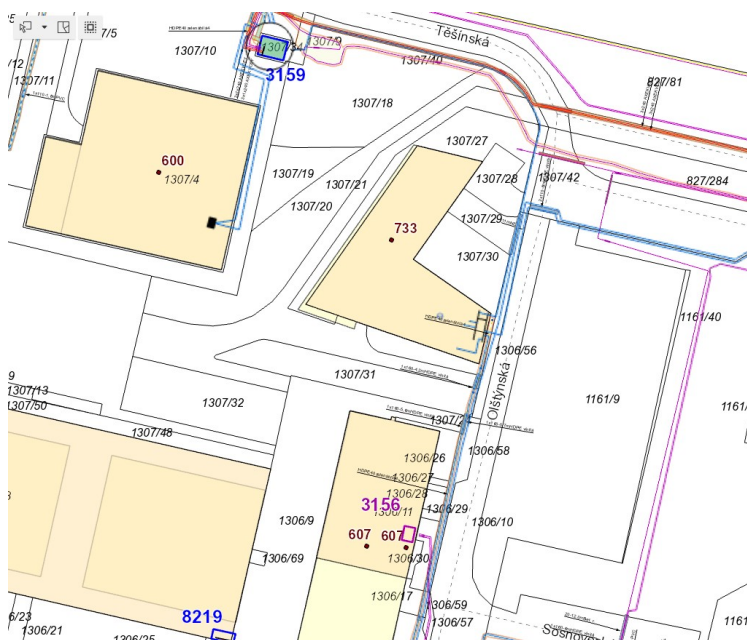
Fakturační měření el. energie je řešeno v rozvaděči RE. Podružná měření jsou instalovány pro všechny garážové kóje.

Zásobování elektrickou energií

Parkovací dům bude připojen z distribuční sítě dodavatele el. energie. Připojka elektrické energie je vedena do hlavního rozvaděče RE viz. obrázek č.1, který je umístěn v technické místnosti s č. 0.04 v 1.PP. V hlavním rozvaděči se nachází hlavní jistič, elektroměry jednotlivých fází a jejich jističe s proudovými chrániči. Z hlavního rozvaděče RE je vedení vedeno po fázích k rozvaděčům v objektu, které se nacházejí v každém podlaží v nice. Z těchto rozvaděčů zabíhá vedení do podružných rozvaděčů v 1.NP a v 2.NP. Objekt je připojen na trafostanici TS 3159 v ulici Těšinská, která je vzdálená od parkovacího domu přibližně 125 m viz. obrázek č.2.



Obr.1 Schéma napájení objektu



Obr.2 Schéma polohy trafostanice TS 3159

Světelné, zásuvkové obvody a přívodní vedení ke kójím

Výpočet osvětlenosti a rovnoměrnosti

Nedílnou součástí parkovacího domu je návrh osvětlení. Návrh osvětlení vychází z normy ČSN EN 12464-1. Pro všechny prostory parkovacího domu byla navržena osvětlenost a rovnoměrnost dle této normy. K návrhu byl použit software DIALux. Výsledky z DIALuxu jsou uvedeny v příloze č.4.

Svítlidla

V domě jsou použity následující svítidla:

- LED svítidla Vipet 3750 158 4K s příkonem 26W – jsou použita ve všech garážových kóji.
- LED svítidla Vipet 5000 136 4K s příkonem 35W – jsou použita na veškerých veřejných pojezdových plochách a rampách.
- LED svítidla Fox 3700 4K s příkonem 24W – jsou použita v technickém zázemí parkovacího domu.
- LED svítidla Monza R22 s příkonem 20W – jsou použita na veškerých hygienických zařízeních a schodištích.

Všechna svítidla, která se nachází mají vyhovující stupeň krytí IP a podrobnější charakteristiky svítidel jsou uvedeny v příloze č.5.

Světelné obvody

Rozvod světelných obvodů bude realizován kabelem CYKY a v každém podlaží se pro veřejné prostory bude nacházet jen jeden světelný obvod. Dimenze jednotlivých obvodů jsou uvedeny v příloze č.6 dle úbytku napětí. Všechny světelné obvody budou jištěny jističem 6 A nebo 10 A s charakteristikou B. Přesnější velikost jističů je uvedena v příloze č.7. Všechny tyto obvody budou ještě chráněny pomocí proudového chrániče.

Zásuvkové obvody

Zásuvky se budou nacházet jen v garážových kóji. Na zásuvkové obvody je použit kabel CYKY 3 x 2,5 a každý zásuvkový okruh je jištěn jističem 16 A, a zásuvkové obvody jsou také chráněny jako světelné pomocí proudových chráničů.

Přívodní vedení ke kóji

Dalším vedením, které bude dimenzováno je přívodní vedení ke kóji. Toto vedení je vedeno od objektových rozvaděčů nacházejících se na podlaží k podružným rozvaděčům v garážových kóji. Jedno přívodní vedení je vždy pro 9 až 10 garážových kóji viz. výkresová dokumentace. Rozvod bude realizován kabelem CYKY a dimenze jednotlivých obvodů jsou uvedeny v příloze č.6 dle úbytku napětí. Velikost jističů pro přívodní vedení je uvedena v příloze č.7. Všechny tyto vedení budou také ještě chráněny přes samostatné proudové chrániče.

Rámcový rozpočet investice

V tabulce č. 5 jsou uvedeny orientační náklady na osvětlení pro parkovací dům.

Tab.5 – Náklady na svítidla pro parkovací dům

Název položky	MJ	Množst.	Cena / MJ	Celkem
0.01 G. stání a pojezdová p.				
LED SVÍTIDLO VIPET LED 5000 136, 4K	ks	82	2 439,00	199 998,00
0.03 Schodišťový prostor				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	7	1 290,00	9 030,00
0.04 Technická místnost				
LED SVÍTIDLO FOX LED 3700 4K	ks	5	2 100,00	10 500,00
0.04a Místnost pro vod. sestavu				
LED SVÍTIDLO FOX LED 3700 4K	ks	2	2 100,00	4 200,00
0.05 Vrátnice				
LED SVÍTIDLO FOX LED 3700 4K	ks	3	2 100,00	6 300,00
0.06 WC invalidi				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	2	1 290,00	2 580,00
0.07 WC muži				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	4	1 290,00	5 160,00
0.08 WC ženy				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	3	1 290,00	3 870,00
0.09 WC ženy				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	3	1 290,00	3 870,00
0.10 WC muži				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	4	1 290,00	5 160,00
0.11 WC invalidi				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	2	1 290,00	2 580,00
0.12 Schodišťový prostor				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	7	1 290,00	9 030,00
1.01 G. stání a pojezdová p.				
LED SVÍTIDLO VIPET LED 5000 136, 4K	ks	59	2 439,00	143 901,00

1.03 Schodišťový prostor				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	7	1 290,00	9 030,00
1.04 WC invalidi				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	2	1 290,00	2 580,00
1.05 WC muži				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	4	1 290,00	5 160,00
1.06 WC ženy				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	3	1 290,00	3 870,00
1.07 WC ženy				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	3	1 290,00	3 870,00
1.08 WC muži				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	4	1 290,00	5 160,00
1.09 WC invalidi361 225				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	2	1 290,00	2 580,00
1.10 Schodišťový prostor				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	7	1 290,00	9 030,00
Garážové kóje v 1.NP				
LED SVÍTIDLO VIPET LED 3750 158 4K	ks	59	1 228,00	72 452,00
2.01 G. stání a pojezdová p.				
LED SVÍTIDLO VIPET LED 5000 136, 4K	ks	59	2 439,00	143 901,00
2.03 Schodišťový prostor				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	7	1 290,00	9 030,00
2.04 WC invalidi				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	2	1 290,00	2 580,00
2.05 WC muži				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	4	1 290,00	5 160,00
2.06 WC ženy				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	3	1 290,00	3 870,00
2.07 WC ženy				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	3	1 290,00	3 870,00
2.08 WC muži				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	4	1 290,00	5 160,00
2.09 WC invalidi				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	2	1 290,00	2 580,00
2.10 Schodišťový prostor				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	7	1 290,00	9 030,00
Garážové kóje v 2.NP				
LED SVÍTIDLO VIPET LED 3750 158 4K	ks	59	1 228,00	72 452,00
3.02 Schodišťový prostor				
LED SVÍTIDLO MONZA R22 LED	ks	7	1 290,00	9 030,00
3.03 Technická místnost				
LED SVÍTIDLO FOX LED 3700 4K	ks	5	2 100,00	10 500,00
Cena celkem za osvětlení				797 074,00 Kč

Výpočet hlavního jističe

Objekt bude jistit jistič 3x80 A. Výpočet viz níže.

Výpočet soudobého příkonu pro osvětlení, pro pohon vrat a zásuvek

$$P = \sum P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i$$

kde:

P_{Si} - příkony v objektu pro osvětlení, pro pohon vrat a zásuvek

n_i - počet svítidel, garážových kójí

β_i - soudobost (viz. tabulka č.6)

Tab.6 – Součinitele soudobosti

Prostory	β [-]
Společné prostory – osvětlení	0,40
Garážové kóje – osvětlení	0,30
Garážové kóje – zásuvky	0,30
Garážové kóje – pohon vrat	0,20

1.PP

$$P = \sum P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 35.82.0,4 + 24.10.0,4 + 20.32.0,4 = \underline{1\,500,0\,W}$$

1.NP

$$P = \sum P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 35.59.0,4 + 20.32.0,4 + 26.59.0,3 + 250.56.0,2 + 1000.56.0,3 = \underline{21\,142,2\,W}$$

2.NP

$$P = \sum P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 35.59.0,4 + 20.32.0,4 + 26.59.0,3 + 250.56.0,2 + 1000.56.0,3 = \underline{21\,142,2\,W}$$

Střecha

$$P = \sum P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 24.5.0,4 = \underline{48\,W}$$

$$P = \sum P = 1\,500 + 21\,142,2 + 21\,142,2 + 48 = \underline{43\,832,2\,W}$$

Stanovení hlavního jističe

$$I_p = \frac{P_s}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos\varphi}$$

kde:

I_p – výpočtový proud [A]

P_s – soudobý příkon [W]

U_s – sdružené napětí [V]

$\cos\varphi$ – účinnost [-]

$$I_p = 43\,832,2 / (\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,96)$$

$$I_p = 65,9\,A$$

Hlavní jistič bude mít velikost 3x80 A

Fotovoltaická elektrárna

Pro návrh fotovoltaické elektrárny pro parkovací dům je použit software PV-Sol.

Charakteristika softwaru PV-sol

PV*Sol je software pro návrh a simulaci fotovoltaických elektráren jakékoliv velikosti. Daný software pracuje s návrhem baterií a připojení elektrovozidel.

Vstupní parametry

- lokalita
- sklon modulů
- orientace modulů
- typ použitých modulů
- spotřeba daného objektu

Výstupní parametry

- energetický výnos systémem (zisk i ztráta) - přetok do distribuční sítě
- množství využité v daném objektu
- snížení emisí CO2 při využití navrženého systému

Odkaz na stažení použitého softwaru

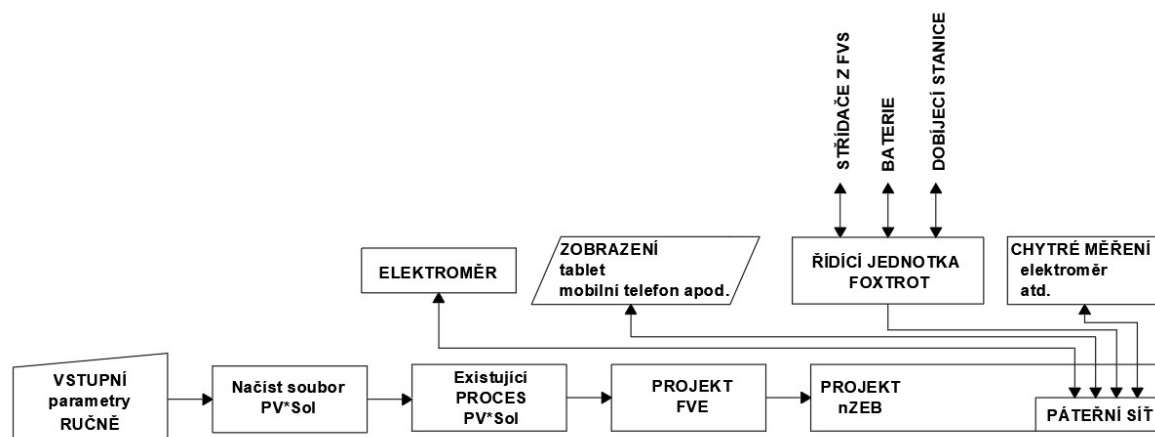
<https://www.valentin-software.com/wp-content/uploads/legacy-downloads/produktflyer-und-broschueren/en/pv-cz-flyer-2016web.pdf>

Cena použitého softwaru

1 licence: 31 940 Kč

Schéma návrhu fotovoltaické elektrárny programem PV*sol

Na obrázku č.3 je znázorněn řetězec posupných kroků pro návrh fotovoltaické elektrárny v softwaru. Návrh FVE nekončí návrhem v softwaru, ale je potřeba tzv. elektrárnu i řídit.



Obr.3 Schéma návrhu FVE

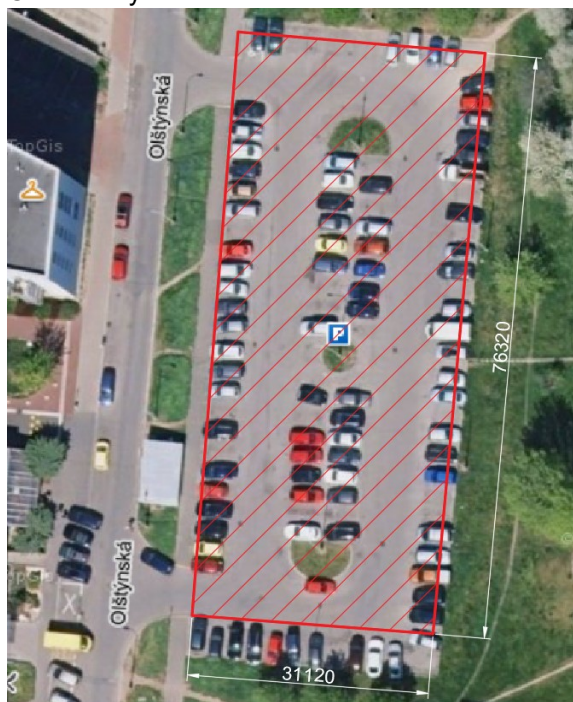
Úvod

Projekt je vypracován s cílem instalace fotovoltaické elektrárny (dále jen FVE) na objektu parkovacího domu v ulici Olštýnská v Praze v Troji, a to jak z hlediska technického, tak i ekonomického. Základním cílem je využití co největšího množství elektrické energie v rámci objektu pro vlastní spotřebu.

Souhrnné parametry technického řešení FVE

Lokalita, výchozí údaje

Červeně vyšrafovaná oblast v obrázku č.4 označuje budoucí polohu parkovacího domu v ulici Olštýnská.



Obrázek 4 - ulice Olštýnská v Praze v Troji

Klimatická data

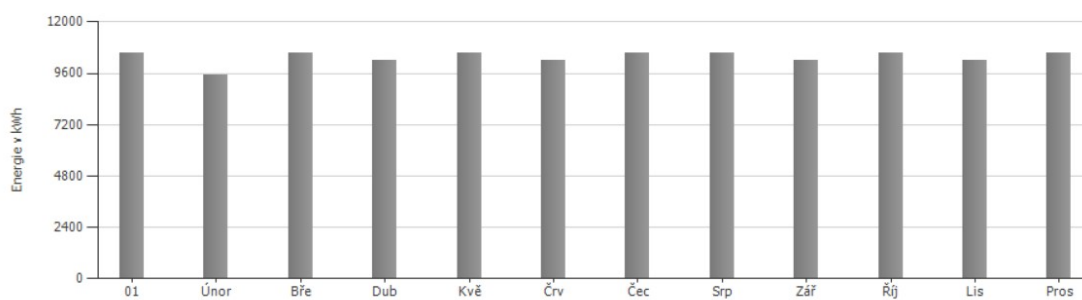
V následující kapitole jsou pospány klimatické informace týkající se řešené oblasti.

Lokalita	Praha, CZE (1991 - 2010)
Zdroj hodnot	Meteonorm 7.3
Řešení dat	1h
Použité simulační modely:	
- Difúzní záření na vodorovné rovině	Hofmann
- Intenzita záření na skloněnou plochu	Hay & Davies

Spotřeby + špičkové zatížení

Do celkové spotřeby je zahrnuta spotřeba za osvětlení, pohon vrat, zásuvek v garážových kóji a dobíjecích stanic. Na obrázku č.5 je zobrazena celková spotřeba po měsících.

Celková spotřeba, včetně vlastní spotřeby	124 171	kWh
Špičkové zatížení	14,2	kW



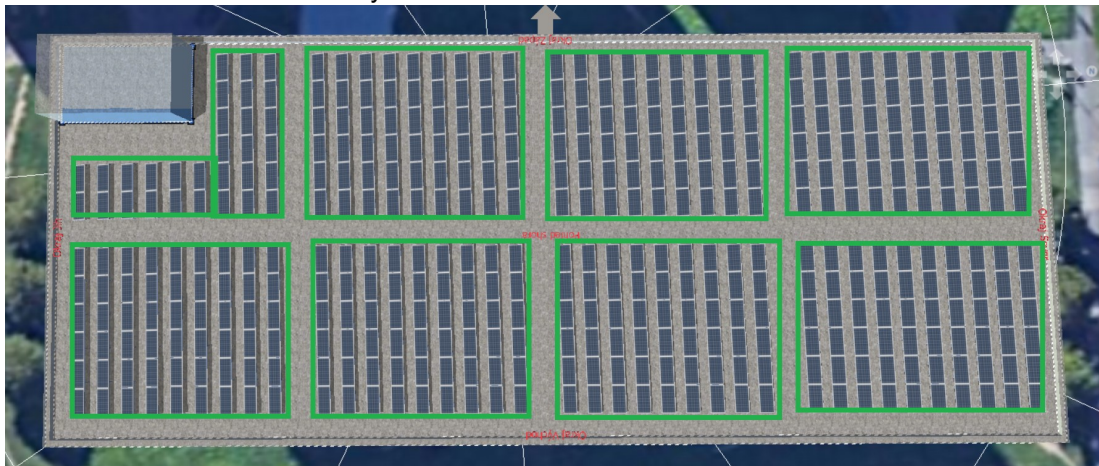
Obrázek 5 – spotřeba objektu

Způsob využitelnosti akumulace

Pro akumulaci elektrické energie z fotovoltaické elektrárny parkovacího domu je použita jedna lithium-nikelnatá baterie o jmenovitém výkonu 60 kW a kapacitě 203,4 kWh, do které se bude přebytečná energie ukládat a také se z ní bude elektrická energie čerpat pro napájení dobíjecích stanic a pro osvětlení domu.

