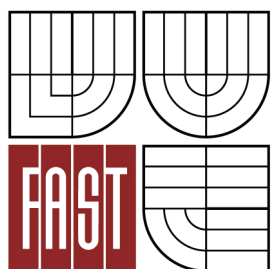




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

DENNI OSVĚTLENÍ A SOLÁRNÍ TEPELNÁ ZÁTĚŽ BUDOV DAY LIGHTING AND SOLAR HEAT LOAD OF BUILDINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ
Název	Denni osvětlení a solární tepelná zátěž budov
Vedoucí diplomové práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013
V Brně dne 31. 3. 2012	

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

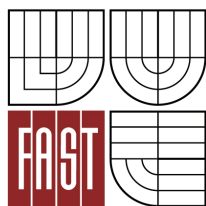
C1. Experimentální řešení a zpracování výsledků

Experiment realizovaný v laboratoři nebo reálné budově postihující zadanou problematiku

Předepsané přílohy

.....

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Autor práce	Bc. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav technických zařízení budov
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Název práce	Denní osvětlení a solární tepelná zátěž budov
Název práce v anglickém jazyce	Day lighting and solar heat load of buildings
Typ práce	Diplomová práce
Přidělovaný titul	Ing.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	
Anotace práce	Tato diplomová práce se zabývá hledáním závislosti mezi denním osvětlením a solární tepelné zátěží budov. Úkolem je pokus o zjištění, zda je možné použít jeden z faktorů k získání toho druhého. Součástí práce je návrh chladicího systému virtuální budovy.
Anotace práce v anglickém jazyce	This master's thesis is about searching for a connection between solar illumination and solar irradiance. The task is attempt to find out if it is possible to use one factor in order to determine the other one. Part of this thesis deals with cooling of virtual building.
Klíčová slova	denní osvětlení, solární záření, světelná účinnost, chlazení, administrativní budova, absorpční faktor
Klíčová slova v anglickém jazyce	illumination, solar irradiance, luminous efficacy, cooling system, office building, absorption factor

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá hledáním závislosti mezi denním osvětlením a solární tepelné zátěží budov. Úkolem je pokus o zjištění, zda je možné použít jeden z faktorů k získání toho druhého. Součástí práce je návrh chladicího systému virtuální budovy.

Klíčová slova

denní osvětlení, solární záření, světelná účinnost, chlazení, administrativní budova, absorpční faktor

Abstract

This master's thesis is about searching for a connection between solar illumination and solar irradiance. The task is attempt to find out if it is possible to use one factor in order to determine the other one. Part of this thesis deals with cooling of virtual building.

Keywords

illumination, solar irradiance, luminous efficacy, cooling system, office building, absorption factor

...

Bibliografická citace VŠKP

VYHLÍDALOVÁ, Karolína. *Denní osvětlení a solární tepelná zátěž budov*. Brno, 2013. 76 s., 110 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11.1.2013

.....
podpis autora
Karolína Vyhliďalová

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 11.1.2013

.....
podpis autora
Bc. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ

Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucí své diplomové práce za cenné rady a připomínky, profesorům a diplomantům z ústavu pozemního stavitelství za ušetření spousty práce a času a samozřejmě své rodině za důvěru a podporu jež se mi dostává.

Bc. Vyhlídalová Karolína

Obsah

A	ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ	3
1	ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU, NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ PODKLADY.....	4
1.1	ANALÝZA TÉMATU	4
1.2	LEGISLATIVA	5
1.1.2	Denní osvětlení budov.....	5
1.2.2.1	Základní požadavky	5
1.2.2.2	Úroveň denního osvětlení	7
1.2.2.3	Rovnoměrnost denního osvětlení	9
1.2.2.4	Rozložení světla a zábrana oslnění	9
1.2.2.5	Odraznost světla a kolorita povrchů.....	10
1.2.2.6	Návrh a užití budov z hlediska osvětlování prostorů.....	11
1.2.2.7	Osvětlovací otvory	11
1.2.2.8	Regulace denního osvětlení.....	12
1.2.2.9	Výpočet denního osvětlení.....	13
1.2.2.10	Obytné budovy	14
1.2.2.11	Školní zařízení.....	14
1.2.2.12	Osvětlení pracovních prostorů.....	16
2.1.2	Solární tepelná zátěž budov	17
1.2.2.1	Zásady.....	17
1.2.2.2	Teplota venkovního vzduchu.....	17
1.2.2.3	Poloha slunce.....	17
1.2.2.4	Intenzity sluneční radiace.....	19
1.2.2.5	Tepelná zátěž okny	20
2	CÍLE PRÁCE, ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ	23
3	AKTUÁLNÍ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ V PRAXI	24
4	TEORETICKÉ ŘEŠENÍ.....	25
5	EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ.....	30
5.1	POPIS METODY	30
5.2	POPIS MĚŘÍCÍ TECHNIKY	31
6	ŘEŠENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKU A MODELOVÁNÍ.....	34
B	KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	36
7	NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	37

7.1	ANALÝZA OBJEKTU	37
7.2	TEPELNÁ BILANCE KANCELÁŘSKÝCH MÍSTNOSTÍ	43
7.2.1	Tepelné zisky	43
7.2.2	Tepelné ztráty.....	44
7.3	OSVĚTLENÍ KANCELÁŘSKÝCH MÍSTNOSTÍ.....	46
7.4	IDEOVÉ ŘEŠENÍ VZT V BUDOVĚ	48
7.5	HODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ.....	52
7.5.1	Hodnocení z hlediska osvětlení	52
7.5.2	Hodnocení z hlediska solární tepelné zátěže	54
7.6	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	57
C	EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ.....	60
8	MĚŘENÝ OBJEKT	61
9	UMÍSTĚNÍ ČIDEL.....	61
10	ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	64
11	ZHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH VÝSLEDKŮ.....	66
D	ZÁVĚR	67
E	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A CITACÍ.....	68
F	SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ	70
G	SEZNAM VLOŽENÝCH TABULEK.....	73
H	SEZNAM VLOŽENÝCH OBRÁZKŮ	74
I	SEZNAM PŘÍLOH	75
J	SEZNAM VÝKRESŮ	76

A ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

1 ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU, NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ PODKLADY

1.1 ANALÝZA TÉMATU

Diplomová práce "*Denní osvětlení a solární tepelná zátěž budov*" se zabývá častou problematikou návrhu vhodné velikosti prosklených ploch místnosti či objektu.

Legislativa stanovuje požadavky na přirozené osvětlení pro obytné místnosti, ať už se jedná o byty, vzdělávací zařízení či kancelářské prostory. Ty udávají požadované pomyslné hranice od okenních ploch pro umístění pracovních a studijních ploch, které zajišťují komfortní a zdravotně nezávadné oblasti místností. Dostatečné osvětlení pro práci a studia je tedy jedním z kritérií pro návrh velikosti okenních ploch. Další kritérium je pak zcela architektonické. Celoprosklené stěny jsou velmi oblíbené u architektů jak je možné zhlédnou například na výškových budovách jako je Světové finanční centrum v Šanghaji, Dubajská věž (Burdž Dubaj) v Dubaji nebo věž Sears Tower v Chicagu. Sklo je poměrně lehký materiál a při vhodném navržení i velice odolný vůči namáhání. Tyto vlastnosti, průhlednost, průsvitnost a tvárnost vytvářejí jeden z nejvíce používaných materiálů dnešní doby v kombinaci s kovovými nosnými konstrukcemi a již léty otestovaným betonem.

Rozsáhlé prosklené plochy jsou tedy navrhovány architekty jako novodobý hit jež započal koncem 20.století a pokračuje dodnes. Bohužel i toto stavební řešení má své zápory a v případě prosklených ploch se jedná o tepelné zisky z venkovního prostředí. Konkrétně solární (sluneční) záření. Zatímco v zimním období jsou tyto tepelné zisky přínosem, jež umožňují snížit výkon technických zařízení a tudíž ušetřit výdaje za spotřebované energie, v letním období představují nepříjemný problém. Solární zátěž je v letních měsících vyšší z čehož plynou i vyšší tepelné zisky. Řešením mohou být venkovní překážky v podobě zeleně, regulace osvětlení pomocí různých zařízení a prostředků sloužících k těmto účelům nebo vnitřní zařízení pro úpravu vzduchu. Bohužel, tato řešení nejen snižují solární tepelné zisky, ale také přivedené přirozené osvětlení a navíc představují další výdaje.

Po zohlednění výše uvedených docházíme k otázce: "Jak velká prosklená plocha je stále výhodná?". Tato diplomová práce se zabývá právě problémem velikosti prosklených ploch v závislosti na denním osvětlení a solárních tepelných ziscích. Snahou je zjistit ideální velikost prosklené konstrukce v objektu určeném k pobytu osob.

1.2 LEGISLATIVA

1.1.2 Denní osvětlení budov

1.2.2.1 Základní požadavky

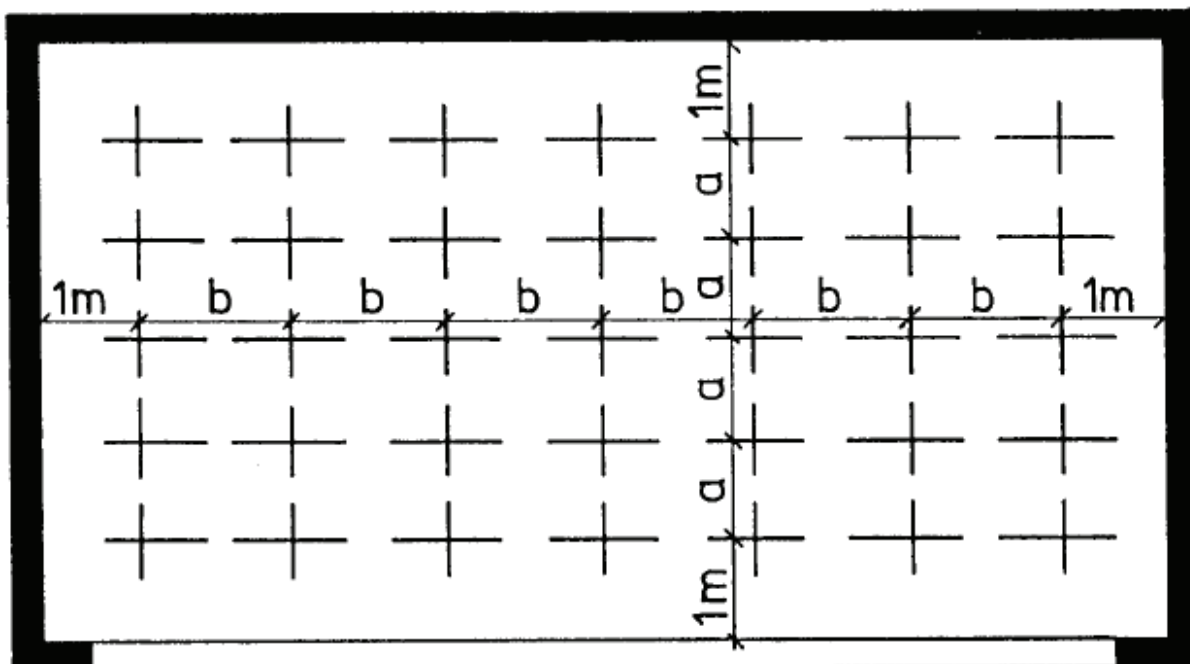
Denní osvětlení ovlivňuje zrakovou pohodu člověka nacházejícího se uvnitř místnosti, kde zraková pohoda je stav splňující hygienické požadavky, jež zajišťují podmínky pro práci i odpočinek a závisí na intenzitě, jakosti osvětlení i architektonickém řešení místnosti.

Denní osvětlení musí vytvořit zdravou zrakovou pohodu, dobrou viditelnost pozorovaných předmětů, zabránit vzniku předčasné a nadměrné únavy zraku a možnosti úrazu z důvodu zhoršeného vidění.

Dalším požadavkem denního osvětlení je zajištění stejné zrakové pohody za jakéhokoli počasí. Čímž je míněna zatažená, polojasná, jasná obloha a přímé sluneční světlo.

V místnostech určených pro pobyt osob je nadále požadované zajištění nerušeného výhledu do okolí.

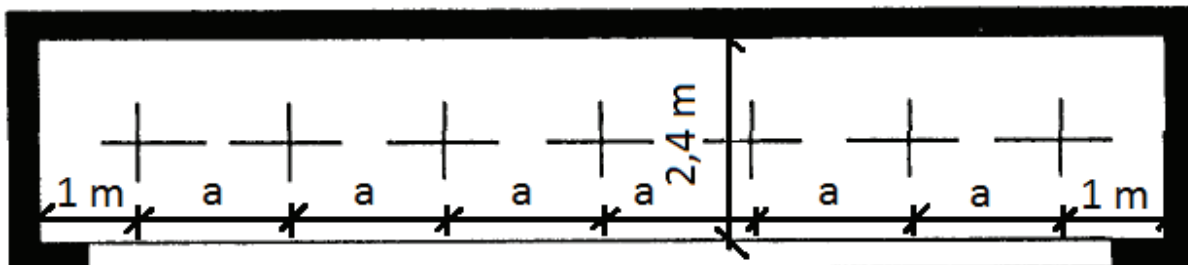
Rozložení denního světla ve vnitřním prostoru se zjišťuje pomocí hodnot činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech, rozmístěných v pravidelné síti na vodorovné srovnávací rovině. Výška srovnávací roviny má být 0,85 m nad podlahou, není-li podle konkrétní funkce vnitřního prostoru požadována výška jiná (např. na komunikacích v úrovni podlahy). Krajní řady kontrolních bodů se umísťují 1 m od vnitřních povrchů stěn (viz. Obr.1). [1]



Obr. 1 - Příklad rozmístění kontrolních bodů na srovnávací rovině

Počet mezilehlých kontrolních bodů v řešené místnosti se volí tak, aby výsledné hodnoty denního osvětlení podávaly dostatečnou představu průběhu ve vnitřním prostoru nebo jeho funkčně vymezených částech. Vzdálenost kontrolních bodů se výsledně určí podle druhu a velikosti řešeného vnitřního prostoru, zpravidla však v rozmezí od 1 m do 6 m.

U vnitřních prostorů se šířkou menší než 2,4 m stačí jen jedna řada kontrolních bodů umístěná v ose prostoru (viz. Obr.2). Poloha řad kontrolních bodů se volí tak, aby postihovala místa nejméně a nejvíce osvětlená (např. v ose osvětlovacího otvoru a v polovině vzdálenosti mezi osami sousedních osvětlovacích otvorů) a místa důležitá pro zrakovou činnost. V případech odůvodněných charakterem důležité zrakové činnosti se zjišťují hodnoty činitele denní osvětlenosti ještě v dalších významných kontrolních bodech na vodorovné srovnávací rovině nebo v kontrolních bodech na srovnávací rovině v poloze jiné než vodorovné (na pracovní ploše, na šikmém panelu, na svislé tabuli atd.). [2]



Obr. 2 - Příklad rozmístění kontrolních bodů na srovnávací rovině při hloubce $\leq 2,4$ m

Místnosti nově navržených budov, jež musí splňovat denní osvětlení:

- obytné místnosti bytů
- ložnice a pokoje zařízení pro dlouhodobé ubytování (domovy mládeže, koleje, atd.) a pro dlouhodobou rekreaci (zotavovny, atd.)
- denní místnosti zařízení pro předškolní výchovu (jesle a mateřské školy)
- učebny škol kromě speciálních poslucháren
- vyšetřovny a lůžkové místnosti (pokoje) zdravotnických zařízení
- místnosti pro oddech a jídelny, určené pro uživatele vnitřních prostorů bez denního světla

Denní osvětlení vnitřních prostorů budov a jejich funkčně vymezených částí se navrhuje podle zrakových činností, pro které jsou určeny a kterým denní osvětlení slouží. Je-li denní osvětlení vnitřního prostoru nebo jeho funkčně vymezené části určeno pro různé zrakové činnosti, musí vyhovovat i pro ty, které mají největší požadavky na osvětlení. [3]

Pokud se předpokládá, že dojde ke změnám funkčního využití prostoru nebo prostorů (např. změna technologií a druhů výroby v průmyslu, víceúčelové vnitřní prostory a objekty), navrhuje se denní osvětlení s ohledem na tyto změny.

Hlediska pro posouzení denního osvětlení vnitřního prostoru budov:

- úroveň denního osvětlení
- rovnoměrnost denního osvětlení
- oslnění
- rozložení světelného toku a převažující směr světla
- výskyt dalších jevů narušujících zrakovou pohodu

Hodnoty činitele denní osvětlenosti podle zrakových činností jsou uvedeny v tabulce 1.

Třída zrakové činnosti	Charakteristika zrakové činnosti	Poměrná pozorovací vzdálenost	Příklady zrakových činností	Hodnota činitele denní osvětlenosti v %	
				minimální D_{min}	průměrná D_m
I	mimořádně přesná	3330 a větší	Nejpřesnější zraková činnost s omezenou možností použití zvětšení, s požadavkem na vyloučení chyb v rozlišení, nejobtížnější kontrola	3,5	10
II	velmi přesná	1670 až 3330	Velmi přesné činnosti při výrobě a kontrole, velmi přesné rýsování, ruční rytí s velmi malými detaily, velmi jemné umělecké práce	2,5	7
III	přesná	1000 až 1670	Přesná výroba a kontrola, rýsování, technické kreslení, obtížné laboratorní práce, náročné vyšetření, jemné šití, vyšívání	2	6
IV	středně přesná	500 až 1000	Středně přesná výroba a kontrola, čtení psaní (rukou i strojem), obsluha strojů, běžné laboratorní práce, vyšetření, ošetření, hrubší šití, pletení, žehlení, příprava jídel, závodní sport	1,5	5
V	hrubší	100 až 500	Hrubší práce, manipulace s předměty a materiálem, konzumace jídla a obsluha, oddechové činnosti, základní a rekreační tělovýchova, čekání	1	3
VI	velmi hrubá	menší než 100	Udržování čistoty, sprchování a mytí, převlékání, chůze po komunikacích přístupných veřejnosti	0,5	2
VII	celková orientace	-	Chůze, doprava materiálu, skladování hrubého materiálu, celkový dohled	0,25	1

Tabulka 1: Třídění zrakových činností a hodnoty činitele denní osvětlenosti [4]

1.2.2.2 Úroveň denního osvětlení

Toto hledisko je velmi proměnlivé a tudíž se určuje pomocí poměrné veličiny nazývané činitel denní osvětlenosti D

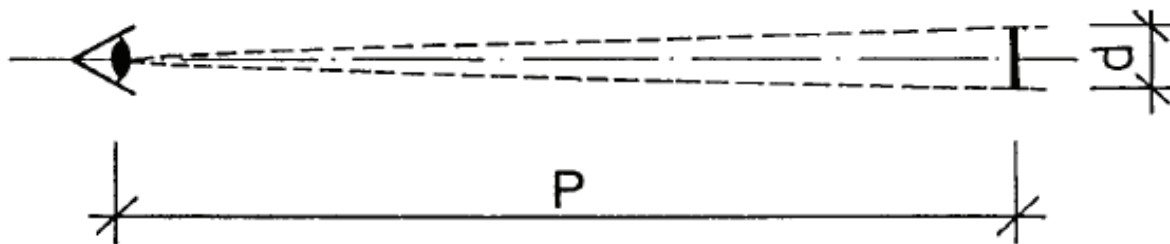
$$D = \frac{E}{E_h} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

kde E ... osvětlenost v kontrolním bodě [lx]
 E_h ... srovnávací osvětlenost venkovní vodorovné nezacloněné roviny [lx]

Činitel denní osvětlenosti se stanovuje dvěma způsoby, a to výpočtem či měřením v budově eventuálně na modelu.

Požadavky pro jednotlivé zrakové činnosti se stanovují podle zrakové obtížnosti a dalších charakteristik zrakového úkolu. Základním hlediskem pro stanovení požadavků je zařazení zrakové činnosti podle zrakové obtížnosti v souladu s poměrnou pozorovací vzdáleností kritického detailu dle

obrázku 3 (geometrický útvar, který rozhoduje o zrakové náročnosti prováděné práce) a s charakteristikou zrakové činnosti do tříd podle tabulky 1.



Obr. 3 - Poměrná pozorovací vzd. dána podílem pozorovací vzd. P a rozměru kritického detailu d

Denní osvětlení se navrhuje tak, aby:

- hodnoty činitele denní osvětlenosti ve vnitřním prostoru nebo jeho funkčně vymezených částech nebyly při největším znečištění konstrukcí osvětlovacích otvorů a povrchů menší, než pro odpovídající zrakové činnosti stanovené v tabulce 1
- minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{\min} podle tabulky 1, byly splněny ve všech kontrolních bodech vnitřního prostoru nebo jeho funkčně vymezené části
- průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti D_m podle tabulky 1, byly splněny pouze u vnitřních prostorů:
 - s horním denním osvětlením
 - s kombinovaným denním osvětlením, u kterých je podíl horního osvětlení a průměrné hodnoty činitele denního osvětlení D_m roven nejméně jedné polovině
- nejmenší hodnoty činitele denní osvětlenosti dle tabulky 1 zvýšily za následujících okolností:
 - při malém kontrastu jasů mezi pozorovaným kritickým detailem a jeho bezprostředním okolí (malý kontrast mezi pozorovaným kritickým detailem a jeho bezprostředním okolí je kontrast o poměru 2 : 1 až 1 : 2), při různých kontrastech jasů se vybírá ten nejméně příznivý pro daný případ
 - je-li doba pozorování omezena na krátký časový úsek (např. 1 sekunda a méně), nebo při rychlém pohybu a změnách rychlosti nebo směru pozorovaného předmětu nebo pozorovatele
 - může-li mít chyba nebo nepřesnost v pozorování a zrakové informaci závažné nepříznivé následky (havárie, vážný úraz, atd.)
 - při stáří nadpoloviční většiny uživatelů vnitřního prostoru nad 40 let (např. domovy důchodců)
 - při některých zrakových vadách nebo nemocech uživatelů vnitřního prostoru
 - při zvláštních činitelích, zhoršujících závažným způsobem vidění a zrakovou pohodu (např. kouř, výpary, hluk, atd.)
 - pokud se uplatňuje jeden z 1 až 4 případů, pak se požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti z tabulky 1 zvyšují o polovinu rozdílu s nejbližší vyšší třídou
 - pokud se uplatňuje více než jeden z 1 až 4 případů, pak se požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti z tabulky 1 zvyšují o celou třídu

- pokud se uplatňuje některý z 5 a 6 případu, pak se hodnoty činitele denní osvětlenosti zvyšují podle požadavků příslušného zdravotnického orgánu

Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti D_m se určuje jako aritmetický průměr hodnot v kontrolních bodech zvolené pravidelné sítě na vodorovné srovnávací hladině a to buď v celém rozsahu vnitřního prostoru, nebo v jeho funkčně vymezené části.

Pokud se jedná o místnost či její funkčně vymezenou část s trvalým pobytem osob, pak musí být minimální hodnota činitele denní osvětlenosti D_{min} rovna nejméně 1,5 % a průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti D_m , pokud se požaduje, rovna nejméně 3 %, a to i přestože jsou pro danou zrakovou činnost požadovány hodnoty nižší.

1.2.2.3 Rovnoměrnost denního osvětlení

Toto hledisko se určuje jako podíl nejmenší a největší hodnoty činitele denní osvětlenosti, zjištěné v kontrolních bodech sítě na vodorovné srovnávací hladině, která je v celém rozsahu vnitřního prostoru nebo jen v jeho funkčně vymezené části, zvolené podle toho jaká část prostoru ovlivňuje zrakovou pohodu uživatelů.

Hodnota rovnoměrnosti denního osvětlení ve vnitřních prostorech, ve kterých se požaduje splnění jen minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti, nemá být při třídách zrakových činností I až IV menší než 0,2, při třídě V menší než 0,15. Při třídách I až III je doporučená rovnoměrnost denního osvětlení nejméně 0,3.

Ve vnitřních prostorech, kde se požaduje splnění minimální i průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti, je přiměřená rovnoměrnost denního osvětlení zabezpečena splnění těchto hodnot.

Pokud dochází k častému přechodu mezi sousedními prostory, nesmí být poměr úrovní denního osvětlení mezi nimi menší než 1:5 (poměr minimálních nebo průměrných hodnot činitele denní osvětlenosti).

1.2.2.4 Rozložení světla a zábrana oslnění

Rozložení světelného toku ve vnitřních prostorech budov má být v souladu s povahou zrakových činností a s polohou pozorovatele.

Směr světelného toku:

- převažující z levé strany pozorovatele - pro osoby používající pro práci pravou ruku
- převažující z pravé strany pozorovatele - pro osoby používající pro práci levou ruku

Převažující směr světelného toku se doplňuje dostatečným přímým nebo odraženým světlem z ostatních předmětů. Dále nemá být zastíněn žádnou překážkou (např. zařízením budovy, osobou pozorovatele, atd.).

Toto rozložení se musí respektovat při návrhu rozmístění lidí a vnitřního zařízení místnosti.

Dále se musí denní osvětlení navrhnout tak, aby uživatelé vnitřních prostorů byli chráněni proti oslnění v jakémkoli stavu oblohy, tedy jasnu, polojasnu i zataženu.

Vnitřní prostory budov se musí chránit v případech, že by mohlo přímé sluneční světlo zhoršovat zrakovou pohodu a oslňovat a to především u činností tříd I až IV.

Tam kde se nevyžaduje proslunění, se mohou osvětlovací otvory orientovat na neslunečnou stranu (přibližně na sever) zatímco u ostatních prostorů se může použít pevných nebo pohyblivých zařízení pro regulaci přímého slunečního světla.

Jas osvětlovacích otvorů při průhledu na oblohu nebo při ozáření sluncem nesmí být při běžném směru pohledu tak velký, aby způsoboval oslnění; přitom je vždy nutné brát ohled na úhel umístění osvětlovacích otvorů od obvyklého směru pohledu pozorovatele. [5]

Hranice poměrů průměrných jasů v zorném poli pozorovatele mezi pozorovaným předmětem a:

- plochami jež jej bezprostředně obklopují (jeho pozadím) 1 : 1 až 3 : 1
- vzdálenými tmavými plochami 1 : 1 až 10 : 1
- vzdálenými světlými plochami 1 : 1 až 1 : 10

Předpokládá se rozsah pozorovaného předmětu v kuželu se středovým úhlem do 10° od směru pohledu, pozadí v úhlu od 10° do 60° a vzdálených ploch více než 60°.

1.2.2.5 Odraznost světla a kolorita povrchů

Pro povrchy vnitřních prostorů budov a jejich zařízení se používají nelesklé materiály a povrchové úpravy, aby nedocházelo k oslňování odrazem světla. Lesklých povrchů lze používat jen v odůvodněných případech a na takovém místě, kde nemohou způsobit oslnění. Zvláště se musí zabránit oslnění odrazem světla od lesklých povrchů v dolní části zorného pole, na které je lidský zrak zvláště citlivý (například lesklá pracovní plocha, lesklá podlaha apod.). [6]

Odraznost světla a kolorita povrchů vnitřního prostoru budovy a jeho zařízení se navrhuje tak, aby vytvářely příznivé podmínky pro dosažení požadované úrovně denního osvětlení, rozložení jasů a zrakové pohody. Přitom se musí zachovat i soulad s účelem vnitřního prostoru a hospodárnost osvětlení. [7]

Hodnoty činitele odrazu světla hlavních povrchů vnitřních prostorů (v novém stavu):

- činitel odrazu světla stropu s běžným povrchem nejméně 0,75 a u stropů s akustickým povrchem nejméně 0,7
- stěny světlé s činitelem odrazu světla v horní části (nad srovnávací skálu) nejméně 0,5, ve spodní části nejméně 0,4
- činitel odrazu světla ploch bezprostředně sousedících s osvětlovacími ostrovy (okenní příčle, rámy, parapety, meziokenní pilíře, okenní stěny při bočním osvětlení, atd.) nejméně 0,7
- činitele odrazu světla podlahy nebo podlahové krytiny v mezích 0,2 až 0,4

Možnost odchýlení od výše uvedených hodnot:

- jde-li o menší plochy nebo jejich části, které nemají vliv na osvětlení a zrakovou pohodu
- vyplývá-li návrh z funkčního nebo výtvarného záměru, nezhoršuje-li zrakovou pohodu a hospodárnost osvětlení a nezvyšuje-li energetickou náročnost budovy

Při koloritě povrchů se také zohledňuje odražené světlo a podání barev.

V případě velkých ploch, jež spolupůsobí při vícenásobném odrazu světla ve vnitřním prostoru, by neměly mít příliš odlišné barevné odstíny a tím odlišné spektrální složení

odraženého světla. Výrazné a syté barevné odstíny mohou barevné podání nepříznivě ovlivnit.

1.2.2.6 Návrh a užití budov z hlediska osvětlování prostorů

Při návrhu budovy bez konkrétního staveniště (například u opakovaných a katalogových projektů) se musí přesně vymezit podmínky, za kterých je denní osvětlení vnitřních prostorů ještě vyhovující (např. hodnoty činitelů odrazu světla povrchů, úhel stínění venkovní překážkou) a za kterých bylo posuzováno. [8]

Při návrhu se dále musí posoudit současný stav okolí a zohlednit možnost pozdějších změn vlivem rozhodnutí územního plánování nebo regulačního plánu.

V případě doplnění stávající zástavby o nové objekty, popř. nástavby nebo přístavby se posuzuje vliv na stínění okolních budov porovnáním se stavem při úplné souvislé zástavbě (výšková úroveň stavby, půdorysný rozsah, atd.) podle podmínek územního rozhodnutí nebo regulačního plánu.

Budovy musí být navrženy tak, aby umožňovaly bezpečný a pokud možno snadný přístup k ovládání, údržbě a čištění konstrukcí osvětlovacích otvorů. Není-li zabezpečen přístup z podlahy vnitřních prostorů, popř. střechy, navrhují se potřebná zařízení (např. přístupové lávky, čisticí vozíky, výsuvné nebo závěsné plošiny). [9]

Požadavky pro užívání budov dle osvětlování prostorů:

- co nejmenší spotřeba energií při realizaci i užívání
- dosažení vyhovujících podmínek zrakové pohody prostředí co nejúsporněji
- ochrana proti hluku
- insolace vnitřních prostorů
- vzájemné souvislosti a hospodárnost s ostatními obory, především s umělým osvětlením, vytápěním, chlazením a větráním budovy

1.2.2.7 Osvětlovací otvory

Návrh osvětlovacích otvorů se provádí tak, aby byly z hlediska denního osvětlení co nejúčinnější, tj. aby byly požadavky na úroveň a kvalitu denního osvětlení splněny s co nejmenší plochou otvorů v zasklení.

V případě bočního osvětlení má být horní hrana osvětlovacích otvorů vzhledem k osvětlované ploše co nejvýše. Přičemž se nesmí opomenout na možnost umístění případných regulačních zařízení (záclony, závěsy, atd.)

Pokud by nadměrná velikost osvětlovacích otvorů vnitřních prostorů zvyšovala energetické nároky budovy, především v topném období, nebo nepříznivě ovlivňovala pohodu prostředí, se osvětlovací otvory nenavrhují větší, než je potřebné pro splnění požadavků na úroveň denního osvětlení.

Požadavky na materiál konstrukce osvětlovacího otvoru:

- propouštět co nejvíce světla
- neměnit spektrální složení světla, není-li to z funkčních důvodů požadováno
- nezkrasovat při průhledu, je-li průhled požadován

1.2.2.8 Regulace denního osvětlení

Zařízení a prostředky pro regulaci denního osvětlení vnitřních prostorů budov se navrhují tak, aby co nejméně omezovaly denní osvětlení v době, kdy je ho nedostatek (při zatažené obloze v zimním období). [10]

Činitel odrazu světla vnitřních povrchů clon, žaluzií, rolet a závěsů má být přibližně tak velký, jako okolní stěny.

Stínící prostředky:

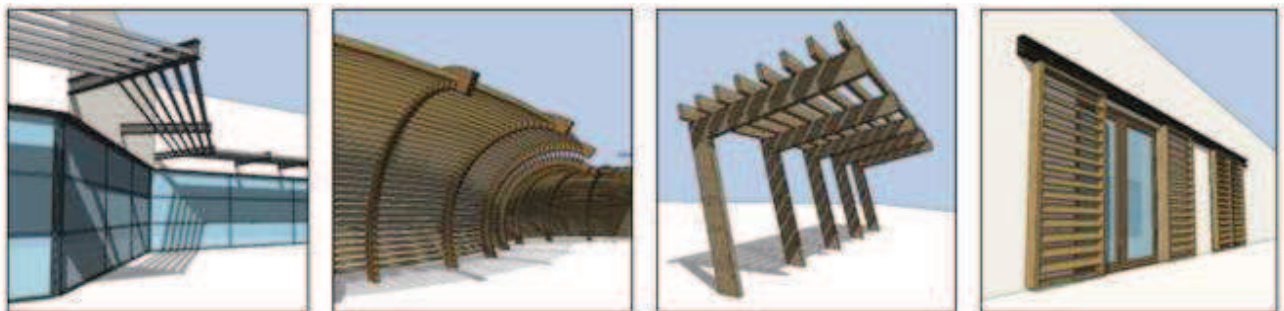
- žaluzie
- rolety
- slunolamy
- posuvné stěny
- záclony
- závěsy
- markýzy
- stínící fólie



Obr. 4 - Žaluzie [11]



Obr. 5 - Roleta [12]



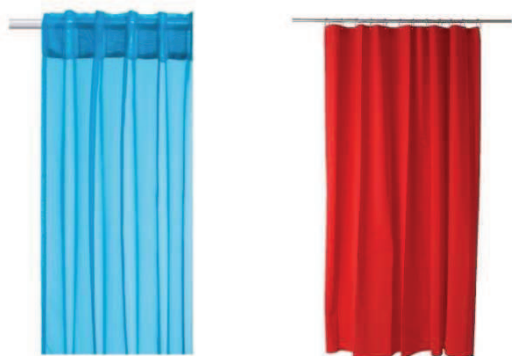
Obr. 6 - Slunolam [13]



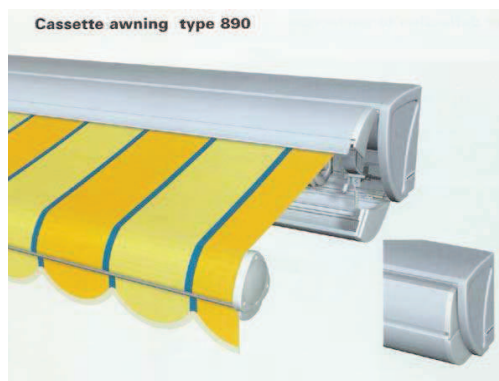
Obr. 7 - Posuvná stěna [14]



Obr. 8 - Zálclona [15]



Obr. 9 - Závěs [16]



Obr. 10 - Markýza [17]

1.2.2.9 Výpočet denního osvětlení

Metoda pro podrobný výpočet pracuje s vlivy:

- rozložení jasu oblohy
- ztráta světla při prostupu světlopropouštěcím materiálem konstrukce osvětlovaného otvoru a jeho směrovou propustnost světla
- ztráty světla vlivem znečištění konstrukce osvětlovacího otvoru
- ztráty světla vlivem nosné konstrukce osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo
- ztráty světla vlivem zařízení pro regulace osvětlení
- ztráty světla stíněním konstrukcí budovy
- ztráty světla vlivem stínění zařízení ve vnitřním prostoru (vnitřním, technickým či technologickým)
- stínění venkovními překážkami
- odraz světla od venkovních povrchů
- mnohonásobný odraz světla od povrchů vnitřního prostoru v závislosti na jejich odraznosti

1.2.2.10 Obytné budovy

Osvětlovací otvory v obytných místnostech zajišťují vizuální spojení s venkovním prostorem a jsou kryté v potřebném rozsahu průhledným a nezkrslujícím materiálem.

Spodní hrana okna má být nejvýše 0,9 m nad podlahou a horní hrana okna nejméně 2,2 m nad podlahou obytné místnosti. Šířka okna má být rovna nejméně jedné polovině šířky okenní stěny; při oknech ve více stěnách stačí, je-li tato podmínka splněna u jedné stěny. Při více oknech v jedné okenní stěně se požadavek týká součtu jejich šířek. [18]

Při šikmých oknech v obvodové konstrukci v obytných místnostech jsou tyto okna považována za boční osvětlovací otvory, a to i přestože tato konstrukce tvoří součást střechy domu.

Prostory pro vaření nejsou považovány za obytné místnosti a tudíž není povinen mít denní osvětlení vyhovující pro tento účel.

1.2.2.11 Školní zařízení

Ve školách je úroveň a kvalita denního osvětlení obzvláště důležitá, jelikož ovlivňuje nejen pracovní výkon, ale také únavu zrakového orgánu a únavu celkovou. Tato kvalita významná především pro mladší věkovou skupinu a děti předškolního věku, u kterých se zrakový orgán stále vyvíjí a tudíž může docházet ke vzniku zrakových vad.

Denní osvětlení se navrhuje tak, aby byly splněny podmínky zrakové pohody pro všechny uživatele (žáky, vyučující i ostatní pracovníky) místnosti při předpokládaných zrakových činnostech a způsobech využití.

Srovnávací rovina se ve výukových prostorech škol předpokládá ve výšce 0,85 m nad podlahou, v denních místnostech předškolních zařízení ve výšce 0,45 m nad podlahou, v vnitřních prostorech pro tělesnou výchovu v úrovni podlahy. [19]

Vnitřní prostory škol a předškolních zařízení jež musí splňovat vyhovující denní osvětlení:

- prostory s trvalým pobytem lidí
- prostory, kde uživatelé často střídají krátkodobý pobyt v různých vnitřních prostorech (např. odborných nebo speciálních učebnách, laboratořích, dílnách, atd.) tak, že celková doba pobytu v nich má trvalý charakter

Pro jednotlivé vnitřní prostory nebo jejich funkčně vymezené části a opakující se zrakové činnosti jsou příslušné hodnoty činitele denní osvětlenosti a nejmenší hodnoty rovnoměrnosti bočního denního osvětlení uvedeny v tabulce 2 pro školní zařízení a v tabulce 3 pro předškolní zařízení.

Z bezpečnostních důvodů se ve vnitřních prostorech sloužících jako únikové cesty zachovává minimální hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,1 %. Tato hodnota platí i při případném zatmění.

Hodnoty činitele denní osvětlenosti pro školní zařízení dle účelu místnosti jsou uvedeny v tabulce 2.

Hodnoty činitele denní osvětlenosti pro předškolní zařízení dle účelu místnosti jsou v tabulce 3.

Druh vnitřního prostoru	Trvalý pobyt	Třída zrakové činnosti	Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti	Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti	Rovnoměrnost bočního denního osvětlení
Učebny víceúčelové a kmenové, pracovní kouty, posluchárny, víceúčelové prostory, družiny	Ano	IV	1,5	5	0,2
Studovny, čítárny	Ano	IV	1,5	5	0,2
Pracovny výtvarné výchovy, rýsovný	Ne	III	2,0	6	0,2
Ostatní odborné pracovní a učebny, velké učebny, cvičný byt	Ne	IV	1,5	5	0,2
Laboratoře a dílny pro					
- běžné práce	Ne	IV	1,5	5	0,2
- jemné práce	Ne	III	2,0	6	0,2
Tělocvičny, plavecké haly a učebny					
- pro výuku	Ne	V	1,0	3	0,15
- pro závodní sporty	Ne	IV	1,5	5	0,2
Shromažďovací prostory, auly	Ne	V	1,0	3	0,15
Kabinety, pracovní vyučujících, kanceláře	Ano	IV	1,5	5	0,2
Sborovny					
- bez trvalého pobytu	Ne	V	1,0	3	0,15
- s trvalým pobytem	Ano	IV	1,5	5	0,2
Kuchyně, přípravný jídel, umývárny nádobí	Ano	IV	1,5	5	0,2
Šatny, hygienická zařízení	Ne	VI	0,5	2	-
Ordinace lékaře, vyšetřovny	Ano	IV	1,5	5	0,2
Klubovny, společenské místnosti, jídelny	Ne	V	1,0	3	0,1
Komunikace	Ne	VI	0,5	2	-

Tabulka 2: Požadavky na denní osvětlení ve školách [20]

Druh vnitřního prostoru	Trvalý pobyt	Třída zrakové činnosti	Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti	Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti	Rovnoměrnost bočního denního osvětlení
Denní místnosti, herny, pracovní kouty dětí, ložnice, pracovní kouty	ano	IV	1,5	5	0,2
Kouty klidu	ne	V	1,0	3	0,15
Víceúčelové sály	ne	IV	1,5	5	0,2
Šatny a hygienická zařízení	ne	VI	0,5	2	-
Izolace	ne	V	1,0	3	0,15
Kanceláře	ano	IV	1,5	5	0,2
Kuchyně, přípravný jídel, umývárny nádobí	ano	IV	1,5	5	0,2
Prádelny, žehlírny	ano	IV	1,5	5	0,2
Komunikace	ne	VI	0,5	21	-

Tabulka 3: Požadavky na denní osvětlení v předškolních zařízeních [21]

Při urbanistickém řešení školních a předškolních zařízení je požadavkem vytvoření příznivých podmínek pro přístup denního světla k průčelím s bočními osvětlovacími otvory vnitřních prostorů pro hromadnou výuku omezením venkovního stínění. Tím je myšlena okolní zástavba, vystupující části vlastního objektu, vzrostlá zeleň nebo terénní úpravy. Potřebný odstup stínících překážek, jež je vyjádřen jako poměr převýšení stínící hrany překážky nad osou oken ke kolmé půdorysné vzdálenosti stínící hrany od průčelí, se považuje průměrná hodnota 1 : 3.

Venkovní povrchy, podílející se významně na tvorbě venkovní i vnitřní odražené složky činitele denní osvětlenosti vnitřních prostorů, se navrhují podle možnosti světlejší s hodnotami činitele odrazu světla v mezích 0,3 až 0,6 (např. světlejší dlažba, písek, světlejší odstíny průčelí). Tam, kde by zvýšeným odrazem tepelného záření mohly tyto povrchy zhoršovat tepelnou pohodu školních prostorů, nebo kde by mohly odrazem přímého slunečního světla zhoršovat zrakovou pohodu a oslňovat, se omezuje hodnota činitele odrazu světla těchto povrchů nejvýše na 0,4. [22]

Další podmínkou týkající se výukových prostorů je zajištění, že lesklé povrchy blízkých objektů nebudou odrážet přímé sluneční světlo směrem k osvětlovacím otvorům.

Pracovní plochy se provádějí s rozptýlnou a nelesklou úpravou v doporučených mezích hodnoty činitele odrazu světla 0,3 až 0,45.

Popisovací tabule v učebnách a posluchárnách jsou navrženy se snadno čistitelným rozptylovým povrchem, jež zachovává vlastnosti i při dlouhodobém užívání, a činitelem odrazu světla nejméně 0,1.

Povrchy výukových prostorů, tělovýchovných prostorů a komunikací jsou požadovány s rozptýlnou úpravou.

Ve vnitřních prostorech, vyžadujících soustředěnou práci, se používá chladnějších, klidných barevných odstínů. V prostorech pro nejmladší věkové skupiny a v prostorech určených pro společenské a rekreační činnosti jsou vhodnější teplejší, živější barevné odstíny. [23]

1.2.2.12 Osvětlení pracovních prostorů

Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	Osvětlenost na srovnávací rovině \bar{E}_m [lx]
Zakládání dokumentů, kopírování, atd.	300
Psaní, čtení, zpracování dat, psaní na stroji	500
Technické kreslení	750
Konferenční a zasedací místnosti	500
Recepce	300
Archivy	200

Tabulka 4: Požadavky na osvětlení v administrativních prostorech [24]

Činitel osvětlení 1,5% určuje minimální hodnotu rozdílu subjektivního účinku v osvětlenosti. V případě uvažování hodnot osvětlení v jednotkách lux bude doporučená řada osvětleností následující:

20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1000 - 1500 - 2000 - 3000 - 5000,
kdy hodnota 20 lx představuje nejnižší dostatečné osvětlení pro rozpoznání rysů lidského obličeje.

V případě pracovních a pobytových prostor je důležité dbát na oslnění. To může vznikat jak vlivem povrchů s velkým jasem tak vlivem okenních ploch.

Oslnění způsobuje únavu, tvorbu chyb a v nejhorších případech i možné úrazy. Je tedy vhodné osvětlení omezovat pomocí stínících prostředků.

2.1.2 Solární tepelná zátěž budov

1.2.2.1 Zásady

Výpočet tepelné zátěže se provádí vždy pro 21. příslušného měsíce. Nejčastěji měsíce července, kdy se dosahuje největších tepelných solárních zisků. V jiných případech zvolený měsíc závisí na orientaci budovy a typu provozu.

Hodina výpočtu se volí dle předpokládaných největších tepelných zisků. Převážně je tento rozdíl způsoben sluneční intenzitou. Pokud je nemožné stanovit konkrétní hodinu, můžeme výpočet provést v průběhu celého dne v hodinových intervalech a výsledky zaznamenat tabulkově či graficky.

Předpokládaná teplota v klimatizovaných místnostech v letním období je 26 °C s možnou tolerancí 1 K či 2 K bez vyžadované konkrétní teploty dosažené technologií.

Výpočet zahrnuje tepelnou zátěž, vodní zisky a citelné tepelné zisky. Pokud je dosaženo záporné hodnoty tepelných zisků do 100 W, pak se v součtu nemusí uvažovat.

1.2.2.2 Teplota venkovního vzduchu

Pro výpočet se uvažuje nejvyšší venkovní teplota vzduchu, která se liší v závislosti na nadmořské výšce a poloze. V České republice se uvažuje teplota $t_{e,max} = 30$ °C pro měsíc červenec.

Venkovní teplota v průběhu dne se určí následujícím vztahem:

$$t_e = t_{e,max} - A \cdot [1 - \sin(15 \cdot \tau - 135)] \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (2)$$

kde A ... amplituda kolísání teplot venkovního vzduchu [K]
 τ ... sluneční čas [h]
 $t_{e,max}$... maximální teplota příslušného dne [°C]

Amplituda je rozdíl minimální teploty a maximální teploty příslušného dne. Ve většině případech se jedná o teplotní rozdíl v ranních a odpoledních hodinách.

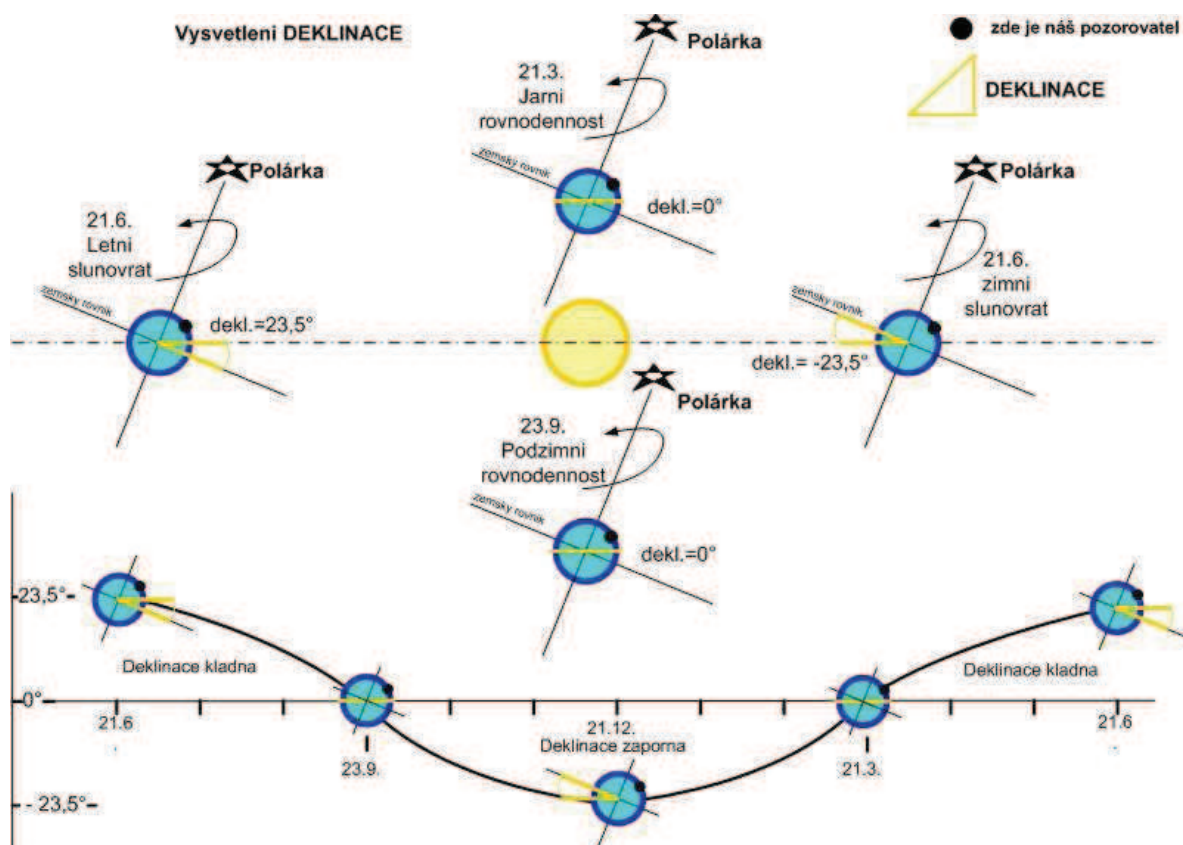
1.2.2.3 Poloha slunce

Sluneční deklinace představuje úhel sevřený mezi spojnicí středů Slunce a Země s rovinou zemského rovníku. Její hodnota se tedy postupem roku mění vlivem polohy Země ke Slunci jak je znázorněno na obr.10.

Vztah pro výpočet deklinace:

$$\delta = -23,5 \cdot \cos(30 \cdot M) \quad [^{\circ}] \quad (3)$$

kde M ... číslo měsíce (1 až 12)



Obr. 11 - Sluneční deklinace [25]

Další potřebnou veličinou pro určení polohy slunce je výška nad obzorem h , jež je závislá na deklinaci a určuje se vztahem:

$$\sin h = 0,766 \cdot \sin \delta - 0,643 \cdot \cos \delta \cdot \cos(15 \cdot \tau) \quad [^\circ] \quad (4)$$

Z předchozích veličin následně určíme sluneční azimut a , jež představuje úhel od severu ve směru otáčení hodinových ručiček, vztahem:

$$\sin a = \frac{\sin(15 \cdot \tau) \cdot \cos \delta}{\cos h} \quad [^\circ] \quad (5)$$

Poslední veličinou potřebnou pro určení polohy slunce je úhel mezi normálou osluněného povrchu (vodorovného nebo svislého) a směrem slunečních paprsků θ , spočtený dle vztahu:

$$\cos \theta = \sin \cos h \cdot \cos \alpha + \cos h \cdot \sin \alpha \cdot \cos(a - \gamma) \quad [^\circ] \quad (6)$$

pro svislou konstrukci: $\cos \theta = \cos h \cdot \cos(a - \gamma) \quad [^\circ] \quad (7)$

pro vodorovnou konstrukci: $\cos \theta = \sin h \quad [^\circ] \quad (8)$

kde α ... úhel stěny s vodorovnou rovinou na straně odvrácené od slunce [°]
 γ ... azimutový úhel normály stěny [°]

1.2.2.4 Intenzity sluneční radiace

Intenzita sluneční radiace je součtem přímé sluneční radiace a difúzní radiace. V případě zastínění konstrukce překážkou nebo zatažené oblohy se uvažuje pouze intenzita radiace difúzní.

