



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**ENVIRONMENTÁLNĚ VYSPĚLÁ BUDOVA - PRO
SPORTOVNÍ AKTIVITY**

ENVIRONMENTALLY ADVANCED BUILDING - FOR SPORTS ACTIVITIES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Krahula

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N0732A260018 Environmentálně vyspělé budovy
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Tomáš Krahula
Název	Environmentálně vyspělá budova - pro sportovní aktivity
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- (1) Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce
- (2) Platné technické národní předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO
- (3) Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků;
- (4) Odborná literatura

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zadání:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané budovy s téměř nulovou spotřebou energie ve stupni pro vydání stavebního povolení.

Cíle:

Dispoziční řešení budovy s návrhem vhodné konstrukční soustavy a nosného systému na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků, včetně vyřešení osazení objektu do terénu s respektováním okolní zástavby. Koncepční řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti.

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %) bude obsahovat: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, koordinační situaci (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:100, příp. 1:50): základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí dokumentace bude stavebně fyzikální posouzení objektu a konstrukcí a průkaz energetické náročnosti budovy (bez posouzení proveditelnosti alternativních systémů a doporučených opatření)

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 35 %) bude obsahovat koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou, schéma zapojení energetických zdrojů, výpočet výkonových parametrů, zjednodušené schéma řízení a dispoziční umístění zdrojů.

(III) Náplň volitelné části (podíl 30 %) bude stanovena vedoucím práce z oblasti energetiky, ekologie či ekonomiky budov, týkající se jejich návrhu nebo provozu. Tato část může být řešena teoretickými nebo experimentálními prostředky.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Zadáním diplomové práce je navrhnout budovu pro sportovní aktivity v Sehradících ve Zlínském kraji. V první části byla navržena a vyprojektována budova. Druhá část se zabývá návrhem technického vybavení budov. Poslední část zkoumá měření vlivu zastínění oken na tepelné zisky a osvětlenost.

Budova má jedno podlaží a je zastřešena plochou zelenou střechou. V budově se nachází fitness, místnost pro cvičení jógy, odpočinková místnost, dvě sauny, šatny a zázemí pro personál. Svislé nosné konstrukce jsou navrženy z keramických tvárnic Heluz, vodorovná nosná konstrukce stropu nad 1.NP je navržena z předpjatých panelů Spiroll. Tepelnou obálku budovy tvoří zateplení systému ETICS. Budova je vytápěna dvěma plynovými kotly. Budova je větrána nuceně za pomoci dvou vzduchotechnických jednotek a chlazena venkovní chladicí jednotkou. Teplá voda je připravována díky plynovému kotli a solárním panelům. V celé budově jsou navržena LED světla. Potřeba elektrické energie je z části vyrobena fotovoltaickými panely na střeše. Návrh zahrnuje velké parkoviště před budovou. Projekt byl zpracován v programu Revit a AutoCAD, průkaz energetické náročnosti budovy byl zpracován programem Deksoft.

KLÍČOVÁ SLOVA

Sportovní centrum, solární kolektor, fotovoltaický systém, plynový kotel, nucené větrání, chladicí jednotka, vegetační zelená střecha, průkaz energetické náročnosti budov

ABSTRACT

The task of the master project is to design a building for sports activities in Sehradice, Zlín region. First the documentation was elaborated, the second part HVAC was designed and the last part focussed on daylighting.

The building has one floor and flat green roof. The building includes a fitness, a yoga room, a relax room, two saunas, changing rooms and staff room. The superstructure is designed using Heluz ceramic block walls and Spiroll panel floor structure. Façade is insulated with ETICS. HVAC is provided by two gas boilers, two mechanical ventilation units (indoors) and a cooling unit (outdoor). Domestic hot water is provided by the gas boiler and solar panels. The building uses LED lights. Electricity consumption is partially covered by photovoltaics on the roof. The building plot also includes a large carpark in front of the building. The designs were elaborated in Revit, AutoCAD and energy assessment in Deksoft software.

KEYWORDS

Sport center, solar collector, photovoltaic system, gas boiler, mechanical ventilation, cooling unit, green roof, energy performance certificate

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Tomáš Krahula *Environmentálně vyspělá budova - pro sportovní aktivity*. Brno, 2021. 81 s., 403 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Environmentálně vyspělá budova - pro sportovní aktivity* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14. 1. 2022

Bc. Tomáš Krahula
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Environmentálně vyspělá budova - pro sportovní aktivity* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 1. 2022

Bc. Tomáš Krahula
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád srdečně poděkoval všem, kteří věnovali čas, ochotu, trpělivost a cenné rady při tvorbě mé diplomové práce. Jmenovitě zejména mému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Petru Horákovi, Ph.D. za odborné konzultace a pomoc při výzkumu. V další řadě děkuji paní Ing. Petře Berkové, Ph.D. za pomoc při tvorbě architektonicko-stavebního řešení a paní Ing. Olze Rubinové, Ph. D. za pomoc při tvorbě části technika prostředí budov.

V neposlední řadě děkuji svým rodičům za podporu, pomoc a finanční podporu během celého vysokoškolského studia.

OBSAH

ÚVOD	12
ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ	14
A.1 Údaje o souladu s územním plánem	14
A.2 Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území	14
A.3 Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin	14
A.4 Územně technické podmínky - zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě ...	14
A.5 Účel užívání stavby	14
A.6 Navrhované parametry stavby - zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikost	14
A.7 Architektonické řešení	15
A.8 Bezbariérové užívání stavby	15
TECHNIKA PROSTŘEDÍ BUDOV	21
B.1 Základní bilance stavby - potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou	21
B.2 Základní popis technických a technologických zařízení	21
MEŘENÍ VLIVU ZASTÍNĚNÍ OKEN NA TEPELNÉ ZISKY A OSVĚTLENOST	23
C.1 Energie Slunce	23
C.2 Denní světlo	23
C.2.1 Přímé sluneční záření	23
C.2.2 Oblohové světlo – difuzní záření	24
C.3 Jednotky	24
C.3.1 Radiometrické veličiny	25
C.3.1.1 Zářivý tok Φ_e [W]	25
C.3.1.2 Zářivost I [$W \cdot sr^{-1}$]	25
C.3.1.3 Zář, plošná zářivost L_e [$W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$]	25
C.3.1.4 Intenzita vyzařování M_e [$W \cdot m^{-2}$]	26
C.3.1.5 Intenzita ozáření E_e [$W \cdot m^{-2}$]	26
C.3.1.6 Dávka ozáření H_e [$W \cdot s \cdot m^{-2}$]	26
C. 3.2 Fotometrické veličiny	27
C.3.2.1 Světelný tok Φ [lm]	27
C.3.2.2 Svítivost I [cd]	27

C.3.2.3 Jas L [cd.m^{-2}]	27
C.3.2.4 Světlení M [lm.m^{-2}]	28
C.3.2.5 Intenzita osvětlení E [lx]	28
C.3.2.6 Osvit H [lx.s]	28
C.4 Stínění oken	29
C.4.1 Typy stínění	29
C.4.1.1 Stínící prvek v interiéru	29
C.4.1.2 Stínící prvek v exteriéru	29
C.4.2.1 Venkovní žaluzie	30
C.4.2.2 Venkovní lamelové rolety	30
C.4.2.3 Venkovní rolety textilní	31
C.4.2.4 Markýzy	31
C.4.2.5 Slunolamy	31
C.4.2.6 Stínící fólie	33
C.5 Měření	34
C.5.1 Zadání měření	34
C.5.2 Pomůcky	34
C.5.3 Popis měření	34
C.5.4 Naměřené hodnoty	35
C.5.4.1 Měření 1 – září	35
C.5.4.1.A Naměřené hodnoty – okno A:	36
C.5.4.1.B Naměřené hodnoty – okno B:	38
C.5.4.2 Měření 2 – říjen	42
C.5.4.2.A Naměřené hodnoty – okno A:	43
C.5.4.2.B Naměřené hodnoty – okno B:	45
C.5.4.3 Měření 3 – březen	49
C.5.4.3.A Naměřené hodnoty – okno A:	50
C.5.4.3.B Naměřené hodnoty – okno B:	52
C.5.5 Simulace – ověření intenzity stínění	56
C.5.6 Vyhodnocení měření	59
C.5.7 Rozbor výsledků	62
C.6 Intenzita ozáření okna přímým a difúzním zářením	63
C.6.1 Popis měření	63

C.6.2 Naměřené hodnoty.....	64
C.6.3 Rozbor výsledků	66
C.7 Simulace stínění oken na osvětlenost	67
C.7.1 Popis simulace.....	67
C.7.2 Varianty stínění.....	68
C.7.3 Výsledek simulace	72
C.7.4 Rozbor výsledků	73
C.8 Závěr.....	75
C.9 Seznam obrázků:.....	76
C.10 Seznam použitých zdrojů:	77
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:	79
SEZNAM PŘÍLOH:.....	80

ÚVOD

Diplomová práce se dělí na tři části. Prvním úkolem diplomové práce je navrhnout budou pro sportovní aktivity. Tímto úkolem se zabývá část A, a část B. Druhým úkolem diplomové práce je výzkum, který se zabývá měřením vlivu zastínění oken na tepelné zisky a osvětlenost.

Část A diplomové práce se zabývá návrhem environmentálně vyspělé budovy pro sportovní aktivity v lokalitě za koupalištěm v obci Sehradice. Pozemek je v územním plánu obce Sehradice označen jako navrhovaná plocha pro tělovýchovu a sport. Architektonicko-dispoziční řešení budovy vyplývá z účelu využívání. V budově se nachází fitness, místnost pro cvičení jógy, sauny, šatny a zázemí pro personál. Je navržena jednopodlažní budova se zelenou vegetační střechou ve stupni zpracování pro stavební povolení. Tato část obsahuje průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy, výkresy architektonicko-stavebního řešení (půdorysy, řezy, pohledy), požárně bezpečnostní řešení a stavební fyziku se zahrnutím průkazu energetické náročnosti budov.

Část B diplomové práce zpracovává návrh techniky prostředí staveb. Budova sportovního centra bude větrána nuceně pomocí vzduchotechnických jednotek, bude vytápěna plynovými kotly, bude chlazená venkovní chladicí jednotkou. Teplá voda bude připravována v zásobníku za pomoci solárních panelů a plynového kotle. V celé budově jsou navržena LED světla. Potřebu elektrické energie částečně vyrobí fotovoltaické panely umístěné na střeše. Tato část obsahuje technické zprávy (návrhy) částí: větrání, vytápění a ohřev teplé vody, chlazení, osvětlení, fotovoltaika a využití dešťové vody. K těmto částem odpovídají výkresy půdorysů se zakreslením polohy jednotek, komponentů a vedení rozvodů a také schéma technického vybavení budov se zapojení měření a regulace.

Část C se zabývá výzkumem, který se dělí na měření a simulaci. Úkolem měření je ověření účinnosti exteriérových stínících prvků prosklených ploch, které propouští do interiéru jak přímé, tak difuzní záření. Měření bude probíhat v interiéru, kde bude měřena intenzita ozáření E_e [$W \cdot m^{-2}$] a intenzita osvětlení E [lx] skleněných ploch (oken). Skleněné plochy budou měřeny bez stínícího prvku a následně se stínícím prvkem v určené poloze či nastavení. Bude vyhodnoceno, jakým způsobem jsou schopny různé druhy stínění omezit tepelné zisky a proslunění interiérů. Úkolem simulace je ověření, jakým způsobem ovlivní exteriérové stínící prvky prosklených ploch intenzitu ozáření E [lux] místnosti, která je natočena prosklenou plochou k jednotlivým světovým stranám.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST A-ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Krahula

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2022

ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

A.1 Údaje o souladu s územním plánem

Stavba je umístěna na pozemek, který je určen v územním plánu obce Sehradice jako navrhovaná plocha pro tělovýchovu a sport [OS]. Stavba budovy pro sportovní aktivity je v souladu s územním plánem obce Sehradice.

A.2 Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území

Stavba se nevyskytuje v záplavovém území stoleté vody Q100 ani poddolovaném území.

A.3 Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Na pozemku se nevyskytují objekty, které by bylo nutné asanovat nebo demolovat. Na pozemku se nevyskytují dřeviny, které by bylo nutné kácet. Na pozemku se vyskytují pouze křoviny, které budou odstraněny před skryvkou ornice.

A.4 Územně technické podmínky - zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě

Dochází zde k prodloužení dopravní a pěší veřejné komunikace, která vede pouze k venkovnímu koupališti. Vlastník této stávající komunikace (obec Sehradice) a majitel pozemku 3783 (obec Sehradice) souhlasí s prodloužením této komunikace před novostavbu. Na tuto nově vzniklou veřejnou komunikaci se napojí parkoviště i pěší komunikace novostavby viz výkres situace. Taktéž zde dochází k prodloužení veřejných sítí jako jsou plynovod, vodovod, splašková kanalizace, síť elektro a veřejného osvětlení, následně bude novostavba napojena na tyto sítě. Všechny dotčené orgány souhlasí s tímto řešením.

A.5 Účel užívání stavby

Budova je určena pro sportovní volnočasové aktivity občanů. Budova nabízí sportoviště – hodinová obsazenost posilovny je 30 osob, cvičební sálu 17 osob a odpočinková zóna se saunami je 8 osob.

A.6 Navrhované parametry stavby - zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikost

Počet nadzemních podlaží.....	1.NP
Zastavěná plocha objektu.....	787,2 m ²
Výška objektu s atikou	5,583 m
Obestavěný prostor objektu.....	4 361,9 m ³
Podlahová plocha	671,5 m ²
Plocha parkoviště	1 024,9 m ²
Zpevněné plochy	1113,5 m ²
Počet parkovacích stání pro osobní automobily	32
Počet parkovacích stání vyhrazených pro zaměstnance	3
Počet parkovacích stání vyhrazené pro vozidla osob doprovázející dítě v kočárku	2
Počet parkovacích stání pro vozidla přepravující	

těžce pohybově postižené	6
Počet stání pro jízdní kola.....	11

A.7 Architektonické řešení

Objekt je navržen jako jednopodlažní volně stojící stavba. Stavba obdélníkového půdorysu s plochou vegetační střechou. Rozměry stavby jsou 37,4 x 20,9 m, výška stavby je 5,6 m. Nosný systém objektu je stěnový. Objekt je založen na základových pasech, ty nesou obvodové a vnitřní nosné stěny z tvárnic Heluz UNI 30. Strop je tvořen panely Spiroll tloušťky 265 mm. Objekt bude zateplen systémem ETICS minerální vatou. Barva tenkovrstvé omítky bude bílá (RAL 9010). Atika bude obložena modřínovými lakovanými palubkami. Oplechování a rámy oken budou v barevném provedení písková RAL 1002. Okna jsou stíněna venkovními žaluziemi v barevném provedení písková RAL 1002. Parkoviště bude s asfaltovým povrchem a zpevněné plochy budou tvořeny zámkovou dlažbou.

A.8 Bezbariérové užívání stavby

Stavba je navržena bezbariérově v souladu s vyhláškou č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečující bezbariérové využívání staveb. Před objektem se nachází 6 stání pro vozidla přepravující těžce pohybově postižené. Přístup do budovy a po budově je bezbariérový. V budově se nachází 2 bezbariérová hygienická zázemí.

A.9 Základní technický popis staveb

Objekt je navržen jako jednopodlažní volně stojící stavba. Stavba obdélníkového půdorysu s plochou vegetační střechou se sklonem 3°. Rozměry stavby jsou 37,4 x 20,9 m, výška stavby je 5,6 m. Nosný systém objektu je stěnový. Objekt je založen na základových pasech, které nesou obvodové a vnitřní nosné stěny z tvárnic Heluz UNI 30. Vnější stěny tvoří tvárnice Heluz UNI 25. Akustické stěny tvoří tvárnice Heluz 30/33,5 MK, vnitřní příčky tvoří tvárnice Heluz 11,5 broušená. Strop je tvořen panely Spiroll tloušťky 265 mm. Objekt bude zateplen systémem ETICS, minerální vatou tloušťky 200 mm. Výplně vnějších otvorů jsou plastové/hliníkové. Spád střechy je tvořen klíny z EPS. Objekt bude vytápěn plynovými kotly. K distribuci tepla slouží radiátory a podlahové vytápění. Ohřev teplé vody je pomocí plynového kotle a solární soustavy. V objektu je navrženo nucené větrání pomocí dvou VZT jednotek. Výroba chladu pro VZT je pomocí venkovní chladicí jednotky. Na ploché střeše jsou umístěny fotovoltaické panely. Ve strojovně VZT je pak umístěna baterie a měnič. Část dešťové vody bude odpařeno pomocí zelené střechy. Zbytek dešťové vody bude shromažďován na pozemku pro zalévání zeleně a splachování WC. Přebytek vody bude vsakován pomocí vsakovacích nádrží na pozemku.

A.10 Konstrukční a materiálové řešení

Zemní práce

Na pozemku dojde před začátkem stavebních prací k odstranění skrývky ornice v tloušťce 200 mm, která bude uskladněna na pozemku a následně použita pro terénní úpravy. V případě, že nebude všechna skrývka využita na terénní úpravy, bude odvezena na skládku. Maximální výška deponie ornice bude 1,5 m. Ornice by měla být v průběhu roku obrácena, aby nedošlo ke ztracení vlastností humusové složky. Skládky se nesmí nacházet v blízkosti 2 metrů od stromů a zachovalých porostů. Následně budou

vykopány základové pasy a rýhy pro inženýrské sítě. Část zeminy bude odvezeno na skládku, zemina ke zpětnému zasypání bude uložena na skládku maximální výšky 1,8 m.

Základové konstrukce

Základové konstrukce objektu budou plošné. Stěnový konstrukční systém bude nesen na základových pasech. Základová spára se nachází v rostlém terénu v úrovni -1,000 m od $\pm 0,000$. Základové konstrukce budou provedeny z prostého betonu třídy C16/20-XC2, konzistence S3. V místech prostupů bude dána ocelová výztuž dle statického návrhu. Na vybetonované základy bude vylita základová deska tloušťky 150 mm betonu třídy C16/20-XC2, konzistence S3 a vyztužena Kari sítí 150x150 mm o průměru drátu 8 mm. Před vylitím bude provedeno bednění bočních stěn této desky.

Při provádění základových konstrukcí provést uložení zemnicích pásků hromosvodu v úrovni základové spáry viz projekt elektro a nachystat prostupy pro vnitřní instalace dle požadavků jednotlivých profesí.

Hydroizolace spodní stavby

Na podkladní desku bude provedena celoplošná asfaltová penetrace. Na tuto penetraci bude celoplošně nataven asfaltový hydroizolační pás tloušťky 4 mm se spřaženou nosnou vložkou ze skleněné fólie a AL folie. Asfaltový pás bude nataven i na bočních stěnách desky. Do výšky 300 mm od upraveného terénu budou izolovány obvodové stěny. Bude zde vytvořen zpětný spoj izolací, tedy natavení izolace stěny k izolaci desky.

Obvodové svislé konstrukce

Budou tvořeny zdivem Heluz UNI 30 zděná na maltu Heluz SB. Při zdění je nutno se řídit technologickými předpisy a doporučeními výrobce zdícího materiálu. Obvodové stěny budou zateplený systémem ETICS viz bod tepelná izolace.

Vnitřní nosné konstrukce

Budou tvořeny zdivem Heluz UNI 30 a Heluz UNI 25 zděná na maltu Heluz SB. Při zdění je nutno se řídit technologickými předpisy a doporučeními výrobce zdícího materiálu. Stěny budou provázány s obvodovým nosným zdivem.

Vnitřní dělicí konstrukce

Příčky budou vyzděné z tvarovek HELUZ 11,5 broušená spojována na maltu Heluz SB. Napojení na nosné stěny provést pomocí plochých stěnových kotev z korozivzdorné oceli (např. stěnovou kotvou FD KSF od firmy Fischer) umísťované do každé druhé ložné spáry.

Vnitřní akustické dělicí konstrukce

Akustické stěny HELUZ AKU 30/33,3 MK budou spojeny na maltu M5. Při zdění je nutno se řídit technologickými předpisy a doporučeními výrobce zdícího materiálu.

Stěna atiky

Bude tvořena zdivem Heluz UNI 30 zděná na maltu Heluz SB. Vrchol atiky tvoří železobetonový věnec. Atika bude z vnější strany opatřena zateplením ETICS viz bod tepelná izolace. Z vnitřní strany bude opatřena asfaltovou penetrací s nataveným asfaltovým pásem a opatřena EPS mechanicky kotveným a lepeným u vrchní části atiky. Dále natavenými asfaltovými pásy dle skladby.

Překlady

Překlady jsou tvořeny systémovým řešením, a to pomocí výrobků Heluz 23,8. Překlady budou uloženy do maltového lože dle minimálních uložení. Průvlak v místnosti 1.31 budou tvořit válcované I profily nebo bude železobetonový. Profily budou opatřeny antikoročním nátěrem, obaleny pletivem a obetonované.

Nosné vodorovné konstrukce

Stropní konstrukci tvoří železobetonové předpjaté panely Spiroll tloušťky 265 mm. Panely budou uloženy do maltového lože na věnci podélných stěn. Minimální uložení panelů je 100 mm. Příčné vnitřní stěny nebudou dobíhat až k panelům. Tyto stěny a panely bude oddělovat 20 mm foukané pěny nebo EPS. Výměny nosucí panely budou ocelové, opatřeny antikoročním nátěrem. Místa mezi panely budou vyplněna betonovou zálivkou.

Střešní konstrukce

Nosnou část střešní konstrukce tvoří panely Spiroll. Na ně je nanášena asfaltová penetrace, natavena dočasná hydroizolace a parozábrana z asfaltového pásu se separačním povrchem a s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Dočasná hydroizolace je vyvedena pomocí atikových chrličů. Dále jsou položeny EPS desky tloušťky 140 mm a spádové EPS klíny lepeny k sobě jednosložkovým polyuretanovým lepidlem. Dál bude nalepen samolepící hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny tloušťky 3 mm. Na něj bude celoplošně nataven asfaltový SBD pás s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny tloušťky 4 mm a na něj nataven asfaltový pás s břídicím posypem s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny tloušťky 5,3 mm. Bude položena netkaná textilie s gramáží 300 g/m² a nopová folie s perforacemi na horním povrchu, dále položena netkaná textilie s gramáží 200 g/m². Střešní plášť je zatížen substrátem tloušťky 100 mm s položenou vegetační rohoží.

Hydroizolace

V místnostech hygienického zázemí budou provedeny hydroizolace Mapegum WPS jednosložková hydroizolace pod dlažbou a obklady s bandáží rohů a koutů. Budou vytaženy do úrovně zárubní na zdi a do výšky 2000 mm.

Izolace tepelné

Pro tepelnou izolaci podlah na terénu bude použit EPS Perimetr tloušťky 100 a 80 mm, kladen křížem.

Tepelnou izolaci obvodových stěn tvoří systém ETICS s minerální vlnou. Zdivo bude penetrováno. Bude lepena minerální vlna tloušťky 200 mm a mechanicky kotvena zápusnými hmoždinkami. Tenkovrstvou omítku tvoří stěrkovací hmota s výztužnou tkaninou, barevná penetrace a tenkovrstvá barevná omítka. Izolaci soklu tvoří extrudovaný polystyren do výšky 300 mm. Tento polystyren bude kotven mechanicky v horní polovině plotny. Pohledovou vrstvu tenkovrstvé omítky tvoří marmolit. Tepelnou izolaci v části atiky tvoří taktéž minerální vlna bez tenkovrstvé omítky. Vlna bude kryta paropropustnou fólií odolnou proti UV záření. Na dřevěný rošt budou kotveny impregnované modřínové palubky.