Technické řešení

Výkon FVE na objektu parkovacího domu byl navržen na 193,2 kWp a orientace panelů je na jih. Téměř veškerá plocha střešní konstrukce na budově je pro fotovoltaické panely vhodná. Vhodné plochy střechy jsou označené v obrázku č.6 zeleně. Plocha, která není označena zelenou barvou bude sloužit pro instalaci hromosvodné soustavy.



Obrázek 6 – Plocha střešní konstrukce – vhodná pro instalaci FVE

FVE je navržena tak, že panely jsou umístěny na střeše na samozatěžovací konstrukci ve sklonu 10° a přitíženy betonovými bloky viz. obrázek č.7. Kabely na střeše budou vedeny v oceloplechových kabelových žlabech typu Mars po střeše budovy a zakončených v jednotlivých střídačích SFVE, které jsou umístěny také na střeše objektu.

Připojení již vyrobeného střídavého proudu z měničů bude vedeno zvlášť v oceloplechovém kabelovém žlabu AC kabelem Cyky-J (který bude zároveň sloužit i jako napájení střídače) do rozvaděče RO.3.



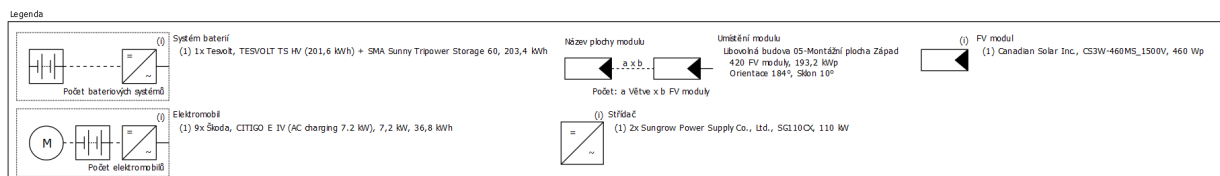
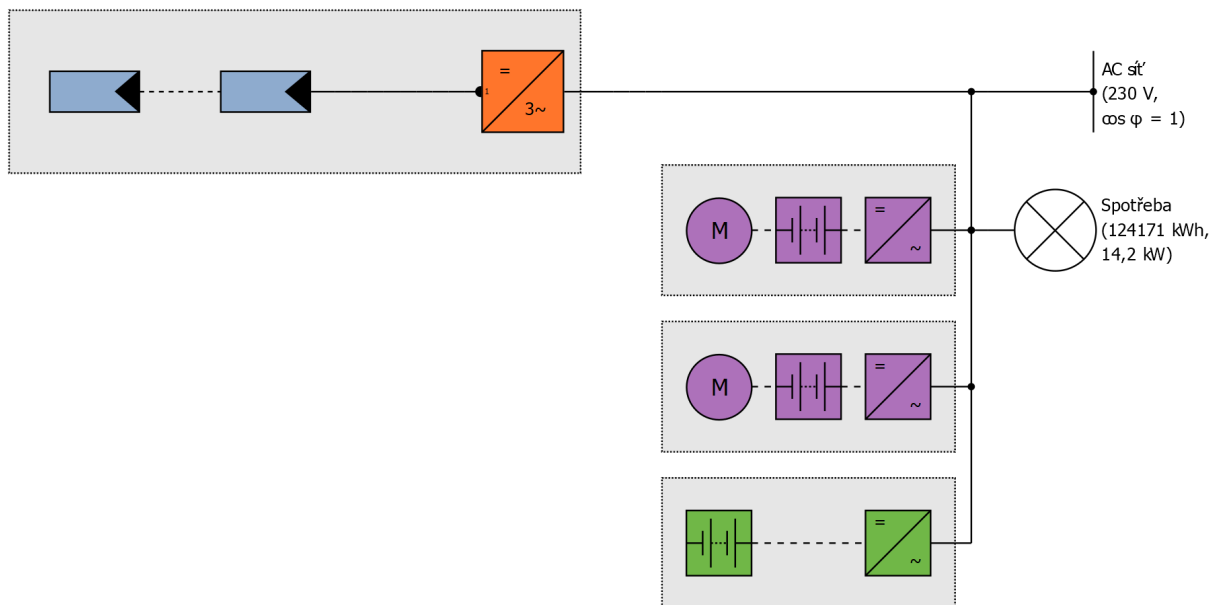
Obrázek 7 – ukázka FVE s použitím samozatěžovací konstrukce na střešní konstrukci

Celkový instalovaný výkon

3D, FV zařízení připojené do sítě s elektrickými spotřebiči

Na obrázku č.8 je znázorněno orientační schéma zapojení. A jsou zde vypsány základní informace o systému.

Instalovaný výkon	193,2 kWp
Plocha FV modulů	927,9 m ²
Počet FV modulů	420
Počet měničů	6
Počet bateriových systémů	1
Počet dobíjecích stanic	18

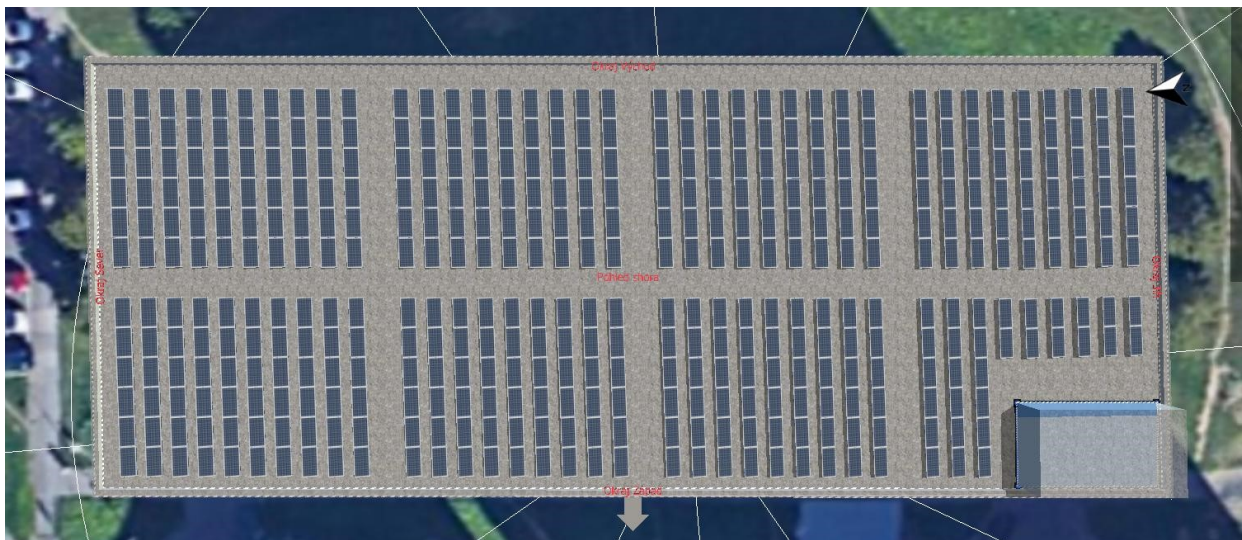


Obrázek 8 – Schéma zapojení

Rozmístění FV modulů a jejich technické informace

Na elektrárně je instalováno 420 modulů od Canadian Solar ve sklonu 10° a umístěných na stojácích. Ukázka rozmístění modulů je na obrázcích č.9 a 10. V tabulkách č.7 a 8 jsou zaznamenány jejich technické a elektrické parametry a na obrázku č.11 je ukázán instalovaný modul.

Jméno	Parkovací dům
FV moduly	420 x CS3W-460MS_1500V (v2)
Výrobce	Canadian Solar Inc.
Sklon	10 °
Orientace	Jih 184 °
Situace při vestavbě	Montáž na stojanech na střeše
Plocha FV modulů	927,9 m ²



Obrázek 9 – Rozmístění modulů – pohled shora



Obrázek 10 – Rozmístění modulů – jih

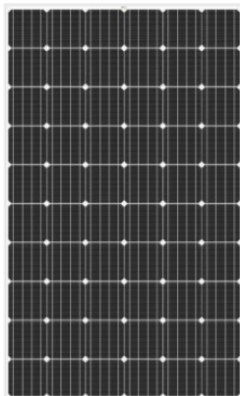
Tab.7 – Technické parametry použitých modulů

Výrobce:	Canadian Solar
Typ:	CS3W-460MS
Rozměry:	2108 mm x 1048 mm x 35 mm
Hmotnost:	24,3 kg

Tab.8 – Elektrické parametry použitých modulů

Výkon v bodě max. výkonu (PMP)	460 W
Provozní napětí (Ump)	41,5 V
Napětí naprázdno (UOC)	49,5 V
Proud nakrátko (ISC)	11,72 A
Provozní proud (IMP)	11,09 A
Účinnost modulu (hM)	20,8 %
Teplotní koeficient (ISC)	0,05 %/°C
Teplotní koeficient (UOC)	-0,26 %/°C
Teplotní koeficient (PMPP)	-0,34 %/°C

(standardní testovací podmínky 25 °C, 1000 W/m², spektrum AM 1,5g)



Obrázek 11 – Instalovaný modul CS3W-460MS

Návrh střídače

Výpočet napětí při -25 °C a při 45 °C

$$U_{OC} (-25\text{ °C}) = 49,50 - (-25 \times (49,50 / 100 \times 0,26)) = 52,72\text{ V}$$

$$U_{MPP} (-25\text{ °C}) = 41,5 - (-25 \times (41,5 / 100 \times 0,26)) = 44,20\text{ V}$$

$$U_{MPP} (45\text{ °C}) = 41,5 - (45 \times (41,5 / 100 \times 0,26)) = 36,64\text{ V}$$

Výpočet počtu panelů v jedné řadě:

$$N_{\text{panel,max}} = U_{DC,max} / U_{OC} (-25\text{ °C}) = 1000 / 52,72 = 18,97$$

$$N_{\text{panel,max}} = U_{MPP\text{ FV NAHOŘE}} / U_{MPP} (-25\text{ °C}) = 800 / 44,20 = 18,10$$

$$N_{\text{panel,min}} = U_{MPP\text{ FV DOLE}} / U_{MPP} (45\text{ °C}) = 240 / 36,64 = 6,55$$

K dodržení napěťového okna MPPT měniče musí být za sebou zapojeny nejméně 7 a maximálně 18 panelů. Při použití 19 panelů v řadě by při nízkých teplotách mohlo dojít k překročení napěťového okna MPPT měniče.

Kontrola počtu panelů, jejich přizpůsobení síťovému měniči:

$$U_{MPP} (-25\text{ °C}) = 18\text{ panelů} \times 44,20\text{ V} = 795,6\text{ V} < U_{MPP\text{ FV NAHOŘE}} = 800\text{ V}$$

$$U_{MPP} (45\text{ °C}) = 7\text{ panelů} \times 36,64\text{ V} = 256,48\text{ V} > U_{MPP\text{ FV DOLE}} = 240\text{ V}$$

$$U_{OC} (-25\text{ °C}) = 18\text{ panelů} \times 52,72\text{ V} = 948,96\text{ V} < U_{DC,MAX} = 1000\text{ V}$$

$$I_{MPP} (25\text{ °C}) = 2\text{ string} \times 11,72\text{ A} = 23,44\text{ A} < I_{DC,MAX} = 33,0\text{ A}$$

Navržené zapojení 36 ks FV modulů ve dvou řetězcích po 18 modulech je se zvoleným měničem realizovatelné. Vyhovuje regulačnímu rozsahu MPPT síťového střídače, maximálnímu vstupnímu stejnosměrnému napětí i maximálnímu vstupnímu proudu.

Daný střídač má 2 sledovače bodu maximálního výkonu MPP. Kde ke každému MPP sledovači, jsou připojeny 2 stringy s 18 sériově propojenými moduly

Konfigurace střídače SFVE1

Umístění modulu	Střecha parkovacího domu
Střídač SFVE 1	
Model	Sunny Tripower 15000 TL
Výrobce	SMA Solar Technology
Počet	1
Propojení stringů	MPP 1: 2 x 18 MPP 2: 2 x 18

Prognóza energetických výnosů a vlastní spotřeba

V následujících výstupech z programu je zobrazeno energetický výnos systému, přetoky zpět do sítě, množství energie uložené v baterii, množství energie dodané pro dobíjení elektromobilů.

FV zařízení

Instalovaný výkon	193,2 kWp
Spec. Roční výnos	816,78 kWh/kWp
Stupeň využití zařízení (PR)	75,5 %
Snížení výnosu zastíněním	20,1 %/Rok
Energetický výnos FVS (AC síť)	
Vlastní spotřeba	80 419 kWh/Rok
Přetoky do sítě	33 329 kWh/Rok
Ztráta energie omezením přetoků do sítě	0 kWh/Rok
Dodávka/napájení sítě	44 071 kWh/Rok
Podíl vlastní spotřeby	
Snížení emisí CO ₂	134 859 kg/rok

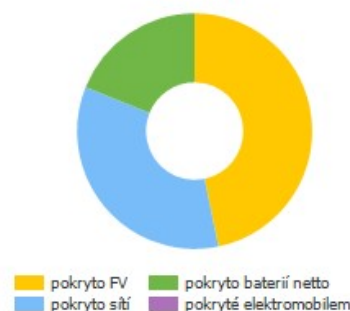
Energetický výnos FVS (AC síť)



Celková spotřeba

Celková spotřeba	124 171 kWh/Rok
Spotřeba v provozní pohotovosti (Střídač)	18 kWh/Rok
Nabíjení elektromobilu	47 858 kWh/Rok
Celková spotřeba, včetně vlastní spotřeby	
pokryto FV	80 419 kWh/Rok
pokryto sítí	59 083 kWh/Rok
pokryto baterií netto	32 544 kWh/Rok
pokryté elektromobilem	0 kWh/Rok
Podíl pokrytí solární energií	
	65,7 %

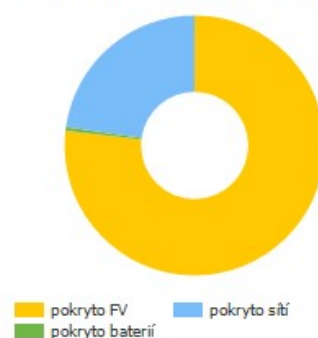
Celková spotřeba, včetně vlastní spotřeby



Elektromobil

Dobití na začátku	626 kWh
Nabíjení elektromobilu (Celkem)	
pokryto FV	36 764 kWh/Rok
pokryto baterií	209 kWh/Rok
pokryto sítí	10 885 kWh/Rok
Vybití elektromobilu k pokrytí spotřeby	0 kWh/Rok
Ztráty nabíjením/vybíjením	2 760 kWh/Rok
Ztráty v baterii	5 701 kWh/Rok
Spotřeba dle ujetých kilometrů	
Roční nájezd	310250 km/Rok
z toho solární roční nájezd elektromobilu	239689 km/Rok

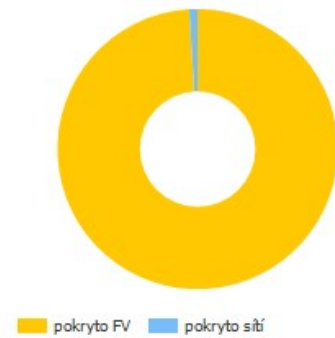
Nabíjení elektromobilu (Celkem)



System baterie

Dobití na začátku	203 kWh
Přetoky do sítě (Celkem)	33 651 kWh/Rok
pokryto FV	33 329 kWh/Rok
pokryto sítí	322 kWh/Rok
Energie baterie k pokrytí spotřeby	32 866 kWh/Rok
Nabíjení elektromobilu	209 kWh/Rok
Spotřeba	32 657 kWh/Rok
Ztráty nabíjením/vybíjením	1 229 kWh/Rok
Ztráty v baterii	-240 kWh/Rok
Cyklické zatížení	3,8 %
Životnost	>20 Roky

Přetoky do sítě (Celkem)

