

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta architektury

15128 Ústav navrhování II.

ING. ARCH. TOMÁŠ DURDIS

PRVKY TRVALE UDRŽITELNÉ ARCHITEKTURY:

STÍNĚNÍ JAKO ARCHITEKTONICKÝ PRVEK

DISERTAČNÍ PRÁCE

Doktorský studijní program: Architektura a urbanismus

Studijní obor: Architektura – teorie a tvorba

Školitel: doc. Ing. arch. Eduard Schleger

Praha, září 2018

Poděkování

Nejprve bych rád poděkoval svému školiteli doc. Ing. arch. Eduardovi Schlegerovi za jeho vedení, podporu, inspirativní rady a čas, který mi věnoval při zpracování nejen mé disertační práce, ale v celém průběhu mého vysokoškolského studia,

doc. Ing. arch. akad. arch. Lukášovi Lieslerovi, po jehož boku jsem měl tu čest vést ateliér Základů architektonického navrhování a za cenné rady v průběhu doktorského studia,

kolegům z projektu Airhouse, kteří mě na tuto cestu přivedli – hlavně Ing. arch. Daliborovi Hlaváčkovi, Ph.D., a Ing. arch. Martinovi Čeňkovi, Ph.D., za jejich nekonečné nadšení,

pracovním kolegům a především Ing. arch. Jiřímu Košťálovi za jeho optimistický přístup a trpělivost,

a v neposlední řadě své ženě Martině a drahé rodině, která při mně stála po celou dobu studia, a vždy mě motivovala k lepším výsledkům a nikdy se nevzdávat, a že byli ochotni obětovat společný čas pro to, aby tato práce byla úspěšně dokončena.

Prohlašuji,

že jsem tuto disertační práci na téma:

„PRVKY TRVALE UDRŽITELNÉ ARCHITEKTURY: STÍNĚNÍ JAKO ARCHITEKTONICKÝ PRVEK“

vypracoval samostatně s použitím uvedených pramenů a literatury.

Ing. arch. Tomáš Durdis

V Praze, září 2018

SUMMARY

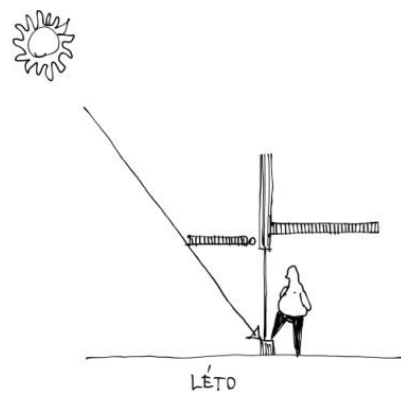
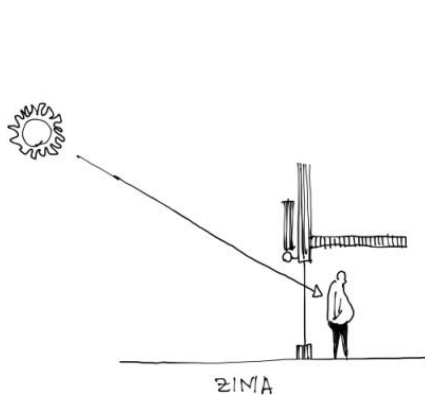
The dissertation focuses on elements of sustainable architecture. As one of the elements of sustainable architecture I chose shading elements. I was inspired by the Airhouse project, which I participated in as a co-author. The Airhouse won, among other things, the first place in the Architecture category and second place in the Technics category at the prestigious Solar Decathlon 2013 in Irvine, California under the Department of Energy USA. Among the most important aspects of the project were the interconnection of architecture with functionality, demonstrated among others on the shading system of the whole house. It turned out that Airhouse was able to successfully combine these two attributes, and it inspired me to dissertation: Shading as an architectural element.

The dissertation examines the architectural expression and the influence of fixed and mobile shading on the energy consumption of the object and compares it with the object without shading. The aim of the dissertation thesis is to determine the effectiveness of different types of shielding with respect to different climatic zones and geographic coordinates. Including taking into account the architectural appearance of the shading elements typical of the given climate and conditions. The work focuses mainly on exterior shading, which have a significant share in the overall architectural concept of the building. The research method is a combination of a quantitative method and qualitative methods, as well as so called research by design or doing by learnig applied on project Airhouse.

The quantitative method of collecting hard data consisting of selection of sites for comparison, properties of the assessed object and determination of relevant indicators and monitored phenomena and their interrelations. As of qualitative methods including evaluation of shading elements from the perspective of an architect.

Shape and shading functions affect the concept of sustainable building.

Shading can achieve high-quality and sustainable architecture.



OBSAH

Summary	
Úvod	11
1. CÍLE STUDIA TÉMATU A OTÁZKY VÝZKUMU	13
1.1. Hypotéza	13
1.2. Cíle disertační práce	13
1.3. Metodika	14
2. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU VĚDNÍ PROBLEMATIKY A LITERATURY	15
2.1. Historie stínění	15
2.2. Legislativa týkající se stínění v ČR	21
2.3. Tepelný komfort	22
2.4. Energie a udržitelná budova	24
2.4.1. Čtyři kroky k návrhu zelené stavby	
2.5. Obálka budovy – fasáda	26
2.5.1. Obalový plášť: ovlivňující faktory, vlastnosti a funkce	
2.5.2. Energeticky efektivní obalové pláště	
2.6. Oslunění Zemského povrchu a jeho průběh	31
2.7. Pasivní a aktivní využití solární energie	34
3. STÍNICÍ PRVKY	36
3.1. Stínění obecně	36
3.1.1. Stínění a chlazení	37
3.1.2. Stínění a denní osvětlení	37
3.1.3. Stínění a vytápění	37
3.2. Orientace stínících prvků	38
3.3. Dělení stínících prvků	41
3.3.1. Interiérové stínění	42
3.3.2. Exteriérové stínění	43
3.3.2.1. Exteriérové fixní stínící prvky	44
3.3.2.2. Exteriérové pohyblivé stínící prvky	46
3.6.2. Rolety	
3.6.3. Okenice	
3.6.4. Screeny	
3.4. Moderní stínící prvky	50
3.4.1. Shadovoltaic	50
3.4.2. Pohyblivé lamely	50
3.4.3. Membrány a stínící plachty	52
3.4.4. Selektivní zasklení	53
3.4.5. Průhledné stínící fotovoltaické panely	53
3.4.6. Mikrořasy jako stínící prvek	55

4. POROVNÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY S PEVNÝM STÍNĚNÍM, POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM A BEZ STÍNĚNÍ	76
4.1 <u>Rozsah vstupních dat</u>	76
4.2 <u>Vlastnosti objektu pro posouzení vlivu fixního stínění a bez stínění</u>	81
4.3 <u>Výstupní data pro porovnání z programu CASAnova</u>	87
4.4 <u>Vyhodnocení rozdílu fixního stínění a bez stínění na třiceti místech</u>	92
4.5 <u>Vlastnosti objektu pro posouzení vlivu fixního stínění, pohyblivého stínění a bez stínění</u>	102
4.5.1 <i>Vstupní údaje – výběr lokalit</i>	
4.5.2 <i>Vlastnosti posuzovaného objektu s pohyblivým stíněním</i>	
4.6 <u>Vyhodnocení rozdílu fixního stínění, pohyblivého stínění a bez stínění na šesti místech</u>	105
4.7 <u>Airhouse – význam stínících prvků po funkční a estetické stránce</u>	112
5. STÍNĚNÍ JAKO ARCHITEKTONICKÝ PRVEK NA VYBRANÝCH PŘÍKLADECH	114
6. ZÁVĚR	137
PŘÍLOHY	139
POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA, SEZNAM OBRÁZKŮ	187

ÚVOD

Svou disertační práci bych chtěl zaměřit na prvky trvale udržitelného rozvoje v architektuře. Ústav navrhování II, na kterém práci zpracovávám, cílí na ekologickou a k životnímu prostředí šetrnou architekturu.

V ZANu, ve kterém od roku 2013 působím jako asistent a pedagog, se pracuje podle zásad trvale udržitelného rozvoje architektury (green architecture). Studenti se učí nejen kreslit, ale i psát a přemýšlet v souvislostech. Důraz je kladen na využití všech aspektů ekologického stavění (nízkoenergetické principy, orientace na sluneční záření, kulturní a historický kontext) v souladu se zvyšováním kvality života a „tvorbou elegantní střídmosti“. Cílem je „*louskat oříšky louskáčkem a zatloukat kůly těžkým kladivem, a ne naopak*“, jak napsal Amory Lovins ve své knize *Jemné cesty energie*.

Při návrhu stavby, v součinnosti s chytře navrženým obalovým pláštěm, lze docílit energetické optimalizace, tzv. „desatera komponent pro energeticky úsporné stavby dle energetických témat“¹. Existují různé požadavky na interiérové prostředí, například teplota, vlhkost, počet výměn vzduchu nebo například intenzita denního osvětlení. Pro každý z těchto požadavků platí určité mezní podmínky, vyjadřované v příslušných veličinách, které se dají rozdělit do několika provozů (vytápění, chlazení, ventilace, TUV apod.).

Z těchto provozů plyne pět zásadních témat, kterými je nutno se při návrhu energeticky úsporné stavby intenzivně zabývat.

Jedná se o: VYTÁPĚNÍ, CHLAZENÍ, VENTILACE, OSVĚTLENÍ, ELEKTROTECHNIKA.

U těchto témat můžeme skrze minimalizaci energetických požadavků dosáhnout vyšší efektivity jednotlivých provozů.

„Pokud umíme definovat tato energetická témata a pracovat s nimi, jsme na dobré cestě k energeticky úspěšnému projektu. Témat spojených s šetřením energie je velká řada. Začíná to každým z nás, naším životním stylem a filosofií, a přes naše obydlí, čtvrtě, města a regiony to končí globálním aspektem naší planety Země.“²

¹ HEGGER, Manfred. 2008. FUNDAMENTALS. [autor knihy] Manfred., Gerd H. ŠÖFFKER, Philip. THRIFT a Pamela. SEIDEL HEGGER. *Energy manual: sustainable architecture*. Munich : Edition Detail, 2008, str.60.

² (HEGGER, 2008 str. 60)

Co se týče České republiky, tak je zajímavé porovnání výroků Daniela Beneše, generálního ředitele ČEZ z poloviny roku 2015 a přelomu 2017/2018:

„Situace, v níž se teď ocitáme, se dá připodobnit ke hře mariáši.

Karty jsou rozdané.

My bychom si jako Česká republika měli zvyknout na to, že trumpfy jsou zelené a že v rukou (zatím) příliš mnoho karet téhle barvy nemáme.“³

Daniel Beneš 17. 6. 2015 pro Hospodářské noviny⁴ hovořil v interview o obnovitelných zdrojích a stavu ČR ve vztahu k Evropské unii.

„V následujících letech plánuje razantní růst díky novým technologiím. Firma sází na moderní energetiku, služby firmám a obnovitelné zdroje.“

Daniel Beneš 17. 6. 2015 pro Hospodářské noviny⁵ popisuje vizi ČEZu na následující roky:

V citátech je patrný posun smýšlení o obnovitelných zdrojích energie. Osobně věřím, že i Česká republika bude mít v blízké budoucnosti zelené trumpfy. Nicméně k tomu abychom mohli, a nejen my, přejít čistě na obnovitelné zdroje energie, je nejprve potřeba minimalizovat energetickou náročnost budov. Do té doby se nedokážeme pouze na obnovitelné zdroje energie spolehnout.⁶

Během svého magisterského studia jsem se tématu udržitelného rozvoje architektury věnoval velmi intenzivně. Od půlročního studijního pobytu na Technické Univerzitě Eindhoven v Nizozemsku v roce 2013, kde jsme v rámci ekologického rozvoje města zpracovávali tamní brownfield podél vodního kanálu, až po letní „Green Academy“ na technické univerzitě ve Vídni v roce 2012, kde jsme společně se zahraničními studenty problematiku „zelených budov“ řešili ze všech možných aspektů.

Důležitým mezníkem pro mne byla účast na mezinárodní soutěži Solar Decathlon, kde jsme navrhli, vyprojektovali a vlastními silami postavili nízkoenergetický soběstačný dům, který jsme prezentovali v Kalifornii v USA a který nyní stojí před fakultou stavební ČVUT v Dejvicích (viz příloha Airhouse).⁷

³ BENEŠ, Daniel. 2015. V energetice potřebujeme jasná pravidla. *Hospodářské noviny*. [Online] 17. 06 2015. [Citace: 17. 06 2015.] <https://byznys.ihned.cz/c1-64001790-v-energetice-potrebujeme-jasna-pravidla>.

⁴ (BENEŠ, 2015).

⁵ BENEŠ, Daniel. 2017. Letošní a příští rok bude pro ČEZ nejhorší, říká Beneš. V dalších letech ale podnik plánuje razantní růst díky novým technologiím. *Hospodářské noviny*. [Online] 8. 11 2017. [Citace: 5. 12 2017.] <https://archiv.ihned.cz/c1-65947470-cez-proziva-obtizna-leta-a-drzi-se-predevsim-diky-vyznamnym-prodejum-majetku-doma-i-za-hranicemi>.

⁶ Třístupňový přístup k minimalizaci spotřeby energetické náročnosti – Energy manual (HEGGER, 2008).

⁷ AIRHOUSE, tým ČVUT. 2013. Airhouse.cz. www.airhouse.cz. [Online] 1. 10 2013. [Citace: 8. 5 2016.] www.airhouse.cz-autor je spoluautorem projektu Airhouse.

1. CÍLE STUDIA TÉMATU A OTÁZKY VÝZKUMU

Jako jeden z prvků trvale udržitelné architektury jsem si vybral stínící prvky. Při výběru tématu mě inspiroval právě Airhouse⁸ a jeho velký úspěch v soutěži Solar Decathlon 2013 v americké Kalifornii. Airhouse⁹ vyhrál mimo jiné první místo v kategorii Architektura a druhé místo v kategorii Technika. Jeden z jeho nejdůležitějších aspektů bylo provázání architektury s funkčností, demonstrováno mimo jiné právě na stínícím systému celého domu. Ukázalo se, že Airhouse dokázal tyto dva atributy úspěšně skloubit, a to mě inspirovalo k tématu disertace: **Stínění jako architektonický prvek**. Projekt Airhouse¹⁰ byl pro náš tým výzkumnou činností tzv. „*research by design*“ nebo tzv. „*learnig by doing*“.

1.1 HYPOTÉZA

Stínící prvek jako jeden z nástrojů udržitelné architektury, jeho forma a funkce, má vliv na koncept udržitelného stavění.

Disertační práce zkoumá vliv pevného stínění a pohyblivého stínění na energetickou náročnost totožného objektu, zjednodušenou na primární potřebu energie na chlazení a vytápění za rok v kWh/m². a a porovnává ho s objektem bez stínění. Práce si klade za cíl zjištění efektivity různých druhů stínění s ohledem na různá klimatická pásma a zeměpisné souřadnice, s přihlédnutím k architektonickému výrazu stínících prvků obvyklých pro dané podnebí. Práce se zaměřuje především na exteriérová stínění, která mají významný podíl v celkovém architektonickém pojetí stavby.