Komín

Plynové kotle budou zaústěny do třívrstvého nerezového komínového tělesa kotveného v exteriéru do obvodové stěny. Těleso bude opatřeno hlavou s protidešťovým krytem a otvor pro odvod kondenzátu.

Výplně otvorů

Výplně otvorů jsou navrženy s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla $U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rámy výplní jsou plastové/hliníkové v barevném provedení písková RAL 1002. Na únikových cestách budou protipožární okna a dveře s minimální odolností EW15 DP3. Připojovací spára z vnitřní strany bude přetažena parotěsnou koutovou páskou a napojena na parotěsnou vrstvu. Z vnější strany bude připojovací spára opatřena difuzní páskou. Přetažení izolantu přes fixní část rámu okna bude 40 mm.

Povrchové úpravy

Omítky jsou tvořeny podkladní jádrovou omítkou strojní tloušťkou 15 mm a vrchní štukovou omítkou tloušťky 3 mm. Omítky jsou provedeny na penetrované zdivo. Povrchové materiály v hygienických zázemí jsou tvořeny podkladní jádrovou omítkou, vrchní štukovou omítkou, hydroizolační stěrkou s koutovými pásy a nalepenými keramickými obklady s hliníkovými rožky. V objektu se nachází tři typy podlahových úprav, a to keramická dlažba, vysokopevnostní laminátová podlaha a dvoukomponentní barevná stěrka na bázi epoxidové pryskyřice.

Podhledy

V místnostech jsou ve výšce 3 150 a 3 400 mm vytvořeny kazetové rozebíratelné podhledy z desek 600x600 mm. V posilovně bude podhled tvořen z části dřevotřískovou deskou, z části akustickým podhledem Knauf Cleaneo – blokový kulatý děrovaný, typ B5 12/25 R. Ve cvičebním sálu je pohled tvořen z části kazetou Rigips OWA Schlicht 600x600 mm, z části kazetou Rigips OWA Sternbild. Viz část E.2 Stavební fyzika – akustika.

Zpevněné plochy

Zpevněné plochy pro pěší tvoří zámková dlažba profilu H kladena do kamenné drti frakce 4/8 tloušťky 40 mm. Podklad tvoří hutněná vrstva z kamenné drtě frakce 8/16 tloušťky 100 mm. Zpevněnou plochu parkoviště tvoří skladba horního asfaltového betonu střednězrnného tloušťky 50 mm na podkladu z asfaltového betonu ložného tloušťky 5 mm propojené asfaltovou emulzí. Podkladní vrstvu tvoří štěrkodrt frakce 32/63 tloušťky 200 mm.

A.11 Zásady požárně bezpečnostního řešení

Objekt je řešen dle ČSN 730802 v souladu s navazujícími projektovými normami. Budova je rozdělena do dvou požárních úseků. Požární odolnost stavebních konstrukcí vyhoví požadavků SPB jednotlivých požárních úseků. V objektu jsou k dispozici nechráněné únikové cesty vyhovujících parametrů. Odstupové vzdálenosti dosahují pouze na vlastní pozemek investora a na veřejné prostranství, stav je vyhovující. Stavební objekt vyhoví požadavkům požární bezpečnosti staveb při dodržení výše uvedených zásad.

A.12 Napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Parkoviště objektu je napojeno na nově navrhovanou veřejnou asfaltovou komunikaci pro vozidla a komunikaci pro pěší před navrhovanou budovou. Nově navrhovaná asfaltová komunikace je napojena na stávající komunikaci končící před veřejným venkovním bazénem.

A.13 Pěší a cyklistické stezky

V projektu se řeší napojení nové pěší komunikace vedoucí od veřejného bazénu k nově navrhované budově. Cyklistické stezky se v projektu neřeší.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST B-TECHNIKA PROSTŘEDÍ BUDOV

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Krahula

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2022

TECHNIKA PROSTŘEDÍ BUDOV

B.1 Základní bilance stavby - potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou

Stavba bude napojena na vodovod, plynovod, elektřinu, splaškovou kanalizaci a veřejné osvětlení. Část dešťové vody bude odpařeno pomocí zelené střechy. Zbytek dešťové vody bude shromažďován na pozemku pro zalévání zeleně a splachování WC. Přebytek vody bude vsakován pomocí vsakovacích nádrží na pozemku. Budova spadá do třídy energetické náročnosti A – mimořádně úsporná.

B.2 Základní popis technických a technologických zařízení

Objekt bude vytápěn dvěma plynovými kondenzačními kotly. K ohřevu teplé vody bude sloužit třetí plynový kondenzační kotel. K distribuci tepla slouží radiátory a podlahové vytápění. Ohřev teplé vody je pomocí plynového kotle v zásobníku teplé vody. Předehřev a případný ohřev vody v letních měsících zajistí solární trubicové vakuové kolektory umístěné na střeše. V objektu je navrženo nucené větrání pomocí dvou VZT jednotek. Výroba chladu pro VZT jednotky a Fancoily umístěné v posilovně, cvičebním sálu a recepci je pomocí venkovní chladicí jednotky Trane, se vzduchem chlazeným kondenzátorem. Na ploché střeše jsou umístěny fotovoltaické panely. Ve strojovně VZT je pak umístěna baterie a měnič. Část dešťové vody bude odpařeno pomocí zelené střechy. Zbytek dešťové vody bude shromažďován na pozemku pro zalévání zeleně a splachování WC. Přebytek vody bude vsakován pomocí vsakovacích nádrží na pozemku. Objekt je napojen na plynovod, který ústí v kotelně. Hlavní uzávěr plynu je před budovou na hranici pozemku. Objekt je dále napojen na vodovod a elektrickou síť. Splašky jsou odvedeny do veřejné splaškové kanalizace. Osvětlení budovy je řešeno pomocí LED panelů.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST C – MĚŘENÍ VLIVU ZASTÍNĚNÍ OKEN NA TEPELNÉ ZISKY A OSVĚTLENOST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Krahula

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2022

MEŘENÍ VLIVU ZASTÍNĚNÍ OKEN NA TEPELNÉ ZISKY A OSVĚTLENOST

C.1 Energie Slunce

Slunce je zdrojem energie (tepla a světla) pro naši planetu. Slunce dodává energii fotosyntéze, díky které mohou žít na Zemi živé organismy. Díky Slunci jsou na Zemi různé klimatické podmínky a mořské proudy. Slunce se skládá ze 71,6 % vodíku, 27 % helia a 1,4 % ostatních prvků. [1]

Energie Slunce vzniká jadernými reakcemi uvnitř Slunce, vodík se zde mění na hélium. Slunce má na povrchu teplotu až 5800 K a vyzařuje všechny druhy elektromagnetického záření, nejvíce ale ultrafialové, viditelné, infračervené. Můžeme říct, že Slunce září jako absolutně černé těleso. Absolutně černé těleso je ideální těleso, které pohlcuje veškeré záření všech vlnových délek dopadající na jeho povrch, a poté jej vysílá ve formě tepelného záření. [2, 3]

C.2 Denní světlo

Denní světlo je viditelné elektromagnetické záření vysílané Sluncem. Paprsky pronikají zemskou atmosférou dvěma způsoby. Prostupem přímým, který nazýváme přímé sluneční světlo a prostupem rozptýlným, který nazýváme oblokové světlo. Viditelné elektromagnetické záření se pohybuje ve frekvencích $3,9 \cdot 10^{14}$ Hz až $7,7 \cdot 10^{14}$ Hz. Těmito frekvencím náleží vlnové délky 390 nm až 770 nm. Různé frekvence elektromagnetického záření vnímá člověk jako různá barevná světla. Fialová o frekvenci 380 nm až 436 nm, modrá 436 nm až 495 nm, zelená 495 nm až 566 nm, žlutá 566 nm až 589 nm, oranžová 589 nm až 627 nm a červená 627 nm až 780 nm. [4 – str. 3]

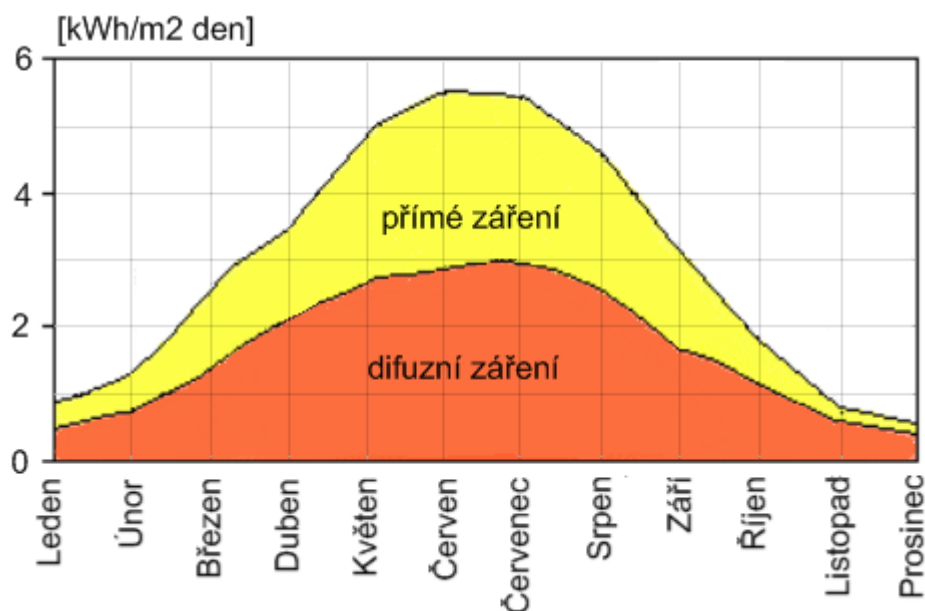
Dostatek denního osvětlení je pro člověka důležitou věcí. Střídání dne a noci má vliv na biologické rytmy organismu a na aktuální stav organismu (spánek, bdělost, ospalost, teplotu organismu nebo pozornost při práci). Při návrhu denního osvětlení musíme navrhnout prosklené plochy tak, abychom do interiéru pustili dostatečné množství světla a vytvořili tak v místnosti správnou zřakovou pohodu. Při návrhu nových budov musíme posoudit dostatek denního osvětlení v obytných místnostech, v ložnicích, v učebnách škol, v místnostech pro oddech a denních místnostech zařízení pro předškolní výchovu, ve vyšetřovnách a lůžkových místnostech zdravotnických zařízení. [5 – str. 19]

C.2.1 Přímé sluneční záření

Sluneční paprsky pronikají přímým prostupem zemskou atmosférou. Slunce je zdrojem energie, kterou lze charakterizovat sluneční konstantou $G_{SC}=1367 \text{ W/m}^2$ definovanou jako plošnou hustotu zářivého toku sluneční radiace, dopadající na plochu kolmou na směr slunečních paprsků. [4 – str. 5]

C.2.2 Oblohové světlo – difuzní záření

Oblohové světlo vzniká díky rozptýleným slunečním paprskům, které prošly atmosférou. Zdá se, že toto světlo přichází z oblohy, a ne ze Slunce. Světlo pak může zářit i při zatažené obloze, po západu Slunce nebo může zářit společně s přímým slunečním světlem. [4 – str. 4]



Obrázek 1 - Množství přímého a difuzního záření na území ČR [6]

C.3 Jednotky

Záření (tedy sluneční paprsky) můžeme měřit z pohledu dvou disciplín. Z pohledu radiometrie a fotometrie. Radiometrie se zabývá měřením energie záření. Fotometrie se zabývá zářením vyvolávajícím v oku zrakový vjem (záření vlnové délky 390 nm až 770 nm). Každé radiometrické jednotce tedy náleží fotometrická jednotka.

Radiometrická veličina	Jednotka	Fotometrická veličina	Jednotka
zářivý tok Φ_e	W	světelný tok Φ	lm (lumen)
zářivost I	$\text{W} \cdot \text{sr}^{-1}$	svítivost I	cd (kandela)
zář, plošná zářivost L_e	$\text{W} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	jas L	$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$
intenzita vyzařování M_e	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	světlení (intenzita světlení) M	$\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$
intenzita ozáření E_e	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	osvětlení (intenzita osvětlení) E	lx (lux)
expozice (dávka ozáření) H_e	$\text{W} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$	expozice (osvit) H	lx.s

Obrázek 2 - Tabulka jednotek [7]

C.3.1 Radiometrické veličiny

C.3.1.1 Zářivý tok Φ_e [W]

Zářivý tok můžeme chápat jako výkon vyvolaný zářením energie ze zdroje za jednotku času na plochu. [8]

$$\Phi_e = \frac{dQ_e}{dt} [W]$$

dQ_e – energie [W = J.s⁻¹]

dt – čas [s]

C.3.1.2 Zářivost I [W.sr⁻¹]

Zářivost můžeme chápat jako zářivý tok, který je vyslán do prostorového úhlu v určitém směru. [8]

$$I_e = \frac{d\Phi_e}{d\Omega} [W.sr^{-1}]$$

$d\Phi_e$ – elementární zářivý tok [W]

$d\Omega$ – elementární prostorový úhel [sr – steradián]

C.3.1.3 Zář, plošná zářivost L_e [W.sr⁻¹.m⁻²]

Zář můžeme chápat jako zářivost povrchu zdroje o jednotkové zdánlivé ploše ve zvoleném směru. [8]

$$L_e = \frac{dl_e}{(dS \cdot \cos\vartheta)} = \frac{1}{\cos\vartheta} \frac{d^2\Phi_e}{dS d\Omega} [W.sr^{-1}.m^{-2}]$$

dl_e – zářivost elementární plochy [W]

dS – plocha zdroje [m²]

$\cos\vartheta$ – zvolený úhel [sr – steradián]

C.3.1.4 Intenzita vyzařování M_e [$W.m^{-2}$]

Intenzitu vyzařování můžeme chápat jako zářivý tok, který je vysílán plochou zdroje do poloprostoru o obsahu dS . [7]

$$M_e = \frac{d\Phi_s}{dS} [W.m^{-2}]$$

$d\Phi_e$ – elementární zářivý tok [W]

dS – plocha [m^2]

C.3.1.5 Intenzita ozáření E_e [$W.m^{-2}$]

Intenzitu ozáření můžeme chápat jako zářivý tok, který dopadá na povrch tělesa tedy plochu dA . [7]

$$E_e = \frac{d\Phi_s}{dA} [W.m^{-2}]$$

$d\Phi_e$ – elementární zářivý tok [W]

dA – plocha na kterou dopadá zářivý tok [m^2]

C.3.1.6 Dávka ozáření H_e [$W.s.m^{-2}$]

Dávku ozáření můžeme chápat jako plošnou hustotu zářivého množství, které dopadlo v časovém intervalu na zvolenou plochu. [7]

$$H_e = \bar{E}_e \cdot t [W.s.m^{-2}]$$

$\bar{E}_e$ – střední intenzita ozáření [$W.m^{-2}$]

t – čas, po který osvětlení probíhá [s]

C. 3.2 Fotometrické veličiny

C.3.2.1 Světelný tok Φ [lm]

Světelný tok můžeme chápat jako energii, kterou zdroj vyzáří za 1 sekundu.

$$\Phi = K_m \int_0^{+\infty} V(\lambda) \cdot P(\lambda) \cdot d\lambda \text{ [lm]}$$

$V(\lambda)$ – poměrná světelná účinnost monochromatického záření pro normálního fotometrického pozorovatele při fotopickém vidění [-]

$P(\lambda)$ – spektrální koncentrace zářivého výkonu [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1}$]

$K_m = 683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$ světelná účinnost monochromatického světla základní vlnové délky $\lambda_m = 555 \text{ nm}$ [5 – str. 15, 9 – str. 52]

C.3.2.2 Svítivost I [cd]

Svítivost můžeme chápat jako rozložení světelného toku do různých směrů v prostoru.
[5 – str. 16]

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega} \text{ [cd]}$$

$d\Phi$ – elementární světelný tok [lm]

$$d\Omega = \frac{dS}{r^2} \text{ [sr]}$$

C.3.2.3 Jas L [$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$]

Oblohové světlo považujeme za plošný zdroj, kde jeho záření vyjadřujeme jasnem.
[9 – str. 52]

$$L = \frac{dI}{dS'} = \frac{dI}{dS \cdot \cos \theta} \text{ [cd} \cdot \text{m}^{-2}\text{]}$$

dI – svítivost [cd] elementární plochy dS [m^2] ve směru dle úhlu θ [rad]

dS' – plocha průmětu plošky dS do zvoleného směru [m^2]

C.3.2.4 Světlení M [lm.m⁻²]

Světlení můžeme chápat jako velikost světelného toku na povrchu zdroje a velikostí této plochy zdroje. [10, 7]

$$M = \frac{d\Phi}{dA} \text{ [lm. m}^{-2}\text{]}$$

dΦ – světelný tok [lm]

dA – plocha zdroje [m²]

C.3.2.5 Intenzita osvětlení E [lx]

Část světelného toku, která dopadá na plochu povrchu tělesa. Jeden lux můžeme definovat jako světelný tok jednoho lumenu rovnoměrně rozprostřeného na ploše 1 m². [11, 5 – str. 16]

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \text{ [lx]}$$

dΦ - světelný tok [lm]

dS – elementární plocha [m²]

C.3.2.6 Osvit H [lx.s]

Osvit můžeme chápat jako plošnou hustotu světelného množství, které dopadlo v časovém intervalu na zvolenou plochu. [12, 5]

$$H = \bar{E} \cdot t = \frac{d\Phi}{dA} \cdot t \text{ [lx. s]}$$

$\bar{E}$ – střední intenzita osvětlení [lx]

t – čas, po který osvětlení probíhá[s]

C.4 Stínění oken

Prvním typem stínicího prvku okna byly okenice. Ty bránily pronikání slunečních paprsků skrze okna do interiéru a také byly brány jako ochranný prvek objektu před vloupáním. Dnes nám ale stínící prvky přinášejí více funkcí jako jsou:

- Tepelná pohoda – v zimě brání stínící prvky úniku tepla z interiéru a v létě brání nadměrnému přehřívání interiéru
 - Světelná pohoda – stínící prvky regulují světlo v interiéru, regulují oslnění
 - Zvukové pohody – stínící prvky snižují hluk pronikající z vnějšího okolí
- [13 – str. 12]

Správně navržená a vhodně řízená stínící technika nám může ušetřit finance na vytápění a chlazení objektu.

[13 – str. 13]

C.4.1 Typy stínění

Stínící techniku můžeme dělit z hlediska materiálu, způsobu ovládání a z hlediska umístění na exteriérové stínící prvky a interiérové stínící prvky.

[13 – str. 16]

C.4.1.1 Stínící prvek v interiéru

Interiérové stínící prvky chrání interiér před oslněním, redukují průnik světelných paprsků, ale mají malou účinnost proti tepelným paprskům. Přes letní den se teplo dostane skrze okna do interiéru. Zahřátá žebírka vnitřních žaluzií mohou působit obdobně jako žebra radiátoru a mohou tak sálat teplo směrem do interiéru. Mezi stínící prvky umístěné v interiéru řadíme vnitřní rolety, vnitřní žaluzie, textilní závěsy, protisluneční okenní fólie, japonské posuvné stěny a baldachýny, reflexní fólie.

[13 – str. 19, 14]

C.4.1.2 Stínící prvek v exteriéru

Exteriérové stínící prvky brání interiér před oslněním a proti nadměrným tepelným ziskům (pasivní chlazení). V letních dnech slunce září na zatažené lamely žaluzií nebo rolet, které nepustí tepelné paprsky do interiéru, případně je odrazí. V zimní den, by měly být žaluzie nebo rolety vytaženy, abychom dosáhli co největších tepelných zisků skrz okna. Přes noc by měly být žaluzie nebo rolety zatažené, abychom bránili únikům tepla skrze okna (můžeme si to předsvít jako dodatečnou tepelnou izolaci okna). Mezi stínící prvky umístěné v exteriéru můžeme řadit venkovní žaluzie, venkovní rolety, markýzy, okenice, slunolamy, látkové fasádní stínění a pergoly, reflexní fólie.

[13 – str. 16]

C.4.2.1 Venkovní žaluzie

Venkovní žaluzie mají největší účinnost jak v letním období, kdy chrání interiér před nadměrnými tepelnými zisky tak v zimním období, kdy snižují únik tepla. Díky nastavení sklonu lamem můžeme regulovat osvětlení interiéru. Zatažené žaluzie snižují hluk pronikající z vnějšího okolí. Lamely jsou nejčastěji vyrobeny z hliníku.