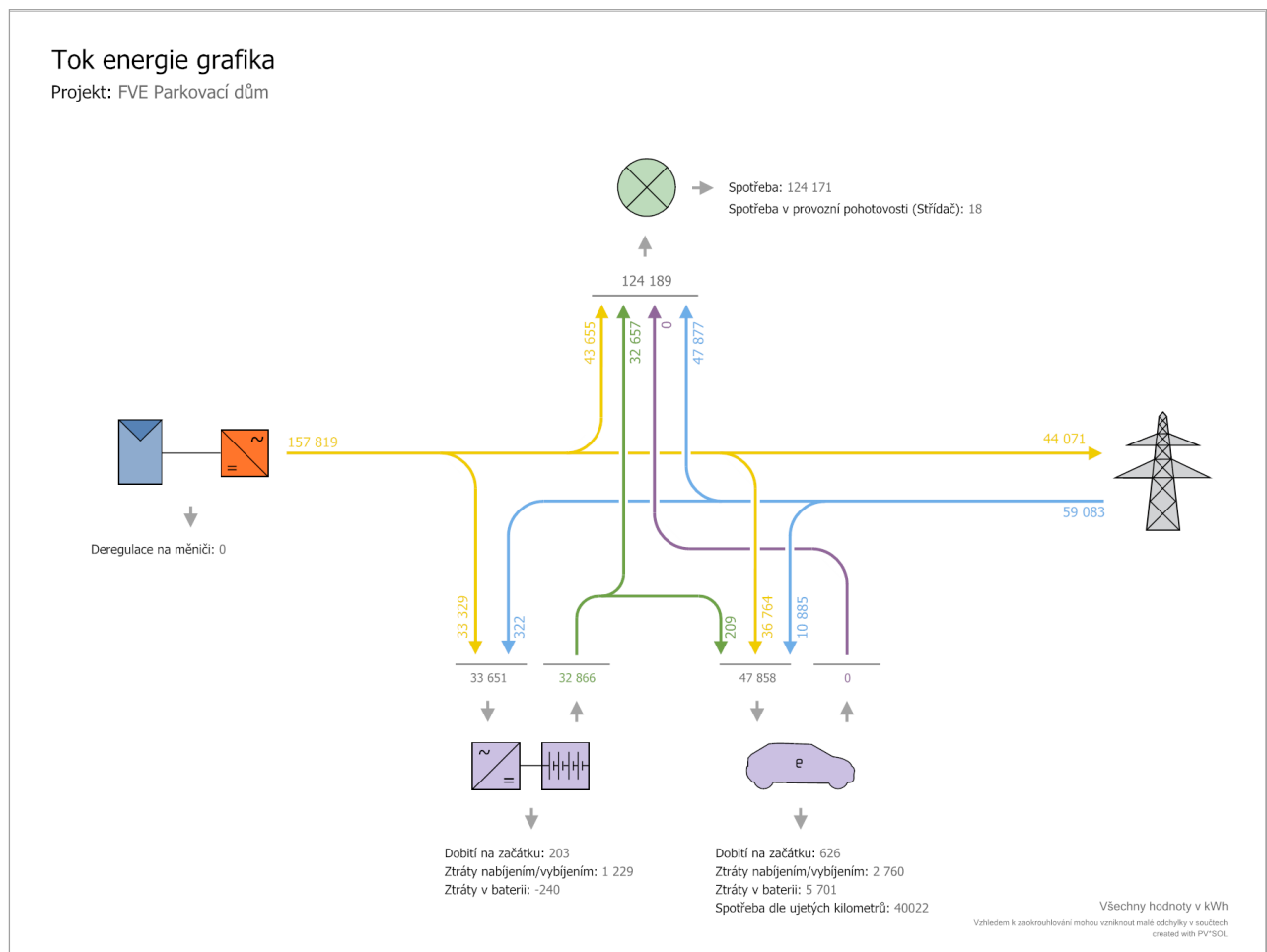


Graf toků elektrické energie a využitelnost FV zařízení v objektu

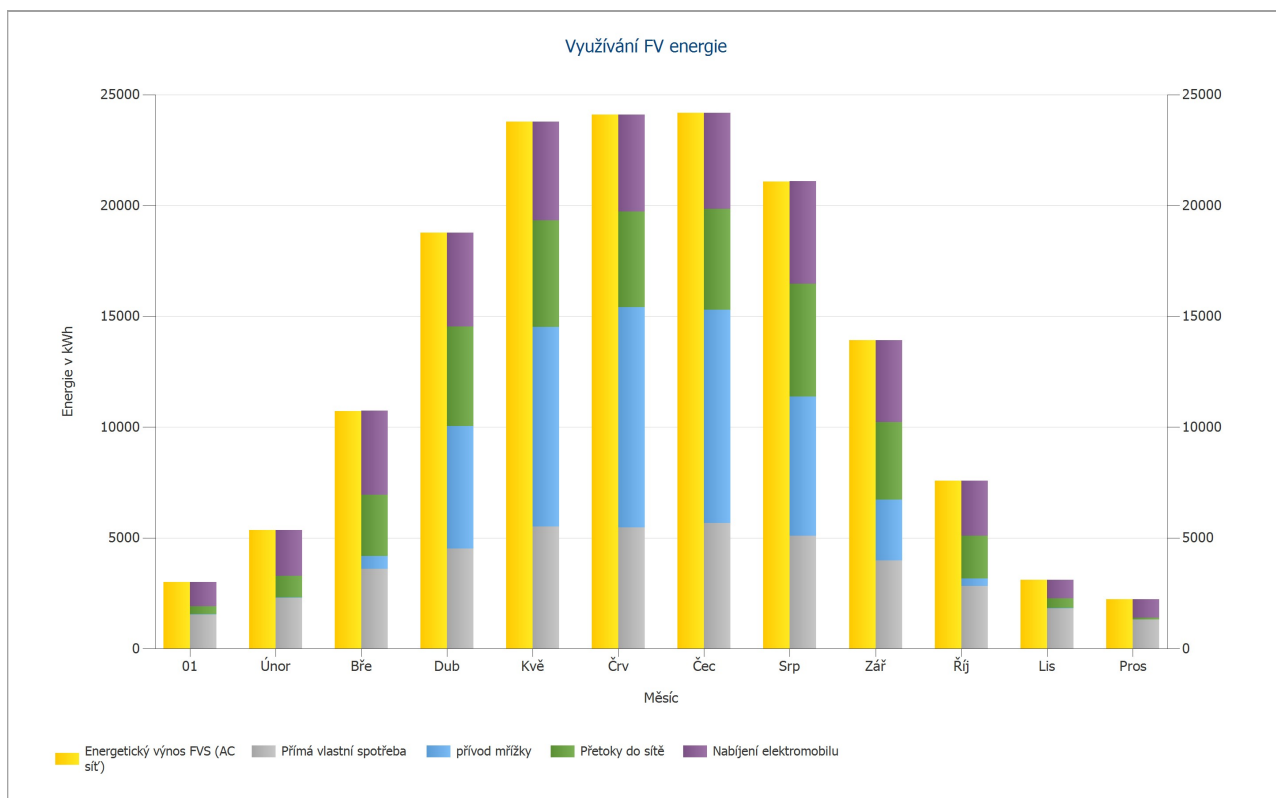
Na obrázku č.12 je vyobrazen tok energií, tzv. Sankeyův diagram, který je velmi přehledný. Je z něj patrné že daný systém vyrobí 157,8 MWh el. energie, z toho 33,3 MWh se ukládá do bateriového úložiště, 36,7 MWh si odebírají dobíjecí stanice, 43,6 MWh se odebírá pro spotřebiče a 44,0 MWh je přetok do sítě. Systém není energeticky soběstačný, tak musí odebírat z veřejné sítě 59 MWh.

Na obrázku č.13 je využití FV energie, ve kterém je zobrazeno kolik FV energie je v každém měsíci využito pro spotřebu, pro uložení do baterie, dodání pro dobíjecí stanice a pro přetok zpět do sítě.

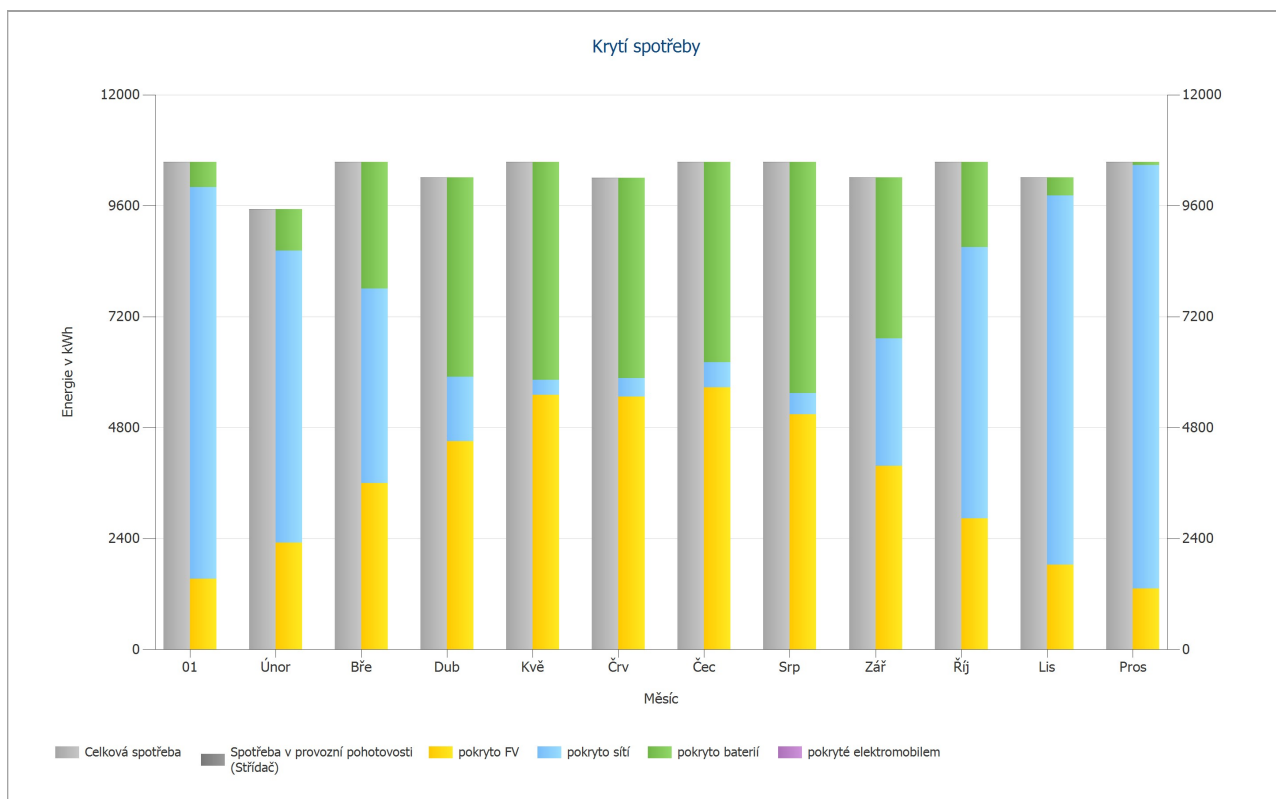
Na obrázku č.14 je krytí spotřeby pro každý měsíc.



Obrázek 12 – Graf toku energie



Obrázek 13 – Využití FV energie



Obrázek 14 – Krytí spotřeby

Rámcový rozpočet investice

V tabulce č. 9 jsou uvedeny orientační náklady na fotovoltaickou elektrárnu pro parkovací dům.

Tab.9 – Náklady na fotovoltaickou elektrárnu

Název položky	MJ	Množství	Cena / MJ	Celkem
Přípravné činnosti – stavební povolení	soubor	1	120 000,00	120 000,00
Technologie FVE – FV moduly, střídače, konstrukce kabeláž	soubor	1	5 120 000,00	5 120 000,00
Práce a instalace – elektro práce, IT a SW parametrizace, dispečerské řízení	soubor	1	350 000,00	350 000,00
Ostatní náklady – Doprava, zařízení staveniště, skladování, ubytování, likvidace odpadu	soubor	1	150 000,00	150 000,00
Dotací management	soubor	1	45 000,00	45 000,00
CELKEM:				5 785 000,00

Hodnocení projektu – energetické úspory

V tabulce č. 10 je stanovena doba návratnosti dané FVE jak s dotacemi, tak bez dotací.

Tab.10 – Vyhodnocení návratnosti FVE

Parametry	Hodnoty parametrů	
Předpokládaná meziroční výroba (kWh)	157 819	
Vlastní spotřeba + uložení v baterii (kWh/rok)	113 748	
Přetok zpět do sítě (kWh/rok)	44 071	
Úspora CO2 celkem t / rok	134,9	
Cena silové složky elektřiny 2022 (Kč/MWh)	3 100	
Cena výkupu energie obchodníkem (Kč/kWh)	0,70	
	Investice bez dotace	Investice s dotací
Výše investice (Kč)	5 785 000,00	5 785 000,00
Dotace (Kč)	0	3 653 000,00
Výše investice – netto (Kč)	5 428 000,00	2 132 000,00
Roční úspora za energie (Kč)	382 000,00	382 000,00
Prostá doba návratnosti investice (roky)	14,2	5,6

Pro výpočet úspor emisí CO2 byl použit emisní faktor pro elektřinu dle aktuálně platné vyhlášky č. 140/2021.

Závěr

Z technického hlediska je na střeše realizovatelná instalace FVE o výkonu 193,2 kWp.

Realizace FVE dává ekonomický smysl. Investice ve výši **5 785 000,00 Kč** doplněná dotací ve výši **3 653 000,00 Kč** má návratnost již za **5,6 let**.

Dobíjecí stanice

Pro návrh dobíjecích stanic pro parkovací dům je použit software Monte Carlo.

Charakteristika softwaru Monte Carlo

Monte Carlo je simulační software pro určení potřeby elektrické energie při dobíjení elektrovozidla. Monte Carlo využívá stochastickou metodu algoritmů pro simulaci příkladů využívajících pseudonáhodná čísla. Úkolem simulace je stanovení střední hodnoty veličiny pomocí náhodného děje.

Vstupní parametry

Vstupní hodnoty pro program jsou následující:

- dojezd
- kapacita akumulátoru
- počet nabíjených vozů
- čas dobíjení
- výkon elektrovozidla

Výstupní parametry

Výstupní hodnoty z program jsou:

- spotřeba elektrické energie

Odkaz na stažení použitého softwaru

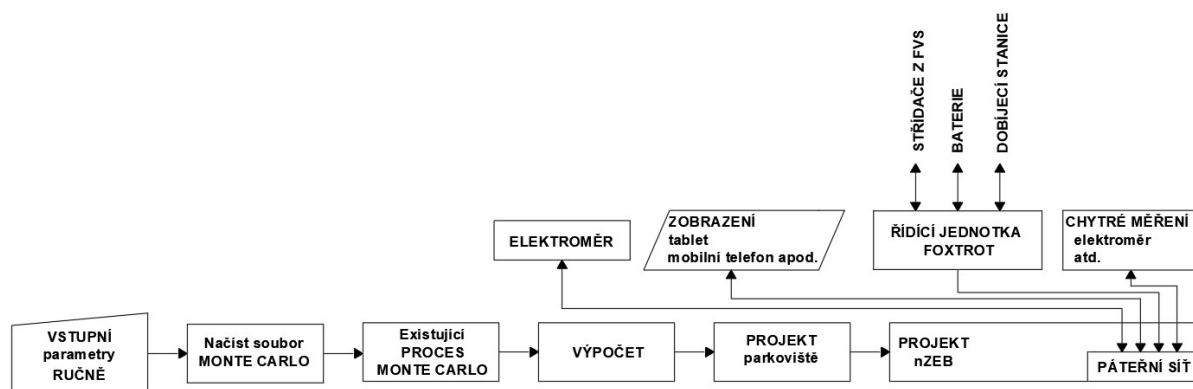
<https://www.palisade.com/risk/>

Cena použitého softwaru

1 licence na 1 rok = 37 960 Kč

Schéma návrhu dobíjecích stanic

Na obrázku č.15 je znázorněn řetězec postupných kroků pro návrh dobíjecích stanic v softwaru. Návrh, dobíjecích stanic nekončí návrhem v softwaru, ale je potřeba dobíjecí stanice řídit.



Obr.15 Schéma návrhu dobíjecích stanic

Návrh dobíjecích stanic pro parkovací dům

Při návrhu dobíjecích stanic se vychází z předpokladu, že na 10 parkovacích míst připadá 1 dobíjecí stanice (tento požadavek je dle vyhlášky č. 268/2009 Sb.). A přiřazení dobíjecích stanic ke konkrétním podlažím je uvedeno v tabulkách č.11 a č.12.

Tab.11 Počet stání a dobíjecích stanic

Podlaží	Počet parkovacích stání	Počet dobíjecích stanic
1.PP	61	6
1.NP	56	6
2.NP	56	6
Σ	173	18

Tab.12 Přidělení dobíjecích stanic

Podlaží	Přidělení dobíjecích stanic
1.PP	DS0.1, DS0.2, DS0.3, DS0.4, DS0.5, DS0.6
1.NP	DS1.1, DS1.2, DS1.3, DS1.4, DS1.5, DS1.6
2.NP	DS2.1, DS2.2, DS2.3, DS2.4, DS2.5, DS2.6

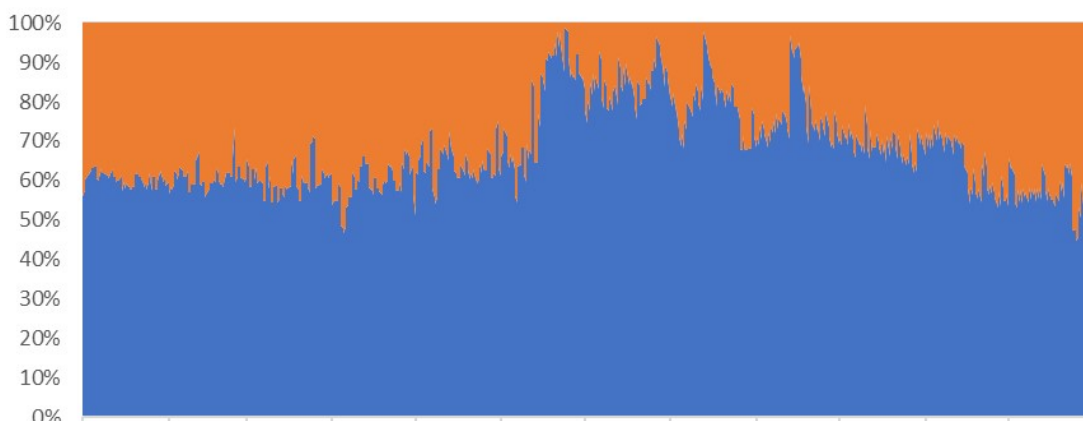
Předpoklady pro návrh dobíjení

Důležitým faktorem je typ auta a jím podporované AC dobíjení. Dále je nutné zohledňovat maximální dobíjecí proud. Pro návrh se počítalo s využitím parametrů elektrovozidla Škoda Citigo iv, jehož parametry jsou následující.

- baterie: 36,8 kWh
- dobíjecí výkon: 7,2 kW
- doba dobíjení: 5,1 hod
- doba dobíjení s regulovaným výkonem (2,88 kW): 12,8 h

Dobíjecí proud je před regulací 1x32 A (7,2 kW) a předpokladem regulace je 1x13 A (2,88 kW) Díky komunikaci řídicího systému s nabíječkou ve vozidle je možno daný dobíjecí proud v čase dynamicky řídit. Automatického řízení dobíjení celého parkoviště spočívá v plném využití možnosti dodávky energie do objektu dané maximálním celkovým proudem a sjednaným 1/4 hodinovým maximem na jedné straně a základním odběrem celého objektu, který má absolutní prioritu a který je v čase proměnný. Jinými slovy systém garantuje, že se v žádném případě po připojení libovolného počtu elektromobilů nepřekročí 1/4 hodinové maximum odběrného místa.

Princip regulace je znázorněn na obrázku č.16, kde oranžová plocha ukazuje potenciální prostor pro využití na dobíjení. Ta se v čase mění, a proto se mění i dobíjecí výkon jednotlivých dobíjecích míst. V případě dosažení 100% hodnoty 1/4 hodinového maxima dojde k úplnému vypnutí dobíjení.



Obr.16 Princip regulace mezi objektem a dobíjecími stanicemi

AC dobíjecí stanice

Parkovací dům funguje na AC dobíjecích stanicích v provedení single o dobíjecím výkonu až 22 kW. Dobíjecí stanice jsou řízené systémem Foxtrot určeným pro regulaci a správu dobíjecích stanic. Dobíjecí stanice je silově připojena na elektrický rozvod TN-S kabelem CYKY 5x10 mm² (nebo adekvátně dimenzovaným průřezem na 1x32 A a příslušnou délkou kabelu) pro variantu single. Dále je dobíjecí stanice připojena na CIB sběrnici, která slouží pro vlastní komunikaci s řídicí jednotkou. Dobíjecí stanice disponuje jističem char. B a proudových chráničem typu B určeným pro využití v e-mobilitě. Samotné napojení dobíjecí infrastruktury bude řešeno napájením z veřejné trafostanice.

Předpokládané využívání dobíjecích stanic

Jako předpoklad pro simulaci spotřeby dobíjecích stanic, je nutné si stanovit, jak budou dobíjecí stanice využívány. V daném případě bude každá dobíjecí stanice, obsazena v nočních hodinách 1 vozem (20:00-6:00) a to především obyvateli obytných objektů a během dne (6:00-20:00) se na každé dobíjecí stanici bude dobíjet dvakrát. Díky tomu to předpokladu můžeme přistoupit k simulaci a to tak, že je potřeba metodou Monte Carlo nasimulovat spotřebu dobíjecích stanic.