Výstupem by mělo být přehledné porovnání efektivity jednotlivých druhů stínících prvků na názorných grafech a doporučení správného použití stínících prvků po jejich funkční a estetické stránce.

1.2 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem disertační práce je dosáhnout pomocí stínění kvalitní a udržitelné architektury.

Strategické cíle:

Vliv stínění na energetickou náročnost budovy (porovnání stínění pevného, pohyblivého a bez stínění) a jeho architektonické kvality.

Taktické cíle:

- 1) Přehledné rozdělení stínících prvků a jejich výhod a nevýhod;
- 2) Analýza ideální pozice stínících prvků vzhledem k orientaci a podnebí;
- 3) Navrhování stínění (metodika navrhování různých druhů stínění);
- 4) Průkazný výběr porovnávaných měst pro aplikaci stínění;
- 5) Grafická příloha různých druhů stínění a jejich aplikace na architektonicky kvalitních stavbách.

⁸ (AIRHOUSE, tým ČVUT, 2013).

⁹ (AIRHOUSE, tým ČVUT, 2013).

¹⁰ (AIRHOUSE, tým ČVUT, 2013).

1.3 METODIKA

Pro samotný výzkum je důležitá metoda kvantitativního sběru dat. V tomto případě jde o vhodný výběr lokalit pro porovnání, vlastnosti posuzovaného objektu a stanovení relevantních ukazatelů a sledovaných jevů, které se porovnají.

Výstupem je grafické porovnání objektu bez stínění/s pevným stíněním/s pohyblivým stíněním na základě dat vygenerovaných programem CASAnova¹¹. Tento program se zabývá energetickou náročností objektů ve stupni studie a zkoumá vztahy mezi jednotlivými vlastnostmi objektu (geometrie, okna, izolace, budova, klima, energie apod.). Jednotlivé vstupní údaje jsou popsány a odůvodněny.

Disertační práce si klade kvantitativní sběr dat za strategický cíl, jelikož díky němu lze fundovaně argumentovat vhodnost použití stínění za proměnlivých podmínek (podnebí, zeměpisné souřadnice, externí faktory) a následně zhodnotit konkrétní typ stínění (pevné/pohyblivé) a jeho přínos pro energetickou bilanci budovy.

Vlastnímu výzkumu a vyhodnocení předcházejí taktické cíle věnující se jednotlivým druhům stínění, jeho vlastnostem, typům a ideálním řešením pro různá podnebí.

Jednotlivé druhy stínění jsou vyhodnoceny z pohledu správného použití (orientace, členění, geometrie apod.) a je doporučen postup pro jejich navrhování. Zároveň je uvedeno, čemu je dobré se při návrhu vyvarovat.

Dalším taktickým cílem jsou příklady použití jednotlivých druhů stínění na architektonicky hodnotných stavbách, v různých podnebí, pro srovnání z estetického hlediska. Např. zhodnocení soutěžního domu Airhouse¹² a jeho stínicího systému z pohledu spoluautora projektu.

Poslední kapitolou disertace jsou přílohy, které byly nezbytné pro pochopení trvale udržitelné architektury a stínění obecně – z pohledu legislativy, vývoje, zelených a chytrých staveb apod. viz níže přílohy.

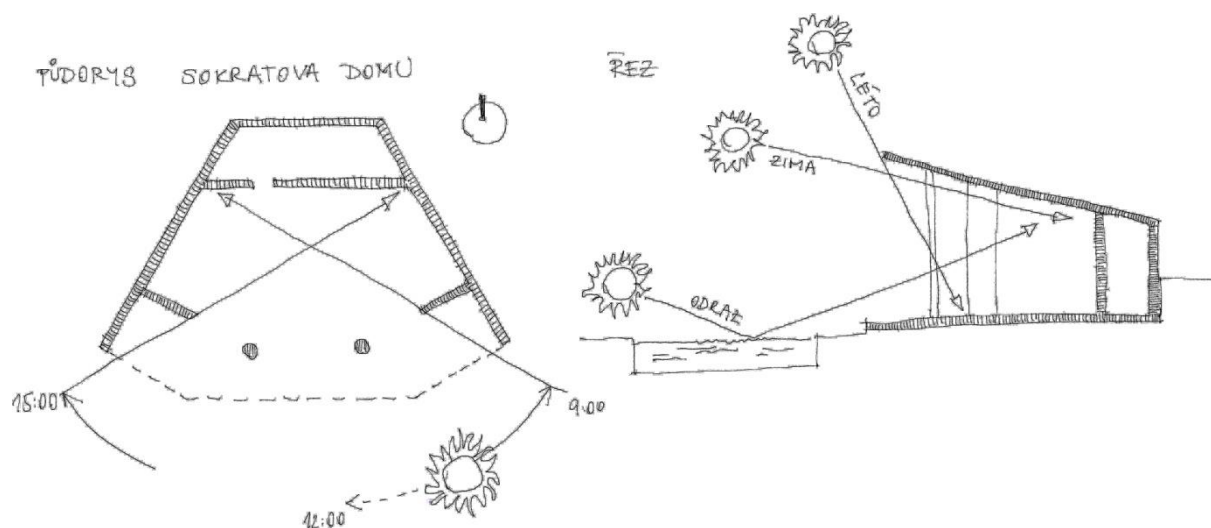
¹¹ HEIDT, Prof. Dr.-Ing. F.D. 2012. An educational software for heating and cooling energy demand as well as the temperature behaviour in buildings. *CASAnova 3.3*. [Online] University Siegen (DE), 1. 1 2012. [Citace: 6. 2 2015.] <http://nesa1.uni-siegen.de/index.htm?softlab/casanova.htm>.

¹² (AIRHOUSE, tým ČVUT, 2013)

2. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU VĚDNÍ PROBLEMATIKY A LITERATURY

2.1 HISTORIE STÍNĚNÍ

Jednou z historicky nejstarších staveb, která komplexně a chytře řešila pohyb slunce na obloze a ideálně s ním pracovala, byl **Sokratův dům**.



Obr. 1 Sokratův dům – půdorys a řez (kresba Tomáš Durdis)¹³

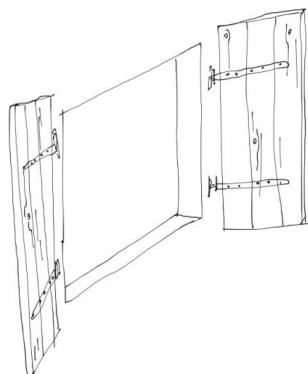
I přesto, že starověcí Řekové uměli sluneční energii využívat pro vytápění svých domů, jejich řešení nebyla zdaleka tak efektivní. Velká část tepla znovu utekla velkými otvory ven. Římané kolem roku 50 n.l. tento princip vylepšili použitím zasklení, a vytvořili tzv. tepelnou past, kterou dnes známe pod pojmem skleníkový efekt. Tyto principy byly pro ně tak důležité, že o nich psal i Vitruvius. Bohužel pádem Říma nastala pro Evropu doba temna a myšlenka solární energie byla otevřena až v renesanci A. Palladiem, který je nastudoval z knih Vitruvia. Doporučil umísťování letních místností na sever, a zimních na jih. Severní Evropa tento styl okopírovala, ale bohužel bez principů které Palladio doporučil.¹⁴

Dalším historickým prvkem jsou okenice. U těchto staveb sloužilo stínění primárně k ochraně soukromí, nikoli proti slunci. Užité posuvné či sklápěcí okenice fungovaly pouze v noci (zajišťovaly dodatečnou izolaci oken) a povětšinou se daly ovládat pouze z venku. Později byly tyto okenice doplněny o žaluzie. Tyto historické

¹³ HLAVÁČEK, Dalibor, ed. 2013. *Architektura a ekologie*. Praha : ČVUT, Fakulta architektury, 2013. 978-80-01-05255-6. str. 24.

¹⁴ LECHNER, Norbert. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects*. Fourth edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, [2015]. ISBN isbn978-1-118-82172-5. str.166.

souvislosti jsou čerpány z publikace *Stínění oken* od Štěpánky Lubinové.¹⁵



Obr. 2 Okenice (kresba: Tomáš Durdis)

Další posun ve vývoji nastal v Orientu, kde se u staveb začala řešit potřeba ochrany soukromí i přes den. Zámožní pánové s několika manželkami potřebovali, aby nebylo vidět dovnitř domu, ale zároveň nechtěli mít omezený výhled ven. Pro tyto účely bylo použito fixních natočených lamel na okenicích, které tyto požadavky splňovaly, a dokonce příjemně stínily.

V arabských zemích se stínění řešilo perforovanou ornamentovanou dřevěnou stěnou zvanou **Mashrabiya**¹⁶, která se u staveb používala od středověku až do konce 20. století.



Obr. 3 Mashrabiya – stínění používané v arabských zemích¹⁷

¹⁵ LUBINOVÁ, Štěpánka. 2013. *Stínění oken: žaluzie, rolety, markýzy a slunolamy*. Praha : Grada , 2013. ISBN 978-80-247-4579-4.str. 10.

¹⁶ STEELE, James. 1997. *An architecture for people: the complete works of Hassan Fathy*. London : Thames and Hudson, 1997. ISBN 0500279918. str. 85.

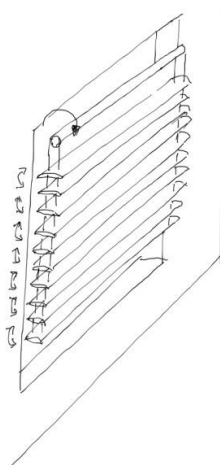
¹⁷ STEELE, James. 1997. *An architecture for people: the complete works of Hassan Fathy*. London : Thames and Hudson, 1997. ISBN 0500279918. str. 85 vlastní grafická úprava obrázku autorem.

V 17. století se principy solární energie dostávali pouze bohatším – řešením u nás tzv. zimních zahrad pro pěstování exotických květin, a jako tepelný nárazník pro zimní měsíce.



Obr. 4 Oranžerie, Břevnovský klášter, Praha¹⁸

První patent na stínicí prvek vznikl ve Francii, a to pod pojmem *jalousie* (česky *žárlivost*). Prkénka žaluzí byla samostatně regulovatelná a otočná¹⁹.



Obr. 5 Žaluzie (kresba: Tomáš Durdis)

Roku 1845 byly v Německu vyvinuty žaluzie pospojované šňůrkami a pásky, které umožňovaly regulaci jedním pohybem²⁰.

Na prahu dvacátého století, v roce 1900, bylo v Austrálii a na Novém Zélandu patentováno žaluziové okno (*jalousie window*).

Jedná se o skleněné lamely místo plného skla, které nikdy nejsou těsné. Používají se pouze v rovníkových polohách, převážně v Austrálii, pod pojmem *Breezeway*²¹.

¹⁸ (LECHNER, 2009 str. 166)

¹⁹ (LUBINOVÁ, 2013 str. 10).

²⁰ (LUBINOVÁ, 2013 str. 11).

²¹ Office, *Breezeway Head*. breezway. <http://www.breezeway.com.au/>. [Online].



Obr. 6 Žaluziové okno, tzv. breezeway²²

V roce **1920 se v Německu o popularizaci "solární energie pro všechny"** zasadil Walter Gropius, a jeho funkční řešení domů využívajících energie slunce se poté přeneslo díky jemu a M. Breuerovi přes Atlantik před 2. Světovou válkou.²³

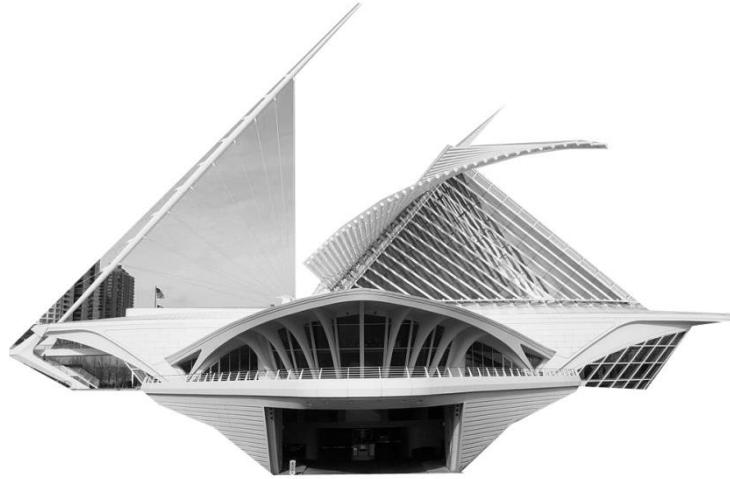
V roce **1933 byl poprvé použit slunolam** (z francouzštiny brise soleil – sun breaker). Slunolam představuje permanentní stínící techniku a hlavním úkolem této konstrukce je stínit velké prosklené fasády a chránit je před přehříváním v letních měsících. Možnosti konstrukčního užití slunolamů jsou široké, od perforovaných betonových vykonzolovaných konstrukcí od Le Corbusiera přes mechanické křídlo připomínající konstrukce Santiaga Calatravy (Milwaukee Art Museum)²⁴ až po perforované pohyblivé segmenty ovládané fotobuňkou připomínající clonu fotoaparátu od Jeana Nouvela (Monde Arabe)²⁵

²²zdroj: <http://www.breezeway.com.au/>. [Online] Vlastní grafická úprava obrázku autorem.

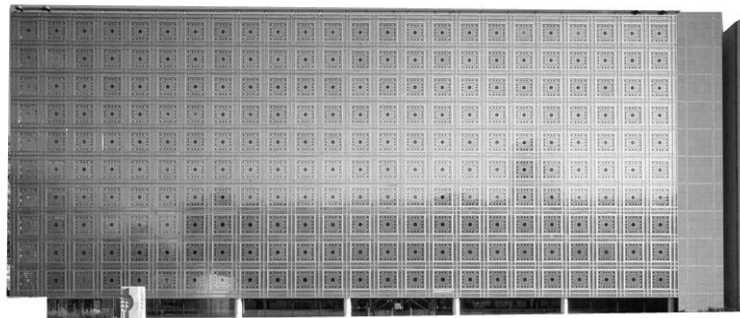
²³ **LECHNER, Norbert**. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects*. Fourth edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, [2015]. ISBN isbn978-1-118-82172-5, str. 166.

²⁴**JODIDIO, Philip**. c2008. *Santiago Calatrava: 1951 : architekt, inženýr, umělec*. . Praha : Slovart, c2008. ISBN 978-80-7391-084-6, str. 65.

²⁵**JODIDIO, Philip**. a **Florian. KOBLER**. 2012. *Jean Nouvel, 1945: giver of forms*. Kolín (DE) : Taschen, 2012. ISBN 978-3-8365-3080-4, str. 27.



Obr. 7 Milwaukee Art Museum Santiago Calatrava²⁶



Obr. 8 Monde Arabe – Jean Nouvel²⁷

Prvně použil slunolam jako funkční a architektonický prvek roku 1933 Le Corbusier u stavby administrativního bloku v Algiers, jak píše o historii slunolamů ve své práci Mohammad Arif Kamal²⁸. V roce 1937 působil Le Corbusier jako konzultant brazilských architektů Lucia Costy a Oscara Niemeyera a společně vytvořili budovu ministerstva školství v Riu de Janeiro s aplikací slunolamů. Mezi další přelomové Corbusierovy stavby s těmito prvky patří nepochybně Unité d'Habitation (1947–52) v Marseille²⁹ a Vládní okrsek v Chandigarh (1951–54) v Indii³⁰

²⁶ (JODIDIO, c2008 str. 65), vlastní grafická úprava obrázku autorem.