[13 – str. 20]



Obrázek 3 - Venkovní žaluzie [15]

Šířka lamely	100 mm	90 mm	80 mm	70 mm	65 mm	50 mm
Tvar lamely						

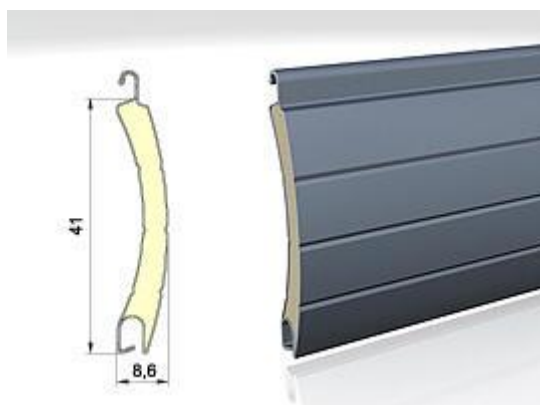
Obrázek 4 - Tvar a šířky lamel venkovních žaluzií [13 – str. 21]

C.4.2.2 Venkovní lamelové rolety

Venkovní rolety mají stejné přednosti jako venkovní žaluzie. Navíc dokážou v interiéru vytvořit úplnou tmou. Nevýhodou oproti venkovním žaluziím je, že sluneční paprsky můžete regulovat pouze výškou stažené žaluzie. Paprsky tak proniká skrz spodní část okna. Lamelové venkovní rolety mají lamely nejčastěji vyrobeny z hliníku plněného polyuretanovou pěnou. [13 – str. 27]



Obrázek 5 - Venkovní roleta [16]



Obrázek 6 - Řez lamelou venkovní rolety [17]

C.4.2.3 Venkovní rolety textilní

Oproti lamelovým roletám mohou do interiéru propustit část slunečních paprsků v závislosti na zvolené látce rolet. Dnes se vyrábí i látky z umělých vláken, které jsou odolnější proti povětrnostním vlivům. [18]



Obrázek 7 - Venkovní roleta [19]

C.4.2.4 Markýzy

Markýzy jsou určeny pro stínění balkonů, teras, zimních zahrad, výloh obchodů, ale také pro stínění oken. Při použití markýzy ke stínění oken regulují intenzitu oslunění v interiéru a chrání interiér před nadměrnými slunečními zisky. Nedokáže ale v interiéru vytvořit úplnou tmou. Oproti žaluziím a roletám umožňují volný průhled do exteriéru. [13 – str. 35]



Obrázek 8 - Markýza [20]

C.4.2.5 Slunolamy

Slunolamy omezují průnik přímého slunečního záření do interiéru a chrání interiér před nadměrnými slunečními zisky. Taktéž jako markýzy nedokážou v interiéru vytvořit tmou. Oproti žaluziím a roletám umožňují volný průhled do exteriéru. Slunolamy mohou být konzolové s vodorovnými lamelami umístěny nad okny viz obrázek 9 nebo slunolamy vertikální (obrázek 11) a horizontální (obrázek 10) umístěny přímo před okny. Lamely slunolamů pak mohou být pevné nebo pohyblivé. [13 – str. 43]



Obrázek 9 - Slunolamy 1 [21]



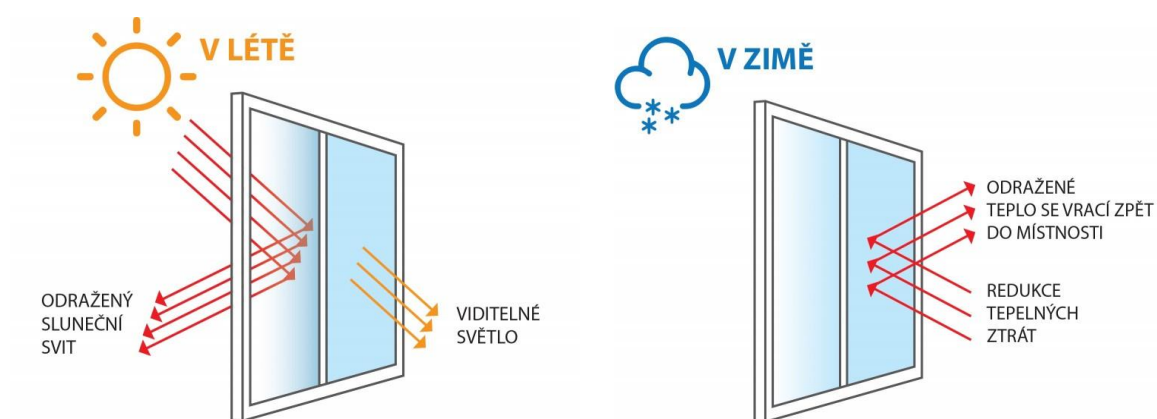
Obrázek 10 – Slunolamy 2 [22]



Obrázek 11 - Slunolamy 3 [23]

C.4.2.6 Stínící fólie

Stínící fólie okenních ploch odráží tepelné záření v letním období a chrání tak interiér před nadměrnými slunečními zisky. V zimě odráží teplo zpět do interiéru. Nevýhodou fólií je fakt, že celoročně propouští do interiéru pouze část světla, nelze tak regulovat osvětlení interiéru jako u žaluzií nebo rolety. Fólie se lepí jak z interiéru, tak z exteriéru. [24]



Obrázek 12 - Stínící fólie [25, 26]

C.5 Měření

C.5.1 Zadání měření

Úkolem měření je ověření účinnosti exteriérových stínících prvků prosklených ploch, které propouští do interiéru jak přímé, tak difuzní záření. Měření bude probíhat v interiéru, kde bude měřena intenzita ozáření E_e [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$] a intenzita osvětlení E [lx] skleněných ploch (oken). Skleněné plochy budou měřeny bez stínícího prvku a následně se stínícím prvkem v určené poloze či nastavení. Bude vyhodnoceno, jakým způsobem jsou schopny různé druhy stínění omezit tepelné zisky a proslunění interiéru.

C.5.2 Pomůcky

Almemo 2590-4S - kombinovaný univerzální ruční měřicí přístroj se 4 univerzálními vstupy a 2 výstupy pro měření teploty, vlhkosti, proudění vzduchu, průtoku kapalin, tlaku, síly, dráhy, intenzity záření, koncentrace plynů, meteorologických a dalších fyzikálních, chemických a elektrických veličin. Pro účely měření byly k přístroji připojeny **dva snímače tepelného toku ZA 9007-FS**, které mají měřicí rozsah od -260 mV do +260 mV (milivolt). [27]

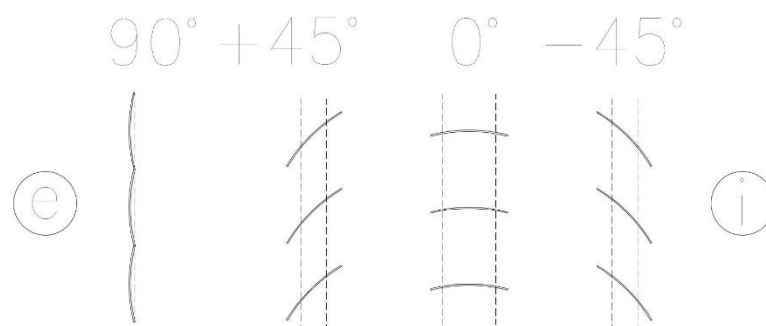
Omega HHF81 – ruční měřicí přístroj pro měření teploty, vlhkosti, osvětlení a rychlosti vzduchu. Měřicí rozsah 0-2200 luxů [$\times 1$] a 1800-20000 luxů [$\times 10$] [28]

C.5.3 Popis měření

Měření začínalo rozmístěním snímačů a měřících přístrojů. Na okno z interiéru byla ve výšce 1,7 m od podlahy připevněny dva snímače tepelného toku. Snímače byly od sebe vzdáleny 30 cm. Snímače byly k oknu nalepeny teplonosnou páskou, tak aby snímač přiléhal ke sklu. Ve výšce 1,3 m od podlahy a ve vzdálenosti 20 cm od skla byl umístěn luxmetr. Každé měření probíhalo v deseti půlminutových intervalech a byly zaznamenávány hodnoty intenzity ozáření, intenzity osvětlení, oblačnost.

Bylo provedeno měření v budově VUT FAST v místnosti E418. Do měření byla vybrána okna s různým typem venkovního stínění, tedy venkovní roleta a venkovní žaluzie. Okna byla zasklena dvojsklem.

Okno A bylo stíněno venkovní plátěnou roletou. Měření tedy probíhalo ve dvou režimech, a to bez stínícího prvku a se staženou roletou. Okno B bylo stíněno venkovními hliníkovými žaluziemi. Měření tedy probíhalo v režimu bez stínícího prvku a se staženými žaluziemi, které byly natočeny ve čtyřech polohách viz obrázek číslo 13. Při měření tepelných zisků (intenzity ozáření) bude zanedbána konvekční složka tepla.

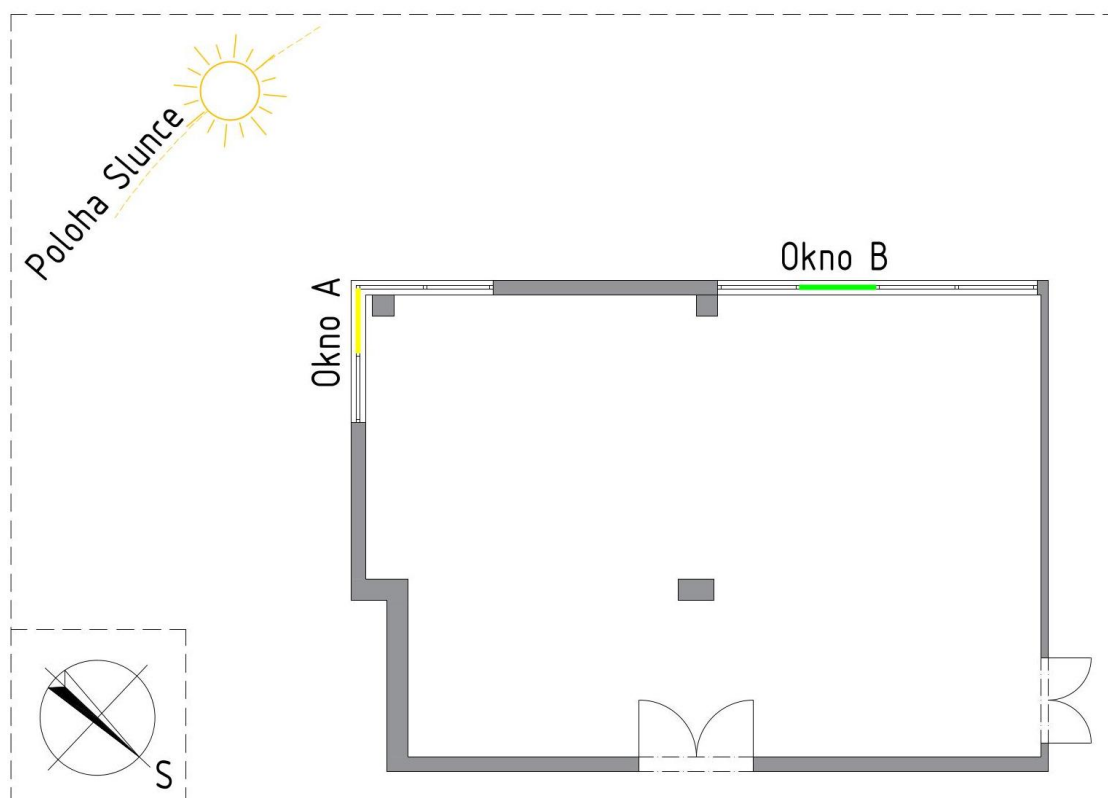


Obrázek 13 - Nastavení exteriérových žaluzií

C.5.4 Naměřené hodnoty

C.5.4.1 Měření 1 – září

Lokalita měření:	VUT FAST místnost E 418
Datum měření:	30.09.2020
Venkovní teplota:	15 °C
Vnitřní teplota:	20 °C
Výška slunce nad obzorem ve 12:00:	37,66°
Půdorys/poloha oken a slunce:	



Obrázek 14 - Poloha slunce, měření 1

C.5.4.1.A Naměřené hodnoty – okno A:

Před měřením bylo okno A vystaveno povětrnostním vlivům, nezastíněno. Okno B bylo před měřením zastíněno venkovní žaluzií.

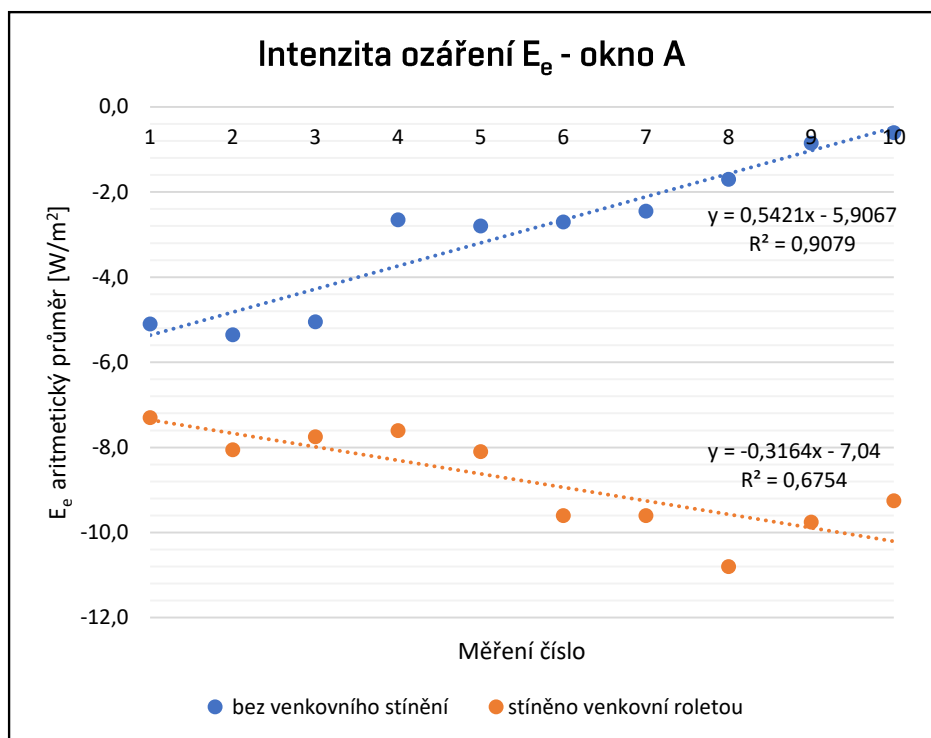
Okno A bez venkovního stínění

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	11:57:00	-6,0	-4,2	-5,1	5680	oblačno
2	11:57:30	-7,6	-3,1	-5,4	5990	oblačno
3	11:58:00	-6,8	-3,3	-5,1	6530	oblačno
4	11:58:30	-3,9	-1,4	-2,7	6670	oblačno
5	11:59:00	-4,4	-1,2	-2,8	6510	oblačno
6	11:59:30	-3,7	-1,7	-2,7	6230	oblačno
7	12:00:00	-4,0	-0,9	-2,5	6170	oblačno
8	12:00:30	-3,1	-0,3	-1,7	6200	oblačno
9	12:01:00	-2,2	0,5	-0,9	6150	oblačno
10	12:01:30	-2,5	1,3	-0,6	6090	oblačno
Aritmetický průměr:		-4,4	-1,4	-2,9	6222,0	

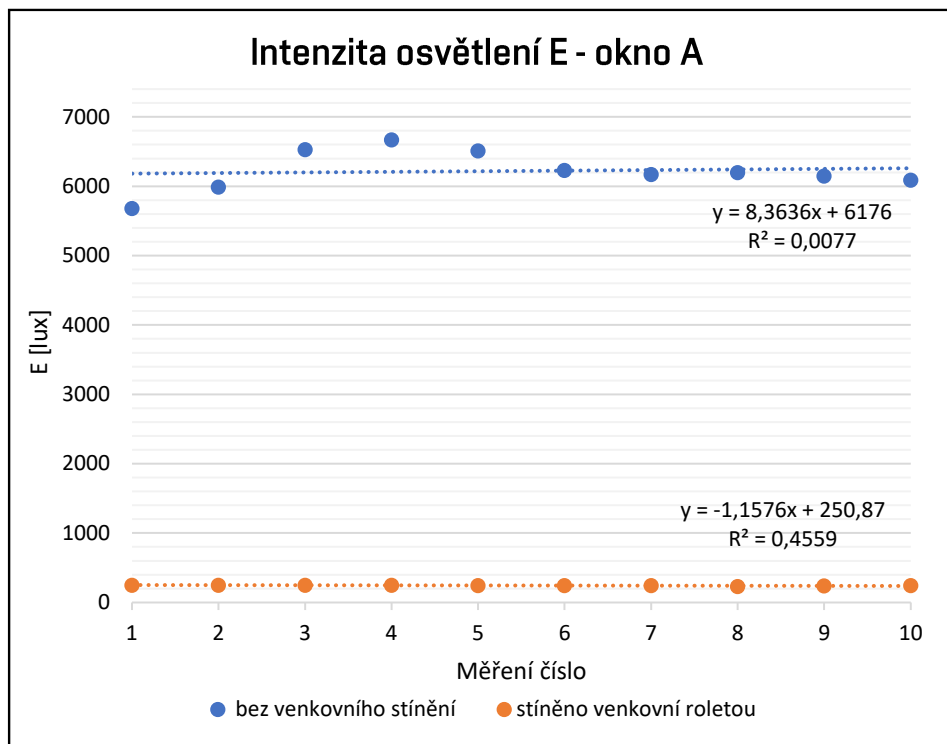
Okno A stíněno venkovní roletou

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	12:05:00	-7,2	-7,4	-7,3	248	oblačno
2	12:05:30	-7,2	-8,9	-8,1	250	oblačno
3	12:06:00	-7,7	-7,8	-7,8	248	oblačno
4	12:06:30	-8,2	-7,0	-7,6	247	oblačno
5	12:07:00	-7,7	-8,5	-8,1	246	oblačno
6	12:07:30	-9,7	-9,5	-9,6	244	oblačno
7	12:08:00	-9,0	-10,2	-9,6	246	oblačno
8	12:08:30	-10,1	-11,5	-10,8	232	oblačno
9	12:09:00	-8,2	-11,3	-9,8	240	oblačno
10	12:09:30	-8,2	-10,3	-9,3	244	oblačno
Aritmetický průměr:		-8,3	-9,2	-8,8	244,5	

Srovnání intenzity ozáření E_e [W/m^2] místnosti okna bez stínění a okna stíněného roletou



Srovnání intenzity osvětlení E [lux] místnosti okna bez stínění a okna stíněného roletou



Pozn.: R^2 – koeficient determinace – vyjadřuje podíl variability závisle proměnné

C.5.4.1.B Naměřené hodnoty – okno B:

Okno B bez venkovního stínění

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	12:22:00	6,7	13,0	9,9	7520	oblačno
2	12:22:30	8,0	11,5	9,8	7360	oblačno
3	12:23:00	6,3	11,9	9,1	7140	oblačno
4	12:23:30	6,1	11,5	8,8	7230	oblačno
5	12:24:00	6,6	12,5	9,6	7550	oblačno
6	12:24:30	7,4	11,3	9,4	7430	oblačno
7	12:25:00	6,7	11,4	9,1	7480	oblačno
8	12:25:30	7,0	12,2	9,6	9220	jasno
9	12:26:00	11,6	19,9	15,8	12100	jasno
10	12:26:30	7,6	14,1	10,9	8300	malá oblačnost
Aritmetický průměr:		6,9	12,2	9,5	7501,3	

Hodnoty řádků 8 a 9 nejsou brány do výpočtů, kvůli náhlé změně oblačnosti.

Okno B zastíněno venkovními žaluziemi natočení lamel 0°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	12:32:00	-0,4	0,4	0,0	1077	oblačno
2	12:32:30	-1,0	1,3	0,2	1070	oblačno
3	12:33:00	-0,2	2,5	1,2	1060	oblačno
4	12:33:30	0,0	1,3	0,7	1066	oblačno
5	12:34:00	-1,4	1,2	-0,1	1077	oblačno
6	12:34:30	-1,8	-0,5	-1,2	1092	oblačno
7	12:35:00	-1,8	-0,8	-1,3	1104	oblačno
8	12:35:30	-1,4	0,1	-0,7	1114	oblačno
9	12:36:00	-1,5	-0,3	-0,9	1107	oblačno
10	12:36:30	-2,7	0,0	-1,4	1086	oblačno
Aritmetický průměr:		-1,2	0,5	-0,4	1085,3	

Okno B zastíněno venkovními žaluziemi natočení lamel +45°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	12:39:00	-4	-3,5	-3,8	480	oblačno
2	12:39:30	-4,9	-3,4	-4,2	479	oblačno
3	12:40:00	-5,6	-4,2	-4,9	483	oblačno
4	12:40:30	-5,1	-4,5	-4,8	481	oblačno
5	12:41:00	-5,6	-3,8	-4,7	486	oblačno
6	12:41:30	-4,4	-4,5	-4,5	477	oblačno
7	12:42:00	-5,2	-3,8	-4,5	475	oblačno
8	12:42:30	-6	-3,9	-5,0	482	oblačno
9	12:43:00	-6,4	-3,6	-5,0	463	oblačno
10	12:43:30	-6,4	-5,9	-6,2	450	oblačno
Aritmetický průměr:		-5,4	-4,1	-4,7	475,6	

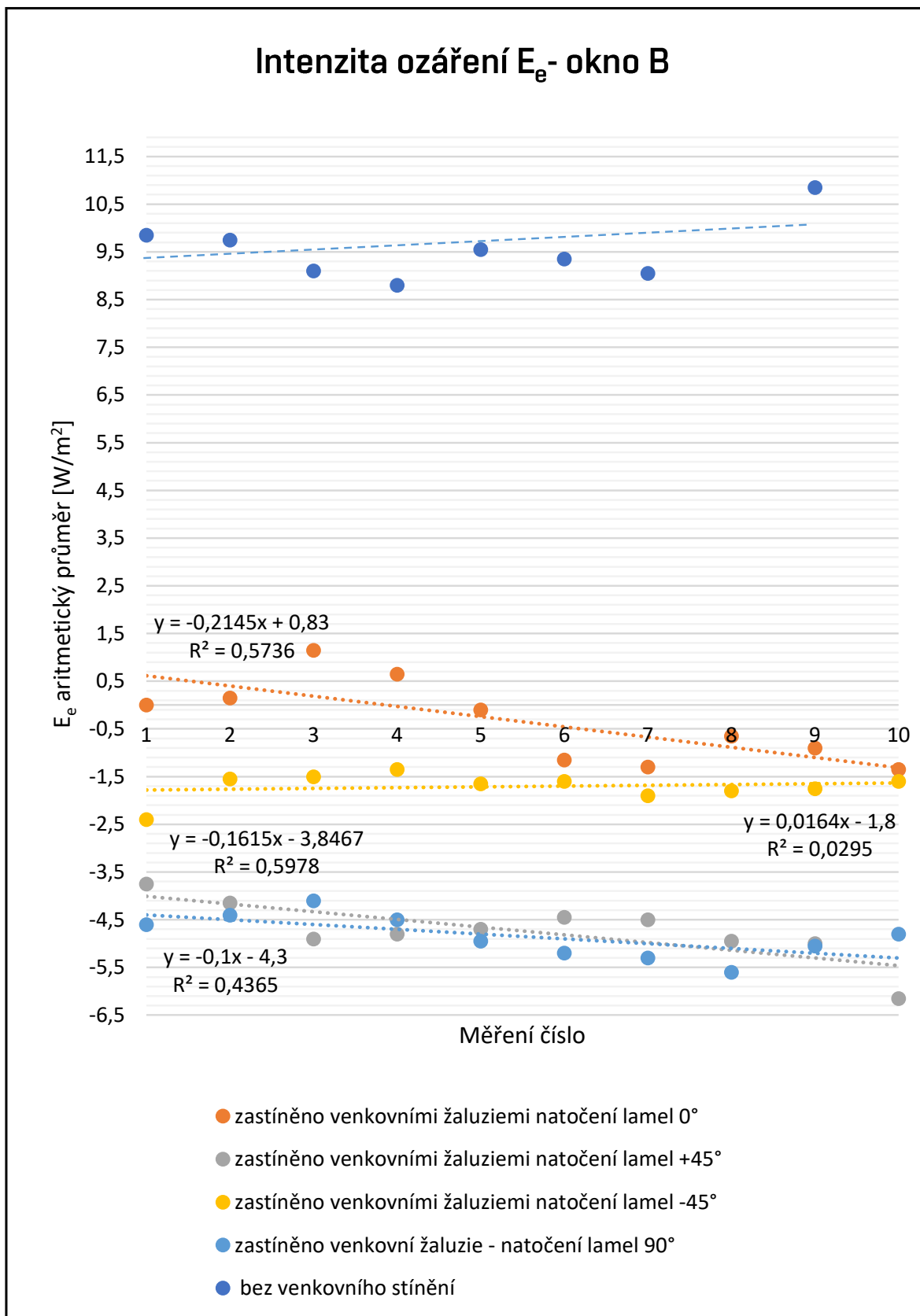
Okno B zastíněno venkovními žaluziemi natočení lamel -45°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	12:46:00	-3,6	-1,2	-2,4	1624	oblačno
2	12:46:30	-2,9	-0,2	-1,6	1610	oblačno
3	12:47:00	-2,7	-0,3	-1,5	1620	oblačno
4	12:47:30	-3,1	0,4	-1,4	1611	oblačno
5	12:48:00	-2,6	-0,7	-1,7	1586	oblačno
6	12:48:30	-3,2	0	-1,6	1592	oblačno
7	12:49:00	-3,9	0,1	-1,9	1624	oblačno
8	12:49:30	-3,5	-0,1	-1,8	1620	oblačno
9	12:50:00	-3,6	0,1	-1,8	1625	oblačno
10	12:50:30	-3,2	0	-1,6	1593	oblačno
Aritmetický průměr:		-3,2	-0,2	-1,7	1610,5	