Intenzita přímé sluneční radiace je dána vztahem:

$$I_D = 1350 \cdot \exp \left[-0,1 \cdot z \cdot \left(\frac{16 - H}{16 + H} / \sin h \right)^{0,8} \right] \quad [Wm^{-2}] \quad (9)$$

kde z ... součinitel znečištění atmosféry [-]
 H ... nadmořská výška [km]

Intenzita difúzní sluneční radiace je dána vztahem:

$$I_d = \left[1350 - I_D - (1080 - 1,4 \cdot I_D) \cdot \sin^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right] \cdot \frac{\sin h}{3} \quad [Wm^{-2}] \quad (10)$$

pro svislé konstrukce: $I_d = (1350 - 0,5 \cdot I_D) \cdot \frac{\sin h}{5} \quad [Wm^{-2}] \quad (11)$

pro vodorovné konstrukce: $I_d = (1350 - I_D) \cdot \frac{\sin h}{3} \quad [Wm^{-2}] \quad (12)$

Intenzita přímé sluneční radiace závisí na součiniteli znečištění atmosféry z určený ze vztahu:

$$z = \frac{\ln \left(\frac{i_D}{i_o} \right)}{\ln \left(\frac{i_\xi}{i_o} \right)} \quad [-] \quad (13)$$

kde i_o ... sluneční konstanta = 1350 Wm⁻²
 i_ξ ... intenzita čisté sluneční radiace při průchodu čistou atmosférou [Wm⁻²]

Měsíc	Dle ČSN 730548 běžná města	Dle Cihelky			
		horské oblasti	venkov	město	průmyslové oblasti
Leden		1,5	2,1	3,1	4,1
Únor		1,6	2,2	3,2	4,3
Březen	3	1,8	2,5	3,5	4,7
Duben	4	1,9	2,9	4,0	5,3
Květen	5	2,0	3,2	4,2	5,5
Červen	5	2,3	3,4	4,3	5,7
Červenec	5	2,3	3,5	4,4	5,8
Srpen	4	2,3	3,3	4,3	5,7
Září	4	2,1	2,9	4,0	5,3
Říjen	3	1,8	2,6	3,6	4,9
Listopad		1,6	2,3	3,3	4,5
Prosinec		1,5	2,2	3,1	4,2

Tabulka 5: Průměrný měsíční součinitel znečištění atmosféry pro různé oblasti [26]

1.2.2.5 Tepelná zátěž okny

Tepelná zátěž okny se dělí na dvě složky. První složkou je prostup tepla konvekcí neboli prouděním a druhou složkou je prostup tepla sluneční radiací také známo jako sálání či záření.

Prostup tepla konvekcí se získá z následujícího vztahu:

$$\dot{Q}_{ok} = U_o \cdot S_o \cdot (t_e - t_i) \quad [W] \quad (14)$$

kde U_o ... součinitel prostupu tepla oknem [$Wm^{-2}K^{-1}$]
 S_o ... plocha okna včetně rámu [m^2]
 t_e ... teplota exteriéru [$^{\circ}C$]
 t_i ... teplota interiéru [$^{\circ}C$]

Prostup tepla sluneční radiací je náročnější na výpočet než prostup konvekcí jelikož sestává ze dvou složek, a to přímé radiace a difúzní.

Velikost radiace procházející prosklenou plochou je zmenšena o propustnost skleněné tabule. Norma ČSN 730548 uvádí výpočet propustností pro standardní jednoduché sklo.

V případě celkové propustnosti pro přímou sluneční radiaci, která je závislá na úhlu dopadu slunečních paprsků na prosklenou konstrukci je výpočet následující:

$$T_D = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{\theta}{100}\right)^5 \quad [-] \quad (15)$$

Oproti přímé sluneční radiaci, celková difúzní sluneční radiace na poloze slunce závislá není a její hodnota je tudíž konstantní.

$$T_d = 0,85 \quad [-] \quad (16)$$

Výsledná intenzita sluneční radiace představuje součet přímé a difúzní sluneční radiace zmenšené o příslušné hodnoty propustností skla.

$$\dot{I} = \dot{I}_D \cdot T_D + \dot{I}_d \cdot T_d \quad [Wm^{-2}] \quad (17)$$

Prostup tepla sluneční radiací se počítá ze vztahu:

$$\dot{Q}_{or} = [S_{os} \cdot \dot{I} \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot \dot{I}_d] \cdot s \quad [W] \quad (18)$$

kde S_{os} ... osluněný povrch okna [m^2]
 S_o ... plocha okna včetně rámu [m^2]
 c_o ... korekce na čistotu atmosféry [-]
 s ... stínící součinitel [-]

Součinitel korekce na čistotu atmosféry se liší podle oblasti a jejich hodnoty jsou uvedené v normě ČSN 730548. Korekční činitel c_o jsou uvedené v tabulce 6.

Venkovská oblast	1,15
Průmyslová a velkoměstská oblast	0,85

Tabulka 6: Korekční součinitel znečištění atmosféry dle lokality [27]

Stínící součinitel s se udává pro standardní jednoduché sklo a vyjadřuje snížení sluneční radiace procházející do interiéru vlivem stínících prostředků. Může se skládat jak z jednoho, tak z kombinace více omezujících prostředků. Ty lze získat obecně z normy nebo z konkrétních hodnot dodaných výrobcem. Příklad některých stínících součinitelů z normy je uveden v tabulce 7.

Jednoduché sklo	1,00
Dvojité sklo	0,90
Zdvojené sklo reflexní, dobrá jakost	0,30
Vnitřní žaluzie, lamely 45°, světlé	0,56
Vnitřní žaluzie, lamely 45°, tmavé	0,75
Vnější žaluzie, lamely 45°, světlé	0,15
Závěsy - bavlna, umělá vlákna	0,80

Tabulka 7: Stínící součinitel vybraných stínících prostředků [28]

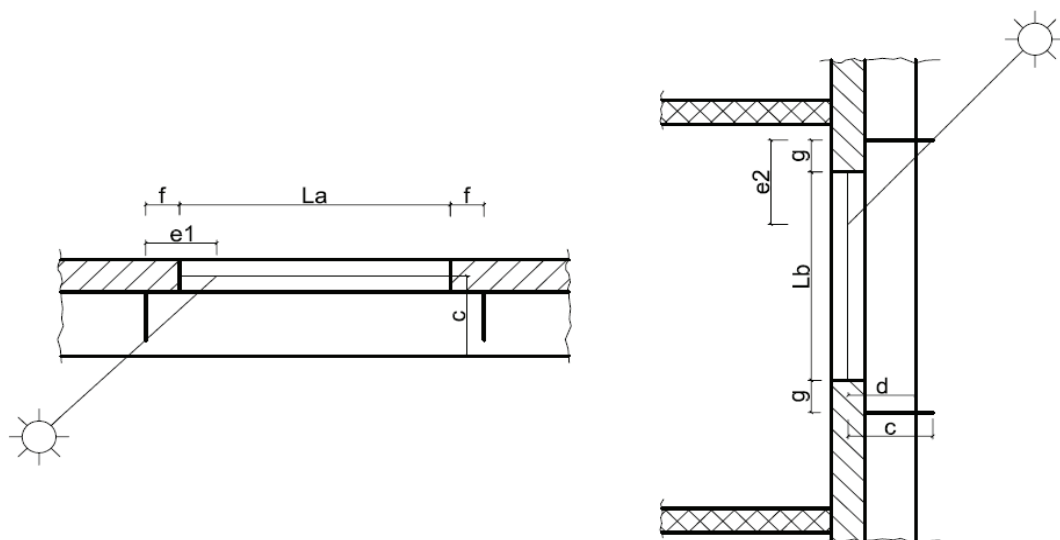
V případě kombinování více stínících prostředků se hodnoty zvolených stínících součinitelů násobí.

$$s = s_1 \cdot s_2 \cdot \dots \cdot s_n \quad [-] \quad (19)$$

Osluněná plocha okna je taková plocha, na kterou dopadají sluneční paprsky. Výpočet je dle vztahu:

$$S_{os} = [L_A - (e_1 - f)] \cdot [L_B - (e_2 - g)] \quad [m^2] \quad (20)$$

- kde
- L_A ... šířka zasklené části okna [m]
 - L_B ... výška zasklené části okna [m]
 - e_1, e_2 ... délky stínu v okenním otvoru od okraje stínící překážky [m]
 - f, g ... odstup svislé a vodorovné části okna od stínící překážky [m]
 - d ... hloubka okna [m]
 - c ... hloubka okna vzhledem k horní stínící desce [m]



Obr. 12 - Znárodnění osluněné části okna

Délky stínů jež uvažujeme pro výpočet osluněné plochy okna se určí pomocí následujících vztahů:

$$\text{ve vodorovném směru: } e_1 = d \cdot \tan(a - \gamma) \quad [m] \quad (21)$$

$$\text{ve svislém směru: } e_2 = c \cdot \frac{\tan h}{\cos(a - \gamma)} \quad [m] \quad (22)$$

Z důvodu uvažování kolísání teplot vzduchu, se tepelné zisky od oslunění oken pro dimenzování klimatizačního zařízení musí snížit o níže uvedenou hodnotu:

$$\Delta \dot{Q} = 0,05 \cdot M \cdot \Delta t \quad [W] \quad (23)$$

kde M ... hmotnosti obvodových konstrukcí (bez vnější konstrukce) uvažované pro akumulaci [kg]

Δt ... max. přípouštěné překročení požadované teploty v klimatizovaném prostoru, obvykle 2 K

Při výpočtu hmotnosti obvodových konstrukcí se vždy uvažuje pouze hmotnost poloviční tloušťky konstrukce a v případě položení koberce je to pouze 1/4 hmotnosti podlahové konstrukce. Pokud tloušťka stěny přesahuje 0,16 m, pak se pro akumulaci uvažuje nanejvýš 0,08 m tloušťky.

Průměrné tepelné zisky v době provozu zařízení se určí dle vztahu:

$$\dot{Q}_{or,m} = \sum \frac{\dot{Q}_{or,t}}{n} \quad [W] \quad (24)$$

kde n ... počet hodin provozu klimatizačního zařízení [-]

Pokud jsou maximální uvažované snížené tepelné zisky radiací menší než průměrné tepelné zisky v době provozu klimatizačního zařízení, uvažuje se v dalších výpočtech právě hodnota průměrných tepelných zisků v době provozu klimatizačního zařízení.

$$\dot{Q}_{or,max} - \Delta Q < \dot{Q}_{or,m} \rightarrow \dot{Q}_{or,m} \quad [W] \quad (25)$$

2 CÍLE PRÁCE, ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ

Cílem této práce je posouzení vnitřního mikroklima obytných prostorů z hlediska solární tepelné zátěže a osvětlení.

Jako referenční objekt posloužil rodinný dům v obci Velešovice, na kterém byla provedena měření pomocí čidel. Ta poskytla naměřené údaje o teplotě, vlhkosti a světelné intenzitě v časovém kroku 1 minuty v období od 16.3.2012 do 26.3.2012. Naměřené hodnoty světelné intenzity jsou následně využity pro výpočet solární tepelné zátěže.

Druhou částí projektu je vytvoření virtuálního objektu sloužícího k administrativním účelům. Pro zvolenou kancelářskou místnost jsou navrženy tři varianty prosklení. První variantou je jednoduché okno v centru stěny, druhou tři okna tvořících pás po celé šířce venkovní obvodové stěny a třetí variantou je skleněná tabule nahrazující zdivo.

Na těchto třech variantách je následně provedeno posouzení z hlediska osvětlení pomocí výpočetního programu Wdls, jež umožňuje rychlý výpočet hodnot osvětlenosti v jednotlivých bodech zvolené sítě.

Solární zátěž je spočítána pomocí Excelu v časovém kroku 1 hodiny. Návrh je proveden jak pro nestíněné okenní otvory, tak pro stínění pomocí vnitřních žaluzií nebo lamel. Vypočtené hodnoty zátěže v jednotkách watt jsou následně převedeny na hodnoty osvětlení v jednotkách lux.

Závěrem je posouzení naměřených hodnot pro jednotlivé typy prosklení a určení nejvýhodnějšího typu prosklení z hledisek osvětlení, tepelné zátěže a ekonomického vyhodnocení.

3 AKTUÁLNÍ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ V PRAXI

Sluneční záření a denní osvětlení ovlivňuje základní biologické pochody v lidském organismu, stav imunitního systému i nervové soustavy. Proslunění vnitřního prostoru má kladný vliv na psychiku člověka a zároveň dochází působením UV záření k dezinfekci vnitřního prostředí. Při návrhu budov i urbanistického řešení územních celků by mělo být dbáno na vytvoření zdravého a příjemného vnitřního prostředí pro jeho uživatele. [29]

Při návrhu velikosti prosklených prostorů se nesmí opomenout, že čím větší otvor, tím více světla a zároveň tepla. Přestože denní osvětlení je podmínkou pro prostory s trvalým pobytem lidí a osvětlení prostorů je nutné pro správné vykonání práce a bezpečnost, jeho nadměra může způsobit problémy jak s viditelností (např. oslnění), tak s psychikou. Nadměrná tepelná zátěž je další negativní aspekt, jelikož teplota je jednou z veličin zásadně ovlivňují vnitřní mikroklima. V praxi se tedy pro zamezení těchto problémů využívají nejčastěji stínící prostředky. Jinou variantou mohou být speciální typy skel jako např. sklo determální, jež slouží k zadržení tepla aniž by došlo ke změně barvy procházejícího světla.

Norma ČSN 734301-Obytné budovy uvádí podmínky proslunění obytné místnosti. Obytná budova musí být prosluněna minimálně na 1/3 podlahové plochy ze součtu všech podlahových ploch obytných místností. V případě rodinných domů, dvojdomů a řadových domů musí být osvětlená podlahová plocha rovna minimálně 1/2 ze součtu všech podlahových ploch obytných místností. Okenní otvor má minimální povolenou šířku 900 mm, výjimkou jsou střešní okna, jež mohou být široké nejméně 700 mm pokud je jejich celková skladebná plocha rovna nejméně 1/10 plochy osvětlené místnosti.

Požadavky na denní osvětlení jsou uvedeny v normách ČSN 730580 - 1 až 4. Část první se zabývá základními požadavky na osvětlení. Části 2 až 4 se pak zabývají požadavky pro obytné budovy, školní zařízení a průmyslové objekty. Uvádějí základní kritérium osvětlenosti jimž je činitel denní osvětlenosti a požadavky jeho splnění. Činitel 1,5 % je minimální hodnota, jež musí být splněna pro obytné místnosti. Dalším požadavkem je hodnota činitele denní osvětlenosti 0,7 % v kontrolních bodech v polovině místnosti na obou stranách 1 m od zdi, ale nejdále 3 m od prosklené konstrukce a hodnota 0,9 % jako minimální průměr z obou těchto bodů.

Tepelná zátěž získaná vlivem slunečního záření se snižuje použitím vhodných stínících prostředků. Některé typy jsou uvedeny v kapitole 1.2.2.8 *Regulace denního osvětlení*. Stínící prostředky umožňují individuálně regulovat množství osvětlení a získaného tepla v místnostech.

Rozdělení dle místa umístění (osazení):

- vnější
- meziokenní
- vnitřní

Rozdělení dle konstrukce:

- pevné
- nastavitelné

Místnosti jsou opatřeny vnitřním osvětlením, jež vytváří další typ regulace osvětlení. Vnitřní osvětlení napomáhá k dosažení požadovaného osvětlení prostoru, pokud denní osvětlení není dostatečné či komfortní (noční hodiny, zatažená obloha, velké tepelné zisky). Tepelné zisky mohou být sníženy přirozeným větráním okny nebo nucenou úpravou vzduchu pomocí vzduchotechnického zařízení.

4 TEORETICKÉ ŘEŠENÍ

Denní světlo představuje nutnost i problém při návrhu obytných prostor. Vytvoření metody, jež by umožňovala znát množství přivedeného denního světla předem, přináší další těžce řešitelný problém. Hodnoty denního světla jako takové lze velice těžce získat a proto se často pro výpočty využívají mnohem snadněji dostupné hodnoty tepelného výkonu. Ten představuje vztah mezi denním osvětlením a odpovídajícím solárním zářením.

Neustálým pohybem Země okolo své osy a po své dráze se množství dopadajícího záření na povrch země mění. Další faktory ovlivňují množství záření je množství vlhkosti ve vzduchu a oblaka a poloha, kde měření probíhá.

Rozdělení oblohy dle předchozích poznatků vědců:

- čistá obloha
- zatažená obloha
- částečně zatažená obloha
- průměrná obloha

Data pro určení denního osvětlení se získávají současným pozorováním přivedeného světla a záření v měřeném místě. I přes snahy nedosahují naměřené hodnoty vysokých přesností vlivem možných chyb.

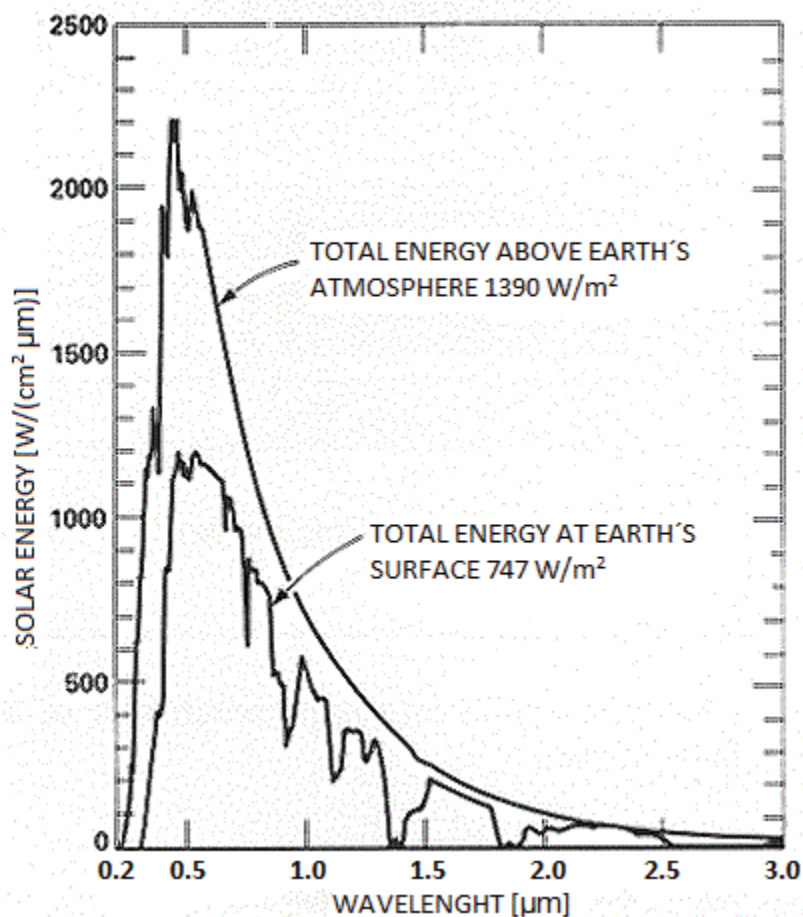
Chyby ovlivňující přesnost měření:

- korekce zabarvení
 - senzor sestává ze dvou částí, první silikonová měří osvětlení, druhá se nazývá solarimetr a slouží k získání solárního záření
 - některé senzory získávají také teplotu - nutné stínění k zamezení chyb
 - silikonové fotovoltaické buňky senzoru mají nízké rozlišení, proto nejsou vhodné k získání hodnot tepelného toku jako solarimetr
 - rozsah měření:

silikonové fotovoltaické buňky	$\leq 1 \mu\text{m}$
solarimetr	$0,285 \sim 2,8 \mu\text{m}$
- kosinusová korekce
 - senzory závisí na $\cos\theta$, kde θ představuje úhel mezi normálou plochy senzoru a dopadajícím zářením
 - solarimetry jsou obzvláště náchylné vlivem geometrie okolního prostředí
- vyrovnání přístroje
- námraza, kondenzovaná vlhkost a znečištění
- vliv překážek
- kalibrace
- odezva (reakce) senzoru
- působení teplot a větru
- korekce vlivem použití stínícího kroužku
 - slouží k zamezení působení přímého slunečního záření
 - ovlivňuje i difúzní záření
- umístění na svislých prvcích
 - chyba v měření solarimetrem při jeho naklonění
 - chyba vlivem odraženého záření od povrchu země

Při měření denního osvětlení se využívá solární radiace dle vlnového spektra viz obrázek 13 [30].

Celkem 48 % ze získaného solárního záření dopadá do viditelné části spektra (380 - 780 nm), 45,5 % v infračerveném záření a 6,5 % v ultrafialovém záření. [31]



Obr. 13 - Solární radiace v závislosti na vlnové délce

Po vkročení do zemské atmosféry začne být solární paprsek absorbován nebo rozdělen vlivem molekul obsažených ve vzduchu. Tento proces je znázorněn např. pomocí Bouguer-Lambertovým zákonem:

$$E_{esn} = \frac{1}{S} \cdot \int_0^{\infty} E_{eo}(\lambda) e^{-a(\lambda)m} d\lambda \quad [Wm^{-2}] \quad (26)$$

kde S ... korekce vzdálenosti Země a Slunce [-]
 $E_{eo}(\lambda)$... solární konstanta závislá na vlnové délce [$W/(m^2 \mu m)$]
 m ... atmosférická hmotnost [-]
 $a(\lambda)$... atmosférický koeficient absorpce (utlumení) [μm^{-1}]

Atmosférickou hmotou je v tomto případě myšleno množství vzduchu jímž musí sluneční paprsek projít před dopadem na zemský povrch a určí se dle vztahu:

$$m \approx \frac{1}{\sin \gamma_s} \quad [-] \quad (27)$$

kde γ_s ... výška Slunce nad obzorem

Korekce vzdálenosti Země a Slunce se vlivem pohybu planety okolo své osy a po své dráze mění. Proto se počítá pro každý den zvlášť. Začíná 1. lednem jako číslo 1 a končí 31. prosincem jako číslo 365. Její výpočet se liší dle použitého vztahu.

Vztah podle *King Mongkut's University Technologie v Thonburi* je následující:

$$S = 1 - 0,0335 \cdot \sin 360 \cdot (n_d - 94) / 365 \quad [-] \quad (28)$$

kde n_d ... příslušný den v roce

Podle *CAR.Clima.Solar Radiation*:

$$S = 1 + 0,0334 \cdot \cos(0,01721 \cdot n_d - 0,0552) \quad [-] \quad (29)$$

Atmosférický koeficient absorpce představuje schopnost atmosféry absorbovat nebo rozehnat dopadající solární radiaci. Pokud uvažujeme s čistou oblohou, pak se tento koeficient skládá ze tří složek.

Složky koeficientu absorpce:

- aerosolový koeficient
- Rayleighův koeficient rozprášení molekul
- koeficient plynové absorpce

Rayleighův koeficient udává útlum solární radiace rozprášením vlivem molekul obsažených ve vzduchu. Rozprášení molekul je nejvíce znatelné při nízkých vlnových délkách, jímž solární záření prochází nejdelší dobu. Tento koeficient nezávisí na počasí. Jedinou výjimkou je tlak vzduchu. Vztah pro výpočet Rayleighova koeficientu je:

$$a_R(\lambda) = \alpha \cdot \frac{1}{\lambda^4} \quad [\mu m^{-1}] \quad (30)$$

kde α ... exponent vlnové délky ve vzorci Angstromově znečištění [-]

Aerosolový koeficient určuje absorpci a rozprášení molekul ve vzduchu. Tento koeficient opět udává absorpci a rozprášení světla procházejícího atmosférou. Absorpce nedosahuje takových hodnot jako v případě Rayleighova koeficientu. V tomto případě se jedná spíše o redukci světelného toku obsaženého ve slunečního paprsku. Světelný tok je redukován nejvíce při vysokých hodnotách Angstromových koeficientů znečištění β (vysoké množství aerosolu ve vzduchu) a rozsáhlých hodnot hmotnosti vzduchu m (množství vzduchu, jímž musí sluneční paprsek projít před dopadem na zemský povrch) jichž je dosaženo při nízkých nadmořských výškách. Vztah navržen Angstromem:

$$a_D(\lambda) = \frac{\beta}{\lambda^\alpha} \quad [\mu m^{-1}] \quad (31)$$

kde α ... hodnota závislá na velikosti aerosolových částic, průměrně 1,3
 β ... Angstromův koeficient znečištění

Lokalita	Angstromův koeficient znečištění β
Venkovská oblast	0,05
Městská oblast	0,10
Průmyslová oblast	0,20

Tabulka 8: Angstromův koeficient znečištění dle lokality [32]

Plynová absorpční konstanta závisí na molekulární absorpci plynů vyskytujících se ve vzduchu. Nejdůležitější veličinou je vodní pára obsažená ve vzduchu udávána v cm. Na rozdíl od předchozích zmíněných koeficientů, plynová absorpční konstanta se vyskytuje jen na určitých vlnových délkách. Vlnové délky na kterých dochází k absorpci jsou určeny podle energie elektronů uvnitř molekuly. V případě vodní páry se jedná o infračervené spektrum. Jak sluneční paprsek prochází atmosférou obsahující vodní páru, dochází k preferované absorpce infračerveného záření a světelný výkon tudíž roste. Světelný výkon tedy roste s rostoucím množstvím vodní páry obsaženým v atmosféře.

Typ klimatu	Množství vodní páry w (cm)
Polární a pouštní klima (suchý vzduch)	0,5 - 1,0
Mírné klima	2,0 - 4,0
Tropické klima (vlhký vzduch)	> 5,0

Tabulka 9: Typické hodnoty množství vodní páry dle klimatu [33]

Výpočet plynového absorpčního koeficientu dle určit například podle Lecknera [34] jako:

$$a_w(\lambda) = e[-0,2385 \cdot a_{w\lambda} \cdot w \cdot m / (1 - 20,07 \cdot a_{w\lambda} \cdot w \cdot m)^{0,45}] \quad [\mu m^{-1}] \quad (32)$$

kde $a_{w\lambda}$... absorpční koeficient vodní páry [-]
 w ... množství vodní páry [cm]
 m ... množství vzduchu jímž sluneční paprsek musí projít [-]

Světelný tok dopadající na zemský povrch je ovlivněn třemi koeficienty. Rayleighův koeficient a aerosolový koeficient útlumu snižují jeho výslednou hodnotu zatímco plynový koeficient absorpce, konkrétně absorpce vodní páry obsažené v atmosféře, jeho hodnotu zvyšují. Všechny tři procesy jsou velmi důležité především při nízké výšce Slunce nad horizontem.

V praxi se převážně naměřená data porovnávají s výpočty pomocí výšky Slunce nad horizontem jako jedinou veličinou, než s výpočty využívajícími množství aerosolu a vodní páry obsažených v atmosféře.

Autor	Rok publikování	Lokalita měření	Naměřené hodnoty [lm/W]
Dogniaux	1960	Uccle, Belgie	52 - 97
Evnevich a Nikol'skaya	1976	Moskva, Rusko	59 - 93
Liebelt	1978	Karlsruhe, Německo	109,2 ± 10,4
Petersen	1982	Vaerlosø, Dánsko	103
Shukuya a Kimura	1980	Tokio, Japonsko	62 - 122
McCluney	1984	Počítáno	58 - 109

Tabulka 10: Příklady hodnot světelného výkonu přímého slunečního záření [35]

Výpočet přímého solárního toku podle McCluneye s *Aydinliho* funkce:

$$K_s = 17,72 + 4,4585 \cdot \gamma_s - 8,7563 \cdot 10^{-2} \cdot \gamma_s^2 + 7,3948 \cdot 10^{-4} \cdot \gamma_s^3 - 2,167 \cdot 10^{-6} \cdot \gamma_s^4 - 8,4132 \cdot 10^{-10} \cdot \gamma_s^5 \quad [lmW^{-1}] \quad (33)$$

kde γ_s ... výška Slunce [°]

Naměřené hodnoty se liší jak vlivem lokality, tak množstvím vodní páry a jiných ovlivňujících faktorů jež byly zmíněny v předcházejícím textu. Přímé solární záření dosahuje vyšších hodnot v případě čisté oblohy. Difúzní záření naopak dosahuje vyšších hodnot při obloze zatažené. Naměřené

výsledky autorů uvedené v tabulce 10 jež byly naměřeny pro čistou oblohu se tedy budou lišit v případě výskytu oblak.

Tepelný tok představuje spojení mezi dvěma důležitými složkami, a to denní osvětlení a solární radiace. Oboje tyto složky zásadně ovlivňují energetickou bilanci mnohých objektů. Z tohoto důvodu je důležité mít příslušné data naměřených hodnot a znalosti o faktorech, jež naměřená data ovlivňují.

Podle údajů naměřených a spočítaných hodnot mnohými autory od druhé poloviny 20. století jsme došli k následujícím poznatkům [36]:

- přímá solární radiace
 - roste se v závislosti se zvyšující se výškou Slunce
 - zvyšuje se s rostoucím množstvím vodní páry v atmosféře
 - snižuje se vlivem množstvím aerosolu v atmosféře
 - typické naměřené rozsahy hodnot:
 - při výšce Slunce 10° ... 55 - 90 lm/W
 - při výšce Slunce 60° ... 100 - 110 lm/W
- difúzní solární radiace
 - dosahuje vyšších hodnot než přímá solární radiace
 - nezávisí na meteorologických parametrech s výjimkou výšky Slunce
 - typické naměřené hodnoty:
 - obvykle okolo 120 - 140 lm/W
- globální radiace čisté oblohy (slunce a čistá obloha)
 - podobná jako přímé sluneční záření
 - typické naměřené hodnoty:
 - obvykle 95 - 115 lm/W
- zatažená obloha
 - naměřené hodnoty nejsou významně ovlivněny
 - typické naměřené hodnoty:
 - 105 - 120 lm/W
- částečně zatažená obloha
 - lineární závislost na množství vyskytujících se mraků
 - naměřené hodnoty spadají mezi naměřené hodnoty pro čistou a zataženou oblohu
 - pokud je Slunce kryté mraky, výsledné hodnoty jsou vyšší
- průměrné hodnoty tepelného toku jsou závislé na klimatických podmínkách lokality
 - globální radiace ... 100 - 115 lm/W
 - difúzní radiace ... 105 - 120 lm/W

Uvedené rozsahy naměřených dat jsou pouze referenční, jelikož autoři využívali různých metod, klimatických lokalit a rozdílných názorů. Nesmí se opomínat chyby měření jež byly popsány na úvodu této kapitoly.

5 EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

5.1 POPIS METODY

Měření dat:

- data lze pozorovat v průběhu měření
- měření lze kdykoli přerušit či ukončit pomocí příslušného programu
- měření bude probíhat až do zaplnění paměti

Záznamník měří dva typy dat:

1. **vzorek** - měření probíhá nepřetržitě v požadovaném časovém intervalu, dokud se paměť nezaplní či dokud se měření neukončí
2. **událost** - nezávislé stavy způsobené aktivitou (př. nízká baterie, zastavení ukládání dat po ukončení měření)

Zapojení měřicího záznamníku:

1. zapojení záznamníku se provádí v rozmezí teplot 0° až 50°C
2. zapojíme širší konec USB kabelu do USB konektoru na PC
3. zapojíme užší konec USB kabelu do USB konektoru umístěné na spodní hraně záznamníku
4. spustíme záznamník a počkáme než se zařízení načte
5. spustíme příslušný program zařízení a odečteme naměřená data

V případě použití externích senzorů jsou tyto senzory zapojeny před spuštěním měřicího záznamníku. Následně se použitý senzor vyhledá v programu pro odečtení naměřených hodnot.

Ochrana záznamníku: Záznamník je náchylný ke korozi. V případě, že dojde k jeho orosení či se na něm zkondenzuje voda, musíme neprodleně vyjmout baterie a záznamník osušit fénem. Během sušení musíme dbát na to, aby jsme záznamník nepřehřáli. Statická elektřina může způsobit ztrátu schopnosti měření.

Upevnění:

- připevnit záznamník na stěnu pomocí háku a lepící pásky
- opatřit záznamník magnetem a připevnit je na magnetický povrch
- upevnit záznamník k povrchu dvěma Phillips šrouby
- připevnit záznamník k jinému zařízení pomocí popruhů

5.2 POPIS MĚŘÍCÍ TECHNIKY

Měřicí zařízení HOBO U12-012 slouží k přijímání dat z rozsáhlé nabídky energetických a enviromentálních senzorů. Některé senzory jsou součástí balení jiné se musí dokoupit dle požadavků. Dokoupené senzory je možno zapojit do záznamníku pomocí externího vstupního kanálu. Zařízení může být umístěno pouze v prostředí interiéru a umožňuje při 12-bitovém rozlišení měření pro detekci uložení až 43000 údajů před zaplněním kapacity úložného disku.



Obr. 14 - HOBO měřicí stanice

Výhody měřicího záznamníku HOBO U12-012:

- vysoká přesnost dosažená pomocí 12-bitového rozlišení
- velká paměť umožňující dlouhodobé měření a rychlé vzorkování
- záznamník lze naprogramovat a jednoduše spustit pomocí startovacího tlačítka
- přímé a rychlé stažení dat do PC pomocí USB rozhraní
- kompatibilní s HOBO U-Shuttle pro snadný přenos dat

Typy podporovaných měřených veličin:

- teplota
- relativní vlhkost
- rychlost proudění vzduchu
- množství oxidu uhličitého
- tlak
- světelná intenzita
- množství těkavých organických sloučenin
- proudění stlačeného vzduchu
- střídavý proud a napětí
- stejnosměrný proud a napětí

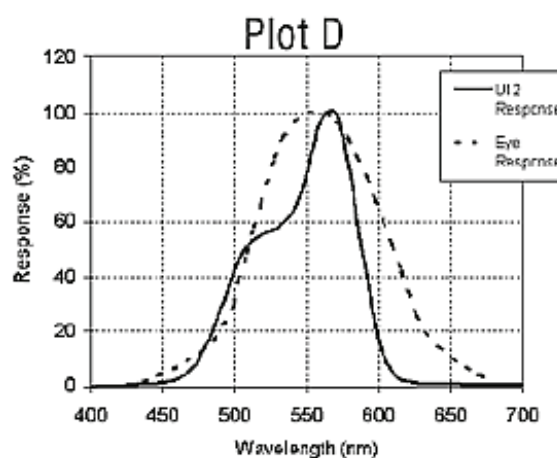
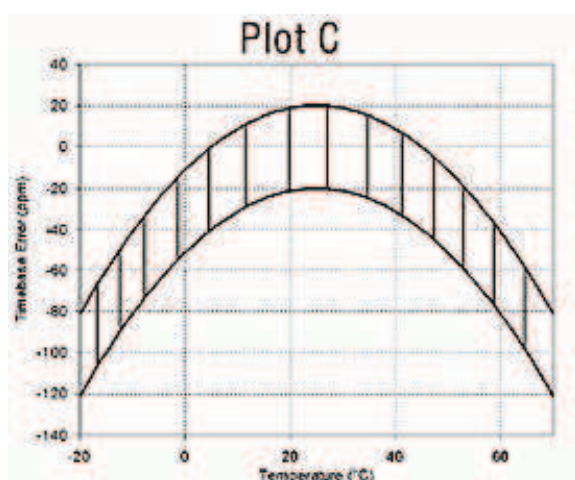
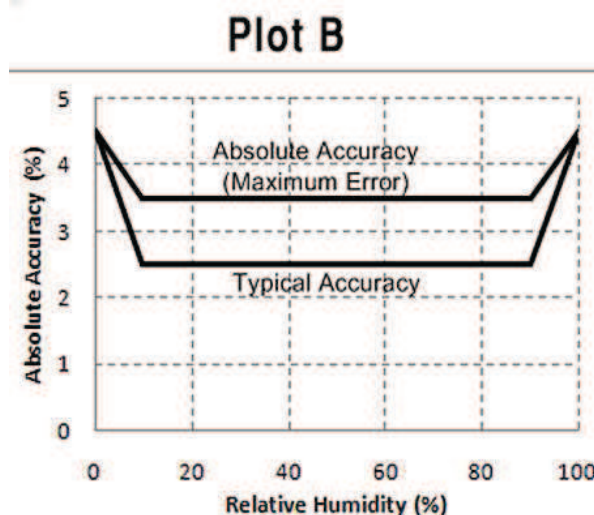
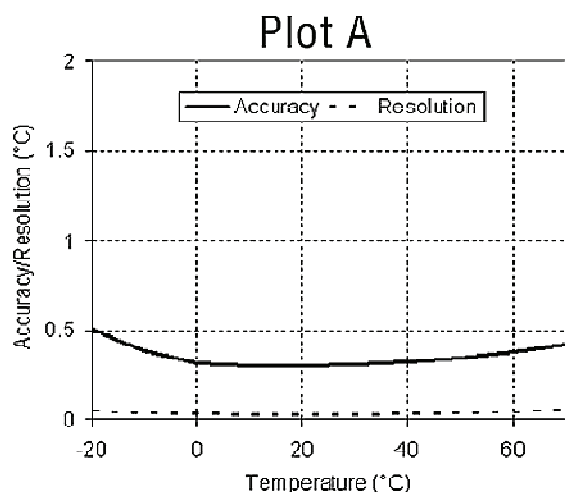
Charakteristika měřicího zařízení:

Rozsah měření

Teplota	-20°C až 70°C
Absolutní vlhkost	5% až 95% RH
Světelná intenzita	1 až 3000 lumens/ft ² (0.0929 až 278.7 lux; 0,0158 až 47,2793 W/m ²)
Analogové vstupy	0 až 2,5 Vdc (s/CABLE-2.5-STEREO) 0 až 5 Vdc (s/CABLE-ADAP5) 0 až 10 Vdc (s/CABLE-ADAP10) 4 až 20 mA (s/CABLE-4-20MA)

Přesnost

Teplota	±0,35°C od 0°C do 20°C; viz. Plot A
Absolutní vlhkost	±2,5% od 10% do 90% RH (obvykle), možná maximální odchylka až 3,5% RH; viz. Plot B
Světelná intenzita	nastavena pro vnitřní hodnoty vyskytujících se světelných úrovní jež jsou závislé na světelných vlnových délkách; viz Plot D
Hodnoty z externích zařízení	±2 mV a ±2,5% z absolutního čtení naměřených dat



Obr. 15 - Grafy závislostí HOBO měřicí stanice

Rozlišení

teplota	0,03 °C při 25°C; viz. Plot A
relativní vlhkost	0,03% RH

Doba měření dat

v rozmezí od 1 sekundy do 18 hodin

Odezva při rychlosti větru 1 m/s

Teplota	6 minut, obvykle do 90%
Absolutní vlhkost	1 minuta, obvykle do 90%

Časová přesnost

±1 minuta za měsíc při teplotě 25°C; viz. Plot C

Pracovní teplota

spuštění	0° až 20°C dle USB rozhraní
ukládání	-20° až 70°C; 0 až 95% RH

Životnost baterie

1 rok při běžném používání

Paměť

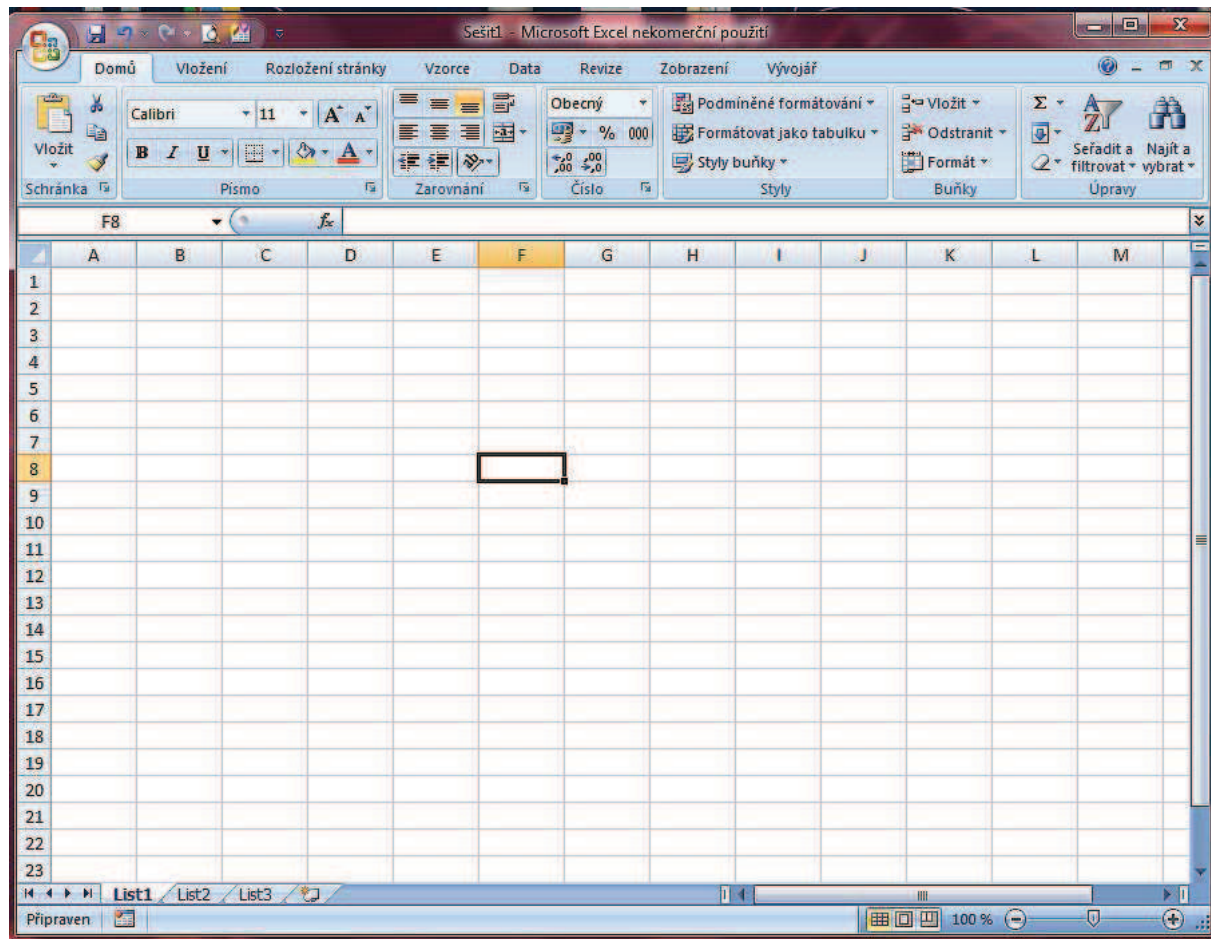
43000 hodnot při 12-bitovém rozhraní

Rozměry

58 x 74 x 22 mm
váha 46 g

6 ŘEŠENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKU A MODELOVÁNÍ

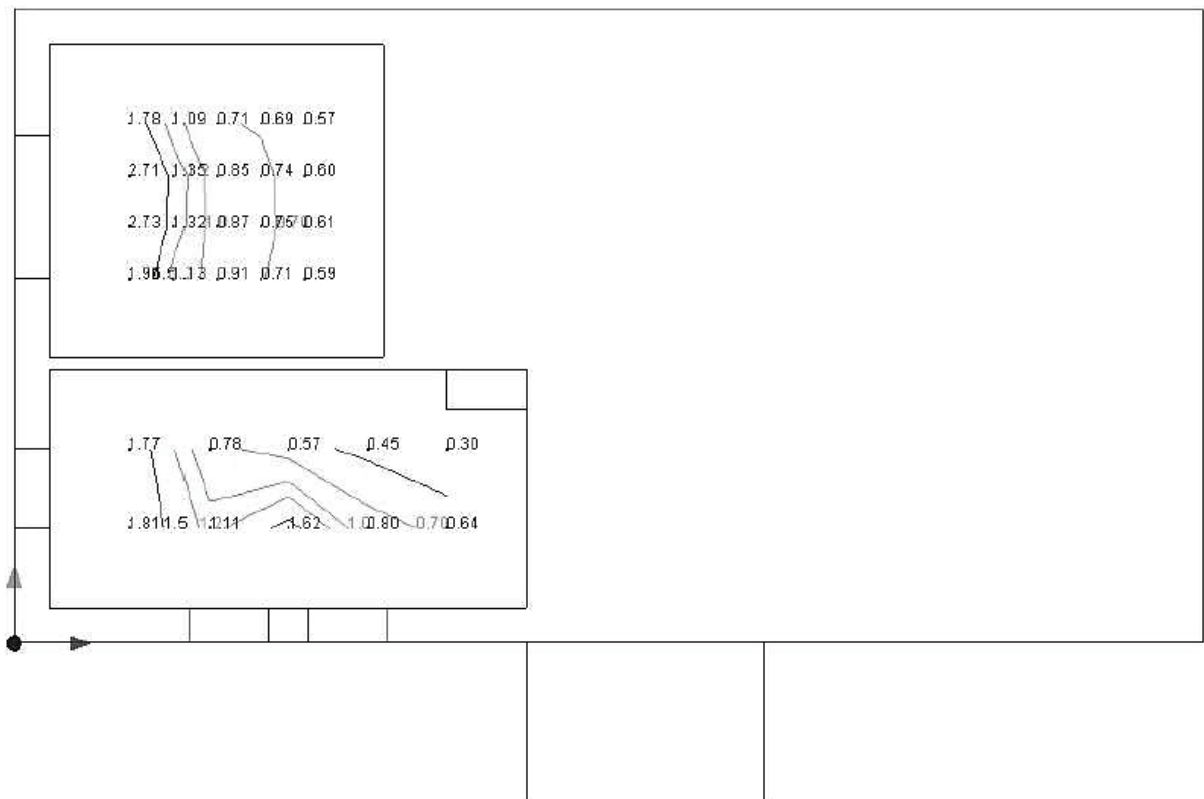
Pro zpracování naměřených dat lze využít například lehce dostupný kancelářský program Excel od firmy Microsoft. Ten umožňuje snadný import naměřených dat z měřících stanic včetně vytvoření výsledných grafů pro lepší přehlednost.



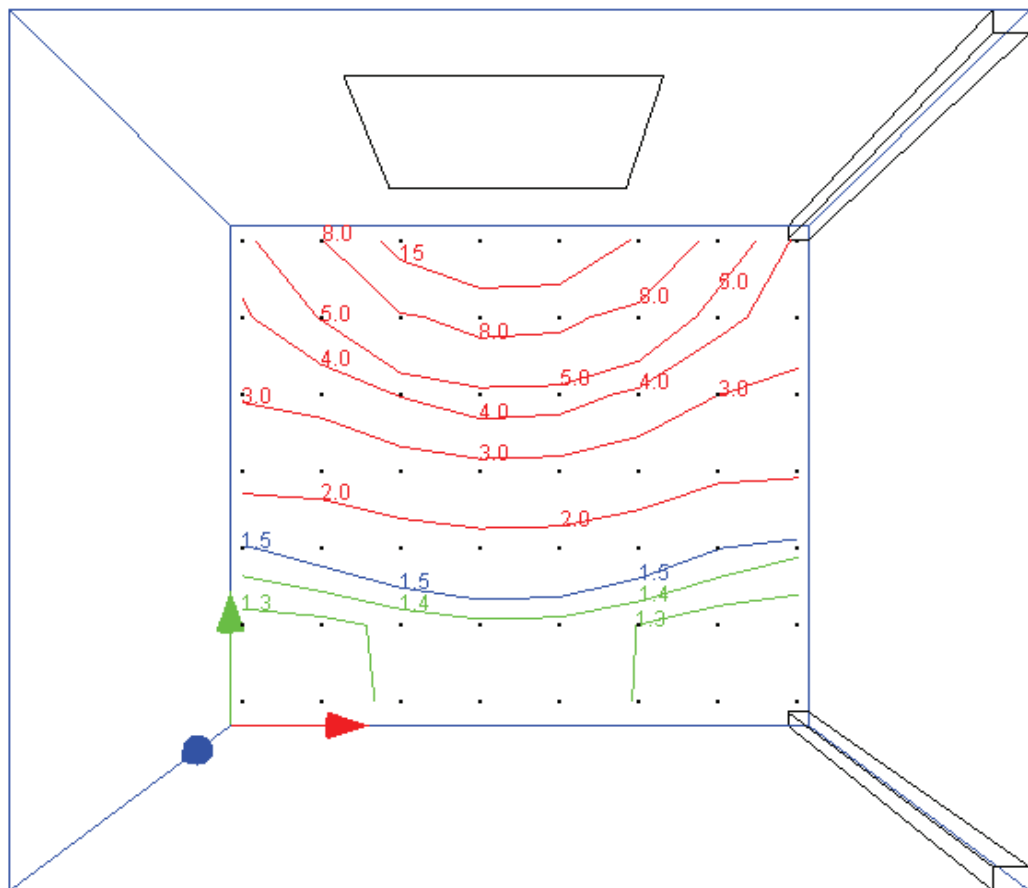
Obr. 16 - Kancelářský program Excel

Denní osvětlení budov se uvádí jako světelný tok v jednotkách lux, pro který jsou minimální požadované hodnoty pro jednotlivé činnosti stanoveny legislativou. Druhou variantou je hodnota denního činitele osvětlenosti, jež se uvádí v procentech. Poměrně snadno a rychle lze hodnoty tohoto činitele zjistit pomocí výpočetního programu Wdls.

V programu Wdls můžeme pracovat jak s celou budovou, tak se samostatnou místností. Pro výpočet je potřeba znát veškeré rozměry, okenní plochy a jakékoli zasahující překážky. Po vytvoření geometrie hodnoceného prostoru určíme faktory ovlivňující výsledný činitel osvětlenosti. Jedná se například o hodnoty znečištění uvažovaného prostředí a odraznosti povrchů. Posledním potřebným údajem pro výpočet je zadání sítě měřících bodů. Zde můžeme uvažovat se vzdáleností jednoho metru od okolních stěn, což je běžný postup či tuto hodnotu zanedbat pokud chceme znát činitel osvětlenosti v celé ploše. Program následně vypočítá činitel denní osvětlenosti v jednotlivých bodech navržené sítě a okolních ploch. V nastavení zobrazení je možné upravit barvy a hustotu izočar nebo si zvolit, zda-li chceme výsledky zobrazené v bodech sítě nebo pomocí právě těchto izočar.



Obr. 17 - Celý objekt v programu Wdls



Obr. 18 - Samostatná místnost v programu Wdls

B KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

7 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

7.1 ANALÝZA OBJEKTU

Pro koncepční řešení této práce byla vytvořena virtuální budova administrativního účelu. Objekt má čtyři nadzemní podlaží a je nepodsklepen. Konstrukční systém budovy je skeletový s cihelným obvodovým zdívem. Zastřešení tvoří plochá střecha. Okna kanceláří jsou umístěny na jižní straně objektu. Hygienické zázemí, kuchyňka a archivy jsou umístěny na severní straně.

Obvodové zdivo je tvořeno z keramických cihel Porotherm P+D tloušťky 300 mm s přidavným zateplením pomocí minerální vlny tloušťky 100 mm. Konstrukční systém je skeletový a skládá se ze sloupů obdélníkového průřezu rozměru 400 x 300 mm. Průvlaky jsou uloženy v příčném směru. Osová vzdálenost mezi sloupy v příčném směru 4300 mm. Stropní konstrukce je ze železobetonových panelů tloušťky 200 mm. Vnitřní nosné zdivo je z cihelného zdiva Porotherm P+D tloušťky 250 mm a příčky mezi jednotlivými místnostmi ze sádkartonových desek tloušťky 100 mm. Schodiště je železobetonové tříramenné. Výška jednotlivých stupňů 180 mm. Vstupní dveře jsou ocelové s zasklením a vnitřní dveře jsou dřevěné plné. Okna jsou plastová s dvojitým zasklením.

Objekt je navržen ve třech variantách. V první variantě osvětlují jednotlivé kanceláře jednoduchá okna s dvojitým zasklením. Ve druhé variantě jsou kanceláře osvětleny pásem oken v celé šířce místnosti. Třetí variantou je celoprosklená stěna.

Pro účely práce nejsou okenní otvory opatřeny žádnými stínícími prostředky.

Vstupní dveře vedou do prvního nadzemního podlaží, kde se nachází recepce po pravé straně. Chodba po celé délce budovy poskytuje přístup do šesti kanceláří, hygienického zázemí a kuchyňky. Po levé straně od vstupu se nachází schodiště do dalších pater jež je také přístupné z prostoru chodby. Další tři nadzemní podlaží jsou si identické a liší se od prvního pouze umístěním skladovacího prostoru na místo recepce a vstupu. Kanceláře jsou stejných rozměrů navrženy pro dvě osoby.

Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí je spočítán ručně. Hodnoty součinitelů tepelné vodivosti λ jednotlivých materiálů je vzat výpočetního programu pro vícevrstvou konstrukci. [37]

Okna a dveře mají součinitel prostupu tepla:

$$\text{okna } U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) < U_N = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$\text{dveře } U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) < U_N = 3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Požadované součinitele prostupu tepla jsou vzaty z normy ČSN 730540. Všechny navržené stavební konstrukce jsou dle požadavků vyhovující. [38]

Součinitel prostupu tepla navržených stavebních konstrukcí:

- stěna obvodová

Materiál	Tloušťka	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Součinitel prostupu tepla	Požadovaný součinitel prostupu tepla
	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m ² .K)/W]	U [W/(m ² .K)]	U _N [W/(m ² .K)]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,0114	0,29	0,3
Cihelné zdivo Porotherm P+D	0,30	0,23	1,3043		
Minerální vlna lisovaná	0,10	0,054	1,8519		
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,0114		

stěna vnitřní (kancelář - kancelář)

Materiál	Tloušťka	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Součinitel prostupu tepla	Požadovaný součinitel prostupu tepla
	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m ² .K)/W]	U [W/(m ² .K)]	U _N [W/(m ² .K)]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,0114	1,36	2,7
Sádkarton	0,10	0,22	0,4545		
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,0114		

- stěna vnitřní (kancelář - chodba)

Materiál	Tloušťka	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Součinitel prostupu tepla	Požadovaný součinitel prostupu tepla
	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m ² .K)/W]	U [W/(m ² .K)]	U _N [W/(m ² .K)]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,0114	1,08	2,7
Cihelné zdivo Porotherm P+D	0,25	0,39	0,6410		
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,0114		

- stropní konstrukce (kancelář - kancelář)

Materiál	Tloušťka	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Součinitel prostupu tepla	Požadovaný součinitel prostupu tepla
	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m ² .K)/W]	U [W/(m ² .K)]	U _N [W/(m ² .K)]
Linoleum	0,005	0,19	0,0263	0,71	2,2
Cementová malta	0,045	1,16	0,0388		
Materiál ze skleněné plsti	0,05	0,05	1,0000		
Železobeton	0,20	1,58	0,1265		
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,0114		

- stropní konstrukce (kancelář - zemina)

Materiál	Tloušťka	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Součinitel prostupu tepla	Požadovaný součinitel prostupu tepla
	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m ² .K)/W]	U [W/(m ² .K)]	U _N [W/(m ² .K)]
Linoleum	0,005	0,19	0,0263	0,51	0,6
Cementová malta	0,045	1,16	0,0388		
Materiál ze skleněné plsti	0,08	0,05	1,6000		
Železobeton	0,20	1,58	0,1265		

- střešní konstrukce

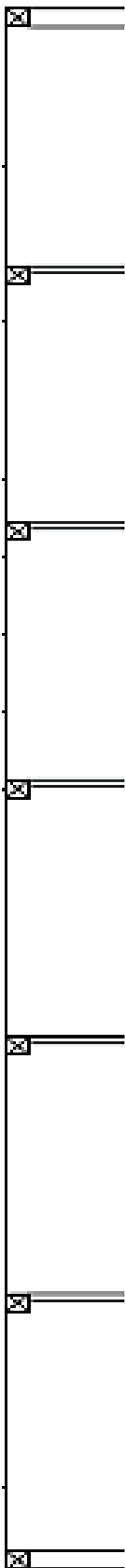
Materiál	Tloušťka	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Součinitel prostupu tepla	Požadovaný součinitel prostupu tepla
	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m ² .K)/W]	U [W/(m ² .K)]	U _N [W/(m ² .K)]
Pebit S	0,004	0,21	0,0190	0,23	0,24
Minerální vlna lisovaná	0,12	0,054	2,2222		
Beton z keramzitu	0,05	0,28	0,1786		
Minerální vlna lisovaná	0,08	0,054	1,4815		
Křemelina	0,05	0,19	0,2632		
železobeton	0,08	1,43	0,0559		
Omítka vápenná	0,015	0,88	0,0170		

Tabulka 11: Součinitel prostupu tepla stavebních konstrukcí

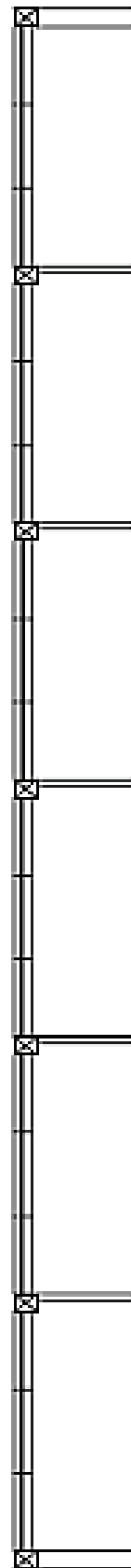
Výpis místností:

x.01 - x.06	kanceláře
1.07	recepce
1.08	vstupní hala
2.07 - 4.07	archiv; sklad
2.08 - 4.08	archiv; sklad
x.09	relaxační místnost
x.10	umývárna ženy
x.11	umývárna muži
x.12	wc muži
x.13	wc ženy
x.14	chodba

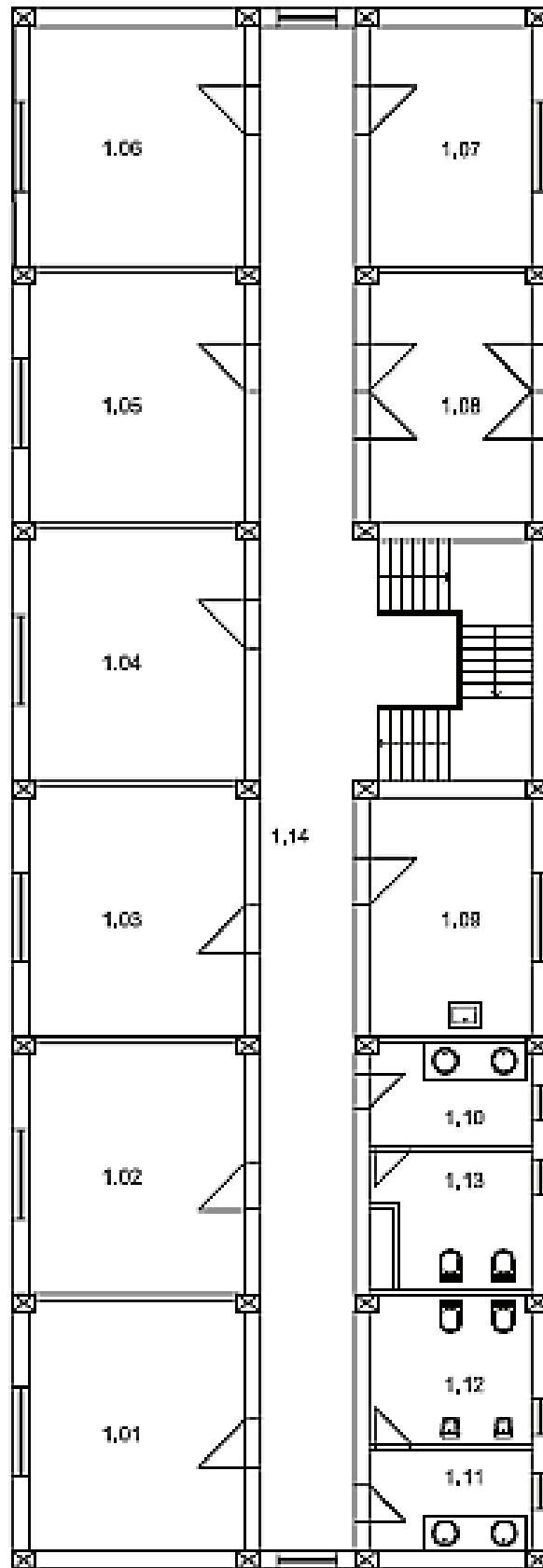
VARIANTA C



VARIANTA B

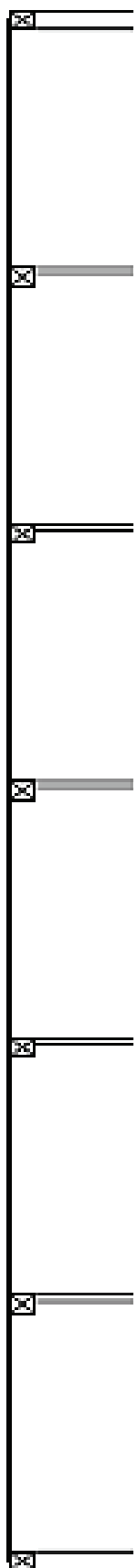


VARIANTA A

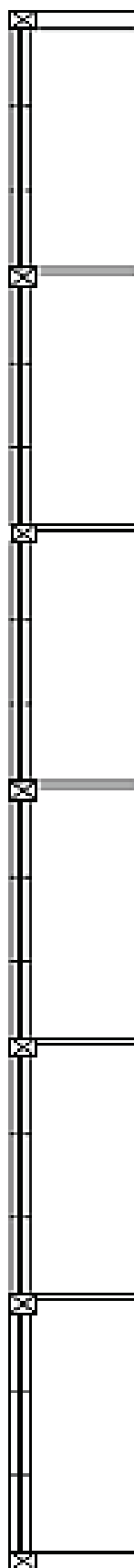


Obr. 19 - Půdorys 1.NP s variantami zaklení

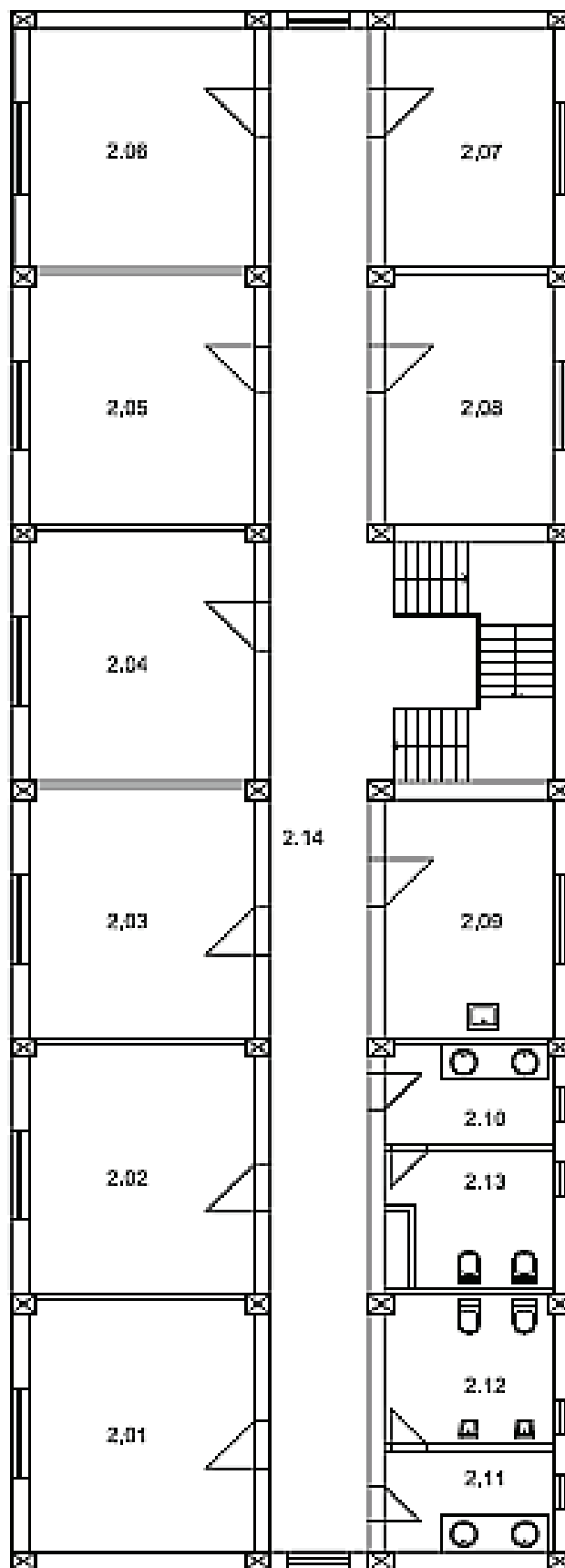
VARIANTA C



VARIANTA B

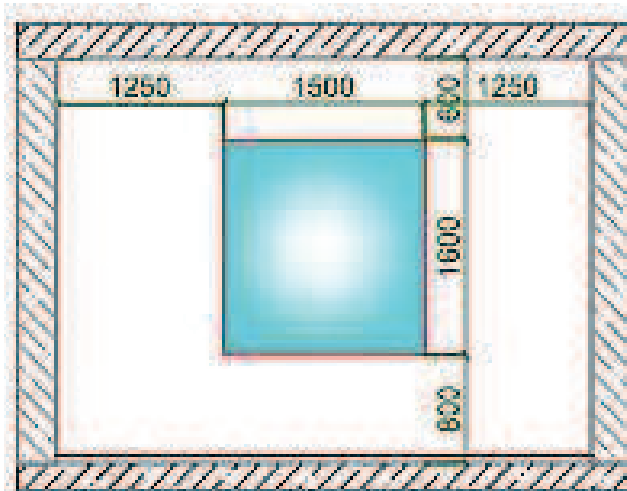


VARIANTA A

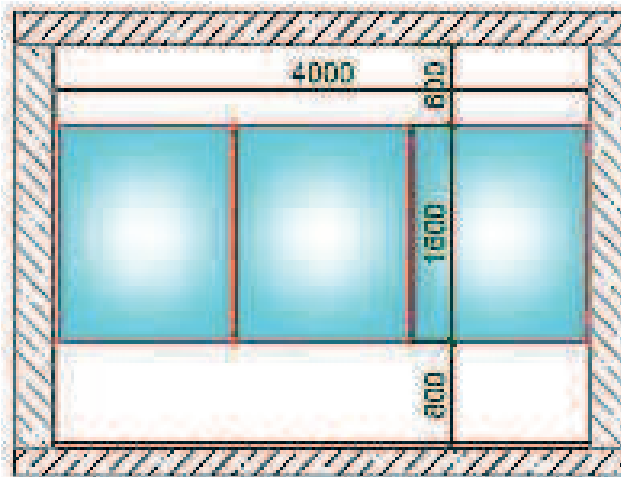


Obr. 20 - Půdorys 2.NP až 4.NP s variantami zasklení

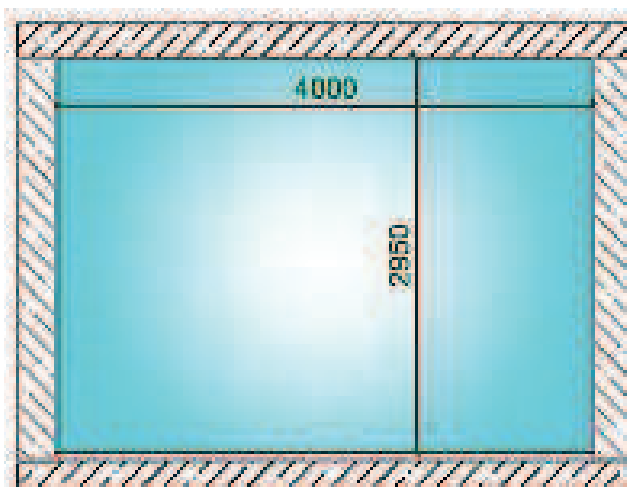
VARIANTA A



VARIANTA B



VARIANTA C



Obr. 21 - Varianty zasklení kanceláře

7.2 TEPELNÁ BILANCE KANCELÁŘSKÝCH MÍSTNOSTÍ

Tabulky s výpočtem tepelné bilance jednotlivých variant zasklení jsou v příloze 1.

7.2.1 Tepelné zisky

Tepelné zisky od lidí:

$$Q_l = n \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \quad [W] \quad (34)$$

kde n ... počet lidí [-]
 t_i ... teplota interiéru [°C]

Tepelné zisky od svítidel:

$$Q_{sv} = P \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot S \quad [W] \quad (35)$$

kde P ... celkový příkon svítidel [W]
 c_1 ... součinitel současnosti chodu [-]
 c_2 ... zbytkový součinitel [-]
 S ... osvětlená plocha [m²]

Tepelné zisky od elektrických zařízení:

$$Q_e = P \cdot c_1 \cdot c_3 \quad [W] \quad (36)$$

kde c_3 ... součinitel průměrného zatížení zařízení [-]

Tepelné zisky vnitřní konstrukcí:

$$Q_v = S \cdot U \cdot (t_{io} - t_i) \quad [W] \quad (37)$$

kde S ... plocha konstrukce [m²]
 U ... součinitel prostupu tepla [W/(m²K)]
 t_{io} ... teplota sousední místnosti [°C]

Tepelné zisky venkovní konstrukcí:

$$Q_s = S \cdot U \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W] \quad (38)$$

kde t_{rm} ... průměrná venkovní teplota [°C]
 $t_{r\psi}$... rovníčná sluneční teplota v dřívější době [°C]
 m ... součinitel zmenšení teplotního kolísání [-]

součinitel zmenšení teplotního kolísání:

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500\delta} \quad [-] \quad (39)$$

kde δ ... tloušťka konstrukce [m]

časové posunutí:

$$\psi = 32 \cdot \delta - 0,5 \quad [h] \quad (40)$$

Tepelné zisky okny konvencí:

$$Q_{ok} = S_o \cdot U_o \cdot (t_r - t_i) \cdot n \quad [W] \quad (41)$$

kde S_o ... plocha okna [m²]
 U_o ... součinitel prostupu tepla okna [W/(m²K)]
 t_r ... venkovní teplota v daném čase [°C]
 n ... počet oken

Tepelné zisky okny radiací:

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_d] \cdot s \cdot n \quad [W] \quad (42)$$

kde S_{os} ... osluněný povrch okna [m²]
 S_o ... plocha okna včetně rámu [m²]
 c_o ... korekce na čistotu atmosféry [-]
 s ... stínící součinitel [-]
 I ... celková intenzita solární radiace [W/m²]
 I_d ... difúzní solární radiace [W/m²]

Vodní zisky:

$$Q_o = M_w \cdot n \quad [gh^{-1}] \quad (43)$$

kde M_w ... odpar z mokrého povrchu [g/h]
 n ... počet osob [-]

7.2.2 Tepelné ztráty

Jelikož se tato práce zabývá vzájemným vztahem mezi získaným množstvím světla a tepla solárním zářením, uvažujeme v tomto případě pouze tepelné ztráty větráním. Ty lze spočítat pomocí vztahů (44) nebo (45) v závislosti na jednotkách, ve kterých máme množství přiváděného vzduchu zadán.

Tepelné ztráty větráním:

$$Q_{vi} = 0,34 \cdot V_i \cdot (t_i - t_e) \quad [W] \quad (44)$$

kde V_i ... množství větraného vzduchu [m³/h]
 t_i ... teplota interiéru [°C]
 t_e ... teplota exteriéru [°C]

$$Q_{vi} = V_i \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_e) \quad [W] \quad (45)$$

kde V_i ... množství větraného vzduchu [m³/s]
 ρ ... hustota vzduchu [kg/m³]
 c ... měrná tepelná kapacita vzduchu [kJ/(kgK)]

$$V_i = \max(V_{min,i}; V_{inf,i}) \quad [m^3 h^{-1}] \quad (46)$$

kde $V_{min,i}$... hygienické minimální množství přivedeného vzduchu [m^3/h]
 $V_{inf,i}$... infiltrace přes obálku budovy [m^3/h]

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_m \quad [m^3 h^{-1}] \quad (47)$$

$$V_{inf,i} = 2 \cdot n_{50} \cdot V_m \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad [m^3 h^{-1}] \quad (48)$$

kde n_{min} ... minimální výměna vzduchu [1/h]
 n_{50} ... výměna vzduchu při tlaku 50 Pa mezi exteriérem a interiérem [1/h]
 V_m ... objem prostoru [m^3]
 e_i ... koeficient chránění [-]
 ε_i ... korekční činitel výšky udávající vzdálenost od terénu do poloviny výšky místnosti [-]

7.3 OSVĚTLENÍ KANCELÁŘSKÝCH MÍSTNOSTÍ

Kancelář 4.03 se nachází ve 4.NP. Délka místnosti je 3,65 m a šířka je 4,15 m. V případě varianty C s celoprosklenou stěnou je rozměr místnosti 3,9 x 4,15 m. Světlá výška místnosti je 3,00 m. Jelikož se jedná o virtuální budovu navrženou pro účely posouzení maximálního možného přínosu denního světla, neuvažují se zde žádné vnější překážky.

Varianta A:

Místnost je osvětlena formou jednoduchého okna s dvojitým zasklením. Rozměr okna je 1,5 x 1,6 m. Parapet je do výšky 800 mm nad podlahovou konstrukcí. Okno není opatřeno žádnými stíníci prostředky.

Varianta B:

Místnost osvětlují tři okna rozměrů 1,35 x 1,6 m tvořících pás oken po celé šířce místnosti. Stejně jako ve variantě A i zde dosahuje parapet 800 mm nad podlahovou konstrukcí. Okna nejsou opatřena žádnými stíníci prostředky.

Varianta C:

Zasklení místnosti tvoří celoprosklená stěna. Její rozměry odpovídají rozměrům navržené místnosti 4,0 x 3,0 m s uvažováním nosného skeletového systému budovy. Prosklená stěna je tvořena ze skleněných tabulí, z nichž některé jsou pevné a jiné umožňují přirozené větrání.

Pro výpočet činitele denní osvětlenosti navržených místností bylo uvažováno s následujícími faktory:

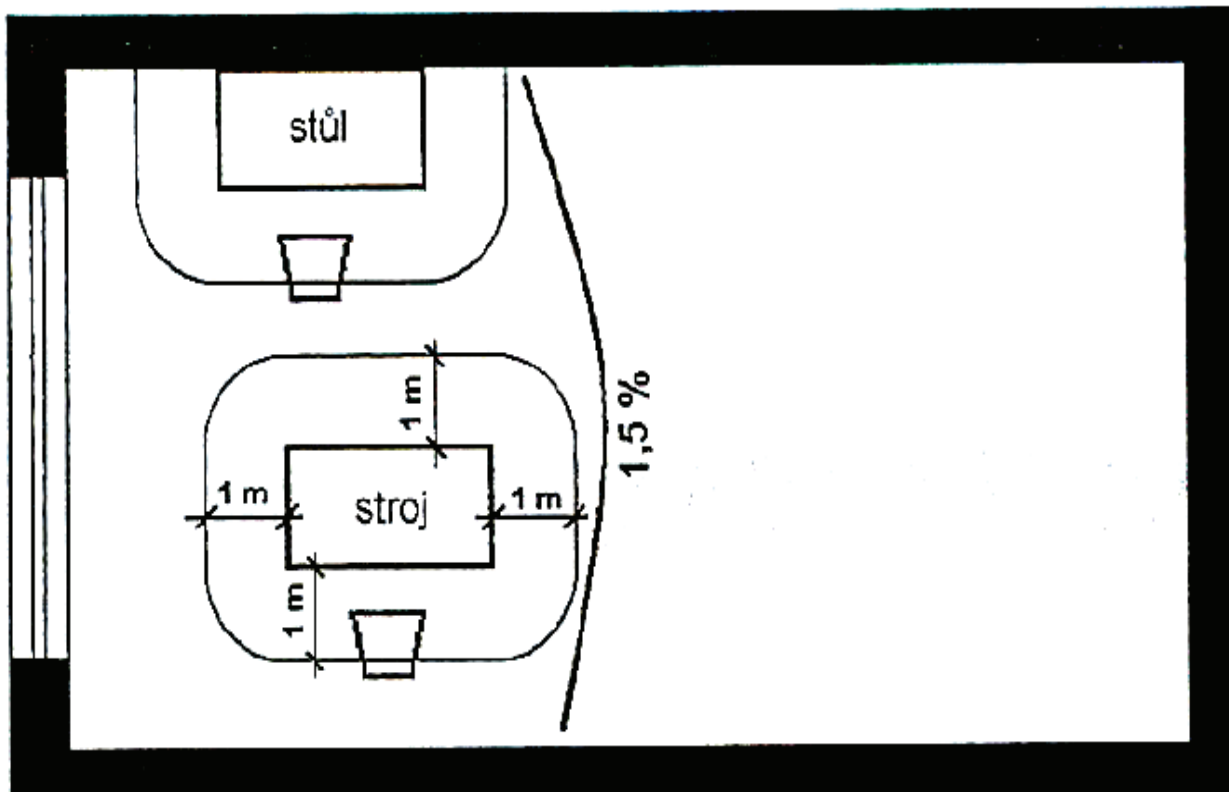
- | | | |
|---------------------------------------|---|-----------|
| • činitel odrazu přilehlých stěn | - | 0,50 |
| • činitel odrazu stropní konstrukce | - | 0,70 |
| • činitel odrazu podlahové konstrukce | - | 0,20 |
| • činitel odrazu okolního terénu | - | 0,10 |
| • zvolený typ zasklení | - | čiré sklo |
| • činitel prostupu světla sklem | - | 0,90 |
| • znečištění skel v interiéru | - | střední |
| • znečištění skel v exteriéru | - | střední |

Síť měřících bodů leží v horizontální rovině ve výšce 850 mm nad podlahovou konstrukcí.

Požadavky na denní osvětlení v pobytové místnosti jsou splněny, pokud:

- ve vzdálenosti 1 m od hrany pracovního stolu je hodnota denního činitele minimálně 1,5 %
- ve dvou kontrolních bodech sítě vzdálených maximálně 3 m od prosklené konstrukce a ve vzdálenosti 1 m od bočních stěn je hodnota činitele denní osvětlenosti minimálně 0,7 %
- průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti ze dvou kontrolních bodů ležících maximálně 3 m od okna a 1 m od bočních stěn je minimálně 0,9 %

Výstupy z programu Wdls - denní osvětlení se nachází v příloze2 této práce.



Obr. 22 - Příklad funkčního vymezení vnitřního prostoru [39]

Varianta A:

$$D = 1,4 \% > 0,7 \% \dots \textit{splněno}$$

$$\phi D = \frac{1,4 + 1,4}{2} = 1,4 \% > 0,9 \% \dots \textit{splněno}$$

Varianta B:

$$D = 3,2 \% > 0,7 \% \dots \textit{splněno}$$

$$\phi D = \frac{3,3 + 3,2}{2} = 3,25 \% > 0,9 \% \dots \textit{splněno}$$

Varianta C:

$$D = 5,7 \% > 0,7 \% \dots \textit{splněno}$$

$$\phi D = \frac{5,9 + 5,7}{2} = 5,6 \% > 0,9 \% \dots \textit{splněno}$$

7.4 IDEOVÉ ŘEŠENÍ VZT V BUDOVĚ

Vzhledem k posuzování množství světla a tepla dopadajícího do místnosti, bylo pro výpočet zvoleno letní období. Jelikož jsou okna kanceláří umístěna na jižní stranu, byl pro výpočet zvolen měsíc červenec, který poskytuje nejvyšší hodnoty sluneční radiace.

Pro výpočet se uvažují převážně tepelné zisky a ze ztrát se předpokládají pouze ztráty větráním. Výpočet tepelné bilance je proveden pro všechny tři varianty zasklení a slouží pro návrh chlazení místností kanceláří.

Jelikož jsou rozměry kanceláří identické, byl výpočet tepelné bilance stanoven pro všechny varianty na jedné zvolené místnosti. Tou je kancelář 4.03 ve 4.NP budovy. Podrobný výpočet je v příloze 1.

Tepelná bilance			
	varianta A	varianta B	varianta C
Produkce tepla od lidí	149 W	149 W	149 W
Produkce tepla od svítidel	0 W	0 W	0 W
Produkce tepla od elektrických zařízení	200 W	200 W	200 W
Tepelné zisky vnitřními konstrukcemi - stěny	-121 W	-121 W	-121 W
Tepelné zisky vnitřními konstrukcemi - strop	0 W	0 W	0 W
Tepelné zisky venkovními konstrukcemi	17 W	17 W	12 W
Tepelné zisky okna konvencí	50 W	134 W	251 W
Tepelné zisky okna radiací	863 W	2302 W	4661 W
Vodní zisky	0,06 g/h	0,06 g/h	0,06 g/h
Tepelné ztráty větráním	-93 W	-93 W	-99 W
Celkové tepelné zisky	1065 W	2588 W	5052 W

Tabulka 12: Souhrn tepelné bilance jednotlivých variant zasklení

Chlazení kanceláří zajišťuje klimatizační systém *Multi V* firmy *LG*. Jednotlivé místnosti kanceláří jsou ochlazovány 4-cestnými kazetovými jednotkami rozměru 570 x 570 mm. Zvolené jednotky pracují v rozsahu od 1,6 kW do 5,6 kW a jsou tedy vhodné pro všechny tři varianty zasklení místností.

Zvolená vnitřní jednotka:



Obr. 23 - Kazetová jednotka firmy GL [40]

Model	Jednotka		ARNU05GTRC2	ARNU07GTRC2	ARNU09GTRC2	ARNU12GTRC2	ARNU15GTQC2	ARNU18GTQC2
Výkon	Chlazení	kW	1,6	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6
		Btu/h	5,500	7,500	9,600	12,300	15,400	19,100
	Topení	kW	1,8	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3
		Btu/h	6,100	8,500	10,900	13,600	17,100	21,500
Príkon	Chlazení	W	45	45	45	45	45	45
	Topení	W	45	45	45	45	45	45
Napájení	Ø, V, Hz		1, 220 ~ 240, 50					
Rozměry S x V x H	Tělo	mm	570 x 570 x 214			570 x 570 x 256		
	Přední panel	mm	700x700x30					
Hmotnost	Tělo	kg	13,1	13,1	14,2	14,2	15,5	15,5
	Přední panel		2,3	2,3	2,3	2,3	2,5	2,5
Barva panelu	Morning Fog							
Hladiny akustického tlaku	dBA±3		36 / 35 / 33	36 / 35 / 33	36 / 35 / 34	36 / 35 / 34	37 / 36 / 35	38 / 37 / 36
Průtok vzduchu	H/M/L	CMM	7,5 / 7 / 6,6	7,5 / 7 / 6,6	8 / 7,5 / 7,1	8,7 / 8 / 7	11 / 10 / 9,3	11,2 / 11 / 10
Filter NeoPlazma			o	o	o	o	o	o
Sací pumpa			o	o	o	o	o	o
Potrubí	Kapalina	mm(palce)	Ø6,35(1/4)	Ø6,35(1/4)	Ø6,35(1/4)	Ø6,35(1/4)	Ø6,35(1/4)	Ø6,35(1/4)
	Plyn	mm(palce)	Ø12,7(1/2)	Ø12,7(1/2)	Ø12,7(1/2)	Ø12,7(1/2)	Ø12,7(1/2)	Ø12,7(1/2)
	Kondenzát	mm	32/25	32/25	32/25	32/25	32/25	32/25

Tabulka 13: Specifikace vnitřní jednotky [40]

Návrh vnitřních jednotek:

varianta	Tepelná zátěž [kW]	Výkon jedné jednotky [kW]	Počet jednotek	Celkový výkon vnitřních jednotek [kW]
Varianta A	1,065	1,6	24	38,4
Varianta B	2,588	2,8	24	67,2
Varianta C	5,052	5,6	24	134,4

Tabulka 14: Souhrn výkonu pro vnitřní jednotky

Zvolená venkovní jednotka:



Obr. 24 - Venkovní jednotka MULTI V PLUS II firmy GL [41]

Návrh venkovních jednotek:

Varianta	Požadovaný výkon [kW]	Výkon jednotky [kW]
Varianta A	38,4	39,2
Varianta B	67,2	67,2
Varianta C	134,4	134,4

Tabulka 15: Souhrn výkonu venkovních jednotek

HP		
Model	Kombinační jednotka Nezávislá jednotka	
Výkon	Chlazení	kW
	Topení	kW
Příkon	Chlazení	kW
	Topení	kW
COP	Chlazení	
	Topení	
Napájení	Ø, V, Hz	
Rozměry Š x V x H	mm	
Hmotnost	kg	
Barva	Warm Gray	
Hladiny akustického tlaku	dBA±3	
Ventilátor	Typ	
	Průtok vzduchu [CMM]	
Kompresor	Typ	
	Počet kompresorů	
Výměník tepla	Gold Fin	
Chladivo	Typ	
	Náplň	kg
	Ovládání	
Chladicí olej	Typ	
	Náplň	l
Potrubi	Kapalina	mm(palce)
	Plyn	mm(palce)
Počet venkových jednotek		
Max. počet připojených vnitřních jednotek*		
Podíl připojených vnitřních jednotek	50-200%	
Největší délka / převýšení potrubí**	200m/100m	

5	6	8	10	12	14	16
ARUN50LT2	ARUN60LT2	ARUN80LT2	ARUN100LT2	ARUN120LT2	ARUN140LT2	ARUN160LT2
ARUN50LT2	ARUN60LT2	ARUN80LT2	ARUN100LT2	ARUN120LT2	ARUN140LT2	ARUN160LT2
14.0	16.0	22.4	28.0	33.6	39.2	44.8
15.8	18.0	25.2	31.5	37.8	44.1	50.4
3.75	4.25	5.28	7.16	9.08	11.85	14.00
4.00	4.55	5.73	7.33	9.05	10.60	12.40
3.73	3.76	4.24	3.91	3.70	3.31	3.20
3.95	3.96	4.40	4.30	4.18	4.16	4.06
3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50
806x1607x730	806x1607x730	1280x1607x730	1280x1607x730	1280x1607x730	1280x1607x730	1280x1607x730
175	175	240	285	285	285	285
Warm Gray						
56	56	58	58	58	58	58
Propeller Fan (DC INV)						
105	105	190	190	190	190	190
DC Inverter Scroll			DC Inverter Scroll / Constant speed Scroll			
1	1	1	2	2	2	2
Gold Fin						
R410A						
4.5	4.5	8	8	8	8	8
EEV						
FVC68D(PVE)						
2.3	2.3	3.3	5.6	5.6	5.6	5.6
Ø9.52(3/8)	Ø9.52(3/8)	Ø9.52(3/8)	Ø9.52(3/8)	Ø12.7(1/2)	Ø12.7(1/2)	Ø12.7(1/2)
Ø15.88(5/8)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)	Ø22.2(7/8)	Ø28.58(1 1/8)	Ø28.58(1 1/8)	Ø28.58(1 1/8)
1	1	1	1	1	1	1
8(12)	9(14)	13(20)	16(25)	19(30)	23(35)	26(40)
50-200%						
200m/100m						

HP		
Model	Kombinační jednotka Nezávislá jednotka	
Výkon	Chlazení	kW
	Topení	kW
Příkon	Chlazení	kW
	Topení	kW
COP	Chlazení	
	Topení	
Napájení	Ø, V, Hz	
Rozměry Š x V x H	mm	
Hmotnost	kg	
Barva	Warm Gray	
Hladiny akustického tlaku	dBA±3	
Ventilátor	Typ	
	Průtok vzduchu [CMM]	
Kompresor	Typ	
	Počet kompresorů	
Výměník tepla	Gold Fin	
Chladivo	Typ	
	Náplň	kg
	Ovládání	
Chladicí olej	Typ	
	Náplň	l
Potrubi	Kapalina	mm(palce)
	Plyn	mm(palce)
Počet venkových jednotek		
Max. počet připojených vnitřních jednotek*		
Podíl připojených vnitřních jednotek	50-160%	
Největší délka / převýšení potrubí**	200m/100m	

18	20	22	24	26	28	30	32
ARUN180LT2	ARUN200LT2	ARUN220LT2	ARUN240LT2	ARUN260LT2	ARUN280LT2	ARUN300LT2	ARUN320LT2
ARUN120LT2	ARUN140LT2	ARUN160LT2	ARUN160LT2	ARUN140LT2	ARUN140LT2	ARUN160LT2	ARUN160LT2
ARUN60LT2	ARUN60LT2	ARUN60LT2	ARUN80LT2	ARUN120LT2	ARUN140LT2	ARUN140LT2	ARUN160LT2
50.4	56.0	61.6	67.2	72.8	78.4	84.0	89.6
56.7	63.0	69.3	75.6	81.9	88.2	94.5	100.8
13.33	16.10	18.25	19.28	20.93	23.70	25.85	28.00
13.60	15.15	16.95	18.13	19.65	21.20	23.00	24.80
3.78	3.48	3.38	3.49	3.48	3.31	3.25	3.20
4.17	4.16	4.09	4.17	4.17	4.16	4.11	4.06
3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50
(1280x1607x730)	(1280x1607x730)	(1280x1607x730)	(1280x1607x730)x2	(1280x1607x730)x2	(1280x1607x730)x2	(1280x1607x730)x2	(1280x1607x730)x2
+ (806x1607x730)	+ (806x1607x730)	+ (806x1607x730)					
285+175	285+175	285+175	285+240	285x2	285x2	285x2	285x2
Warm Gray							
60	60	60	61	61	61	61	61
Propeller Fan (DC INV)							
295	295	295	380	380	380	380	380
DC Inverter Scroll / Constant speed Scroll							
3	3	3	3	4	4	4	4
Gold Fin							
R410A							
4.5+8	4.5+8	4.5+8	8+8	8+8	8+8	8+8	8+8
EEV							
FVC68D(PVE)							
5.6+2.3	5.6+2.3	5.6+2.3	5.6+3.3	5.6x2	5.6x2	5.6x2	5.6x2
Ø15.88(5/8)	Ø15.88(5/8)	Ø15.88(5/8)	Ø15.88(5/8)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)
Ø28.58(1 1/8)	Ø28.58(1 1/8)	Ø28.58(1 1/8)	Ø34.9(1 3/8)	Ø34.9(1 3/8)	Ø34.9(1 3/8)	Ø34.9(1 3/8)	Ø34.9(1 3/8)
2	2	2	2	2	2	2	2
29(36)	32(40)	35(44)	39(48)	42(52)	45(56)	49(60)	52(64)
50-160%							
200m/100m							

HP			34	36	38	40	42	44	46	48
Model	Kombinační jednotka		ARUN340LT2	ARUN360LT2	ARUN380LT2	ARUN400LT2	ARUN420LT2	ARUN440LT2	ARUN460LT2	ARUN480LT2
	Nezávislá jednotka		ARUN140LT2	ARUN160LT2	ARUN160LT2	ARUN160LT2	ARUN140LT2	ARUN160LT2	ARUN160LT2	ARUN160LT2
Výkon	Chlazení	kW	95.2	100.8	106.4	112.0	117.6	123.2	128.8	134.4
	Topení	kW	107.1	113.4	119.7	126.0	132.3	138.6	144.9	151.2
Příkon	Chlazení	kW	27.95	30.10	32.25	33.28	35.55	37.70	39.85	42.00
	Topení	kW	25.75	27.55	29.35	30.53	31.80	33.60	35.40	37.20
COP	Chlazení		3.41	3.35	3.30	3.37	3.31	3.27	3.23	3.20
	Topení		4.16	4.12	4.08	4.13	4.16	4.13	4.09	4.06
Napájení	Ø, V, Hz		3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50	3, 380-415, 50
Rozměry S x V x H	mm		(1280x1607x730)x2 +(806x1607x730)	(1280x1607x730)x2 +(806x1607x730)	(1280x1607x730)x2 +(806x1607x730)	(1280x1607x730)x3	(1280x1607x730)x3	(1280x1607x730)x3	(1280x1607x730)x3	(1280x1607x730)x3
Hmotnost	kg		285x2+175	285x2+175	285x2+175	285x2+240	285x3	285x3	285x3	285x3
Barva			Warm Gray							
Hladiny akustického tlaku	dBA±3		62	62	62	63	63	63	63	63
Ventilátor	Typ		Propeller Fan(DC INV)							
	Průtok vzduchu(CMM)		485	485	485	570	570	570	570	570
Kompresor	Typ		DC Inverter Scroll / Constant speed Scroll							
	Počet kompresorů		5	5	5	5	6	6	6	6
Výměník tepla			Gold Fin							
Chladivo	Typ		R410A							
	Náplň	kg	4.5+8+8	4.5+8+8	4.5+8+8	8+8+8	8+8+8	8+8+8	8+8+8	8+8+8
Chladicí olej	Ovládání		EEV							
	Typ		PVC68D(PVE)							
Potrubí	Náplň	l	5.6x2+2.3	5.6x2+2.3	5.6x2+2.3	5.6x2+3.3	5.6x3	5.6x3	5.6x3	5.6x3
	Kapalina	mm(palce)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)	Ø19.05(3/4)
	Plyn	mm(palce)	Ø34.9(1 3/8)	Ø41.3(1 5/8)	Ø41.3(1 5/8)	Ø41.3(1 5/8)	Ø41.3(1 5/8)	Ø41.3(1 5/8)	Ø41.3(1 5/8)	Ø41.3(1 5/8)
Počet venkovních jednotek			3	3	3	3	3	3	3	3
Max. počet připojených vnitřních jednotek*			55	58	61	64	64	64	64	64
Podíl připojených vnitřních jednotek			50~130%							
Největší délka / převýšení potrubí **			200m/100m							

Tabulka 16: Specifikace venkovní jednotky [41]

7.5 HODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

7.5.1 Hodnocení z hlediska osvětlení

Varianta A:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{min} = 1,5 \%$ je splněna ve 3/4 posuzované místnosti. Zhruba po 1 m od stěny protilehlé prosklené konstrukce je pro zajištění požadované hladiny osvětlenosti potřeba uvažovat s umělým osvětlením.

Intenzita osvětlení je množství světelného toku dopadajícího na 1 m² plochy. Minimální hodnota pro obytné prostory je 20 lx, avšak pro pracovní účely je vyžadováno minimálně 500 lx při ručním psaní a 750 lx při práci s monitorem. Osvětlení 500 lx odpovídá hodnotě 1,5 % činitele denní osvětlenosti a je tedy splněna v uvažovaném prostoru pracovního stolu. Část místnosti, kde daný požadavek pro práci není splněn může sloužit jako relaxační prostor. Zde je minimální hodnota činitele denní osvětlenosti 1,2 %.

Hodnoty denního činitele osvětlení byly zjištěny pomocí výpočetního programu Wdls. Pro jejich převod na intenzitu osvětlení v bodě srovnávací roviny, byly využity data intenzity venkovní nezacloněné roviny získané senzory pro den 17.3.2012 z experimentální části této práce. Jelikož použitá čidla měřila pouze v určitém rozsahu, maximální hodnota intenzity osvětlení venkovního prostoru je 32280,1 lx.

Obrázek č. 25 poukazuje, že v daném období slunce vyšlo v 6:00 ranního času a zapadlo během 18:00 večerního času. Maximální hodnota světelné intenzity 5000 lx, což je cca hodnota 15 % činitele denní osvětlenosti bude překročena v čase od ~ 7:45 do 16:00. V tomto čase je nezbytné použití stínících prostředků pro zabránění nežádoucího přesvětlení.

Varianta B:

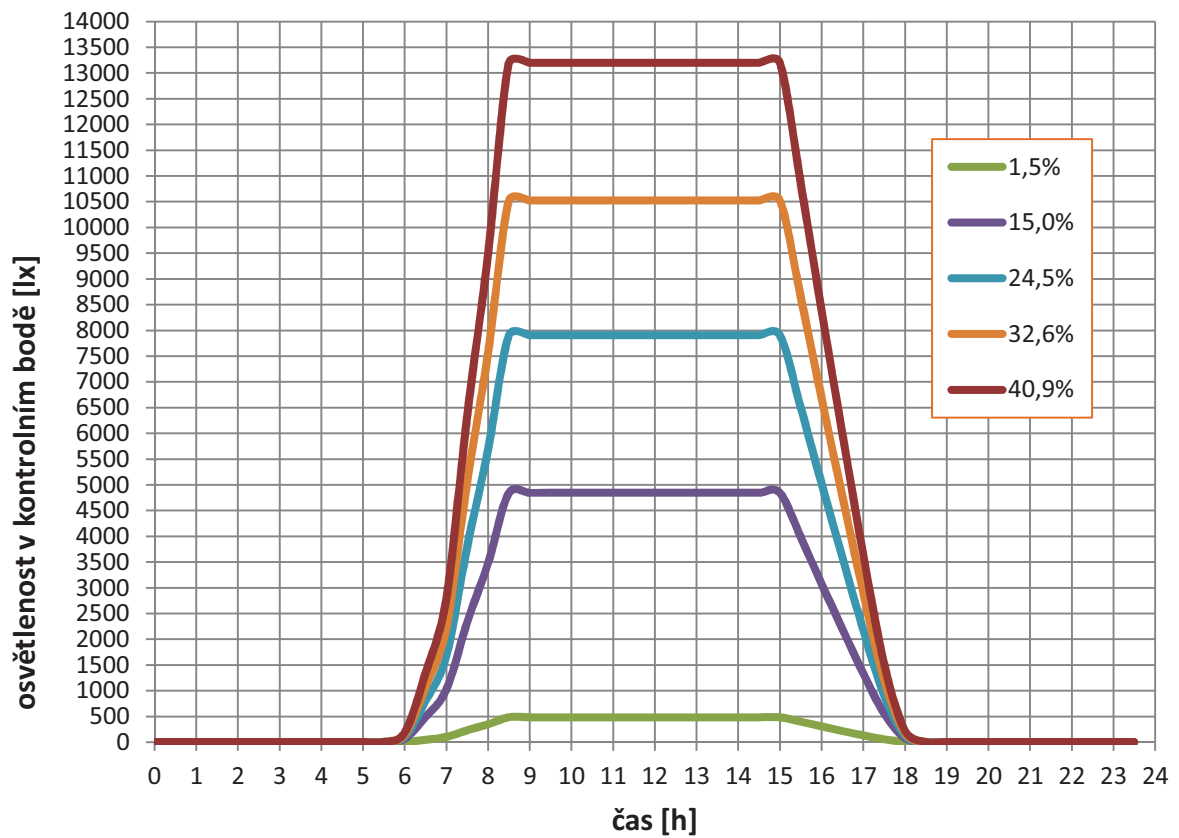
Požadavek na minimální hodnotu činitele denní osvětlenosti $D_{min} = 1,5 \%$ je splněn v celé ploše posuzované místnosti.

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti je v této variantě zasklení 32,6 % a minimální 3,0 %. Maximální hodnota světelné intenzity 5000 lx ($D_{max} \sim 15 \%$) je překročen v době od 7:30 do 16:30 hodin. Pro tento časový interval je tedy nutné použití vhodných stínících prostředků. Výsledky pokusného měření jsou znázorněny na obrázku č. 25.

Varianta C:

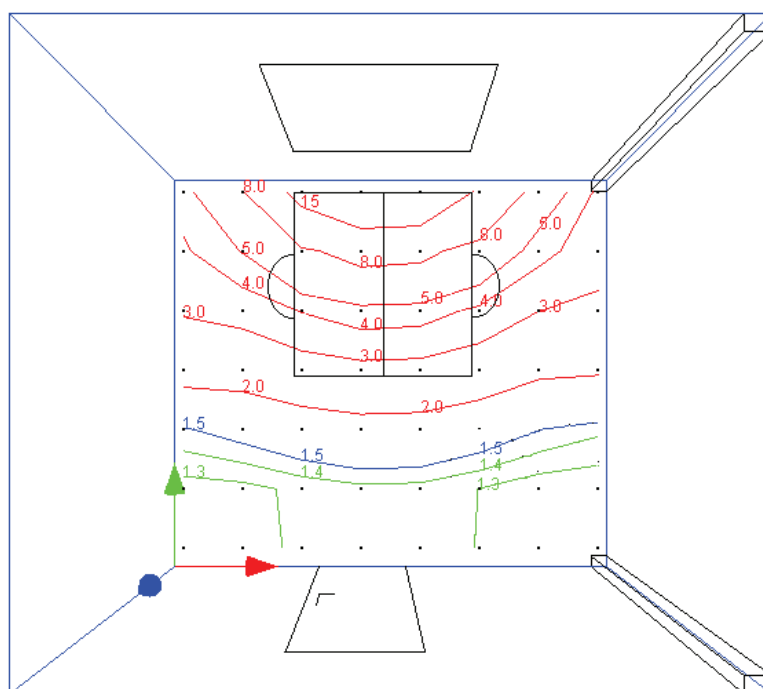
Požadavek na minimální hodnotu činitele denní osvětlenosti $D_{min} = 1,5 \%$ je splněn v celé ploše posuzované místnosti.

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti je v této variantě zasklení 40,9 % a minimální 4,9 %. Maximální hodnota světelné intenzity 5000 lx ($D_{max} \sim 15 \%$) je překročen v době od ~ 7:20 do ~ 16:45 hodin. Stejně jako v předchozích dvou variantách je potřeba okna opatřit vhodným stínícím prostředkem či prostředky. Výsledky pokusného měření jsou znázorněny na obrázku č. 25.



Obr. 25 - Osvětlenost v kontrolním bodě dle činitele denní osvětlenosti

Výstupy z výpočetního programu Wdls - Denní osvětlení pro jednotlivé varianty jsou v příloze 2 této práce.



Obr. 26 - Činitel denní osvětlenosti - varianta A s nábytkem

7.5.2 Hodnocení z hlediska solární tepelné zátěže

Varianta A:

Pro výpočet solární tepelné zátěže byly využity vztahy převzaté z normy ČSN 73 0548 - *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů* a hodnoty venkovní teploty solární radiace ze dne 17.3.2012 naměřené meteostanicí. Venkovní teplota se daný den pohybovala v rozmezí od -31°C do 19 °C, kdy nejnižší hodnota byla naměřena ve 3:00 ranního času a nejvyšší v 15:00. Slunce toho dne vyšlo v 6:00 ráno a zapadlo v 18:00 večer.

Maximální hodnota celkové solární tepelné zátěže oknem byla spočtena 1080 W, a to v čase 10:00 hodin. Tato hodnota je kombinací prostupu tepla okna konvekcí a prostupem tepla okna radiací.

Vypočtené prostupy tepla konvekcí dosahují záporných hodnot v průběhu celého dne, jelikož je výpočet prováděn pro den 17.3.2012, kdy venkovní teplota dosahovala nižších hodnot, než uvažovaná teplota vnitřních prostor.

Vypočtené hodnoty prostupu tepla okny radiací byly spočteny z naměřených hodnot solární radiace získaných meteostanicí. Maximální vypočtená hodnota je 1131 W náležící čase 10:00 hodin. Velikost tepelné zátěže umožňuje i použití chladících stropních panelů dostatečného výkonu.

Graf znázorňující celkový prostup tepla oknem je znázorněn na obrázku č. 26, graf zobrazující prostup tepla oknem radiací na obrázku č. 27 a graf prostupu tepla okna konvekcí na obrázku č. 28.

Varianta B:

Maximální hodnota celkové solární radiace této varianty byla spočtena jako 2888 W, a to v čase 10:00 hodin.

Maximální hodnota prostupu tepla okna radiací varianty B dosahuje hodnoty 3025 W. Tato hodnota je téměř trojnásobkem vypočtené hodnoty náležící variantě A a vyžaduje použití chladícího systému s vyšším chladícím výkonem.

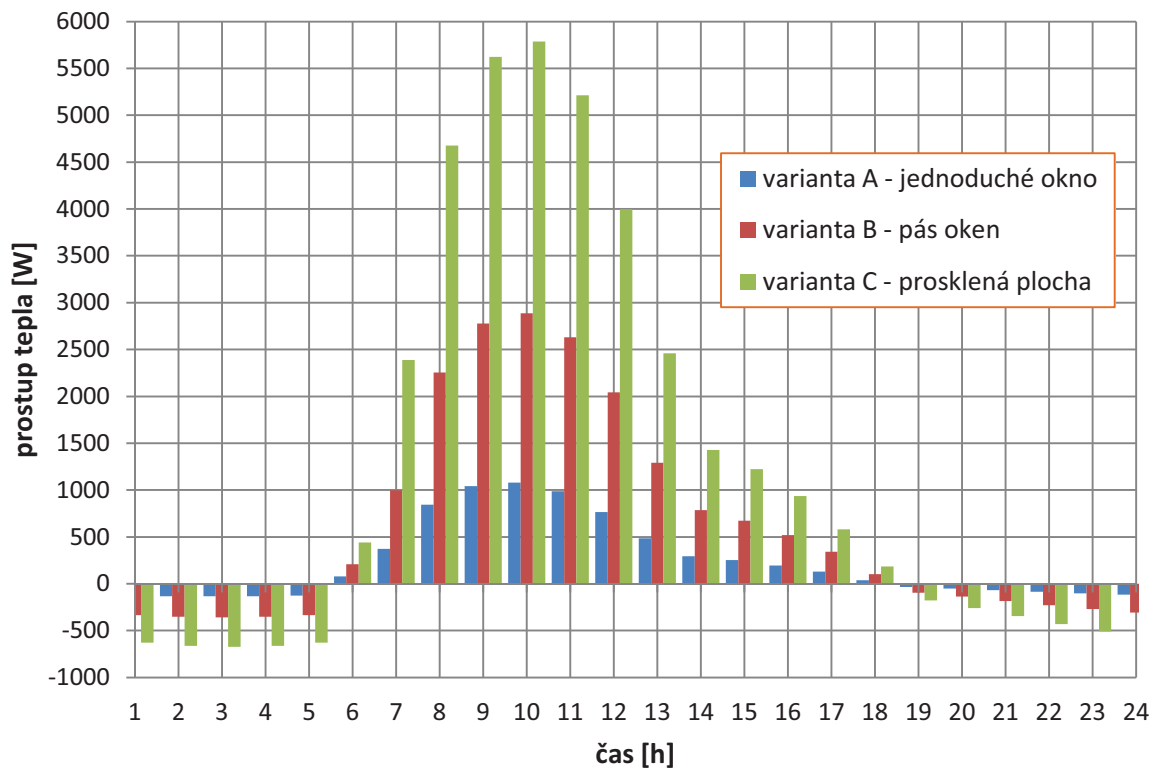
Graf znázorňující celkový prostup tepla oknem je znázorněn na obrázku č. 26, graf zobrazující prostup tepla oknem radiací na obrázku č. 27 a graf prostupu tepla okna konvekcí na obrázku č. 28.