²⁷ (JODIDIO, 2012 str. 27), vlastní grafická úprava obrázku autorem.

²⁸ **Kamal, Mohammad Arif. 2013.** *Le Corbusier's Solar Shading Strategy for Tropical Environment: A sustainable approach.* Dhahran : King Fahd University, Saudi Arabia, 2013. str. 20.

²⁹ **COHEN, Jean-Louis. a Le CORBUSIER. c2004.** *Le Corbusier, 1887-1965: the lyricism of architecture in the machine age.* Los Angeles : Taschen, c2004. ISBN 978-3-8228-3535-7, str.75.

³⁰ (COHEN, c2004).



Obr. 9 Unité d'Habitation (1947–52) Le Corbusier – Marseille³¹



Obr. 10 Chandigarh Vládní okrsek – Le Corbusier (1951–54)³²

Brise Soleil, neboli slunolam, vyšel z Corbusierova studia lidové architektury severní Afriky a arabské tradiční architektury. Viděl, jak pevné stínící prvky dokážou v zimě propouštět sluneční paprsky do interiéru a v létě efektivně stínit – v arabských zemích vyšel z principu dřevěných ornamentálních stínících prvků zvaných Mashrabiya (viz výše).

Zaujala ho efektivnost těchto tradičních stínících technik a jejich princip osobitě přenesl do moderního pojetí se stejnou účinností. Železobetonové slunolamy předsazoval před fasádu a účinně tak v létě předcházely přehřívání. Odsazením před fasádu zajistil provětrávání a tím zabránil přehřívání v prostoru slunolamů. Samozřejmostí v Corbusierově podání byla přidaná architektonická hodnota slunolamů, která prakticky definovala celkový vzhled a ráz jeho staveb v daném klimatu.

Oproti středoevropským podmínkám, ve kterých tvořil a jak sám říká „bojoval s přírodou“³³, v Indii vytvořil s přírodou souznění.

Při stavebním boomeru v roce 1990 došlo k výraznému posunu stínící techniky, a to jak materiálově, tak i ovládním a typem. Stínění se stalo nedílnou součástí moderních řešení budov od rodinných domů po velké administrativní budovy a veřejné a kulturní stavby.³⁴

³¹ (COHEN, c2004 str. 58), vlastní grafická úprava obrázku autorem.

³² (COHEN, c2004 str. 75), vlastní grafická úprava obrázku autorem.

³³ (KAMAL, 2013 str. 25).

³⁴ (LUBINOVÁ, 2013 str. 11).

2.2 LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE STÍNĚNÍ V ČR

Kritéria denního osvětlení

Nejobtížnější problém návrhu denního osvětlení je docílení zrakové pohody ve vnitřním prostoru budovy za velmi různých podmínek venkovního osvětlení. Návrh musí zachovat zrakovou pohodu při zatažené, jasné i polojasné obloze a při přímém slunečním světle dosáhnout v místě zrakové práce požadované hodnoty osvětlenosti. Kvantitativním kritériem světelného stavu vnitřního prostředí charakterizujícím úroveň denního osvětlení je číselník denní osvětlenosti D (%). Jeho hodnota se stanovuje při nejméně příznivém venkovním stavu, tzn. při zatažené obloze.³⁵

Číselník denní osvětlenosti představuje procento osvětlenosti, které se z celkového denního oblohového záření dostane otvory do místnosti. Např. pro boční osvětlení je potřeba D_{min} 1,5 % a pro horní osvětlení obytné místnosti D_{min} 0,5 %.³⁶

Mezi další kvantitativní kritéria světelného stavu patří:

- 1- rovnoměrnost denního osvětlení,
- 2- rozložení světelného toku,
- 3- rozložení jasu ploch v zorném poli,
- 4- zabránění oslnění,
- 5- reprodukování barev,
- 6- vzájemné působení denního a umělého osvětlení.

Dalším kritériem je riziko výskytu oslnění při jasné obloze a při přímém slunečním světle.

Více viz příloha: Legislativa týkající se stínění v ČR na straně 117.

³⁵ **ČSN. 2015.** normy ČSN. *csnonline.agentura-cas.cz*. [Online] 1. 1 2015. [Citace: 4. 5 2015.] *csnonline.agentura-cas.cz*.

³⁶ **ČSN 730580-1** Denní osvětlení budov – základní požadavky. *csnonline.agentura-cas.cz*. [Online] 1. 1 2015. [Citace: 4. 5 2015.] *csnonline.agentura-cas.cz*.

a

FA ČVUT. 2017. Vnější stínící prvky. *Ústav stavitelství III - přednášky*. [Online] 1. 5 2017. [Citace: 1. 5 2017.] 15123.fa.cvut.cz/?download=/_predmet.ps3/predn-12_2017_18-stinici...pdf, str.32.

2.3 TEPELNÝ KOMFORT

Kvalita životního prostředí v uzavřených prostorech bývá zpravidla regulována. Jedná se o ochranu zdraví a tepelný komfort uživatelů, dostatek denního světla, funkčnost jednotlivých zařízení (elektrotechnika, stroje, mechanismy apod. pracující v daném rozmezí vlhkosti nebo teploty).

Stavby sloužící lidem by měly splňovat požadavky na teplotu, denní osvětlení a kvality vzduchu. Dalo by se říci, že pokud se necítíme nekomfortně, jedná se o komfort. Lidé se necítí dobře v chladných nebo přehřátých prostorech, nebo když je snížena kvalita vzduchu. Na druhou stranu není žádoucí, když okolní zařízení vydávají přebytek tepla, hluku, nebo vibrací. Celková pohoda člověka rovná se pohoda tepelná, světelná, akustická a psychická. Duševní a fyzický stav člověka ovlivňují fyzikální vlivy: optické, tepelné, čichové a sluchové.

Pocit komfortu vzniká uspokojením všech lidských smyslů. Například pro pocit tepla vyžadujeme relativně malé teplotní rozmezí. To se ovšem v přírodě relativně často mění v závislosti na čase, ročním období, klimatu a podobně. Tepelná pohoda znamená, že je dosaženo takových tepelných faktorů, kdy člověku není ani chladno, ani příliš teplo – člověk se cítí příjemně³⁷

Tepelné podmínky prostředí

K docílení tepelné pohody nestačí pouze ideální teplota, potřebná je souhra více faktorů:

- 1- teplota (°C),
- 2- výměna vzduchu (m³/hod.),
- 3- relativní vlhkost (%),
- 4- způsob šíření tepla a jeho teplota.

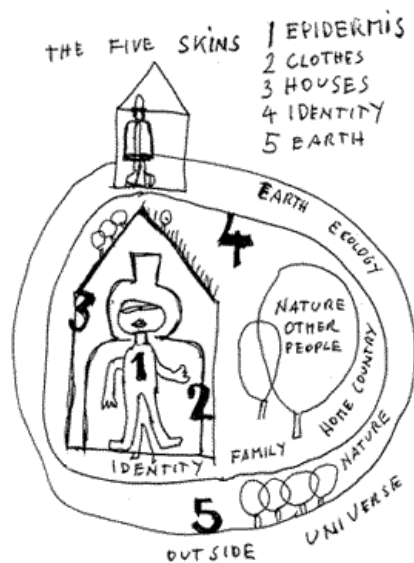
Více viz: příloha Tepelný komfort str. 118.

³⁷ SCHLEGER, Eduard. 2008. *Zdraví a krása: přírodní materiály a zdravé stavby*. Praha : České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04012-6, str.35.

Stínící systémy a tepelný komfort

Rozpětí komfortu člověka závisí na druhu oblečení, aktivitě, zdraví a úrovni rychlosti metabolismu. Tepelný komfort je individuální záležitostí každého. Teplota prostředí, okna, interiérové stěny a vlastnosti fasády objektu v letních a zimních měsících jsou důležité pro dostatečné zajištění tepelného komfortu uživatele.

Rakouský malíř Hundertwasser ve své osobité skice trefně popsal pět kůží člověka³⁸:



Obr. 11 Hundertwasser popisuje obálku budovy jako jednu z pěti kůží³⁹

³⁸ Restany, Piere, 2004, Hundertwasser, malíř-král v pěti podobách: Taschen, 2004, 80-7209-529-3, str. 3

³⁹ (Restany, 2004 str. 3)

2.4 ENERGIE A UDRŽITELNÁ BUDOVA

V prvním týdnu roku 2017 vyšla zpráva agentury Bloomberg, podle které se Slunce na základě expertních odhadů stane v horizontu deseti let nejlevnějším zdrojem pro výrobu elektřiny téměř na celém světě.⁴⁰

Cílem udržitelné budovy s ohledem na energii je umožnit uživatelům co nejvyšší kvalitu života a pohodlí za co nejmenšího produkovaní emisí CO² (při provozu a údržbě stavby, včetně recyklace stavby). Na první pohled nejefektivnějším řešením je přechod z fosilních paliv na alternativní zdroje energie. Nicméně vzhledem k ekonomickým a technickým bariérám je tento přístup časově náročný.

„Hodnoty, které by dovedly zachovat životní styl elegantní střídmosti, nejsou nové, jsou jen uloženy na půdě, potřebují oprášit a znovu uvést do oběhu. Vždyť hospodárnost, jednoduchost, rozmanitost, mezilidské vztahy, skromnost a řemeslná obratnost byly hodnoty konzervativní společnosti. Cílem je louskat oříšky louskáčkem a zatloukat kůly těžkou palicí a ne naopak.“ jak pravil Amory Lovins ve své knize *Jemné cesty Energie*.⁴¹

2.4.1 ČTYŘI KROKY K NÁVRHU ZELENÉ STAVBY

Metoda čtyř kroků pomáhá získat energii ze slunečního záření v procesu návrhu zelené architektury (viz kniha Brendy a Roberta Valeových „Green Architecture Design For Sustainable Future“). Snahou zelené architektury je co nejméně zvyšovat entropii naší planety a jejího lidstva. Metoda čtyř kroků je prastará. Xenofon ji použil již v 5. století před Kristem při popisu tak zvaného Sokratova domu (viz výše). Metoda čtyř kroků je popsána na základě knihy *Architektura a ekologie – kapitoly Architektonický a energetický koncept domu* od Eduarda Schlegera.⁴²

1. Krok – výběr staveniště

„...je tedy úkolem rozvážného architekta s veškerou snahou a námahou vypátrat a vyhledat pohodlné a zdravé místo... , bude-li to u řeky, bude to velmi pohodlné a krásné... , ale především je třeba se vzdalovat vod mrtvých, ... čemuž se snadno vyhneme, budeme-li stavět na místech vyvýšených a veselých ... takže si tam obyvatelé udržují zdraví a veselí.“

*Andrea Palladio, 1. kapitola 2. Knihy o architektuře*⁴³

⁴⁰ SHANKLEMAN, Jess. 2017. For cheapest power on earth look skyward as coal falls to solar. *Bloomberg.com*. [Online] 3. 1 2017. [Citace: 2. 9 2017.] <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-03/for-cheapest-power-on-earth-look-skyward-as-coal-falls-to-solar>.

⁴¹ Lovins, Amory. 1979. *Soft Energy Paths: Towards a Durable Peace*. Harper : Colophon Books, 1979. ISBN : 0060906537. Převzato z knihy *Architektura a ekologie* (HLAVÁČEK, 2013 str. 83).

⁴² (HLAVÁČEK, 2013 stránky 83-86).

⁴³ (HLAVÁČEK, 2013 str. 83).

2. Krok – hmotové řešení

Základem je návrh hmoty stavby v souladu s chodem slunce a získání co největšího využitelného podílu sluneční energie pro její provoz. Nutností je optimalizovat tvar a sklon osluněných ploch, teplotně zónovat dispozice vzhledem ke světovým stranám a omezit tepelné ztráty objektu. Prvotní je orientace vůči světovým stranám. Na severní polokouli v našich zeměpisných šířkách je ideální **jižní orientace**, která přináší nejvíc slunce v zimě a nejméně v létě (snadným stíněním, viz Sokratův dům), oproti východu a západu (nízká výška slunce).

3. Krok – pasivní využití sluneční energie

David Oppenheim ve svém zásadním článku v AD v roce 1978 klasifikoval pasivní solární architekturu podle pěti principů využití slunečního záření pro vytápění a podle pěti principů pro chlazení. Pasivní sluneční systémy, založené na principech elementární fyziky, umožňují celkem jednoduše získat velkou část dopadající sluneční energie, stačí k tomu jen **chytrá architektura** (viz příloha: Chytrá architektura – Smart buildings, str. 130).

4. Krok – aktivní využití sluneční energie

Aktivní prvky sluneční energetiky jsou definovány oběhem teponosného média, plynu, kapaliny nebo elektrického proudu. Čtvrtý krok je pověstnou třesničkou na dortu. Z architektonického hlediska se jedná o integraci technických zařízení do budovy a jejího pláště, jejich účinnost musí zaručit předchozí tři kroky. Z technického hlediska se jedná o sluneční kolektory a panely všeho druhu napojené na akumulátory nebo sdílené sítě, dále pak o aerogenerátory, tepelná čerpadla, kogenerační jednotky, bioplynové stanice a další překvapivé technické vynálezy sluneční energetiky. Jednoduše řečeno, jde o technická zařízení na transformaci sluneční energie (ve všech jejích podobách), která dnes převážně používají jako teponosného média plyn, kapalinu nebo elektrický proud.

Více viz: příloha Zelené stavby str. 119)

2.5 OBÁLKA BUDOVY – FASÁDA

V knize *Energy Manua*⁴⁴ jsou velmi podrobně zpracovány všechny faktory ovlivňující obálku budovy, jichž je stínění nedílnou součástí. Disertační práce se opírá a staví na těchto základech a informacích uvedených v této knize. Více bližších témat souvisejících s problematikou stínění, důležitých tuto disertační práci, je uvedeno v přílohách str.117-189.

2.5.1 OBALOVÝ PLÁŠŤ: OVLIVŇUJÍCÍ FAKTORY, VLASTNOSTI A FUNKCE

Ovlivňující faktory na obálku budovy v zásadě rozdělujeme na exteriérové a interiérové. Dalšími důležitými faktory jsou akustika, vzhled a čich. Tepelná izolace, akumulace apod. patří pod vlastnosti obalového pláště.

Exteriérové faktory:

Světlo

- intenzita solární radiace
- úhel dopadu světla
- luminance/svítivost
- horizont
- okolní stavby
- vegetace

Vzduch

- teplota vzduchu
- vlhkost
- rychlost proudění vzduchu
- kvalita vzduchu
- hluk
- srážky

Půda

- teplota půdy – ovlivněna povrchem a jeho barevností
- vlhkost
- tepelná akumulace

⁴⁴ HEGGER, Manfred., Gerd H. SÖFFKER, Philip. THRIFT a Pamela. SEIDEL. 2008. *Energy manual: sustainable architecture*. Mnichov : Edition Detail, 2008. ISBN 9783034614542, str.82.