Výpočet teoretické spotřeby dobíjecích stanic

X - počet dobíjecích stanic pro daný blok

Y - hodnota plně vybitého akumulátoru (kapacita akumulátoru uvažovaného automobilu je 36,8 kWh)

Z - počet aut které se během dne vystřídají u jedné nabíjecí stanice

Z' - počet aut které se během noci vystřídají u jedné nabíjecí stanice

O – počet dnů

$$P = [X \cdot (Y \cdot Z + Y \cdot Z')] \cdot O = [18 \cdot (36,8 \cdot 2 + 36,8 \cdot 1)] \cdot 365$$

$$P = 725\,328 \text{ kWh}$$

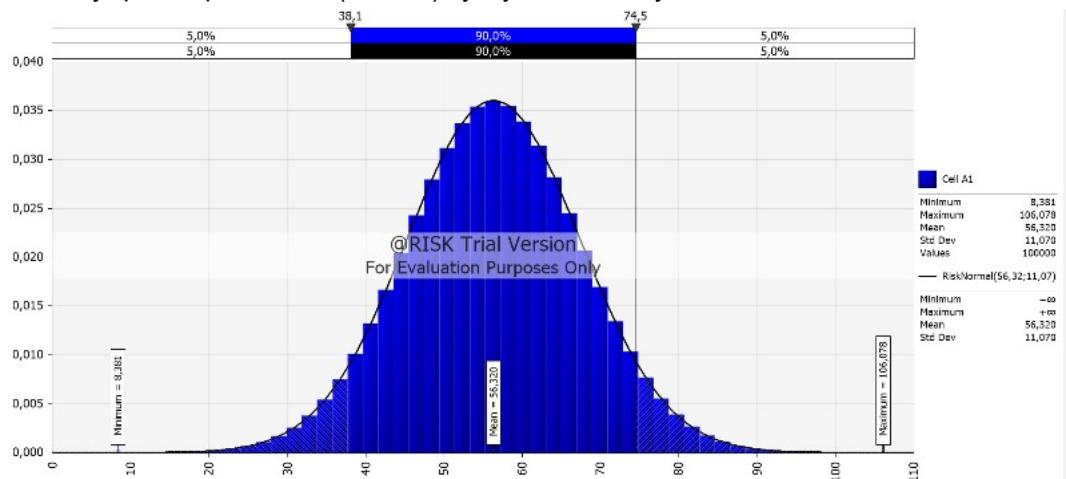
Stanovení simulované spotřeby dobíjecích stanic

Grafy ze simulace zobrazují uspořádanou množinu výsledků se znázorněním četností výsledků v určitých rozsazích. Z grafů můžeme odečítat:

- minimum
- maximum
- průměrnou hodnotu
- počet simulací

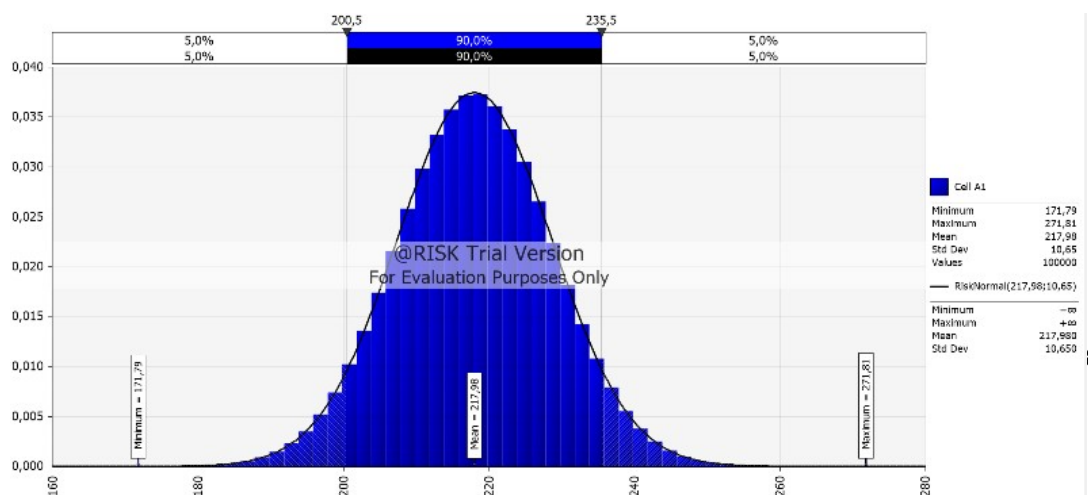
Zobrazení v grafu:

- Dolní vodorovná osa ukazuje množství spotřebované energie pro dobítí
- Horní vodorovná osa ukazuje rozdělení výsledků na spodních 5%, horních 5% a mezilehlou oblast, v níž se nachází 90% výsledků
- Levá svislá osa ukazuje pravděpodobnost (četnost) výskytu daného výsledku



Obr.17 Simulovaná spotřeba dobíjecích stanic přes noc

Na obrázku č. 17 je znázorněna spotřeba elektrické energie, kterou dobíjecí stanice vyprodukují v nočních hodinách při dobíjení EV. Z obrázku je patrné, že dobíjecí stanice budou na nabití všech EV během nočních hodin potřebovat v 90% případech elektrickou energii v rozmezí od 38,1 kWh do 74,5 kWh. Pro simulaci bylo generováno 18 EV.



Obr.18 Simulovaná spotřeba dobíjecích stanic přes den

Na obrázku č.18 je znázorněna spotřeba elektrické energie, kterou dobíjecí stanice vyprodukují v denních hodinách při dobíjení EV. Z obrázku je patrné, že dobíjecí stanice budou na nabití všech EV během denních hodin potřebovat v 90% případech elektrickou energii v rozmezí od 200,5 kWh do 235,5 kWh. Pro simulaci bylo generováno 36 EV.

Výsledek simulace

Pokud bychom nevyužili simulaci Monte Carlo a počítali teoretickou spotřebu elektrické energie dobíjecích stanic tak, že spotřeba je rovna celkovému počtu plně vybitých akumulátorů ve vozidlech vynásobených četností návštěv automobilů během sledovaného období, tedy 1x v případě nočních hodin a v průběhu denních hodin 2x, došli bychom ke spotřebám zobrazených v tabulce č. 13.

Poslední sloupec tabulky č.13 ukazuje, jak velkých úspor bylo dosaženo použitím metody Monte Carlo. Úspora je počítána jako: $Y = 1 - B/A$, kde B je simulovaná spotřeba dobíjecích stanic a A je teoretická spotřeba dobíjecích stanic. Velikost úspory je přímo úměrná počtu dobíjených automobilů. Při denním režimu, kdy se na každém nabíjecím místě vystřídají dvě elektrická vozidla, tak díky simulaci je spotřeba snížena o 82,2 % oproti teoretické spotřebě. A při nočním režimu, kdy se na každém nabíjecím místě vystřídá jedno elektrické vozidlo, tak díky simulaci je spotřeba snížena o 88,8 % oproti teoretické spotřebě.

Tab. 13 Simulovaná a teoretická spotřeba dobíjecích stanic za 1 den

Oblast	Simulovaná spotřeba dobíjecích stanic [kWh]	Teoretická spotřeba dobíjecích stanic [kWh]	Úspora
Den	235,5	1 324,8	82,2 %
Noc	74,5	662,4	88,8 %
Celkem	310,0	1 987,2	84,4 %

Tab. 14 Simulovaná a teoretická spotřeba dobíjecích stanic za rok

Oblast	Simulovaná spotřeba dobíjecích stanic [kWh]	Teoretická spotřeba dobíjecích stanic [kWh]	Úspora
Den	85 957,5	483 552	82,2 %
Noc	27 192,5	241 776	88,7 %
Celkem	113 150,0	725 328	84,4 %

Umístění dobíjecích stanic

Pro daný parkovací dům jsou použity dobíjecí stanice typu wallbox, umístěné na stěně. Wallbox bude mít k sobě připojen napájecí kabel typu 2. Na obrázku č.19 je ukázáno umístění wallboxů, které bude použito i pro tento objekt.



Obr.19 Umístění wallboxů

Vybavení dobíjecích stanic

V rámci regulace jsou všechny wallboxy na každém podlaží propojeny sběrnicí CIB. Každá větev CIB sběrnice je dimenzována na 32 ks dobíjecích wallboxů.

Dobíjecí stanice jsou standardně vybaveny:

- jištěním 1x32 A
- proudovým chráničem typu B,
- elektroměrem,
- RFID čtečkou,
- dobíjecím kabelem typu 2
- řídicím modulem C-EV-0302M

Monitoring spotřeby

V rámci řídicího systému je možno evidovat spotřebu na jednotlivých dobíječkách. Každý wallbox je vybaven elektroměrem, který je systémem dálkově odečítán. Jednotlivým řidičům je možno přidělit RFID karty a tím zajistit rozúčtování. Systém pak také umožňuje generovat měsíční sestavy spotřeb.

V rámci 1/4 hodinového maxima pak systém umožňuje plnou informovanost o průběhu spotřeby v 15-ti minutových intervalech pro jednotlivé části elektroinstalace samostatně – elektromobilita, FVE, osvětlení.

Rámcový rozpočet investice

V tabulce č. 15 jsou uvedeny orientační náklady na instalaci dobíjecích stanic.

Tab.15 – Náklady na dobíjecí stanice

Název položky	MJ	Množství	Cena / MJ	Celkem
Wallbox - 1x22 kW, Smart provedení, 5 m, RFID, chranič Typu B, kabel T2	ks	18	50 000,00	900 000,00
Systém regulace a dohledu – HW – Technologie a instalace	soubor	1	300 000,00	300 000,00
Systém regulace a dohledu – SW – Regulační algoritmus, MaR, správa RFID, rozúčtování	soubor	1	135 000,00	135 000,00
Projektová dokumentace	soubor	1	150 000,00	150 000,00
CELKEM:				1 485 000,00

Energetická analýza

Pro návrh energetické analýzy pro parkovací dům je použit software DesignBuilder.

Charakteristika softwaru DesignBuilder

DesignBuilder je simulační program energetickou analýzu budov. Daný program nabízí sadu nástrojů pro integraci mechanických systémů, různé scénáře pro HVAC systémy a ovladače (EnergyPlus, LEED,

ASHRAE 90.1), fasády, osvětlení, obnovitelné technologie, vzduchové a vodní systémy, předefinované vzory HVAC, automatické změny velikosti nebo sestavy podle zón.

Vstupní parametry

- skladba stavebních konstrukcí
- obsazenost objektu
- samotný objekt
- orientace ke světovým stranám
- zvolený TZB systém

Výstupní parametry

- spotřeby jednotlivých systémů – vytápění
 - chlazení
 - příprava teplé vody
 - větrání
 - osvětlení
- stanovení vnitřních teplot
- grafická znázornění

Odkaz na stažení použitého softwaru

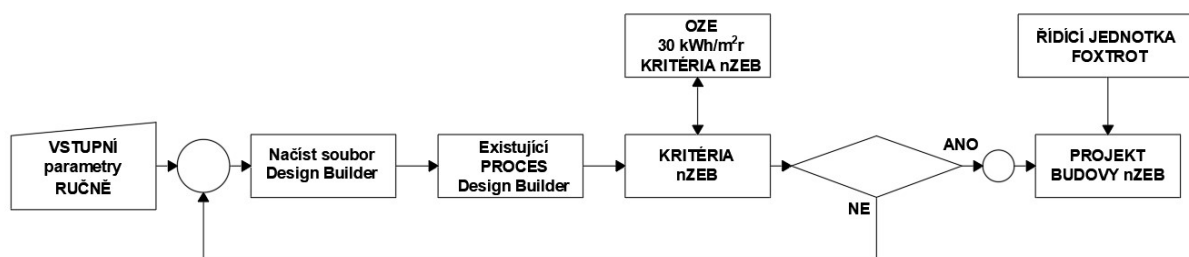
<https://designbuilder.co.uk/>

Cena použitého softwaru

1 licence na 1 rok = 30 860 – 76 530 Kč

Schéma návrhu energetické analýzy

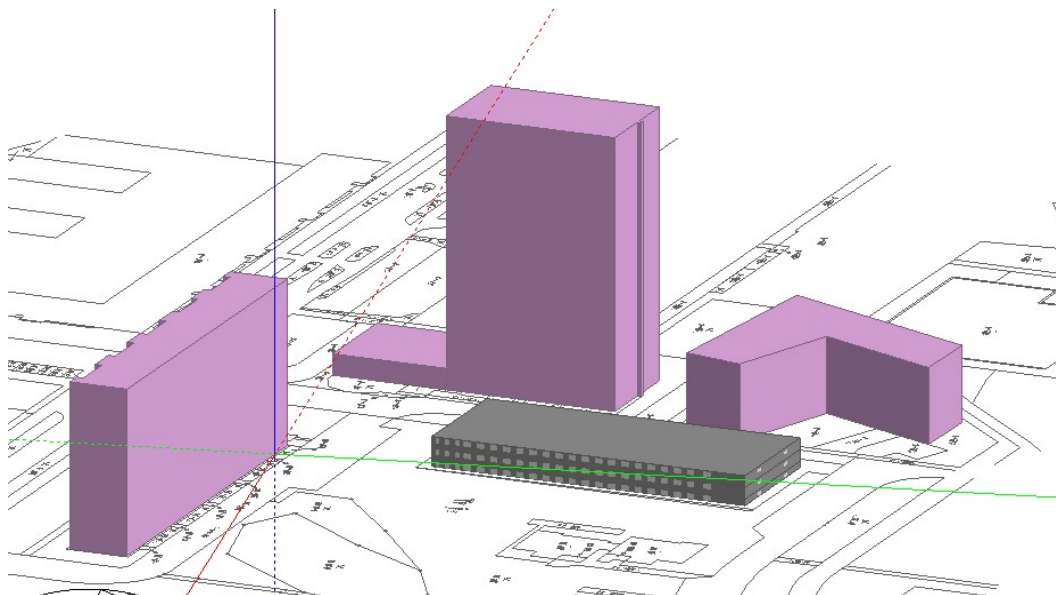
Na obrázku č.20 je zobrazený schématický návrh budovy v softwaru DesignBuilder.



Obr.20 Schéma návrhu v DesignBuilderu

Model budovy vytvořený v DesignBuilderu

Na obrázku č.21 je zobrazený model parkovacího domu vytvořený v softwaru DesignBuilder.



Obr.21 Vymodelovaný dům v DesignBuilderu

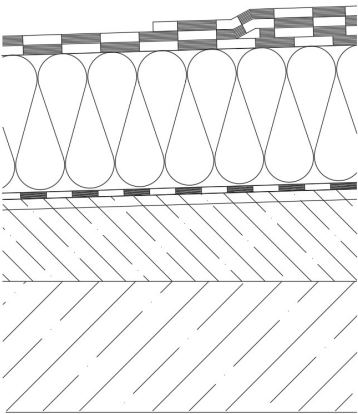
Skladby konstrukcí

V tabulkách č.16,17,18 jsou uvedeny skladby jednotlivých konstrukcí po zateplení. V tabulce č.19 je srovnání jejich součinitelů prostupů tepla s doporučenými hodnotami.

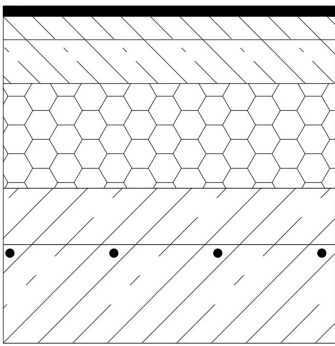
Tab. 16 Skladba obvodové stěny

<p>Schéma skladby</p>	
<p>Popis skladby</p>	<ul style="list-style-type: none"> - fasádní omítka; 15 mm - penetrační nátěr; 2 mm - tepelná izolace; 200 mm - lepidlo; 2 mm - svislá nosná konstrukce – žb; 200 mm - vnitřní omítka; 5 mm

Tab. 17 Skladba ploché střechy

Schéma skladby	
Popis skladby	<ul style="list-style-type: none"> - asfaltové pásy; 2x5 mm - tepelná izolace; 300 mm - hydroizolace; 0,1 mm - spádová vrstva – beton; min. 100 mm - nosná konstrukce – žb; 250 mm

Tab. 18 Skladba podlahy u zeminy

Schéma skladby	
Popis skladby	<ul style="list-style-type: none"> - nášlapná vrstva – beton; 50 mm - betonová mazanina; 50 mm - tepelná izolace; 50 mm - základová deska – žb; 50 mm

Tab. 19 Hodnoty součinitele prostupu tepla

	Stav před zateplením [W / m2.K]	Stav po zateplení [W / m2.K]	Doporučené hodnoty [W / m2.K]
Stěna	1,833	0,151	0,25
Střecha	2,740	0,109	0,16
Podlaha	2,049	0,128	0,30

Spotřeba energií

Softwarem se prováděla simulace jednotlivých spotřeb a to na celý rok, což je další z ukazatelů, zda se jedná o budovu s téměř nulovou spotřebou energie. Do simulovaných spotřeb energií byly zařazeny spotřeby za elektrickou energii, na vytápění a na technické systémy (osvětlení, pohon garážových vrat, dobíjecích stanic, zásuvkových obvodů). Hodnoty jsou zobrazeny v tab. č. 20 a 21.

Tab. 20 Spotřeba energií před zateplením

Tab. 21 Spotřeba energií po zateplení

Stav před zateplením (roční hodnoty)	Tech. systémy [kWh]	Vytápění [kWh]
Celkem:	124 171	277 809

Stav po zateplení (roční hodnoty)	Tech. systémy [kWh]	Vytápění [kWh]
Celkem:	124 171	55 563

Primární energie

Jako poslední ukazatel pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie je spotřeba primární energie za rok. Hodnoty, které vycházejí pro parkovací dům jsou zaznamenány v tabulkách č. 23 a 24, a pak se porovnají s požadavkem na primární energii. Porovnání je provedeno v tabulce č.25 a 26.

Pro objekt se používá jako energonositel elektrická energie, jejíž konverzní faktor je uveden v tabulce č.22.

Tab. 22 Hodnoty konverzních faktorů

Energonositel	Konverzní faktor f (faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie) [kWh/kWh]
Elektrická energie	2,6
Elektrická energie – fotovoltaická elektrárna	0,2

Tab. 23 Hodnoty spotřeby primární energie pro stav před zateplením

energie pro stav před zateplením

Položka	Roční spotřeba energie [kWh]	Konverzní faktor f [-]	Roční spotřeba primární energie [kWh]
	a	b	c = a . b
Vytápění	277 809	2,6	722 303,4
Elektrická energie – napájená FV	113 748	0,2	22 749,6
Elektrická energie – napájená ze sítě	59 083	2,6	153 615,8
Celkem	450 640	-	898 668,8

Tab. 24 Hodnoty spotřeby primární energie pro stav po zateplení

Položka	Roční spotřeba energie [kWh]	Konverzní faktor f [-]	Roční spotřeba primární energie [kWh]
	a	b	c = a . b
Vytápění	55 563	2,6	144 463,8
Elektrická energie – napájená FV	113 748	0,2	22 749,6
Elektrická energie – napájená ze sítě	59 083	2,6	153 615,8
Celkem	228 394	-	320 829,2

Porovnání primárních energií a pokrytí z OZE

V následujících tabulkách č. 20, 21 a 22 máme srovnání spotřeby primárních energií a pokrytí z obnovitelných zdrojů energie s hodnotami požadovanými.