Varianta C:

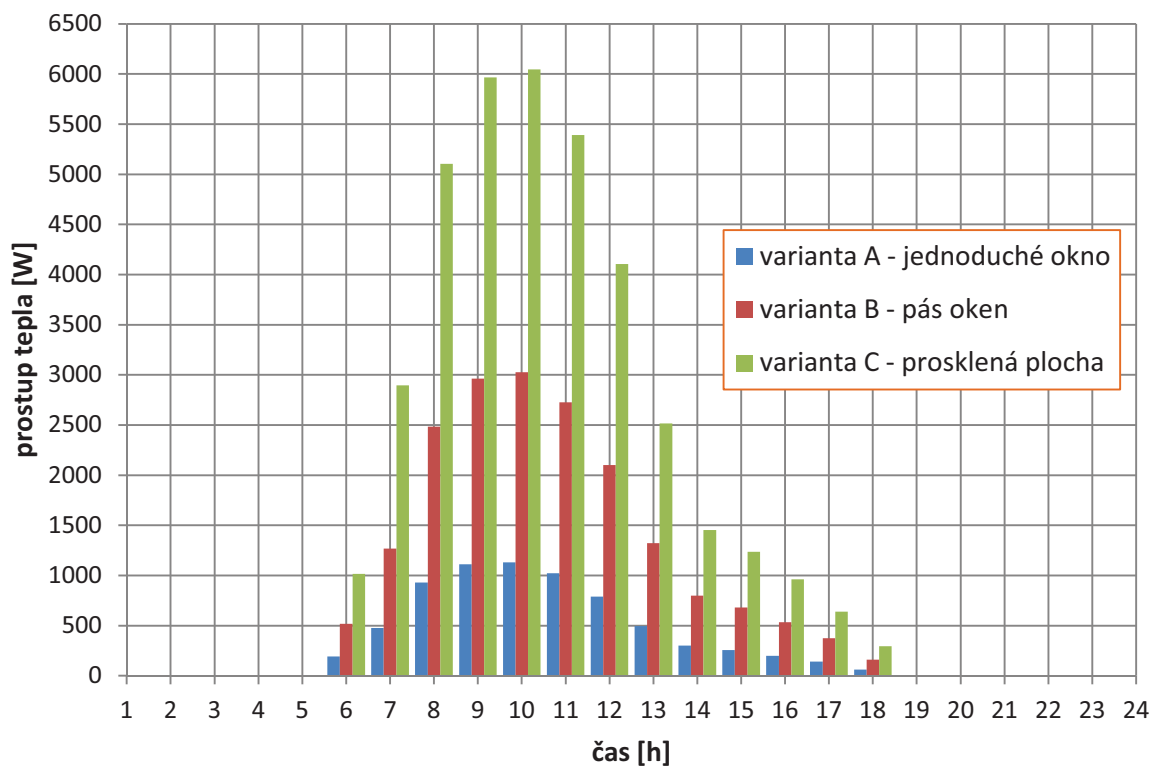
Maximální hodnota celkové solární radiace této varianty byla spočtena jako 5787 W v čase 10:00 hodin.

Maximální hodnota prostupu tepla okna radiací pro daný případ má hodnotu 6044 W, kdy je hodnota téměř dvojnásobkem vypočtené hodnoty náležící variantě B a vyžaduje použití chladícího systému s vyšším chladícím výkonem.

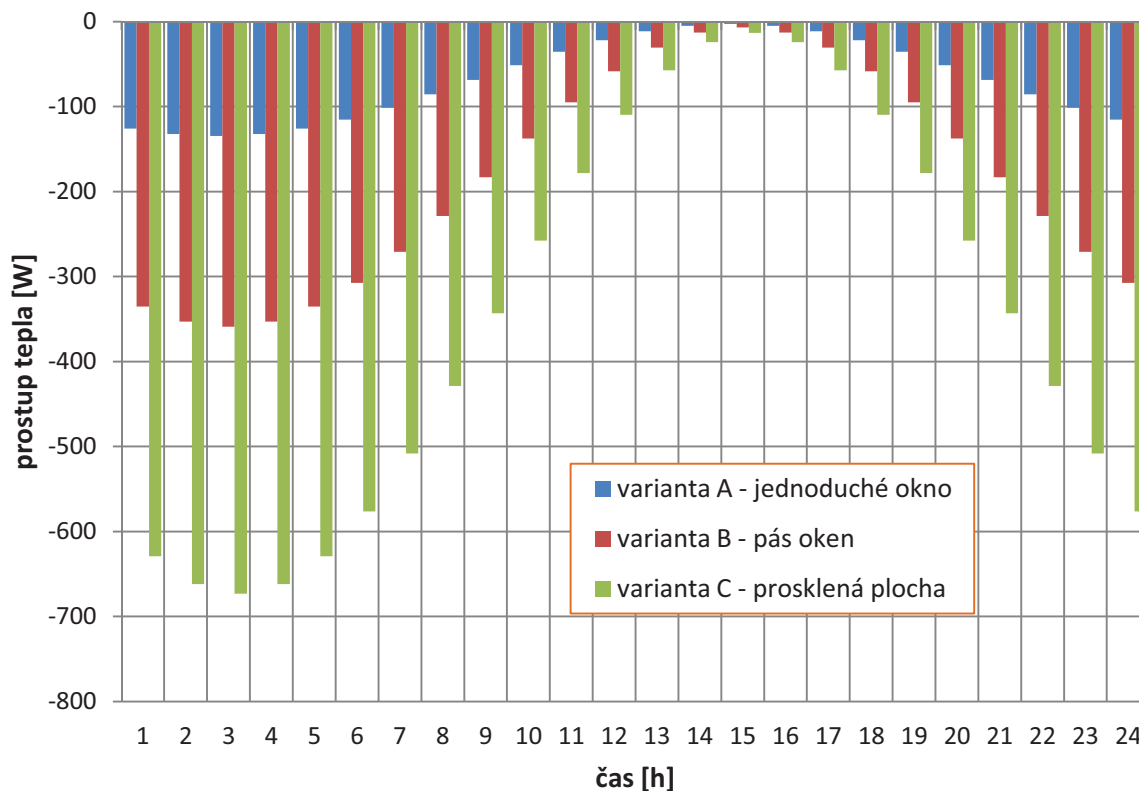
Graf znázorňující celkový prostup tepla oknem je znázorněn na obrázku č. 26, graf zobrazující prostup tepla oknem radiací na obrázku č. 27 a graf prostupu tepla okna konvekcí na obrázku č. 28.



Obr. 27 - Prostup tepla oknem v závislosti na velikosti zasklení



Obr. 28 - Prostup tepla oknem radiací v závislosti na velikosti zasklení



Obr. 29 - Prostup tepla konvekcí v závislosti na velikosti zasklení

Tabulky s výpočtem solární tepelné zátěže pro všechny tři varianty navrženého objektu se nachází v příloze 3.

Přepoččet tepelné zátěže na světelný tok byl proveden pomocí světelné účinnosti. Ta byla spočtena vztahem podle McCluneye s Aydiliho funkcí popsanou v oddílu A části 4. Přepoččet poukázal, že výsledný světelný tok je 100-násobkem tepelného toku. Porovnáním výpočtu pro letní období (červenec) a zimní období (březen) bylo zjištěno, že při nižších polohách slunce nad obzorem je dosaženo vyšších hodnot světelného i tepelného toku. Rozdíl mezi zimním a letním obdobím představoval téměř 30000 lm v rámci světelného toku a 300 W v rámci tepelného toku. Grafický výstup je znázorněn v příloze 4.

7.6 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Úvod

Objekt pro který je navrhováno chlazení slouží k administrativním účelům. Má čtyři nadzemní podlaží a je nepodsklepen. Střecha je plochá, poskytující plochu pro umístění venkovních jednotek chladicího systému. V každém patře se nachází šest kancelářských místností. Dále je zde na každém patře hygienické zázemí a kuchyňka. Zbylé prostory slouží jako sklady či archívy. Objekt byl vytvořen ve třech variantách zasklení. Jedná se o okno jednoduché, okenní pás a prosklená stěna.

Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace obsahující půdorysy jednotlivých podlaží a řez. Projekt je zpracován dle platného znění hygienických předpisů a technických norem (ČSN 73 0580; ČSN EN 12464; ČSN 73 0548; ČSN 73 0540; ČSN 73 5305; vyhláška 6/2003 Sb., nařízení vlády 361/2007 Sb. a nařízení vlády 88/2004 Sb.). Při návrhu byly použity podklady výrobců, webové stránky a odborné publikace.

Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

místo	:	Brno
nadmořská výška	:	259 m.n.m
normální tlak vzduchu	:	98 kPa
venkovní výpočtová teplota letní	:	30 °C
venkovní výpočtová teplota zimní	:	-12 °C

Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

varianta	Teplota interiéru [°C]		Relativní vlhkost [%]		Hladina akust. tlaku [dB(A)]
	zima	léto	zima	Léto	
Varianta A	20	24	35	60	36
Varianta B	20	24	35	60	36
Varianta C	20	24	35	60	38

V chráněném prostoru staveb je stanovena maximální povolená hladina akustického tlaku ve dne 50 dB(A) a v noci 40 dB(A). Vnitřní jednotky splňují oba tyto požadavky ve všech variantách. Venkovní jednotky dosahují ve variantě A 58 dB(A), ve variantě B 61 dB(A) a ve variantě C 63 dB(A) hladiny akustického tlaku a požadavky nesplňují.

Základní koncepční řešení

Chlazení je navrženo pouze pro místnosti kanceláří ve všech podlažích administrativní budovy. Výměna vzduchu je zajištěna přirozeným větráním. Úprava vzduchu ostatních prostor je v tomto projektu zanedbána. Chlazení je zajištěno klimatizačním systémem skládajícím se z vnitřních kazetových jednotek a venkovní jednotky chlazení. Jelikož jsou kanceláře identických rozměrů výkony všech vnitřních jednotek jsou shodné.

Hygienické větrání a klimatizace

Hygienické předpisy vyžadují, aby kanceláře byly přirozeně větrány mechanickým ovládním oken. Systém chlazení je navržen pro letní období a slouží výhradně k chlazení místností.

Energetické zdroje

Elektrická energie potřebná pro chod zařízení:

- vnitřní kazetové jednotky 220-240 V; 50 Hz
- venkovní jednotky 380-415 V; 50 Hz

Chladicí systém využívá chladivo R410A. Látka není dle směrnice Rady 67/548/EC klasifikována jako nebezpečná.

Popis technického řešení

Chlazení je zajištěno vnitřními 4-cestnými kazetovými jednotkami. Jednotky jsou připevněny pod stropní konstrukcí a veškeré rozvody jsou kryté konstrukcí podhledu. Chladicí zařízení pracuje s chladivem R410A jež není stanoveno jako nebezpečné. Venkovní chladicí jednotka je umístěna na střešní konstrukci. Má zpevněný základ a je opatřena manipulačním prostorem. Navržená venkovní jednotka je schopna obsloužit všechny vnitřní jednotky.

Nároky energie

Pro správný chod zařízení je třeba zajistit dostatečný zdroj energií. Vnitřní jednotky mají dle výrobce příkon 45 W.

Měření a regulace

Navržený systém bude řízen a ovládán samostatným systémem měření a regulace - profese MaR:

- ovládání chodu ventilátorů
- plynulá regulace otáček
- kontrola náplně chladiva
- teplotní čidla venkovní a vnitřní, pro kontrolu provozních parametrů chladicího zařízení
- kontrola chodu kompresoru
- ovládání uzavíracích klapek a servopohonů na vnitřní jednotce
- snímání signalizace chodu, poruchy, zapnutí a vypnutí zdroje chladu
- poruchová signalizace

Nároky na související profese

Stavební úpravy:

- vybudování betonového základu pro venkovní jednotku chladicího systému na střešní konstrukci
- obložení a dotěsnění prostupů potrubí chladicího systému
- vybudování přístupové cesty na střešní konstrukci

Zdravotní technika:

- odvod kondenzátu je zajištěn kondenzační vanou zabudovanou v každé venkovní jednotce
- potrubí chladicího systému vedené po střešní konstrukci je opatřeno plechovým krytem

Protihluková a protiotřesová opatření

Venkovní jednotky chladicího systému jsou uloženy na pružném rámu jež je součástí betonového základu. Prostupy potrubí skrze stavební konstrukce jsou opatřeny pryžovým těsněním.

Protipožární opatření

Chladicí systém je ovládán pomocí samostatného systému měření a regulace, jež v případě vzniku požáru přeruší chod zařízení.

Montážní provoz, údržba a obsluha zařízení

- chladicí jednotka musí pravidelně kontrolována a čištěna dle platných předpisů
- provozní řád údržby je stanoven dle platným předpisů a požadavků
- veškeré kontroly a opravy a jiná manipulace se zařízeními je zapsána v provozním deníku

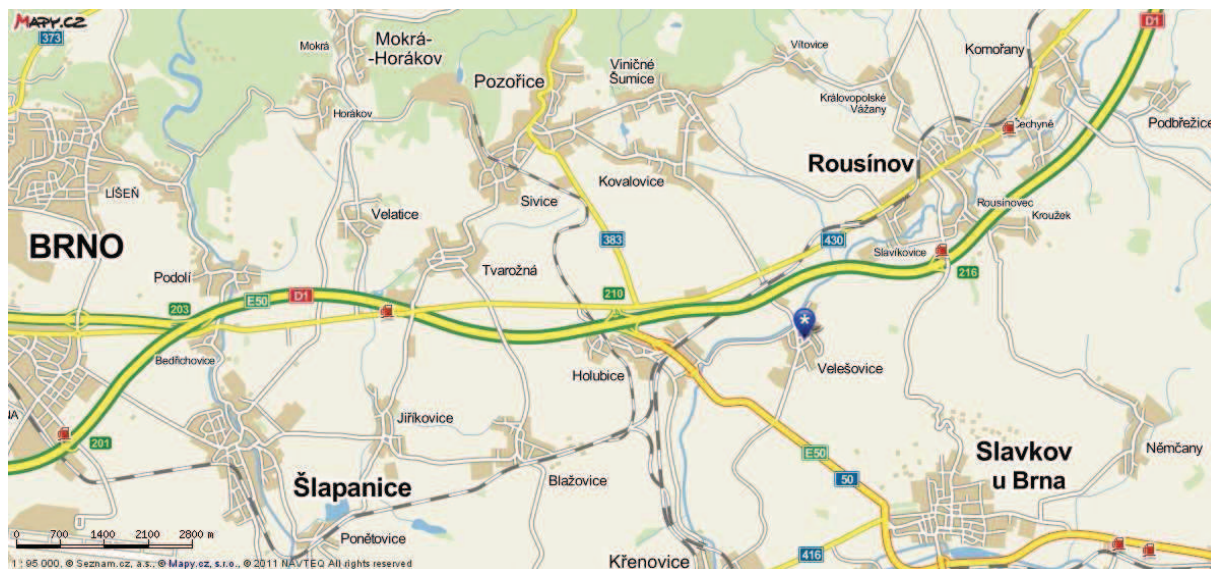
Závěr

Chladicí zařízení bylo navrženo pouze pro pokrytí tepelné zátěže v letním období. Vyžadovaná výměna vzduchu je předpokládána mechanickým otevíráním oken. Zařízení neposkytuje žádnou úpravu vzduchu kromě samotného chlazení.

C EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

8 MĚŘENÝ OBJEKT

Měřený objekt se nachází v obci Velešovice, okres Vyškov zhruba 20 minut od centra Brna (viz.obr. č. 29). Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům z cihelného zdiva. V přízemním podlaží se nachází předsíň, obývací pokoj kombinovaný s kuchyní a jídelnou, komora, koupelna, wc, technická místnost, jeden průchozí pokoj a dva neprůchozí. V druhém podlaží se pak nachází prostorná hala, šatna, koupelna a opět jeden průchozí pokoj a dva neprůchozí. Půdorysy obou podlaží jsou znázorněny na obrázku č. 30 a č. 31.



Obr. 30 - Lokalita měřeného objektu

9 UMÍSTĚNÍ ČIDEL

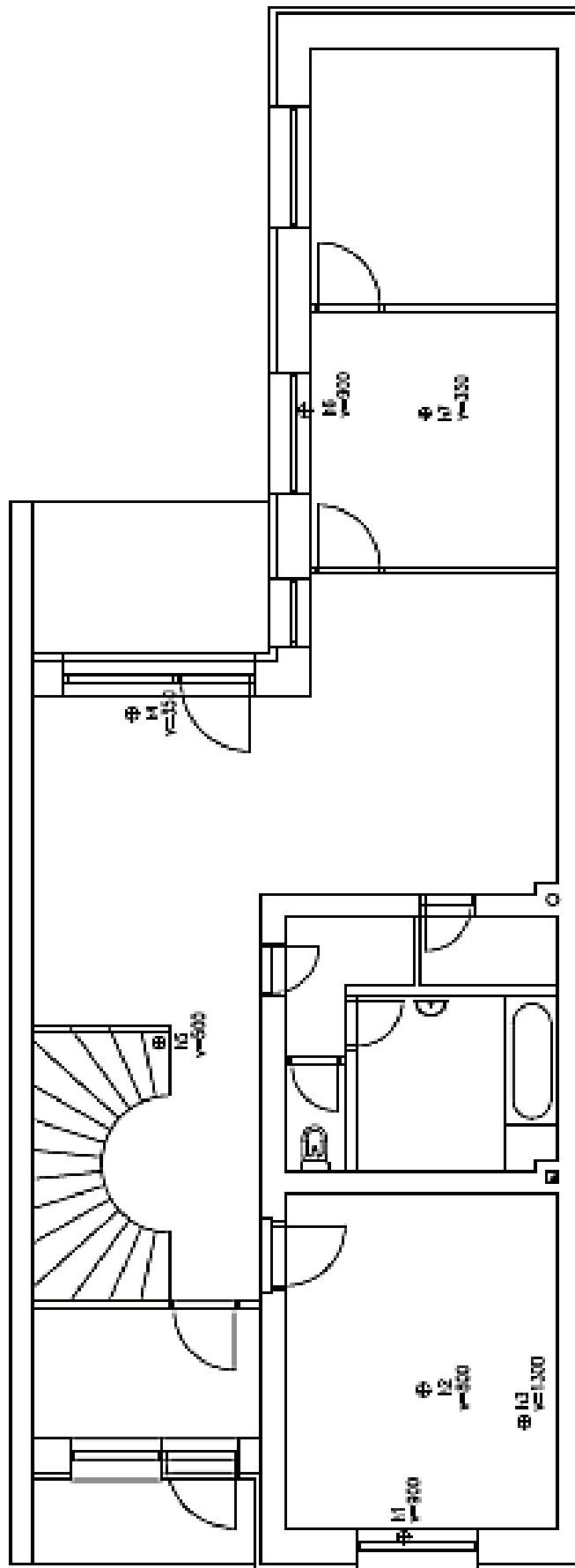
Pro měření bylo použito 12 měřících čidel. Tři čidla byla umístěna v prostorách zahrady, kde nedocházelo k jejich zastínění vlivem žádných překážek (objektů, zeleně). Zbýlých devět čidel bylo umístěno uvnitř měřeného objektu.

V přízemí bylo umístěno sedm čidel. Tři v největším pokoji, dvě v průchozím pokoji a dvě v obývacím pokoji. Jedno z čidel bylo vždy instalováno u prosklené plochy, kde se předpokládají největší zisky a intenzity osvětlení. Druhé čidlo pak bylo instalováno zhruba v centru místnosti.

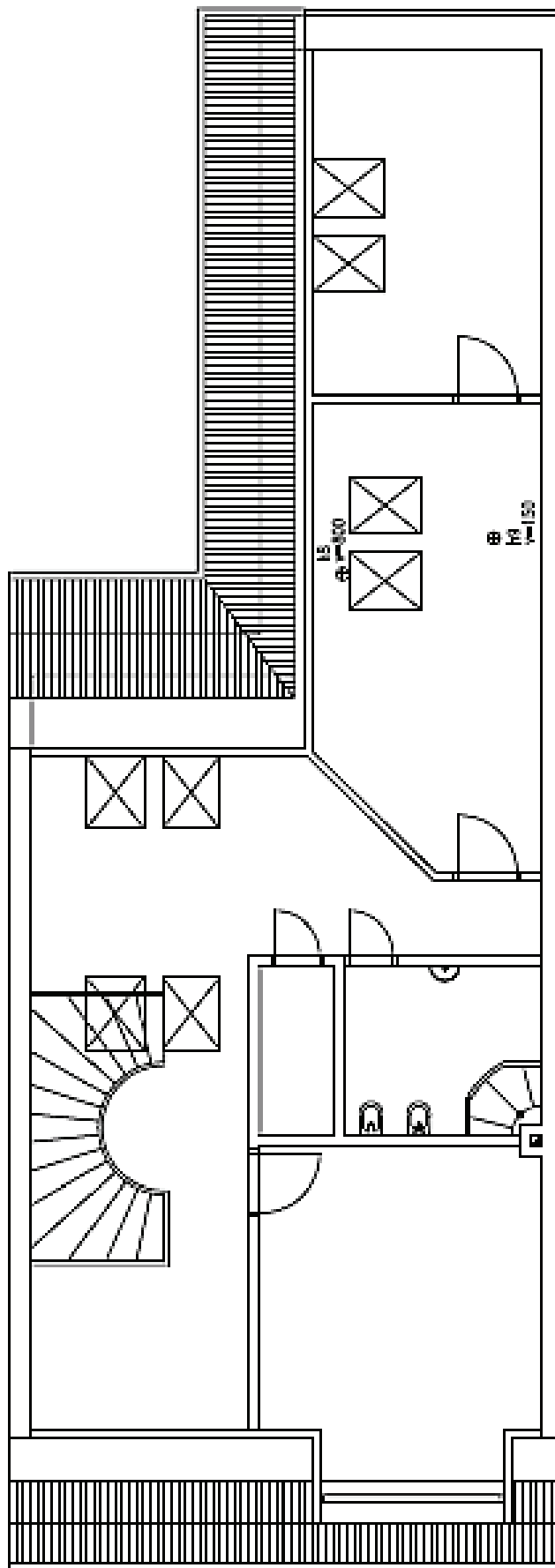
V prvním nadzemním podlaží byly umístěny čidla dvě. Obojí v průchozím pokoji. První čidlo bylo opět instalováno u rámu střešního okna. Druhé čidlo bylo instalováno na protější stěně.

Čidla byla umístěna v různých výškách podle možností interiéru. U okenních ploch se jedná o parapety či rámy, v místnostech pak byla umístěna na konferenčních stolcích nebo jiném dostupném nábytku.

Zakreslení umístění čidel v interiéru je znázorněno na obrázku č. 30 a č. 31.



Obr. 31 - Půdorys 1.NP měřeného objektu rodinného domu

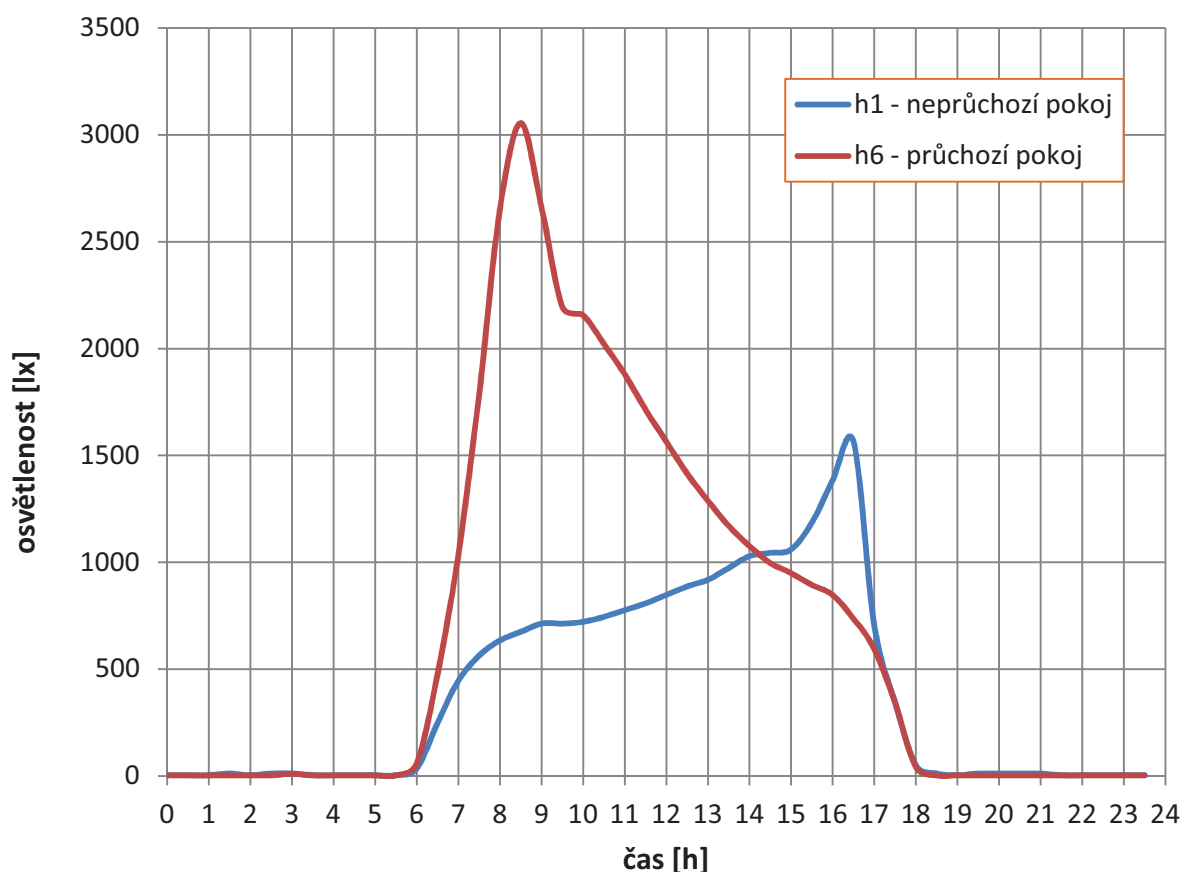


Obr. 32 - Půdorys 2.NP měřeného objektu rodinného domu

10 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

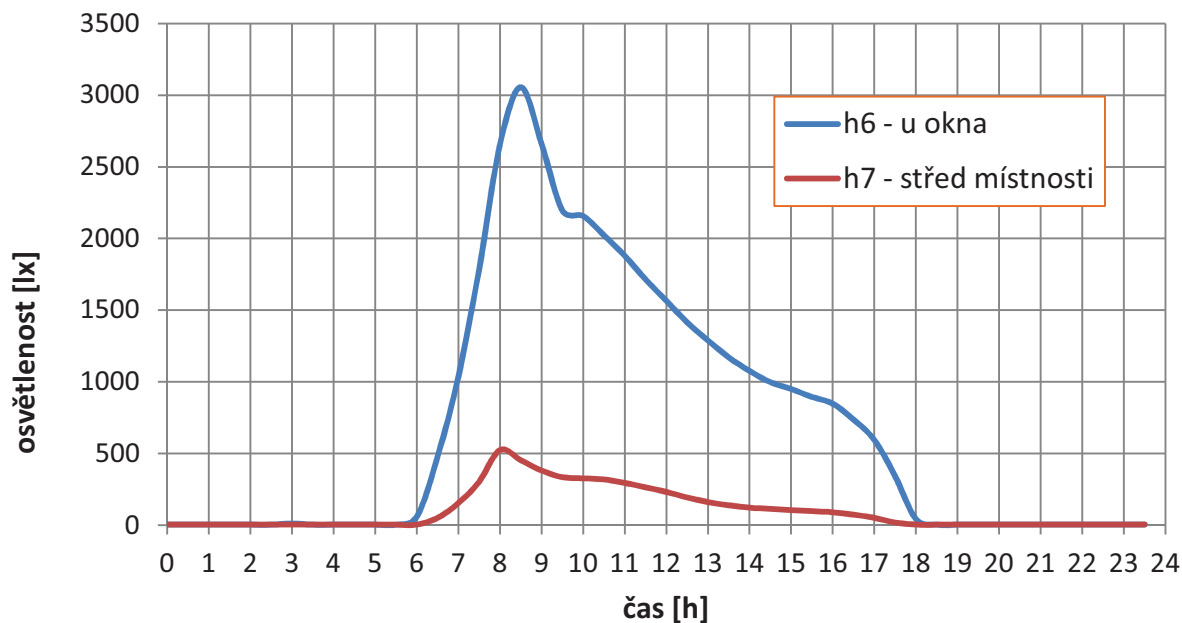
Použitá měřicí stanice značky HOBO byla nastavena pro naměření teploty, vlhkosti, světelné intenzity a teploty rosného bodu po období 17.3. až 25.3. 2012. Měřicí čidla byla umístěna jak ve vnitřním prostoru objektu, tak v prostoru zahrady, jež neposkytovala žádné clonění. Pro výpočty byly využity pouze naměřené hodnoty teplot a světelné intenzity. Pro výpočet tepelné zátěže byly použity data naměřené meteostanicí pro stejné období.

Podle grafického výstupu průběhu osvětlení (obrázek č.32) u okenních konstrukcí v jednotlivých místnostech bylo zjištěno, že neprůchozí pokoj v 1.NP směřuje na jihozápad a obývací pokoj s průchozím pokojem na jihovýchod. Slunce dne 17.3. vyšlo v 6:00 hodin ráno a zapadlo v 18:00 hodin večer. Na jihovýchodní straně, tedy v obývacím pokoji a průchozím pokoji, bylo dosaženo maximálního osvětlení v 8:30. Na jihozápadní straně, na kterou směřuje okno z neprůchozího pokoje, bylo dosaženo maximální hodnoty denního osvětlení v 16:30 hodin. Zobrazení světových stran na objektu je na obrázku č. 36.



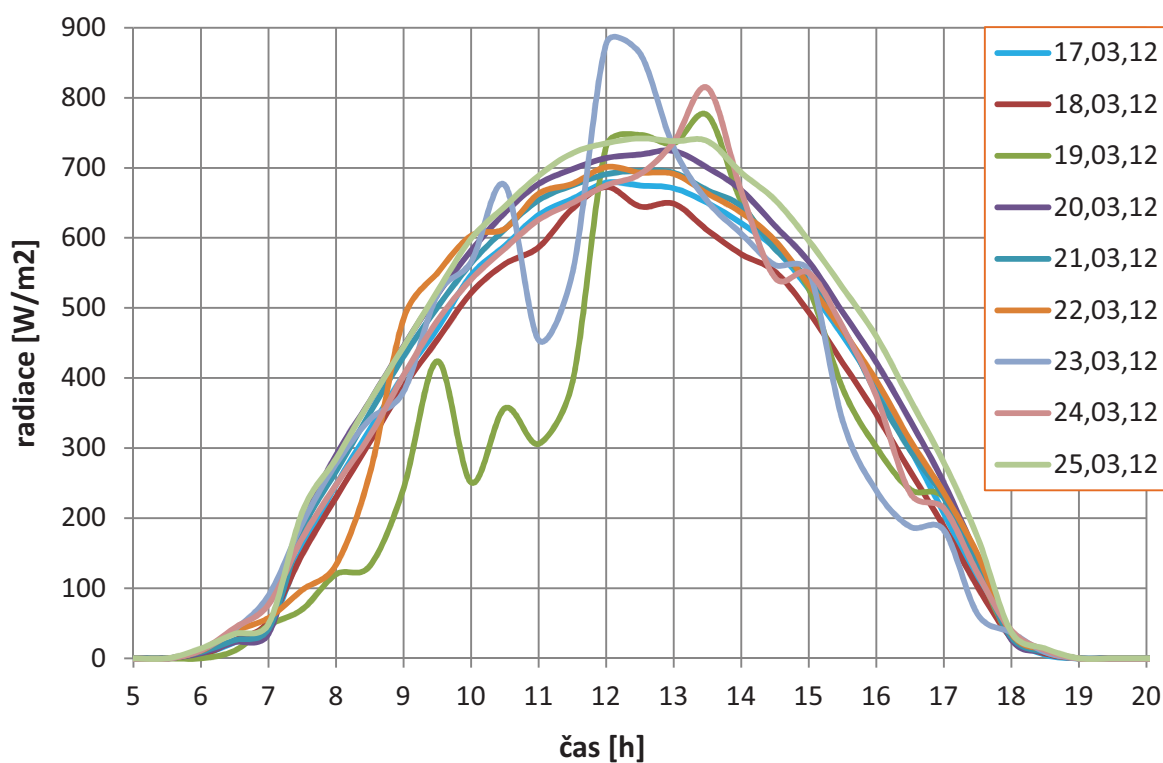
Obr. 33 - Odvození světových stran dle intenzity osvětlení

Na obrázku č. 33 je pak znázorněn příklad poklesu intenzity denního osvětlení směrem od prosklené plochy do místnosti. Hodnota naměřené intenzity osvětlení senzorem u okna, při velikosti okenní plochy 1,6 x 1,5 m, byla 6-ti násobná vzhledem k druhému senzoru ve vzdálenosti 1,5 m od okna (téměř polovina místnosti).



Obr. 34 - Průchozí pokoj 1.NP - pokles intenzity osvětlení

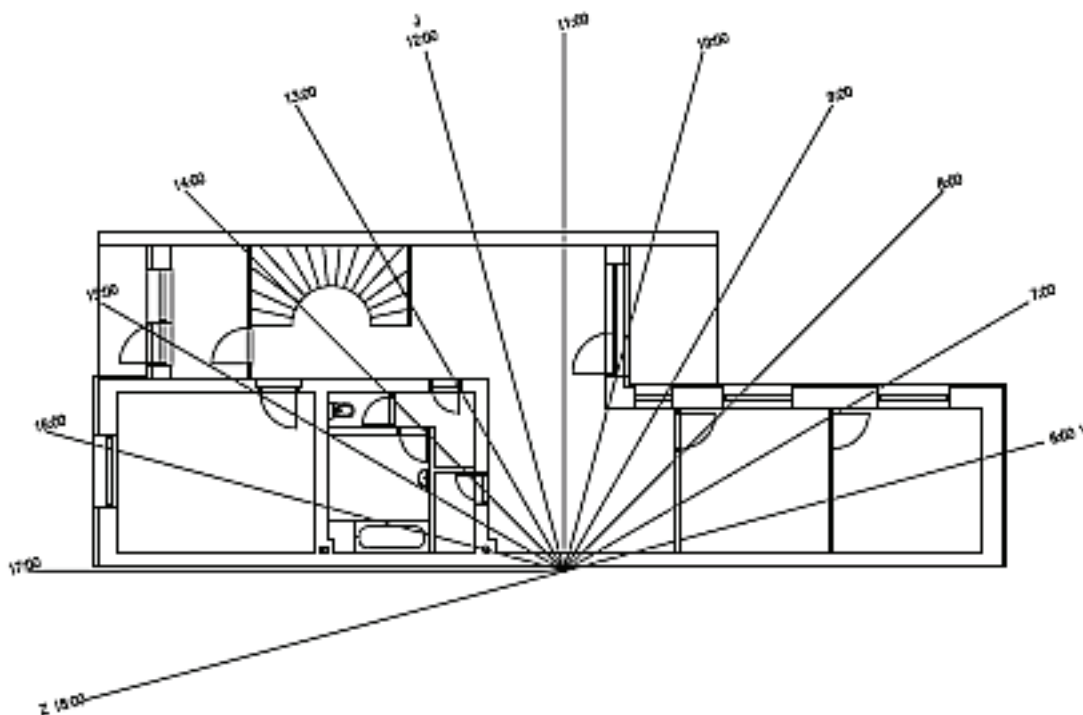
Grafický výstup solární radiace naměřené meteostanicí pro dané období je na obrázku č. 34. Je na něm patrné, že ve dnech 17.3., 18.3., 20.3., 21.3. a 22.3. byla obloha jasná a teplota zvolna rostla. Oproti tomu dny 19.3., 23.3., 24.3. a 25.3. byly zatažené s občasným vyjasněním. Obzvláště dny 19.3. a 23.3., kde solární radiace kolísala nejvíce. Znatelně vyšší naměřené hodnoty v těchto dnech náleží občasným přeháčkám.



Obr. 35 - Solární radiace v období 17.3. až 25.3.2012

Grafické výstupy naměřených dat osvětlení jednotlivých senzorů jsou v příloze 6.

Maximální povolená hladina intenzity denního osvětlení 5000 lx byla překročena v daném období pouze v obývacím pokoji, kde je denní osvětlení zajištěno francouzským oknem a v průchozím pokoji v 2.NP, který je osvětlen střešním oknem. V obývacím pokoji byl maximální limit překročen zhruba v době od 8:00 do 12:00 hodin. Osvětlení střešním oknem překročilo tuto hodnotu od 8:30 do 14:00 hodin.



Obr. 36 - Návrh světových stran dle dosažené světelné intenzity

11 ZHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH VÝSLEDKŮ

Z naměřených dat jsme schopni určit, zda-li byla obloha jasná či zatažená, pokud byly přeháňky nebo v případě objektu světové strany. Potvrdilo se, že na jihovýchodní straně je dosaženo nejvyšších sluneční intenzity a tedy i světelné v dopoledních hodinách a na jihozápadní straně v hodinách odpoledních. Z půdorysů měřeného objektu a naměřených dat je patrné, že světelná intenzita roste úměrně s velikostí prosklené plochy. Běžné okno poskytlo znatelně menší světelné zisky než francouzské okno, přestože obojí směřovala na stejnou světovou stranu. Francouzské okno přesáhlo maximální povolenou hodnotu osvětlení i přes stínící překážky jež poskytla stěnová a střešní konstrukce měřeného objektu. Další místnost, kde byla maximální hranice překročena, je průchozí pokoj v 2.NP se střešním oknem, taktéž na jihovýchodní stranu. Můžeme tedy říci, že šikmé prosklené konstrukce jako jsou například střešní okna, dosahují vyšších tepelných a světelných zisků než konstrukce svislé. Porovnání dosažených zisků francouzským oknem a běžným oknem jsou příloze 7.

D ZÁVĚR

V průběhu této práce se setkáváme s dvojím způsobem výpočtu. První popsáný ve 4 části prvního oddílu udává přesnější výpočet, avšak údaje jež jsou k němu zapotřebí jsou nedostupné v výjimkou několika málo lokalit na světě. I tak se výsledky jednotlivých autorů liší z důvody různých názorů a přesvědčení. Druhá varianta je ta běžně používaná a vychází ze snadno dostupných údajů. Tedy venkovní teploty a času.

Pokusem této práce bylo zjistit, zda-li lze využít jednu veličinu k dosažení té druhé. Vztah pro přepočet tepelného toku na světelný tok je dostupný a byl použit v této práci. Využívá hodnoty světelné účinnosti, kterou lze spočítat pro každou hodinu v průběhu dne z výšky slunce nad obzorem. Další možností je uvažovat s hodnotou 98 lm/W náležící světelné účinnosti slunce, vzatou z webových stránek. Avšak přepočet ze světelného toku na světelnou intenzitu bez uvažování plochy 1 m² se mi nepodařil. Veškeré pokusy o aplikaci na měřeném objektu selhaly. Je tu možnost selhání přepočtu vzhledem k nedostatku naměřených dat. Další faktor, jež ovlivnil tuto práci, byl měřicí rozsah použitých čidel.

Výpočty potvrdily úměrnou závislost mezi světelným a tepelným tokem skrze solární světelnou účinnost. S rostoucí velikostí prosklených ploch rostou i solární zisky. Dalším zjištěním je dosažení vyšších zisků v zimních obdobích, kde se slunce vyskytuje v nižších polohách vzhledem k obzoru, než v letních měsících.

V úvodu této práce se zabírám myšlenkou, kde leží hranice mezi potřebou a designem. Celoprosklené plochy, v dnešní době velmi oblíbené architektky, jsou sice pěkné na pohled, je ale nutné uvažovat s nějakou formou stínění nebo budou výsledné zisky v okolí prosklené konstrukce neúnosné. Menší okno naopak nemusí poskytnout požadované hodnoty v celé ploše místnosti, tudíž vyžadující použití umělého osvětlení.

Mým názorem je, že každý má svůj názor, vkus a požadavky. Zvolená velikosti prosklených ploch jednotlivých staveb je individuálním řešením. Záleží tedy jak na architektovy, tak i na uživateli. Budovy jsou stavěny pro lidi. Pro bydlení, pro práci nebo pro relaxaci. V závěru jde stejně především o spokojenost a bezpečnost. Doba jde kupředu, stále objevujeme nebo se pokoušíme o něco nového. Tvůrčí nápady architektů a projektantů nejsou výjimkou. Hlavní je komunikovat a nezapomenout, že budovy mají i jiný účel než pouze estetický.

E SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A CITACÍ

- [1] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.1.11, odstavec 1
- [2] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.1.11, odstavec 3
- [3] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.2.3
- [4] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.2.3, tabulka 1
- [5] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.5.4, odstavec 3
- [6] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.6.1
- [7] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.6.2
- [8] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.7.2
- [9] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.7.5
- [10] ... ČSN 73 0580 - část 1: Denní osvětlení budov - Základní požadavky; 4.9.1
- [11] ... www.isotra.cz
- [12] ... www.lefaservis.cz
- [13] ... www.archline.cz
- [14] ... www.japonske-steny.cz
- [15] ... www.zaclona.cz
- [16] ... www.novinky.cz
- [17] ... www.markyzy.org
- [18] ... ČSN 73 0580 - část 2: Denní osvětlení budov - Denní osvětlení obytných budov; 2.7.2
- [19] ... ČSN 73 0580 - část 3: Denní osvětlení budov - Denní osvětlení škol; 3.1.3
- [20] ... ČSN 73 0580 - část 3: Denní osvětlení budov - Denní osvětlení škol; 3.1.3, tabulka 2
- [21] ... ČSN 73 0580 - část 3: Denní osvětlení budov - Denní osvětlení škol; 3.1.3, tabulka 3
- [22] ... ČSN 73 0580 - část 3: Denní osvětlení budov - Denní osvětlení škol; 4.1.2
- [23] ... ČSN 73 0580 - část 3: Denní osvětlení budov - Denní osvětlení škol; 4.2.4
- [24] ... ČSN EN 12464 - část 1: Světlo a osvětlení - Vnitřní pracovní prostory; 5.3, tabulka 5.3
- [25] ... www.geocaching.com
- [26] ... Gebauer, G; Rubinová, O; Horká, H: Vzduchotechnika; 2005
- [27] ... ČSN 73 0548 : Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů; IV.64
- [28] ... ČSN 73 0548 : Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů; tabulka 11
- [29] ... Hofmannová, M: Osvětlení; www.izolace.cz
- [30] ... www.nss.org_figure 2-3
- [31] ... Littlefair: The luminous efficacy of daylight; Lighting research & technology 17(4); 162-182; 1985; 2.1.1; odstavec 2
- [32] ... Littlefair: The luminous efficacy of daylight; Lighting research & technology 17(4); 162-182; 1985; 2.1.2.3; tabulka 2
- [33] ... Littlefair: The luminous efficacy of daylight; Lighting research & technology 17(4); 162-182; 1985; 2.1.2.3; tabulka 2
- [34] ... www.nrel.gov; Simple Solar Spectral Model for Direct and Diffuse Irradiance on Horizontal and Tilted Planes at the Earth's Surface for Cloudless Atmospheres
- [35] ... Littlefair: The luminous efficacy of daylight; Lighting research & technology 17(4); 162-182; 1985; 2.1.4; tabulka 3
- [36] ... Littlefair: The luminous efficacy of daylight; Lighting research & technology 17(4); 162-182; 1985; část 7
- [37] ... Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci; www.tzb-info.cz

- [38] ... ČSN 73 0540 - část 2: Tepelná ochrana budov - Požadavky; 6.2.1, tabulka 3
- [39] ... Donatáková, D: Stavební akustika a denní osvětlení, M02; 3.2, obrázek 3.3
- [40] ... katalog produktů firmy LG - vnitřní jednotky
- [41] ... katalog produktů firmy LG - venkovní jednotky

F SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

E	... osvětlenost v kontrolním bodě	[%]
E_h	... srovnávací osvětlenost venkovní vodorovné nezacloněné roviny	[%]
D_{min}	... činitel denní osvětlenosti minimální	[%]
D_m	... činitel denní osvětlenosti průměrný	[%]
P	... pozorovací vzdálenost	[mm]
d	... rozměr kritického detailu	[mm]
\bar{E}_m	... osvětlenost ve srovnávací rovině	[lx]
t_e	... venkovní teplota	[°C]
$t_{e,max}$	... maximální teplota příslušného dne	[°C]
A	... amplituda kolísání teplot venkovního vzduchu	[K]
τ	... sluneční čas	[h]
δ	... deklinace	[°]
M	... číslo měsíce	
h	... výška slunce nad obzorem	[°]
a	... sluneční azimut	[°]
θ	... úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem slunečních paprsků	[lx]
α	... úhel stěny s vodorovnou rovinou na straně odvrácené od slunce	[°]
γ	... azimutový úhel normály stěny	[°]
\dot{I}_D	... intenzita přímé sluneční radiace	[W/m ²]
z	... součinitel znečištění atmosféry	[-]
H	... nadmořská výška	[km]
\dot{I}_d	... intenzita difúzní sluneční radiace	[W/m ²]
\dot{I}_o	... sluneční konstanta	[W/m ²]
\dot{I}_ξ	... intenzita čisté sluneční radiace při průchodu čistou atmosférou	[W/m ²]
\dot{I}	... výsledná intenzita sluneční radiace	[W/m ²]
Q_{ok}	... prostup tepla okny konvekcí	[W]
Q_{or}	... prostup tepla okny radiací	[W]
U_o	... součinitel prostupu tepla oknem	[W/(m ² K)]
S_o	... plocha okna včetně rámu	[m ²]
t_i	... vnitřní teplota	[°C]
t_{io}	... vnitřní teplota vedlejší místnosti	[°C]
T_D	... celková propustnost přímé sluneční radiace	[-]
T_d	... celková propustnost difúzní sluneční radiace	[-]
S_{os}	... osluněný povrch okna	[m ²]
c_o	... korekce na čistotu atmosféry	[-]
s	... stínící součinitel	[-]
L_A, L_B	... rozměry okna	[m]
e_1, e_2	... délky stínu v okenním otvoru od okraje stínící překážky	[m]
f, g	... odstup svislé a vodorovné části okna od stínící překážky	[m]
d	... hloubka okna	[m]
c	... hloubka okna vzhledem k horní stínící desce	[m]
ΔQ	... snížení tepelných zisků	[W]
M	... hmotnost obvodových konstrukcí uvažovaných pro akumulaci	[kg]

Δt	... max. přípustěné překročení teploty klimatizovaného prostoru	[K]
$Q_{or,m}$	... průměrné tepelné zisky v době provozu zařízení	[W]
n	... počet hodin provozu zařízení	[-]
E_{esn}	... Bouguer-Lambertův zákon pro vkročení slunečního paprsku do atmosféry	[W/m ²]
$E_{eo}(\lambda)$	... solární konstanta závislá na solární délce	[W/m ²]
S	... korekce vzdálenosti Země a Slunce	[-]
m	... atmosférická hmota, množství vzduchu již paprsek prochází	[-]
$a(\lambda)$	... atmosférický koeficient absorpance	[1/μm]
γ_s	... výška slunce nad obzorem	[°]
n_d	... příslušný den v roce	[-]
$a_R(\lambda)$	... Rayleighův koeficient	[1/μm]
$a_D(\lambda)$	... aerosolový koeficient	[1/μm]
$a_w(\lambda)$	... plynový koeficient	[1/μm]
λ	... vlnová délka	[μm]
α	... exponent vlnové délky závislý na Angstromově znečištění	[-]
α	... faktor závislý na velikosti aerosolových částic	[-]
β	... Angstromův koeficient znečištění	[-]
$a_{w\lambda}$	... absorpční koeficient vodní páry	[-]
w	... množství vodní páry	[cm]
d	... tloušťka konstrukce	[m]
λ	... součinitel tepelné vodivosti	[W/(mK)]
R	... tepelný odpor konstrukce	[(m ² K)/W]
U	... součinitel prostupu tepla konstrukce	[W/(m ² K)]
U_N	... požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce	[W/(m ² K)]
Q_l	... tepelné zisky od lidí	[W]
Q_{sv}	... tepelné zisky od svítidel	[W]
Q_e	... tepelné zisky od elektrických zařízení	[W]
Q_v	... tepelné zisky vnitřními konstrukcemi	[W]
Q_s	... tepelné zisky vnějšími konstrukcemi	[W]
Q_{ok}	... tepelné zisky okny konvekci	[W]
Q_{or}	... tepelné zisky okny radiací	[W]
Q_o	... vodní zisky	[g/h]
Q_{vi}	... tepelné ztráty větráním	[W]
n	... počet lidí, elektrických zařízení	[-]
P	... příkon svítidel; příkon elektrických zařízení	[W]
c_1	... součinitel současnosti chodu	[-]
c_2	... součinitel zbytkový	[-]
c_3	... součinitel průměrného zatížení zařízení	[-]
S	... plocha	[m ²]
t_{rm}	... průměrná venkovní teplota	[°C]
$t_{r\psi}$	... rovnocenná sluneční teplota v dřívější době	[°C]
m	... součinitel zmenšení teplotního kolísání	[-]
t_r	... venkovní teplota v daném čase	[°C]
δ	... tloušťka konstrukce	[m]
M_w	... odpar z mokrého povrchu	[g/h]

V_m	... objem prostoru	$[m^3]$
$V_{min,i}$	... hygienické minimum přiváděného vzduchu	$[m^3/h]$
$V_{inf,i}$	... infiltrace přes obálku budovy	$[m^3/h]$
V_i	... přiváděný vzduch	$[m^3/h]$
n_{min}	... minimální výměna vzduchu	$[1/h]$
n_{50}	... výměna vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa mezi exteriérem a interiérem	$[1/h]$
e_i	... koeficient chránění	$[-]$
ε_i	... korekční činitel výšky	$[-]$

G SEZNAM VLOŽENÝCH TABULEK

Tabulka 1: Třídění zrakových činností a hodnoty činitele denní osvětlenosti [4]	7
Tabulka 2: Požadavky na denní osvětlení ve školách [20].....	15
Tabulka 3: Požadavky na denní osvětlení v předškolních zařízení [21].....	15
Tabulka 4: Požadavky na osvětlení v administrativních prostorech [24].....	16
Tabulka 5: Průměrný měsíční součinitel znečištění atmosféry pro různé oblasti [26]	19
Tabulka 6: Korekční součinitel znečištění atmosféry dle lokality [27]	21
Tabulka 7: Stínící součinitel vybraných stínících prostředků [28]	21
Tabulka 8: Angstromův koeficient znečištění dle lokality [32].....	27
Tabulka 9: Typické hodnoty množství vodní páry dle klimatu [33].....	28
Tabulka 10: Příklady hodnot světelného výkonu přímého slunečního záření [35]	28
Tabulka 11: Součinitel prostupu tepla stavebních konstrukcí.....	39
Tabulka 12: Souhrn tepelné bilance jednotlivých variant zasklení	48
Tabulka 13: Specifikace vnitřní jednotky [40]	49
Tabulka 14: Souhrn výkonu pro vnitřní jednotky	49
Tabulka 15: Souhrn výkonu venkovních jednotek.....	49
Tabulka 16: Specifikace venkovní jednotky [41]	51