Interiérové faktory:

- teplota
- teplota vzduchu v interiéru
- průměrná teplota povrchů interiéru
- teplota povrchů
- teplota příchozího čistého vzduchu
- rychlost příchozího čistého vzduchu
- vlhkost v interiéru, vlhkost příchozího vzduchu
- pohyb vzduchu

Akustika

- hluk
- zvukové zatížení
- počet odrazů zvuku

Světlo

- přímá radiace světla
- úhel příchozího světla
- svítivost
- distribuce osvětlení
- kontrast, zář
- faktor denního osvětlení
- autonomní denní osvětlení
- zabarvení, kontakt s venkovním světem
- výhled

Čich

- počet výměn vzduchu
- kvalita vzduchu

Obalový plášť – vlastnosti

- průhlednost
- průsvitnost
- neprůhlednost
- tepelná vodivost
- hmotnost
- tepelné vyzařování
- akustická izolace
- parotěsná izolace
- tepelná akumulace

Ochranné funkce

- ochrana proti vlhkosti
- ochrana proti větru
- zimní provoz
- letní provoz
- stínění
- ochrana proti hluku
- soukromí
- ochrana proti vniknutí

Funkce

- osvětlení
- ventilace
- pohled ven
- pohled dovnitř
- pasivní tepelné zisky ze slunce
- aktivní tepelné zisky ze slunce
- fotovoltaické zisky ze slunce

Z tohoto výčtu všech faktorů je patrné, že stínění jako součást obálky budovy, ať už fixní, nebo pohyblivé, má vliv na dominantní část těchto faktorů.

2.5.2 ENERGETICKY EFEKTIVNÍ OBALOVÉ PLÁŠTĚ

Navrhování energeticky efektivních plášťů zajišťuje potřebné interiérové podmínky, které jsou zajištěny po celý rok s nízkými energetickými potřebami (pokud je to možné, také bez drahých investic do strojních zařízení).

Stínění je jedním z prvních a nejdůležitějších kroků, jak minimalizovat náklady na strojní vybavení a potřebu chlazení v letním období proti přehřívání, a v zimních obdobích pomáhá udržet teplo uvnitř objektu.

Obalový plášť, optimalizovaný pro energetické aspekty (viz výše), tvoří jeden ze základních prvků návrhu stavby a je velmi důležité, aby energetická koncepce (včetně návrhu stínících prvků) byla aplikována v co nejranější fázi návrhu – studii.

Integraci aktivních solárních či fotovoltaických technologií se plášť dokáže výrazně podílet na energetické bilanci stavby. V současné době je na trhu nespočet materiálů, technologií a systémů pro navrhování energeticky efektivních budov.

Energetické kategorie:⁴⁵

- vytápění
- chlazení
- ventilace
- osvětlení
- elektřina

Tyto energetické kategorie lze zařadit dle Energy Manualu do desatera komponent pro energeticky úsporné stavby, které specifikují požadavky a optimalizace daných energetických kategorií.

Desatero komponent pro energeticky úsporné stavby dle energetických kategorií⁴⁶:

<u>Ener. kategorie</u>	<u>Požadavek na min. spotřebu el.</u>	<u>Optimalizace</u>
Vytápění	Udržování tepla	Efektivní tepelné zisky
Chlazení	Předcházení přehřívání	Efektivní tepelný odraz a rozptýlení
Ventilace	Přirozené větrání	Efektivní vzduchotechnika
Osvětlení	Přirozené denní osvětlení	Optimalizace umělého osvětlení.
Elektřina	Efektivní využití el.	Decentralizovaný zdroj el.

Správný návrh stínících prvků je nedílnou součástí energeticky úsporných staveb. Souvisí s celkovou funkčností obalových plášťů budov. Má dopad na potřebu vytápění, na požadavky denního osvětlení, ventilaci a na celkový komfort uživatelů.

⁴⁵ (HEGGER, 2008 str. 60)

⁴⁶ (HEGGER, 2008 str. 61).

2.6 OSLUNĚNÍ ZEMSKÉHO POVRCHU A JEHO PRŮBĚH



Obr. 12 “Part of the year the sun is our friend, and part of the year is our enemy”, kresba: LeCorbusier⁴⁷

“It is the mission of modern architecture to concern itself with the sun”. – Le Corbusier

“A building cannot be energy efficient if it is not solar responsive”

“Orientation is the most valuable energy saving strategy”

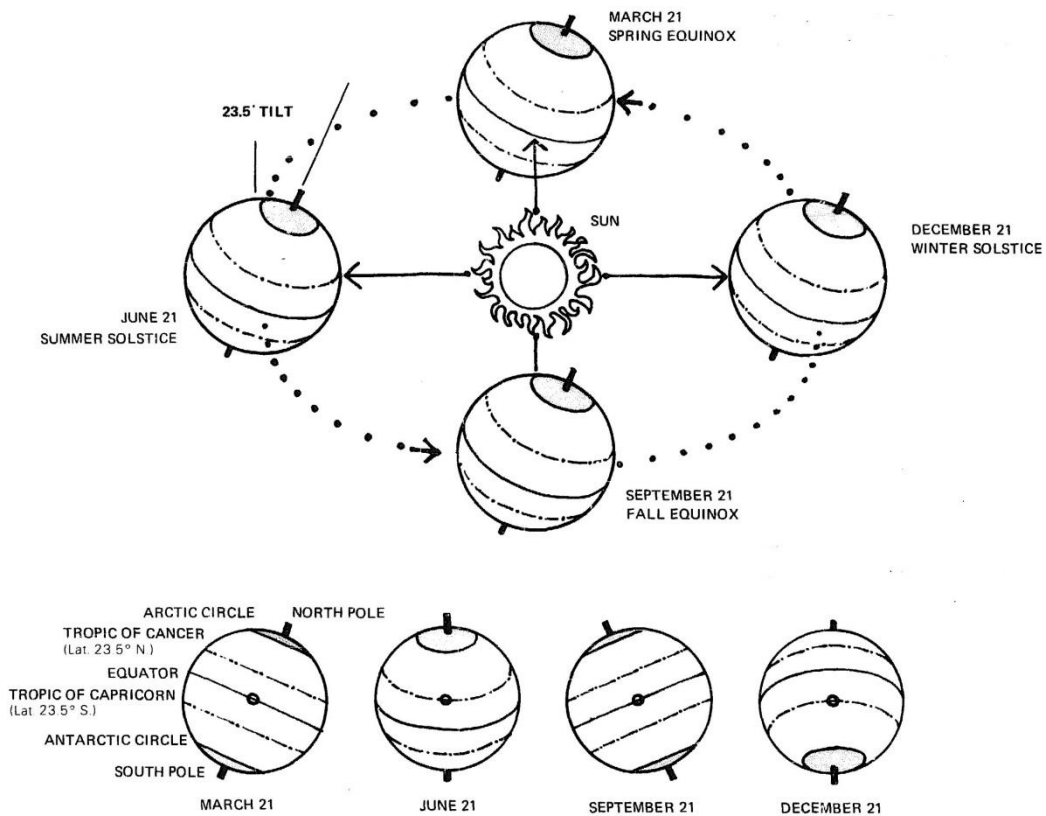
Výše zmíněné citáty z knihy Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects od Norberta Lechnera⁴⁸ považují za velmi důležité z pohledu architekta a co pro něj při návrhu staveb slunce znamená. V prvním citátu od Le Corbusiera, poukazuje na významnost práce se sluncem s moderní architekturou. Jak jsem uváděl v minulých kapitolách, se Corbusier po své zkušenosti v Indii (viz: kapitola Historie stínění, str.15), kde navrhoval vládní okrsek v Chandigarhu inspiroval nejen tamní architekturou, ale i solárními principy které poznal na Africkém kontinentu. Byl jedním z prvních architektů, který dokázal svým osobitým rukopisem své slunolamy skloubit s architekturou výrazným pojetím.

Další dva citáty jsou přímo Norberta Lechnera. Poukazují v nich důležitost orientace stavby vůči slunci, a o energetické náročnosti stavby která nemůže být efektivní pokud návrh nepracuje se slunečním zářením.

Požadavky a kritéria denního osvětlení jsou popsány v kapitole 2.2 LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE STÍNĚNÍ V ČR. Hlavním zdrojem denního osvětlení je slunce. Jeho poloha se však v průběhu denní doby a roční doby mění. Abychom mohli stínící prvky správně a účinně navrhovat, je důležité určit pro dané místo na zemi správnou polohu slunce v dané době. Ta je určena dvěma úhly – azimutem (půdorysný úhel) a výškovým úhlem.

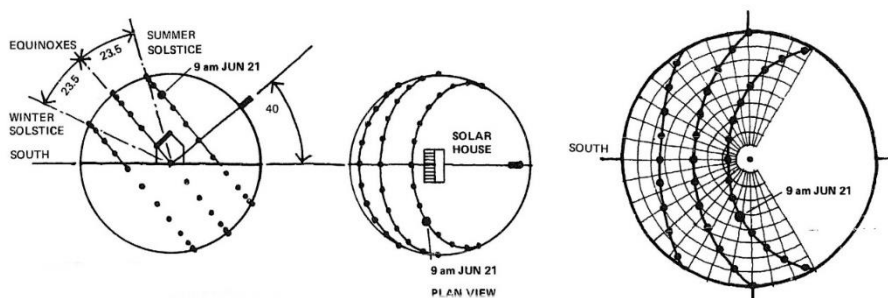
⁴⁷ BILL, Max. *Le Corbusier & P. Jeanneret. Ouvre complete 1934-1938*. 3. vyd. Erlenbach-Zürich: Les Editions d'Architecture, 1947.

⁴⁸ LECHNER, Norbert. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects*. Fourth edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, [2015]. ISBN isbn978-1-118-82172-5, str.139.



Obr. 13 Diagram Zemské dráhy a která část Země je v určitý čas přímo vystavena Slunci⁴⁹

Země se točí podél své zemské osy a jednu otočení trvá přesně 24 hodin. Osa otáčení je spojnice severního a jižního pólu a je nakloněna o 23,5°. To znamená, že severní polokoule je vystavena slunečnímu záření nejpříměji 21.června. Pro jižní polokouli totéž platí 21.prosince, kdy je severní pól nejvíce vzdálen od slunce.



Obr. 14 Úhel dopadu slunečních paprsků-pohled a půdorys⁵⁰

⁴⁹ *Solar dwelling design concepts: a basic guide to solar heating and residential design.* New York: Drake Publishers, 1977. ISBN 0847315746, str.44.

Z pohybu slunce je patrné, že v různé roční období dopadají sluneční paprsky na Zemi pod různým úhlem. Ten je velmi důležitý pro návrh stínění. Pro vypočítání úhlu dopadu Slunečních paprsků na Zemi existuje plno volně dostupných internetových stránek, které po určení zeměpisné polohy a času přesně určí azimut (půdorysný úhel) a výškový úhel dopadu slunečních paprsků. Např.: www.suncalc.com.⁵¹

Solární konstanta

Je definována jako plošná hustota zářivého toku sluneční radiace, která dopadá na jednotkovou plochu kolmou na směr slunečních paprsků, umístěnou na hranici zemské atmosféry při průměrné vzdálenosti Země od Slunce 149,59 milionů km. Jde tedy o průměrné množství mimozemského slunečního záření dopadajícího na zemskou atmosféru zvenku, před jeho oslabením zemskou atmosférou⁵².

Solární konstanta platí pro každou rovnoběžku jiná. Důležité je stanovení slunečního příjmu, které závislé na zeměpisné šířce a činitely zákalu.⁵³

⁵⁰ *Solar dwelling design concepts: a basic guide to solar heating and residential design*. New York: Drake Publishers, 1977. ISBN 0847315746, str.44.

⁵¹ (Agafonkin, 2009)

⁵² Jan Klepárník-WEB podpora výuky-Solární energie, Mendelova univerzita v Brně, dostupný na: <http://mendelu.cz>

⁵³ charakteristika zeslabení slunečního záření v atmosféře v celém rozsahu spektra, která je definována poměrem *extinkce* reálné atmosféry obsahující zejména vodní páru a atm. aerosol k extinkci čisté a suché (Rayleighovy) atmosféry. Linkeho zákalový faktor vyjadřuje počet těchto ideálních atmosfér zeslabujících sluneční záření stejně jako reálná atmosféra. Určuje se z měření přímého slunečního záření pomocí pyrheliometrů nebo aktinometrů. Uvedenou charakteristiku definoval něm. meteorolog F. Linke v r. 1922. Hodnoty faktoru se obvykle pohybují v rozmezí 2 (studený a čistý vzduch) až 6 (vzduch znečištěný aerosolem). zdroj: Meteorologický slovník výkladový a terminologický (eMS), ČMeS, dostupný na: <http://slovník.cmes.cz>

2.7 PASIVNÍ A AKTIVNÍ VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE

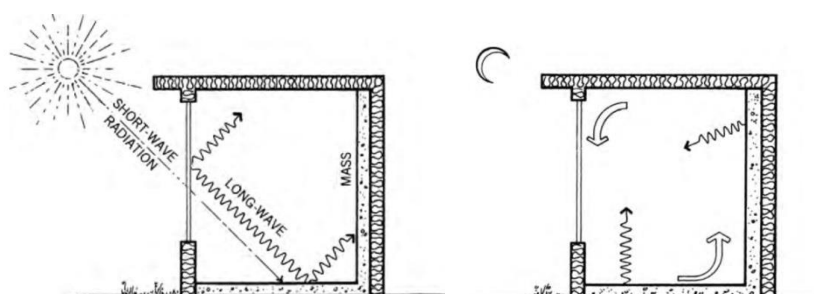
Solární energii můžeme využívat při optimalizování energetické náročnosti budovy dvěma způsoby-pasivně a aktivně.

PASIVNÍ VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE

Pasivní využití solární energie dle Norberta Lechnera odkazuje na systém, který sbírá, uchovává a distribuje získanou sluneční energii.⁵⁴ Tento systém nevyužívá žádných složitých technologií a mechanismů jako jsou například pumpy, ventilátory či jiná zařízení. Pasivní získávání sluneční energie mimo jiné patří mezi „4 kroky z návrhu zelené stavby“ (viz příloha Zelené stavby str. 119).

Ve zkratce se dá říci, že jižně orientované okno je součástí systému, kde hraje úlohu elementu který sluneční paprsky sbírá-tzv. kolektor. *(Sluneční paprsky procházející zasklením se přeměňují na teplo. Jedná se o proces známý pod pojmem skleníkový efekt. Pasivní využívání solární energie stojí na pevných základech známých fyzikálních jevů jako je výše zmíněný skleníkový efekt, nebo termodynamické vlastnosti vzduchu a podobně.)*

Získané teplo se snažíme v zimním období využít. Buď přímo ohřátím interiéru, nebo se ho snažíme uchovat. Pro tyto účely ideálně slouží materiály s velkou tepelnou kapacitou, jako je například voda, písek, či beton. Na následujících obrázcích je vidět, jak funguje „kolektor“ a uchování tep. energie.