Tab. 25 Spotřeby primárních energií a pokrytí z OZE pro stav před zateplením

Užitná plocha bloku [m ²]	Spotřeba primární energie za rok [kWh]	Spotřeba primární energie za rok [kWh / m ²]	Požadovaná spotřeba primární energie za rok [kWh / m ²]*	Stav	Vyrobená energie obnovitelným zdrojem	Pokrytí z OZE za rok [kWh / m ²]	Požadované pokrytí z OZE za rok [kWh / m ²]*	Stav
a	b	c = b / a			d	e = d/a		
6869,2	898668,8	130,8	85 - 100	Nevyhoví	157 819	22,9	45	Nevyhoví

Tab. 26 Spotřeby primárních energií a pokrytí z OZE pro stav po zateplení

Užitná plocha bloku [m ²]	Spotřeba primární energie za rok [kWh]	Spotřeba primární energie za rok [kWh / m ²]	Požadovaná spotřeba primární energie za rok [kWh / m ²]*	Stav	Vyrobená energie obnovitelným zdrojem	Pokrytí z OZE za rok [kWh / m ²]	Požadované pokrytí z OZE za rok [kWh / m ²]*	Stav
a	b	c = b / a			d	e = d/a		
6869,2	320829,2	46,7	85 - 100	Vyhoví	157 819	22,9	45	Nevyhoví

Tab. 27 Hodnoty požadované primární energie za rok a hodnoty pro požadované pokrytí z OZE za rok

Klimatické pásmo	Administrativní budovy		
	Čistá primární energie za rok [kWh / m ²]	Spotřeba primární energie za rok [kWh / m ²]	Pokrytí z OZE za rok [kWh / m ²]
středozevní	20–30	80–90	60
oceánské	40–50	85–100	45
kontinentální	40–55	85–100	45
severské	55–70	85–100	30

Řídicí systém

Představení systému pro danou budovu

Pro daný parkovací dům jsem použil inteligentní systém Tecomat Foxtrot od firmy TECO. Způsob zapojení je pomocí sběrnice CIB a jedná se centralizovaný způsob zapojení. Tento systém v tomto domě řídí osvětlení, dobíjecí stanice a fotovoltaickou elektrárnu na ploché střeše objektu.

Základní moduly

Hlavním srdcem systému jsou základní řídicí moduly CP-2005, které jsou umístěny v objektových rozvaděčích (v každém rozvaděči je umístěn tento modul, kromě rozvaděče RO.3). Ke každému řídicímu modulu je připojen napájecí zdroj HDR 60-24, který je oddělen od základních řídicích modulů modulem C-BS-0001M, který zabezpečuje napájení sběrnice CIB. Na základní modul se připojuje max. 32 dalších modulů, a proto je potřeba připojit další externí master moduly CF-2141, díky kterým můžeme připojit dalších 32 modulů, aby šlo připojit i vícero externích master modulů, tak se musí připojit komunikační modul SX-1162, který dokáže komunikovat jak se základními moduly, tak i s externími moduly, propojení a komunikace probíhá přes ethernetové rozhraní. Rozšiřující externí master moduly jsou pro daný dům v rozvaděčích v 1.NP a 2.NP, kde tyto externí master moduly připojují moduly v garážových kójkách, jejichž umístění je v podružných rozvaděčích garážových kójkách.

V každém podružném rozvaděči je umístěn modul C-AM-0600I sloužící pro připojení podružného elektroměru 9901M, který měří odebranou energii.

Osvětlení

Společné prostory v 1.PP, 1.NP a 2.NP osvětlují LED svítidla (společnými prostory rozumíme pojezdové plochy ke garážovým kójkám, v 1.PP garážová stání, schodiště a veškerá sociální zařízení). Svítidla jsou připojena a řízena přes modul C-DL-0064, který nepřipojuje pouze CIB sběrnici, ale i DALI sběrnici. A díky DALI sběrnici se dá připojit až 64 prvků (předřadníky, čidla pohybu, ...)

A svítidla v garážových kójkách již nejsou řízena pomocí DALI sběrnice, ale pomocí CIB sběrnice na kterou se připojuje modul C-LC-0202B. Přes tento modul se připojí svítidlo v garážové kójce a i jedno-násobné spínací tlačítko.

Dobíjecí stanice

V daném parkovacím domě je vybudováno 18 dobíjecích stanic s označením DS0.1 – DS0.6 v 1.PP, DS1.1 – DS1.6 v 1.NP a DS2.1 – DS2.6 v 2.NP. Kde pro každou dobíjecí stanici je připojen modul C-EV-0302M, který má za úkol řízení AC nabíjení elektromobilu z běžné rozvodné sítě. Pro řízení nabíjení využívá daný modul signály CP (CP signál se používá pro řízení nabíjecího proudu a také poskytuje zpětné informace o stavu nabíjení a připojení) a PP (PP signál využívá elektrovozidlo jako informaci o připojeném nabíjecím kabelu). Oba tyto signály jsou vyvedeny na konektor typu 2. Je zde také vyveden reléový výstup DO2, kterým se spíná stykač, který připojuje síťové napětí na nabíjecí kabel. Na modul je také připojen výstup pro snímání RFDI čtečky. Daný modul C-EV-0302M umožňuje nabíjení EV v závislosti na provozu ostatních elektrospotřebičů a výroby FVE, umožňuje také kdykoli nabíjení ukončit nebo přerušit. K dobíjecí stanici je instalován i elektroměr C-EM-0401M, který měří odběr elektromobilní infrastruktury. Měření probíhá v reálném čase. Na základě těchto údajů dochází k regulaci dobíjecích stanic tak, aby nebylo překročeno 1/4 hodinové maximum. Elektroměr vzorkuje 128 vzorků na periodu, vzorkování je řízeno měřenou frekvencí. Elektroměr měří a vyhodnocuje napěťové a proudové signály nepřetržitě bez přerušení, základní vyhodnocovací interval je 200 ms. V tomto intervalu je možno číst z elektroměru po sběrnici okamžité hodnoty činného výkonu (výroba, spotřeba).

Fotovoltaická elektrárna

Pro řízení vyrobené energie z FVE je využit modul CP-2091, který je umístěn v rozvaděči RO.3. Daný modul je připojen na sběrnici CIB. Pro monitoring a řízení střídačů se využívá modul SM2-MU od společnosti Solar Monitor, který všechny střídače propojuje přes sběrnici RS485. Tento modul musí být propojen s modulem CP-2091, aby docházelo k vzájemné komunikaci.

A v neposlední řadě je ke sběrnici připojen elektroměr C-EM-0300M, který poskytuje veškeré parametry odebrané i dodané energie.

Rámcový rozpočet investice

V tabulce č. 28 jsou uvedeny orientační náklady na řídicí systém pro parkovací dům.

Tab.28 – Náklady na řídicí systém

Název položky	MJ	Množství	Cena / MJ	Celkem
CP-2005	ks	4	18 550,00	74 200,00
SX-1162	ks	2	2 960,00	5 920,00
CF-2141	ks	8	3 890,00	31 120,00
C-DL-0064M	ks	8	8 620,00	68 960,00
HDR 60-24	ks	4	750,00	3 000,00
C-AM-0600I	ks	112	2 860,00	320 320,00
9901M	ks	112	938,00	105 056,00
C-BS-0001M	ks	4	930,00	3 720,00
C-EM-0300M	ks	1	4 340,00	4 340,00
CP-2091	ks	1	21 670,00	21 670,00
SM2-MU	ks	1	16 840,00	16 840,00
C-EV-0302M	ks	18	4 630,00	83 340,00
C-LC-0202B	ks	113	2 740,00	309 620,00
CELKEM:				1 048 106,00

Hromosvod a uzemnění

Výpočet rizika

Analýza rizika je metoda, podle které zjistíme, zda je stavba dostatečně chráněná nebo zda se budou muset provést další ochranná opatření. Princip spočívá v určení celkového rizika možných ztrát a porovnáním s maximální přípustnou hodnotou možných ztrát. Výpočet je v příloze č.8.

Údržba a revize

Revize

Revize LPS by měla být provedena odborníkem (specialistou) v ochraně před bleskem podle požadavků v článku E.7 dle ČSN EN 62305-3 ed.2.

LPS by měl být revidován při těchto příležitostech:

- během instalace LPS; obzvláště během instalace součástí, které jsou skryty ve stavbě a později budou nepřístupny;
- po dokončení instalace LPS
- v pravidelných termínech

Údržba

Program údržby by měl obsahovat následující ustanovení

- kontrolu všech vodičů LPS a součástí systému
- kontrolu elektrického propojení instalace LPS
- měření zemního odporu uzemňovací soustavy
- kontrolu SPD
- opětovné upevnění součástí a vodičů
- kontrolu, že nedošlo ke změně účinnosti LPS po rozšíření nebo změnách stavby nebo její instalace.

Použité materiály

Veškerý použitý instalační materiál bude splňovat: ČSN EN 62 305 - 1 ed.2.

Hromosvod

Objekt byl zařazen do třídy LPS III. Jímací soustava je navržena jako oddálená vůči jakékoliv vodivé části stavby.

Celkově bude realizováno 18 svodů. Jímací soustava bude tvořena drátem AlMgSi Ø8 mm na vyvýšených betonových (10 cm) podpěrách s PVC podložkou. Rozestupy podpěr budou v rozmezí 1 m. Jímací soustava bude doplněna o jímací tyče JT1,5 (1,5 m) a JT2,5 (2,5 m), které budou instalovány na betonové podpěru s PVC podložkou (s patřičnou hmotností pro danou větrovou oblast). Jímací vedení a jímače budou uloženy na atice. Atikový plech bude spojen s jímací soustavou. Spoje budou provedeny nerezovými svorkami.

Svody budou provedeny vodičem AlMgSi 8mm na podpěrách do zateplené fasády ke zkušební svorce (cca 3m nad zemí) a ze zkušební svorky bude napojen vodič s vysokonapětovou izolací (ochrana proti přímému dotyku) až do země. V zemi bude provedeno napojení na vývod z uzemnění (nerezovou svorkou opatřenou antikoročním nátěrem)

Nejvyšší přeskoková vzdálenost na střeše pro veškeré vodivé předměty je "s"= 0,31m – platí pro vzduch (pro pevné materiály pak 0,62m). V případě, že se bude nacházet jakýkoliv el. vodivý předmět (kabelová vedení, kovové prvky stavby, armování žb, ocelové prvky, záchytný systém, potrubí, stožáry pro anténu, veškeré TZB apod.) v menší vzdálenosti, než je "s" je nutné provést úpravu jímací soustavy.

Při instalaci vodiče s vysokonapětovou izolací, nutno postupovat dle montážních návodů.

V době realizace projektu jsou zakreslena jen ta zařízení, která byla projektantovi známa – v případě instalace nových zařízení (VZT, další fv moduly, apod.) je nutné jímací soustavu upravit, tak aby ochránila dané zařízení.

Svody jímací soustavy představují bezpečnostní riziko. Kromě možnosti přeskoku, které lze omezit dodržením bezpečné vzdálenosti, vzniká i možnost náhodného dotyku svodu a nebezpečného krokového napětí. Norma nevyžaduje speciální ochranná opatření k zabránění těmto dalším rizikům, je však doporučeno, aby svody v blízkosti vchodů do objektů, kovových zábradlí balkónů, byly opatřeny výstražnými cedulkami.

Uzemnění

Uzemnění bude tvořeno základovým zemničem s uspořádáním typu B. Tato zemnicí soustava je tvořena páskem FeZn 30/4, který bude uložen v podkladovém betonu základových pásů.

Pásky v betonu budou uloženy na podkladovém materiálu tak, aby byl obklopen 5 cm vrstvou betonu na všechny strany. Z tohoto uzemnění bude provedeno celkem 19 vývodů:

- 18 vývodů drátem FeZn Ø10 mm s PVC izolací na svody jímací soustavy
- 1 vývod páskem FeZn 30/4 obalený bužírkou na hlavní ochrannou svorku MET budovy

Vývody na svody jímací soustavy budou ukončeny ve zkušební svorce. Veškeré spoje pásků budou provedeny nerezovými svorkami. Hodnota uzemnění v místě MET bude max.2 Ω. V místech svodů je dostačující hodnota 10 Ω.

Hlavní a doplňující pospojování

Dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 bude u rozvaděče RE osazena hlavní ochranná svorka MET, ke které se připojí ochranné vodiče, uzemňovací přívody, vodivé vodovodní potrubí, kovové konstrukční části, konstrukční cizí vodivé části a přístupné konstrukční výtzuže betonu. V místech rozdělení soustav TNC a TNS bude provedeno hlavní pospojování. MET bude připojena samostatným vývodem na společnou uzemňovací soustavu plochým vodičem FeZn 30/4.

Pospojování v objektu bude provedeno dle charakteru a rozměru jednotlivých připojovaných hmot drátem CYY nebo Cu lankem.

Vodivé části přicházející do budovy zvenku, musí být pospojovány co nejbližší, jak je možné k jejich vstupu do budovy. V prostorech nebezpečných a zvláště nebezpečných bude provedeno doplňující pospojování vodičem CYY 6 mm² zelenožlutým dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 a v sociálních zařízeních dle ČSN 33 2000-7-701 ed2.

Závěr

Tento projekt je zpracován ve stupni dokumentace ke stavebnímu řízení. Projekt bude proveden dle platných zákonů a vyhlášek a podle předpisů ČSN platných v době návrhu.

V Praze, 05/ 2022

Seznam obrázků

- Obr. 1** Schéma napájení objektu
- Obr. 2** Schéma polohy trafostanice TS 3159
- Obr. 3** Schéma návrhu FVE
- Obr. 4** Ulice Olštýnská v Praze v Troji
- Obr. 5** Spotřeba objektu
- Obr. 6** Plocha střešní konstrukce – vhodná pro instalaci FVE
- Obr. 7** Ukázka FVE s použitím samozatěžovací konstrukce na střešní konstrukci
- Obr. 8** Schéma zapojení
- Obr. 9** Rozmístění modulů – pohled shora
- Obr. 10** Rozmístění modulů – jih
- Obr. 11** Instalovaný modul CS3W-460MS
- Obr. 12** Graf toku energie
- Obr. 13** Využití FV energie
- Obr. 14** Krytí spotřeby
- Obr. 15** Schéma návrhu dobíjecích stanic
- Obr. 16** Princip regulace mezi objektem a dobíjecími stanicemi
- Obr. 17** Simulovaná spotřeba dobíjecích stanic přes noc
- Obr. 18** Simulovaná spotřeba dobíjecích stanic přes den
- Obr. 19** Umístění wallboxů
- Obr. 20** Schéma návrhu v DesignBuilderu
- Obr. 21** Vymodelovaný dům v DesignBuilderu

Seznam tabulek

Tab. 1	Potřebné plochy
Tab. 2	Koeficientu zeleně pro daný objekt
Tab. 3	Počet parkovacích míst
Tab. 4	Počet parkovacích míst pro těžce pohybově postižené
Tab. 5	Náklady na svítidla pro parkovací dům
Tab. 6	Součinitele soudobosti
Tab. 7	Technické parametry použitých modulů
Tab. 8	Elektrické parametry použitých modulů
Tab. 9	Náklady na fotovoltaickou elektrárnu
Tab. 10	Vyhodnocení návratnosti FVE
Tab. 11	Počet stání a dobíjecích stanic
Tab. 12	Přidělení dobíjecích stanic
Tab. 13	Simulovaná a teoretická spotřeba dobíjecích stanic za 1 den
Tab. 14	Simulovaná a teoretická spotřeba dobíjecích stanic za rok
Tab. 15	Náklady na dobíjecí stanice
Tab. 16	Skladba obvodové stěny
Tab. 17	Skladba ploché střechy
Tab. 18	Skladba podlahy u zeminy
Tab. 19	Hodnoty součinitele prostupu tepla
Tab. 20	Spotřeba energií před zateplením
Tab. 21	Spotřeba energií po zateplení
Tab. 22	Hodnoty konverzních faktorů
Tab. 23	Hodnoty spotřeby primární energie pro stav před zateplením
Tab. 24	Hodnoty spotřeby primární energie pro stav po zateplení
Tab. 25	Spotřeby primárních energií a pokrytí z OZE pro stav před zateplením
Tab. 26	Spotřeby primárních energií a pokrytí z OZE pro stav po zateplení
Tab. 27	Hodnoty požadované primární energie za rok a hodnoty pro požadované pokrytí z OZE za rok
Tab. 28	Náklady na řídicí systém
Tab. 29	Stanovení počtu jednotlivých svítidel
Tab. 30	Součinitele soudobosti
Tab. 31	Stanovení počtu garážových kójí
Tab. 32	Výpočet dimenze kabelů podle zatěžovacích proudů
Tab. 33	Výpočet dimenze kabelů podle úbytku napětí
Tab. 34	Výpočet velikosti jističů

Seznam norem a vyhlášek

Vyhláška č. 501/2006 Sb. – Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území

Vyhláška č. 268/2009 Sb. – Vyhláška o technických požadavcích na stavby

Vyhláška č. 398/2009 Sb. – Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb

ČSN EN 12464-1 – Světlo a osvětlení

ČSN EN 62305-2 ed. 2 – Ochrana před bleskem

Čerpané informace z webových stránek

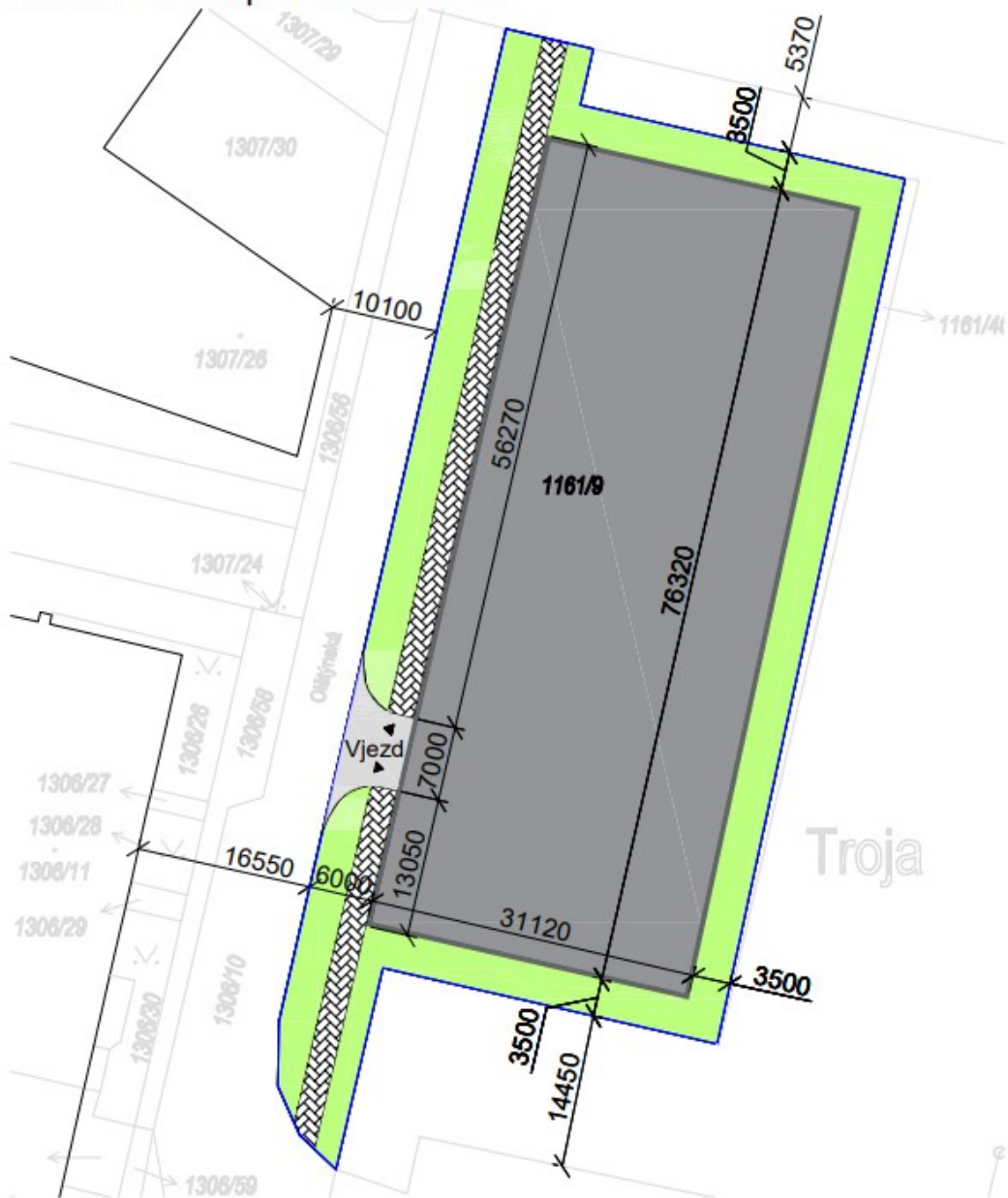
Teco a.s. - <https://www.tecomat.cz/>

Canadian Solar - <https://www.canadiansolar.com/>

SMA Solar Technology AG - <https://www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-15000tl-20000tl-25000tl.html>

Příloha č.1

Situace - odstupové vzdálenosti



Legenda:

- Hranice pozemku
- Chodník š.= 2,5 m
- Zeleň
- Plocha vjezdu
- Řešený objekt



Příloha č.2

Situace - inženýrské sítě



Legenda nových inženýrských sítí:

- Kanalizační splašková přípojka, KG PVC, délka 9,6 m
- Vodovodní přípojka, PE, délka 40,5 m
- Přípojka el. energie, délka m
- Dešťová kanalizace, KG PVC

Legenda stávajících inženýrských sítí:

- Splaškový kanalizační řad, PP, zemní vedení
- Vodovodní řad, PVC, zemní vedení
- Silnoproud, podzemní vedení

Legenda:

- Hranice pozemku
- Řešený objekt

Poznámka:

Souběh a křížení všech potrubí s ostatními vedeními tech. vybavení bude řešeno dle čsn 73 6005. všechna podzemní i nadzemní vedení musí být před započítím zemních prací řádně vytyčena a označena jejich správci.