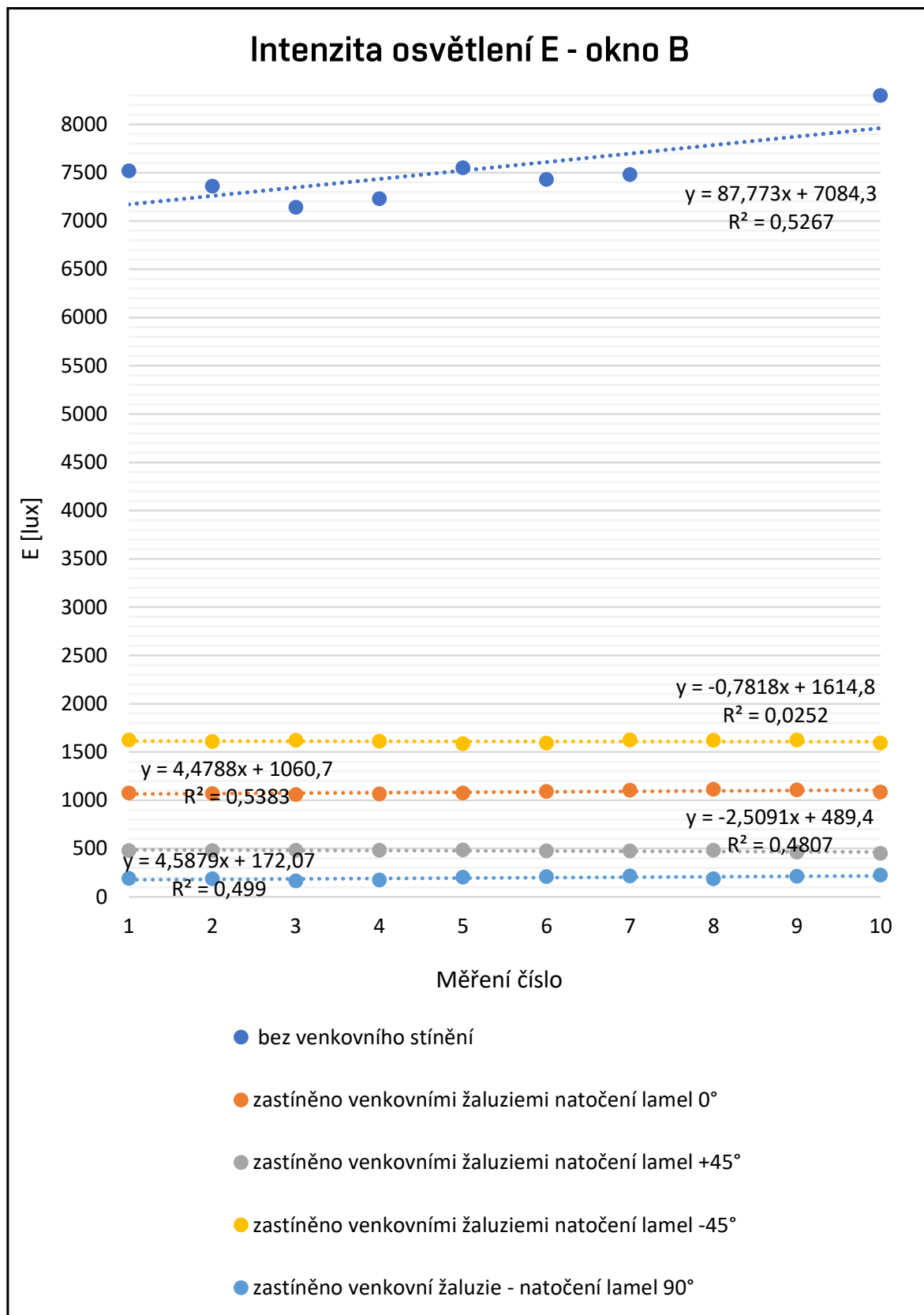
Okno B zastíněno venkovní žaluzie - natočení lamel 90°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	12:55:00	-5,5	-3,7	-4,6	190	oblačno
2	12:55:30	-5,2	-3,6	-4,4	187	oblačno
3	12:56:00	-4,8	-3,4	-4,1	165	oblačno
4	12:56:30	-5,1	-3,9	-4,5	175	oblačno
5	12:57:00	-5,9	-4,0	-5,0	202	oblačno
6	12:57:30	-6,2	-4,2	-5,2	210	oblačno
7	12:58:00	-6,5	-4,1	-5,3	217	oblačno
8	12:58:30	-6,5	-4,7	-5,6	187	oblačno
9	12:59:00	-6,2	-3,9	-5,1	214	oblačno
10	12:59:30	-5,8	-3,8	-4,8	226	oblačno
Aritmetický průměr:		-5,8	-3,9	-4,9	197,3	

Srovnání intenzity ozáření E_e [W/m²] místnosti okna bez stínění a okna stíněného žaluziemi

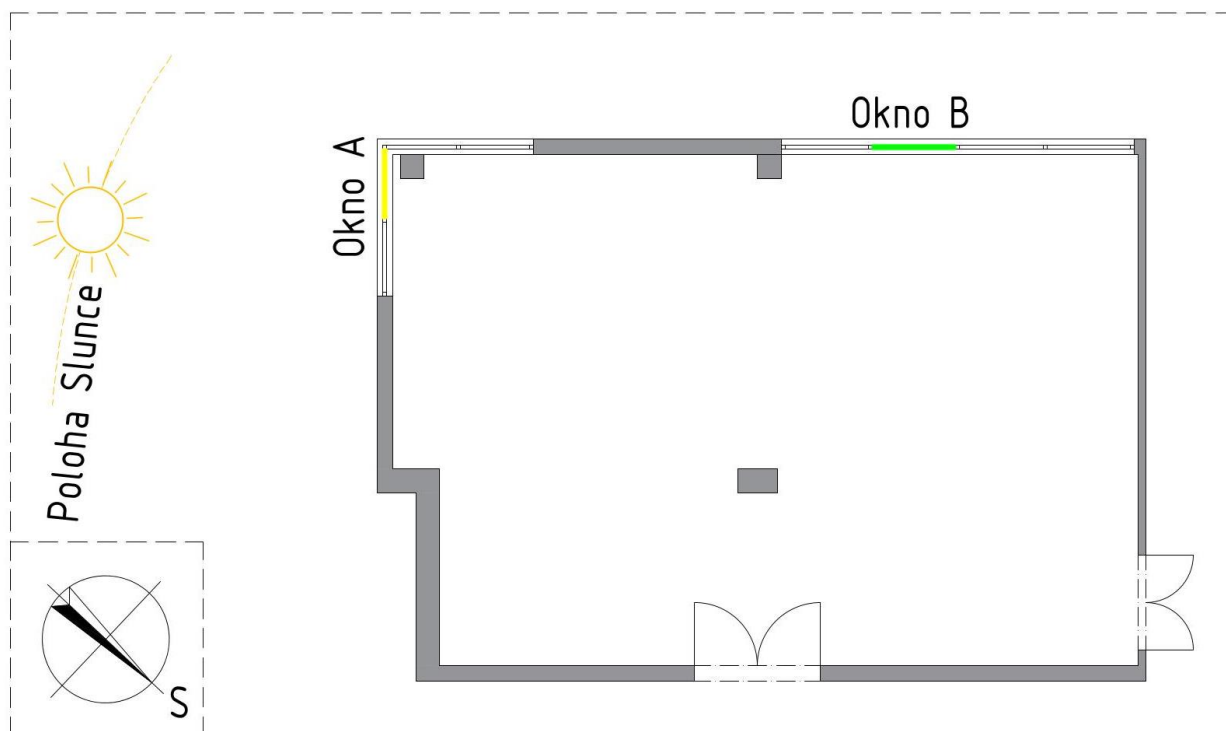


Srovnání intenzity osvětlení E [lux] místnosti okna bez stínění a okna stíněného žaluziemi



C.5.4.2 Měření 2 – říjen

Lokalita měření:	VUT FAST místnost E 418
Datum měření:	6.10.2020
Venkovní teplota:	8 °C
Vnitřní teplota:	20 °C
Výška slunce nad obzorem ve 12:00:	35,17°
Půdorys/poloha oken a slunce:	



Obrázek 15 - Poloha slunce, měření 2

C.5.4.2.A Naměřené hodnoty – okno A:

Před měřením bylo okno A vystaveno přímému slunečnímu záření, nezastíněno. Okno B bylo před měřením zastíněno venkovní žaluzií.

Okno A bez venkovního stínění

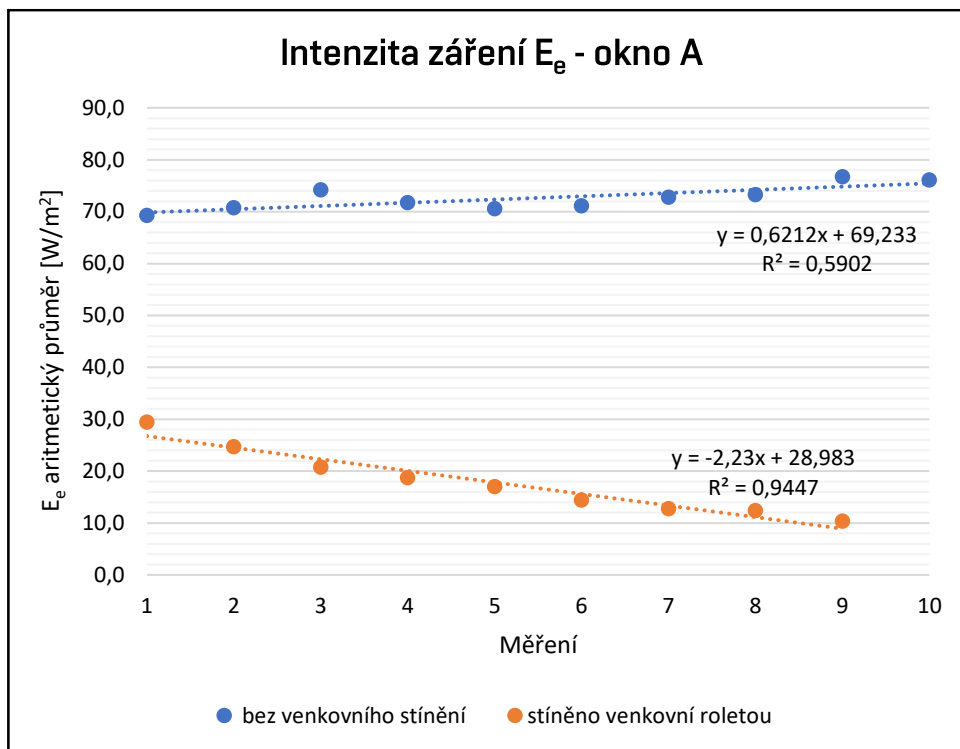
Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	8:28:00	50,1	88,4	69,3	14780	jasno
2	8:28:30	53,4	88,1	70,8	14990	jasno
3	8:29:00	55,3	93,1	74,2	15250	jasno
4	8:29:30	56,4	87,1	71,8	15880	jasno
5	8:30:00	52,5	88,6	70,6	16260	jasno
6	8:30:30	53,6	88,6	71,1	16840	jasno
7	8:31:00	54,3	91,3	72,8	17030	jasno
8	8:31:30	56,0	90,6	73,3	17350	jasno
6	8:32:00	57,6	95,8	76,7	17530	jasno
10	8:32:30	58,4	93,8	76,1	17220	jasno
Aritmetický průměr:		54,8	90,5	72,7	16313,0	

Okno A stíněno venkovní roletou

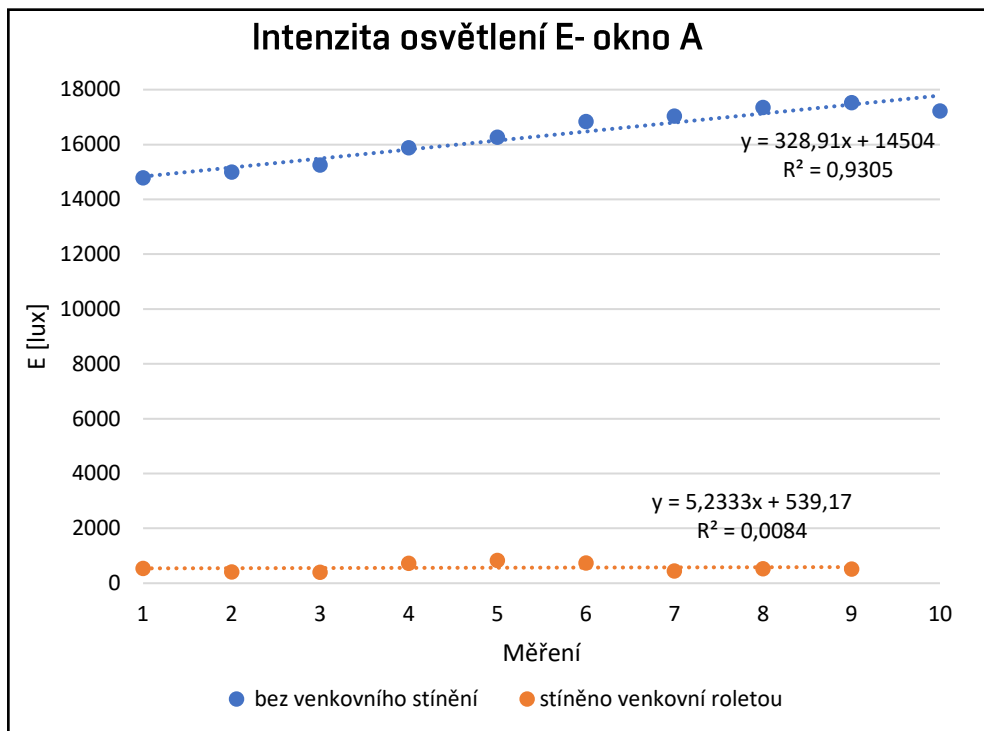
Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	8:36:00	20,7	38,2	29,5	536	jasno
2	8:36:30	17,4	32,0	24,7	406	jasno
3	8:37:00	14,6	26,9	20,8	399	polojasno
4	8:37:30	12,5	25,0	18,8	724	polojasno
5	8:38:00	11,6	22,4	17,0	822	jasno
6	8:38:30	9,9	18,9	14,4	735	jasno
7	8:39:00	8,3	17,2	12,8	440	polojasno
8	8:39:30	8,7	16,0	12,4	521	polojasno
6	8:40:00	6,9	13,8	10,4	505	polojasno
10	8:40:30	7,7	12,8	10,3	232	oblačno
Aritmetický průměr:		12,3	23,4	17,8	565,3	

Hodnoty řádku 10 nejsou brány do výpočtů, kvůli náhlé změně oblačnosti.

Srovnání intenzity ozáření E_e [W/m²] místnosti okna bez stínění a okna stíněného roletou



Srovnání intenzity osvětlení E [lux] místnosti okna bez stínění a okna stíněného roletou



C.5.4.2.B Naměřené hodnoty – okno B:

Okno B bez venkovního stínění

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	8:54:00	-12,4	-10,5	-11,5	1412	jasno
2	8:54:30	-9,5	-11,9	-10,7	1307	jasno
3	8:55:00	-10,3	-13,3	-11,8	1618	jasno
4	8:55:30	-9,9	-12,1	-11,0	1668	jasno
5	8:56:00	-8,4	-11,6	-10,0	1689	jasno
6	8:56:30	-8,0	-9,6	-8,8	1704	jasno
7	8:57:00	-10,5	-10,4	-10,5	1710	jasno
8	8:57:30	-8,7	-9,7	-9,2	1725	jasno
6	8:58:00	-10,1	-11,7	-10,9	1735	jasno
10	8:58:30	-9,2	-9,9	-9,6	1749	jasno
Aritmetický průměr:		-9,7	-11,1	-10,4	1631,7	

Okno B zastíněno venkovní žaluzie natočení lamel 0°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	9:01:00	-14,3	-15,7	-15,0	735	jasno
2	9:01:30	-11,4	-16,6	-14,0	732	jasno
3	9:02:00	-12,2	-15,4	-13,8	735	jasno
4	9:02:30	-11,8	-20,4	-16,1	738	jasno
5	9:03:00	-15,3	-15,2	-15,3	742	jasno
6	9:03:30	-12,6	-16,0	-14,3	744	jasno
7	9:04:00	-11,7	-17,0	-14,4	743	jasno
8	9:04:30	-12,5	-19,2	-15,9	743	jasno
6	9:05:00	-14,7	-17,8	-16,3	745	jasno
10	9:05:30	-13,4	-17,1	-15,3	744	jasno
Aritmetický průměr:		-13,0	-17,0	-15,0	740,1	

Okno B zastíněno venkovní žaluzie natočení lamel +45°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	9:09:00	-14,2	-18,3	-16,3	420	jasno
2	9:09:30	-16,4	-18,9	-17,7	421	jasno
3	9:10:00	-17,0	-19,1	-18,1	407	jasno
4	9:10:30	-16,0	-22,1	-19,1	397	jasno
5	9:11:00	-15,7	-19,9	-17,8	413	jasno
6	9:11:30	-15,0	-19,8	-17,4	399	jasno
7	9:12:00	-15,8	-18,3	-17,1	309	jasno
8	9:12:30	-16,2	-21,9	-19,1	357	jasno
6	9:13:00	-16,9	-20,6	-18,8	335	jasno
10	9:13:30	-17,0	-20,8	-18,9	303	jasno
Aritmetický průměr:		-16,0	-20,0	-18,0	376,1	

Okno B zastíněno venkovní žaluzie natočení lamel -45°

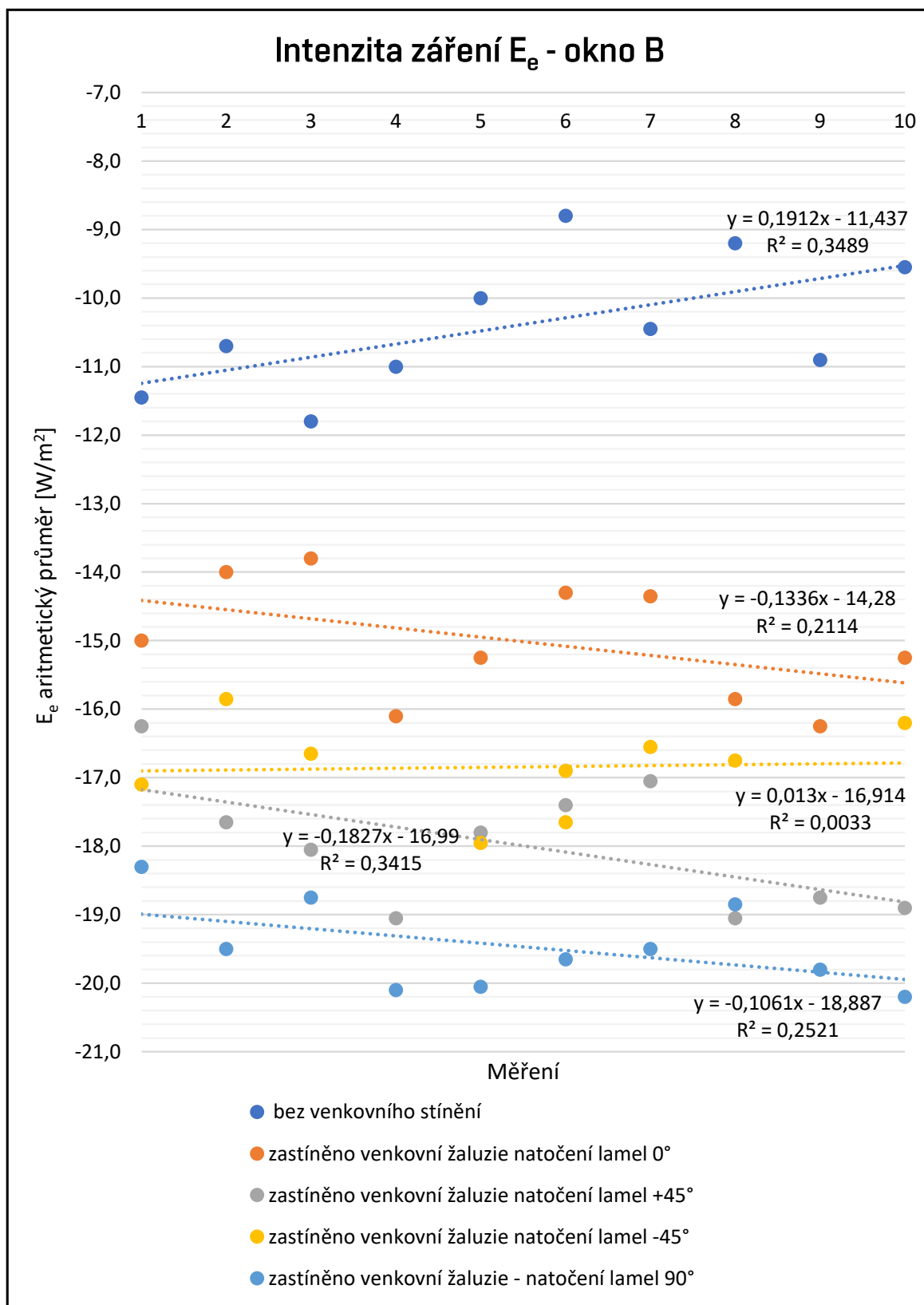
Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	9:15:00	-14,8	-19,4	-17,1	923	jasno
2	9:15:30	-13,4	-18,3	-15,9	907	jasno
3	9:16:00	-15,4	-17,9	-16,7	926	jasno
4	9:16:30	-16,6	-21,1	-18,9	619	oblačno
5	9:17:00	-15,3	-20,6	-18,0	923	jasno
6	9:17:30	-14,6	-19,2	-16,9	927	jasno
7	9:18:00	-16,1	-17,0	-16,6	918	jasno
8	9:18:30	-15,6	-17,9	-16,8	865	jasno
6	9:19:00	-14,9	-20,4	-17,7	885	jasno
10	9:19:30	-14,2	-18,2	-16,2	901	jasno
Aritmetický průměr:		-14,9	-18,8	-16,8	908,3	

Hodnoty řádku 4 nejsou brány do výpočtů, kvůli náhlé změně oblačnosti.