Obr. 15 Skleníkový efekt a tepelná kapacita⁵⁵

Uvedu ideální případ: V zimě pomocí nízkých slunečních paprsků nejen, že vyhřejí interiér, ale zároveň nahřejí interiérové stěny s vysokou tepelnou kapacitou (např. beton), který v noci pomalu získané teplo sálá. Problém ale nastává v létě, kdy velké prosklené plochy propouštějí sluneční paprsky a interiér se přehřívá. Proto je stínění důležitým prvkem při navrhování prvků pro pasivní využití sluneční energie jak obdobně konstatuje Norbert Lechner: „*Pasivní solární systémy se mohou stát v období přehřívání významnou přítěží*

⁵⁴ LECHNER, Norbert. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects*. Fourth edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, [2015]. ISBN isbn978-1-118-82172-5, str. 169.

⁵⁵ LECHNER, Norbert. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects*. Fourth edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, [2015]. ISBN isbn978-1-118-82172-5, str. 171.

*pokud nejsou dostatečně stíněny. Nejedná se pouze o přímé sluneční paprsky, ale i o rozptýlené (difúzní). To zejména platí pro vlhká nebo znečištěná prostředí, kde je sluneční radiace rozptýlena ze všech stran.*⁵⁶

Pomocí stínění totiž dokáží v letních obdobích interiéry odstínit, a při správném návrhu velikosti a proporce stínícího prvku dokáží interiéry udržet ve stínu. Z toho pak plyne benefit tepelně kapacitních materiálů, které se přes noc ochladí a přes den příjemně chladí zastíněný interiéry.

Dle Lechnera by prvky pro příjem pasivní solární energie měly vždy být spojeny s objekty které mají možnost přijímat nízké zimní paprsky a jsou vybaveny vytápěním. Jakékoliv snížení potřeby energie na vytápění je jeho názoru krokem správným směrem. V případě aktivních solárních prvků je však s ohledem na vytápění zdrženlivější. Použití aktivních solárních prvků doporučuje především pro ohřev teplé užitkové vody. Pokud je ale možnost příjmu pasivních solárních zisků omezená, a objekt má vhodně orientovanou střechu pro umístění fotovoltaických panelů, umí si představit její použití pro vytápění budovy.⁵⁷

AKTIVNÍ VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE

Aktivní prvky sluneční energetiky jsou definovány oběhem teplotosného média, plynu, kapaliny nebo elektrického proudu. Z architektonického hlediska se jedná o integraci technických zařízení do budovy a jejího pláště. Je to poslední krok k návrhu zelené architektury jak píše Eduard Schleger v knize Architektura a ekologie v kapitole Architektonický a energetický koncept koncept domu.⁵⁸ Jednoduše řečeno jde o technická zařízení na transformaci sluneční energie (ve všech jejích podobách), která dnes převážně používají jako teplotosného média plyn, kapalina nebo el. proud. (větrné turbíny, solární panely, fotovoltaické panely, apod.)

Moje práce se zaměřuje na stínění jako architektonický prvek. Vnímám aktivní využití solární energie jako velmi přínosné pro minimalizaci energetické náročnosti budovy vedoucí k její soběstačnosti. Nicméně musím souhlasit s E. Schlegerem, že tomuto čtvrtému kroku – aktivní využívání solární energie, musí předcházet pasivní využití solární energie kde je stínící systém klíčovým prvkem. Proto se aktivním prvkům získávání solární energie nevěnuji. Jistě se v určitých případech dále spojit se stínícími systémy – například integrací fotovoltaických panelů nebo solárních panelů na stínící prvek.

⁵⁶ (LECHNER, 2015 str. 186).

⁵⁷ (LECHNER, 2009 str. 163).

⁵⁸ (HLAVÁČEK, 2013 stránky 83-86).

3. STÍNICÍ PRVKY

3.1 STÍNĚNÍ OBECNĚ

Energetická náročnost budovy se primárně odvíjí od potřeby vytápění. V dnešní době pokročilých technologií je energetická náročnost závislá i na potřebě chlazení, mechanického větrání, a ostatních elementů ovlivňující mikroklima uživatelů. V kapitole 2.5.1 *Obalový plášť: Ovlivňující faktory, vlastnosti a funkce* jsou všechny tyto elementy a faktory vyjmenovány. Pokud energetickou náročnost chceme minimalizovat, je nutno uplatnit tzv. „Desatero komponent pro energeticky úsporné stavby“ (str. 29).

Abychom snížili potřebu energie na vytápění, musíme ji umět v objektu udržet, a maximálně ho získávat formou tepelných zisků v zimních obdobích (topná sezóna)– vyhříváním slunečními paprsky skrze prosklené části budovy.

Když potřebujeme snížit potřebu energie na chlazení, měli bychom maximálně předcházet přehřívání interiéru prosklenými plochami zejména v letních měsících, resp. se snažit o efektivní tepelný odraz a rozptýlení.

Oba tyto faktory se týkají prosklených ploch a jejich orientace. Průběh slunce a venkovní teploty jsou však v roční a denní době proměnlivé, a je nutno je správně dimenzovat a chránit před sluncem, či ho naopak v maximální míře využívat. Nesmíme ale zapomenout na energetickou náročnost osvětlení. Umělé osvětlení maximálně nahradíme přirozeným denním osvětlením pomocí prosklených ploch.

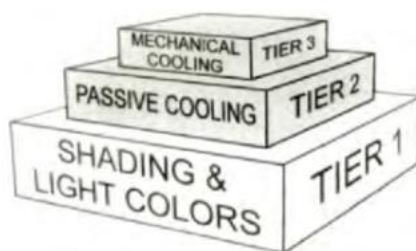
Dle mého názoru jsou tyto faktory zásadní pro navrhování energeticky úsporných budov. Stínicí prvky hrají velkou úlohu-představují při správném použití energetickou úsporu objektu a jsou mnohdy výrazným architektonickým prvkem. Při nesprávném použití mohou být energeticky neefektivní, ekonomicky nadbytečné a v neposlední řadě vizuálně nevhodné. Čím větší a sofistikovanější tyto prvky jsou, tím důležitější je s nimi počítat v prvotních fázích navrhování.

Přínos stínění můžeme sledovat tedy z pohledu tepelné pohody, světelné pohody, zvukové pohody a dobré kvality vzduchu.

Ve své práci se primárně zaměřuji na tepelnou pohodu, ale i ostatní vlastnosti jsou pro komfortní užívání budov a kvalitu prostředí uživatelů důležité.

3.1.1 STÍNĚNÍ A CHLAZENÍ

Strategickým klíčem k dosažení tepelného komfortu během letních měsíců je stínění. Stínění jako prvek proti přehřívání interiéru je na prvním místě logické a udržitelné metody pro zajištění tepelného komfortu v létě. (viz obr. 18). Dalšími prostředky, které jsou bohužel ekonomicky i technicky náročnější, jsou pasivní chlazení a mechanické chlazení.



Obr. 16 Udržitelná metoda pro zajištění tepelného komfortu v létě⁵⁹

3.1.2 STÍNĚNÍ A DENNÍ OSVĚTLENÍ

Stínění přímo reguluje světlo v místnosti, ovlivňuje vizuální kontakt uživatele s exteriérem, může zabraňovat oslňování či odrazu slunečního záření. Samozřejmě záleží na tom, jestli je stínění interiérové či exteriérové, ale v obou případech platí, že správný návrh stínění musím myslet i na tyto aspekty.

„Architektonický prostor existuje prostřednictvím světla, které se odráží od objektů a povrchů. Jeho forma, materiály a technika, která vytvoří požadované klima, může být přesně navržena a kontrolována. Denní světlo se neustále mění v průběhu dne i roku, co barvy a intenzity týče“⁶⁰

Stíněním můžeme vytvářet požadovanou atmosféru v interiéru dle způsobu využití. Intenzita světla působí na psychologickou pohodu uživatele. Každá aktivita vyžaduje jiné množství světla.

⁵⁹ LECHNER, Norbert. 2015. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects. Fourth edition.* Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2015. ISBN isbn978-1-118-82172-5. str.234.

⁶⁰ (Rasmussen, 1962).

3.1.3 STÍNĚNÍ A VYTÁPĚNÍ

Stínění by nemělo bránit průchodu slunečních prvků do interiéru v zimních měsících. Jeho nevhodná aplikace může neblaze ovlivnit míru získaných slunečního záření do interiéru. Proto je velmi důležité zhodnotit aplikaci a formu stínícího prvku dle konkrétní orientace ke světovým stranám, zeměpisné poloze a klimatu. Stínění je nejen spojováno s denním osvětlením a slunečním zářením, ale i s noční dobou. Stínění v nočních hodinách pomáhá udržovat teplo v interiéru - například uzavřením rolet se zvyšuje tepelný odpor okenních konstrukcí.

3.2 ORIENTACE STÍNCÍCH PRVKŮ

Všechny kultury napříč historií využívali výhod stínění, a to jak u staveb klasické architektury, tak lidové architektury. Každá kultura pracovala ve své historii se stíněním dle tamních podmínek podnebí. Např. v teplých regionech s vysokou vlhkostí, kde potřebné větrání budov zajišťují velká okna, se budovy velmi přehřívají a dochází tak k diskomfortu uživatelů. Nejeefektivnější metodou jak přehřívání zabránit a udržet velká okna pro provětrávání, je odstínit je. Antické řecké obytné stavby na využívali sloupořadím podepření střechy, a vzniklý předprostor tak chránili před vysokým letním sluncem a během deště. Toto řešení nevycházelo apriori z úhlu dopadu slunečních paprsků, ale jako ochrana obyvatel před povětrnostními podmínkami.



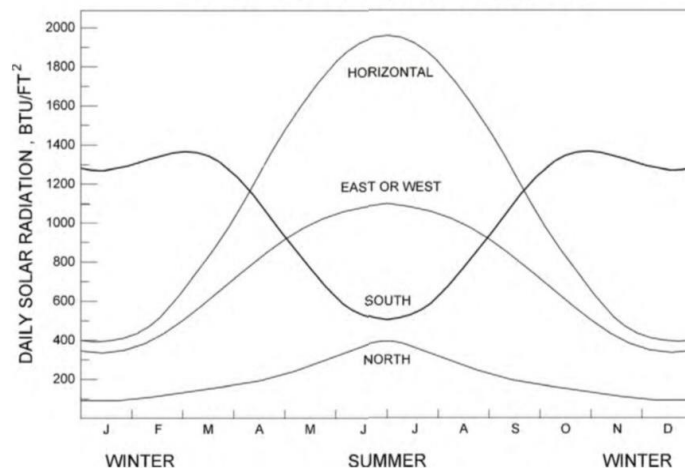
Obr. 17 Řecký obytný dům – Pompeje⁶¹

Mnoho velkých stínících prvků zpravidla tedy mívá dva významy-stínit interiér budovy a prostor před ní- veřejný, soukromý, pobytový.

Pro pochopení orientace stínících prvků je důležité si uvědomit, jak a kdy na budovu dopadají sluneční paprsky. Nejedná se pouze o jih jak se laická veřejnost domnívá, ale prakticky o všechny světové strany.

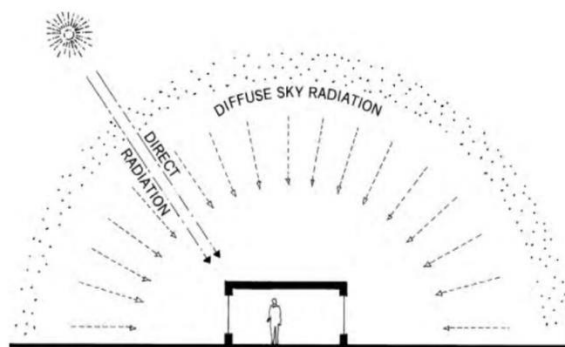
⁶¹ zdroj Wikipedia. [Online] 3. 1 2017. [Citace: 2. 9 2017.], dostupné z www.wikipedia.com.

Z následujícího obrázku je patrné, že největší solární zátěž pro severní polokouli dopadá na střešní horizontální okna, a východní se západní stranou je prakticky stejně zatížená solárním zářením v průběhu roku jako jižní strana.



Obr. 18 Solární záření v průběhu roku⁶²

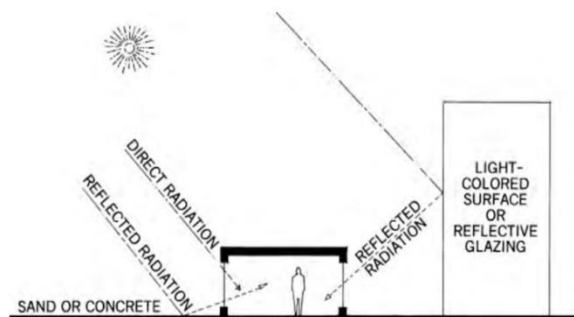
Sluneční paprsky se nešíří pouze od zdroje – Slunce, ale zároveň odražením například od písečných, vodních nebo betonových ploch pře objektem, nebo od odrazivých fasád v v blízkém okolí objektu. Zároveň v určitých podnebích či regionech, kde je vysoký výskyt nečistot v ovzduší nebo vysoká vlhkost, se sluneční záření šíří difúzně – tedy ze všech stran.



Obr. 19 Difúzní a přímá sluneční radiace⁶³

⁶² LECHNER, Norbert. 2015. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects. Fourth edition.* Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2015. ISBN isbn978-1-118-82172-5. str.234

⁶³ (LECHNER, 2015 str. 235)



Obr. 20 Odražené paprsky⁶⁴

Vlastní návrh stínícího prvku, jeho orientace, velikost a proporce se tedy odvíjí od přímé, odražené a difúzní složky slunečního záření. V případě odražených paprsků je ideální řešit přímo na zdroji odrazu.

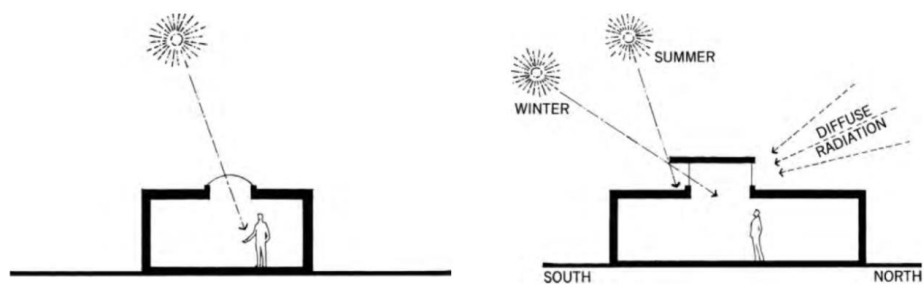
V roce 2015 v Londýně po dostavbě 38 podlažního mrakodrapu na Fenchurch street, přezdívaného místními hanlivě „Walkie Talkie“, se zjistilo, že tvarování jeho fasády soustřeďuje jako obří lupa sluneční paprsky na nedalekou ulici, kde pálí chodníky, auta a podobně. V roce 2017 sjednal nápravu investor tím, že na fasádu umístil stínící prvky, které sluneční paprsky neodráží a celou situaci tak nemalými investičními náklady vyřešil.⁶⁵

Při navrhování stínění je doporučeno stínit všechny složky slunečního záření.