H SEZNAM VLOŽENÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Příklad rozmístění kontrolních bodů na srovnávací rovině	5
Obr. 2 - Příklad rozmístění kontrolních bodů na srovnávací rovině při hloubce $\leq 2,4$ m.....	6
Obr. 3 - Poměrná pozorovací vzd. dána podílem pozorovací vzd. P a rozměru kritického detailu d.....	8
Obr. 4 - Žaluzie [11]	12
Obr. 5 - Roleta [12]	12
Obr. 6 - Slunolam [13]	12
Obr. 7 - Posuvná stěna [14]	13
Obr. 8 - Zástlona [15].....	13
Obr. 9 - Závěs [16]	13
Obr. 10 - Markýza [17]	13
Obr. 11 - Sluneční deklinace [25]	18
Obr. 12 - Znázornění osluněné části okna.....	21
Obr. 13 - Solární radiace v závislosti na vlnové délce.....	26
Obr. 14 - HOBO měřicí stanice.....	31
Obr. 15 - Grafy závislostí HOBO měřicí stanice	32
Obr. 16 - Kancelářský program Excel.....	34
Obr. 17 - Celý objekt v programu Wdls	35
Obr. 18 - Samostatná místnost v programu Wdls	35
Obr. 19 - Půdorys 1.NP s variantami zaklení	40
Obr. 20 - Půdorys 2.NP až 4.NP s variantami zasklení.....	41
Obr. 21 - Varianty zasklení kanceláře.....	42
Obr. 22 - Příklad funkčního vymezení vnitřního prostoru [39]	47
Obr. 23 - Kazetová jednotka firmy GL [40].....	48
Obr. 24 - Venkovní jednotka MULTI V PLUS II firmy GL [41]	49
Obr. 25 - Osvětlenost v kontrolním bodě dle činitele denní osvětlenosti	53
Obr. 26 - Činitel denní osvětlenosti - varianta A s nábytkem.....	53
Obr. 27 - Prostup tepla oknem v závislosti na velikosti zasklení.....	55
Obr. 28 - Prostup tepla oknem radiací v závislosti na velikosti zasklení	55
Obr. 29 - Prostup tepla konvekcí v závislosti na velikosti zasklení.....	56
Obr. 30 - Lokalita měřeného objektu	61
Obr. 31 - Půdorys 1.NP měřeného objektu rodinného domu.....	62
Obr. 32 - Půdorys 2.NP měřeného objektu rodinného domu.....	63
Obr. 33 - Odvození světových stran dle intenzity osvětlení.....	64
Obr. 34 - Průchozí pokoj 1.NP - pokles intenzity osvětlení	65
Obr. 35 - Solární radiace v období 17.3. až 25.3.2012	65
Obr. 36 - Návrh světových stran dle dosažené světelné intenzity	66

I SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Výpočet tepelné bilance jednotlivých variant zasklení
- Příloha 2 Výstupy výpočetního programu Wdls pro jednotlivé varianty zasklení
- Příloha 3 Výpočet solární tepelné zátěže jednotlivých variant prosklení
- Příloha 4 Graf světelného toku přes světelnou účinnost - léto/zima- varianta A
- Příloha 5 Naměřená data osvětlení pro jednotlivé dny
- Příloha 6 Grafické výstupy měření intenzity osvětlení rodinného domu pro jednotlivé dny
- Příloha 7 Závislost tepelného a světelného toku - měřený objekt

J SEZNAM VÝKRESŮ

- Výkres č. 01 Varianta A - Půdorys 1.NP
- Výkres č. 02 Varianta A - Půdorys 2.NP
- Výkres č. 03 Varianta A - Půdorys střešní konstrukce
- Výkres č. 04 Varianta A - Řez budovou
- Výkres č. 05 Varianta B - Půdorys 1.NP
- Výkres č. 06 Varianta B - Půdorys 2.NP
- Výkres č. 07 Varianta B - Půdorys střešní konstrukce
- Výkres č. 08 Varianta B - Řez budovou
- Výkres č. 09 Varianta C - Půdorys 1.NP
- Výkres č. 10 Varianta C - Půdorys 2.NP
- Výkres č. 11 Varianta C - Půdorys střešní konstrukce
- Výkres č. 12 Varianta C - Řez budovou
- Výkres č. 13 Varianta A - Pohled na jižní stěnu budovy
- Výkres č. 14 Varianta B - Pohled na jižní stěnu budovy
- Výkres č. 15 Varianta C - Pohled na jižní stěnu budovy

K PŘÍLOHY

Varianta A

TEPELNÁ ZÁTĚŽ - červenec				
Místnost	4.03	Kancelář		
Oblast	Brno			
Typ prosklení				Jednoduché okno
Venkovní teplota	t_e	°C	30	
Vnitřní teplota	t_i	°C	24	
Doba výpočtu	-	hod	12	
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ				
Počet lidí	n	-	2	
Teplota člověka	t_g	°C	36	
$Q_l = n \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i)$				148,80 W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL				
Osvětlená plocha	S	m ²	0,00	
Celkový příkon svítidel	P	W	18	
Součinitel současnosti chodu	c_1	-	1	
Součinitel zbytkový	c_2	-	1	
$Q_{sv} = P \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot S$				0,00 W
PRODUKCE OD ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ				
Příkon jednoho zařízení	P	W	100	
Počet elektrických zařízení	n	-	2	
Součinitel současnosti chodu	c_1	-	1	
Součinitel průměrného zatížení zařízení	c_3	-	1	
$Q_e = P \cdot c_1 \cdot c_3$				200,00 W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ - STĚNA				
Plocha	S	m ²	12,45	
Součinitel prostupu tepla	U	Wm ⁻² K ⁻¹	1,08	
Teplota sousední místnosti	t_{io}	°C	15	
$Q_v = S \cdot U \cdot (t_{io} - t_i)$				-121,01 W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ - PODLAHA				
Plocha	S	m ²	15,10	
Součinitel prostupu tepla	U	Wm ⁻² K ⁻¹	0,73	
Teplota sousední místnosti	t_{io}	°C	24	
$Q_v = S \cdot U \cdot (t_{io} - t_i)$				0,00 W
TEPELNÉ ZISKY VENKOVNÍ KONSTRUKCÍ				
Plocha střešní konstrukce	S_1	m ²	15,10	
Plocha venkovní stěny	S_2	m ²	12,45	
Součinitel prostupu tepla střešní konstrukce	U_1	Wm ⁻² K ⁻¹	0,44	
Součinitel prostupu tepla venkovní stěny	U_2	Wm ⁻² K ⁻¹	0,3	
Teplota venkovní průměrná	t_{rm}	°C	29,6	
Rovnocenná sluneční teplota v dřívější době	$t_{r\psi}$	°C	16,9	
Součinitel zmenšení teplotního kolísání	m	-	0,314	
$Q_s = S \cdot U \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})]$				16,77 W
TEPELNÉ ZISKY OKNY KONVEKČÍ				
Plocha okna	S_o	m ²	2,4	
Součinitel prostupu tepla - okno	U_o	Wm ⁻² K ⁻¹	1,1	
Teplota venkovní v daném čase	t_r	°C	43	
$Q_{ok} = S_o \cdot U_o \cdot (t_r - t_i) \cdot n$				50,16 W

TEPELNÉ ZISKY OKNY RADIACÍ			
Plocha okna	S_o	m ²	2,4
Plocha zasklení	S_{os}	m ²	2,10
Korekce na čistotu atmosféry	c_o	-	0,85
Celková intenzita sluneční radiace	I	Wm ⁻²	507,717
Součinitel stínění	s	-	0,9
Počet oken	n	-	1
$Q_{or} = (S_{os} \cdot I \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_d) \cdot s \cdot n$			863,22 W

$S_{os} = (L - e_1 - f) \cdot (H - e_2 - g)$			2,10
svislá délka stínu	e_1	m	0,0005
vodorovná délka stínu	e_2	m	0,2019
clonění po šířce okna	f	m	0
clonění po výšce okna	g	m	0
vzdálenost sklo - vnější líc zdiva	$c = d$	m	0,1
šířka okna	L	m	1,5
výška okna	H	m	1,6
stínění - dvojitě sklo		0,9	0,9

světová strana			J
sluneční azimut	a	°	130,004
azimut stěny	γ	°	180
výška slunce	h	°	52,387
úhel stěny s vodorovnou hladinou	α	°	90
součinitel znečištění atmosféry	z	-	5
propustnost difuzní sluneční radiace	T_d	-	0,85
propustnost přímé sluneční radiace	T_D	-	0,81
úhel - normála povrchu a paprsek	θ	°	52,555
intenzita přímé sluneční radiace	I_D	Wm ⁻²	438,220
intenzita difuzní sluneční radiace	I_d	Wm ⁻²	179,168

VODNÍ ZISKY			
Odpar z mokrého povrchu	M_w	kg/s	107
$Q_o = M_w \cdot n$			0,06 g/h

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM			
Objem prostoru	V_m	m ³	45,443
Hygienické minimum přiváděného vzduchu	$V_{min,i}$	m ³ h ⁻¹	45,443
Infiltrace přes obálku budovy	$V_{inf,i}$	m ³ h ⁻¹	9,815688
Minimální výměna vzduchu	n_{min}	h ⁻¹	1,0
Výměna vzduchu při 50 Pa mezi prostředím	n_{50}	h ⁻¹	3,0
Koeficient chránění	e_i	-	0,03
Korekční činitel výšky	ε_i	-	1,2
$V_i = \max(V_{min,i}; V_{inf,i})$			45,443
$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_m$			45,443
$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$			9,815688
$Q_{vi} = 0,34 \cdot V_i \cdot (t_i - t_e)$			-92,70 W

CELKOVÉ TEPELNÉ ZISKY		
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ	149	W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL	0	W
PRODUKCE OD ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ	200	W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ -STĚNA	-121	W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ -PODLAHA	0	W
TEPELNÉ ZISKY VENKOVNÍ KONSTRUKCE	17	W
TEPELNÉ ZISKY OKNY KONVEKCIÍ	50	W
TEPELNÉ ZISKY OKNY RADIACÍ	863	W
VODNÍ ZISKY	0,06	g/h
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	-93	W
CELKOVÉ TEPELNÉ ZISKY MÍSTNOSTI	1065	W

Varianta B

TEPELNÁ ZÁTĚŽ - červenec				
Místnost	4.03	Kancelář		
Oblast	Brno			
Typ prosklení				Pás oken
Venkovní teplota	t_e	°C	30	
Vnitřní teplota	t_i	°C	24	
Doba výpočtu	-	hod	12	
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ				
Počet lidí	n	-	2	
Teplota člověka	t_g	°C	36	
$Q_l = n \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i)$				148,80 W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL				
Osvětlená plocha	S	m ²	0,00	
Celkový příkon svítidel	P	W	18	
Součinitel současnosti chodu	c_1	-	1	
Součinitel zbytkový	c_2	-	1	
$Q_{sv} = P \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot S$				0,00 W
PRODUKCE OD ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ				
Příkon jednoho zařízení	P	W	100	
Počet elektrických zařízení	n	-	2	
Součinitel současnosti chodu	c_1	-	1	
Součinitel průměrného zatížení zařízení	c_3	-	1	
$Q_e = P \cdot c_1 \cdot c_3$				200,00 W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ - STĚNA				
Plocha	S	m ²	12,45	
Součinitel prostupu tepla	U	Wm ⁻² K ⁻¹	1,08	
Teplota sousední místnosti	t_{io}	°C	15	
$Q_v = S \cdot U \cdot (t_{io} - t_i)$				-121,01 W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ - PODLAHA				
Plocha	S	m ²	15,10	
Součinitel prostupu tepla	U	Wm ⁻² K ⁻¹	0,73	
Teplota sousední místnosti	t_{io}	°C	24	
$Q_v = S \cdot U \cdot (t_{io} - t_i)$				0,00 W
TEPELNÉ ZISKY VENKOVNÍ KONSTRUKCÍ				
Plocha střešní konstrukce	S_1	m ²	15,10	
Plocha venkovní stěny	S_2	m ²	12,45	
Součinitel prostupu tepla střešní konstrukce	U_1	Wm ⁻² K ⁻¹	0,44	
Součinitel prostupu tepla venkovní stěny	U_2	Wm ⁻² K ⁻¹	0,3	
Teplota venkovní průměrná	t_{rm}	°C	29,6	
Rovnocenná sluneční teplota v dřívější době	$t_{r\psi}$	°C	16,9	
Součinitel zmenšení teplotního kolísání	m	-	0,314	
$Q_s = S \cdot U \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})]$				16,77 W
TEPELNÉ ZISKY OKNY KONVEKČÍ				
Plocha okna	S_o	m ²	6,4	
Součinitel prostupu tepla - okno	U_o	Wm ⁻² K ⁻¹	1,1	
Teplota venkovní v daném čase	t_r	°C	43	
$Q_{ok} = S_o \cdot U_o \cdot (t_r - t_i) \cdot n$				133,76 W

TEPELNÉ ZISKY OKNY RADIACÍ			
Plocha okna	S_o	m^2	6,4
Plocha zasklení	S_{os}	m^2	5,59
Korekce na čistotu atmosféry	c_o	-	0,85
Celková intenzita sluneční radiace	I	Wm^{-2}	507,717
Součinitel stínění	s	-	0,9
Počet oken	n	-	1
$Q_{or} = (S_{os} \cdot I \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_d) \cdot s \cdot n$			2302,18 W

$S_{os} = (L - e_1 - f) \cdot (H - e_2 - g)$			5,59
svislá délka stínu	e_1	m	0,0005
vodorovná délka stínu	e_2	m	0,2019
clonění po šířce okna	f	m	0
clonění po výšce okna	g	m	0
vzdálenost sklo - vnější líc zdiva	$c = d$	m	0,1
šířka okna	L	m	4
výška okna	H	m	1,6
stínění - dvojitě sklo		0,9	0,9

světová strana			J
sluneční azimut	a	$^\circ$	130,004
azimut stěny	γ	$^\circ$	180
výška slunce	h	$^\circ$	52,387
úhel stěny s vodorovnou hladinou	α	$^\circ$	90
součinitel znečištění atmosféry	z	-	5
propustnost difuzní sluneční radiace	T_d	-	0,85
propustnost přímé sluneční radiace	T_D	-	0,81
úhel - normála povrchu a paprsek	θ	$^\circ$	52,555
intenzita přímé sluneční radiace	I_D	Wm^{-2}	438,220
intenzita difuzní sluneční radiace	I_d	Wm^{-2}	179,168

VODNÍ ZISKY			
Odpar z mokrého povrchu	M_w	kg/s	107
$Q_o = M_w \cdot n$			0,06 g/h

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM			
Objem prostoru	V_m	m^3	45,443
Hygienické minimum přiváděného vzduchu	$V_{min,i}$	m^3h^{-1}	45,443
Infiltrace přes obálku budovy	$V_{inf,i}$	m^3h^{-1}	9,815688
Minimální výměna vzduchu	n_{min}	h^{-1}	1,0
Výměna vzduchu při 50 Pa mezi prostředím	n_{50}	h^{-1}	3,0
Koeficient chránění	e_i	-	0,03
Korekční činitel výšky	ε_i	-	1,2
$V_i = \max(V_{min,i}; V_{inf,i})$			45,443
$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_m$			45,443
$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$			9,815688
$Q_{vi} = 0,34 \cdot V_i \cdot (t_i - t_e)$			-92,70 g/h

CELKOVÉ TEPELNÉ ZISKY		
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ	149	W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTEL	0	W
PRODUKCE OD ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ	200	W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ -STĚNA	-121	W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ -PODLAHA	0	W
TEPELNÉ ZISKY VENKOVNÍ KONSTRUKCE	17	W
TEPELNÉ ZISKY OKNY KONVEKCIÍ	134	W
TEPELNÉ ZISKY OKNY RADIACÍ	2302	W
VODNÍ ZISKY	0,06	g/h
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	-93	g/h
CELKOVÉ TEPELNÉ ZISKY MÍSTNOSTI	2588	W

Varianta C

TEPELNÁ BILANCE - červenec				
Místnost	4.03	Kancelář		
Oblast	Brno			
Typ prosklení				Celoprosklená stěna
Venkovní teplota	t_e	°C	30	
Vnitřní teplota	t_i	°C	24	
Doba výpočtu	-	hod	12	
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ				
Počet lidí	n	-	2	
Teplota člověka	t_g	°C	36	
$Q_l = n \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i)$				148,80 W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL				
Osvětlená plocha	S	m ²	0,00	
Celkový příkon svítidel	P	W	18	
Součinitel současnosti chodu	c_1	-	1	
Součinitel zbytkový	c_2	-	1	
$Q_{sv} = P \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot S$				0,00 W
PRODUKCE OD ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ				
Příkon jednoho zařízení	P	W	100	
Počet elektrických zařízení	n	-	2	
Součinitel současnosti chodu	c_1	-	1	
Součinitel průměrného zatížení zařízení	c_3	-	1	
$Q_e = P \cdot c_1 \cdot c_3$				200,00 W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ - STĚNA				
Plocha	S	m ²	12,45	
Součinitel prostupu tepla	U	Wm ⁻² K ⁻¹	1,08	
Teplota sousední místnosti	t_{io}	°C	15	
$Q_v = S \cdot U \cdot (t_{io} - t_i)$				-121,01 W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ - PODLAHA				
Plocha	S	m ²	16,20	
Součinitel prostupu tepla	U	Wm ⁻² K ⁻¹	0,73	
Teplota sousední místnosti	t_{io}	°C	24	
$Q_v = S \cdot U \cdot (t_{io} - t_i)$				0,00 W
TEPELNÉ ZISKY VENKOVNÍ KONSTRUKCÍ				
Plocha střešní konstrukce	S_1	m ²	16,20	
Plocha venkovní stěny	S_2	m ²	0	
Součinitel prostupu tepla střešní konstrukce	U_1	Wm ⁻² K ⁻¹	0,44	
Součinitel prostupu tepla venkovní stěny	U_2	Wm ⁻² K ⁻¹	0,3	
Teplota venkovní průměrná	t_{rm}	°C	29,6	
Rovnocenná sluneční teplota v dřívější době	$t_{r\psi}$	°C	16,9	
Součinitel zmenšení teplotního kolísání	m	-	0,314	
$Q_s = S \cdot U \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})]$				11,52 W
TEPELNÉ ZISKY OKNY KONVEKČÍ				
Plocha okna	S_o	m ²	12	
Součinitel prostupu tepla - okno	U_o	Wm ⁻² K ⁻¹	1,1	
Teplota venkovní v daném čase	t_r	°C	43	
$Q_{ok} = S_o \cdot U_o \cdot (t_r - t_i) \cdot n$				250,80 W

TEPELNÉ ZISKY OKNY RADIACÍ			
Plocha okna	S_o	m^2	12
Plocha zasklení	S_{os}	m^2	12,00
Korekce na čistotu atmosféry	c_o	-	0,85
Celková intenzita sluneční radiace	I	Wm^{-2}	507,717
Součinitel stínění	s	-	0,9
Počet oken	n	-	1
$Q_{or} = (S_{os} \cdot I \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_d) \cdot s \cdot n$			4660,84 W

$S_{os} = (L - e_1 - f) \cdot (H - e_2 - g)$			12,00
svislá délka stínu	e_1	m	0,0000
vodorovná délka stínu	e_2	m	0,0000
clonění po šířce okna	f	m	0
clonění po výšce okna	g	m	0
vzdálenost sklo - vnější líc zdiva	$c = d$	m	0
šířka okna	L	m	4
výška okna	H	m	3
stínění - dvojitě sklo		0,9	0,9

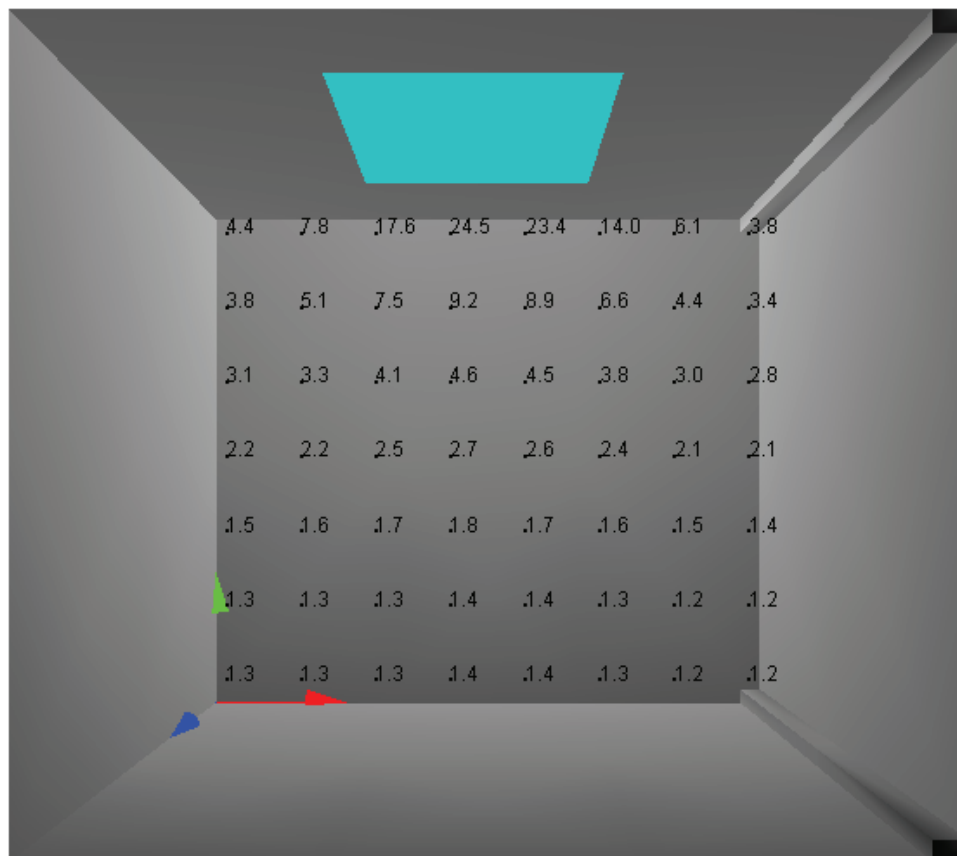
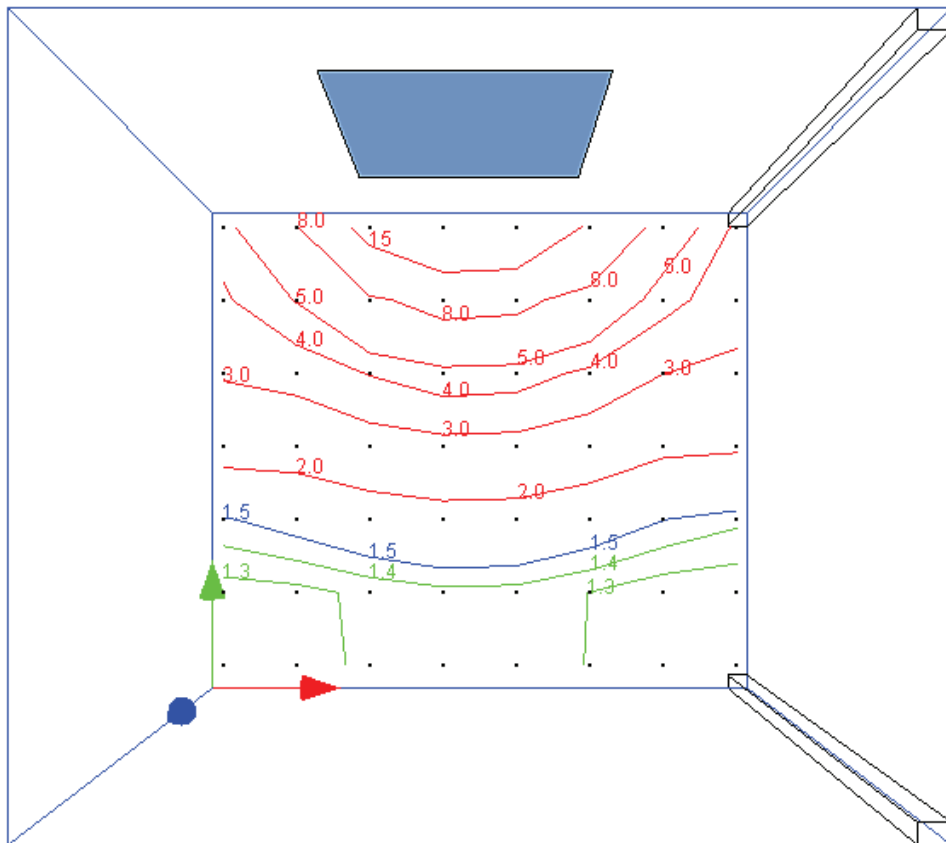
světová strana			J
sluneční azimut	a	$^\circ$	130,004
azimut stěny	γ	$^\circ$	180
výška slunce	h	$^\circ$	52,387
úhel stěny s vodorovnou hladinou	α	$^\circ$	90
součinitel znečištění atmosféry	z	-	5
propustnost difuzní sluneční radiace	T_d	-	0,85
propustnost přímé sluneční radiace	T_D	-	0,81
úhel - normála povrchu a paprsek	θ	$^\circ$	52,555
intenzita přímé sluneční radiace	I_D	Wm^{-2}	438,220
intenzita difuzní sluneční radiace	I_d	Wm^{-2}	179,168

VODNÍ ZISKY			
Odpar z mokrého povrchu	M_w	kg/s	107
$Q_o = M_w \cdot n$			0,06 g/h

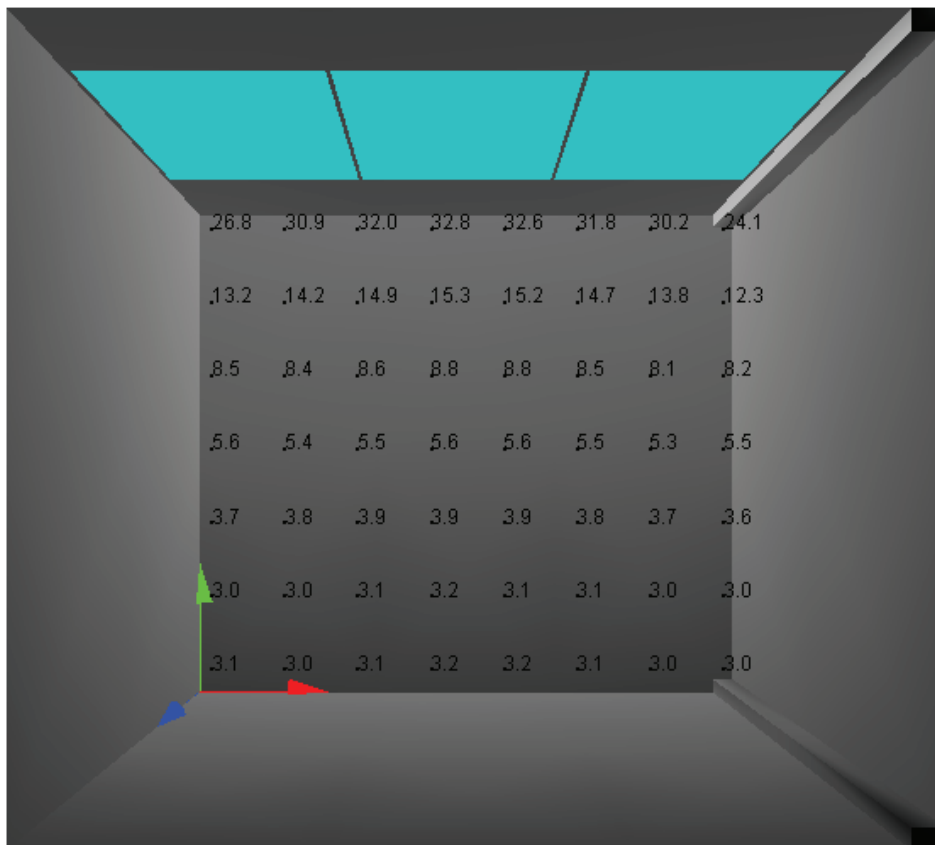
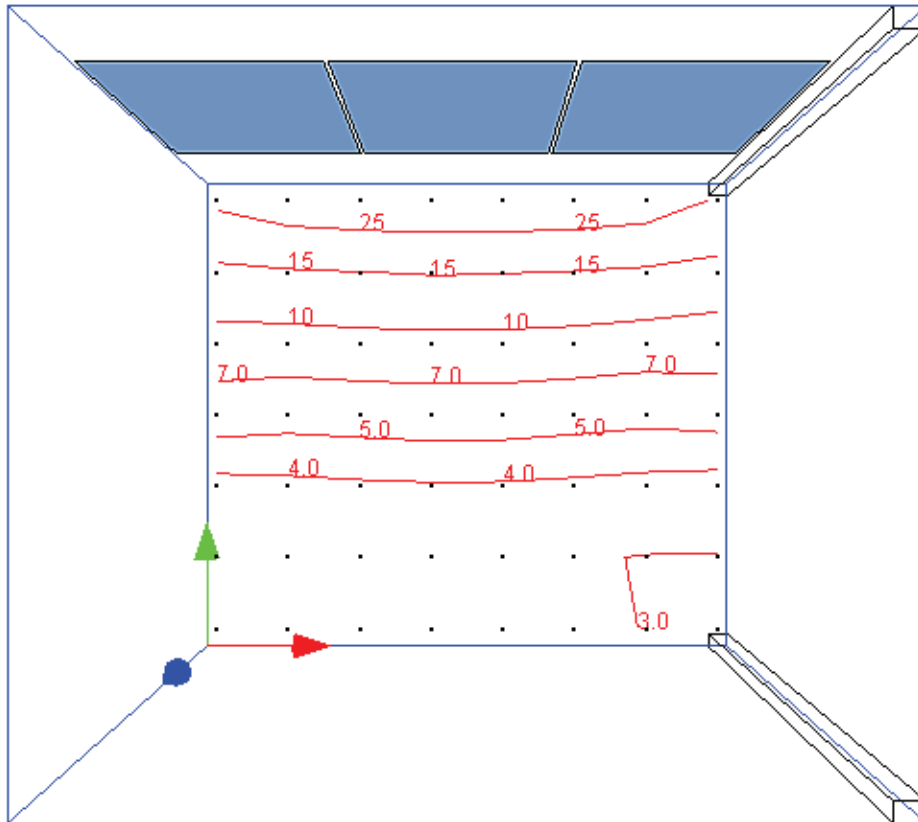
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM			
Objem prostoru	V_m	m^3	48,555
Hygienické minimum přiváděného vzduchu	$V_{min,i}$	m^3h^{-1}	48,555
Infiltrace přes obálku budovy	$V_{inf,i}$	m^3h^{-1}	10,48788
Minimální výměna vzduchu	n_{min}	h^{-1}	1,0
Výměna vzduchu při 50 Pa mezi prostředím	n_{50}	h^{-1}	3,0
Koeficient chránění	e_i	-	0,03
Korekční činitel výšky	ε_i	-	1,2
$V_i = \max(V_{min,i}; V_{inf,i})$			48,555
$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_m$			48,555
$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$			10,48788
$Q_{vi} = 0,34 \cdot V_i \cdot (t_i - t_e)$			-99,05 g/h

CELKOVÉ TEPELNÉ ZISKY		
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ	149	W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTEL	0	W
PRODUKCE OD ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ	200	W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ -STĚNA	-121	W
TEPELNÉ ZISKY VNITŘNÍ KONSTRUKCÍ -PODLAHA	0	W
TEPELNÉ ZISKY VENKOVNÍ KONSTRUKCE	12	W
TEPELNÉ ZISKY OKNY KONVEKCIÍ	251	W
TEPELNÉ ZISKY OKNY RADIACÍ	4661	W
VODNÍ ZISKY	0,06	g/h
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	-99	g/h
CELKOVÉ TEPELNÉ ZISKY MÍSTNOSTI	5052	W

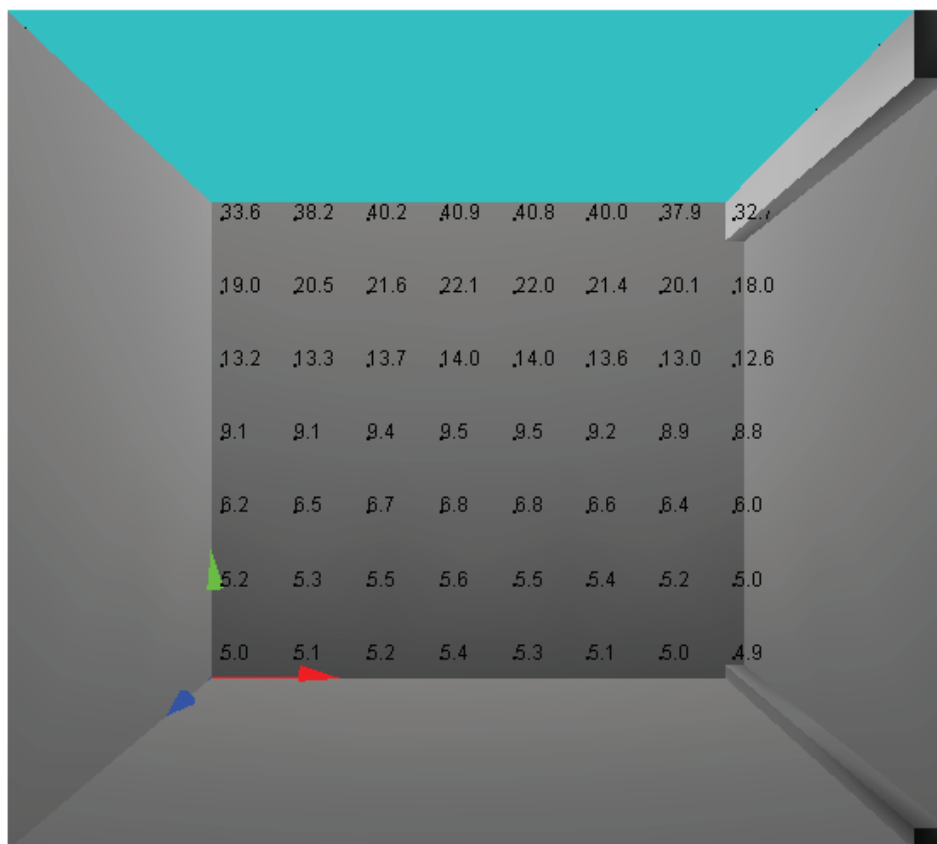
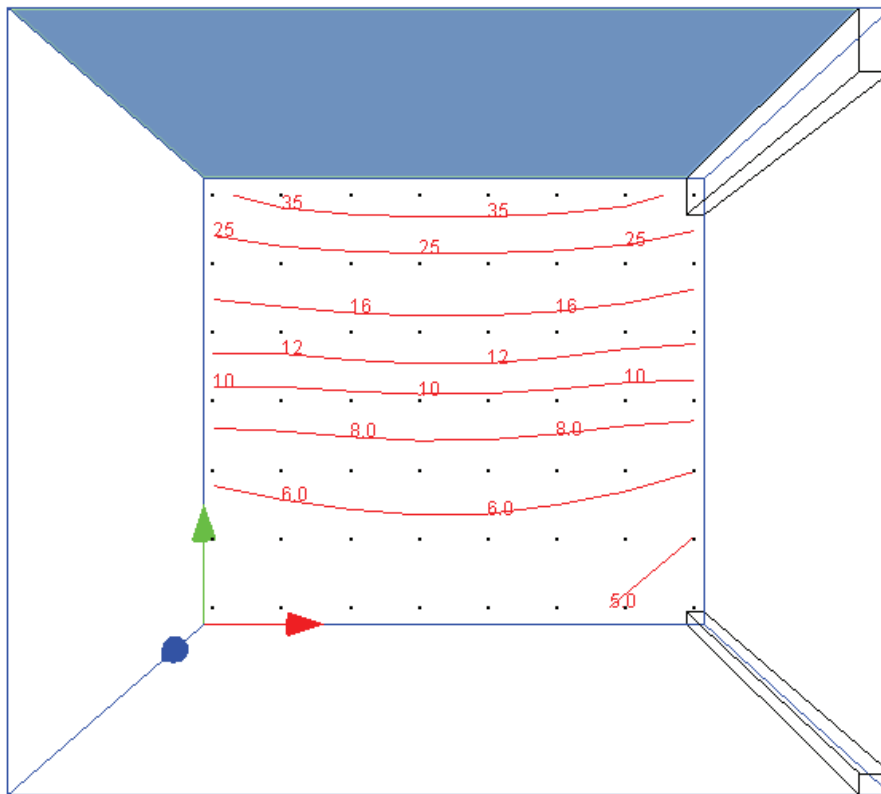
Varianta A



Varianta B



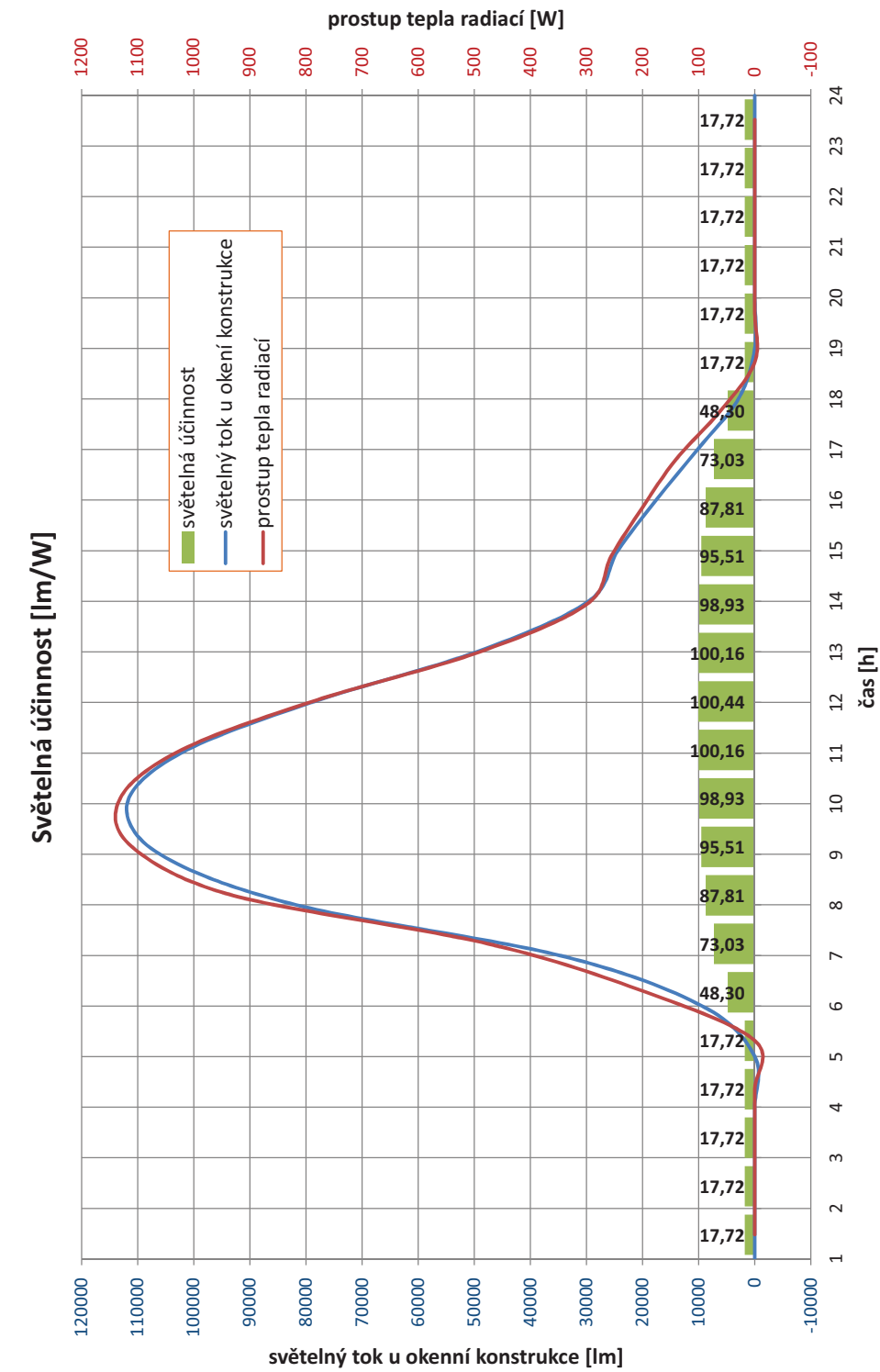
Varianta C



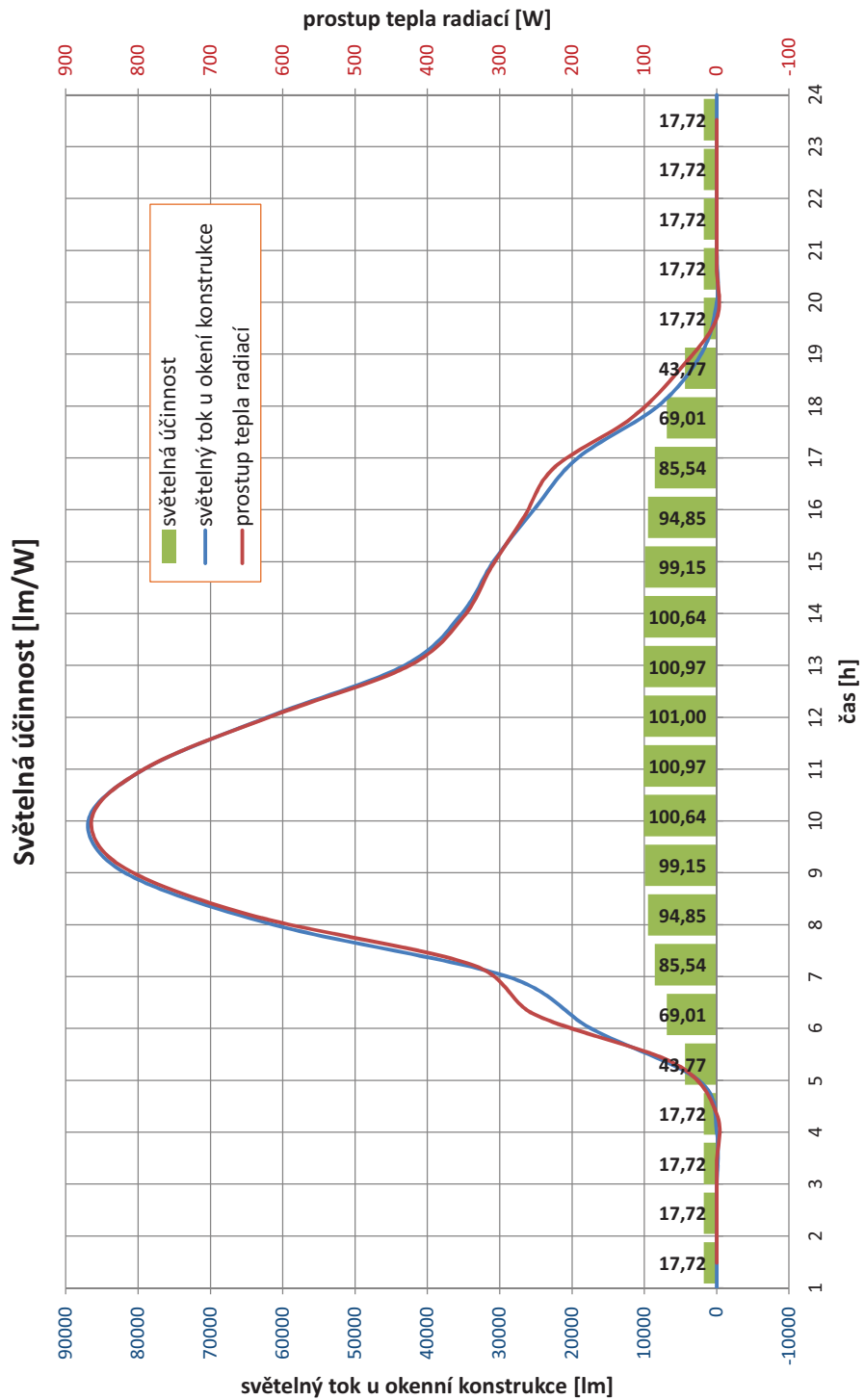
teplota interiéru	t_i	20	°C	24	°C
nadmořská výška Brno	H	0,259	m.n.m		
				březen	červenec
maximální teplota v příslušném dnu	$t_{e,max}$	19	°C	30	°C
amplituda kolísání teplot	A	25	°C	7	°C
deklinace	δ	10,52973	°	20,7711	°
součinitel znečištění atmosféry	z	3	-	5	-
varianta zasklení	varianta	A - okno	B - pás	C - plocha	
výška okna	v	1,6	1,6	3	m
šířka okna	š	1,5	4	4	m
plocha okna	S_o	2,4	6,4	12	m ²
délka vodorovného stínu - plocha	e_1 (C)	-	-	0	m
délka svislého stínu - plocha	e_2 (C)	-	-	0	m
hloubka okna - vodorovná hrana	d	0,1	0,1	0	m
hloubka okna - svislá hrana	c	0,1	0,1	0	m
úhel stěny s vodorovnou rovinou	α	90	°	90	°
azimutový úhel pro J	γ	180	°	180	°
korekce na čistotu atmosféry	c_o	0,85	0,85	0,85	-
součinitel stínění	s	0,9	0,9	0,9	-
součinitel prostupu tepla oknem	U_o	1,1	1,1	1,1	Wm ⁻² K ⁻¹

červenec

sluneční čas	venkovní teplota	výška slunce	sluneční azimut	úhel mezi normálou a stěnou	intenzita přímé radiace	dopadající na rovinu skla	intenzita difúzní radiace	propustnost přímé radiace	propustnost difúzní radiace	celková sluneční radiace	délka vodorovného stínu - okno, pás	délka svislého stínu - okno, pás	osluněný povrch okna - okno	osluněný povrch okna - pás	osluněný povrch okna - plocha	prostup tepla konvekcí - okno	prostup tepla konvekcí - pás	prostup tepla konvekcí - plocha	prostup tepla radiací	prostup tepla radiací	prostup tepla radiací	prostup tepla radiací	Q _{ok} (A)	Q _{ok} (B)	Q _{ok} (C)	Q _{er} (A)	Q _{er} (B)	Q _{er} (C)	Q(A)	Q(B)	Q(C)	
τ	t _e	h	a	θ	I ₀	I ₀	I _d	T ₀	T _d	I	e ₁ (A,B)	e ₂ (A,B)	S _{os} (A)	S _{os} (B)	S _{os} (C)	Q _{ok} (A)	Q _{ok} (B)	Q _{ok} (C)	Q _{er} (A)	Q _{er} (B)	Q _{er} (C)	Q _{er} (C)	Q(A)	Q(B)	Q(C)	Q _{er} (C)	Q(A)	Q(B)	Q(C)			
1	16,94	0,000	14,004	120,996	0	0	0	-2,94	0,85	0	0,0010	0	2,398	6,398	12,000	-19	-50	-93	0	0	0	0	-19	-50	-93	0	0	0	-19	-50	-93	
2	16,24	0,000	27,872	107,128	0	0	0	-1,20	0,85	0	0,0071	0	2,389	6,389	12,000	-20	-55	-102	0	0	0	0	-20	-55	-102	0	0	0	-20	-55	-102	
3	16,00	0,000	41,387	93,613	0	0	0	-0,19	0,85	0	0,0007	0	2,399	6,399	12,000	-21	-56	-106	0	0	0	0	-21	-56	-106	0	0	0	-21	-56	-106	
4	16,24	0,000	54,070	80,930	0	0	0	0,36	0,85	0	0,0005	0	2,399	6,399	12,000	-20	-55	-102	0	0	0	0	-20	-55	-102	0	0	0	-20	-55	-102	
5	16,94	6,668	65,408	69,736	6,464	31,276	6,668	0,63	0,85	31	0,0228	0,0280919	2,322	6,252	12,000	-19	-50	-93	57	151	281	57	38	101	188	57	151	281	38	101	188	
6	18,05	15,763	76,299	60,003	108,280	70,408	108,280	0,76	0,85	141,671	0,0001	0,1191754	2,221	5,923	12,000	-16	-42	-79	252	672	1301	252	236	630	1222	252	672	1301	236	630	1222	
7	19,50	25,291	87,301	52,518	256,594	104,387	256,594	0,81	0,85	296,897	0,0794	1,0034511	0,847	2,339	12,000	-12	-32	-59	338	913	2726	338	326	881	2666	338	913	2726	326	881	2666	
8	21,19	34,902	99,133	48,347	376,333	132,954	376,333	0,83	0,85	425,808	0,0018	0,4395501	1,739	4,640	12,000	-7	-20	-37	645	1722	3909	645	638	1702	3872	645	1722	3909	638	1702	3872	
9	23,00	44,158	112,844	48,361	439,418	157,482	439,418	0,83	0,85	499,067	0,0043	0,2501297	2,019	5,394	12,000	-3	-7	-13	825	2202	4581	825	822	2195	4568	825	2202	4581	822	2195	4568	
10	24,81	52,387	130,004	52,555	438,220	179,168	438,220	0,81	0,85	507,717	0,0005	0,2019057	2,096	5,592	12,000	2	6	11	863	2302	4661	863	865	2308	4672	863	2302	4661	865	2308	4672	
11	26,50	58,451	152,451	60,057	376,022	198,049	376,022	0,76	0,85	452,294	0,0015	0,1837052	2,122	5,663	12,000	7	18	33	784	2091	4152	784	790	2108	4185	784	2091	4152	790	2108	4185	
12	27,95	60,771	180,000	69,801	263,698	212,610	263,698	0,63	0,85	345,906	0,0000	0,1787173	2,132	5,685	12,000	10	28	52	615	1641	3175	615	626	1669	3228	615	1641	3175	626	1669	3228	
13	29,06	58,451	207,549	80,973	118,202	220,020	118,202	0,36	0,85	229,370	0,0015	0,1837052	2,122	5,663	12,000	13	36	67	427	1140	2106	427	441	1175	2172	427	1140	2106	441	1175	2172	
14	29,76	52,387	229,996	93,047	0	213,882	0	-0,16	0,85	181,800	0,0005	0,2019057	2,096	5,592	12,000	15	41	76	350	933	1669	350	365	974	1745	350	933	1669	365	974	1745	
15	30,00	44,158	247,156	105,698	0	188,094	0	-1,07	0,85	159,880	0,0043	0,2501297	2,019	5,394	12,000	16	42	79	311	830	1468	311	327	872	1547	311	830	1468	327	872	1547	
16	29,76	34,902	260,867	118,720	0	154,486	0	-2,60	0,85	131,313	0,0018	0,4395501	1,739	4,640	12,000	15	41	76	267	711	1205	267	282	751	1282	267	711	1205	282	751	1282	
17	29,06	25,291	272,699	131,969	0	115,349	0	-5,01	0,85	98,047	0,0794	1,0034511	0,847	2,339	12,000	13	36	67	225	597	900	225	238	633	967	225	597	900	238	633	967	
18	27,95	15,763	283,701	145,319	0	73,350	0	-8,66	0,85	62,348	0,0001	0,1191754	2,221	5,923	12,000	10	28	52	118	314	572	118	128	342	624	118	314	572	128	342	624	
19	26,50	6,668	294,592	158,574	0	31,351	0	-13,87	0,85	27	0,0228	0,0280919	2,322	6,252	12,000	7	18	33	50	132	245	50	56	149	278	50	132	245	56	149	278	
20	24,81	0,000	305,930	170,930	0	0	0	-20,58	0,85	0	0,0005	0	2,399	6,399	12,000	2	6	11	0	0	0	0	2	6	11	6	0	0	0	2	6	11
21	23,00	0,000	318,613	176,387	0	0	0	-24,23	0,85	0	0,0007	0	2,399	6,399	12,000	-3	-7	-13	0	0	0	0	-3	-7	-13	0	0	0	-3	-7	-13	
22	21,19	0,000	332,128	162,872	0	0	0	-15,98	0,85	0	0,0071	0	2,389	6,389	12,000	-7	-20	-37	0	0	0	0	-7	-20	-37	0	0	0	-7	-20	-37	
23	19,50	0,000	345,996	149,004	0	0	0	-9,93	0,85	0	0,0010	0	2,398	6,398	12,000	-12	-32	-59	0	0	0	0	-12	-32	-59	0	0	0	-12	-32	-59	
24	18,05	0,000	360,000	135,000	0	0	0	-5,72	0,85	0	0,0023	0	2,396	6,396	12,000	-16	-42	-79	0	0	0	0	-16	-42	-79	0	0	0	-16	-42	-79	



březen	světelná účinnost	K_s	světelný tok u okenní konstrukce	Φ_v	prostup tepla radiací	Q_{rr} (A)
		17,72	17,72	17,72	0,0	-14514	-14514
	17,72	17,72	17,72	0,0	-16061	-16061
	17,72	17,72	17,72	0,0	-16606	-16606
	17,72	17,72	17,72	0,0	-16061	-16061
	17,72	17,72	17,72	0,0	-14514	-14514
	48,30	48,30	48,30	9367,0	19569	19569
	73,03	73,03	73,03	34730,8	170017	170017
	87,81	87,81	87,81	81761,4	667265	667265
	95,51	95,51	95,51	106043,4	948858	948858
	98,93	98,93	98,93	111892,3	984050	984050
	100,16	100,16	100,16	102321,3	802136	802136
	100,44	100,44	100,44	79128,7	476695	476695
	100,16	100,16	100,16	49619,9	188393	188393
	98,93	98,93	98,93	29673,6	68997	68997
	95,51	95,51	95,51	24425,9	50109	50109
	87,81	87,81	87,81	17590,1	30800	30800
	73,03	73,03	73,03	10221,4	15059	15059
	48,30	48,30	48,30	2931,6	2516	2516
	17,72	17,72	17,72	0,0	-1220	-1220
	17,72	17,72	17,72	0,0	-2504	-2504
	17,72	17,72	17,72	0,0	-4389	-4389
	17,72	17,72	17,72	0,0	-6799	-6799
	17,72	17,72	17,72	0,0	-9517	-9517
	17,72	17,72	17,72	0,0	-12216	-12216