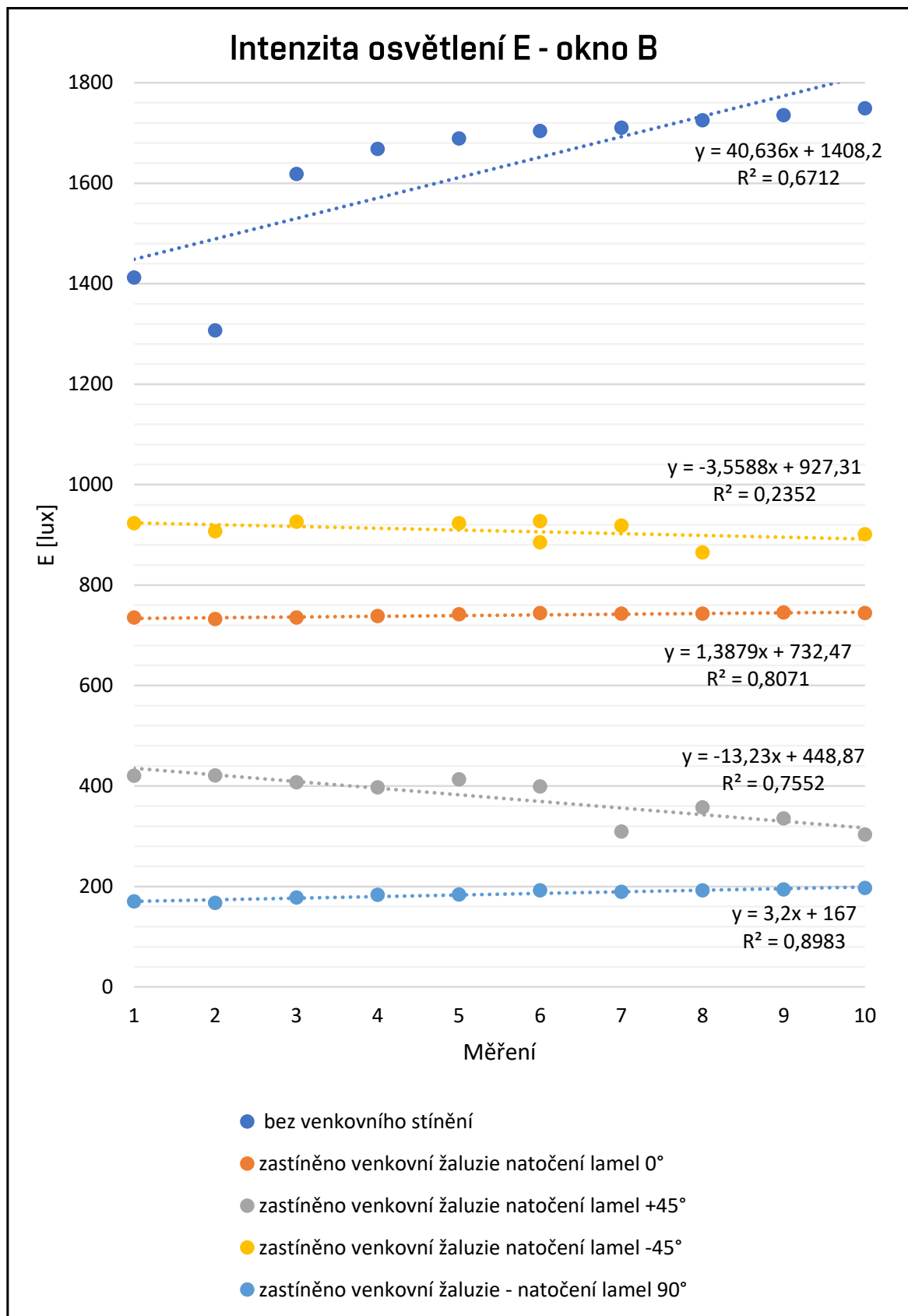
Okno B zastíněno venkovní žaluzie - natočení lamel 90°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	9:22:00	-16,3	-20,3	-18,3	170	jasno
2	9:22:30	-16,9	-22,1	-19,5	167	jasno
3	9:23:00	-16,5	-21,0	-18,8	178	jasno
4	9:23:30	-17,1	-23,1	-20,1	183	jasno
5	9:24:00	-18,0	-22,1	-20,1	184	jasno
6	9:24:30	-16,4	-22,9	-19,7	192	jasno
7	9:25:00	-15,9	-23,1	-19,5	189	jasno
8	9:25:30	-15,7	-22,0	-18,9	192	jasno
6	9:26:00	-17,1	-22,5	-19,8	194	jasno
10	9:26:30	-17,6	-22,8	-20,2	197	jasno
Aritmetický průměr:		-16,8	-22,2	-19,5	184,6	

Srovnání intenzity ozáření E_e [W/m^2] místnosti okna bez stínění a okna stíněného žaluziemi

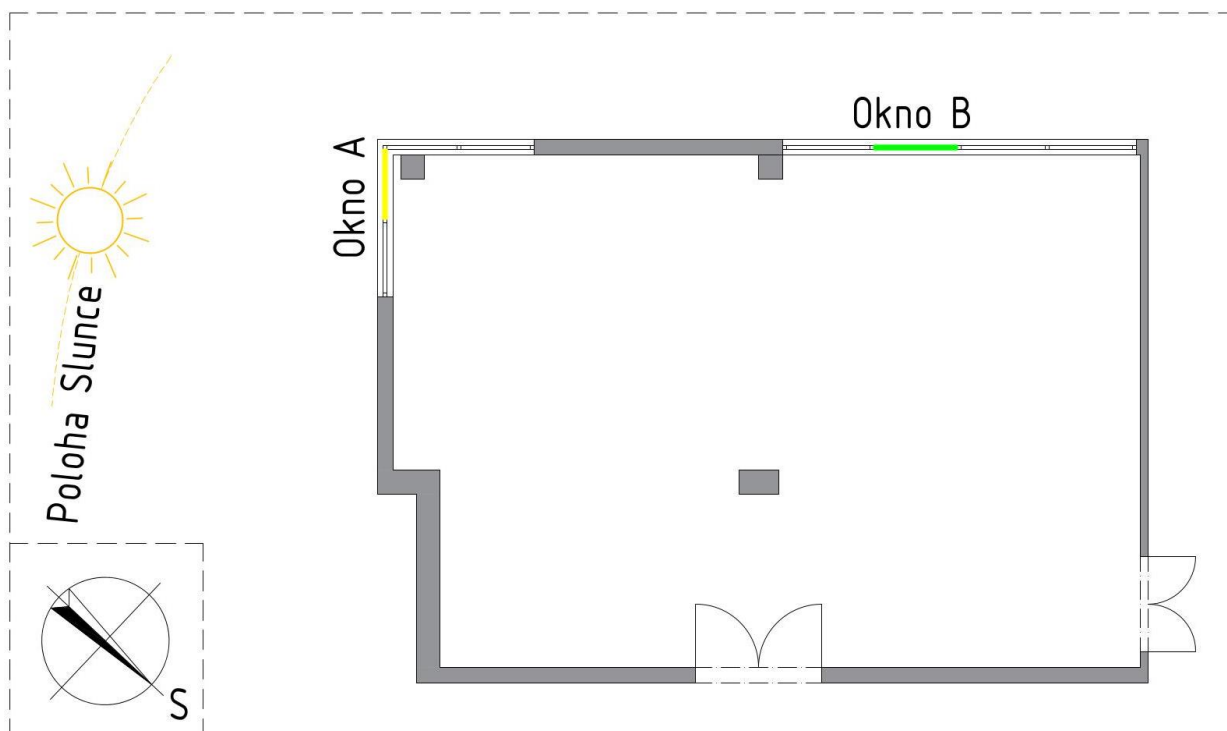


Srovnání intenzity osvětlení E [lux] místnosti okna bez stínění a okna stíněného žaluziemi



C.5.4.3 Měření 3 – březen

Lokalita měření:	VUT FAST místnost E 418
Datum měření:	31.3.2021
Venkovní teplota:	24 °C
Vnitřní teplota:	21 °C
Výška slunce nad obzorem ve 12:00:	45,07°
Půdorys/poloha oken a slunce:	



Obrázek 16 - Poloha slunce, měření 3

C.5.4.3.A Naměřené hodnoty – okno A:

Před měřením bylo okno A vystaveno přímému slunečnímu záření, nezastíněno. Okno B bylo před měřením zastíněno venkovní žaluzií, natočení lamel 0°.

Luxmetr byl posunut do vzdálenosti 0,8 m od okna tak, aby byl schopen zaznamenat luxy ve svém měřicím rozsahu (to je do 20000 luxů). V původní vzdálenosti luxmetru, tedy ve výšce 1,3 m od podlahy a ve vzdálenosti 20 cm luxmetr nebyl schopen nic naměřit.

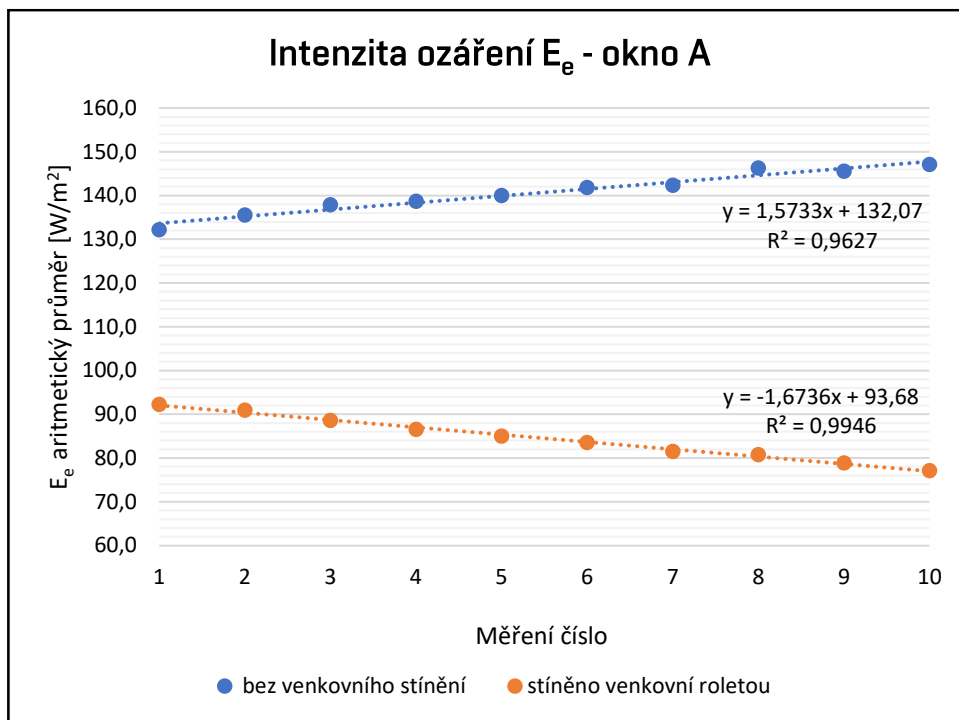
Okno A bez venkovního stínění

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	10:52:00	151,4	112,9	132,2	8300	slunečno
2	10:52:30	153,5	117,6	135,6	7800	slunečno
3	10:53:00	155,4	120,3	137,9	7860	slunečno
4	10:53:30	155,5	121,8	138,7	7820	slunečno
5	10:54:00	155,6	124,3	140,0	7890	slunečno
6	10:54:30	156,8	126,8	141,8	7690	slunečno
7	10:55:00	156,4	128,2	142,3	7710	slunečno
8	10:55:30	161,4	131,2	146,3	7680	slunečno
9	10:56:00	158,3	132,8	145,6	7670	slunečno
10	10:56:30	161,0	133,2	147,1	7640	slunečno
Aritmetický průměr:		156,5	124,9	140,7	7806,0	

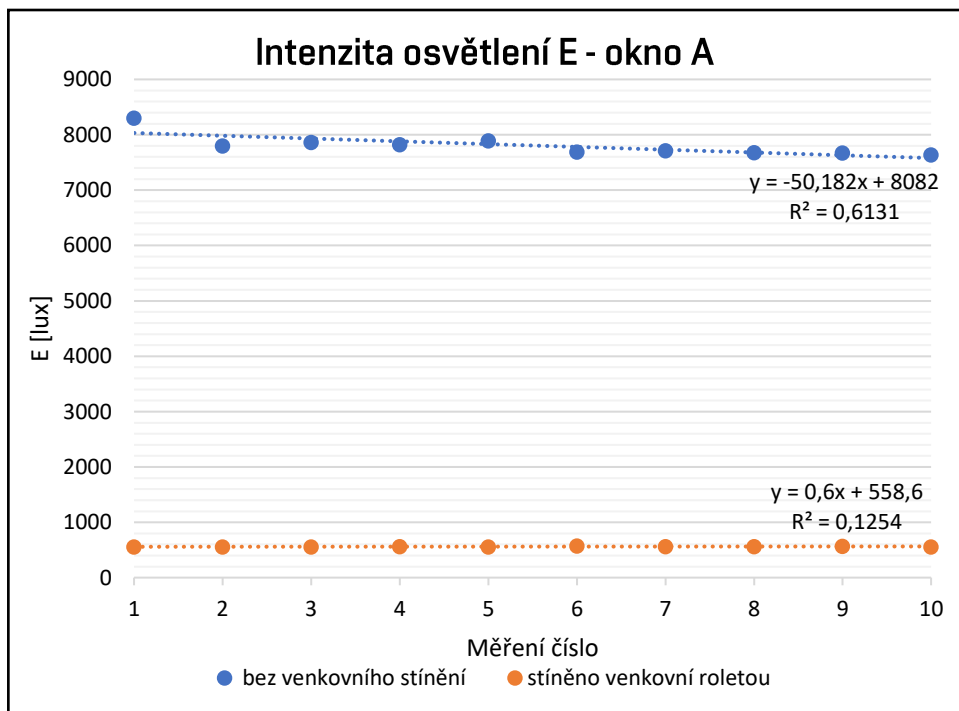
Okno A stíněno venkovní roletou

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	11:02:00	100,1	84,3	92,2	558	slunečno
2	11:02:30	97,8	84,0	90,9	559	slunečno
3	11:03:00	94,8	82,3	88,6	557	slunečno
4	11:03:30	92,8	80,2	86,5	563	slunečno
5	11:04:00	91,1	78,8	85,0	558	slunečno
6	11:04:30	89,1	77,9	83,5	574	slunečno
7	11:05:00	87,6	75,4	81,5	563	slunečno
8	11:05:30	85,8	75,7	80,8	562	slunečno
9	11:06:00	84,3	73,4	78,9	566	slunečno
10	11:06:30	82,0	72,1	77,1	559	slunečno
Aritmetický průměr:		90,5	78,4	84,5	561,9	

Srovnání intenzity ozáření E_e [W/m^2] místnosti okna bez stínění a okna stíněného roletou



Srovnání intenzity osvětlení E [lux] místnosti okna bez stínění a okna stíněného roletou



C.5.4.3.B Naměřené hodnoty – okno B:

Okno B bez venkovního stínění

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	11:38:00	2,2	3,1	2,7	3200	slunečno
2	11:38:30	4,4	2,1	3,3	3210	slunečno
3	11:39:00	5,0	1,7	3,4	3230	slunečno
4	11:39:30	5,6	1,1	3,4	3250	slunečno
5	11:40:00	6,2	1,3	3,8	3270	slunečno
6	11:40:30	5,6	0,9	3,3	3290	slunečno
7	11:41:00	6,2	1,0	3,6	3310	slunečno
8	11:41:30	6,5	0,7	3,6	3330	slunečno
9	11:42:00	6,2	0,7	3,5	3360	slunečno
10	11:42:30	6,3	0,9	3,6	3380	slunečno
Aritmetický průměr:		5,4	1,4	3,4	3283,0	

Okno B zastíněno venkovními žaluziemi natočení lamel 0°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	11:48:00	2,1	0,0	1,1	980	slunečno
2	11:48:30	2,4	-1,3	0,6	987	slunečno
3	11:49:00	2,0	-2,2	-0,1	988	slunečno
4	11:49:30	2,0	1,9	2,0	990	slunečno
5	11:50:00	1,8	-2,0	-0,1	992	slunečno
6	11:50:30	1,9	-2,1	-0,1	994	slunečno
7	11:51:00	1,4	-2,3	-0,5	990	slunečno
8	11:51:30	1,8	-1,9	0,0	995	slunečno
9	11:52:00	1,5	-1,5	0,0	998	slunečno
10	11:52:30	1,9	-1,8	0,0	995	slunečno
Aritmetický průměr:		1,9	-1,3	0,3	990,9	

Okno B zastíněno venkovními žaluziemi natočení lamel +45°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	11:55:00	1,4	-0,9	0,3	583	slunečno
2	11:55:30	1	-1,5	-0,3	582	slunečno
3	11:56:00	1,4	-1,3	0,0	582	slunečno
4	11:56:30	0,2	-0,9	-0,4	581	slunečno
5	11:57:00	1,5	-1,3	0,1	586	slunečno
6	11:57:30	1,7	-1,2	0,3	586	slunečno
7	11:58:00	1,4	-1,8	-0,2	586	slunečno
8	11:58:30	1,3	-1,6	-0,2	588	slunečno
9	11:59:00	1,3	-1,7	-0,2	590	slunečno
10	11:59:30	1,4	-2,1	-0,4	591	slunečno
Aritmetický průměr:		1,3	-1,4	-0,1	585,5	

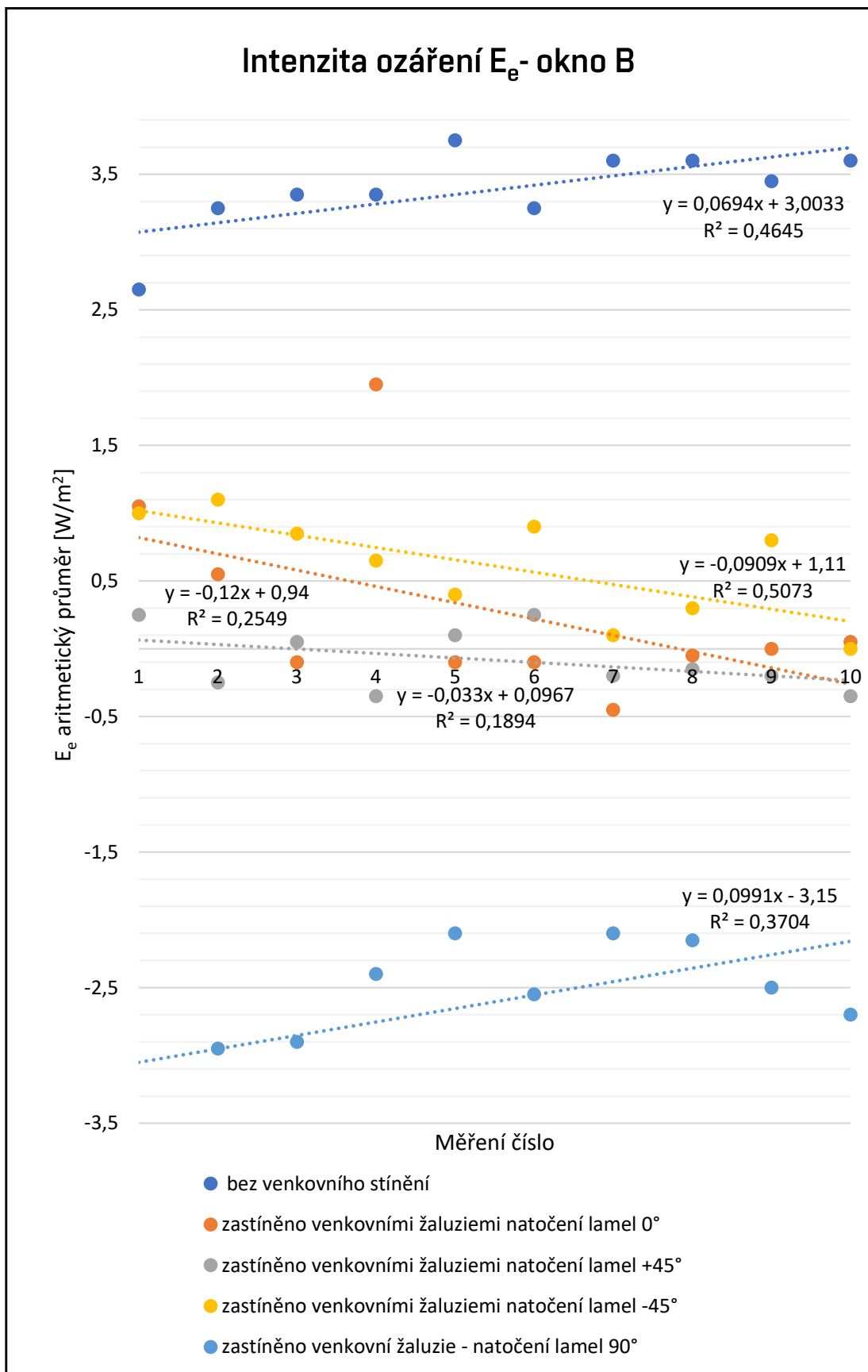
Okno B zastíněno venkovními žaluziemi natočení lamel -45°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	12:02:00	2,2	-0,2	1,0	1526	slunečno
2	12:02:30	2,2	0	1,1	1536	slunečno
3	12:03:00	2,5	-0,8	0,9	1535	slunečno
4	12:03:30	2	-0,7	0,7	1536	slunečno
5	12:04:00	2	-1,2	0,4	1538	slunečno
6	12:04:30	1,4	0,4	0,9	1541	slunečno
7	12:05:00	2	-1,8	0,1	1539	slunečno
8	12:05:30	2,2	-1,6	0,3	1546	slunečno
9	12:06:00	2	-0,4	0,8	1543	slunečno
10	12:06:30	1,7	-1,7	0,0	1552	slunečno
Aritmetický průměr:		2,0	-0,8	0,6	1539,2	

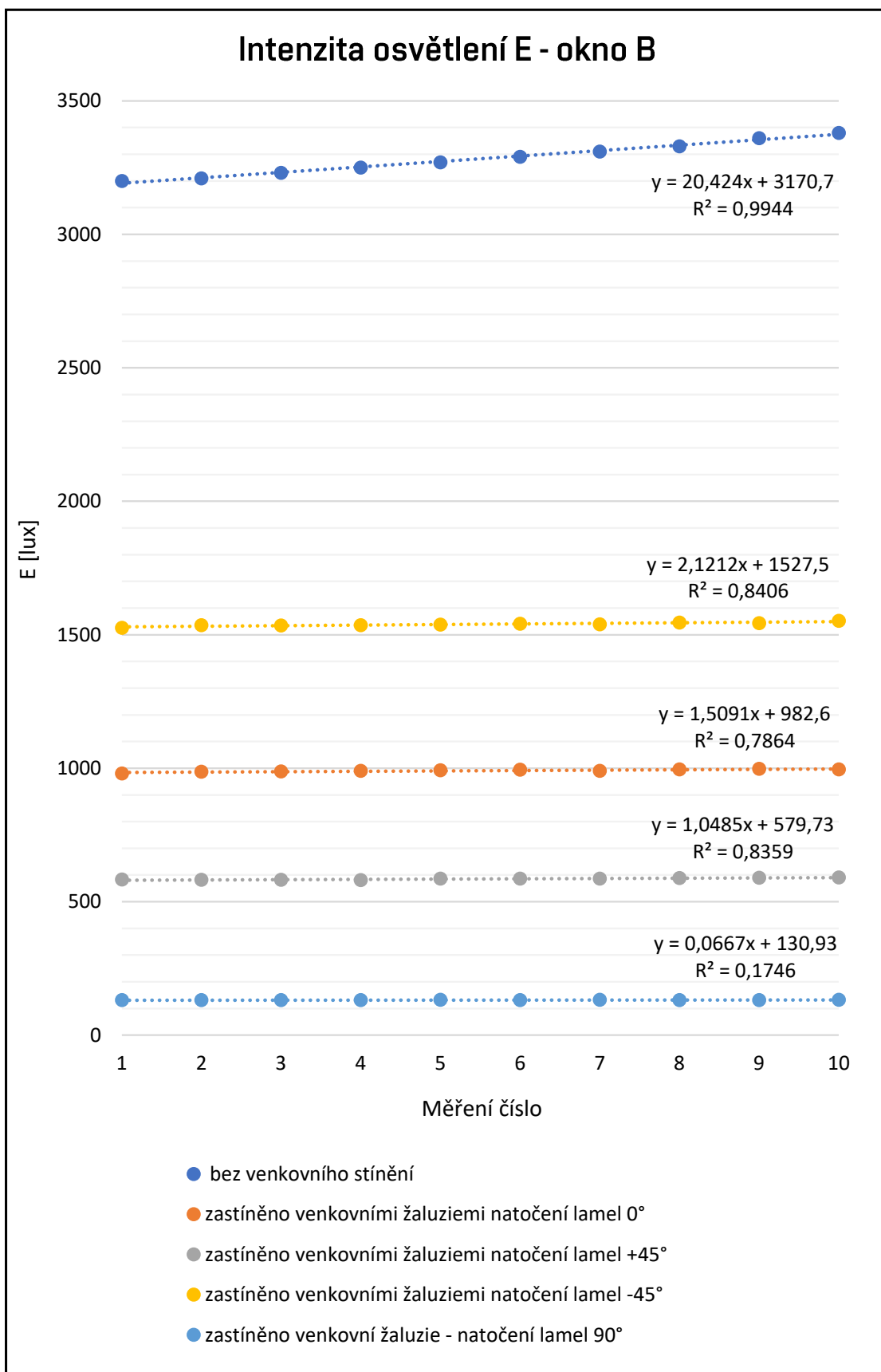
Okno B zastíněno venkovní žaluzie - natočení lamel 90°

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo levé [W/m ²]	E _e čidlo pravé [W/m ²]	E _e aritmetický průměr [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	12:08:00	-2,8	-4,6	-3,7	131	slunečno
2	12:08:30	-2,3	-3,6	-3,0	131	slunečno
3	12:09:00	-1,8	-4,0	-2,9	131	slunečno
4	12:09:30	-1,5	-3,3	-2,4	131	slunečno
5	12:10:00	-1,0	-3,2	-2,1	132	slunečno
6	12:10:30	-1,5	-3,6	-2,6	131	slunečno
7	12:11:00	-1,2	-3,0	-2,1	132	slunečno
8	12:11:30	-1,2	-3,1	-2,2	131	slunečno
9	12:12:00	-1,4	-3,6	-2,5	131	slunečno
10	12:12:30	-1,7	-3,7	-2,7	132	slunečno
Aritmetický průměr:		-1,6	-3,6	-2,6	131,3	

Srovnání intenzity ozáření E_e [W/m^2] místnosti okna bez stínění a okna stíněného žaluziemi



Srovnání intenzity osvětlení E [lux] místnosti okna bez stínění a okna stíněného žaluziemi



C.5.5 Simulace – ověření intenzity stínění

Pro ověření naměřených hodnot byla v programu Velux Daylight Visualizer 3 simulována místnost o vnitřních rozměrech 7x3 m, výška místnosti je 3 m a prosklená plocha je o rozměrech 3x2,1 m, parapet ve výšce 0,9 m. Okno místnosti bude stíněno co nejvíce podobnou roletou a venkovními žaluziemi, jako při měření. Okno bude natočeno směrem na JV a stíněno roletou. Okno natočeno směrem na JZ bude stíněno žaluzií. V programu bude vyhodnocen průměr dopadajících luxů ve výšce 900 mm nad podlahou.