Dle mého názoru je nejtěžší stínit difúzní záření, které jde prakticky ze všech stran. Z pohledu architekta však vidím i určitou obtížnost v exteriérovém stínění východní a západní strany. Jejich řešení je složité ze dvou úhlů pohledu. První je nízké slunce, které se těžko stíní horizontálními prvky stínění a musí se řešit stíněním vertikálním. Druhým je architektonický výraz takovýchto vertikálních stínění. Na jednu stranu se z exteriéru dají vyřešit esteticky kvalitně, ale výrazně omezují uživatele ve výhledu ven. Na jižních fasádách doporučuji exteriérové horizontální stínění navržené tak, aby v létě stínilo a v zimě pustilo maximu solárních paprsků pro vyhřátí interiéru. Poslední a neméně důležité je stínění střešních horizontálních oken. Ty je velmi nutné stínit pohyblivými systémy a je vhodné je řešit tzv. bazilikálním osvětlením které je na odstínění jednodušší.

⁶⁴ LECHNER, Norbert. 2015. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects. Fourth edition.* Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2015. ISBN isbn978-1-118-82172-5. str.235.

⁶⁵ (Saini, 2015)



Obr. 21 Horní horizontální zasklení a tzv. bazilikální světlení⁶⁶

⁶⁶ LECHNER, Norbert. 2015. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects. Fourth edition.* Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2015. ISBN isbn978-1-118-82172-5. str.239.

3.3 DĚLENÍ STÍNÍCÍCH PRVKŮ

Tato kapitola se zabývá hlavním rozdělením stínících prvků, jejich druhů a použití. Hypotézou mého výzkumu je vliv pevného stínění a pohyblivého stínění na energetickou náročnost objektu. V práci jsem se proto převážně zaměřil na druhy exteriérového stínění, což je jeden z taktických cílů a výchozí bod pro jejich porovnání pro vlastní kapitolu *4. POROVNÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY S PEVNÝM STÍNĚNÍM, POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM A BEZ STÍNĚNÍ.*

Zajímají mě druhy, geometrie, proporce a orientace stínících prvků bez ohledu na jejich materiál. Byť je zde mnoho materiálových řešení, pro mou práci nejsou tak podstatné. V kapitole *5. STÍNĚNÍ JAKO ARCHITEKTONICKÝ PRVEK NA VYBRANÝCH PŘÍKLADECH* demonstruji různá řešení z pohledu architekta jak jednotlivé druhy exteriérového stínění mají vliv na architektonické ztvárnění domu.

V příloze „*stínění*“ jsou různé druhy stínění podrobně rozepsány.

Obecně lze konstatovat, že stínící prvky dělíme v zásadě do dvou hlavních skupin dle jejich umístění na objektu. Stínící prvky exteriérové a stínící prvky interiérové. V knize *Stínění oken*⁶⁷ autorka k hlavnímu rozdělení ještě přidává doplňkový sortiment⁶⁸.

⁶⁷ (LUBINOVÁ, 2013)

⁶⁸ nejde o typické stínící prvky, ale výrobky které s nimi úzce souvisí (sítě proti hmyzu, elektromotory, ovládací prvky apod.

3.3.1 INTERIÉROVÉ STÍNĚNÍ

Interiérové stínění poskytuje částečnou ochranu před přehříváním interiéru, ochranu před oslněním a ochranu soukromí. Není tak efektivní jako exteriérové, vzhledem k faktu, že sluneční paprsky jsou odstíněny až v interiéru za zasklením (paprsky ohřívají stínící prvek a dochází tak k nepřímému ohřívání interiéru-proto se doporučuje volit světlé barvy clon). Nicméně jsou interiérové stínící prvky jednoduchým, ekonomickým a mnohdy i designovým řešením jak rekukovat přehřívání interiéru. Jejich velkou výhodou je flexibilita, praktičnost a jednoduché ovládání. Uživatel zaclonění může kdykoliv měnit buď manuálně jednoduchým pohybem, nebo automatizací spojené s chytrým řízením budov.

V zásadě je několik druhů vnitřních stínění⁶⁹:

Vnitřní žaluzie

Vnitřní rolety

Ostatní vnitřní clony (záclony, závěsy, plisé, baldachýny, římské rolety, japonské stěny...)

Interiérové stínění doporučuji používat v kombinaci s exteriérovým stíněním. Mnohdy není exteriérové stínění dostatečně efektivní a vnitřní clony dokáží odstínit paprsky, které ext. stínění obešly. Pokud ale není možnost stínit exteriérově, vnitřní clony jsou jasnou volbou vedoucí k redukci přehřívání interiéru.

⁶⁹ (LUBINOVÁ, 2013 str. 19)

3.3.2 EXTERIÉROVÉ STÍNĚNÍ

Exteriérové stínění má mnoho podob a forem, které ve velké rozsahu ovlivňují energetickou náročnost budovy a celkový vzhled budovy. Při správném použití jsou mnohem efektivnější než jejich interiérové protějšky. Vliv stínění na energetickou náročnost budovy je měřitelný a věnuji se mu v kapitole *4. POROVNÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY S PEVNÝM STÍNĚNÍM, POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM A BEZ STÍNĚNÍ* s konkrétními výsledky a závěry.

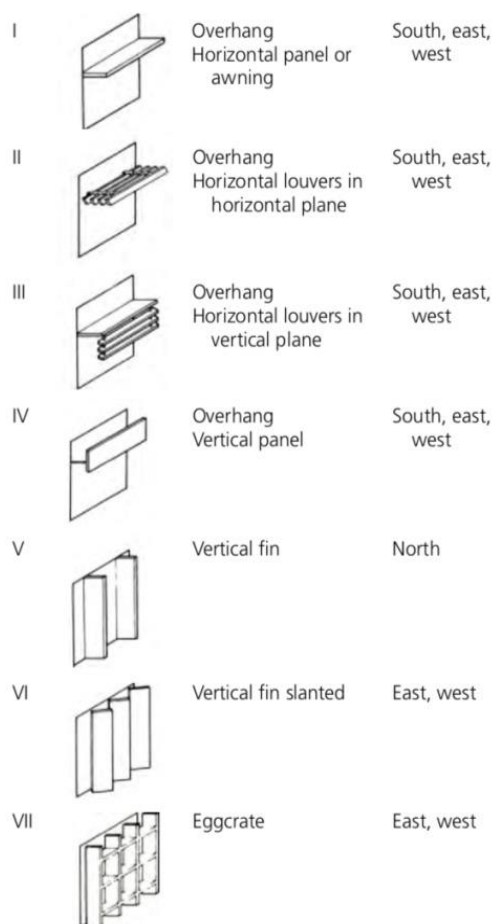
Dopad exteriérových prvků na architektonický ráz domu už je subjektivní, ale z pozice architekta zabývající se tímto tématem si kladu za cíl na vybraných příkladech nastínit přínos exteriérových stínících prvků z architektonického hlediska. Viz kapitola *5. STÍNĚNÍ JAKO ARCHITEKTONICKÝ PRVEK NA VYBRANÝCH PŘÍKLADECH*.

Exteriérové stínící prvky obecně dělíme na ty co jsou spojené se stavbou, a na ty co jsou představené před objektem – například pergoly. Prakticky pro obě tyto skupiny platí stejné rozřídění. Samostatnou skupinou jsou vegetační prvky, které sehrávají úlohu stínění.

Druhé hlavní obecně známé rozdělení je z pohledu pohyblivosti prvků na **fixní stínící prvky a pohyblivé stínící prvky**.

3.3.2.1 EXTERIÉROVÉ FIXNÍ STÍNÍCÍ PRVKY

Jejich výhodou je, že pokud jsou správně navrženy, zastíňují celé okenní otvory a tak blokují pronikání slunečních paprsků do interiéru. Na následujícím obrázku je výčet nejpobulárnějších fixních prvků dle Norberta Lechnera kde zároveň doporučuje jejich orientaci a shrnuje jejich klady a zápory.

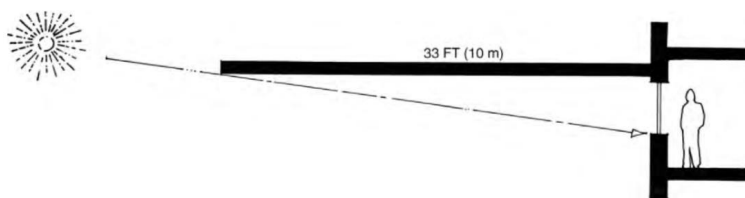


Obr. 22 Vybrané příklady fixního stínění⁷⁰

Pokud bych měl jeho (N. Lechner) závěry a doporučení shrnout a okomentovat, tak ideální orientací pro fixní stínící prvky je jižní fasáda objektů. Jižní fasáda (na severní polokouli) je k odstínění nejjednodušší. Správným návrhem rozměrů a proporcí horizontálního stínícího prvku lze docílit odstínění v létě, a propouštět nízké zimní paprsky.

⁷⁰ LECHNER, Norbert. 2015. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects. Fourth edition.* Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2015. ISBN isbn978-1-118-82172-5. str.234

Nejtěžší úlohou mimo stínění horizontálních prosklených otvorů (viz. předchozí kapitola) spatřují ve východní a západní fasádě. Její efektivní odstínění formou horizontálního stínícího prvku je prakticky nemožné – prvek by musel být neúměrně vyložený aby zachytil sluneční paprsky pod nízkým úhlem.



Obr. 23 Stínění východní a západní fasády horizontálním stínícím prvkem⁷¹

Pro východní a západní fasády se proto doporučuje vertikální stínění, které správným navržením dokáže odstínit většinu ranních či večerních paprsků (dle orientace). Jeho nevýhodou je bohužel omezení výhledu.

Zajímavým řešením je tzv. „Eggcrate“ neboli mřížové stínění – kombinace vertikálního a horizontálního stínění.

Tato kombinace stínění slouží v teplých klimatech pro východní a západní fasády a v tropických klimatech navíc pro jihovýchodní a jihozápadní fasády. Eggcrate výrazně stíní okna, která jsou vystavená různým úhlům slunečního záření. Odstíní nízké paprsky od východu nebo západu, a zároveň při zachování určitého výhledu i jižní letní slunce. Bohužel i eggcrate má nevýhodu – v jeho „mřížích“ se akumuluje teplo které se nemá kam odvětrat a nepříznivě tak ovlivňuje mikroklima před okny. Samozřejmě lze i tento jev řešit – například odsazením od fasády a umožnění proudění vzduchu.

Viz: Příloha stínění str. 166.

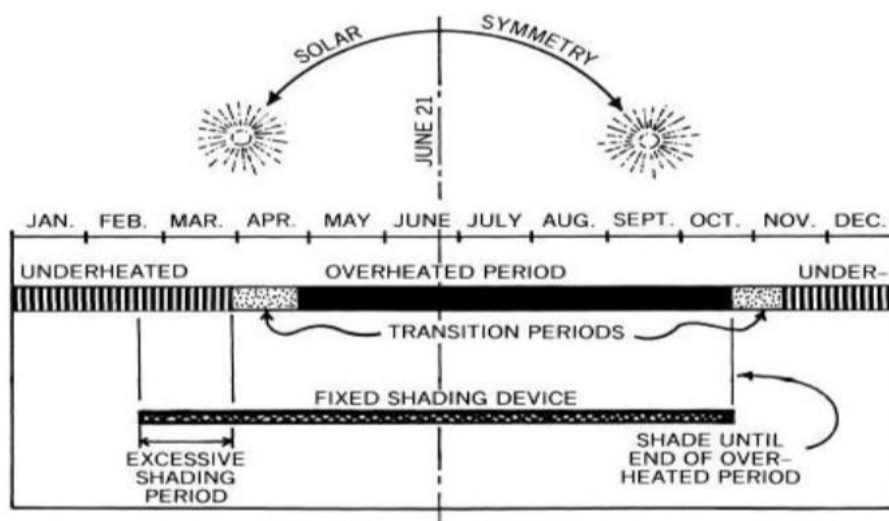
3.3.2.2 EXTERIÉROVÉ POHYBLIVÉ STÍNÍČÍ PRVKY

Není překvapením, že pohyblivé stínící prvky dokážou lépe reagovat na dynamicky se vyvíjející podmínky slunečního záření než fixní stínění. Potřebujeme stínit v období přehřívání interiéru a maximalizovat solární zisky v zimním období. Je složité docílit tohoto efektu s fixními slunečními prvky, jelikož slunce v mezních hodnotách stínění obejde nebo naopak v zimě nedostatečně ohřeje interiér. Fixní prvky stínění reagují na

⁷¹ LECHNER, Norbert. 2015. *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects. Fourth edition.* Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2015. ISBN isbn978-1-118-82172-5. str.235.

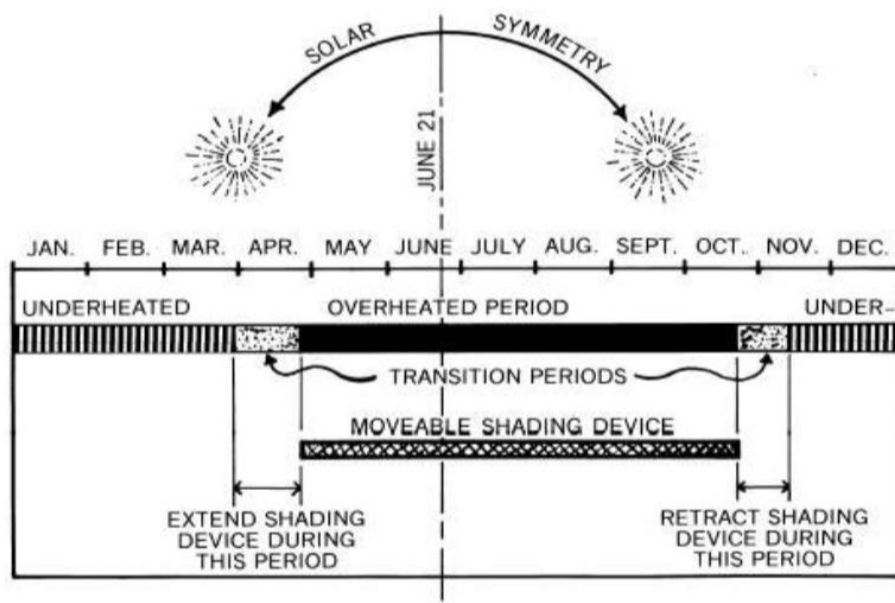
sluneční úhel, nikoli na požadovanou teplotu v interiéru. Sluneční paprsky ale nejsou v souladu s teplotou exteriérového vzduchu, a proto nejsou z tohoto pohledu fixní prvky stínění stoprocentně úspěšné. Počasí a sluneční cykly se mění prakticky každý den, především během podzimu a jara. Fixní prvek, který svými rozměry a geometrií dokáže reagovat na teplejší duben, část konce už neumí pracovat se zimním začátkem dubna. Planeta se po zimě pomalu v průběhu jara nahřívá a maximálních teplot dosahuje 1–2 měsíce po letním slunovratu (21. června). Nejméně tepla je okolo zimního slunovratu (21. prosince) s tím, že nejstudenější měsíce jsou leden a únor. To vše díky velké tepelné kapacitě Země. Fixní prvek tak dokáže odstínit stejně solárního záření jarní a zimní rovnodennosti (21. dubna a 21. srpna, ale za rozdílných teplot (v srpnu jsou teploty mnohem vyšší).