Příloha č.3

Spotřeba elektrické energie pro osvětlení

Tab.29 – Stanovení počtu jednotlivých svítidel

Položka	LED Svídlo Vipet 3750 158 4K, (26W)*	LED Svídlo Vipet 5000 136 4K, (35W)*	LED Svídlo Fox 3700 4K, (24W)*	LED Svídlo Monza R22, (20W)*
-	$n1$ [ks]	$n2$ [ks]	$n3$ [ks]	$n4$ [ks]
1.PP	0	82	10	32
1.NP	59	59	0	32
2.NP	59	59	0	32
Střecha	0	0	5	0
Σ	118	200	15	96

* příkon k jednotlivým svídlům je uveden u názvu v závorce

Tab.30 – Součinitele soudobosti

Prostory	β [-]
Společné prostory – osvětlení	0,40
Garážové kóje – osvětlení	0,30
Garážové kóje – zásuvky	0,30
Garážové kóje – pohon vrat	0,20

Výpočet soudobého příkonu pro osvětlení

$$P = \Sigma P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i$$

kde:

P_{Si} - příkon svídlu

n_i - počet svídlu

β_i - soudobost

1.PP

$$P = \Sigma P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 35 \cdot 82 \cdot 0,4 + 24 \cdot 10 \cdot 0,4 + 20 \cdot 32 \cdot 0,4 = 1\,500,0 \text{ W}$$

1.NP

$$P = \Sigma P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 35 \cdot 59 \cdot 0,4 + 20 \cdot 32 \cdot 0,4 + 26 \cdot 59 \cdot 0,3 = 1\,542,2 \text{ W}$$

2.NP

$$P = \Sigma P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 35 \cdot 59 \cdot 0,4 + 20 \cdot 32 \cdot 0,4 + 26 \cdot 59 \cdot 0,3 = 1\,542,2 \text{ W}$$

Střecha

$$P = \Sigma P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 24 \cdot 5 \cdot 0,4 = 48 \text{ W}$$

$$P = \Sigma P = 1\,500 + 1\,542,2 + 1\,542,2 + 48 = \mathbf{4\,632,4 \text{ W}}$$

Stanovení spotřeby elektrické energie pro osvětlení

$$W = (P \cdot F_c) \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)] / 1000$$

kde:

P - celkový instalovaný soudobý příkon svídlu [W]

t_D - doba provozu s denním světlem [h]

t_N - doba provozu bez denního světla [h]

F_D - činitel respektující využití denního světla [-]

F_o - činitel respektující obsazení prostoru [-]

F_c - činitel charakterizující vliv regulace osvětlovací soustavy na konstantní osvětlenost

Výpočet:

F_{oc} – činitel způsobu ovládnání

způsob ovládnání: Automatické zapínání / automatické vypínání -> $F_{oc} = 0,90$

F_A – činitel obsazenosti

$$F_A = 0,8$$

$$F_o = F_{oc} + 0,2 - F_A = 0,9 + 0,2 - 0,8$$

$$F_o = 0,3$$

$$F_D = 0,75$$

$$F_C = (1 + MF) / 2 = (1 + 0,54) / 2$$

$$F_C = 0,77$$

MF – udržovací činitel

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF = 0,7 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,91 = 0,54$$

LLMF – činitel stárnutí světelného zdroje (navržená svítidla mají životnost na 70000 h)

$$LLMF = 0,7$$

LSF – činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů (osvětlení bude řízeno inteligentním systémem, který umožňuje posílat informace o poruše)

$$LSF = 1$$

LMF – udržovací činitel svítidla (stanoven dle tabulky v normě TNI 36 0451)

$$LMF = 0,85$$

RSMF – udržovací činitel povrchů (stanoven dle tabulky v normě TNI 36 0451)

$$RSMF = 0,91$$

$$t_D = 3000 \text{ h}$$

$$t_N = 2000 \text{ h}$$

$$W = (P \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_D \cdot F_O) + (t_N \cdot F_O)] / 1000$$

$$W = (4632,4 \cdot 0,77) \cdot [(3000 \cdot 0,3 \cdot 0,75) + (2000 \cdot 0,3)] / 1000$$

$$W = 4 \text{ 547,86 kWh/rok}$$

Spotřeba elektrické energie za osvětlení činí 4,548 MWh/rok.

Spotřeba elektrické energie pro pohon vrat a zásuvek v garážových kóji

Tab.31 – Stanovení počtu garážových kóji

Podlaží	Počet kóji
-	n [ks]
1.PP	0
1.NP	56
2.NP	56
Σ	112

Výpočet soudobého příkonu pro pohon vrat a zásuvek v garážových kóji

$$P = P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i$$

kde:

P_{Si} - příkon pro pohon vrat a zásuvkového obvodu v jedné garážové kóji

n_i - počet garážových kóji

β_i - soudobost

Soudobý příkon pro zásuvkový obvod

$$P = P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 1000 \cdot 112 \cdot 0,3 = \underline{\underline{33 \text{ 600 W}}}$$

Soudobý příkon pro pohon vrat

$$P = P_{Si} \cdot n_i \cdot \beta_i = 250 \cdot 112 \cdot 0,2 = \underline{\underline{5 \text{ 600 W}}}$$

Stanovení spotřeby elektrické energie pro pohon vrat a zásuvek v garážových kóji

$$W = [P_1 \cdot t_1 + P_2 \cdot t_2] / 1000$$

kde:

P - celkový instalovaný soudobý příkon pro pohon vrat a zásuvkových obvodů [W]

t_1 - předpokládaná doba využívání zásuvkového obvodu [h]

t_2 - předpokládaná doba chodu pohonu vrat [h]

$$W = [33 \text{ 600} \cdot (365 \cdot 0,5) + 5 \text{ 600} \cdot (365 \cdot 0,167)] / 1000$$

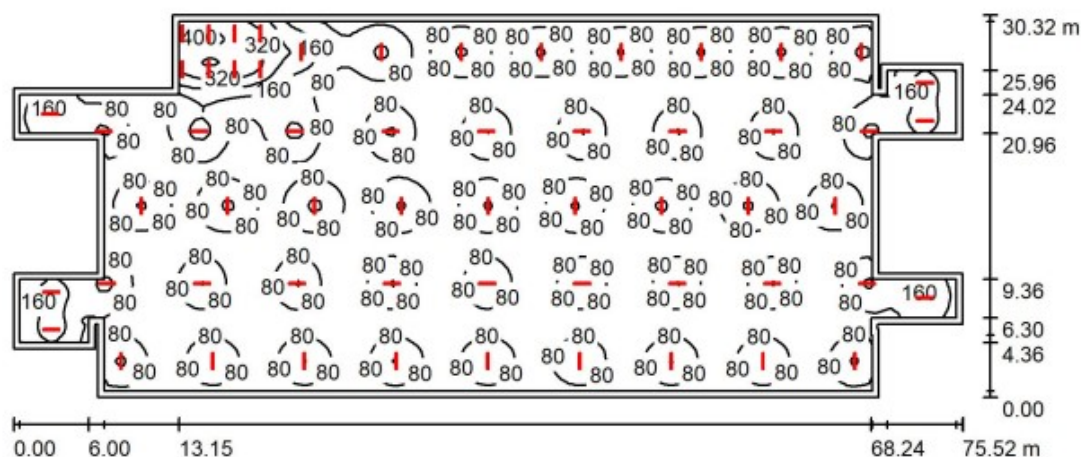
$$W = 6 \text{ 473,3 kWh/rok}$$

Spotřeba elektrické energie pro pohon vrat a zásuvek činí 6,473 MWh/rok.



Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.01 - Garážové stání a pojezdová plocha / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:540

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	89	40	415	0.454
Podlaha	20	88	40	409	0.455
Strop	70	31	13	587	0.428
Stěny (26)	50	75	28	627	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.000 m
Rastr: 128 x 128 Body
Okrajová zóna: 0.500 m

Kusovník svítidel

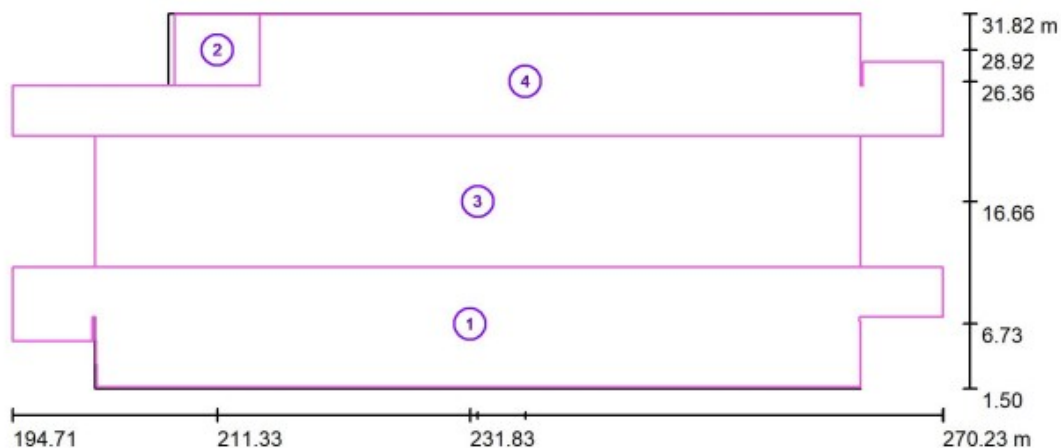
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítidlo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	58	VYRTYCH a.s. VIPET-LED-5000-136-4K Industrial lighting (1.000)	4531	4531	35.0
Celkem:			262807	262798	2030.0

Specifický příkon: $1.02 \text{ W/m}^2 = 1.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 1982.99 m^2)



Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.01 - Garážové stání a pojezdová plocha / Výpočtové plochy (přehled výsledků)



Měřítko 1 : 540

Seznam výpočtových ploch

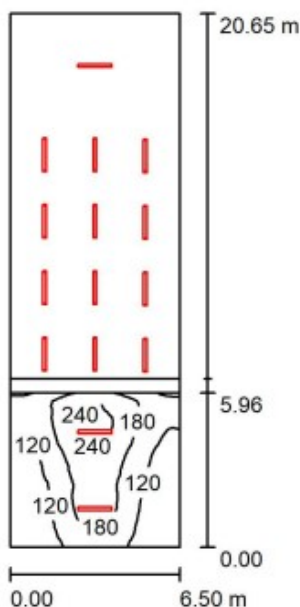
Č.	Označení	Typ	Rastr	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Výpočtová plocha 1	svisle	128 x 128	80	40	208	0.501	0.193
2	Výpočtová plocha 2	svisle	32 x 32	347	213	407	0.614	0.523
3	Výpočtová plocha 1	svisle	128 x 128	76	43	177	0.560	0.242
4	Výpočtová plocha 1	svisle	128 x 128	93	39	280	0.421	0.139

Shrnutí výsledků

Typ	Pocet	Průměr [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
svisle	4	88	39	407	0.44	0.10

Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.02a, 1.02a, 2.02a - Rampa sjezdová; 0.02b, 1.02b, 2.02b - Rampa nájezdová / Shrnutí



Výška místnosti: 5.280 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:266

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	45	0.00	261	0.000
Podlahy (2)	20	45	0.00	258	/
Strop	70	14	0.22	150	0.015
Stěny (9)	50	83	0.00	396	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.000 m
Rastr: 128 x 64 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

Kusovník svítidel

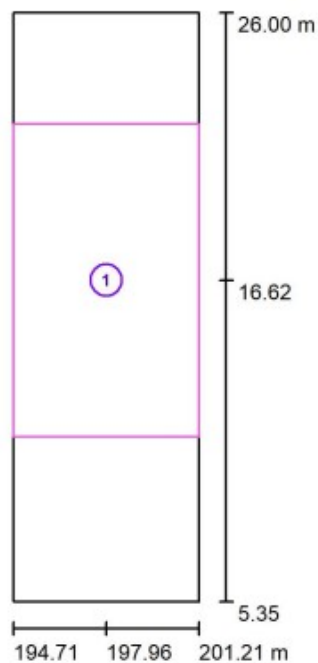
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítidlo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	15	VYRTYCH a.s. VIPET-LED-5000-136-4K Industrial lighting (1.000)	4531	4531	35.0
Celkem:			67967	67965	525.0

Specifický příkon: $3.91 \text{ W/m}^2 = 8.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 134.21 m^2)



Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

**0.02a, 1.02a, 2.02a - Rampa sjezdová; 0.02b, 1.02b, 2.02b - Rampa nájezdová /
Výpočtové plochy (přehled výsledků)**



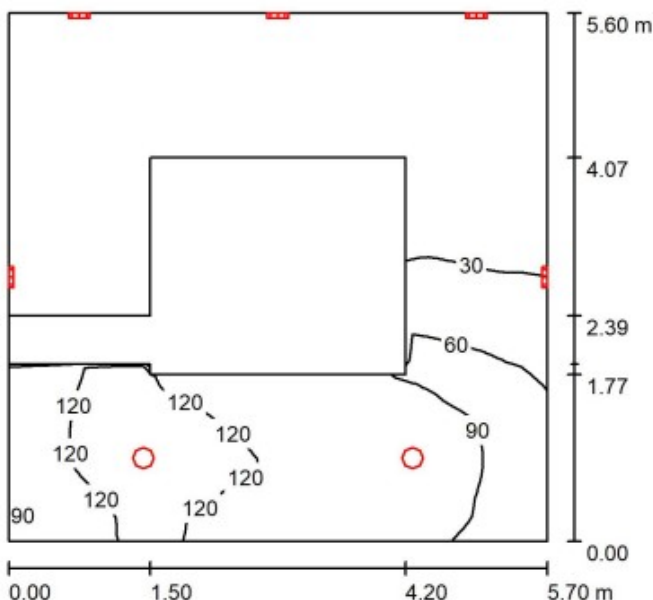
Měřítko 1 : 236

Seznam výpočtových ploch

Č.	Označení	Typ	Rastr	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Rampa	svisle	64 x 64	381	154	494	0.404	0.312

Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.03 - Schodišťový prostor / Shrnutí



Výška místnosti: 5.280 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:72

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	51	0.63	144	0.013
Podlaha	20	51	0.98	145	0.019
Stropy (10)	59	43	1.77	572	/
Stěny (8)	50	64	0.86	3274	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.000 m
Rastr: 64 x 64 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

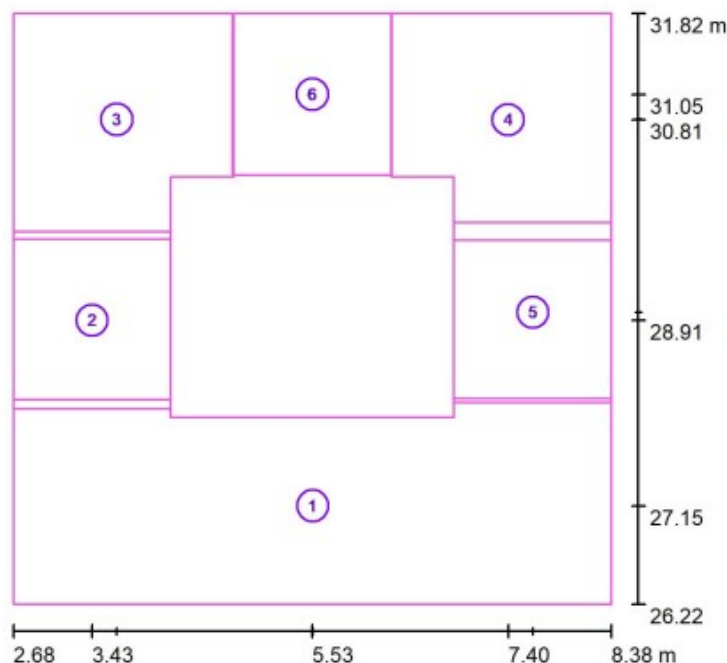
Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	9	LPB0031-21W-Y (Typ 1)* (1.000)	1680	1680	20.0
*Pozměněné technické údaje			Celkem: 15119	Celkem: 15120	180.0

Specifický příkon: $5.64 \text{ W/m}^2 = 11.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 31.92 m^2)

Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.03 - Schodišťový prostor / Výpočtové plochy (přehled výsledků)