Následně bude vyhodnoceno procentuální stínění místnosti.

Povrch	Materiál	Specifikace	
Stěny, strop	Omítka bílá	Reflektance	0,800
		Drsnost	0,030
		Zrcadlový odraz	0,000
Podlaha	Dřevo	Reflektance	0,842
		Drsnost	0,030
		Zrcadlový odraz	0,150
Skleněná plocha	Sklo	Transmitace	79%
Venkovní roleta	Látka	Reflektance	0,350
		Drsnost	0,050
Venkovní žaluzie	Ocel	Reflektance	0,389
		Drsnost	0,100
Okolní materiál	Tráva	Reflektance	0,099
		Drsnost	0,050
		Zrcadlový odraz	0,010

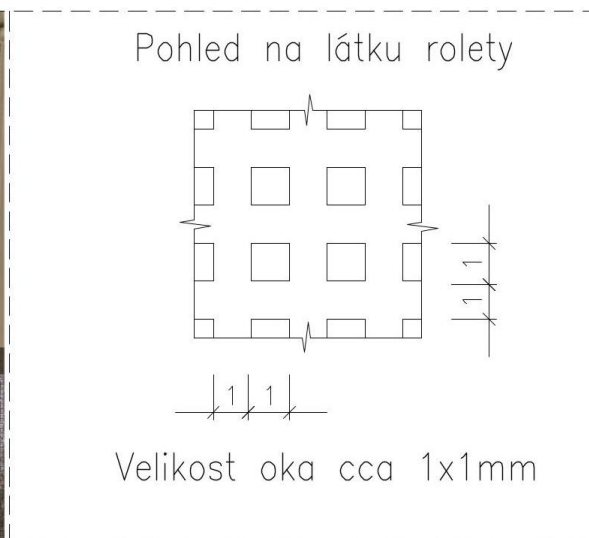
Pozn. Reflektance – odražené záření

Transmitance – propuštěné záření

Zvolena poloha – Brno – VUT Fast E16,591 N 49,206, čas a datum výpočtu je 21. března 12:00 a stav oblohy je jasná a slunečná.

Parametry stínících prvků:

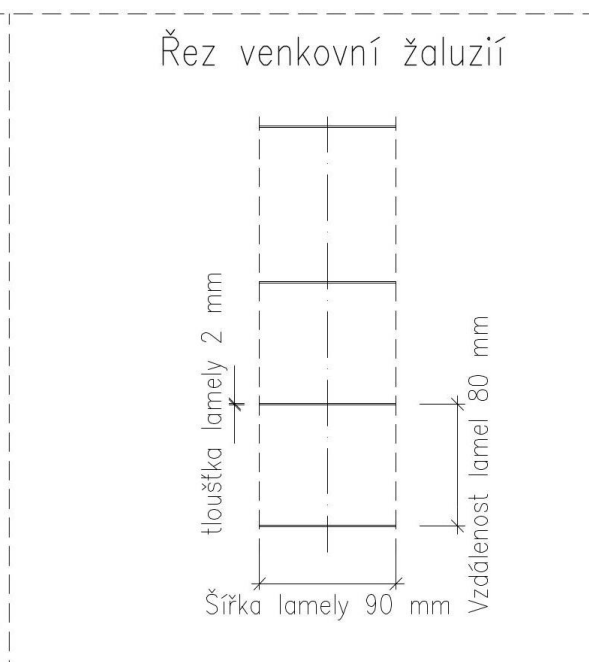
Venkovní roleta



Obrázek 17 - Simulace - venkovní roleta

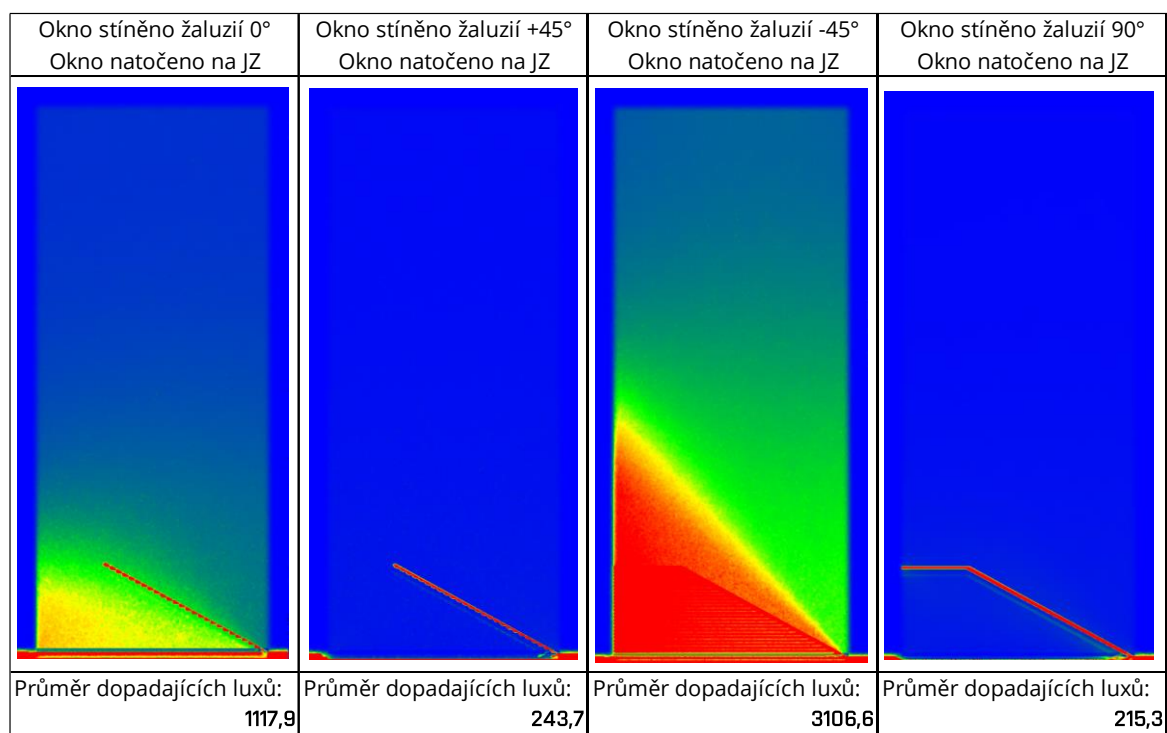
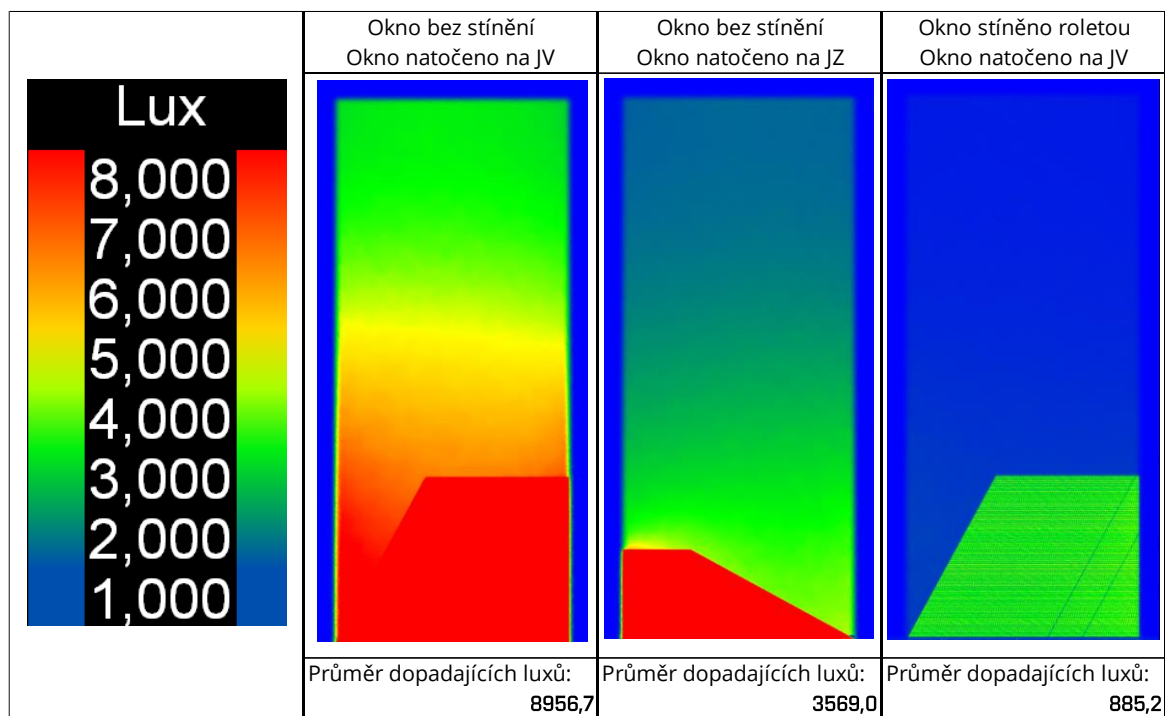
Pro zkrácení výpočtového času byla nasimulována roleta s velikosti oka 2x2 mm a tloušťkou látky 2 mm.

Venkovní žaluzie



Obrázek 18 - Simulace - venkovní žaluzie

Výsledek simulace - půdorys místnosti:



Obrázek 19 - Simulace - půdorysy místnosti

C.5.6 Vyhodnocení měření

Byl stanoven rozdíl hodnot (v absolutní hodnotě) intenzity oslunění/ozáření okna bez stínění mínus okna stíněného venkovním prvkem, díky čemuž dostáváme „intenzitu stínění“. Následně byla procentuálně vyjádřena, kde 100 % bylo dáno hodnotě bez stínění. Ze všech tří měření byl proveden aritmetický průměr.

U hodnoty měření, kde intenzita ozáření vychází bez stínícího prvku kladná a při zatemnění stínícím prvkem záporná, nebudou procentuální vyjádření stanoveny.

Příklad výpočtu:

Okno A bez stínění: 72,7 W/m²

Okno A s roletou: 17,8 W/m²

Intenzita stínění: $|72,7 - 17,8| = 54,9 \text{ W/m}^2$

Procentuální vyjádření intenzity stínění: 72,7.....100 %
54,9.....x %

Procentuální vyjádření intenzity stínění okna směrem k severu je 75,52 %.

Okno A

Číslo A

měření 1				Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")				Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	-2,9	W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	5,9	W/m ²	E_e	67,05	%	
	E_0	6222,0	lx							
stíněno venkovní roletou	$E_e\varnothing_r$	-8,8	W/m ²	$ E_0 - E_r $	5977,5	lx	E	96,07	%	
	E_r	244,5	lx							
měření 2				Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")				Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	72,7	W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	54,9	W/m ²	E_e	75,52	%	
	E_0	16313,0	lx							
stíněno venkovní roletou	$E_e\varnothing_r$	17,8	W/m ²	$ E_0 - E_r $	15747,7	lx	E	96,53	%	
	E_r	565,3	lx							
měření 3				Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")				Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	140,7	W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	56,3	W/m ²	E_e	40,01	%	
	E_0	7806,0	lx							
stíněno venkovní roletou	$E_e\varnothing_r$	84,4	W/m ²	$ E_0 - E_r $	7244,1	lx	E	92,80	%	
	E_r	561,9	lx							

Pokles intenzity ozáření okna stíněného roletou		
E_e	60,86	%
Pokles intenzity osvětlení okna stíněného roletou		
E	95,14	%

Okno B

Číslo 2

měření 1				Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")				Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	9,5	W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	9,9	W/m ²	E_e	-		
	E_0	7501,3	lx							
stíněno žaluziemi - natočení lamel 0°	$E_e\varnothing_r$	-0,4	W/m ²	$ E_0 - E_r $	6416,0	lx	E	85,53	%	
	E_r	1085,3	lx							
měření 2				Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")				Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	-10,4	W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	4,6	W/m ²	E_e	44,23	%	
	E_0	1631,7	lx							
stíněno žaluziemi - natočení lamel 0°	$E_e\varnothing_r$	-15,0	W/m ²	$ E_0 - E_r $	891,6	lx	E	54,64	%	
	E_r	740,1	lx							
měření 3				Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")				Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	3,4	W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	3,1	W/m ²	E_e	91,18	%	
	E_0	3283,0	lx							
stíněno žaluziemi - natočení lamel 0°	$E_e\varnothing_r$	0,3	W/m ²	$ E_0 - E_r $	2292,1	lx	E	69,82	%	
	E_r	990,9	lx							

Pokles intenzity ozáření okna stíněného žaluzií 0°		
E_e	67,70	%
Pokles intenzity osvětlení okna stíněného žaluzií 0°		
E	70,00	%

měření 1			Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")			Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	9,5 W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	W/m ²		E_e	-	%
	E_0	7501,3 lx						
stíněno žaluziemi - natočení lamel +45°	$E_e\varnothing_r$	-4,7 W/m ²	$ E_0 - E_r $	7025,7 lx		E	93,66	%
	E_r	475,6 lx						
měření 2			Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")			Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	-10,4 W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	7,6 W/m ²		E_e	57,78	%
	E_0	1631,7 lx						
stíněno žaluziemi - natočení lamel +45°	$E_e\varnothing_r$	-18,0 W/m ²	$ E_0 - E_r $	1255,6 lx		E	76,95	%
	E_r	376,1 lx						
měření 3			Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")			Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	3,4 W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	3,5 W/m ²		E_e	-	%
	E_0	3283,0 lx						
stíněno žaluziemi - natočení lamel +45°	$E_e\varnothing_r$	-0,1 W/m ²	$ E_0 - E_r $	2697,5 lx		E	82,17	%
	E_r	585,5 lx						

Pokles intenzity ozáření okna stíněného žaluzií +45°		
E_e	57,78	%
Pokles intenzity osvětlení okna stíněného žaluzií +45°		
E	84,26	%

měření 1			Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")			Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	9,5 W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	11,2 W/m ²	E_e	-	%	
	E_0	7501,3 lx						
stíněno žaluziemi - natočení lamel -45°	$E_e\varnothing_r$	-1,7 W/m ²	$ E_0 - E_r $	5890,8 lx	E	78,53	%	
	E_r	1610,5 lx						
měření 2			Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")			Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	-10,4 W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	6,4 W/m ²	E_e	61,54	%	
	E_0	1631,7 lx						
stíněno žaluziemi - natočení lamel -45°	$E_e\varnothing_r$	-16,8 W/m ²	$ E_0 - E_r $	723,4 lx	E	44,33	%	
	E_r	908,3 lx						
měření 3			Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")			Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	$E_e\varnothing_0$	3,4 W/m ²	$ E_e\varnothing_0 - E_e\varnothing_r $	2,8 W/m ²	E_e	82,35	%	
	E_0	3283,0 lx						
stíněno žaluziemi - natočení lamel -45°	$E_e\varnothing_r$	0,6 W/m ²	$ E_0 - E_r $	1743,8 lx	E	53,12	%	
	E_r	1539,2 lx						

Pokles intenzity ozáření okna stíněného žaluzií -45°		
E_e	71,95	%
Pokles intenzity osvětlení okna stíněného žaluzií -45°		
E	58,66	%

měření 1				Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")				Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	E _e Ø ₀	9,5	W/m ²	E _e Ø ₀ - E _e Ø _r	W/m ²			E _e	-	%
	E ₀	7501,3	lx							
stíněno žaluziemi - natočení lamel 90°	E _e Ø _r	-4,9	W/m ²	E ₀ - E _r	7304 lx			E	97,37	%
	E _r	197,3	lx							
měření 2				Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")				Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	E _e Ø ₀	-10,4	W/m ²	E _e Ø ₀ - E _e Ø _r	9,1 W/m ²			E _e	53,33	%
	E ₀	1631,7	lx							
stíněno žaluziemi - natočení lamel 90°	E _e Ø _r	-19,5	W/m ²	E ₀ - E _r	1447,1 lx			E	88,69	%
	E _r	184,6	lx							
měření 3				Rozdíl hodnot ("intenzita stínění")				Procentuální vyjádření stínění		
bez venkovního stínění	E _e Ø ₀	3,4	W/m ²	E _e Ø ₀ - E _e Ø _r	6 W/m ²			E _e	-	%
	E ₀	3283,0	lx							
stíněno žaluziemi - natočení lamel 90°	E _e Ø _r	-2,6	W/m ²	E ₀ - E _r	3151,7 lx			E	96,00	%
	E _r	131,3	lx							

Pokles intenzity ozáření okna stíněného žaluzií 90°		
E_e	53,33	%
Pokles intenzity osvětlení okna stíněného žaluzií 90°		
E	94,02	%

C.5.7 Rozbor výsledků

Procentuální vyjádření stínění intenzity osvětlení E/ozáření E_e

Stínění	E naměřeno	E ze simulace	Rozdíl	E _e naměřeno
	[%]	[%]		[%]
Orientace	JV	JV		JV
Okno stíněno venkovní roletou	95,14	90,12	5,02	60,86
Orientace	JZ	JZ		JZ
Okno stíněno žaluziemi - natočení lamel 0°	70,00	68,68	1,32	67,70
Okno stíněno žaluziemi - natočení lamel +45°	84,26	93,17	8,91	57,78
Okno stíněno žaluziemi - natočení lamel -45°	58,66	12,96	45,70	71,95
Okno stíněno žaluziemi - natočení lamel 90°	94,02	93,97	0,05	53,33

Měření ověřilo průměrnou intenzitu ozáření a intenzitu osvětlení okna bez stínícího prvku a s venkovním stínícím prvkem žaluzií nebo roletou. Měření probíhalo za pomoci luxmetru a čidel tepelného toku.

Bylo naměřeno a spočítáno, že roleta stínící okno směrem na jihovýchod omezí intenzitu osvětlení interiéru o 95,14 %. Simulací této rolety v programu Velux Daylight 3 bylo dokázáno, že tato roleta sníží intenzitu osvětlení místnosti o 90,12 %. Roleta sníží intenzitu ozáření o 60,86 %.

Z měření vyplývá, že okno natočené na jihozápad stíněné venkovní žaluzií omezí intenzitu osvětlení interiéru od 58,66 % - 94,02 % v závislosti na natočení lamel. Simulace potvrdila správnost měření. Největší rozdíl mezi naměřenou hodnotou a simulací je u lamel natočených na -45° (45,7 %). Tento rozdíl může být způsoben výškou a polohou luxmetru. Venkovní žaluzie sníží intenzitu ozáření od 53,33 % do 71,95 %.

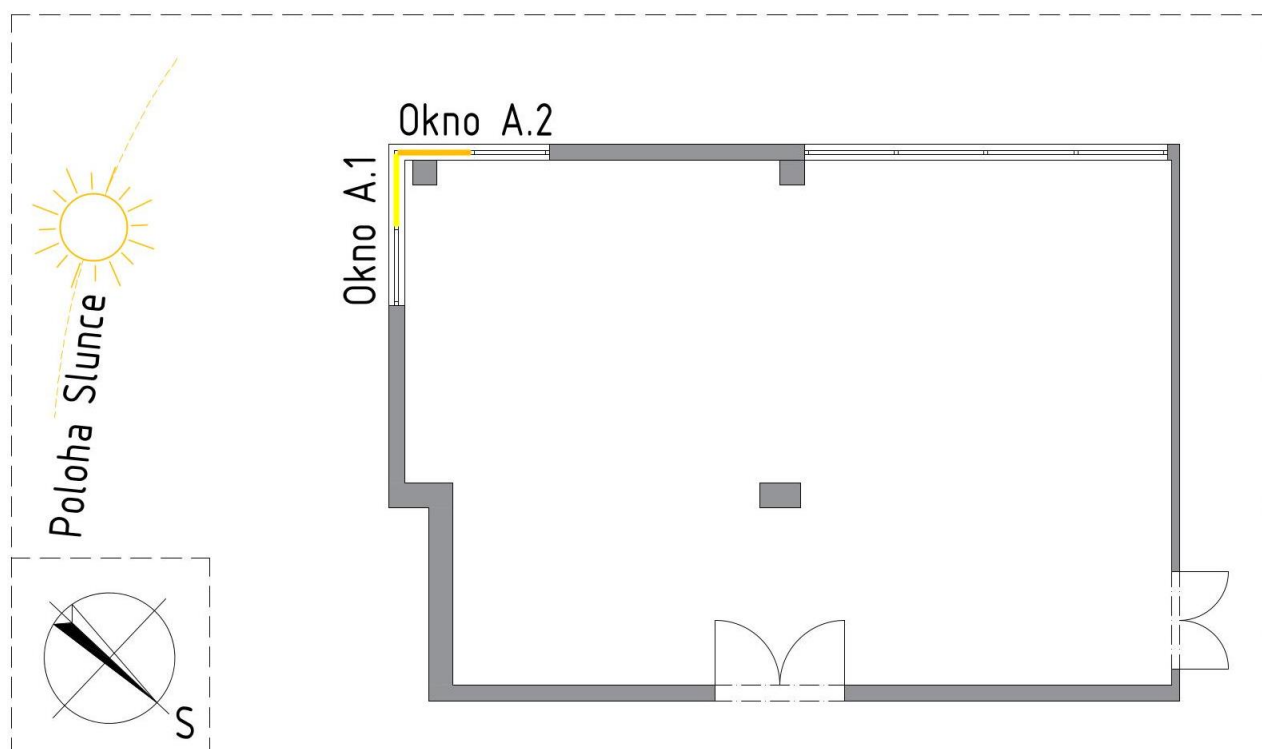
C.6 Intenzita ozáření okna přímým a difuzním zářením

C.6.1 Popis měření

Úkolem měření je poukázat na intenzitu ozáření E_e [W.m^{-2}] okna vystaveného přímým slunečním paprskům a okna vystaveného difuznímu záření. Pro toto měření bylo vybráno rohové okno s venkovním stínícím prvkem roletou. Okno A1 směrem na JV bylo vystaveno přímému slunečnímu záření. Okno A2 na JZ bylo vystaveno pouze rozptýleným slunečním paprskům (difuznímu záření). Na každé okno byl přilepen snímač tepelného toku a hodnoty odečítány současně. Luxmetr byl umístěn doprostřed mezi tato okna. Intenzita ozáření byla naměřena s okny bez zastínění a s okny stíněnými stejným typem venkovní rolety.