V případě plného stínění je nutno fixní stínění navrhnout tak, aby odstínilo okno v průběhu přehřívání interiéru, zároveň aby vykrylo ostatní roční období. To připadá v úvahu, pokud obětujeme solární zisky v zimě (obr. 26) Pouze pohyblivé stínění dokáže tyto přechodové části „vykryt“ bez omezení funkce v jiných obdobích (obr.27).



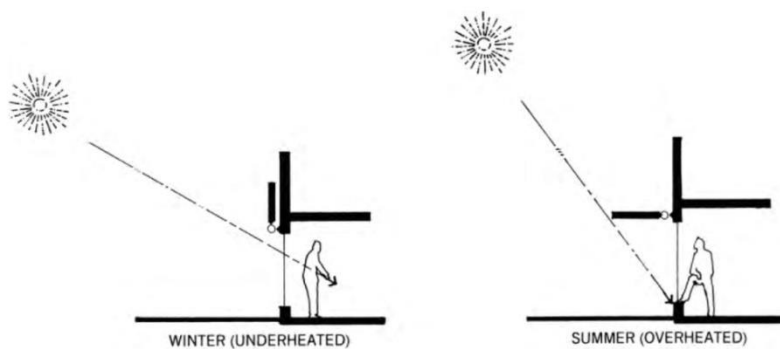
Obr. 24 Fixní stínění a jeho nevhodné stínění v zimě⁷²

⁷² *Solar architecture: strategies, visions, concepts*. Editor Christian SCHITTICH. Basel: Birkhäuser, c2003. In detail. ISBN 3-7643-0747-1.



Obr. 25 Pohyblivé stínění a jeho schopnost reagovat na mezní doby stínění⁷³

Pohyb stínících prvků může být zajištěn velmi jednoduše. Stačí, aby stínící prvek ovládal dvě polohy v průběhu roku, a bude dosahovat skvělých výsledků. Například v období pozdního jara (na začátku období přehřívání) jej stačí manuálně „vyklopit“ a zajistí nám dostatečné stínění. Na konci období přehřívání (na podzim) se odklopí a začne propouštět dostatek solárního záření k vyhřívání interiéru.

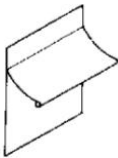
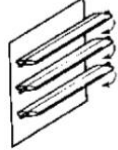
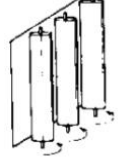




Obr. 26 Pohyblivé stínění s pohybými dvěma polohami v průběhu roku⁷⁴

⁷³ (Schittich, 2003)

⁷⁴ (LECHNER, 2015)

Stejně jako u fixního exteriérového stínění vycházím z N. Lechnera a jeho dělení pohyblivých prvků.

IX		Overhang Awning	South, east, west
X		Overhang Rotating horizontal louvers	South, east, west
XI		Fin Rotating fins	East, west
XII		Deciduous plants Trees Vines	East, west southeast, southwest northeast northwest
XIII		Exterior roller shade	East, west, southeast, southwest northeast northwest

Obr. 27 Přehled pohyblivých externích stínění⁷⁵

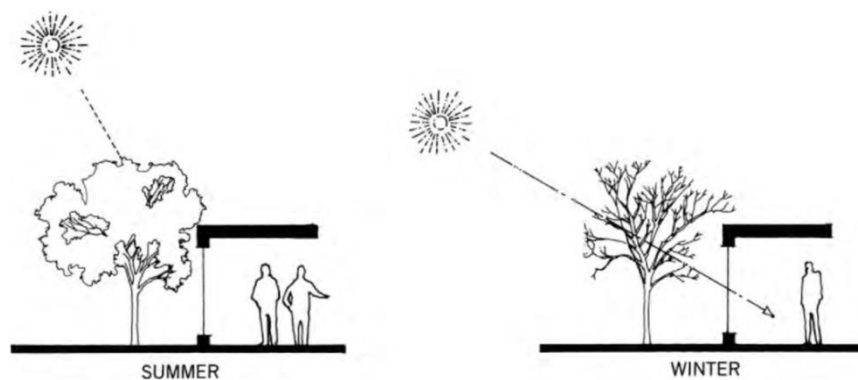
Přehledné je vidět na které světové strany je pohyblivé stínění efektivní. Jsou to hlavně východní a západní fasády, kde horizontální fixní stínění selhává pro svou velikost. Pohyblivé stínění zároveň v určité míře řeší i výhled ven oproti fixním vertikálním stíněním. Pohyblivá stínění nemusí být tak rozměrná, protože díky natáčení efektivně vykrývají v daný čas daný úhel dopadu slunečních paprsků. Takže výrazně neomezují výhled ven oproti fixním vertikálním stíněním systémům..

Pohyblivá stínění patří k neefektivnějším stíněním systémům. Nevýhodou může být častější údržba. Nejběžnějším pohyblivým stíněním u nás jsou exteriérové žaluzie, které se v dnešní době vyskytují prakticky na každé novostavbě.

Viz: Příloha stínění str. 166.

⁷⁵ (LECHNER, 2015)

Zajímavé je jistě zařazení vegetace jako pohyblivého stínícího prvku. Zeleň je z mého pohledu jeden z nejkrásnějších stínících prvků. Při výběru staveniště, a prvotní rozvaze o umístění objektu na pozemku doporučuji zohlednit stávající zeleň a její stínící potenciál. Stromy máme opadavé a neopadavé, a každý má na stínění objektu svůj specifický vliv.



Obr. 28 Stínění stromy⁷⁶

Nevýhodou určitých druhů stromů je i přes opadání listů nevhodně velký stín, který vrhají, nebo jejich pomalý růst.

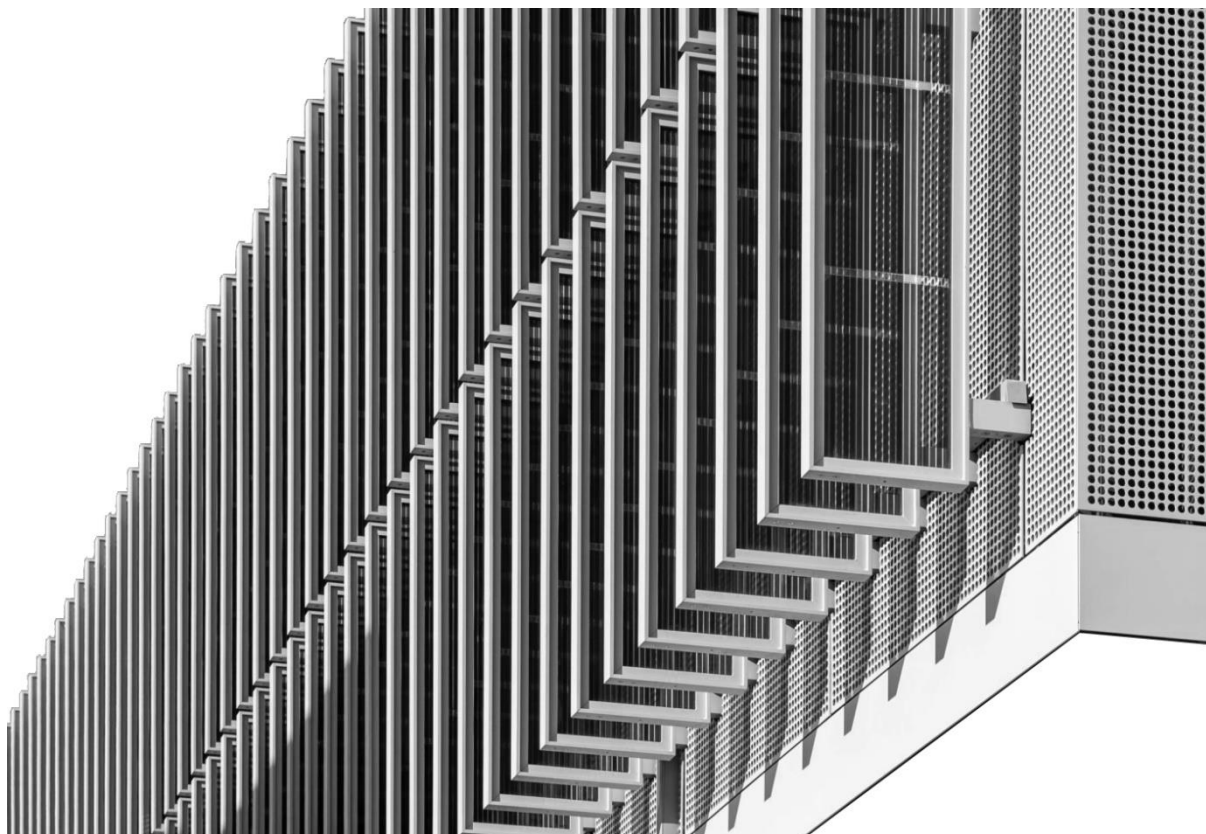
Viz: Příloha stínění str. 166.

⁷⁶ (LECHNER, 2015)

3.4 MODERNÍ STÍNICÍ PRVKY

3.4.1. SHADOVOLTAIC

Jedná se o stínicí prvky s integrací fotovoltaiky. Možnost stínění a generování elektřiny spojuje společná snaha lamel natáčet se kolmo k slunečním paprskům. Stíněním a generováním elektřiny dochází k podstatným úsporám na klimatizaci.⁷⁷



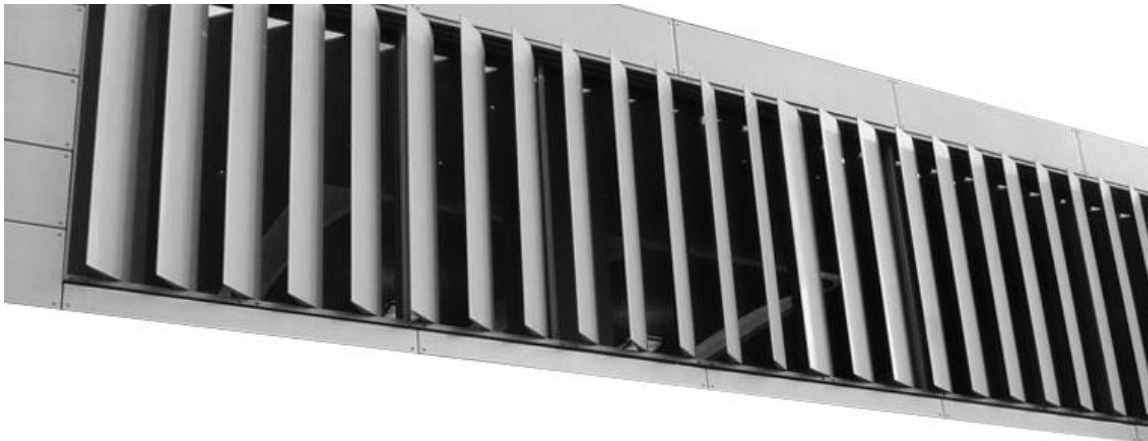
Obr. 29 Shadovoltaic⁷⁸

3.4.2. POHYBLIVÉ LAMELY

Natáčivé lamely (horizontální/vertikální) slouží jako ochrana před sluncem a zvyšují denní osvětlení místnosti. Mohou být řízeny manuálně, nebo automaticky. Automaticky řízené natáčivé lamely jsou řízené elektronicky počítačovým programem, který vychází ze zadání místa, kde budova stojí, dráhy slunce po obloze v konkrétní den a hodinu, a údajů meteorologické stanice dle vnějších aktuálních vlivů (oblačnost). S propojením na interiérová tepelná čidla dokážou lamely regulovat vnitřní teplotu nebo intenzitu osvětlení.

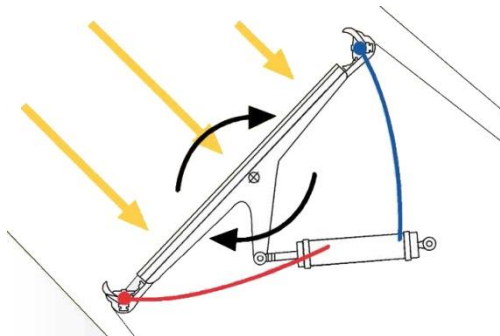
⁷⁷ COLT. 2012. www.coltgroup.com. *Solar Shading systems (Shadowglass and Shadovoltaic)*. [Online] 2012. [Citace: 04. 01 2018.] PD 44.05/12.-úprava obrázku autorem.

⁷⁸ (COLT, 2012)



Obr. 30 Natáčivé lamely⁷⁹

Další z možností automatického řízení jsou **termohydraulické natáčecí systémy** řízené sluncem. Na obou stranách lamely je trubice s termohydraulickou kapalinou. Obě trubice jsou připojeny k hydraulickému válci. Když lamela není natočena kolmo ke slunci, je jedna její část ohřívána více a druhá méně. Jak se obě části ve válci přetlačují, natočí lamelu kolmo ke slunci.



Obr. 31 Termohydraulické natáčecí systémy⁸⁰

⁷⁹ (COLT, 2012) – úprava obrázku autorem.

⁸⁰ **ROLETY-MARKYZY-ZALUZIE. 2006.** <http://www.rolety-markyzy-zaluzie.cz/venkovni-screen-rolety>. *rolety-markyzy-zaluzie*. [Online] © univers tech 2006-2018, 2006. [Citace: 6. 01 2018.] – úprava obrázku autorem.

3.4.3. MEMBRÁNY A STÍNICÍ PLACHTY

V poslední době se rozmáhají membránové stínicí systémy jak u různých budov a stadionů, tak ke stíněním veřejných prostranství. Jejich výhodou je nízká váha a technické parametry pro velké rozpory.



Obr. 32 Stínění stadionu⁸¹



Obr. 33 Stínění veřejného prostranství⁸²

⁸¹ **Nokhada, Bait Al.** <http://baitalnokhada.com>. *Bait Al Nokhada Tents and Fabric shades.* [Online] Bait Al Nokhada. [Citace: 5. 01 2018.] <http://baitalnokhada.com>.

⁸² **Nokhada, Bait Al.** <http://baitalnokhada.com>. *Bait Al Nokhada Tents and Fabric shades.* [Online] Bait Al Nokhada. [Citace: 5. 01 2018.] <http://baitalnokhada.com>.

3.4.4. SELEKTIVNÍ ZASKLENÍ

Jedná se o zasklení omezující propustnost krátkých infračervených slunečních paprsků a ultrafialového záření, které jsou důsledkem přehřívání interiéru. Selektivní zasklení je poměr mezi světelnou propustností LT a solárním faktorem SF.

Selektivní skla s vysokou světelnou propustností propouštějí více denního světla a minimalizují ohřívání interiéru. To vítáme v letním období, kdy je z energetického hlediska důležitá minimalizace přehřívání interiéru. Nevýhodou těchto skel je, že v zimních měsících nedokážou efektivně využít nízkých slunečních paprsků, které by mohly prohřát interiér a snížit tak náklady spojené s vytápěním.