červenec	světelná účinnost	K_s	Φ_v	Q_{gr} (A)
	prostup tepla radiací			
	světelný tok u okenní konstrukce			
		17,72	0,0	-353
		17,72	0,0	-422
		17,72	0,0	-447
		17,72	0,0	-422
		43,77	2478,5	2242
		69,01	17393,3	48882
		85,54	28941,5	87963
		94,85	61219,7	319298
		99,15	81781,9	520754
		100,64	86876,4	569790
		100,97	79140,4	469269
		101,00	62158,9	288817
		100,97	43152,3	138831
		100,64	35224,6	92818
		99,15	30878,6	73341
		94,85	25287,2	53655
		85,54	19224,0	38101
		69,01	8125,1	10365
		43,77	2168,3	1808
		17,72	0,0	0
		17,72	0,0	-12
		17,72	0,0	-66
		17,72	0,0	-153
		17,72	0,0	-256

meteoostanice		h1		h2		h3		h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h12	
datum	čas	ace [W/	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	te	světo [k]	te	světo [k]	te	světo [k]
17.03.12	0 1.5	0	3.9	17.701	3.9	18.985	3.9	18.652	11.8	19.532	3.9	16.987	3.9	18.652	3.9	20.269	3.9	19.746	3.9	-1.871	3.9	-2.217	3.9	-1.871	3.9
17.03.12	0 5 1.1	0	3.9	17.653	3.9	19.961	3.9	18.628	11.8	19.508	3.9	16.749	3.9	18.508	3.9	20.126	3.9	19.651	3.9	-1.957	11.8	-2.508	3.9	-1.957	3.9
17.03.12	1 0 6	0	3.9	17.629	11.8	18.961	3.9	18.628	11.8	19.508	3.9	16.606	3.9	18.508	3.9	20.031	3.9	19.509	3.9	-2.478	3.9	-2.917	3.9	-2.478	3.9
17.03.12	1 5 0.1	0	11.8	17.582	3.9	18.937	3.9	18.628	11.8	19.484	3.9	16.511	3.9	18.485	3.9	19.853	3.9	19.509	3.9	-2.712	3.9	-3.035	3.9	-2.712	3.9
17.03.12	2 0 2	0	3.9	17.558	3.9	19.937	3.9	18.604	3.9	19.484	3.9	16.415	3.9	18.438	3.9	19.841	3.9	19.413	3.9	-2.917	3.9	-3.271	3.9	-2.917	3.9
17.03.12	2 5 0.5	0	11.8	17.534	3.9	18.913	3.9	18.604	3.9	19.446	3.9	16.368	3.9	18.414	3.9	19.746	3.9	19.365	3.9	-2.858	3.9	-3.182	3.9	-2.858	3.9
17.03.12	3 0 5	0	11.8	17.511	3.9	18.913	3.9	18.604	11.8	19.436	3.9	16.344	3.9	18.344	3.9	19.399	3.9	19.294	3.9	-2.955	3.9	-2.8	3.9	-2.955	3.9
17.03.12	3 5 0.5	0	3.9	17.486	3.9	18.913	3.9	18.604	11.8	19.436	3.9	16.344	3.9	18.366	3.9	19.366	3.9	19.603	3.9	-2.113	11.8	-2.449	3.9	-2.113	3.9
17.03.12	4 0 6	0	3.9	17.466	3.9	18.889	3.9	18.558	3.9	19.413	3.9	16.272	3.9	18.366	3.9	19.366	3.9	19.555	3.9	-2.858	11.8	-3.153	3.9	-2.858	3.9
17.03.12	4 5 0.3	0	3.9	17.463	3.9	18.889	3.9	18.558	11.8	19.413	3.9	16.249	3.9	18.366	3.9	19.366	3.9	19.508	3.9	-2.391	3.9	-2.595	3.9	-2.391	3.9
17.03.12	5 0 6	0	3.9	17.463	3.9	18.889	3.9	18.558	11.8	19.389	3.9	16.177	3.9	18.295	3.9	19.389	3.9	19.436	3.9	-3.478	3.9	-3.687	3.9	-3.478	3.9
17.03.12	5 5 1.2	0	3.9	17.439	11.8	18.889	3.9	18.558	11.8	19.389	3.9	16.177	3.9	18.295	3.9	19.389	3.9	19.389	3.9	-4.257	3.9	-4.559	11.8	-4.257	3.9
17.03.12	6 0 1.7	5	35.5	17.391	11.8	18.866	3.9	18.558	27.6	18.152	11.8	16.034	3.9	18.271	3.9	19.341	3.9	19.341	3.9	-4.803	445.4	-5.11	487.5	-4.803	445.4
17.03.12	6 5 2	23	248.3	17.415	43.4	18.866	11.8	18.558	256.2	18.176	11.8	16.129	47.1	18.176	11.8	19.318	216.8	18.985	3267.8	-4.338	332.3	-4.742	3189	-4.338	332.3
17.03.12	7 0 1.9	44	445.4	17.463	90.7	18.913	27.6	18.558	661.9	18.343	11.8	16.677	16.677	15.37	18.557	1549.2	19.579	587.3	19.127	6815.5	-2.976	7091.4	-3.389	6949.5	
17.03.12	7 5 1.3	156	563.7	17.511	130.1	18.937	43.4	18.558	1273.2	18.461	35.5	19.46	17.857	17.415	303.5	18.842	2692.3	20.126	885.9	19.413	15487.6	-0.311	17237.8	-0.986	18444.1
17.03.12	8 3 5	248	634.6	17.724	153.7	19.08	51.2	18.794	2053.7	18.937	82.8	19.389	2652.9	15.39	524.3	18.533	3748.7	20.698	1076.1	19.722	23150.7	5.693	26580.1	5.488	28117.4
17.03.12	8 5 1.6	327	674.1	17.891	169.5	19.199	59.1	18.889	2692.3	19.532	185.3	19.318	3055	16.463	453.3	18.699	4623.8	21.175	1147.1	19.96	32256.4	9.78	32280.1	9.78	32280.1
17.03.12	9 2	404	713.5	17.891	185.3	19.151	67	18.913	5262.4	21.557	406	19.722	2660.8	17.368	382.4	18.818	5680.2	19.865	1155	18.366	32280.1	14.816	32280.1	14.649	32280.1
17.03.12	9 5 11.5	471	713.5	18.01	193.2	19.151	82.8	18.937	26288.4	27.677	618.9	20.007	2195.6	17.653	351.1	18.889	6090.2	20.293	1084	18.247	32280.1	17.332	32280.1	18.247	32280.1
17.03.12	10 12.9	547	721.4	18.057	216.8	19.222	98.5	18.985	32264.3	30.646	800.2	20.269	2156.2	17.986	327.2	18.985	6200.6	20.507	1005.2	18.319	32280.1	18.105	32280.1	18.937	32280.1
17.03.12	10 15 13.6	589	745	18.2	224.7	19.246	98.5	18.985	32272.2	32.124	642.5	20.436	2022.2	17.986	319.3	19.008	6090.2	20.817	926.3	18.533	32280.1	19.318	32280.1	20.603	32280.1
17.03.12	11 14.6	633	776.6	18.343	232.6	19.294	98.5	19.008	4513.5	29.79	256.2	20.412	1880.3	18.247	295.6	19.008	5767	20.936	863.3	18.747	32280.1	20.984	32280.1	21.7	32280.1
17.03.12	11 5 15.9	656	808.1	18.461	232.6	19.294	106.4	19.008	3488.6	25.525	122.2	20.293	1747.7	18.438	264.1	19.127	5230.9	20.984	784.4	18.842	32280.1	24.243	32280.1	24.774	32280.1
17.03.12	12 16.7	679	847.5	18.747	232.6	19.674	114.3	19.151	2660.8	23.04	74.9	20.174	1564.9	18.747	232.6	19.199	4513.5	21.008	713.5	19.127	32280.1	24.002	32280.1	24.581	32280.1
17.03.12	12 5 17.5	675	886.9	18.889	232.6	19.579	114.3	18.961	1888.2	21.485	43.4	20.055	1415.1	19.103	193.2	19.27	3717.2	20.889	634.6	19.246	32280.1	24.026	32280.1	24.798	32280.1
17.03.12	13 18.7	671	918.5	18.985	232.6	19.508	106.4	18.961	1399.4	21.127	27.6	20.079	1289	19.27	161.6	19.341	3039.2	20.913	571.6	19.413	32280.1	25.186	32280.1	25.598	32280.1
17.03.12	13 5 19.2	650	973.6	19.103	232.6	19.484	106.4	18.937	1115.6	20.746	19.7	20.031	1707.7	19.389	138	19.365	2692.3	20.746	532.2	19.413	32280.1	24.243	32280.1	24.726	32280.1
17.03.12	14 19.3	621	1028.8	19.294	232.6	19.651	98.5	18.985	902.7	20.436	19.7	19.96	1076.1	19.389	122.2	19.341	2511	20.484	508.5	19.341	32280.1	24.919	32280.1	25.428	32280.1
17.03.12	14 5 20.2	585	1044.6	19.365	224.7	19.651	82.8	19.222	745	20.269	11.8	19.936	997.3	19.413	114.3	19.365	2258.7	20.531	484.9	19.46	32280.1	25.355	32280.1	25.501	32280.1
17.03.12	15 20.4	527	1060.4	19.436	224.7	19.674	82.8	19.246	642.5	20.079	11.8	19.888	950	19.436	106.4	19.341	1809.3	20.365	437.5	19.484	32280.1	24.291	32280.1	24.508	32280.1
17.03.12	15 5 20.5	461	1186.5	19.508	248.3	19.579	82.8	19.246	540	20.079	11.8	19.888	894.8	19.365	98.5	19.294	1670.1	20.246	413.9	19.46	26564.3	23.184	28527.4	23.488	18121.7
17.03.12	16 20.4	385	1383.6	19.698	256.2	19.579	82.8	19.222	484.9	19.936	11.8	19.865	847.5	19.318	90.7	19.246	1423	20.174	382.4	19.46	20252.4	22.25	21432	22.178	9259.5
17.03.12	16 5 20.1	289	1564.9	20.007	272	19.579	90.7	19.222	484.9	19.484	11.8	19.698	737.1	19.318	74.9	19.246	1162.9	20.007	335.1	19.341	14675.6	20.746	14320.8	20.674	6847
17.03.12	17 19.6	207	705.6	20.079	130.1	19.579	35.5	19.222	311.4	18.675	11.8	19.199	595.2	19.222	51.2	19.222	871.2	19.865	256.2	19.222	8928.4	19.272	8329.2	18.961	3330.9
17.03.12	17 5 18.8	111	342.9	19.746	67	19.508	11.8	19.175	169.5	19.175	11.8	19.413	342.9	19.008	19.7	19.175	477	19.722	138	19.127	3748.7	15.031	3922.2	14.721	11.297
17.03.12	18 16.8	32	51.2	19.436	11.8	19.413	3.9	19.175	19.7	19.365	11.8	19.603	43.4	18.414	3.9	18.818	67	18.747	11.8	18.628	555.8	11.516	618.9	11.029	3.9
17.03.12	18 5 13.7	5	11.8	19.199	11.8	19.341	3.9	19.127	11.8	19.389	11.8	19.698	3.9	18.461	3.9	18.818	3.9	18.723	3.9	18.628	3.9	8.445	11.8	7.72	3.9
17.03.12	19 11.4	0	3.9	19.032	3.9	19.341	3.9	19.127	11.8	19.294	11.8	19.817	3.9	18.699	3.9	19.056	3.9	19.627	3.9	19.103	3.9	6.051	11.8	5.745	3.9
17.03.12	19 5 9.7	0	11.8	18.913	3.9	19.389	3.9	19.127	11.8	19.413	11.8	19.865	3.9	17.986	3.9	19.08	11.8	20.341	51.2	19.603	3.9	5.05	11.8	4.662	3.9
17.03.12	20 8.4	0	11.8	18.747	3.9	19.365	3.9	19.103	11.8	19.888	3.9	18.485	3.9	19.151	11.8	20.865	51.2	19.984	3.9	3.775	3.9	3.485	3.9	3.485	3.9
17.03.12	20 5 7.2	0	11.8	18.604	3.9	19.318	3.9	19.08	11.8	19.318	3.9	18.604	3.9	19.175	3.9	20.984	3.9	20.126	3.9	2.877	11.8	2.53	3.9	2.877	3.9
17.03.12	21 6.4	0	11.8	18.485	3.9	19.294	3.9	19.08	11.8	19.222	11.8	19.865	3.9	18.604	3.9	19.199	3.9	20.771	3.9	19.912	3.9	2.877	11.8	2.343	3.9
17.03.12	21 5 5.9	0	3.9	18.366	3.9	19.246	3.9	19.032	11.8	19.222	11.8	19.865	3.9	18.509	3.9	19.222	3.9	20.627	3.9	19.627	3.9	2.69	11.8	2.477	3.9
17.03.12	22 6.5	0	3.9	18.271	3.9	19.222	3.9	19.032	11.8	19.175	11.8	19.841	3.9	18.39	3.9										

meteo stanice		h1		h2		h3		h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h12				
datum	čas	te	ace [W/]	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	te	světo [lx]	te	světo [lx]	te			
18.03.12	0 53	0	11.8	18.033	3.9	19.175	11.8	19.032	3.9	18.843	3.9	19.389	11.8	20.246	3.9	19.579	11.8	20.246	3.9	19.579	3.9	3.354	11.8	3.301	3.9	0.962		
18.03.12	0 54	0	3.9	17.986	3.9	19.175	11.8	18.985	11.8	19.793	11.8	18.843	3.9	19.413	3.9	19.413	3.9	19.413	3.9	19.413	3.9	0.934	3.9	0.742	3.9	2.557		
18.03.12	1 42	0	11.8	17.891	3.9	18.961	11.8	18.961	11.8	19.793	11.8	18.843	3.9	19.413	3.9	19.413	3.9	19.413	3.9	19.413	3.9	2.343	11.8	2.182	3.9	2.45		
18.03.12	1 54	0	3.9	17.867	3.9	19.151	11.8	18.937	11.8	18.937	11.8	18.871	3.9	19.413	3.9	19.413	3.9	19.413	3.9	19.413	3.9	2.128	3.9	2.021	3.9	-0.199		
18.03.12	2 35	0	3.9	17.819	3.9	19.127	11.8	18.889	11.8	18.889	11.8	18.771	3.9	19.436	3.9	19.436	3.9	19.436	3.9	19.436	3.9	-0.171	11.8	-0.451	3.9	-0.732		
18.03.12	2 52	0	3.9	17.772	3.9	18.842	3.9	18.937	3.9	18.842	3.9	18.842	3.9	18.842	3.9	18.842	3.9	18.842	3.9	18.842	3.9	-0.732	11.8	-1.071	3.9	0.666		
18.03.12	3 19	0	3.9	17.701	3.9	19.127	11.8	18.771	3.9	18.771	11.8	19.746	3.9	19.746	3.9	19.746	3.9	19.746	3.9	19.746	3.9	0.384	11.8	0.163	3.9	1.099		
18.03.12	3 52	0	3.9	17.629	3.9	19.103	3.9	18.889	3.9	18.723	11.8	19.722	3.9	19.46	3.9	19.46	3.9	19.46	3.9	19.46	3.9	0.852	3.9	0.687	3.9	-0.675		
18.03.12	4 22	0	3.9	17.605	3.9	19.103	3.9	18.723	11.8	18.723	11.8	19.698	3.9	18.723	3.9	19.46	3.9	19.46	3.9	19.46	3.9	-0.704	11.8	-0.845	3.9	-1.128		
18.03.12	4 51	0	11.8	17.534	3.9	19.08	3.9	18.699	11.8	18.699	11.8	19.698	3.9	18.152	3.9	19.46	3.9	19.46	3.9	19.46	3.9	-1.213	3.9	-1.444	3.9	-1.756		
18.03.12	5 05	0	3.9	17.415	3.9	19.08	3.9	18.666	11.8	18.666	11.8	18.604	11.8	19.651	3.9	19.46	3.9	19.46	3.9	19.46	3.9	-2.015	3.9	-2.304	3.9	-2.072		
18.03.12	5 05	5	35.5	17.368	11.8	19.056	3.9	18.442	27.6	18.557	11.8	18.057	67	18.057	3.9	19.436	51.2	19.608	11.8	19.175	477	-2.217	500.6	-2.42	3323	-1.928		
18.03.12	6 5-02	26	224.7	17.32	43.4	19.056	3.9	18.842	27.9	18.58	11.8	18.081	59.1	19.627	547.9	18.081	59.1	19.627	547.9	19.175	3354.5	-1.871	3559.5	-2.188	7911.4	-1.27		
18.03.12	7 0-1	53	445.4	17.32	82.8	19.056	3.9	18.842	27.9	18.58	11.8	18.081	59.1	19.627	547.9	18.081	59.1	19.627	547.9	19.175	3354.5	-1.871	3559.5	-2.188	7911.4	-1.27		
18.03.12	7 5-1	149	595.2	17.534	130.1	19.365	35.5	18.937	145.46	19.127	35.5	19.722	206.95	18.509	335.1	19.651	2495.2	20.269	382.4	19.318	15377.3	1.832	16867.3	1.017	27731.1	7.318		
18.03.12	8 4-1	230	697.7	17.582	161.6	19.27	51.2	18.937	365.4	19.817	74.9	19.865	492.7	19.865	366.2	20.746	492.7	19.865	366.2	20.746	492.7	23466	6.864	26375.1	6.535	32280.1	11.783	
18.03.12	8 5-6	309	752.9	17.748	185.3	19.27	67	18.961	310.23	20.436	177.4	20.103	331.5	19.817	492.7	20.007	4663.2	21.246	532.2	20.746	532.2	20.746	934.2	20.46	32280.1	21.342	32280.1	22.633
18.03.12	9 8	388	800.2	17.915	201	19.341	74.9	18.985	1401.3	22.824	366.6	20.341	3070.7	18.438	406	19.436	3890.6	21.294	950	19.912	32280.1	11.127	32280.1	11.443	32280.1	16.844		
18.03.12	9 5 12-3	455	839.6	18.081	224.7	19.389	90.7	19.008	2363.5	27.431	555.8	20.531	2684.4	20.031	382.4	20.079	6019.3	20.841	957.9	19.793	32280.1	18.771	32280.1	19.27	32280.1	21.127		
18.03.12	10 13-8	522	886.9	18.271	240.5	19.413	98.5	19.032	2956.8	29.64	713.5	20.913	2511	19.127	358.7	19.912	6854.9	21.604	918.5	19.912	32280.1	20.555	32280.1	21.461	32280.1	20.126		
18.03.12	10 5-...	563	1068.2	17.891	264.1	18.913	106.4	18.961	3196.7	30.369	571.6	21.056	2723.8	19.199	374.5	19.793	5837.9	22.178	1013.1	20.46	32280.1	20.055	32280.1	21.342	32280.1	22.633		
18.03.12	11 ---	587	1028.8	17.819	264.1	18.889	114.3	18.866	5246.6	28.742	248.3	21.103	2306	19.365	372.2	19.793	5869.5	22.657	934.2	20.746	32280.1	23.708	32280.1	23.809	32280.1	22.896		
18.03.12	11 5-...	642	1060.4	17.938	264.1	18.913	114.3	18.818	4095.6	25.647	130.1	20.984	2298.1	19.365	295.6	19.746	5152	22.8	831.7	20.841	32280.1	22.992	32280.1	23.954	32280.1	24.774		
18.03.12	12 ---	673	1186.5	18.152	272	18.985	114.3	18.794	2944.6	23.545	59.1	20.936	2093.1	19.532	272	19.746	4694.8	22.753	784.4	20.889	32280.1	24.726	32280.1	25.866	32280.1	24.968		
18.03.12	12 5 18-8	645	1249.6	18.39	279.9	19.127	114.3	18.794	2511	22.753	51.2	21.079	2030.1	19.746	232.6	19.746	4001	22.681	697.7	20.913	32280.1	25.04	32280.1	26.012	32280.1	25.817		
18.03.12	13 ---	649	1296.9	18.652	279.9	19.27	114.3	18.842	1967	22.13	43.4	21.032	1833	19.888	201	19.746	3520.1	22.513	626.8	20.889	32280.1	25.744	32280.1	26.622	32280.1	24.726		
18.03.12	13 5 19-8	611	1375.7	18.913	327.2	19.318	106.4	18.842	1580.7	21.39	27.6	20.674	1651.6	19.912	177.4	19.771	3196.9	22.345	595.2	20.841	32280.1	24.798	32280.1	25.574	32280.1	24.702		
18.03.12	14 20-1	577	1383.6	19.127	327.2	19.318	106.4	18.842	1359.9	21.27	27.6	20.65	1525.5	19.984	145.8	19.888	2692.3	22.178	540	20.793	32280.1	24.677	32280.1	25.404	26264.7	23.376		
18.03.12	14 5 20-2	552	1407.3	19.318	319.3	19.341	98.5	18.866	902.7	21.032	11.8	20.579	1359.9	20.174	138	19.912	2400.6	22.011	508.5	20.746	32280.1	23.28	32280.1	23.617	21266.4	22.321		
18.03.12	15 20-2	494	1470.3	19.46	327.2	19.341	90.7	18.866	768.7	20.936	11.8	20.555	1257.5	20.365	130.1	19.936	2172	21.867	484.9	20.698	32280.1	22.465	32280.1	22.653	17253.6	20.746		
18.03.12	15 5 19-7	422	1541.3	19.579	335.1	19.318	90.7	18.889	642.5	20.817	11.8	20.484	1202.3	20.412	122.2	19.96	1896	21.748	461.2	20.65	27195	20.722	28890	20.936	13698	20.031		
18.03.12	16 19-2	348	1620.1	19.746	335.1	19.341	90.7	18.866	524.3	20.674	11.8	20.412	1123.4	20.484	98.5	19.936	1596.5	21.724	406	20.627	20832.8	20.103	21802.5	20.198	10158.2	19.508		
18.03.12	16 5 19-1	267	1501.9	19.888	311.4	19.389	82.8	18.866	398.1	20.603	11.8	20.436	1013.1	20.746	82.8	19.817	1210.2	21.748	335.1	20.65	14652	19.793	14691.4	19.555	6768.2	18.366		
18.03.12	17 18-8	188	776.6	19.841	169.5	19.389	35.5	18.889	279.9	20.484	11.8	20.46	831.7	19.96	51.2	19.746	816	21.724	240.5	20.674	8613	18.509	8289.8	18.081	3212.6	14.457		
18.03.12	18 16-4	30	67	18.771	11.8	18.985	3.9	18.794	19.7	20.198	11.8	20.412	611	19.722	19.7	19.698	421.8	21.676	122.2	20.698	3622.6	14.481	3811.8	14.242	563.7	10.883		
18.03.12	18 5 14-3	7	3.9	18.129	3.9	18.652	3.9	18.675	11.8	19.96	3.9	20.293	19.7	19.77	3.9	20.079	3.9	21.485	3.9	20.603	11.8	9.731	11.8	9.336	11.8	9.312		
18.03.12	19 12-8	0	3.9	17.796	3.9	18.58	3.9	18.604	11.8	19.936	11.8	20.341	3.9	19.698	3.9	20.198	3.9	21.652	3.9	20.674	3.9	9.064	11.8	8.792	11.8	9.534		
18.03.12	19 5 12-1	0	3.9	17.962	3.9	18.652	3.9	18.58	11.8	19.984	11.8	20.388	3.9	19.793	3.9	20.103	3.9	21.843	3.9	20.913	3.9	9.558	11.8	8.99	11.8	10.883		
18.03.12	20 12-6	0	3.9	18.152	3.9	18.842	3.9	18.58	11.8	19.984	11.8	20.412	3.9	19.555	3.9	19.936	3.9	21.724	3.9	20.841	3.9	10.81	11.8	10.345	11.8	9.657		
18.03.12	20 5 12-9	0	11.8	18.247	3.9	18.985	3.9	18.628	11.8	20.079	11.8	20.507	3.9	19.27	3.9	19.865	11.8	21.891	43.4	21.032	3.9	9.558	11.8	9.41	3.9	7.116		
18.03.12	21 10-9	0	3.9	18.295	3.9	19.032	3.9	18.675	11.8	20.007	11.8	20.484	3.9	19.199	3.9	19.771	11.8	22.082	43.4	21.223	3.9	6.99	11.8	6.813	3.9	5.128		
18.03.12	21 5 9-4	0	3.9	18.247	3.9	19.056	3.9	18.675	11.8	19.936	11.8	20.436	3.9	18.889	3.9	19.698	11.8	22.154	51.2	21.342	3.9	5.076	11.8	4.818	3.9	3.459		
18.03.12	22 7-8	0	3.9	18.2	3.9	19.056	3.9	18.723	11.8	19.888	11.8	20.436	3.9	18.58	3.9	19.627	11.8	22.178	51.2	21.413	3.9	3.459	3.9	3.248	3.9</			

meteo stanice		h1		h2		h3		h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h12		
datum	čas	ace [W/	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	te	světo [k]	te	světo [k]	te	světo [k]	
19.03.12	0 4.1	0	11.8	17.891	3.9	19.008	3.9	18.723	11.8	19.579	11.8	20.317	3.9	17.819	3.9	19.413	3.9	20.913	3.9	0.852	11.8	0.522	11.8	0.522	3.9	0.246
19.03.12	0 5.3.5	0	11.8	17.819	3.9	19.085	3.9	18.747	11.8	19.508	11.8	20.293	3.9	17.724	3.9	19.389	3.9	20.746	3.9	0.273	3.9	-0.031	3.9	-0.031	3.9	0.218
19.03.12	1 2.9	0	3.9	17.748	3.9	18.985	3.9	18.747	11.8	19.466	11.8	20.246	3.9	17.629	3.9	19.389	3.9	20.627	3.9	0.246	3.9	-0.031	3.9	-0.031	3.9	0.074
19.03.12	1 5.2.6	0	3.9	17.701	3.9	18.985	3.9	18.747	11.8	19.369	11.8	20.222	3.9	17.558	3.9	19.341	3.9	20.936	3.9	-0.031	3.9	-0.031	3.9	-0.031	3.9	0.55
19.03.12	2 2.5	0	3.9	17.653	3.9	18.961	3.9	18.747	3.9	19.341	11.8	20.198	3.9	17.551	3.9	19.318	3.9	20.841	3.9	0.495	11.8	0.218	3.9	0.051	3.9	0.051
19.03.12	2 5.2.5	0	3.9	17.605	3.9	18.961	3.9	18.747	11.8	19.294	11.8	20.174	3.9	17.368	3.9	19.222	3.9	20.722	11.8	-0.004	3.9	-0.171	3.9	-0.059	3.9	-0.059
19.03.12	3 2.1	0	3.9	17.558	3.9	18.961	3.9	18.747	11.8	19.222	11.8	20.15	3.9	17.32	3.9	19.222	3.9	20.246	3.9	-0.031	3.9	-0.367	3.9	-0.367	3.9	3.696
19.03.12	3 5.1.9	0	3.9	17.534	3.9	18.961	3.9	18.747	3.9	19.175	11.8	20.126	3.9	17.177	3.9	19.222	3.9	20.531	3.9	0.605	11.8	0.163	3.9	0.163	3.9	3.696
19.03.12	4 3.2	0	11.8	17.51	3.9	18.937	3.9	18.747	11.8	19.175	11.8	20.103	3.9	17.155	3.9	19.222	3.9	20.46	3.9	3.722	3.9	3.195	3.9	3.195	3.9	5.024
19.03.12	4 5.1.6.1	0	3.9	17.51	3.9	18.961	3.9	18.747	11.8	19.199	11.8	20.079	3.9	17.296	3.9	19.294	3.9	20.412	3.9	4.714	3.9	4.402	3.9	4.402	3.9	6.914
19.03.12	5 5.7.4	0	3.9	17.629	3.9	18.985	3.9	18.747	11.8	19.222	11.8	20.079	3.9	17.341	3.9	19.341	3.9	20.031	3.9	6.712	11.8	6.484	3.9	6.204	3.9	6.204
19.03.12	5 5.7.4	0	11.8	17.748	11.8	18.985	3.9	18.747	11.8	19.27	11.8	20.079	3.9	17.748	3.9	19.365	3.9	20.436	3.9	6.077	3.9	5.898	3.9	5.898	3.9	6.661
19.03.12	6 7.6	0	35.5	17.772	3.9	18.985	3.9	18.771	11.8	19.294	11.8	20.055	3.9	17.891	3.9	19.413	51.2	20.436	40.6	6.535	413.9	6.357	12.89	7.569	12.89	7.569
19.03.12	6 5.7.9	11	10.64	17.867	11.8	19.008	3.9	18.771	51.2	19.318	11.8	20.055	3.9	17.915	51.2	19.436	22.7	20.484	35.5	20.007	1367.8	7.469	1399.4	7.318	6673.6	7.795
19.03.12	7 8.1	47	350.8	17.962	59.1	19.032	11.8	18.771	390.2	19.341	11.8	20.007	145.8	18.01	67	19.555	1162.9	20.603	327.2	20.055	6795.7	7.695	7067.8	7.519	8352.8	8.419
19.03.12	7 5.8.3	70	831.7	18.081	122.2	19.103	35.5	18.794	492.7	19.603	11.8	20.15	997.3	18.152	90.7	19.46	1225.9	20.77	398.1	20.174	8613	8.344	8975.7	8.17	13650.7	8.891
19.03.12	8 8.5	120	973.6	18.271	145.8	19.27	35.5	18.889	942.1	19.627	11.8	20.126	1241.7	18.176	98.5	19.532	2400.6	21.008	540	20.293	14044.9	8.866	14888.5	8.717	19003.8	9.262
19.03.12	8 5.8.6	132	1265.3	18.461	177.4	19.365	43.4	18.961	1706.8	19.698	35.5	20.103	1691.1	18.509	232.6	19.841	2873.6	21.151	792.3	20.365	19342.8	9.312	20178.5	9.114	25224.1	11.102
19.03.12	9 9.3	243	1091.9	18.771	216.8	19.46	67	19.008	2124.7	19.841	35.5	20.103	2282.3	19.222	193.2	20.031	4253.3	21.604	957.9	20.603	25003.3	11.2	28141.1	10.98	32280.1	13.161
19.03.12	9 5.10.1	424	2432.1	19.008	358.7	19.532	90.7	19.056	3102.3	20.746	74.9	19.912	2920.9	19.841	421.8	20.055	5096.9	21.963	1501.9	20.793	32280.1	13.257	32280.1	13.016	17466.5	11.783
19.03.12	10 10.3	251	1533.4	19.222	295.6	19.579	51.2	19.008	973.6	20.365	11.8	20.079	4426.7	19.508	153.7	19.722	2802.7	21.987	603.1	20.841	19311.3	11.953	20099.6	11.783	32280.1	11.88
19.03.12	10 5.9.9	357	2779	19.341	350.8	19.603	90.7	19.103	2014.3	20.269	35.5	20.103	1864.5	18.509	295.6	19.508	7075.7	22.13	1304.8	20.865	32280.1	12.098	32280.1	11.71	27289.6	11.904
19.03.12	11 10.1	306	2518.9	19.627	358.7	19.366	90.7	19.222	1407.3	19.27	19.7	19.127	3969.5	18.366	256.2	19.532	5096.9	22.274	1123.4	20.984	28385.5	12.122	30119.9	11.856	32280.1	12.751
19.03.12	11 5.10.4	394	3047.1	19.793	342.9	19.936	90.7	19.341	2022.2	18.38	35.5	18.39	3646.2	18.652	342.9	19.532	7935	22.465	1273.2	21.127	32280.1	12.823	32280.1	12.558	32280.1	16.272
19.03.12	12 11.3	731	1225.9	19.389	366.6	19.722	138	19.436	3662	18.509	106.4	18.057	4008.9	19.746	279.9	19.246	4742.1	22.417	800.2	21.103	32280.1	16.633	32280.1	16.392	32280.1	16.558
19.03.12	12 5.12.1	747	1123.4	19.008	295.6	19.651	122.2	19.318	3220.5	19.698	74.9	19.127	2108.9	19.603	279.9	19.46	5491	22.561	752.9	21.175	32280.1	17.391	32280.1	17.082	32280.1	16.701
19.03.12	13 12.3	735	1612.2	19.103	327.2	19.746	130.1	19.294	2108.9	19.888	35.5	19.532	1943.3	19.175	335.1	19.46	3449.1	22.441	1139.2	21.127	32280.1	17.534	32280.1	17.415	32280.1	16.344
19.03.12	13 5.13.2	775	1139.2	19.246	279.9	19.793	114.3	19.318	1470.3	19.912	35.5	19.698	2381.9	18.794	232.6	19.508	2779	22.513	737.1	21.175	32280.1	17.106	32280.1	17.225	32280.1	17.106
19.03.12	14 13.2	652	1052.5	19.199	264.1	19.77	106.4	19.318	1060.4	19.698	19.7	19.722	2124.7	18.794	145.8	19.484	2272.2	22.25	477	21.127	32280.1	17.938	32280.1	17.962	23663.1	15.986
19.03.12	14 5.---	589	1076.1	19.199	256.2	19.746	98.5	19.294	800.2	19.508	11.8	19.746	1233.8	18.628	122.2	19.389	1880.3	22.082	437.5	21.056	32280.1	16.368	32280.1	16.844	18183.9	15.7
19.03.12	15 5.---	527	1099.8	19.032	248.3	19.603	90.7	19.27	674.1	19.318	11.8	19.698	1107.7	18.343	114.3	19.294	1667.4	21.963	421.8	21.032	32280.1	16.344	32280.1	16.534	14108	15.175
19.03.12	15 5.---	385	1233.8	19.032	272	19.603	98.5	19.246	563.7	19.318	11.8	19.77	1036.7	18.152	98.5	19.127	1433.8	21.867	390.2	20.984	26509.1	15.891	28424.9	15.986	11364.4	14.745
19.03.12	16 5.---	301	1501.9	19.246	295.6	19.674	98.5	19.246	484.9	19.318	11.8	19.746	950	17.748	90.7	19.032	1257.5	21.795	358.7	20.936	20391.3	15.414	21510.8	15.27	8936.2	13.714
19.03.12	16 5.13.1	241	1754.1	19.651	327.2	19.698	114.3	19.246	413.9	19.27	11.8	19.817	886.9	17.653	74.9	18.961	1052.5	22.106	319.3	21.151	1505.4	14.146	14762.3	13.978	6508	11.419
19.03.12	17 11.4	229	697.7	19.603	145.8	19.674	43.4	19.246	311.4	19.127	11.8	19.722	776.6	17.415	59.1	18.747	768.7	22.226	240.5	21.27	8928.4	11.37	8431.7	11.053	3220.5	8.841
19.03.12	17 5.10.6	127	358.7	19.175	74.9	19.579	19.7	19.222	177.4	19.008	11.8	19.579	618.9	17.32	27.6	18.557	437.5	22.106	138	21.294	3677.8	8.742	3867	8.742	642.5	7.419
19.03.12	18 9.4	28	74.9	18.818	11.8	19.46	3.9	19.199	43.4	18.937	11.8	19.627	366.6	16.939	3.9	18.414	98.5	22.13	74.9	21.413	689.8	7.192	760.8	7.192	3.9	6.484
19.03.12	18 5.8.6	9	11.8	18.533	3.9	19.413	3.9	19.175	11.8	19.151	11.8	19.912	67	16.201	3.9	18.247	3.9	21.963	3.9	21.27	3.9	6.281	11.8	6.255	11.8	5.385
19.03.12	19 8	0	11.8	18.319	3.9	19.389	3.9	19.151	11.8	19.127	11.8	19.936	3.9	15.819	3.9	18.747	3.9	21.7	3.9	21.079	3.9	5.154	11.8	5.076	3.9	4.454
19.03.12	19 5.7.3	0	11.8	18.249	3.9	19.341	3.9	19.127	3.9	19.056	11.8	19.912	3.9	17.249	3.9	19.08	11.8	21.509	51.2	20.984	3.9	4.168	3.9	4.037	3.9	3.327
19.03.12	20 6.7	0	11.8	18.485	3.9	19.651	3.9	19.199	11.8	19.246	11.8	20.055	3.9	17.962	3.9	19.222	11.8	22.058	51.2	21.318	3.9	3.089	11.8	2.903	3.9	1.859
19.03.12	20 5.9	0	3.9	18.604	3.9	19.841	3.9	19.294	11.8	19.341	11.8	20.15	3.9	17.938	3.9	19.532	11.8	22.537	51.2	21.604	3.9	1.886	11.8	1.455	3.9	4.141
19.03.12	21 5.4	0	11.8	18.675	3.9	19.984	3.9	19.389	3.9	19.318	11.8	20.269	3.9	18.628	3.9	19.77	11.8	22.944	51.2	21.867	3.9	4.011	11.			

meteoostanice		h1		h2		h3		h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h12	
datum	čas	te	ace [W/	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	te	světo [k]	te	světo [k]	te
20.03.12	0 21	0	11.8	18.176	3.9	19.698	11.8	19.151	11.8	20.222	3.9	18.628	3.9	19.674	11.8	21.485	3.9	20.984	3.9	0.715	3.9	0.301	3.9	0.958	
20.03.12	0 52.2	0	3.9	18.081	3.9	19.627	11.8	19.032	11.8	20.174	3.9	17.882	3.9	19.698	3.9	19.698	3.9	20.793	3.9	-1.043	3.9	-1.355	3.9	-2.8	
20.03.12	1 1.2	0	11.8	17.986	11.8	19.579	3.9	19.413	11.8	20.126	3.9	17.915	3.9	19.793	11.8	20.396	3.9	20.665	3.9	-2.8	3.9	-3.123	3.9	-3.389	
20.03.12	1 5 0.1	0	3.9	17.843	3.9	19.508	11.8	18.842	11.8	20.079	3.9	18.512	3.9	19.817	3.9	19.817	3.9	20.507	3.9	-3.3	3.9	-3.687	3.9	-4.378	
20.03.12	2 0 8	0	3.9	17.701	3.9	19.484	3.9	18.747	11.8	20.031	3.9	18.129	3.9	19.841	3.9	19.841	3.9	20.579	11.8	20.365	3.9	4.287	3.9	-4.712	
20.03.12	2 5 1.5	0	3.9	17.582	3.9	19.436	3.9	18.675	11.8	19.984	3.9	18.081	3.9	19.865	3.9	19.865	3.9	20.222	11.8	-5.573	3.9	-5.885	3.9	-5.604	
20.03.12	3 2 3	0	3.9	17.439	3.9	19.389	3.9	18.604	11.8	19.963	3.9	18.129	3.9	19.841	11.8	20.269	3.9	20.103	11.8	5.542	3.9	-5.885	3.9	-5.262	
20.03.12	3 5 2 8	0	11.8	17.296	3.9	19.365	3.9	18.533	11.8	19.912	3.9	18.033	3.9	19.817	3.9	20.103	11.8	19.984	3.9	-6.136	3.9	-6.61	3.9	-6.578	
20.03.12	4 3 4	0	3.9	17.201	3.9	19.318	3.9	18.461	11.8	19.888	3.9	18.031	3.9	19.793	3.9	19.861	3.9	19.865	3.9	-6.515	3.9	-6.961	3.9	-7.445	
20.03.12	4 5 3 8	0	3.9	17.034	3.9	19.294	3.9	18.39	11.8	19.841	3.9	17.962	3.9	19.793	3.9	19.746	3.9	19.746	3.9	-7.412	3.9	-7.836	3.9	-6.578	
20.03.12	5 4 3	0	11.8	16.939	3.9	19.246	3.9	18.343	11.8	19.793	3.9	17.891	3.9	19.746	3.9	19.698	3.9	19.603	3.9	-6.61	3.9	-7.025	3.9	-7.412	
20.03.12	5 5 4 4	0	3.9	16.844	3.9	19.222	3.9	18.271	11.8	19.777	3.9	17.796	3.9	19.579	3.9	19.579	3.9	19.508	3.9	-7.412	11.8	-7.678	729.2	-7.412	
20.03.12	6 4 8	7	59.1	16.773	11.8	19.199	3.9	18.224	51.2	18.224	11.8	19.722	3.9	19.199	98.5	19.484	43.4	19.413	760.8	-7.315	752.9	-7.705	3378.2	-7.705	
20.03.12	6 5 4 9	23	264.1	16.725	59.1	19.175	19.7	19.088	319.3	18.247	11.8	16.225	67	18.889	871.2	19.508	350.8	19.413	3528	-7.673	3559.5	-8.066	5853.7	-6.61	
20.03.12	7 4 8	35	413.9	16.749	106.4	19.195	35.5	19.088	729.2	18.366	11.8	19.722	587.3	15.724	193.2	18.818	2085.3	19.936	729.2	19.579	6050.8	-6.74	6137.5	-7.025	
20.03.12	7 5 2 5	192	500.6	16.796	138	19.222	51.2	19.056	1281.1	18.747	35.5	19.746	1131.3	15.867	279.9	19.088	3173.2	20.46	989.4	19.841	20430.8	-1.584	24427.8	-2.275	
20.03.12	8 1 1	290	540	16.868	153.7	19.246	59.1	19.056	3238.8	19.318	74.9	19.698	1927.6	16.606	563.7	19.389	4142.9	21.008	1139.2	19.936	24932.4	3.063	28598.3	3.274	
20.03.12	8 3 1	636	666.2	17.724	248.3	19.436	122.2	19.127	32280.1	33.783	650.4	20.579	2061.6	18.675	295.6	19.793	5601.4	22.776	800.2	20.841	32280.1	15.318	32280.1	16.01	
20.03.12	11 1 1	677	697.7	17.867	248.3	19.46	122.2	19.127	32272.2	32.047	208.9	20.627	1995.5	18.889	216.8	19.841	5018	22.729	713.5	20.889	32280.1	16.368	32280.1	17.177	
20.03.12	11 5 1 2	698	713.5	17.986	248.3	19.46	122.2	19.151	3070.7	26.353	114.3	20.103	1785.7	19.088	248.3	19.936	4190.2	22.633	634.6	20.889	32280.1	16.677	32280.1	17.653	
20.03.12	12 1 2 9	714	737.1	18.057	248.3	19.484	122.2	19.151	2321.8	23.376	55.5	20.293	1635.9	19.413	224.7	19.698	3283.6	22.465	547.9	20.913	32280.1	17.32	32280.1	17.891	
20.03.12	12 5 13 6	719	737.1	18.39	256.2	19.651	122.2	19.222	1391.5	21.891	35.5	20.341	1549.2	19.056	193.2	19.389	2518.9	22.298	461.2	20.889	32280.1	18.628	32280.1	19.484	
20.03.12	13 13 9	724	760.8	18.699	256.2	19.888	122.2	19.199	989.4	20.889	19.7	20.222	1391.5	18.485	153.7	19.294	1998.5	22.082	406	20.841	32280.1	19.032	32280.1	19.627	
20.03.12	13 5 14 4	700	823.9	18.723	248.3	19.865	106.4	19.246	894.8	20.436	11.8	20.055	1249.6	18.366	130.1	19.222	1903.9	21.915	374.5	20.793	32280.1	19.365	32280.1	19.984	
20.03.12	14 14 7	668	847.5	18.557	240.5	19.389	106.4	19.199	760.8	19.46	11.8	19.555	1170.7	18.366	114.3	19.222	1643.8	21.748	358.7	20.746	32280.1	18.913	32280.1	19.294	
20.03.12	14 5 15 1	617	831.7	18.675	216.8	19.318	98.5	19.127	634.6	19.365	11.8	19.341	1084	18.343	98.5	19.199	1470.3	21.604	342.9	20.65	32280.1	18.652	32280.1	19.127	
20.03.12	15 15 2	566	855.4	18.604	216.8	19.271	90.7	19.056	547.9	19.222	11.8	19.365	1031.3	18.271	98.5	19.175	1312.6	21.533	335.1	20.627	32280.1	17.891	32280.1	17.891	
20.03.12	15 5 15 4	494	1044.6	18.723	256.2	19.484	98.5	19.056	484.9	19.389	11.8	19.532	957.9	18.224	90.7	19.127	1210.2	21.485	327.2	20.603	26146.5	18.081	27994.2	18.129	
20.03.12	16 5 15 3	422	1359.9	18.937	287.8	19.532	106.4	19.088	429.7	19.365	11.8	19.555	918.5	18.129	82.8	19.088	1068.2	21.437	303.5	20.579	20454.4	17.034	21164	17.058	
20.03.12	16 5 15	339	1738.4	19.413	342.9	19.555	122.2	19.103	366.6	19.294	11.8	19.555	863.3	18.01	74.9	19.032	902.7	21.366	272	20.555	15266.9	16.344	14628.3	16.058	
20.03.12	17 14 7	250	658.3	19.46	145.8	19.555	43.4	19.103	295.6	19.222	11.8	19.532	776.6	17.915	59.1	18.985	729.2	21.294	216.8	20.507	9141.2	14.96	8479	14.457	
20.03.12	17 5 14 1	142	350.8	19.08	74.9	19.484	19.7	19.056	185.3	19.175	11.8	19.532	658.3	17.796	27.6	18.961	437.5	21.199	130.1	20.436	3827.6	11.248	3898.5	10.98	
20.03.12	18 12 8	26	82.8	18.913	11.8	19.627	3.9	19.056	35.5	19.222	11.8	19.722	398.1	17.843	3.9	19.175	90.7	21.079	19.7	20.365	823.9	7.619	879	7.469	
20.03.12	18 5 10 6	9	11.8	18.675	3.9	19.508	3.9	19.056	11.8	19.318	11.8	20.007	82.8	18.295	3.9	19.318	3.9	20.936	3.9	20.293	3.9	5.385	11.8	4.792	
20.03.12	19 8 3	0	11.8	18.461	3.9	19.413	3.9	19.032	11.8	19.151	11.8	19.888	3.9	18.414	3.9	19.127	3.9	20.777	3.9	20.198	3.9	3.195	3.9	2.637	
20.03.12	19 5 6 3	0	11.8	18.224	3.9	19.341	3.9	19.008	11.8	18.913	11.8	19.793	3.9	17.249	3.9	19.294	3.9	20.531	3.9	20.079	3.9	1.235	11.8	0.852	
20.03.12	20 4 9	0	11.8	18.057	3.9	19.294	3.9	19.008	3.9	18.794	11.8	19.793	3.9	18.081	3.9	19.222	11.8	20.777	51.2	20.246	3.9	0.467	3.9	-0.004	
20.03.12	20 5 3 8	0	3.9	17.891	3.9	19.271	3.9	19.088	11.8	18.818	11.8	19.817	3.9	17.701	3.9	19.208	11.8	21.676	51.2	20.484	3.9	-0.788	3.9	-1.128	
20.03.12	21 2 9	0	3.9	17.962	3.9	19.222	3.9	19.961	11.8	18.818	11.8	19.817	3.9	17.368	3.9	18.889	11.8	21.819	3.9	20.579	3.9	-1.074	3.9	-1.842	
20.03.12	21 5 2 2	0	11.8	17.891	3.9	19.175	3.9	19.937	11.8	18.747	11.8	19.793	3.9	17.034	3.9	18.913	11.8	21.7	51.2	20.46	3.9	-1.813	3.9	-2.217	
20.03.12	22 1 5	0	3.9	17.796	3.9	19.151	3.9	18.913	11.8	18.747	11.8	19.793	3.9	17.034	3.9	18.913	11.8	20.889	3.9	20.293	3.9	-1.842	11.8	-2.449	
20.03.12	22 5 1	0	3.9	17.701	3.9	19.127	3.9	18.866	11.8	18.675	11.8	19.793	3.9	17.844	3.9	19.103	3.9	20.46	11.8	20.055	3.9	-2.595	3.9	-2.829	
20.03.12	23 0 6	0	3.9	17.653	3.9	19.103	3.9	18.866	11.8	18.628	11.8	19.746	3.9	17.582	3.9	19.199	3.9	20.269	11.8	19.912	3.9	-2.595	3.9	-3.429	
20.03.12	23 5 0 1	0	11.8	17.558	3.9	19.08	3.9	18.842	11.8	18.58	11.8	19.746	3.9	17.629	3.9	19.294	3.9	20.126	3.9	19.793	3.9	-3.508	3.9	-3.806	

meteo stanice		h1		h2		h3		h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h12			
datum	čas	te	ace [W/]	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	te	světo [lx]	te	světo [lx]	te		
21.03.12	0	0.4	0	11.8	17.486	3.9	19.08	3.9	18.842	11.8	19.722	3.9	17.701	3.9	19.365	3.9	19.984	11.8	19.674	3.9	19.674	3.9	-3.3	3.9	-3.746	3.9	-3.746
21.03.12	0	0.7	0	3.9	17.439	3.9	19.056	3.9	18.818	11.8	19.698	3.9	17.677	3.9	19.389	3.9	19.865	3.9	19.865	3.9	19.555	3.9	-3.746	3.9	-4.136	3.9	-4.136
21.03.12	0	1.0	0	11.8	17.391	3.9	19.032	3.9	18.818	11.8	19.674	11.8	17.677	3.9	19.413	3.9	19.746	3.9	19.468	3.9	19.468	3.9	-4.773	3.9	-4.773	3.9	-4.773
21.03.12	0	1.3	0	3.9	17.332	3.9	19.008	3.9	18.818	11.8	19.651	3.9	17.677	3.9	19.436	3.9	19.651	3.9	19.651	3.9	19.365	3.9	-4.287	3.9	-4.803	3.9	-4.803
21.03.12	0	1.6	0	3.9	17.249	3.9	18.985	3.9	18.866	11.8	19.627	3.9	17.701	3.9	19.46	3.9	19.555	3.9	19.294	3.9	19.294	3.9	-4.803	3.9	-5.111	3.9	-5.111
21.03.12	0	1.9	0	11.8	17.177	3.9	18.985	3.9	18.771	11.8	19.603	3.9	17.701	3.9	19.27	3.9	19.46	11.8	19.199	3.9	19.199	3.9	-4.59	3.9	-4.925	3.9	-4.925
21.03.12	0	2.2	0	3.9	17.13	3.9	18.961	3.9	18.747	11.8	19.579	3.9	16.534	3.9	19.08	3.9	19.389	3.9	19.127	3.9	19.127	3.9	-4.106	3.9	-4.317	3.9	-4.317
21.03.12	0	2.5	0	11.8	17.058	3.9	18.937	3.9	18.723	11.8	19.555	3.9	16.939	3.9	19.032	3.9	19.318	3.9	19.056	3.9	19.056	3.9	-4.408	3.9	-4.59	3.9	-4.59
21.03.12	0	2.8	0	11.8	17.034	3.9	18.913	3.9	18.723	11.8	18.2	18.985	3.9	16.866	3.9	18.985	3.9	19.246	3.9	18.985	3.9	-4.681	3.9	-5.079	3.9	-5.079	
21.03.12	0	3.1	0	3.9	16.939	3.9	18.889	3.9	18.699	11.8	18.152	11.8	19.508	3.9	18.937	11.8	19.151	3.9	18.889	3.9	18.889	3.9	-5.32	3.9	-5.853	3.9	-5.853
21.03.12	0	3.4	0	3.9	16.892	3.9	18.889	3.9	18.699	11.8	18.105	11.8	19.484	3.9	18.889	3.9	19.08	3.9	18.889	3.9	18.889	3.9	-5.916	3.9	-6.136	3.9	-6.136
21.03.12	0	3.7	0	3.9	16.868	3.9	18.866	3.9	18.675	11.8	18.081	11.8	19.436	3.9	18.794	3.9	19.008	3.9	18.747	3.9	18.747	3.9	-5.885	3.9	-6.263	3.9	-6.263
21.03.12	0	4.0	0	67	16.844	11.8	18.842	3.9	18.675	67	18.057	11.8	19.413	3.9	18.652	12.2	18.937	43.4	18.675	95.0	18.675	95.0	-5.791	93.4	-6.073	40.4	-5.356
21.03.12	0	4.3	0	26	16.844	11.8	18.842	11.8	18.652	374.5	19.389	153.7	16.225	90.7	18.771	910.6	19.032	335.1	18.675	411.4	18.675	411.4	-5.418	416.6	-5.635	746.2	-3.212
21.03.12	0	4.6	0	42	16.844	11.8	18.842	11.8	18.652	894.8	18.247	11.8	19.413	705.6	16.558	240.5	18.866	2014.3	19.436	681.9	18.866	7359.5	-3.508	7556.6	-3.597	21613.3	19.13
21.03.12	0	4.9	0	183	16.892	13.8	18.889	43.4	18.628	1517.6	18.652	43.4	19.46	1352.1	16.725	295.6	19.066	3118	19.912	942.1	19.127	17781.8	1.017	19547.8	0.384	32280.1	8.319
21.03.12	0	5.2	0	267	17.011	161.6	18.937	59.1	18.652	5286.1	19.389	74.9	19.555	2211.4	17.272	587.3	19.365	4158.7	20.46	1025.8	19.389	26099.2	7.845	29552.3	7.745	32280.1	9.977
21.03.12	0	5.5	0	350	17.058	185.3	18.961	67	18.652	3969.5	20.603	208.9	19.698	3062.8	18.081	477	19.722	4694.8	20.96	973.6	19.674	32280.1	10.001	32280.1	10.394	32280.1	11.613
21.03.12	0	5.8	0	431	17.272	193.2	18.985	82.8	18.652	2376.2	24.968	453.3	19.888	3575.3	18.747	421.8	19.865	5435.9	21.437	1076.1	19.936	32280.1	11.467	32280.1	12.147	32280.1	14.505
21.03.12	0	6.1	0	501	17.439	208.9	18.985	90.7	18.675	3264.3	29.315	674.1	19.746	2905.2	19.127	342.9	19.722	5877.3	21.795	997.3	20.222	32280.1	14.481	32280.1	15.438	32280.1	16.677
21.03.12	0	6.4	0	564	17.486	224.7	19.032	98.5	18.675	3227.2	31.357	792.3	20.174	2227.2	19.127	327.2	19.841	5995.6	22.106	926.3	20.388	32280.1	16.701	32280.1	17.796	32280.1	18.414
21.03.12	0	6.7	0	613	17.605	232.6	19.103	106.4	18.699	32280.1	33.235	611	20.388	2250.8	19.341	311.4	19.936	5869.5	22.274	847.5	20.531	32280.1	18.723	32280.1	19.651	32280.1	19.722
21.03.12	0	7.0	0	654	17.819	248.3	19.151	114.3	18.723	7714.3	30.976	208.9	20.388	232.6	19.532	295.6	20.007	5364.9	22.441	768.7	20.65	32280.1	20.079	32280.1	21.008	32280.1	19.555
21.03.12	0	7.3	0	675	18.057	256.2	19.199	114.3	18.747	4024.7	26.965	106.4	20.317	1900.6	19.746	272	20.031	4789.4	22.489	705.6	20.746	32280.1	19.698	32280.1	20.722	32280.1	20.65
21.03.12	0	7.6	0	691	18.224	256.2	19.199	114.3	18.747	2913	23.04	67	19.746	1911.8	19.817	256.2	19.865	3969.5	22.465	642.5	20.817	32280.1	21.27	32280.1	21.437	32280.1	22.298
21.03.12	0	7.9	0	696	18.414	264.1	19.27	114.3	18.771	2038	21.867	51.2	20.126	1706.8	19.555	216.8	19.746	3386.1	22.393	571.6	20.841	32280.1	22.968	32280.1	23.424	32280.1	23.954
21.03.12	0	8.2	0	693	18.58	256.2	19.318	114.3	18.794	1572.8	21.103	27.6	20.126	1588.6	19.579	177.4	19.984	2873.6	22.321	508.5	20.841	32280.1	25.113	32280.1	25.283	32280.1	24.074
21.03.12	0	8.5	0	668	18.675	264.1	19.27	106.4	18.818	1399.9	19.96	27.6	19.365	1446.7	19.884	177.4	19.793	2629.2	22.226	524.3	20.889	32280.1	24.726	32280.1	24.726	32280.1	22.776
21.03.12	0	8.8	0	645	18.747	240.5	19.222	90.7	18.794	981.5	19.46	11.8	19.127	1462.4	19.841	114.3	19.627	1888.2	22.13	406	20.889	32280.1	23.689	32280.1	24.05	32280.1	22.465
21.03.12	0	9.1	0	584	18.794	264.1	19.175	98.5	18.794	918.5	19.175	19.7	19.008	1107.7	19.77	122.2	19.555	2053.7	21.987	421.8	20.817	32280.1	23.448	32280.1	23.232	18980.2	21.795
21.03.12	0	9.4	0	541	18.889	256.2	19.175	90.7	18.771	776.6	19.103	11.8	18.985	1123.4	19.674	106.4	19.603	1726.2	21.843	390.2	20.77	32280.1	22.729	32280.1	22.609	15393	22.369
21.03.12	0	9.7	0	471	18.985	264.1	19.222	90.7	18.771	674.1	19.27	11.8	19.246	1020.9	19.651	98.5	19.651	1564.9	21.7	374.5	20.722	26469.7	23.448	29118.7	23.256	11876.9	20.746
21.03.12	0	10.0	0	378	18.719	279.9	19.294	90.7	18.771	579.5	19.484	11.8	19.508	997.3	19.579	90.7	19.698	1241.7	21.581	342.9	20.674	20888	21.342	21321.6	20.936	9606.4	19.817
21.03.12	0	10.3	0	297	18.413	295.6	19.127	98.5	18.771	477	19.008	11.8	19.127	886.9	19.579	74.9	19.698	1060.4	21.485	295.6	20.603	16102.6	20.246	15881.8	19.793	6973.2	18.2
21.03.12	0	10.6	0	229	18.532	153.7	19.365	43.4	18.794	358.7	19.246	11.8	19.318	784.4	19.555	59.1	19.698	768.7	21.39	224.7	20.531	9362	18.224	9393.5	17.891	3567.4	15.342
21.03.12	0	10.9	0	130	18.717	19.294	19.413	19.7	18.818	216.8	19.246	11.8	19.365	618.9	19.508	27.6	19.603	445.4	21.294	130.1	20.46	4213.9	15.175	4300.6	15.127	855.4	12.775
21.03.12	0	11.2	0	30	19.103	19.7	19.46	3.9	18.818	51.2	19.389	11.8	19.651	382.4	19.151	3.9	19.532	98.5	21.175	19.7	20.388	957.9	12.606	1013.1	12.678	3.9	8.717
21.03.12	0	11.5	0	9	18.937	3.9	19.341	3.9	18.818	11.8	19.46	11.8	19.817	90.7	18.628	3.9	19.532	11.8	21.056	3.9	20.317	3.9	8.717	11.8	8.568	11.8	7.569
21.03.12	0	11.8	0	3	18.818	3.9	19.294	3.9	18.794	3.9	19.175	11.8	19.603	3.9	18.271	3.9	19.651	3.9	20.96	3.9	20.246	3.9	7.519	11.8	7.293	11.8	10.541
21.03.12	0	12.1	0	0	18.747	3.9	19.341	3.9	18.842	3.9	19.294	11.8	19.77	3.9	18.937	3.9	19.793	11.8	21.103	3.9	20.293	3.9	10.198	11.8	10.222	3.9	10.638
21.03.12	0	12.4	0	0	18.747	3.9	19.365	3.9	18.866	11.8	19.27	11.8	19.77	3.9	19.103	3.9	19.841	11.8	21.175	11.8	20.317	3.9	10.418	11.8	10.418	3.9	8.095
21.03.12	0	12.7	0	0	18.723	3.9	19.389	3.9	18.889	11.8	19.365	11.8	19.936	11.8	19.151	3.9	19.888	11.8	21.223	3.9	20.341	3.9	8.145	11.8	7.82	3.9	6.458
21.03.12	0	13.0	0	0	18.675	3.9	19.413	3.9	18.913	11.8	19.413	11.8	19.984	3.9	19.175	3.9	19.936	3.9	21.27	3.9	20.365	3.9					