Měřítko 1 : 64

Seznam výpočtových ploch

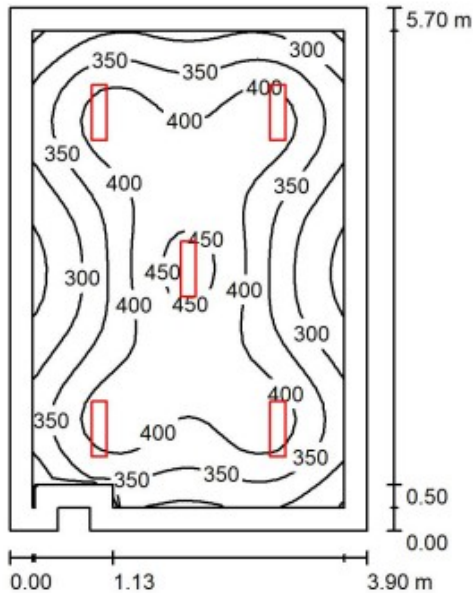
Č.	Označení	Typ	Rastr	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Výpočtová plocha 1	svisle	128 x 128	108	57	146	0.529	0.392
2	Výpočtová plocha 2	svisle	64 x 64	123	87	156	0.702	0.555
3	Výpočtová plocha 3	svisle	128 x 128	115	61	168	0.536	0.366
4	Výpočtová plocha 4	svisle	128 x 128	110	62	145	0.565	0.427
5	Výpočtová plocha 5	svisle	32 x 32	130	99	158	0.757	0.623
6	Výpočtová plocha 6	svisle	32 x 32	112	73	146	0.649	0.497

Shrnutí výsledků

Typ	Pocet	Průměr [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
svisle	6	114	57	168	0.50	0.34

Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.04 - Technická místnost / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:74

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	365	237	472	0.649
Podlaha	20	268	62	333	0.232
Strop	70	94	54	644	0.582
Stěny (8)	50	183	51	338	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 32 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.250 m

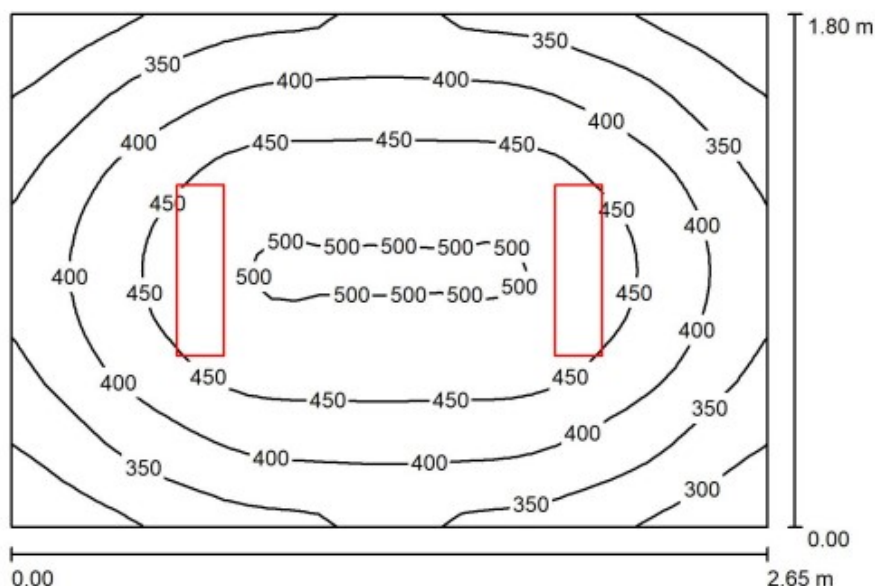
Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilno) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	5	VYRTYCH a.s. FOX-LED-3700-4K Interior lighting (1.000)	2827	2827	24.0
Celkem:			14135	14135	120.0

Specifický příkon: $5.42 \text{ W/m}^2 = 1.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 22.14 m^2)

Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.04a - Místnost pro vodoměrnou sestavu / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:24

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	405	260	506	0.641
Podlaha	20	260	203	301	0.778
Strop	70	148	94	536	0.637
Stěny (4)	50	249	117	562	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 32 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

Kusovník svítidel

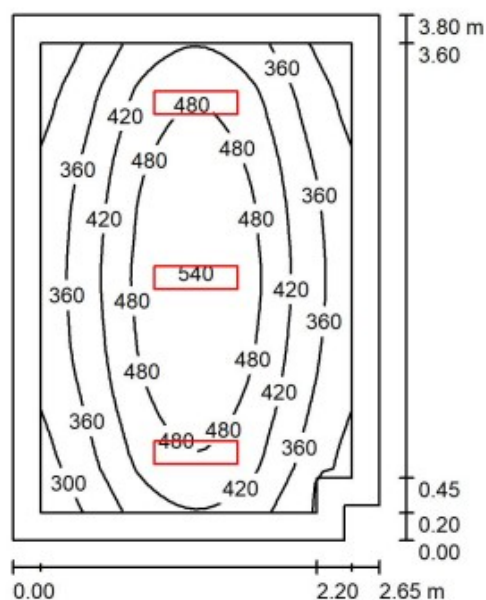
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilno) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	2	VYRTYCH a.s. FOX-LED-3700-4K Interior lighting (1.000)	2827	2827	24.0
Celkem:			5654	5654	48.0

Specifický příkon: $10.06 \text{ W/m}^2 = 2.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 4.77 m^2)



Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.05 - Vrátnice / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:49

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	415	256	542	0.616
Podlaha	20	275	193	339	0.702
Strop	70	116	68	522	0.590
Stěny (6)	50	211	105	592	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 32 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.200 m

Kusovník svítidel

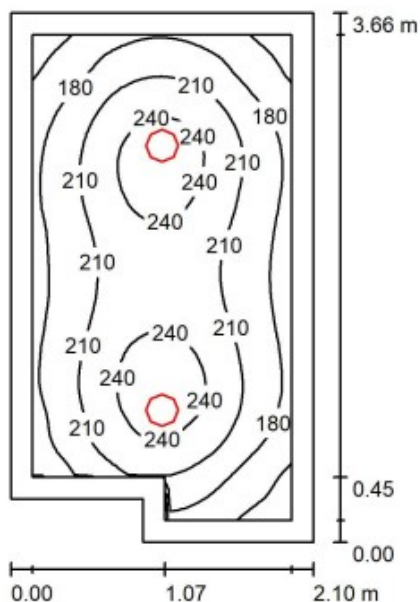
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítidlo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	3	VYRZYCH a.s. FOX-LED-3700-4K Interior lighting (1.000)	2827	2827	24.0
Celkem:			8481	8481	72.0

Specifický příkon: $7.20 \text{ W/m}^2 = 1.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 10.01 m^2)



Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.06, 0.11, 1.04, 1.09, 2.04, 2.09 - WC invalidi / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:47

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	205	129	255	0.626
Podlaha	20	131	93	156	0.711
Strop	70	49	31	990	0.629
Stěny (6)	50	104	38	320	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 64 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.150 m

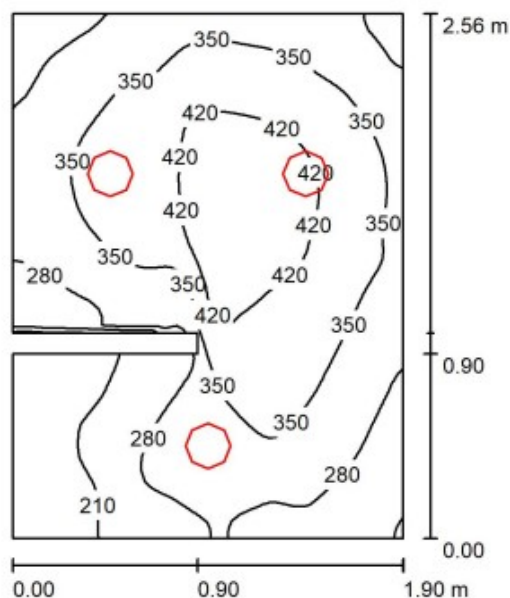
Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítidlo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	2	LPB0031-21W-Y (Typ 1)* (1.000)	1680	1680	20.0
*Pozměněné technické údaje			Celkem: 3360	Celkem: 3360	40.0

Specifický příkon: $5.40 \text{ W/m}^2 = 2.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 7.41 m^2)

Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.07, 0.10, 1.05, 1.08, 2.05, 2.08 - WC muži - předsíň / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:33

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	327	140	469	0.428
Podlaha	20	203	105	274	0.517
Strop	70	108	66	1039	0.615
Stěny (8)	50	197	55	665	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 64 x 64 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

Kusovník svítidel

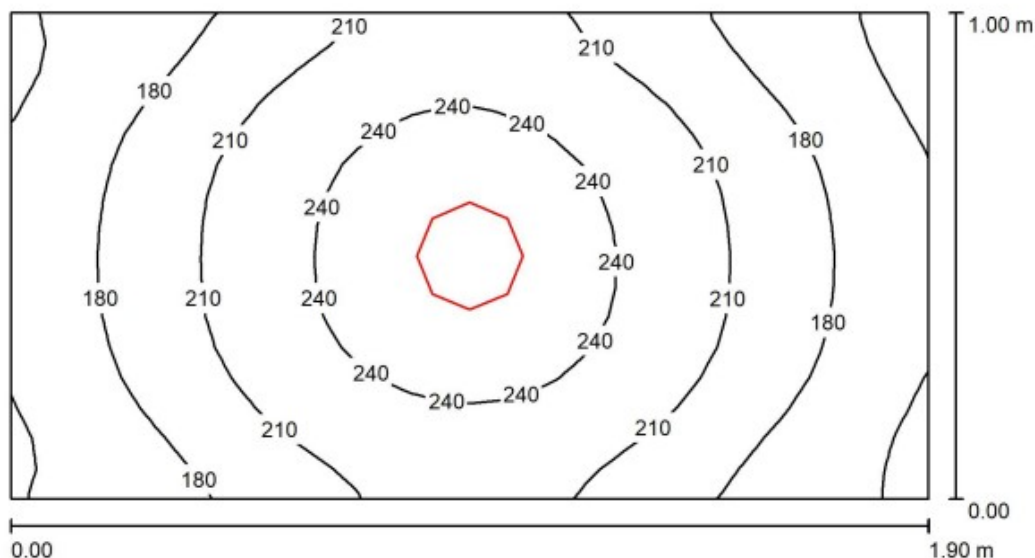
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítidlo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	3	LPB0031-21W-Y (Typ 1)* (1.000)	1680	1680	20.0
*Pozměněné technické údaje			Celkem: 5040	Celkem: 5040	60.0

Specifický příkon: $12.58 \text{ W/m}^2 = 3.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 4.77 m^2)



Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.07, 0.10, 1.05, 1.08, 2.05, 2.08 - WC muži - kabina / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:14

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	204	140	259	0.685
Podlaha	20	109	92	122	0.841
Strop	70	83	47	541	0.569
Stěny (4)	50	136	43	555	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 32 x 16 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilno) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	1	LPB0031-21W-Y (Typ 1)* (1.000)	1680	1680	20.0

*Pozměněné technické údaje

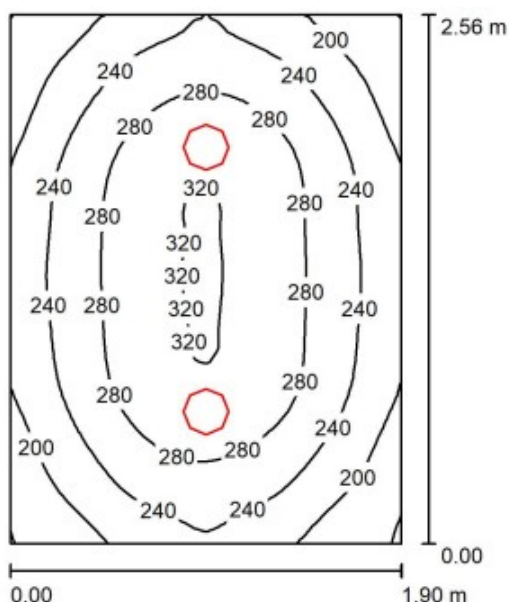
Celkem: 1680 Celkem: 1680 20.0

Specifický příkon: $10.53 \text{ W/m}^2 = 5.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 1.90 m^2)



Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.08, 0.09, 1.06, 1.07, 2.06, 2.07 - WC ženy - předsíň / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:33

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	254	156	324	0.615
Podlaha	20	164	127	191	0.772
Strop	70	71	48	376	0.676
Stěny (4)	50	147	61	362	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 32 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

Kusovník svítidel

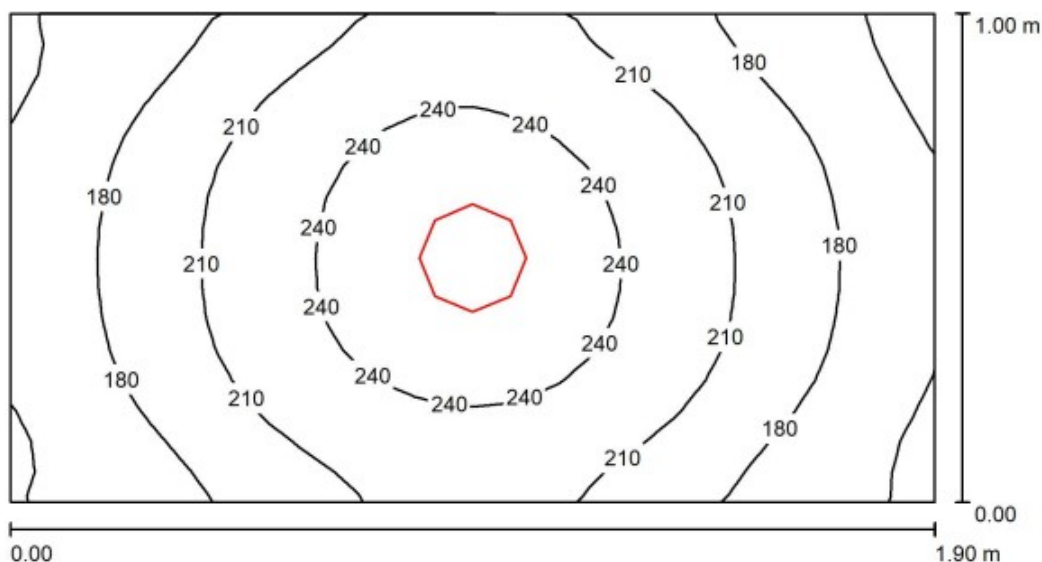
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	2	LPB0031-21W-Y (Typ 1)* (1.000)	1680	1680	20.0
*Pozměněné technické údaje			Celkem: 3360	Celkem: 3360	40.0

Specifický příkon: $8.23 \text{ W/m}^2 = 3.25 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 4.86 m^2)



Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

0.08, 0.09, 1.06, 1.07, 2.06, 2.07 - WC ženy - kabina / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:14

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	204	140	259	0.685
Podlaha	20	109	92	122	0.842
Strop	70	83	47	542	0.562
Stěny (4)	50	136	43	555	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 16 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	1	LPB0031-21W-Y (Typ 1)* (1.000)	1680	1680	20.0

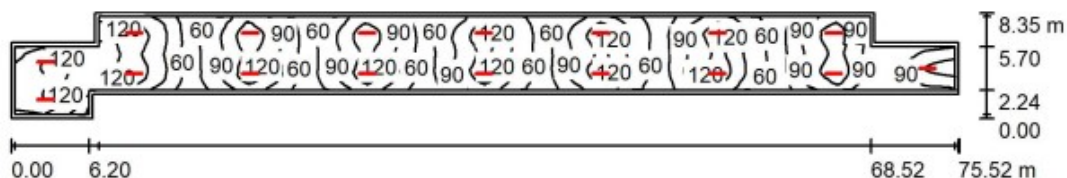
*Pozměněné technické údaje

Celkem: 1680 Celkem: 1680 20.0

Specifický příkon: $10.53 \text{ W/m}^2 = 5.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 1.90 m^2)

Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

1.01, 1.01a, 2.01, 2.01a - Garážové stání a pojezdová plocha / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:540

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	94	38	162	0.401
Podlaha	20	92	32	203	0.351
Strop	70	37	14	559	0.379
Stěny (10)	50	69	26	205	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.000 m
Rastr: 32 x 128 Body
Okrajová zóna: 0.300 m

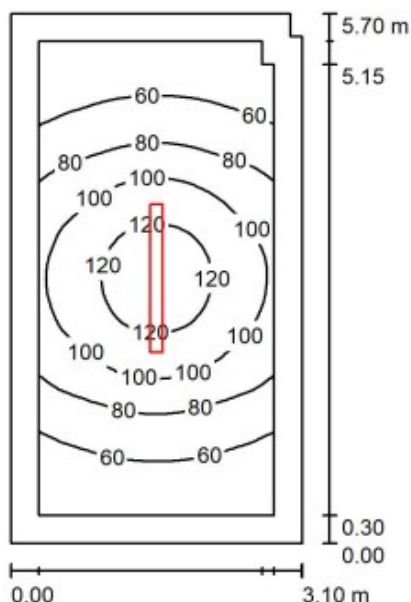
Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	17	VYRTYCH a.s. VIPET-LED-5000-136-4K Industrial lighting (1.000)	4531	4531	35.0
Celkem:			77030	77027	595.0

Specifický příkon: $1.28 \text{ W/m}^2 = 1.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 465.20 m^2)

Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

Garážová kóje - běžné stání / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Činitel údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:74

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	83	43	130	0.515
Podlaha	20	75	35	130	0.467
Strop	70	37	14	406	0.382
Stěny (6)	50	51	20	128	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.000 m
Rastr: 64 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.300 m

Kusovník svítidel

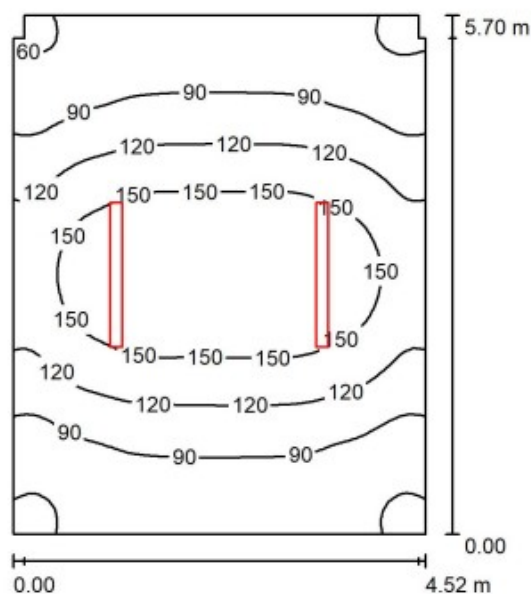
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilno) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	1	VYRTYCH a.s. VIPET-LED-3750-158-4K Industrial lighting (1.000)	3398	3398	26.0
Celkem:			3398	Celkem: 3398	26.0

Specifický příkon: $1.47 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 17.64 m^2)