Následně bude vyhodnocena intenzita ozáření oken.

Lokalita měření:	VUT FAST místnost E 418
Datum měření:	31.3.2021
Venkovní teplota:	24 °C
Vnitřní teplota:	21 °C
Výška slunce nad obzorem ve 12:00:	45,07 m
Půdorys/poloha oken a slunce:	



Obrázek 20 – Půdorys - intenzita ozáření okna přímým a difuzním zářením

C.6.2 Naměřené hodnoty

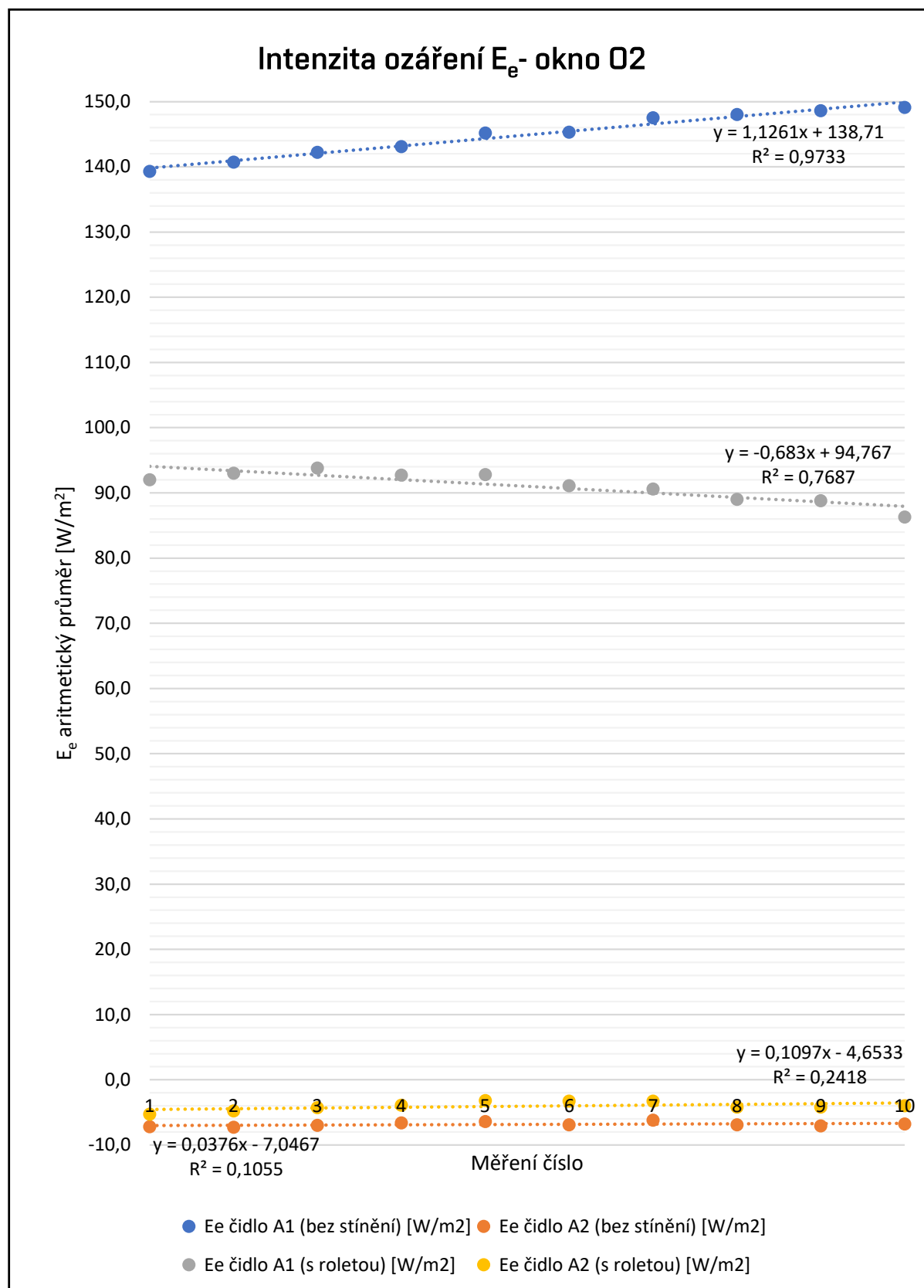
Okno A bez venkovního stínění

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo A1 (bez stínění) [W/m ²]	E _e čidlo A2 (bez stínění) [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	11:09:00	139,3	-7,2	7410	slunečno
2	11:09:30	140,7	-7,3	7180	slunečno
3	11:10:00	142,2	-7,0	7100	slunečno
4	11:10:30	143,1	-6,6	7110	slunečno
5	11:11:00	145,2	-6,4	7110	slunečno
6	11:11:30	145,3	-6,9	7080	slunečno
7	11:12:00	147,5	-6,2	7100	slunečno
8	11:12:30	148,0	-6,9	7110	slunečno
9	11:13:00	148,6	-7,1	7000	slunečno
10	11:13:30	149,1	-6,8	7050	slunečno
Aritmetický průměr:		144,9	-6,8	7125,0	

Okno A stíněno venkovní roletou

Číslo měření	Čas měření	E _e čidlo A1 (s roletou) [W/m ²]	E _e čidlo A2 (s roletou) [W/m ²]	E [lux]	Oblačnost
1	11:15:00	92,0	-5,3	344	slunečno
2	11:15:30	93,0	-4,8	342	slunečno
3	11:16:00	93,8	-4,3	342	slunečno
4	11:16:30	92,7	-3,9	340	slunečno
5	11:17:00	92,8	-3,2	343	slunečno
6	11:17:30	91,1	-3,3	340	slunečno
7	11:18:00	90,6	-3,3	340	slunečno
8	11:18:30	89,0	-4,2	339	slunečno
9	11:19:00	88,8	-4,2	345	slunečno
10	11:19:30	86,3	-4,0	340	slunečno
Aritmetický průměr:		91,0	-4,1	341,5	

Srovnání intenzity ozáření E_e [W/m²] místnosti okna bez stínění a okna stíněného žaluziemi



C.6.3 Rozbor výsledků

Intenzitu ozáření okna bez stínění, vystaveného přímým slunečním paprskům vychází z měření $149,9 \text{ W/m}^2$. Intenzita ozáření okna, které je vystaveno pouze difuznímu záření je záporná $-6,8 \text{ W/m}^2$. Rozdíl hodnot je $156,7 \text{ W/m}^2$. Okno, které je vystaveno přímému slunečnímu záření, přejímá tuto energii ze Slunce do místnosti, ohřívá interiér.

Při zastínění těchto oken venkovní roletou se zmenší průnik slunečních paprsků na sklo okna, tím pádem klesne intenzita ozáření okna vystavenému přímému záření na hodnotu $91,0 \text{ W/m}^2$. Rozdíl těchto hodnot je $58,9 \text{ W/m}^2$.

C.7 Simulace stínění oken na osvětlenost

C.7.1 Popis simulace

Úkolem simulace je ověření, jakým způsobem ovlivní exteriérové stínící prvky prosklených ploch intenzitu ozáření E [lux] místnosti, která je natočena prosklenou plochou k jednotlivým světovým stranám. Okno je stíněno venkovními žaluziemi, slunolamy, markýzou a fólií na sklo.

Následně bude vyhodnocena účinnost těchto stínících prvků.

Simulace je provedena v programu Velux Daylight Visualizer 3, který počítá pouze na vlastnostech materiálů, jako je odrazivost, pohltivost, drsnost. Do programu je importován 3D model místnosti se stínícími prvky. 3D model je vytvořen v programu Archicad. Místnost má vnitřní rozměry 7x3 m, výška místnosti je 3 m a prosklená plocha je o rozměrech 3x2,1 m, parapet ve výšce 0,9 m.

V programu Velux Daylight jsou k jednotlivým materiálům definovány povrchy dle následující tabulky.

Povrch	Materiál	Specifikace	
Stěny, strop	Omítka bílá	Reflektance	0,840
		Drsnost	0,030
		Zrcadlový odraz	0,000
Podlaha	Dřevo	Reflektance	0,842
		Drsnost	0,030
		Zrcadlový odraz	0,150
Skleněná plocha	Sklo	Transmitace	78%
Stínící ocelové prvky	Ocel	Reflektance	0,389
		Drsnost	0,100
Okolní materiál	Tráva	Reflektance	0,099
		Drsnost	0,000
		Zrcadlový odraz	0,000
Okno s fólií	Sklo	Transmitace	42%

Pozn. Reflektance – odražené záření

Transmitance – propuštěné záření

Zvolená poloha – Praha E 14,260 N 50,500, nastavena výška půdorysu, ve které je prováděn výpočet je 900 mm, čas a datum výpočtu je 21. července ve 12:00 a stav oblohy je jasná a slunečná.

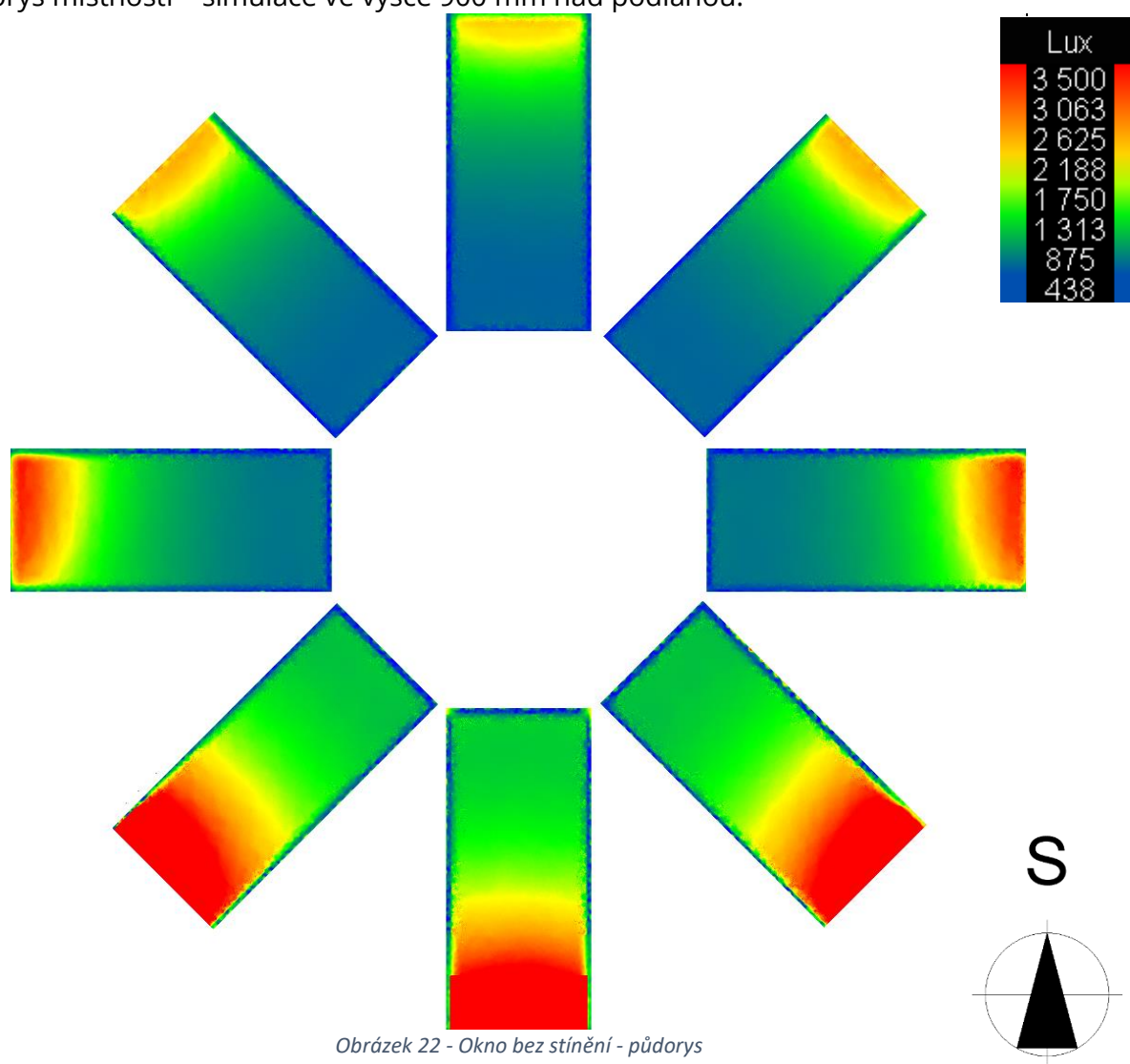
C.7.2 Varianty stínění

Okno bez stínění



Obrázek 21 - Okno bez stínění - vizualizace

Půdorys místnosti – simulace ve výšce 900 mm nad podlahou.



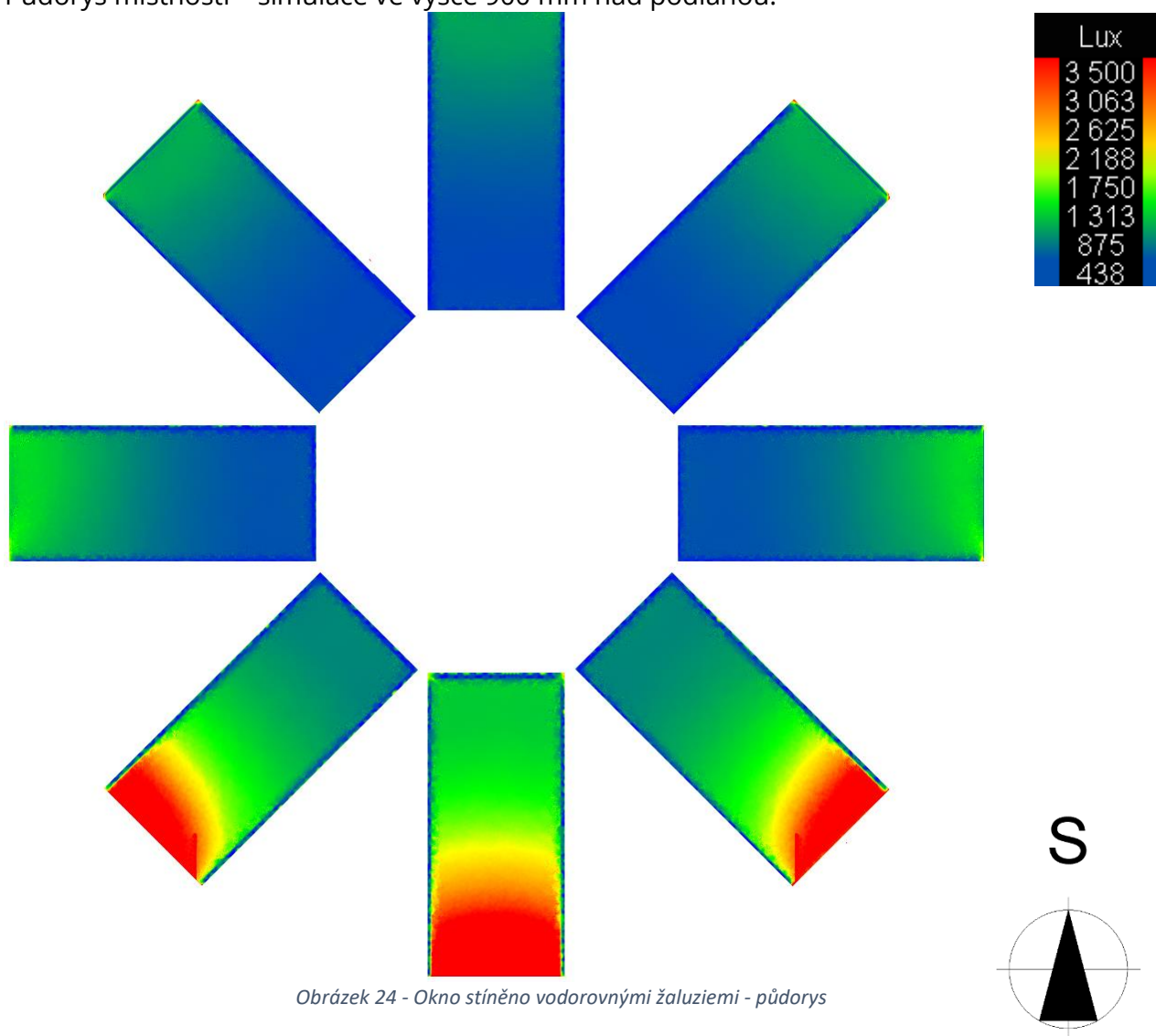
Obrázek 22 - Okno bez stínění - půdorys

Okno stíněno vodorovnými žaluziemi - natočení lamel 0°



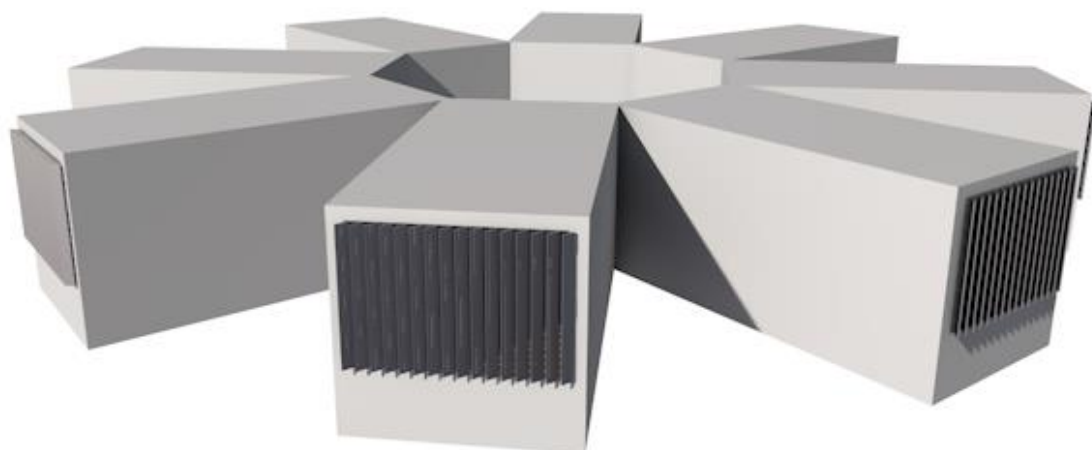
Obrázek 23 - Okno stíněno vodorovnými žaluziemi - vizualizace

Půdorys místnosti – simulace ve výšce 900 mm nad podlahou.



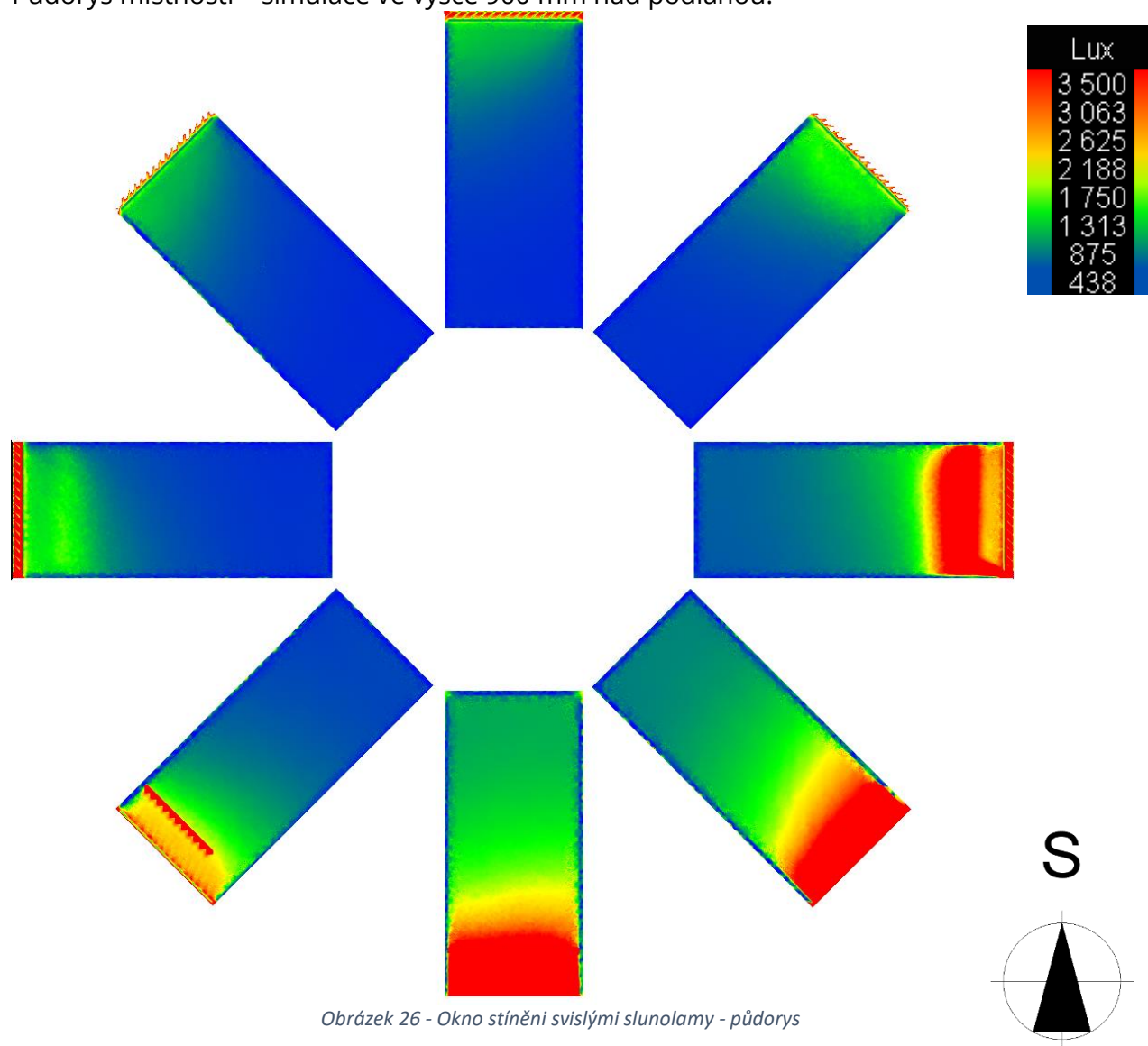
Obrázek 24 - Okno stíněno vodorovnými žaluziemi - půdorys

Okno stíněno svislými slunolamy - natočení lamel 45°



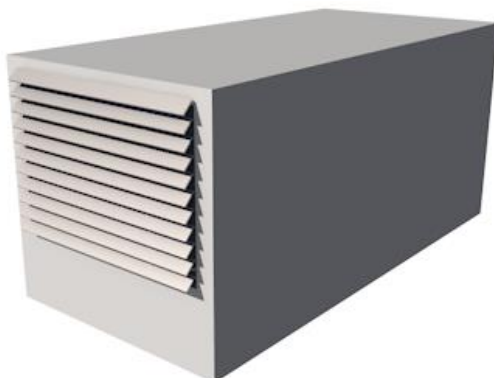
Obrázek 25 - Okno stíněno svislými slunolamy - vizualice

Půdorys místnosti – simulace ve výšce 900 mm nad podlahou.