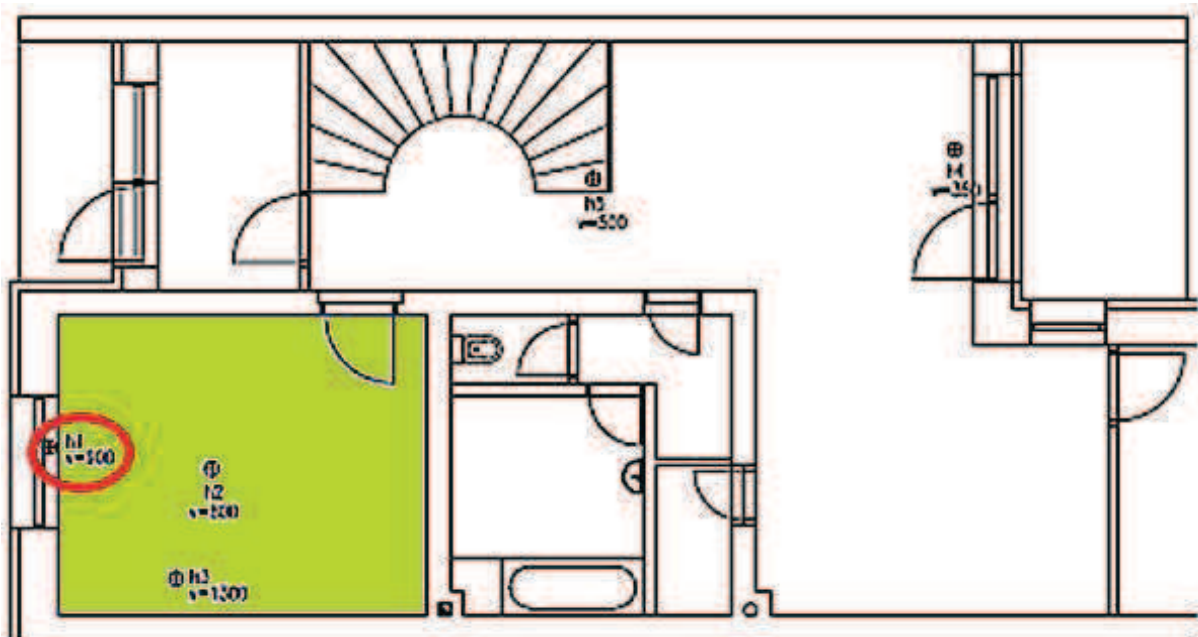
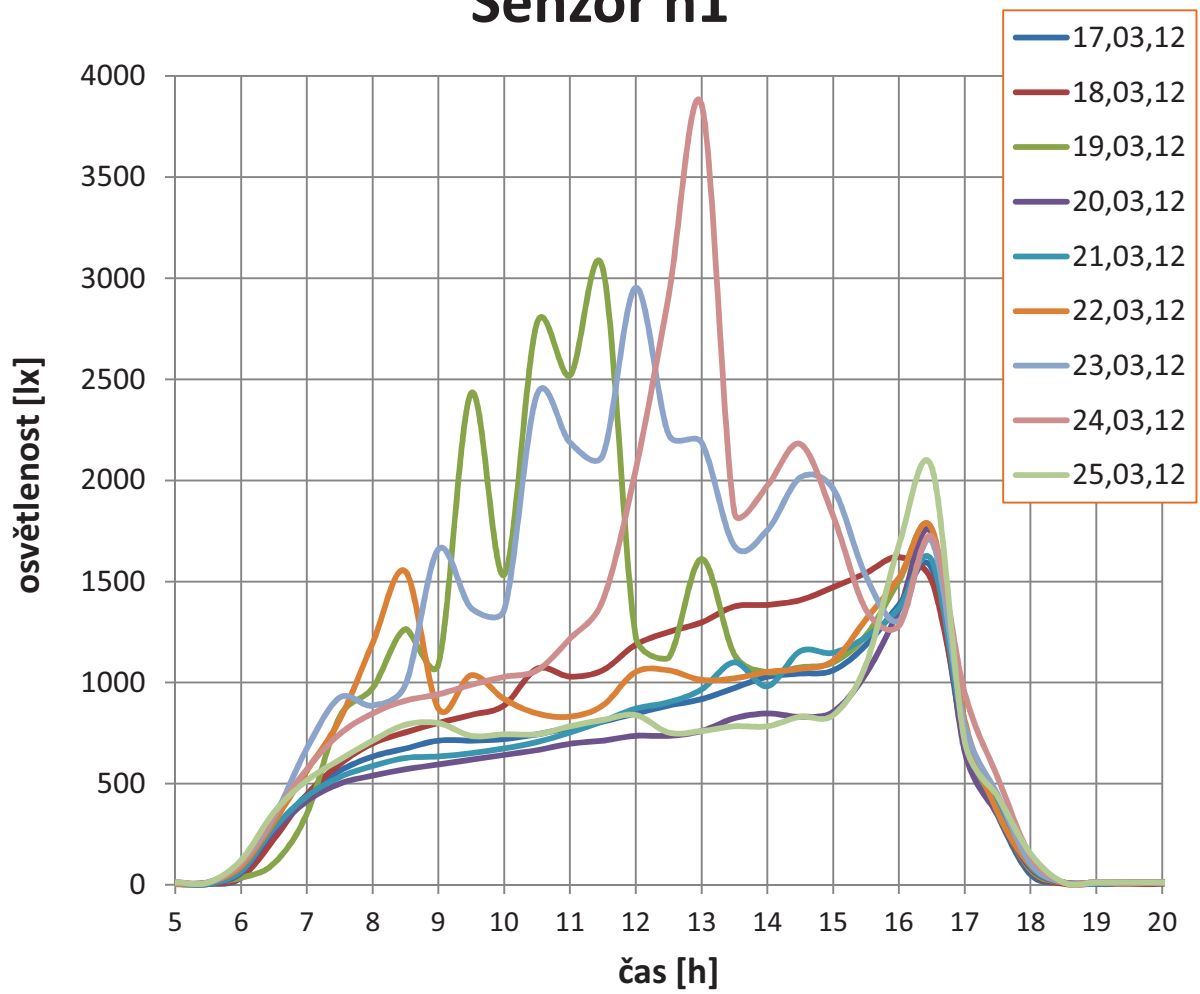
meteo stanice		h1		h2		h3		h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h12		
datum	čas	te	ace [W/]	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	te	světo [lx]	te	
22.03.12	0 7.1	0	18.081	3.9	19.246	3.9	18.933	11.8	19.151	11.8	19.96	3.9	18.866	3.9	19.888	3.9	20.817	3.9	20.126	3.9	4.714	11.8	4.688	3.9	2.877	
22.03.12	0 5.67	0	18.01	3.9	19.222	3.9	18.866	11.8	19.08	11.8	19.888	3.9	18.842	3.9	19.793	3.9	20.698	3.9	20.055	3.9	2.69	11.8	2.557	3.9	1.453	
22.03.12	1 5.7	0	17.938	3.9	19.199	3.9	18.666	11.8	19.032	11.8	19.841	3.9	18.533	3.9	19.746	3.9	20.603	3.9	20.007	3.9	1.344	11.8	1.18	3.9	2.637	
22.03.12	1 5.49	0	17.867	3.9	19.175	3.9	18.666	11.8	18.985	11.8	19.817	3.9	18.366	3.9	19.698	3.9	20.531	3.9	19.96	3.9	2.316	11.8	2.209	3.9	2.797	
22.03.12	2 4.8	0	17.915	3.9	19.151	3.9	18.842	11.8	18.937	11.8	19.793	3.9	18.2	3.9	19.651	3.9	20.436	3.9	19.888	3.9	2.557	11.8	2.477	3.9	3.485	
22.03.12	2 5.49	0	17.915	3.9	19.151	3.9	18.842	11.8	18.866	11.8	19.777	3.9	18.081	3.9	19.627	3.9	20.341	3.9	19.841	3.9	3.301	11.8	3.248	3.9	4.506	
22.03.12	3 5.7	0	17.938	3.9	19.127	3.9	18.842	11.8	18.842	11.8	19.746	3.9	18.033	3.9	19.627	3.9	20.246	3.9	19.793	3.9	4.506	11.8	4.272	3.9	4.454	
22.03.12	3 5.61	0	17.962	3.9	19.127	3.9	18.818	11.8	18.842	11.8	19.722	3.9	18.033	3.9	19.579	3.9	20.031	3.9	19.746	3.9	4.454	11.8	4.246	3.9	4.766	
22.03.12	4 6	0	17.962	3.9	19.127	3.9	18.818	11.8	18.818	11.8	19.698	3.9	18.01	3.9	19.532	3.9	19.532	3.9	19.698	3.9	4.895	11.8	4.662	3.9	4.558	
22.03.12	4 5.59	0	17.962	3.9	19.103	3.9	18.794	11.8	18.771	11.8	19.698	3.9	17.962	3.9	19.508	3.9	19.936	3.9	19.627	3.9	4.558	11.8	4.298	3.9	4.558	
22.03.12	5 5.9	0	17.962	3.9	19.103	3.9	18.794	11.8	18.771	11.8	19.674	3.9	17.891	3.9	19.508	3.9	19.888	3.9	19.579	3.9	4.558	11.8	4.324	11.8	4.532	
22.03.12	5 5.6	0	17.915	3.9	19.103	3.9	18.794	11.8	18.747	11.8	19.651	3.9	17.891	3.9	19.532	3.9	19.885	11.8	19.532	3.9	4.558	11.8	4.376	11.8	3.142	
22.03.12	6 5.6	11	17.915	11.8	19.103	11.8	18.794	90.7	18.747	11.8	19.651	3.9	17.915	3.9	19.555	145.8	19.888	51.2	19.508	1202.3	3.009	1210.2	2.93	4537.1	3.433	
22.03.12	6 5.5	39	311.4	17.938	51.2	19.103	11.8	18.794	469.1	18.818	11.8	19.651	185.3	17.962	43.4	19.579	681.9	20.007	216.8	19.555	4702.7	3.301	4970.7	3.116	7730	6.026
22.03.12	7 5.4	58	563.7	17.986	67	19.127	11.8	18.794	563.7	18.985	11.8	19.698	697.7	18.01	59.1	19.579	1580.7	20.126	264.1	19.603	8360.7	5.924	8620.9	5.745	12294.7	7.67
22.03.12	7 5.64	98	816	18.033	106.4	19.199	27.6	18.818	855.4	19.103	11.8	19.674	1028.8	18.152	98.5	19.651	2187.7	20.365	445.4	19.722	13193.5	7.745	13477.3	7.469	18136.6	9.114
22.03.12	8 8.2	134	1194.4	18.271	169.5	19.127	43.4	18.842	1289	19.294	11.8	19.722	1965.5	18.461	193.2	19.746	3070.7	20.627	705.6	19.888	19721.2	9.114	19437.4	8.891	32280.1	11.224
22.03.12	8 5.93	264	1549.2	18.604	264.1	19.341	67	18.866	4489.8	19.722	67	19.777	2495.2	18.794	484.9	19.888	5664.5	20.96	1281.1	20.079	32280.1	10.932	32280.1	10.785	32280.1	13.906
22.03.12	9 11.2	485	871.2	18.509	240.5	19.413	90.7	18.889	21936.6	22.537	413.9	19.984	4475	19.294	579.5	20.15	6279.4	21.509	1423	20.412	32280.1	13.642	32280.1	13.666	32280.1	16.296
22.03.12	9 5.12.1	550	1036.7	18.723	303.5	19.508	114.3	19.961	29205.4	26.109	524.3	20.126	3559.5	19.722	413.9	20.269	7099.3	22.082	1170.7	20.65	32280.1	15.819	32280.1	16.272	32280.1	17.391
22.03.12	10 13.1	603	918.5	18.747	256.2	19.484	114.3	18.985	32264.3	30.117	752.9	20.365	2747.5	19.96	398.1	20.126	7672.5	22.585	1115.6	20.865	32280.1	17.51	32280.1	17.582	32280.1	19.199
22.03.12	10 5.13.6	613	847.5	18.818	264.1	19.484	114.3	19.008	32264.3	28.295	618.9	20.198	2755.4	18.961	335.1	19.674	7028.4	22.585	918.5	20.777	32280.1	18.747	32280.1	18.747	32280.1	18.747
22.03.12	11 14.1	663	831.7	18.913	216.8	19.532	82.8	19.056	8944.1	30.596	122.2	20.531	2929.7	17.843	201	19.27	4355.8	22.128	583.3	20.46	32280.1	18.509	32280.1	18.913	32280.1	19.841
22.03.12	11 5.15.1	677	886.9	19.222	264.1	20.15	122.2	19.175	5388.5	26.329	153.7	20.484	1872.4	17.748	279.9	19.199	6271.5	22.058	760.8	20.412	32280.1	19.532	32280.1	20.174	32280.1	22.154
22.03.12	12 15.6	701	1052.5	20.777	272	20.436	122.2	19.389	4308.5	22.753	98.5	20.484	1927.6	17.843	248.3	19.08	5632.9	21.891	681.9	20.246	32280.1	21.724	32280.1	21.987	32280.1	20.674
22.03.12	12 5.15.8	693	1060.4	20.65	272	20.246	122.2	19.46	2999.8	20.007	51.2	20.198	1730.5	17.701	224.7	19.08	4718.4	21.772	603.1	20.317	32280.1	20.126	32280.1	20.841	32280.1	20.841
22.03.12	13 16.4	691	1013.1	20.007	256.2	19.936	106.4	19.46	1919.7	17.748	43.4	19.603	1612.2	18.057	185.3	19.127	3559.5	21.604	516.4	20.365	32280.1	20.936	32280.1	21.151	32280.1	20.889
22.03.12	13 5.16.6	663	1020.9	19.722	248.3	19.746	106.4	19.413	1375.7	18.033	27.6	19.318	399.4	18.271	161.6	19.222	5897.3	21.485	453.3	20.365	32280.1	20.65	32280.1	21.008	32280.1	23.016
22.03.12	14 17.5	636	1052.5	19.817	240.5	20.15	98.5	19.484	1028.8	19.318	19.7	19.746	1241.7	18.414	138	19.222	2518.9	21.366	421.8	20.365	32280.1	22.657	32280.1	23.088	25697.1	21.652
22.03.12	14 5.17.8	596	1068.2	19.777	240.5	19.96	98.5	19.46	886.9	19.222	11.8	19.777	1770.7	18.485	122.2	19.246	2124.7	21.27	382.4	20.388	32280.1	21.7	32280.1	21.891	19618.7	21.413
22.03.12	15 18.2	533	1107.7	19.817	240.5	19.936	82.8	19.46	745	19.865	11.8	19.912	1060.4	18.604	114.3	19.246	1762	21.151	366.6	20.341	32280.1	21.223	32280.1	21.59	16126.2	19.841
22.03.12	15 5.17.9	468	1312.6	19.888	272	19.888	90.7	19.46	666.2	19.865	11.8	19.793	1020.9	18.485	106.4	19.246	1635.9	21.056	295.6	20.269	29623.2	20.317	31176.3	19.984	12355.3	19.698
22.03.12	16 17.7	396	1517.6	20.055	295.6	19.888	98.5	19.46	547.9	19.436	11.8	19.793	981.5	18.414	98.5	19.246	1359.9	20.698	287.8	19.674	22181	19.746	22922	19.722	9890.2	18.842
22.03.12	16 5.17.5	311	1762	20.365	311.4	19.936	106.4	19.46	461.2	19.793	11.8	19.936	926.3	18.628	82.8	19.341	1139.2	20.507	272	19.651	16906.7	19.032	16646.6	18.628	7988.1	17.701
22.03.12	17 17.3	236	816	20.341	161.6	19.888	43.4	19.46	413.9	19.841	11.8	19.96	973.6	18.818	67	19.436	934.2	20.412	201	19.532	11388.1	17.653	10962.4	17.463	3283.6	14.385
22.03.12	17 5.16.6	148	358.7	20.007	74.9	19.817	19.7	19.436	201	19.698	11.8	19.96	713.5	18.889	19.7	19.508	429.7	20.222	90.7	19.318	3993.1	14.385	4024.7	14.242	950	12.654
22.03.12	18 15.3	35	98.5	19.777	11.8	19.888	3.9	19.436	51.2	19.793	11.8	20.007	366.6	18.985	3.9	19.817	122.2	19.96	19.7	19.008	1068.2	12.703	1131.3	12.413	11.8	10.785
22.03.12	18 5.14.1	12	11.8	19.579	3.9	19.888	3.9	19.436	3.9	19.722	11.8	20.079	98.5	19.436	3.9	20.174	3.9	20.079	3.9	19.413	11.8	10.785	11.8	10.687	3.9	9.509
22.03.12	19 12.6	0	11.8	19.341	3.9	19.722	3.9	19.413	11.8	19.746	11.8	20.103	3.9	19.603	3.9	19.96	11.8	20.555	11.8	19.912	11.8	9.485	11.8	9.41	3.9	8.99
22.03.12	19 5.11.4	0	11.8	19.151	11.8	19.651	3.9	19.389	11.8	19.674	11.8	20.126	3.9	19.532	3.9	19.674	3.9	20.777	11.8	20.15	11.8	8.965	11.8	8.916	11.8	8.02
22.03.12	20 10.7	0	11.8	18.985	3.9	19.603	3.9	19.365	11.8	19.46	11.8	20.079	3.9	18.033	3.9	19.603	11.8	21.079	43.4	20.46	3.9	8.07	11.8	7.895	3.9	8.469
22.03.12	20 5.10.2	0	11.8	18.842	3.9	19.579	3.9	19.341	11.8	19.484	11.8	20.103	3.9	18.771	3.9	19.698	11.8	21.127	3.9	20.579	3.9	8.344	11.8	8.245	3.9	8.99
22.03.12	21 10.3	0	11.8	18.723	3.9	19.555	3.9	19.318	11.8	19.603	11.8	20.174	11.8	18.571	3.9	20.174	3.9	20.984	3.9	20.46	3.9	8.916	11.8	8.792	3.9	8.817
22.03.12																										

meteo stanice		h1		h2		h3		h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h12			
datum	čas	ace [W/	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	te	
23.03.12	08.2	0	3.9	18.485	3.9	19.446	11.8	19.389	11.8	20.079	3.9	17.938	3.9	19.888	3.9	20.531	11.8	20.079	11.8	20.079	3.9	6.331	11.8	6.153	3.9	6.357	
23.03.12	05.8	0	11.8	18.438	3.9	19.446	11.8	19.365	11.8	20.055	3.9	17.677	3.9	19.748	3.9	20.046	11.8	20.007	11.8	20.007	3.9	6.306	11.8	6.153	3.9	6.611	
23.03.12	17.9	0	11.8	18.438	3.9	19.436	11.8	19.318	11.8	20.031	11.8	17.629	11.8	19.674	3.9	20.388	11.8	19.916	11.8	19.916	3.9	6.56	11.8	6.484	3.9	6.535	
23.03.12	15.8	0	11.8	18.39	3.9	19.436	11.8	19.294	11.8	20.007	11.8	17.582	11.8	19.627	3.9	20.341	11.8	19.912	11.8	19.912	3.9	6.509	11.8	6.357	3.9	6.408	
23.03.12	2.78	0	11.8	18.39	3.9	19.436	11.8	19.27	11.8	20.007	11.8	17.605	11.8	19.603	3.9	20.293	11.8	19.888	11.8	19.888	3.9	6.281	11.8	6.204	3.9	5.821	
23.03.12	2.57.3	0	11.8	18.343	3.9	19.413	11.8	19.246	11.8	19.984	11.8	17.558	11.8	19.532	3.9	20.222	11.8	19.817	11.8	19.817	3.9	5.719	11.8	5.642	3.9	5.642	
23.03.12	3.7	0	11.8	18.343	3.9	19.413	11.8	19.199	11.8	19.96	11.8	17.566	11.8	19.484	3.9	20.174	11.8	19.777	11.8	19.777	3.9	5.462	11.8	5.411	3.9	5.282	
23.03.12	3.5.6.7	0	11.8	18.295	3.9	19.413	11.8	19.175	11.8	19.936	11.8	17.596	11.8	19.46	3.9	20.176	11.8	19.746	11.8	19.746	3.9	5.705	11.8	5.076	3.9	4.766	
23.03.12	4.6.4	0	11.8	18.271	3.9	19.413	11.8	19.151	11.8	19.936	11.8	17.249	11.8	19.436	3.9	20.079	11.8	19.698	11.8	19.698	3.9	4.766	11.8	4.61	3.9	4.35	
23.03.12	4.5.6.8	0	3.9	18.247	3.9	19.389	11.8	19.103	11.8	19.912	11.8	17.225	11.8	19.413	3.9	20.031	11.8	19.674	11.8	19.674	3.9	4.35	3.9	4.194	3.9	4.402	
23.03.12	5.5.8	0	11.8	18.2	3.9	19.389	11.8	19.08	11.8	19.912	11.8	17.082	11.8	19.341	11.8	19.984	11.8	19.984	11.8	19.984	3.9	4.324	11.8	4.089	19.7	3.854	
23.03.12	5.5.6	0	11.8	18.176	3.9	19.389	11.8	19.032	11.8	19.888	11.8	17.011	11.8	19.294	3.9	19.912	11.8	19.912	11.8	19.912	3.9	3.854	11.8	3.643	13.678	3.92	
23.03.12	6.5.4	12	106.4	18.152	19.7	19.365	11.8	19.032	11.8	19.865	11.8	16.844	11.8	19.246	11.8	19.865	11.8	19.865	11.8	19.865	6.7	19.555	14.309	3.958	14.809	3.722	5.491
23.03.12	6.5.5.4	42	335.1	18.176	59.1	19.389	11.8	19.175	11.8	19.865	11.8	16.796	11.8	19.27	11.8	19.888	11.8	19.888	11.8	19.888	32.7	19.579	55.541	4.636	56.645	4.428	11.987
23.03.12	7.5.5	90	674.1	18.247	122.2	19.413	35.5	19.175	11.8	19.865	11.8	16.915	11.8	19.27	11.8	18.96	20.079	705.6	19.674	11.902	5.154	12.255	4.921	20.162	7.293		
23.03.12	7.5.6	193	926.3	18.39	169.5	19.532	43.4	19.199	22.19	19.603	35.5	19.96	20.695	17.177	38.24	19.603	2991.9	20.436	973.6	19.936	22.662	7.143	20.883	5.813	27.605	9.163	
23.03.12	8.7.7	278	886.9	18.557	185.3	19.555	59.1	19.222	37.3	19.865	51.2	19.841	39.624	18.485	50.8	19.294	3953.7	20.865	1202.3	20.174	25.184	8.891	28.968	8.817	32.880	10.883	
23.03.12	8.5.8	341	989.4	18.01	208.9	18.937	67	19.08	58.93	19.079	161.6	19.46	40.618	18.985	87.1	17.843	4481.9	21.223	20.198	32.880	10.59	32.880	10.541	32.880	10.541	12.364	
23.03.12	9.9.9	381	1659.5	17.391	264.1	17.558	90.7	18.485	151.72	18.747	264.1	18.842	42.37	18.176	87.1	17.249	6555.3	21.413	12.959	19.984	32.880	12.122	32.880	12.001	32.880	15.031	
23.03.12	9.5.11.2	519	1367.8	17.463	350.8	18.129	106.4	19.533	220.54	22.633	429.7	18.771	46.317	17.891	729.2	17.558	7887.7	21.795	124.9	20.079	32.880	14.792	32.880	14.936	32.880	14.84	
23.03.12	10.12.3	566	1359.9	17.486	303.5	18.414	98.5	18.58	171.70	26.012	106.4	19.365	41.902	18.152	579.5	18.271	5877.3	22.226	989.4	20.365	32.880	14.768	32.880	14.697	32.880	17.219	
23.03.12	10.5.13.4	675	2424.3	18.057	413.9	18.604	122.2	18.58	649.3	23.978	98.5	19.365	36.305	18.604	216.8	17.796	8471.1	22.489	1186.5	20.555	32.880	17.13	32.880	17.201	32.880	16.606	
23.03.12	11.14.3	454	2187.7	18.295	350.8	18.771	98.5	18.628	394.5	19.175	59.1	18.913	66.2	18.01	676.3	22.465	1076.1	20.555	1076.1	20.555	32.880	16.701	32.880	16.63	32.880	19.294	
23.03.12	11.5.15.3	550	2124.7	18.58	398.1	19.377	130.1	18.675	531.76	19.532	98.5	19.08	42.06	18.271	611	18.247	7430.4	22.465	1076.1	20.627	32.880	19.222	32.880	19.175	32.880	23.881	
23.03.12	12.17.3	877	2952.5	19.032	445.4	19.08	161.6	18.699	620.8	21.891	114.3	20.031	37.645	18.533	847.5	18.842	10.962	22.8	14.62	20.913	32.880	23.569	32.880	23.689	32.880	26.304	
23.03.12	12.5.18.9	863	2227.2	19.413	477	19.246	161.6	18.771	336.9	21.652	74.9	20.007	54.201	19.151	216.8	19.603	5688.1	23.016	981.5	21.151	32.880	25.866	32.880	26.207	32.880	24.219	
23.03.12	13.19.3	728	2187.7	19.532	437.5	19.341	145.8	18.794	236.9	20.746	59.1	19.841	34.964	20.103	138	19.746	4513.5	22.824	713.5	21.175	32.880	24.532	32.880	24.267	32.880	24.122	
23.03.12	13.5.19.6	652	1675.3	19.508	366.6	19.389	130.1	18.818	195.1	20.436	35.5	19.841	23.848	20.174	208.9	19.936	4237.5	22.633	579.5	21.127	32.880	24.484	32.880	24.267	32.880	24.146	
23.03.12	14.19.8	606	1754.1	19.603	350.8	19.436	122.2	18.866	167.0	20.246	27.6	19.627	19.512	20.126	224.7	19.793	3071.4	22.513	618.9	21.103	32.880	24.532	32.880	24.267	32.880	24.726	
23.03.12	14.5.20	561	2014.3	19.722	382.4	19.508	122.2	18.889	161.2	20.15	27.6	19.77	194.3	19.96	193.2	19.817	3725.1	22.441	595.2	21.127	32.880	24.339	32.880	24.508	26.988	20.817	
23.03.12	15.19.6	552	1959.1	19.77	279.9	19.484	82.8	18.937	149.4	20.126	27.6	19.793	21.089	20.031	153.7	19.674	3394	22.417	461.2	21.103	32.880	20.96	32.880	20.77	19.603	20.507	
23.03.12	15.5.19.2	339	1525.5	19.722	256.2	19.484	67	18.961	102.0	19.603	11.8	19.555	14.546	19.888	130.1	19.603	2794.8	22.082	429.7	20.889	24.404	20.698	24.956	20.46	12.594	18.438	
23.03.12	16.18.6	239	1304.8	19.651	224.7	19.484	51.2	18.961	74.5	19.294	11.8	19.436	132.05	19.77	98.5	19.555	1738.4	21.676	342.9	20.722	15.787	18.533	16.252	18.319	13.940	18.675	
23.03.12	16.5.18.3	188	1699	19.627	224.7	19.46	59.1	18.961	705.6	18.557	11.8	19.127	115.6	19.651	74.9	19.508	2030.1	21.342	311.4	20.46	17.679	18.842	17.678	18.557	6.752	16.558	
23.03.12	17.18.1	183	792.3	19.603	122.2	19.413	27.6	18.985	335.1	18.842	11.8	19.246	104.6	19.555	51.2	19.413	1005.2	21.079	201	20.317	80.769	16.558	8.203	16.415	39.80	13.93	
23.03.12	17.5.17.3	63	445.4	19.246	74.9	19.199	19.7	18.937	208.9	19.294	11.8	19.46	68.9	19.389	19.7	19.341	587.3	20.746	122.2	19.888	4.600	14.002	4.734	13.834	981.5	11.637	
23.03.12	18.16.1	37	106.4	19.056	11.8	19.318	3.9	18.937	51.2	19.294	11.8	19.627	42.18	19.222	3.9	19.222	138	20.246	27.6	19.436	10.84	11.637	11.47.1	11.54	11.8	9.879	
23.03.12	18.5.14.7	9	11.8	18.985	11.8	19.341	3.9	18.961	11.8	19.413	11.8	19.817	106.4	18.699	3.9	19.127	678.9	19.793	3.9	19.199	11.8	9.854	11.8	9.805	3.9	9.46	
23.03.12	19.13.6	0	11.8	18.889	3.9	19.365	3.9	18.985	11.8	19.508	11.8	20.007	3.9	18.271	11.8	19.508	11.8	19.365	3.9	18.747	3.9	9.287	11.8	9.336	11.8	8.195	
23.03.12	19.5.12.7	0	11.8	18.771	3.9	19.341	3.9	18.985	11.8	19.508	3.9	20.079	3.9	18.557	3.9	19.341	3.9	20.055	3.9	19.603	3.9	8.02	11.8	7.895	11.8	9.04	
23.03.12	20.12.1	0	11.8	18.771	3.9	19.508	3.9	19.056	3.9	19.103	3.9	19.912	3.9	18.628	3.9	19.508	11.8	20.317	3.9	19.817	3.9	8.866	11.8	8.817	3.9	9.287	
23.03.12	20.5.11.7	0	11.8	18.675	3.9	19.46	3.9	19.08	11.8	18.628	11.8	18.913	11.8	18.913	3.9	19.436	3.9	20.555	3.9	20.079	3.9	9.511	11.8	9.114	11.8	9.139	
23.03.12	21.11.3	0	11.8	18.723	3.9	19.603	3.9	19.103	11.8	19.008	11.8	19.865	3.9	18.224	3.9	19.31											

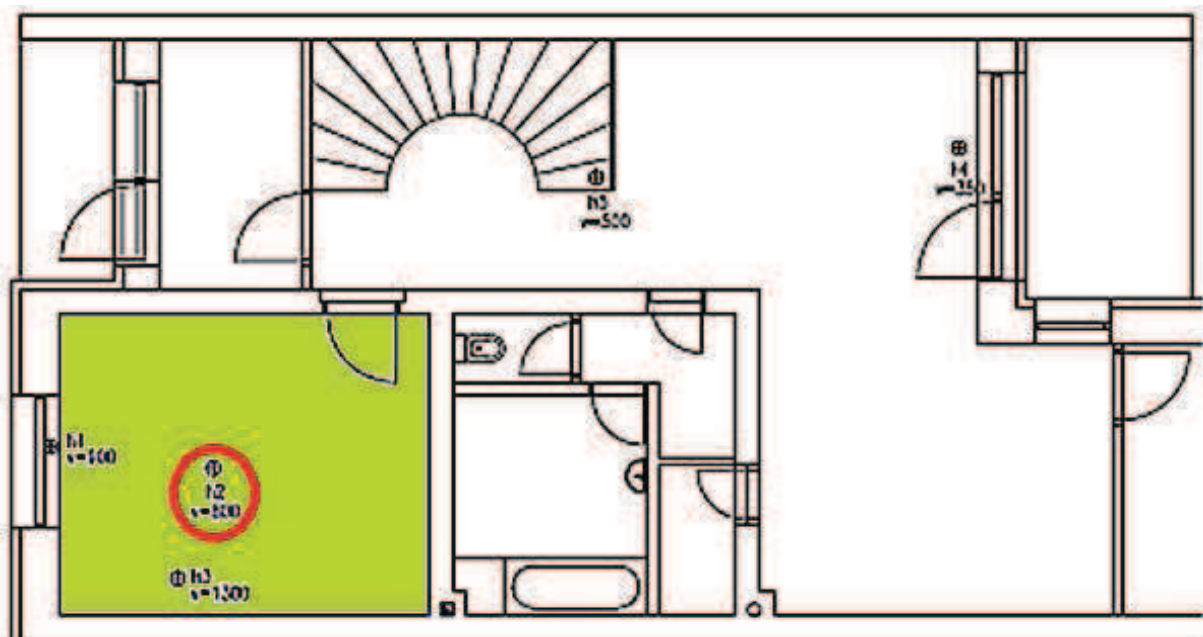
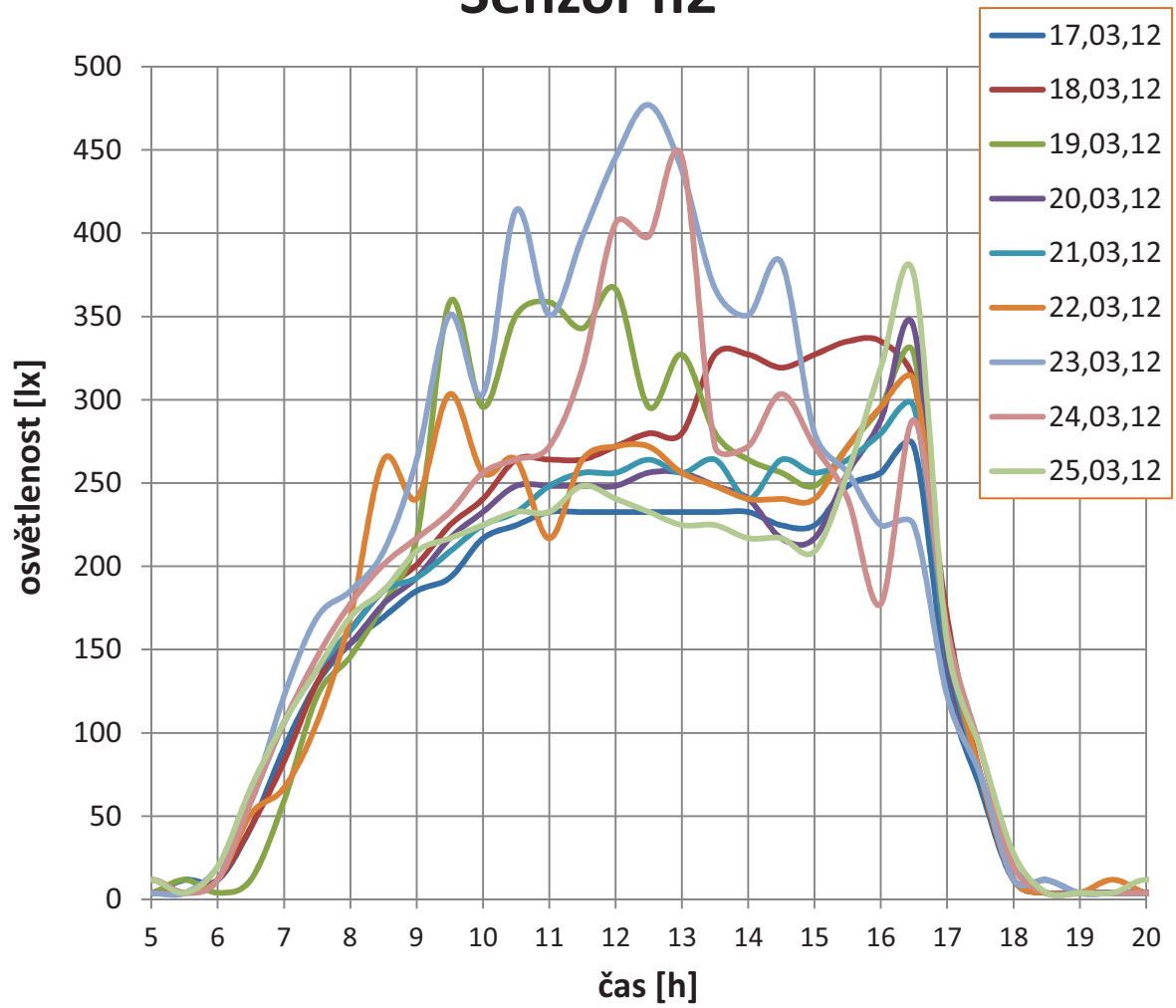
meteo stanice		h1		h2		h3		h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h12		
datum	čas	te	ace [W/]	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	ti	světo [lx]	te	světo [lx]	te	světo [lx]	te	
24.03.12	09.4	0	11.8	18.699	3.9	19.722	11.8	19.127	11.8	19.984	11.8	17.629	3.9	19.341	11.8	20.865	3.9	20.579	3.9	20.579	3.9	7.745	11.8	7.619	3.9	6.839
24.03.12	05.8.9	0	11.8	18.699	3.9	19.722	11.8	19.103	11.8	19.96	11.8	18.461	3.9	19.446	11.8	20.746	3.9	20.507	3.9	20.507	3.9	6.914	11.8	6.636	3.9	6.306
24.03.12	18.4	0	11.8	18.699	3.9	19.722	11.8	19.08	11.8	19.936	11.8	18.652	3.9	19.508	11.8	20.632	3.9	20.412	3.9	20.412	3.9	6.382	11.8	6.128	3.9	7.015
24.03.12	1.5.8.8	0	11.8	18.628	3.9	19.746	11.8	19.056	11.8	19.936	11.8	18.699	3.9	19.603	11.8	20.579	3.9	20.579	3.9	20.579	3.9	6.99	11.8	6.712	3.9	6
24.03.12	2.8.1	0	11.8	18.675	3.9	19.722	11.8	19.032	11.8	19.936	11.8	18.771	3.9	19.651	11.8	20.507	3.9	20.269	3.9	20.269	3.9	6.102	11.8	5.847	3.9	6.712
24.03.12	2.5.7.8	0	11.8	18.675	3.9	19.722	11.8	19.008	11.8	19.912	11.8	18.794	3.9	19.698	11.8	20.436	3.9	20.196	3.9	20.196	3.9	6.712	11.8	6.535	3.9	6.102
24.03.12	3.7.8	0	11.8	18.675	3.9	19.698	11.8	18.985	11.8	19.912	11.8	18.794	3.9	19.698	11.8	20.365	3.9	20.126	3.9	20.126	3.9	6.153	11.8	5.949	3.9	6.484
24.03.12	3.5.7.8	0	11.8	18.652	3.9	19.698	11.8	18.961	11.8	19.888	11.8	18.842	3.9	19.777	11.8	20.293	3.9	20.055	3.9	20.055	3.9	6.509	11.8	6.281	3.9	5.796
24.03.12	4.7.6	0	11.8	18.604	3.9	19.698	11.8	18.937	11.8	19.865	11.8	18.842	3.9	19.793	11.8	20.222	3.9	19.984	3.9	19.984	3.9	5.796	11.8	5.591	3.9	6.179
24.03.12	4.5.7.7	0	11.8	18.604	3.9	19.674	11.8	18.913	11.8	19.865	11.8	18.842	3.9	19.793	11.8	20.126	3.9	19.912	3.9	19.912	3.9	6.204	11.8	5.949	3.9	6.204
24.03.12	5.7.7	0	11.8	18.604	3.9	19.674	11.8	18.913	11.8	19.841	11.8	18.842	3.9	19.841	11.8	20.079	3.9	19.888	3.9	19.888	3.9	6.255	11.8	6	35.5	5.847
24.03.12	5.5.7.4	0	11.8	18.58	3.9	19.674	11.8	18.889	11.8	19.841	11.8	18.842	3.9	19.841	11.8	20.079	3.9	19.888	3.9	19.888	3.9	5.898	11.8	5.616	14.70.3	5.796
24.03.12	6.7.1	12	106.4	18.58	11.8	19.674	3.9	19.889	11.8	19.841	11.8	18.842	11.8	19.841	11.8	20.079	3.9	19.888	1549.2	5.847	1541.3	5.565	5.688	11.8	6.204	
24.03.12	6.5.7.2	44	342.9	18.604	59.1	19.698	11.8	19.341	382.4	18.985	11.8	19.841	216.8	18.842	90.7	19.936	75.2	20.174	327.2	19.96	5719.7	6.179	5822.2	6	11.869	6.737
24.03.12	7.7.3	77	571.6	18.699	106.4	19.777	35.5	19.365	934.2	19.175	19.7	19.888	871.2	19.032	232.6	20.103	166.74	20.412	713.5	20.079	11616.7	6.636	11955.7	6.408	213.29.5	9.756
24.03.12	7.5.8.2	172	745	18.747	145.8	19.817	43.4	19.413	1699	19.484	27.6	19.817	1777.8	19.294	366.6	20.198	274.5	20.817	1036.7	20.317	19815.8	9.311	20880.1	8.891	313.18.2	12.147
24.03.12	8.9.6	248	847.5	18.866	177.4	19.817	59.1	19.436	2597.7	20.507	90.7	20.222	2637.1	18.247	484.9	19.722	3811.8	21.294	1257.5	20.603	28288	11.662	30419.5	11.662	32280.1	14.026
24.03.12	8.5.10.9	318	910.6	18.937	201	19.746	74.9	19.436	4213.9	21.366	169.5	20.436	3409.7	17.177	524.3	19.627	4799.3	21.795	1336.3	20.865	32280.1	13.642	32280.1	13.642	32280.1	15.939
24.03.12	9.12.5	404	942.1	19.008	216.8	19.746	82.8	19.436	1527.1	24.339	358.7	20.126	2038	17.439	453.3	19.746	5916.8	22.321	1359.9	21.199	32280.1	15.652	32280.1	15.7	32280.1	17.249
24.03.12	9.5.13.7	482	989.4	19.151	232.6	19.936	90.7	19.508	2218.1	28.023	500.6	20.484	1959.1	18.747	398.1	20.077	6886.5	22.705	1296.9	21.461	32280.1	16.844	32280.1	16.939	32280.1	18.58
24.03.12	10.14.7	541	1028.8	19.246	256.2	19.984	106.4	19.555	28850.6	30.192	626.8	20.603	1730.5	19.603	358.7	20.055	7462	22.968	1210.2	21.604	32280.1	18.176	32280.1	18.033	32280.1	20.246
24.03.12	10.5.16	585	1060.4	19.365	264.1	19.96	106.4	19.555	32264.3	31.357	555.8	20.698	1667.4	19.888	319.3	20.103	7525	23.208	1099.8	21.724	32280.1	19.746	32280.1	20.055	32280.1	21.652
24.03.12	11.16.9	626	1218	19.413	272	19.912	114.3	19.555	7186	29.765	303.5	20.698	1925.5	20.079	264.1	20.126	7186	23.352	983.4	21.819	32280.1	21.318	32280.1	21.604	32280.1	22.585
24.03.12	11.5.18	650	1407.3	19.484	319.3	19.865	130.1	19.555	5443.7	27.505	177.4	20.777	1999.4	20.174	240.5	20.15	6768.2	23.448	916.5	21.891	32280.1	22.154	32280.1	22.25	32280.1	24.774
24.03.12	12.18.9	675	2053.7	19.96	406	20.031	138	19.603	5049.5	24.871	122.2	20.817	1320.5	20.269	224.7	20.174	6933.8	23.617	866.9	21.963	32280.1	24.484	32280.1	24.726	32280.1	25.283
24.03.12	12.5.19.7	691	2913	20.269	398.1	20.103	145.8	19.627	3165.3	23.424	90.7	20.889	1399.4	20.365	193.2	20.198	5514.7	23.641	776.6	22.011	32280.1	24.726	32280.1	25.55	32280.1	27.604
24.03.12	13.20.4	737	3859.1	20.698	445.4	20.222	145.8	19.698	2487.3	22.633	74.9	20.889	1241.7	20.484	177.4	20.222	5270.3	23.737	871.2	22.13	32280.1	27.727	32280.1	27.653	32280.1	24.363
24.03.12	13.5.20.5	814	1840.9	20.777	272	20.126	90.7	19.698	2140.4	22.226	51.2	20.913	1667.4	20.746	130.1	20.269	4876.1	23.93	776.6	22.25	32280.1	25.016	32280.1	24.968	32280.1	22.681
24.03.12	14.19.8	666	1974.9	20.722	272	20.222	106.4	19.698	1233.8	21.7	35.5	20.793	1454.6	20.936	130.1	20.269	3945.8	23.665	611	22.178	32280.1	23.184	32280.1	22.848	31665.1	22.705
24.03.12	14.5.19.9	543	2179.9	20.698	303.5	20.174	106.4	19.698	942.1	21.223	19.7	20.674	1005.2	20.793	98.5	20.269	3338.8	23.28	555.8	22.082	32280.1	22.872	32280.1	22.776	22449	22.489
24.03.12	15.20.3	550	1825.1	20.65	272	20.055	82.8	19.651	713.5	20.865	19.7	20.531	879	20.698	145.8	20.269	2660.8	23.088	776.6	21.987	26312	22.417	27195	22.729	14849.1	19.175
24.03.12	15.5.19.6	473	1359.9	20.507	240.5	19.96	74.9	19.627	705.6	20.746	11.8	20.484	1501.9	20.698	59.1	20.269	1754.1	22.944	382.4	21.891	18917.1	19.222	18909.2	19.199	14885.5	20.984
24.03.12	16.19.8	374	1281.1	20.603	177.4	19.96	59.1	19.579	689.8	20.674	11.8	20.436	571.6	20.65	59.1	20.269	2116.8	22.848	327.2	21.843	18373.1	21.342	18743.6	20.96	11778.2	19.484
24.03.12	16.5.18.8	236	1722.6	20.555	287.8	19.936	90.7	19.555	382.4	20.579	11.8	20.436	484.9	20.603	51.2	20.246	1370.5	22.585	311.4	21.7	16780.6	19.532	16804.2	19.27	7674.8	18.961
24.03.12	17.18.9	214	950	20.627	161.6	19.984	51.2	19.555	264.1	20.484	11.8	20.412	461.2	20.46	35.5	20.246	918.5	22.417	240.5	21.604	10426.3	18.842	10040	18.747	4174.5	16.32
24.03.12	17.5.18.4	121	532.2	20.269	90.7	19.865	19.7	19.508	153.7	20.365	11.8	20.388	366.6	20.388	11.8	20.246	532.2	22.274	138	21.509	5041.7	16.272	5128.4	16.249	1194.4	13.209
24.03.12	18.17.4	40	145.8	19.888	19.7	19.627	3.9	19.46	43.4	20.341	11.8	20.436	224.7	20.293	3.9	20.246	145.8	22.178	35.5	21.437	1328.4	13.185	1399.4	13.185	19.7	10.418
24.03.12	18.5.15.6	12	11.8	19.08	3.9	19.508	3.9	19.436	11.8	19.888	11.8	20.412	59.1	20.174	3.9	20.222	11.8	22.13	3.9	21.413	11.8	10.712	19.7	10.149	11.8	10.467
24.03.12	19.13.8	0	11.8	18.533	3.9	19.277	3.9	19.365	11.8	19.984	11.8	20.388	3.9	20.031	3.9	20.174	11.8	22.202	51.2	21.533	11.8	10.222	11.8	10.222	3.9	9.903
24.03.12	19.5.13.2	0	11.8	18.224	3.9	19.175	3.9	19.294	11.8	19.936	11.8	20.365	11.8	19.888	3.9	20.15	11.8	22.465	11.8	21.891	3.9	9.854	11.8	9.706	11.8	8.965
24.03.12	20.12.6	0	11.8	18.533	3.9	19.246	3.9	19.246	11.8	19.984	11.8	20.412	3.9	19.674	3.9	20.198	11.8	22.178	11.8	21.7	11.8	8.916	11.8	8.792	11.8	8.767
24.03.12	20.5.12	0	11.8	18.699	3.9	19.341	3.9	19.246	11.8	20.057	3.9	20.412	3.9	19.555	3.9	20.174	11.8	22.178	3.9	21.604	3.9	8.693	11.8	8.519	3.9	8.469
24.03.12	21.11.6	0	11.8	18.652	3.9	19.318	3.9	19.246	11.8	20.055	11.8															