Zpracovatel Ondřej Opava
Telefon
Fax
e-mail

Garážová kóje - stání pro invalidy / Shrnutí



Výška místnosti: 2.400 m, Montážní výška: 2.400 m, Číselník údržby: 0.70

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:74

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	113	55	179	0.482
Podlaha	20	113	54	179	0.476
Strop	70	52	22	411	0.418
Stěny (8)	50	77	34	231	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.000 m
Rastr: 64 x 64 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítidlo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	2	VYRTYCH a.s. VIPET-LED-3750-158-4K Industrial lighting (1.000)	3398	3398	26.0
Celkem:			6796	6796	52.0

Specifický příkon: $2.02 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 25.71 m^2)

Příloha č.5

Seznam použitých svítidel:

A – VIPET LED 3750 158 4K

B – VIPET LED 5000 136 4K

C – FOX-LED 3700 4K

D – MONZA R22 LED 20W

Průmyslová svítidla

A - VIPET LED 3750 158 4K

LED	IP 66	
-----	-------	--



VÝROBCE: Vyrtych

POPIS: prachotěsné svítidlo, kryt PC (polykarbonát) opálový

BARVA: bílá

SVĚTELNÝ ZDROJ: LED 26 W, 4000 K, 3398 lm, CRI +80, 220 – 240 V

ROZMĚRY: délka: 1590 mm, šířka: 132 mm, výška: 110 mm

Průmyslová svítidla

B - VIPET LED 5000 136 4K

LED	IP 66	
-----	-------	--



VÝROBCE: Vyrtych

POPIS: prachotěsné svítidlo, kryt PC (polykarbonát) opálový

BARVA: bílá

SVĚTELNÝ ZDROJ: LED 35 W, 4000 K, 4531 lm, CRI +80, 220 – 240 V

ROZMĚRY: délka: 1290 mm, šířka: 132 mm, výška: 110 mm

Přisazené svítidlo

C - FOX-LED 3700 4K

LED	IP 40	
------------	--------------	--



VÝROBCE: Vyrtych

POPIS: nízké přisazené interiérové svítidlo, kryt PC (polykarbonát), UV stabilní difúzní plastový profil

BARVA: bílá

SVĚTELNÝ ZDROJ: LED 24 W, 4000 K, 2827 lm, CRI +80, 220 – 240 V

ROZMĚRY: délka: 1103 mm, šířka: 165 mm, výška: 63 mm

Přisazená svítidla

D - MONZA R22 LED 20W

LED	IP 20	
------------	--------------	--



VÝROBCE: AZzardo

POPIS: kruhové svítidlo, hliníkové tělo, opálový difuzor

BARVA: bílá, černá

SVĚTELNÝ ZDROJ: LED 20W, 3000K 1680lm / 4000K 1760lm, 230V

ROZMĚRY: průměr: 220 mm, výška: 55 mm

Příloha č.6

Tab.32 Výpočet dimenze kabelů podle zatěžovacích proudů

Podlaží	Jištěný prostor	Způsob uložení vodiče	Výpočtový proud I_p [A]	Dovolené zatěžovací proudy I_d [A]	Dimenze vodiče
-	-	-	$I_p = P_b / (.U \cdot \cos\varphi)$	-	-
1.PP	světelný obvod pro spol. prostory	B	6,79	10	3x1,5 mm ²
1.NP	světelný obvod pro spol. prostory	B	4,9	10	3x1,5 mm ²
1.NP	1. přívodní vedení ke kójím	B	16,20	20	3x4,0 mm ²
1.NP	2. přívodní vedení ke kójím	B	14,62	16	3x2,5 mm ²
1.NP	3. přívodní vedení ke kójím	B	14,58	16	3x2,5 mm ²
1.NP	4. přívodní vedení ke kójím	B	14,62	16	3x2,5 mm ²
1.NP	5. přívodní vedení ke kójím	B	16,20	20	3x4,0 mm ²
1.NP	6. přívodní vedení ke kójím	B	14,62	16	3x2,5 mm ²
2.NP	světelný obvod pro spol. prostory	B	4,9	10	3x1,5 mm ²
2.NP	1. přívodní vedení ke kójím	B	16,20	20	3x4,0 mm ²
2.NP	2. přívodní vedení ke kójím	B	14,62	16	3x2,5 mm ²
2.NP	3. přívodní vedení ke kójím	B	14,58	16	3x2,5 mm ²
2.NP	4. přívodní vedení ke kójím	B	14,62	16	3x2,5 mm ²
2.NP	5. přívodní vedení ke kójím	B	16,20	20	3x4,0 mm ²
2.NP	6. přívodní vedení ke kójím	B	14,62	16	3x2,5 mm ²
STŘECHA	světelný obvod pro spol. prostory	B	0,22	10	3x1,5 mm ²
2.NP - 1.NP	světelný obvod pro garáž. kóji	C	0,04	10	3x1,5 mm ²
2.NP - 1.NP	zásuvkový obvod pro garáž. kóji	C	1,34	10	3x2,5 mm ²
2.NP - 1.NP	pohon vrat pro garážovou kóji	C	0,23	10	3x1,5 mm ²

$\cos\varphi = 0,96$ (účinník)

Tab.33 Výpočet dimenze kabelů podle úbytku napětí

Podlaží	Jištěný prostor	Příkon x délka [W.km]	Jmenovité napětí U [V]	tgφ [-]	Indukční reaktance vedení Xk [W/km]	Činný odpor vedení Rk [W/km]	Úbytek napětí na vedení ΔU [V]	Úbytek napětí na vedení Δus [%]	Dimenze vodiče
-	-	$\Sigma P \cdot L$	-	-	-	-	$\Delta U = ((\Sigma P \cdot L) / U) \cdot (R_k + X_k \cdot \text{tg} \varphi)$	$\Delta u_s = (\Delta U / U) \cdot 100$	-
1.PP	světelný obvod pro spol. prostory	35,23	230	0,29	0,116	14,5	2,23	0,97	3x1,5 mm ²
1.NP	světelný obvod pro spol. prostory	24,28	230	0,29	0,116	14,5	1,53	0,67	3x1,5 mm ²
1.NP	1. přívodní vedení ke kojím	63,02	230	0,29	0,106	5,3	1,46	0,64	3x4,0 mm ²
1.NP	2. přívodní vedení ke kojím	144,70	230	0,29	0,106	5,3	3,35	1,46	3x4,0 mm ²
1.NP	3. přívodní vedení ke kojím	81,42	230	0,29	0,111	8,7	3,09	1,34	3x2,5 mm ²
1.NP	4. přívodní vedení ke kojím	174,41	230	0,29	0,106	5,3	4,04	1,76	3x4,0 mm ²
1.NP	5. přívodní vedení ke kojím	131,47	230	0,29	0,106	5,3	3,05	1,32	3x4,0 mm ²
1.NP	6. přívodní vedení ke kojím	215,51	230	0,29	0,103	3,62	3,42	1,49	3x6,0 mm ²
2.NP	světelný obvod pro spol. prostory	24,28	230	0,29	0,116	14,5	1,53	0,67	3x1,5 mm ²
2.NP	1. přívodní vedení ke kojím	63,02	230	0,29	0,106	5,3	1,46	0,64	3x4,0 mm ²
2.NP	2. přívodní vedení ke kojím	144,70	230	0,29	0,106	5,3	3,35	1,46	3x4,0 mm ²
2.NP	3. přívodní vedení ke kojím	81,42	230	0,29	0,111	8,7	3,09	1,34	3x2,5 mm ²
2.NP	4. přívodní vedení ke kojím	174,41	230	0,29	0,106	5,3	4,04	1,76	3x4,0 mm ²
2.NP	5. přívodní vedení ke kojím	131,47	230	0,29	0,106	5,3	3,05	1,32	3x4,0 mm ²
2.NP	6. přívodní vedení ke kojím	215,51	230	0,29	0,103	3,62	3,42	1,49	3x6,0 mm ²
STŘECHA	světelný obvod pro spol. prostory	0,17	230	0,29	0,116	14,5	0,01	0,004	3x1,5 mm ²
2.NP - 1.NP	světelný obvod pro garáž. kóji	0,03	230	0,29	0,116	14,5	0,002	0,001	3x1,5 mm ²
2.NP - 1.NP	zásuv. obvod pro garáž. kóji	1,32	230	0,29	0,111	8,7	0,05	0,02	3x2,5 mm ²
2.NP - 1.NP	pohon vrat pro garážovou kóji	0,08	230	0,29	0,116	14,5	0,005	0,002	3x1,5 mm ²

Příloha č.7

Tab.34 Výpočet velikosti jističů

Podlaží	Jištěný prostor	Instalovaný příkon P_i [W]	Soudobost β	Soudobý příkon P_b [W]	Jmen. napětí U [V]	Výpočtový proud I_p [A]	Velikost jističe
-	-	$P_i = \Sigma P_n$	-	$P_b = \Sigma P_i \beta$	-	$I_p = P_b / (U \cdot \cos\phi)$	-
1.PP	světelný obvod pro spol. prostory	3 750	0,4	1 500	230	6,79	10 A
1.NP	světelný obvod pro spol. prostory	2 705	0,4	1 082	230	4,9	6 A
1.NP	1. přívodní vedení ke kojím	260 a 10000 a 2500	0,3 a 0,2	3 578	230	16,20	20 A
1.NP	2. přívodní vedení ke kojím	260 a 9000 a 2250	0,3 a 0,2	3 228	230	14,62	16 A
1.NP	3. přívodní vedení ke kojím	234 a 9000 a 2250	0,3 a 0,2	3 220	230	14,58	16 A
1.NP	4. přívodní vedení ke kojím	260 a 9000 a 2250	0,3 a 0,2	3 228	230	14,62	16 A
1.NP	5. přívodní vedení ke kojím	260 a 10000 a 2500	0,3 a 0,2	3 578	230	16,20	20 A
1.NP	6. přívodní vedení ke kojím	260 a 9000 a 2250	0,3 a 0,2	3 228	230	14,62	16 A
2.NP	světelný obvod pro spol. prostory	2 705	0,4	1 082	230	4,9	6 A
2.NP	1. přívodní vedení ke kojím	260 a 10000 a 2500	0,3 a 0,2	3 578	230	16,20	20 A
2.NP	2. přívodní vedení ke kojím	260 a 9000 a 2250	0,3 a 0,2	3 228	230	14,62	16 A
2.NP	3. přívodní vedení ke kojím	234 a 9000 a 2250	0,3 a 0,2	3 220	230	14,58	16 A
2.NP	4. přívodní vedení ke kojím	260 a 9000 a 2250	0,3 a 0,2	3 228	230	14,62	16 A
2.NP	5. přívodní vedení ke kojím	260 a 10000 a 2500	0,3 a 0,2	3 578	230	16,20	20 A
2.NP	6. přívodní vedení ke kojím	260 a 9000 a 2250	0,3 a 0,2	3 228	230	14,62	16 A
STŘECHA	světelný obvod pro spol. prostory	120	0,4	48	230	0,22	6 A
2.NP - 1.NP	světelný obvod pro garáž. kóji	26	0,3	7,8	230	0,04	6 A
2.NP - 1.NP	zásuvkový obvod pro garáž. kóji	1000	0,3	300	230	1,34	16 A
2.NP - 1.NP	pohon vrat pro garážovou kóji	250	0,2	50	230	0,23	6 A

$\cos\phi = 0,96$ (účinník)

Příloha č.8

Výpočet analýzy rizika

Následné ztráty způsobené úrazem živých bytostí:

$$r_a = 10^{-2}$$

$$L_t = 10^{-2}$$

$$L_a = r_a \times L_t$$

$$L_a = 10^{-2} \times 10^{-2} = 10^{-4}$$

Ekvivalentní plocha zachycení:

$$L = 70,42 \text{ m}$$

$$W = 31,12 \text{ m}$$

$$H = 8,45 \text{ m}$$

$$A_d = L \times W + 6H \times (L + W) + 9\pi \times H^2 =$$

$$A_d = 70,42 \times 31,12 + 6 \times 8,45 \times (70,42 + 31,12) + 9\pi \times 8,45^2 = 9\,358,41 \text{ m}^2$$

Roční hustota bleskových výbojů na jednotku plochy:

$$T_d = 27,5$$

$$N_g = 0,1 \times T_d =$$

$$N_g = 0,1 \times 27,5 = 2,75 \text{ m}^{-2}$$

Průměrný roční počet úderů do budovy:

$$N_g = 2,75 \text{ m}^{-2}$$

$$A_d = 9\,358,41 \text{ m}^2$$

$$C_D = 0,25$$

$$N_d = N_g \times A_d \times C_D \times 10^{-6}$$

$$N_d = 2,75 \times 9\,358,41 \times 0,25 \times 10^{-6} = 0,006\,433\,906\,875$$

Součást rizika úrazu živých bytostí:

$$R_a = 0$$

Následné ztráty způsobené hmotnými škodami:

$$r_p = 0,5$$

$$r_f = 10^{-2}$$

$$h_z = 1$$

$$L_f = 10^{-1}$$

$$L_b = r_p \times r_f \times h_z \times L_f$$

$$L_b = 0,5 \times 0,01 \times 1 \times 0,1 = 5 \times 10^{-4}$$

Součást rizika hmotných škod:

$$N_d = 0,006433906875$$

$$P_b = 0,1$$

$$L_b = 5 \times 10^{-4}$$

$$R_b = N_d \times P_b \times L_b$$

$$R_b = 0,006433906875 \times 0,1 \times 5 \times 10^{-4} = 3,2 \times 10^{-7}$$

Následné ztráty způsobené úrazem živých bytostí:

$$r_u = 10^{-2}$$

$$L_t = 10^{-2}$$

$$L_u = r_u \times L_t = 10^{-2} \times 10^{-2}$$

$$L_u = 10^{-4}$$

Sběrná oblast úderů zasahující silnoprůdovou sít' připojené ke stavbě:

$$H_c = 8 \text{ m}$$

$$L_c = 1000 \text{ m}$$

$$H_b = 9,5 \text{ m}$$

$$A_{Is} = 6 \times H_c \times (L_c - 3H_b)$$

$$A_{Is} = 6 \times 8 \times (1000 - 3 \times 9,5) = 46632 \text{ m}$$

Průměrný počet úderů blesku do silnoproudého vedení připojeného ke stavbě:

$$N_g = 2,75 \text{ m}^{-2}$$

$$A_{is} = 46632 \text{ m}^2$$

$$C_D = 0,25$$

$$C_t = 1$$

$$N_{Ls} = N_g \times A_{is} \times C_d \times C_t \times 10^{-6}$$

$$N_{Ls} = 2,75 \times 46632 \times 0,25 \times 1 \times 10^{-6} = \mathbf{0,00320595}$$

Součást rizika úrazu živých bytostí způsobené úderem blesku do silnoproudého vedení:

$$N_{Ls} = 0,00320595$$

$$P_u = 0,05$$

$$L_u = 10^{-4}$$

$$R_{us} = N_{Ls} \times P_u \times L_u$$

$$R_{us} = 0,00320595 \times 0,05 \times 10^{-4} = \mathbf{1,6029 \times 10^{-8}}$$

Sběrná oblast úderů zasahující telekomunikační síť připojené ke stavbě:

$$\rho = 500 \text{ m}\Omega$$

$$L_c = 1000 \text{ m}$$

$$H_b = 9,5 \text{ m}$$

$$A_{it} = \sqrt{500} \times (L_c - 3 \times H_b)$$

$$A_{it} = \sqrt{500} \times (1000 - 3 \times 9,5) = \mathbf{21723,4 \text{ m}^2}$$

Součást rizika úrazu živých bytostí způsobené úderem blesku do telekomunikační sítě:

$$N_g = 2,75 \text{ m}^{-2}$$

$$A_{it} = 21723,4 \text{ m}^2$$

$$C_D = 0,25$$

$$N_{it} = N_g \times A_{it} \times C_d \times 10^{-6}$$

$$N_{it} = 2,75 \times 21723,4 \times 0,25 \times 10^{-6} = \mathbf{0,01493}$$

Součást rizika úrazu živých bytostí způsobené úderem blesku do telekomunikační sítě:

$$N_{it} = 0,01493$$

$$P_u = 0,05$$

$$L_u = 10^{-4}$$

$$R_{ut} = N_{it} \times P_u \times L_u$$

$$R_{ut} = 0,01493 \times 0,05 \times 10^{-4} = \mathbf{7,465 \times 10^{-8}}$$

Následné ztráty způsobené hmotnými škodami:

$$r_p = 0,5$$

$$r_f = 10^{-2}$$

$$h_z = 1$$

$$L_f = 10^{-1}$$

$$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f$$

$$L_v = 0,5 \times 0,01 \times 1 \times 0,1 = \mathbf{5 \times 10^{-4}}$$

Součást rizika hmotných škod způsobených úderem blesku do silnoproudého vedení:

$$N_{Ls} = 0,00320595$$

$$P_v = 0,05$$

$$L_v = 5 \times 10^{-4}$$

$$R_{vs} = N_{Ls} \times P_v \times L_v$$

$$R_{vs} = 0,00320595 \times 0,05 \times 5 \times 10^{-4} = \mathbf{8,015 \times 10^{-8}}$$

Součást rizika hmotných škod způsobených úderem blesku do telekom. vedení:

$$N_{it} = 0,01493$$

$$P_v = 0,05$$

$$L_v = 5 \times 10^{-4}$$

Součást rizika úrazu živých bytostí způsobené úderem blesku do přívodních vedení:

$$R_{us} = 1,6029 \times 10^{-8}$$

$$R_{ut} = 7,465 \times 10^{-8}$$

$$R_u = R_{us} + R_{ut}$$

$$R_u = 1,6029 \times 10^{-8} + 7,465 \times 10^{-8} = \mathbf{9,0679 \times 10^{-8}}$$

Součást rizika hmotných škod způsobených úderem blesku do přívodních vedení:

$$R_{vs} = 8,015 \times 10^{-8}$$

$$R_{vt} = 3,7325 \times 10^{-7}$$

$$R_v = R_{vs} + R_{vt}$$

$$R_v = 8,015 \times 10^{-8} + 3,7325 \times 10^{-7} = \mathbf{4,534 \times 10^{-7}}$$

Riziko vzniku škod z důvodu elektrického šoku u živých tvorů:

$$R_a = 0$$

$$R_u = 9,0679 \times 10^{-8}$$

$$R_s = R_a + R_u$$

$$R_s = 0 + 9,0679 \times 10^{-8} = \mathbf{9,0679 \times 10^{-8}}$$

Riziko vzniku škod fyzikální povahy:

$$R_b = 3,2 \times 10^{-7}$$

$$R_v = 4,534 \times 10^{-7}$$

$$R_f = R_b + R_v$$

$$R_f = 3,2 \times 10^{-7} + 4,534 \times 10^{-7} = \mathbf{7,734 \times 10^{-7}}$$

Celkové riziko ztrát na životech:

$$R_s = 9,0679 \times 10^{-8}$$

$$R_f = 7,734 \times 10^{-7}$$

$$R_1 = R_s + R_f$$

$$R_1 = 9,0679 \times 10^{-8} + 7,734 \times 10^{-7} = \mathbf{8,64079 \times 10^{-7}}$$

Přípustné riziko ztrát na lidských životech:

$$R_T = \mathbf{10^{-5}} \quad \text{hodnota z ČSN 62305-2 tabulka}$$