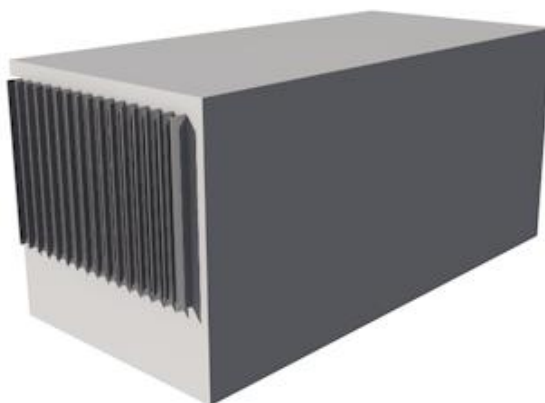
Obrázek 26 - Okno stíněno svislými slunolamy - půdorys

Další varianty stínění:
Okno stíněno vodorovnými žaluziemi 45°



Obrázek 27 - Okno stíněno vodorovnými žaluziemi 45°

Okno stíněno svislými slunolamy 0°



Obrázek 28 - Okno stíněno svislými slunolamy 0°

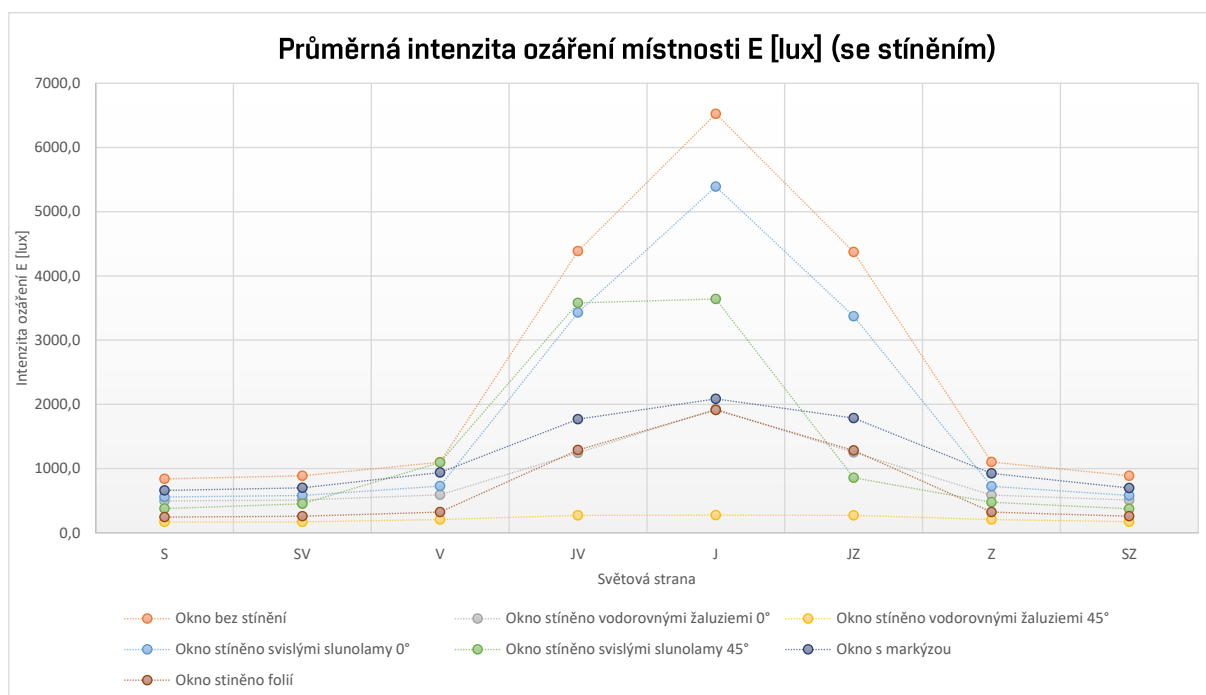
Okno s markýzou



Obrázek 29 - Okno s markýzou

C.7.3 Výsledek simulace

Intenzita oslunění E [lux]								
Světová strana	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
Okno bez stínění	840,1	888,4	1098,5	4387,9	6522,2	4371,1	1102,2	887,9
Okno stíněno vodorovnými žaluziemi 0°	495,9	511,7	590,8	1246,6	1927,9	1251,5	590,0	511,9
Okno stíněno vodorovnými žaluziemi 45°	170,4	171,9	206,4	274,1	274,9	273,0	207,1	172,4
Okno stíněno svislými slunolamy 0°	556,9	581,3	729,6	3429,1	5391,3	3373,8	724,3	581,6
Okno stíněno svislými slunolamy 45°	379,4	453,7	1097,0	3580,4	3639,5	856,4	475,4	374,9
Okno s markýzou	661,3	702,0	939,7	1768,3	2087,1	1786,9	925,8	697,4
Okno stíněno folií	245,1	257,8	322,5	1290,4	1911,9	1282,6	322,0	259,7



Obrázek 30 - Intenzita ozáření stíněných oken

C.7.4 Rozbor výsledků

Rozdílem hodnot místnosti bez stínění a místnosti stíněné byla stanovena intenzita stínění. Následně byla procentuálně vyjádřena, kde 100 % bylo dáno plošné hodnotě místnosti bez stínění.

Příklad výpočtu:

Okno bez stínění S: 840,1 lux

Okno s markýzou S: 661,3 lux

Intenzita stínění: $840,1 - 661,3 = 178,8$ lux

Procentuální vyjádření intenzity stínění: 840,1.....100 %

178,8.....x %

Procentuální vyjádření intenzity stínění okna směrem k severu je 21,3 %.

Procentuální vyjádření intenzity stínění [%]								
Světová strana	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
Okno bez stínění	100	100	100	100	100	100	100	100
Okno stíněno vodorovnými žaluziemi 0°	41,0	42,4	46,2	71,6	70,4	71,4	46,5	42,3
Okno stíněno vodorovnými žaluziemi 45°	79,7	80,7	81,2	93,8	95,8	93,8	81,2	80,6
Okno stíněno svislými slunolamy 0°	33,7	34,6	33,6	21,9	17,3	22,8	34,3	34,5
Okno stíněno svislými slunolamy 45°	54,8	48,9	0,1	18,4	44,2	80,4	56,9	57,8
Okno s markýzou	21,3	21,0	14,5	59,7	68,0	59,1	16,0	21,5
Okno stíněno folií	70,8	71,0	70,6	70,6	70,7	70,7	70,8	70,8

Simulace ověřila průměrnou intenzitu oslunění místnosti neboli dopad luxů na půdorysnou plochu ve výšce 900 mm nad úrovní podlahy. Nejdříve byla simulována místnost s oknem bez stínících prvků natočená k jednotlivým světovým stranám. Maximální plošná hodnota intenzity oslunění je 6522,2 luxů, místnost natočena oknem na jih. Minimální plošná hodnota intenzity oslunění je 840,1 luxů, místnost natočena na sever.

Místnost stíněna vodorovnými žaluziemi natočenými 0° má maximální plošnou hodnotu intenzity oslunění 1927,9 luxů, místnost natočena oknem na jih. Procentuální vyjádření stínění místnosti stínícím prvkem je 70,4 %.

Největší účinnost ve stínění místnosti mají vodorovné žaluzie natočené pod úhlem 45°. Procentuální vyjádření stínění místnosti natočené oknem směrem k jihu je 95,8 %. Takto natočené žaluzie mají poměrně stejnou účinnost ke všem světovým stranám v procentuálním vyjádření stínění od 79,7 % do 95,8 %.

Svislé stínící prvky mají malou účinnost. Ze simulace vyplývá, že slunolamy natočené pod úhlem 0° mají účinnost 17,3 % až 34,6 %.

Slunolamy natočeny pod úhlem 45° mají velkou účinnost stínění, pokud jsou natočeny kolmo k dopadajícím paprskům (až 80,4 %, okno natočeno na jihozápad). Pokud jsou ale natočeny ve směru se slunečními paprsky, okno téměř nestíní (0,1 % okno natočeno směrem na východ).

Markýza stínící okno má vysokou účinnost stínění 68,0 % pro okno natočené směrem k jihu. Okno otočeno směrem k východu či západu má procentuální stínění pouze 15 %.

Stínící fólie oken má stejnou intenzitu stínění ke všem světovým stranám, to je 71%.

C.8 Závěr

Úkolem měření a simulace je ověření účinnosti exteriérových stínících prvků prosklených ploch, které propouští do interiéru jak přímé, tak difuzní záření. Byly naměřeny hodnoty intenzity ozáření E_e [W.m^{-2}] a intenzity osvětlení E [lx] skleněných ploch (oken). Skleněné plochy byly měřeny bez stínícího prvku a následně stíněny stínícím prvkem v určené poloze či nastavení.

Měření bylo provedeno ve třech termínech, v různých měsících s poměrně stejnou výškou slunce nad horizontem v rozmezí 35-45 m. Za použití měřících přístrojů Almemo 2590-4S (přístroj pro měření teploty, vlhkosti, proudění vzduchu, průtoku kapalin, tlaku, intenzity záření, atd.) se dvěma snímače tepelného toku ZA 9007-FS a přístrojem Omega HHF81 (ruční měřicí přístroj pro měření teploty, vlhkosti, osvětlení a rychlosti vzduchu) byla naměřena intenzita ozáření a osvětlení.

Na základě rozdílů hodnot oken bez stínění a oken stíněnými exteriérovými stínícími prvky byla vyjádřena procentuální intenzita stínění.

V programu Velux Daylight Visualizer 3 byla simulována místnost o vnitřních rozměrech 7x3 m, s výškou místnosti 3 m a prosklenou plochou. Prosklená plocha i se stínícím prvkem (venkovními žaluziemi, slunolamy, markýzou a fólií na sklo) byla natáčena k jednotlivým světovým stranám. Byla vypočítána průměrná hodnota dopadajících luxů na půdorysnou plochu místnosti ve výšce 900 mm a stanovena intenzita stínění.

Výzkum a simulace ukazují, jak různé druhy stínění snižují intenzitu ozáření a intenzitu oslunění. Toto jsou důležité faktory při návrhu a posuzování budov z hlediska stavební fyziky (letní tepelná stabilita místnosti a posouzení denního osvětlení místnosti).

Můžeme konstatovat, že nejvíce snižují intenzitu osvětlení venkovní žaluzie s natočením lamel +45° až 90° v rozmezí 84,3 % až 94,0 % a venkovní roleta až 95,1 %. Venkovní žaluzie v natočení lamel +45° až 90° dokážou snížit intenzitu ozáření o 55 %. Venkovní roleta dokáže snížit intenzitu ozáření o 60 %. Tyto stínící prvky ale zmenší průhlednost okna.

Nejvíce stabilním prvkem ke všem světovým stranám snižující intenzitu ozáření jsou fólie na sklo a rolety.

Markýza stínící okno dokáže snížit intenzitu ozáření o 68,0 % při zachování celkové průhlednosti okna.

C.9 Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Množství přímého a difuzního záření na území ČR [6]	24
Obrázek 2 - Tabulka jednotek [7]	24
Obrázek 3 - Venkovní žaluzie [15]	30
Obrázek 4 - Tvar a šířky lamel venkovních žaluzií [13 – str. 21].....	30
Obrázek 5 - Venkovní roleta [16].....	30
Obrázek 6 - Řez lamelou venkovní rolety [17]	31
Obrázek 7 - Venkovní roleta [19].....	31
Obrázek 8 - Markýza [20].....	31
Obrázek 9 - Slunolamy 1 [21]	32
Obrázek 10 - Slunolamy 2 [22].....	32
Obrázek 11 - Slunolamy 3 [23]	32
Obrázek 12 - Stínící fólie [25, 26].....	33
Obrázek 13 - Nastavení exteriérových žaluzií	35
Obrázek 14 - Poloha slunce, měření 1	35
Obrázek 15 - Poloha slunce, měření 2.....	42
Obrázek 16 - Poloha slunce, měření 3.....	49
Obrázek 17 - Simulace - venkovní roleta	57
Obrázek 18 - Simulace - venkovní žaluzie	57
Obrázek 19 - Simulace - půdorysy místnosti.....	58
Obrázek 20 - Půdorys - intenzita ozáření okna přímým a difuzním zářením	63
Obrázek 21 - Okno bez stínění - vizualizace	68
Obrázek 22 - Okno bez stínění - půdorys	68
Obrázek 23 - Okno stíněno vodorovnými žaluziemi - vizualizace	69
Obrázek 24 - Okno stíněno vodorovnými žaluziemi - půdorys	69
Obrázek 25 - Okno stínění svislými slunolamy - vizualice.....	70
Obrázek 26 - Okno stínění svislými slunolamy - půdorys	70
Obrázek 27 - Okno stíněno vodorovnými žaluziemi 45°.....	71
Obrázek 28 - Okno stíněno svislými slunolamy 0°	71
Obrázek 29 - Okno s markýzou	71
Obrázek 30 - Intenzita ozáření stíněných oken	72

C.10 Seznam použitých zdrojů:

- [1] <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/zaj10.htm> [online]. [cit. 2021-5-2].
- [2] <http://www.fyzika007.cz/optika/tepelne-zareni-zareni-cerneho-telesa> [online]. [cit. 2021-5-2].
- [3] https://cs.wikipedia.org/wiki/Absolutn%C4%9B_%C4%8Dern%C3%A9_t%C4%9Bleso [online]. [cit. 2021-5-2].
- [4] ČUPROVÁ, Danuše, Jitka MOHELNÍKOVÁ a Karel ČUPR. *Denní osvětlení budov: návody pro cvičení*. Brno: CERM, 2002. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-2142-8.
- [5] BOŠOVÁ, Daniela. *Denní osvětlení budov: TP 1.8.8*. Praha: pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2016. Metodické a technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87438-70-1.
- [6] <http://www.isofenenergy.cz/img/primdif.png> [online]. [cit. 2021-5-2].
- [7] http://fu.mff.cuni.cz/biomolecules/media/files/courses/Fotometrie_a_radiometrie.pdf [online]. [cit. 2021-5-2].
- [8] <https://kfy.zcu.cz/export/sites/kfy/dokumenty/FYA2/Radiometrie-a-fotometrie.pdf> [online]. [cit. 2021-5-2].
- [9] WEIGLOVÁ, Jiřina, Daniela BOŠOVÁ a Jan KAŇKA. *Stavební fyzika 1*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-010-3392-9.
- [10] https://cs.wikipedia.org/wiki/Intenzita_sv%C4%9Btlen%C3%AD [online]. [cit. 2021-5-2].
- [11] <https://elektro.tzb-info.cz/osvetleni/1303-umele-osvetleni-vnitřního-prostředí> [online]. [cit. 2021-5-2].
- [12] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Osvit> [online]. [cit. 2021-5-2].
- [13] LUBINOVÁ, Štěpánka. *Stínění oken: žaluzie, rolety, markýzy a slunolamy*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4579-4.
- [14] <https://www.estav.cz/cz/5919.stineni-stineni-vnejsi-a-vnitřni> [online]. [cit. 2021-5-2].
- [15] <https://www.ldstav.cz/media/image/venkovni-zaluzie.png> [online]. [cit. 2021-5-2].
- [16] <https://www.univers.cz/wp-content/uploads/2017/01/roleta-pro-novostavby-nakres-240x300.jpg> [online]. [cit. 2021-5-3].
- [17] <https://www.lomax.cz/admin/upload/images-cache/910/1260.jpg> [online]. [cit. 2021-5-3].

- [18] <https://www.invence.net/blog/screenove-rolety.html> [online]. [cit. 2021-5-3].
- [19] <https://www.t-shade.cz/wp-content/uploads/2018/10/bocni-rolety-710-3-1024x549.jpg> [online]. [cit. 2021-5-3].
- [20] https://homebydleni.cz/wp-content/uploads/2020/08/00_Hornbach_10001317_markiza_ilus.jpg [online]. [cit. 2021-5-3].
- [21] <https://www.batima.cz/images/produkty/hlinikove-slunolamy/hlinikove-slunolamy-11.jpg> [online]. [cit. 2021-5-3].
- [22] <https://www.diamonddesign.eu/kat/stinTech/UvodstinTechLam.jpg> [online]. [cit. 2021-5-3].
- [23] <https://www.liniedesign.cz/wp-content/uploads/2019/10/vertikalni-slunolamy-4.jpg> [online]. [cit. 2021-5-3].
- [24] <https://www.glassgarant.cz/folie/folie-na-budovy/slunecni-folie-na-okna-budov/>
- [25] https://www.glassgarant.cz/media/glassgarant_let-e1436981206527.jpg [online]. [cit. 2021-5-3].
- [26] https://www.glassgarant.cz/media/glassgarant_zima-e1436981150835.jpg [online]. [cit. 2021-5-3].
- [27] <https://www.ahlborn.cz/datalogger-ahlborn-almemo-2590-4as-4-univerzalni-vstupy.html> [online]. [cit. 2021-5-3].
- [28] <https://www.jakar.cz/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2018/07/hhf81.pdf> [online]. [cit. 2021-5-3].

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:

B. p. v.	Balt po vyrovnání
m n. m.	metrů nad mořem
ČSN	česká státní norma
DSP	dokumentace pro povolení stavby
PBŘ	požárně bezpečnostní řešení
Pozn.	poznámka
tl.	tloušťka
DN	průměr/dimenze
SO	stavební objekt
ČOV	čistička odpadních vod
EPS	pěnový polystyren
XPS	extrudovaný polystyren
HUP	hlavní uzávěr plynu
k. ú.	katastrální území
p. ú.	požární úsek
PT	původní terén
UT	upravený terén
č.	číslo
SDK	sádrokarton
PVC	polyvinylchlorid
TV	teplá voda
R+S	rozdělovač a sběrač
VZT	vzduchotechnická jednotka
°C	stupeň celsia
K	kelvin
Hz	hertz
nm	nanometr
mV	milivolt
VUT	Vysoké učení technické
FAST	fakulta stavební

SEZNAM PŘÍLOH:

Složka A		ARCHITEKTONICKO - STAVEBNÍ ŘEŠENÍ	
OZNAČENÍ	NÁZEV	MĚŘÍTKO	POČET A4
A	Průvodní zpráva	-	5
B	Souhrnná technická zpráva	-	22
C	Situační výkresy		
C.1	Situace širších vztahů	1:20000	2
C.2	Katastrální situace	1:1000	4
C.3	Koordinační situace	1:250	8
D.1.1	Architektonicko-stavební řešení		
D.1.1 100	Půdorys základů	1:100	8
D.1.1 101	Půdorys 1.NP	1:100	10
D.1.1 102	Půdorys stropu 1.NP	1:100	4
D.1.1 103	Půdorys střechy	1:100	10
D.1.1 200	Řez A-A	1:100	2
D.1.1 201	Řez B-B	1:100	3
D.1.1 300	Pohledy	1:100	5
D.1.1 400	Výpis skladeb	-	14
D.1.3	Požárně bezpečnostní řešení		
D.1.3	Technická zpráva požární ochrany	-	25
D.1.3 100	Půdorys 1.NP - PBŘ	1:100	3
D.1.3 200	Situace PBŘ	1:500	2
E	Stavební fyzika		
E.1	Průkaz energetické náročnosti budov	-	15
E.2	Stavební fyzika - Akustika	-	14
E.2 01	Výpočet hlukové studie den/noc	-	10
E.2 02	Situace - hluková studie den	-	2
E.2 03	Situace - hluková studie noc	-	2
E.3	Stavební fyzika - Tepelná technika	-	12
E.3 01	Protokol výpočtu tepelně-technických vlastností skladeb	-	25
E.3 02	Protokol výpočtu letní a zimní stability	-	13
E.4	Stavební fyzika - Denní osvětlení	-	3
E.4 01	Protokol výpočtu denního osvětlení	-	20
P.1	Návrh založení stavby	-	5

Složka B	TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB
-----------------	----------------------------------

OZNAČENÍ	NÁZEV	MĚŘÍTKO	POČET A4
D.1.4 100	Technická zpráva osvětlení	-	22
D.1.4 200	Technická zpráva větrání	-	17
D.1.4 201	Technický list VZT 1	-	13
D.1.4 202	Technický list VZT 2	-	13
D.1.4 300	Technická zpráva vytápění	-	16
D.1.4 400	Technická zpráva chlazení	-	9
D.1.4 500	Fotovoltaika	-	13
D.1.4 600	Využití dešťové vody	-	6
D.1.4	Výkresová část		
D.1.4 700	Půdorys rozmístění osvětlení	1:50	10
D.1.4 701	Půdorys nuceného větrání	1:50	10
D.1.4 702	Půdorys chlazení	1:50	10
D.1.4 703	Půdorys kotelny a strojovny VZT	1:40	6
D.1.4 704	Schéma TZB a zapojení MaR	1:50	10

Příloha C	MĚŘENÍ VLIVU ZASTÍNĚNÍ OKEN NA TEPELNÉ ZISKY A OSVĚTLENOST
------------------	---

OBSAH	
C.1	Energie Slunce
C.2	Denní světlo
C.3	Jednotky
C.4	Stínění oken
C.5	Měření
C.6	Intenzita ozáření okna přímým a difuzním zářením
C.7	Simulace stínění oken na osvětlenost
C.8	Závěr
C.9	Seznam obrázků
C.10	Seznam použitých zdrojů

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A VYHLÁŠEK:

ČSN 01 3420: Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

ČSN 73 0810: Požární bezpečnost staveb: Společná ustanovení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN 73 0802: Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 : Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov: Část 1: Terminologie. Praha: Český normalizační institut.

ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov: Část 2: Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2011 + Z1(2012).

ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov: Část 3: Návrhové hodnoty veličin. Praha: Český normalizační institut.

ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov: Část 4: Výpočtové metody. Praha: Český normalizační institut.

ČSN EN 17037: Denní osvětlení budov. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

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

Vyhláška č. 78/2013 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov

Vyhláška č. 405/2017 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb., a vyhláška č. 169/2016 Sb., o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr

Zákon č. 183/2006 Sb.: o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). 2006