meteoostanice		h1		h2		h3		h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h12		
datum	čas	te	ace [W/	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	ti	světo [k]	te	světo [k]	te	světo [k]	te	
25.03.12	0 7,9	0	11,8	18,105	3,9	19,008	3,9	19,888	11,8	20,412	3,9	18,794	3,9	19,888	3,9	19,841	11,8	21,843	11,8	21,437	3,9	4,947	11,8	4,792	3,9	3,406
25.03.12	0 5,6	0	11,8	17,962	3,9	19,913	3,9	19,032	11,8	20,365	3,9	18,652	3,9	19,841	3,9	19,841	11,8	21,724	11,8	21,724	3,9	3,433	3,9	3,195	3,9	2,45
25.03.12	1 5,7	0	3,9	17,819	3,9	18,866	3,9	19,008	11,8	20,365	3,9	18,167	3,9	19,678	3,9	19,678	11,8	21,628	11,8	21,628	3,9	2,557	3,9	2,158	3,9	1,938
25.03.12	1 5,4	0	3,9	17,701	3,9	18,818	3,9	19,961	11,8	20,365	3,9	18,176	3,9	19,678	3,9	19,678	11,8	21,509	11,8	21,509	3,9	1,344	3,9	1,153	3,9	0,934
25.03.12	2 4,2	0	11,8	17,558	3,9	18,723	3,9	19,913	11,8	20,341	11,8	18,01	3,9	19,651	3,9	19,651	11,8	21,413	11,8	21,413	3,9	0,934	3,9	0,715	3,9	0,412
25.03.12	2 5,3	0	3,9	17,486	3,9	18,675	3,9	18,866	11,8	20,317	3,9	17,843	3,9	19,603	3,9	19,603	11,8	21,318	11,8	21,318	3,9	0,495	3,9	0,163	3,9	0,577
25.03.12	3 3	0	3,9	17,463	3,9	18,628	3,9	18,818	11,8	20,293	11,8	17,677	3,9	19,555	3,9	19,555	11,8	21,246	11,8	21,246	3,9	0,66	3,9	0,273	3,9	0,283
25.03.12	3 5,2	0	3,9	17,296	3,9	18,58	3,9	18,771	11,8	20,293	11,8	17,415	3,9	19,508	3,9	19,508	11,8	21,151	11,8	21,151	3,9	-0,199	3,9	-0,647	3,9	-0,647
25.03.12	4 2,1	0	11,8	17,177	3,9	18,509	3,9	18,723	11,8	20,269	3,9	17,272	3,9	19,484	3,9	19,484	11,8	21,079	11,8	21,079	3,9	-0,647	3,9	-0,986	3,9	-1,469
25.03.12	4 5,1	0	3,9	17,058	3,9	18,461	3,9	18,675	11,8	20,246	3,9	17,13	3,9	19,436	3,9	19,436	11,8	20,984	11,8	20,984	3,9	-1,412	3,9	-1,784	3,9	-1,469
25.03.12	5 1,3	0	11,8	16,963	11,8	18,39	3,9	18,604	3,9	19,436	11,8	16,939	3,9	19,318	3,9	19,318	11,8	20,841	11,8	20,841	3,9	-1,526	3,9	-1,756	3,9	-1,469
25.03.12	5 5,0	0	11,8	16,892	3,9	18,319	3,9	18,557	11,8	20,174	3,9	16,939	3,9	19,318	3,9	19,318	11,8	20,841	11,8	20,841	3,9	-1,526	3,9	-1,756	3,9	-1,469
25.03.12	6 0,6	14	12,2	17,034	19,7	18,557	3,9	18,628	74,9	19,056	11,8	16,868	11,8	19,318	11,8	19,318	11,8	20,841	11,8	20,841	3,9	-1,526	3,9	-1,756	3,9	-1,469
25.03.12	6 5,0	4	35	358,7	15,7	67	18,366	19,7	18,58	311,4	19,27	11,8	20,007	208,9	16,844	90,7	19,318	208,9	20,817	82,8	20,627	165,16	-1,698	1667,4	-2,101	5144,2
25.03.12	7 0,9	49	49	516,4	14,625	106,4	17,796	35,5	18,319	681,9	19,603	721,4	16,915	256,2	19,389	202,2	21,27	745	20,865	847,1	0,301	8770,7	0,051	24467,2	5,282	0,439
25.03.12	7 5,3	209	618,9	14,433	138	17,677	51,2	18,176	1170,7	20,103	59,1	20,388	125,5	17,082	279,9	19,484	309,4	21,748	101,1	21,103	20312,5	4,48	2246,5	3,617	32280,1	11,224
25.03.12	8 6,7	285	713,5	14,577	169,5	17,701	67	18,129	1817,2	20,746	98,5	20,698	175,1	17,796	500,6	19,651	403,5	22,25	118,5	21,366	29173,9	10,516	32280,1	10,247	32280,1	
25.03.12	8 10,4	367	792,3	15,031	185,3	17,915	67	18,176	1660,8	21,581	256,2	21,008	176,3	18,747	437,5	19,96	503,8	22,729	125,5	21,628	32280,1	13,305	32280,1	13,305	32280,1	
25.03.12	9 14,5	445	800,2	15,939	208,9	17,962	90,7	18,152	3669,9	22,968	453,3	21,175	308,5	19,746	374,5	20,15	577,4	22,465	111,5	21,446	32280,1	17,368	32280,1	17,368	32280,1	
25.03.12	9 15,8	524	737,1	16,511	216,8	18,105	98,5	18,2	3985,2	24,412	752,9	21,318	288,4	20,269	421,8	20,126	631,8	22,753	100,2	21,318	32280,1	19,413	32280,1	19,413	32280,1	
25.03.12	10 16,4	599	745	16,963	224,7	18,081	106,4	18,152	32280,1	25,939	981,5	21,127	240,6	20,222	398,1	19,936	664,2	23,088	934,2	21,437	32280,1	20,198	32280,1	20,198	32280,1	
25.03.12	10 17,1	645	745	17,32	232,6	18,081	114,3	18,152	3226,3	30,343	894,8	21,032	229,2	20,174	366,6	19,984	677,6	23,232	839,6	21,604	32280,1	21,056	32280,1	21,056	32280,1	
25.03.12	11 17,9	689	784,4	17,582	232,6	18,247	122,2	18,2	3272,2	33,053	406	21,032	203,8	20,246	395,1	20,007	670,1	23,4	776,6	21,795	32280,1	23,376	32280,1	23,376	32280,1	
25.03.12	11 18,5	721	816	17,843	248,3	18,366	122,2	18,2	3272,2	33,6	161,6	20,936	191,18	20,293	295,6	20,007	589,3	23,472	697,7	21,963	32280,1	23,232	32280,1	23,232	32280,1	
25.03.12	12 19,3	735	839,6	18,081	240,5	18,461	122,2	18,247	2739,6	25,258	67	20,77	167,3	20,317	264,1	20,055	509,6	23,304	642,5	21,772	32280,1	24,267	32280,1	24,267	32280,1	
25.03.12	12 19,4	742	752,9	18,271	232,6	18,58	122,2	18,271	1131,3	22,561	35,5	20,579	151,6	20,341	232,6	20,079	378,1	22,776	540	21,485	32280,1	23,545	32280,1	23,545	32280,1	
25.03.12	13 20	738	760,8	18,485	224,7	19,032	114,3	18,414	800,2	21,7	27,6	20,436	130,4	20,365	177,4	20,031	276,3	22,609	443,4	21,7	32280,1	24,146	32280,1	24,146	32280,1	
25.03.12	13 20,2	738	784,4	18,604	224,7	19,056	114,3	18,509	603,1	21,294	19,7	20,388	123,4	20,365	145,8	20,031	207,4	22,465	240,5	21,581	32280,1	23,376	32280,1	23,376	32280,1	
25.03.12	14 20,2	693	784,4	18,723	216,8	19,151	106,4	18,58	492,7	21,032	11,8	20,365	981,5	20,341	122,2	20,031	179,3	22,321	335,1	21,581	32280,1	23,088	32280,1	22,561	22173,1	
25.03.12	14 5,20	654	831,7	18,842	216,8	19,222	98,5	18,652	413,9	20,793	11,8	20,269	879	20,341	114,3	19,984	1620,1	22,13	335,1	21,533	32280,1	23,04	32280,1	22,609	16410	
25.03.12	15 20,3	596	839,6	18,961	208,9	19,27	98,5	18,723	366,6	20,674	11,8	20,246	831,7	20,293	106,4	19,984	1281,1	22,011	311,4	21,581	32280,1	23,424	32280,1	23,184	20,841	
25.03.12	15 19,7	529	1091,9	19,151	256,2	19,365	106,4	18,794	327,2	20,484	11,8	20,174	800,2	20,246	106,4	19,96	1194,4	21,867	303,5	21,461	28503,7	21,223	30679,7	20,674	9984,8	
25.03.12	16 19	459	1683,2	20,198	319,3	19,413	130,1	18,842	287,8	20,317	11,8	20,103	768,2	20,222	98,5	19,936	1068,2	21,7	287,8	21,342	22181	20,269	23095,5	19,865	7919,2	
25.03.12	16 18,8	369	2061,6	20,579	374,5	19,555	138	18,937	248,3	20,317	11,8	20,126	729,2	20,174	90,7	19,508	918,5	21,652	256,2	21,318	16859,4	19,413	16741,2	19,436	6389,8	
25.03.12	17 18,1	279	705,6	20,15	153,7	19,579	51,2	18,985	208,9	20,317	11,8	20,222	674,1	19,884	67	19,627	760,8	21,581	216,8	21,27	1173	18,366	9582,7	18,271	3851,2	
25.03.12	18 16,4	37	437,5	19,698	90,7	19,508	35,5	18,985	145,8	20,246	3,9	20,317	555,8	19,888	43,4	19,936	532,2	21,39	145,8	20,841	5018	16,082	4789,4	15,963	1336,3	
25.03.12	18 15,6	14	11,8	19,199	3,9	19,413	3,9	19,008	11,8	20,603	11,8	20,579	138	20,174	3,9	20,174	138	20,174	11,8	21,987	3,9	21,27	19,7	12,509	27,6	12,509
25.03.12	19 14,4	0	11,8	19,056	3,9	19,389	3,9	19,032	11,8	20,531	11,8	20,674	11,8	20,269	3,9	20,198	11,8	21,963	3,9	21,199	11,8	10,663	11,8	10,638	11,8	10,638
25.03.12	19 13,6	0	11,8	18,913	3,9	19,365	3,9	19,032	11,8	20,46	11,8	20,627	3,9	19,674	3,9	20,15	11,8	21,963	51,2	21,963	3,9	11,224	11,8	11,2	11,8	10,247
25.03.12	20 13,2	0	11,8	18,818	11,8	19,365	3,9	19,032	11,8	20,412	11,8	20,627	3,9	19,508	3,9	20,174	11,8	22,178	51,2	21,557	3,9	10,001	11,8	10,075	3,9	7,066
25.03.12	20 12,2	0	11,8	18,771	3,9	19,365	3,9	19,032	11,8	20,388	11,8	20,603	3,9	19,555	3,9	20,198	11,8	22,321	43,4	21,676	3,9	7,066	11,8	6,914	3,9	5,693
25.03.12	21 10,3	0	11,8	18,652	3,9	19,341	3,9	19,032	11,8	20,341	3,9	20,603	3,9	19,579	3,9	20,079	11,8	22,226	3,9	21,628	3,9	5,898	11,8	5,385	3,9	5,282
25.03.12	21 5,8	0	11,8	18,557	11,8	19,341	3,9	19,032	11,8	20,246	11,8	20,555	3,9	19,028	3,9	19,912	11,8	22,058	3,9	21,533	3,9	5,385	11,8	4,895	3,9	4,089
25.03.12	22 7,9	0	11,8	18,438	3,9	19,318	3,9	19,032	11,8	20,174	11,8	20,507	3,9	18,628	3,9	19,817	11,8	22,011	3,9	21,509						

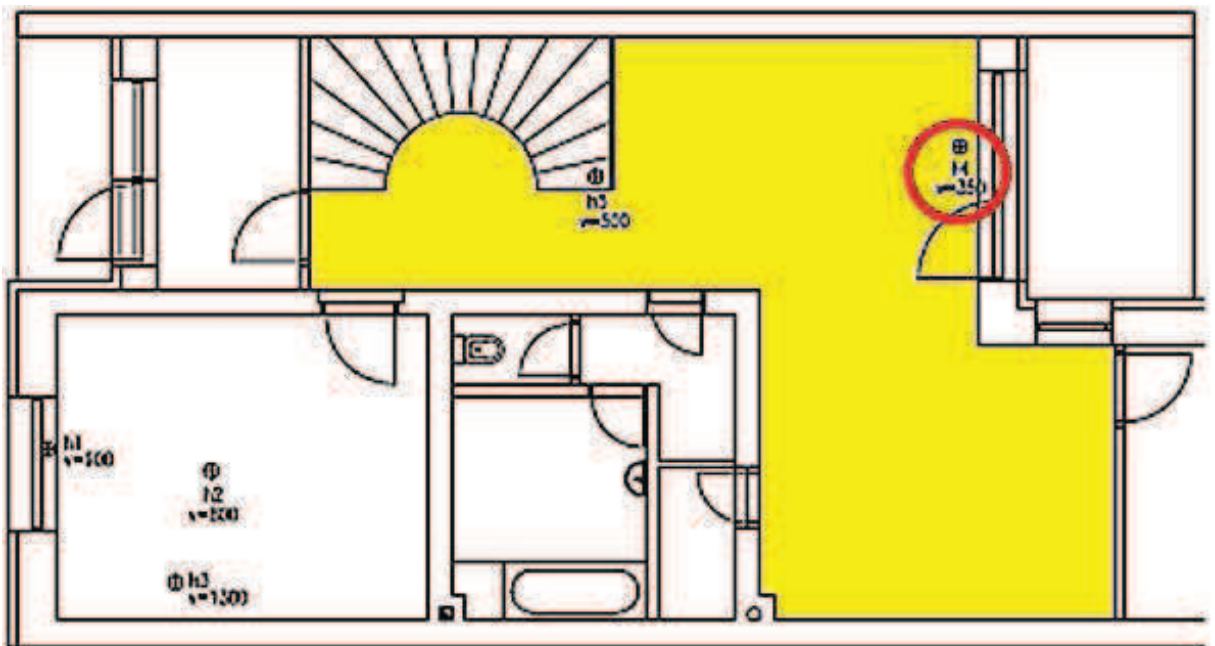
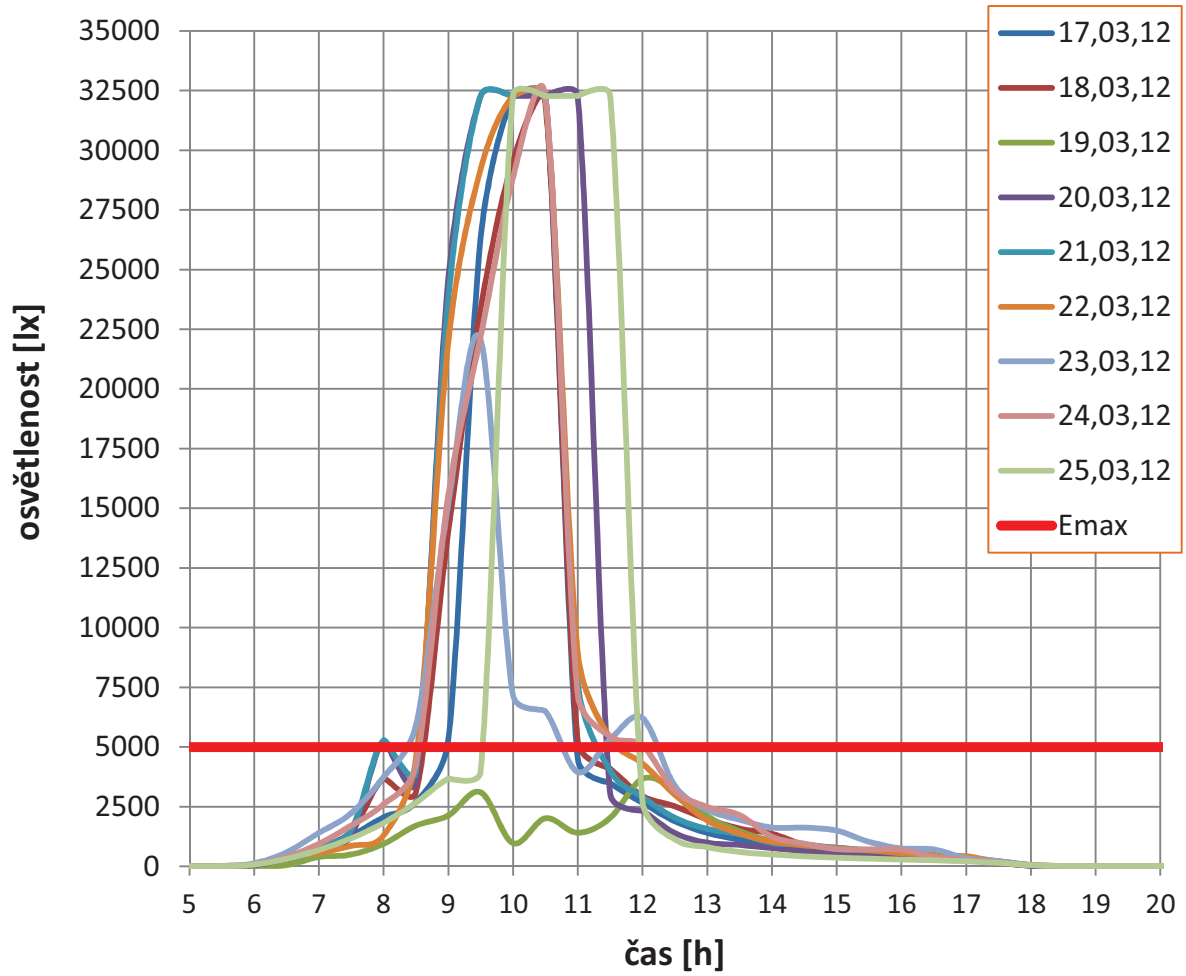
Senzor h1



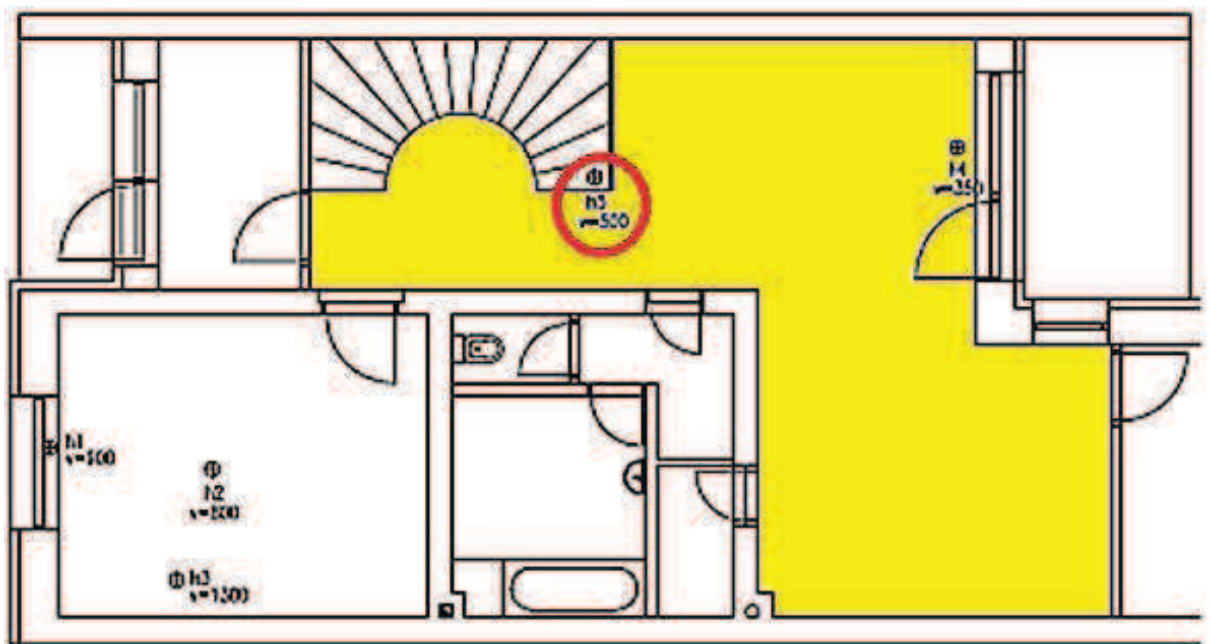
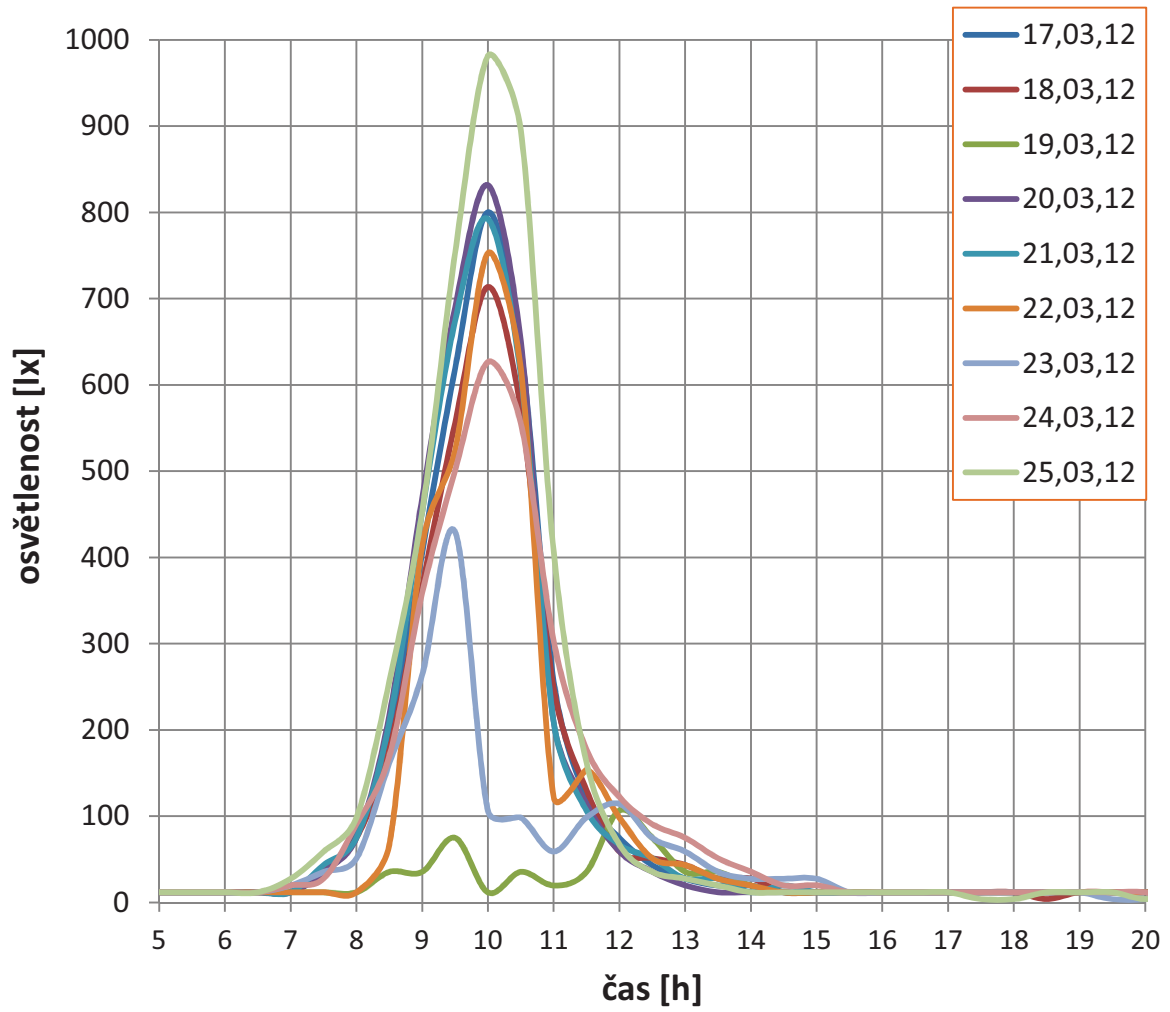
Senzor h2



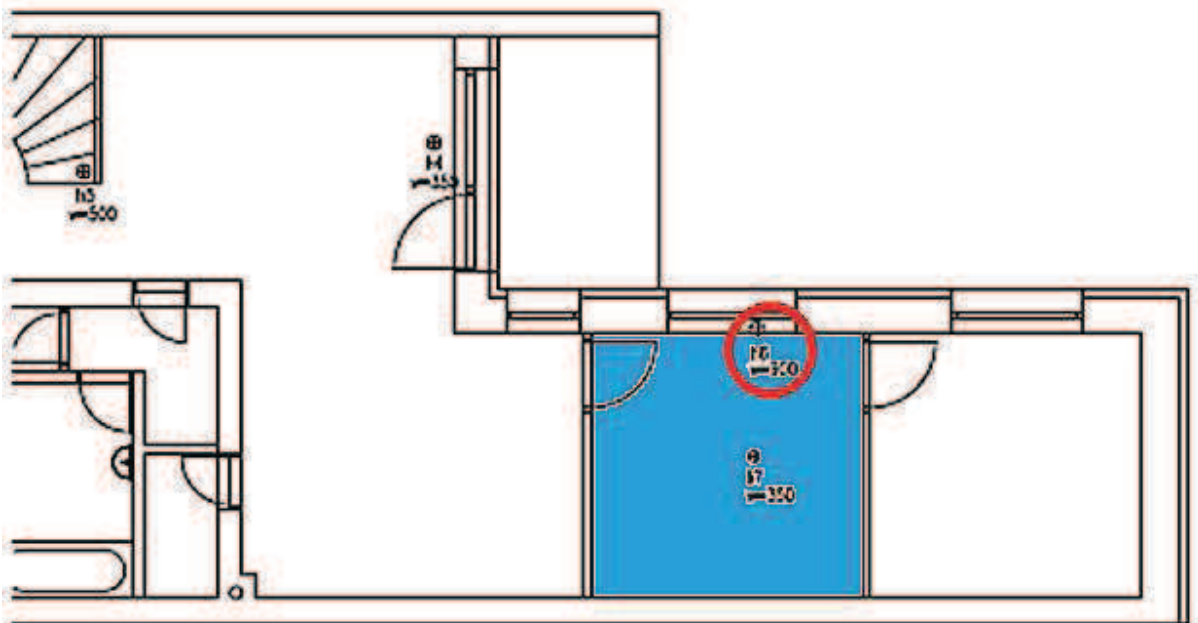
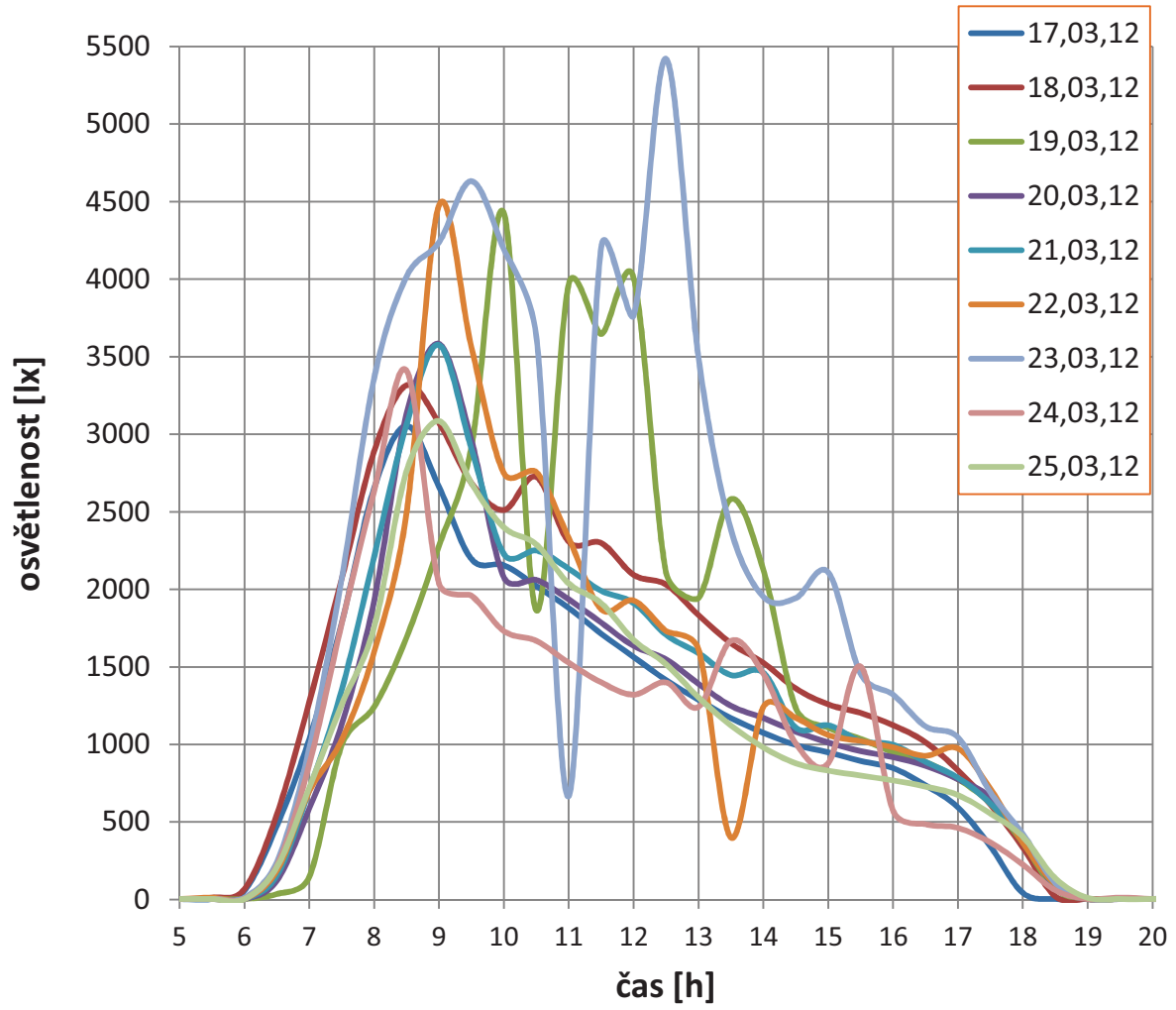
Senzor h4



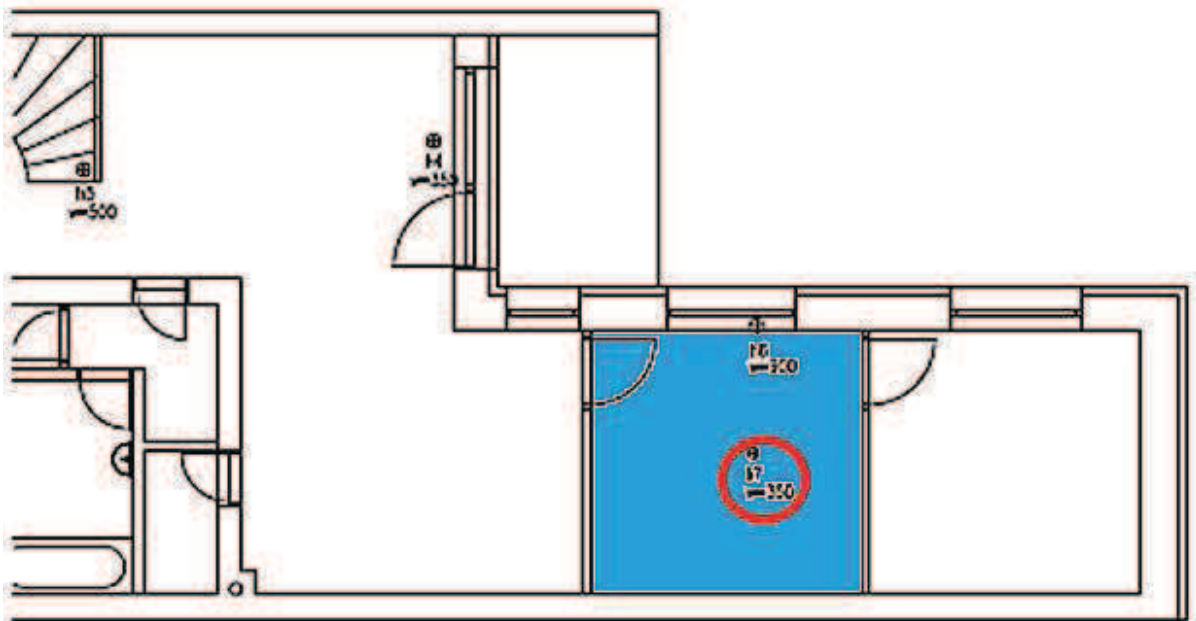
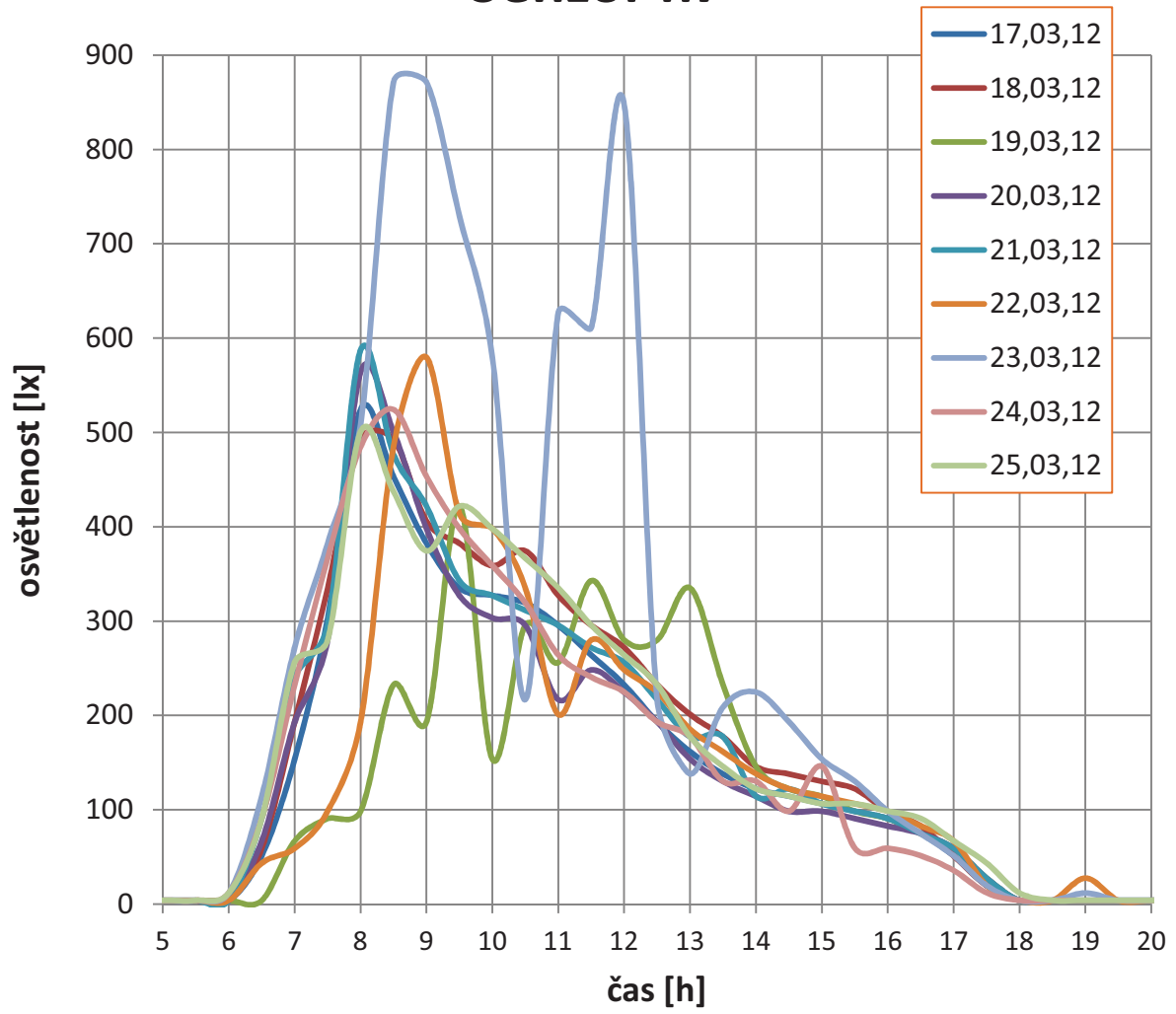
Senzor h5



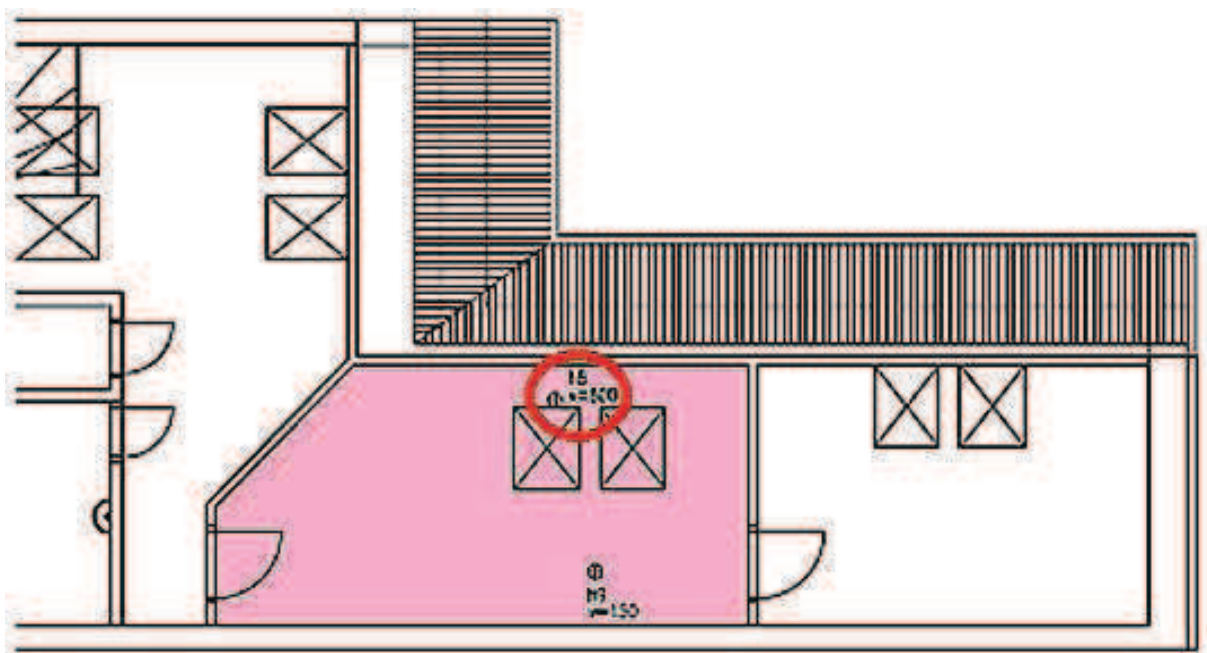
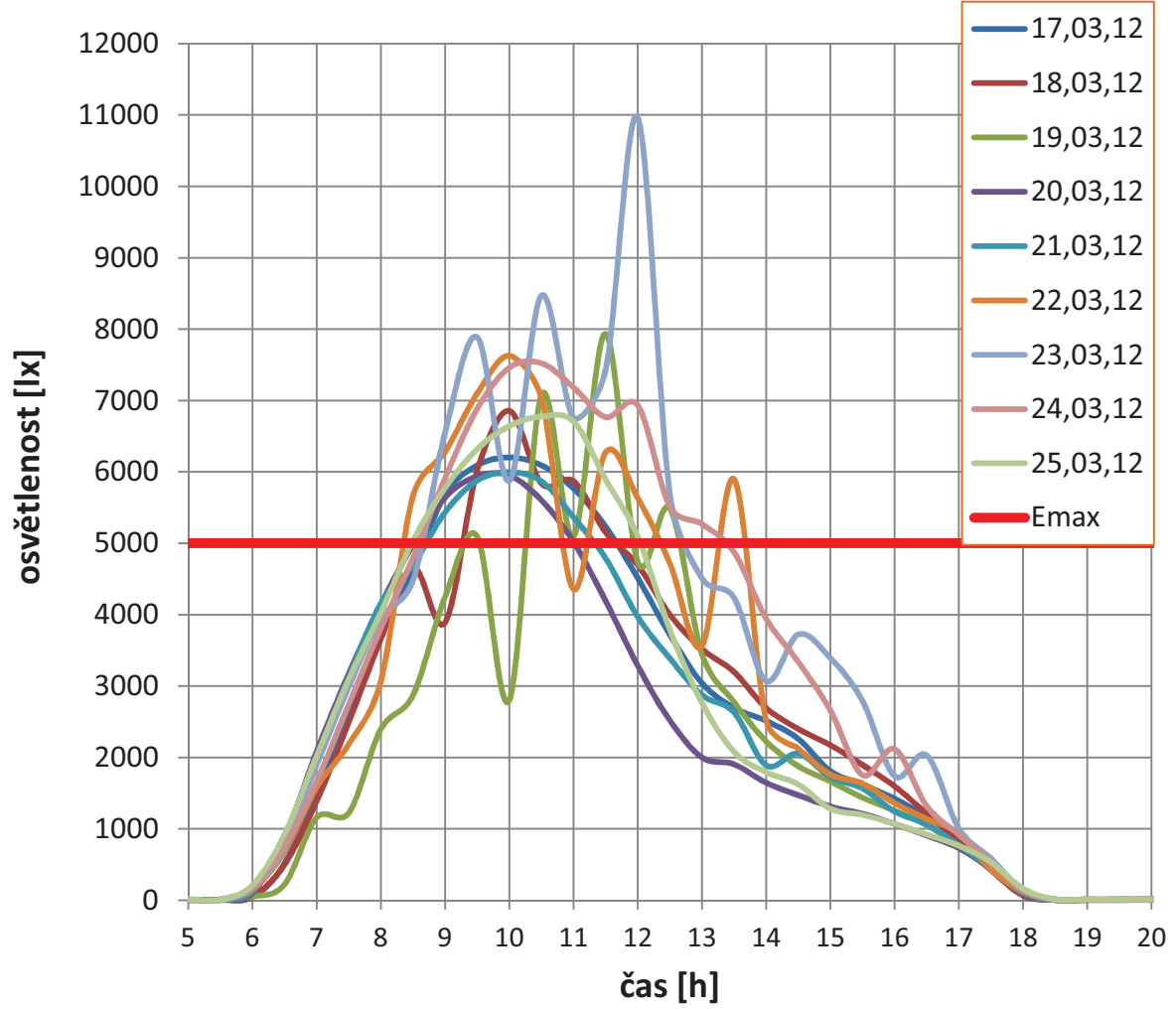
Senzor h6



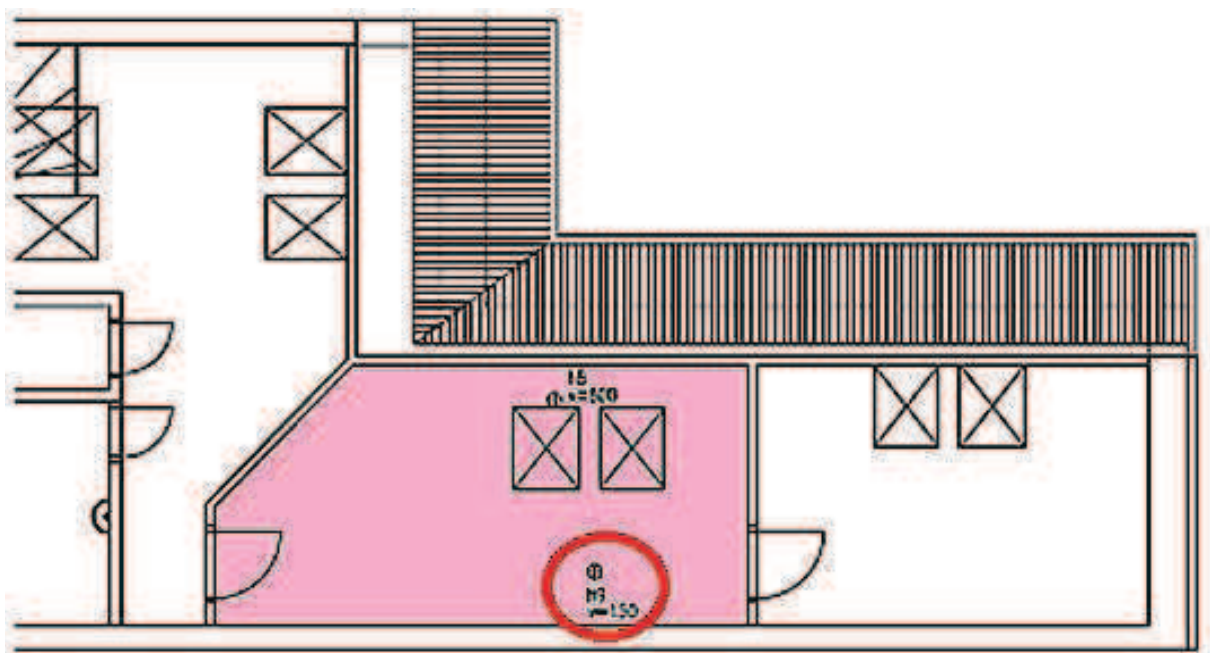
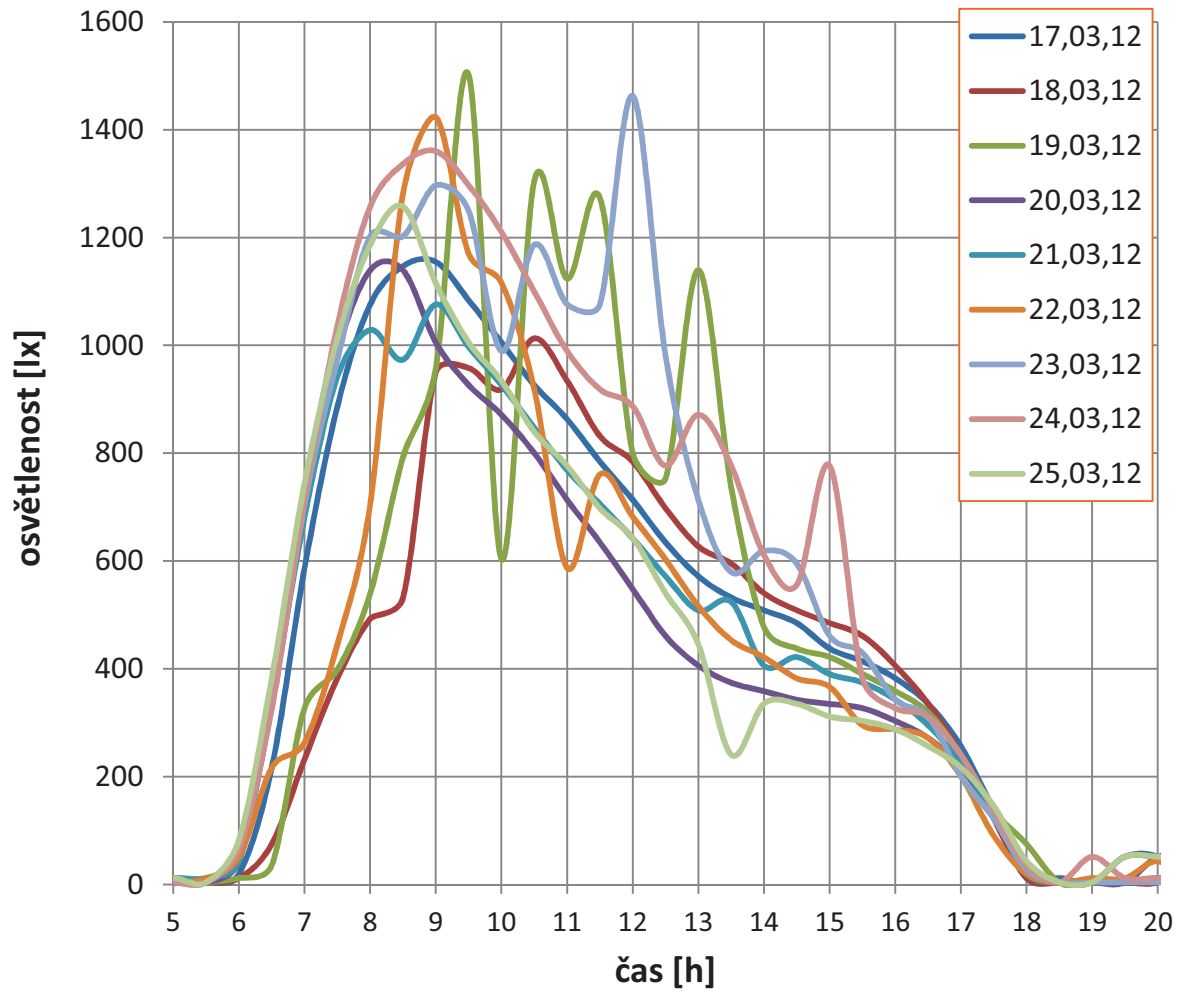
Senzor h7



Senzor h8



Senzor h9



teplota interiéru	t_i	22		°C
nadmořská výška Brno	H	0,259		m.n.m
		17.3.2012		
maximální teplota v příslušném dnu	$t_{e,max}$	19		°C
amplituda kolísání teplot	A	25		°C
deklinace	δ	2,3039		°
součinitel znečištění atmosféry	z	3		-
varianta zasklení	varianta	(1)	(2)	
výška okna	v	1,6	2,4	m
šířka okna	š	1,5	2,5	m
plocha okna	S_o	2,4	6	m ²
hloubka okna - vodorovná hrana	d	0,3	0,3	-
hloubka okna - svislá hrana	c	0,3	0,3	-
		JZ	JV	
azimutový úhel pro J	γ	225	135	°
korekce na čistotu atmosféry	c_o	0,85	0,85	-
součinitel stínění	s	0,9	0,9	-
součinitel prostupu tepla oknem	U_o	1,1	1,1	W/m ² K

Grafické znázornění závislosti solárního tepelného a světelného toku