Naopak selektivní zasklení s vysokým solárním faktorem na úkor světelné propustnosti známe například z tzv. Trombeho stěn, které fungují jako absorber i zdroj tepla čerpaného ze slunce.

V dnešní době existují kvalitní izolační trojskla, která při dostatečné míře světelné propustnosti (43 %) nabízejí solární faktor SF nad 60 %.⁸³

3.4.5. PRŮHLEDNÉ STÍNÍCÍ FOTOVOLTAICKÉ PANELE

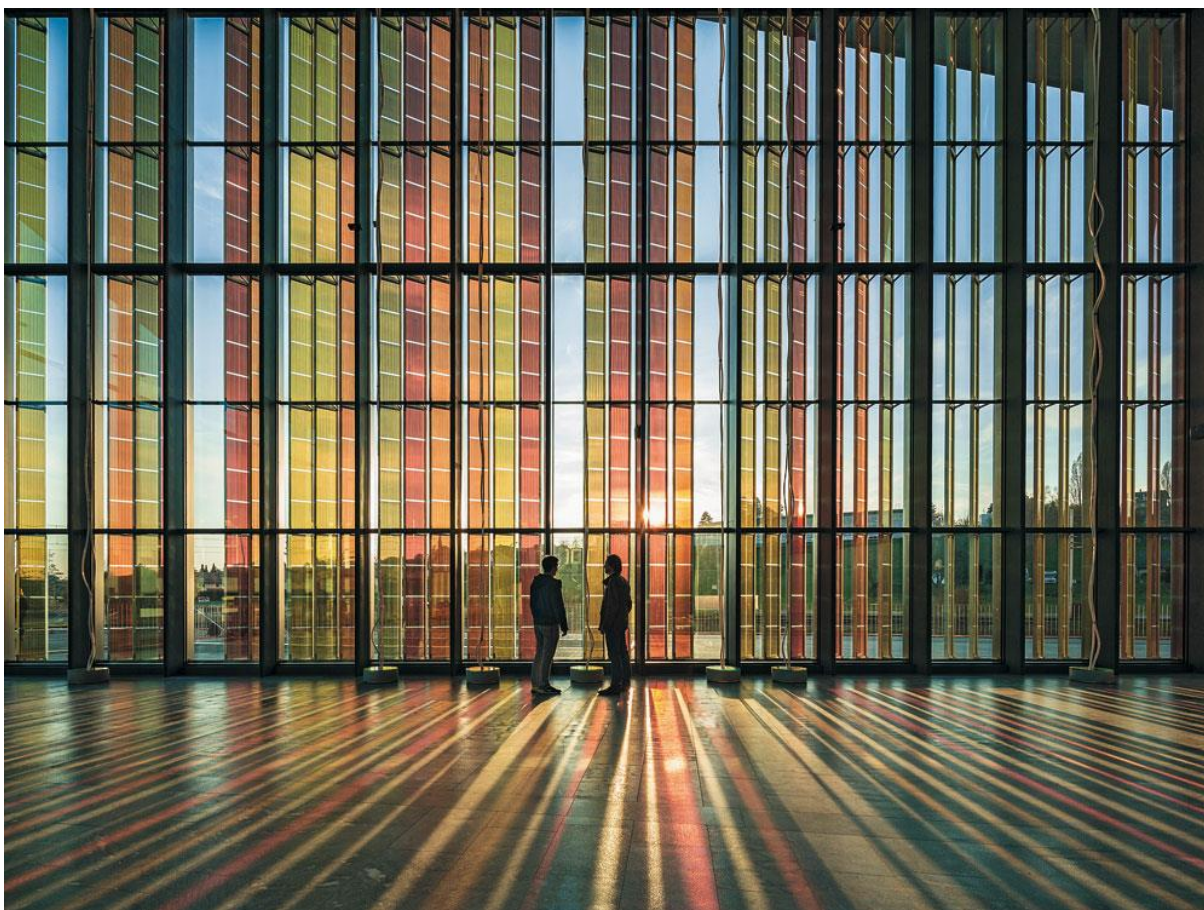
Stínící prvky jsou ze své podstaty ve většině případů vystaveny přímému slunečnímu záření a za použití vhodných technologií mají obrovský potenciál pro generování energie ze slunečního záření.

Jednou z možností jsou průhledné fotovoltaické panely. Jejich kvalita stínění není tak vysoká jako u neprůhledných prvků, ale vykazují dostatečné difuzní osvětlení, navíc generují nezanedbatelné množství elektrické energie.

Např. fasáda z průhledných barvených stínících fotovoltaických článků aplikovaná na stavbě konferenčního centra Swisstech ve Švýcarském federálním technologickém institutu v Lausanne (EPFL) dokáže přenášet difuzní světlo do vnitřní haly, pasivně zabraňuje přehřátí interiéru a aktivně vyrábí elektřinu ze slunečního záření. Její solární článek obsahuje z 10,3 % organické barvivo a zastává i estetickou funkci fasády.⁸⁴

⁸³ STARK, MARTIN. 2017. Stínění jako zdroj energie. *Energeticky soběstačné budovy*. 2017, Sv. 4, str.7.

⁸⁴ PRAŽANOVÁ, MARKÉTA. 2017. Stínění jako zdroj energie. *Energeticky soběstačné budovy*. 2017, Sv., str.8.

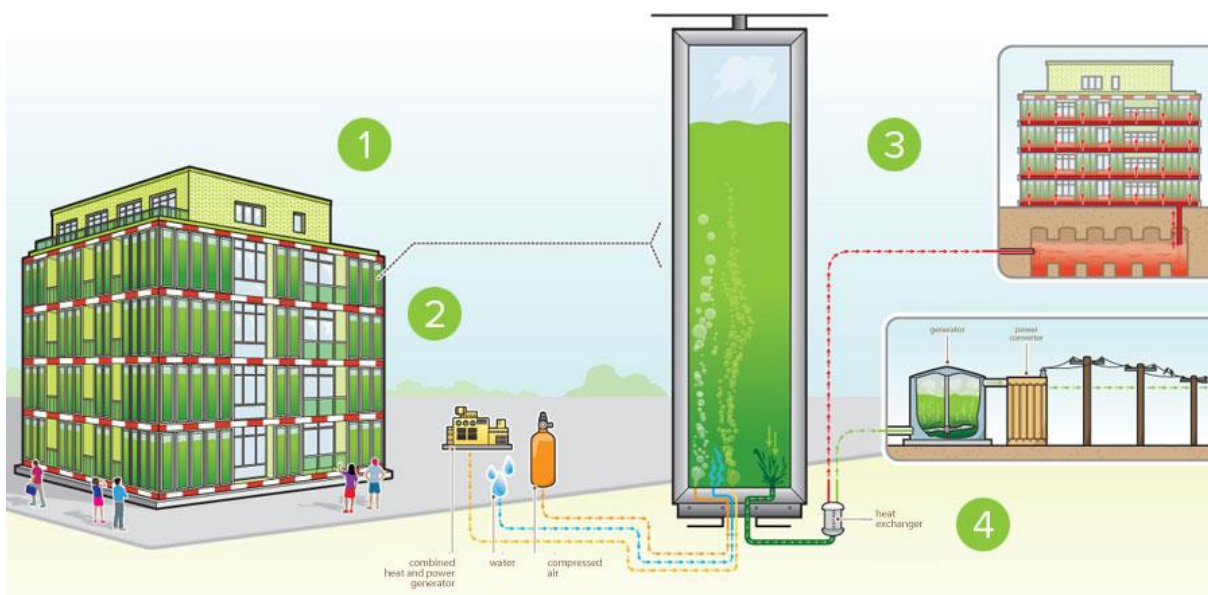


Obr. 34 Swisstech ve Švýcarském federálním technologickém institutu v Lausanne (EPFL)⁸⁵

⁸⁵ (PRAŽANOVÁ, 2017 str. 8)

3.4.6. MIKROŘASY JAKO STÍNICÍ PRVEK

Jedná se o experimentální využití fotosyntézy. Bioreaktory ve formě panelů stíní a zároveň fungují jako dodatečná tepelná a zvuková izolace. Tyto bioreaktory fungují jako inkubátory pro růst biomasy za pomoci slunečního záření a šedé vody, a to formou zdvojené fasády orientované ke slunci, jejíž vnější plášť je naplněn vodou s mikrořasami. Jejich pěstováním v panelech je zajištěno stínění budovy, řasy zároveň vyrábějí energii. Do fotobioreaktorů vstupuje šedá voda, která slouží jako výživa pěstované biomasy. Procesem růstu řas dochází k přečištění a vodu lze používat jako užitkovou. Fotosyntézou v člancích mimo jiné vzniká i bioplyn, ze kterého se pak dále generuje energie.⁸⁶



Obr. 35 BIQ – The Algae House, Hamburk⁸⁷

⁸⁶ (STARK, 2017 str. 9).

⁸⁷ (STARK, 2017 str. 9)

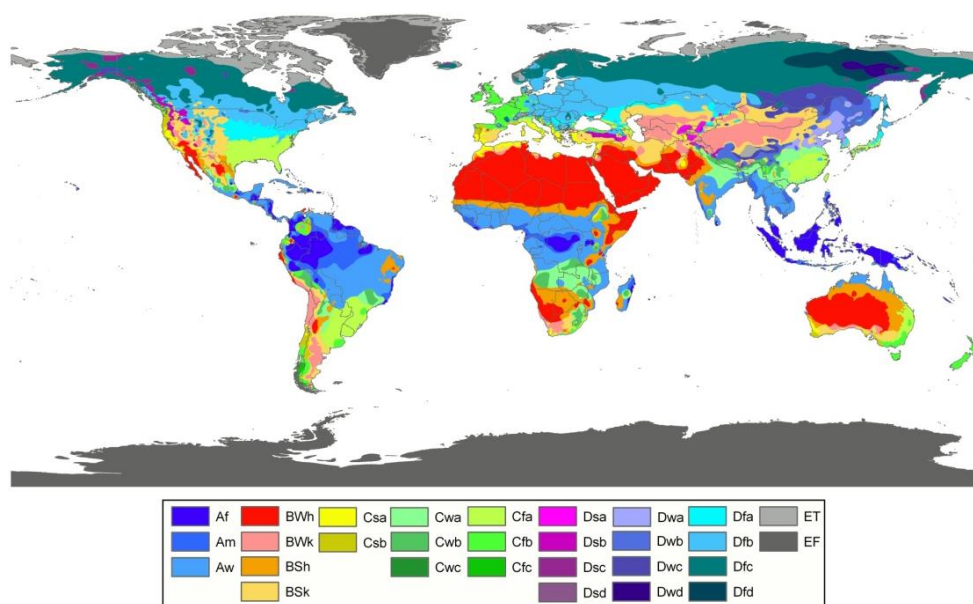
4. POROVNÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY S PEVNÝM STÍNĚNÍM, POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM A BEZ STÍNĚNÍ

4.1 ROZSAH VSTUPNÍCH DAT

Pro posouzení energetické náročnosti domu s fixním stíněním a bez něj je vybráno třicet stejných domů (totožná geometrie a vlastnosti) v různých městech na různých zeměpisných souřadnicích a v podnebí. Všechna města jsou vyhodnocena s použitím fixního stínění a bez stínění.

Pro bližší porovnání variant stínění (fixní, pohyblivé a bez stínění) je na základě výsledných hodnot výběr zúžen na okruh měst srovnatelných s Prahou (dle zeměpisné polohy a podnebí).

Výběr třiceti měst pro porovnání energetické náročnosti se stíněním a bez stínění vychází z Köppenovy klasifikace podnebí (svět je rozdělen do pěti hlavních klimatických páسů, které se dále člení do jedenácti typů a u nich se dále rozlišují jejich podtypy) tak, aby bylo zastoupeno co nejširší spektrum typů podnebí a zeměpisných souřadnic. U navrhování stínění je zásadní brát v potaz podnebí a zeměpisné souřadnice – viz kapitola 3 Stínění.



Obr. 36 Köppenova klasifikace podnebí⁸⁸

⁸⁸ (KOEPPEN-GEIGER, 2018).

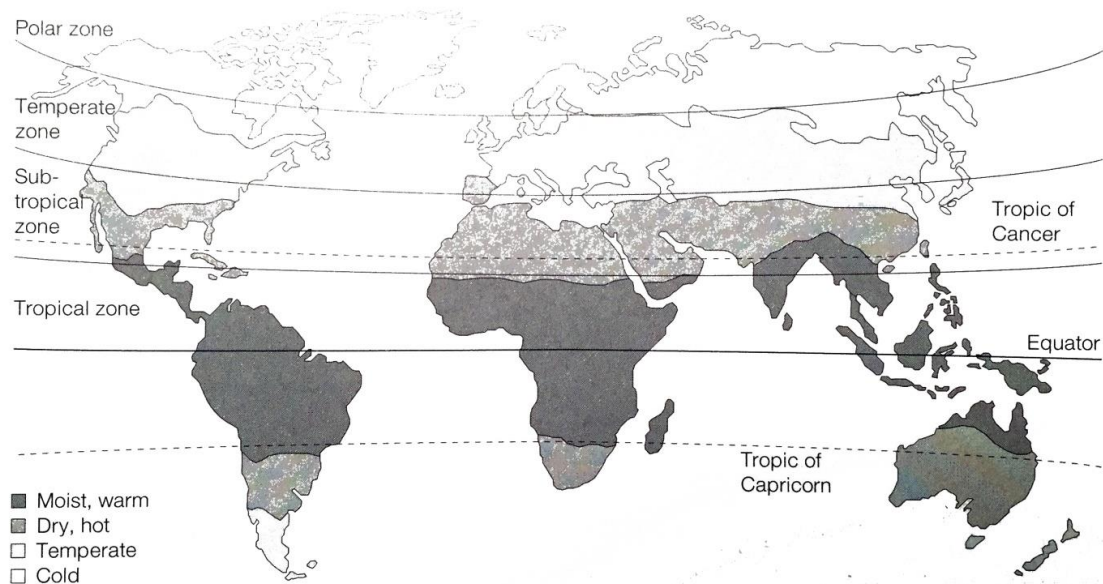
Köppenova klasifikace podnebí:

- Kategorie A
 - Ekvatoriální podnebí (Af)
 - Tropické monzunové podnebí (Am, Aw)
- Kategorie B
 - Aridní podnebí (BWh, BWk)
 - Semiaridní podnebí (BSh, BSk)
- Kategorie C
 - Vlhké subtropické podnebí (Cfa, Cwa)
 - Horské subtropické podnebí (Cwb, Cwc)
 - Středozevní podnebí (Csa, Csb)
 - Oceánické podnebí mírného pásma (Cfb, Cwb)
 - Subpolární oceánické podnebí (Cfc)
 - Polární oceánské podnebí (Cfd)
- Kategorie D
 - Vlhké kontinentální podnebí (Dfa, Dwa, Dfb, Dwb, Dsa, Dsb)
 - Subpolární podnebí (Dfc, Dwc, Dfd, Dwd, Dsc, Dsd)
- Kategorie E
 - Polární podnebí (ET)
 - Ledové podnebí (EF)

Dle této klasifikace jsou rozříděny i příklady jednotlivých staveb v kapitole Příklady.

Podrobnější popis je uveden v příloze Klasifikace podnebí (viz níže).

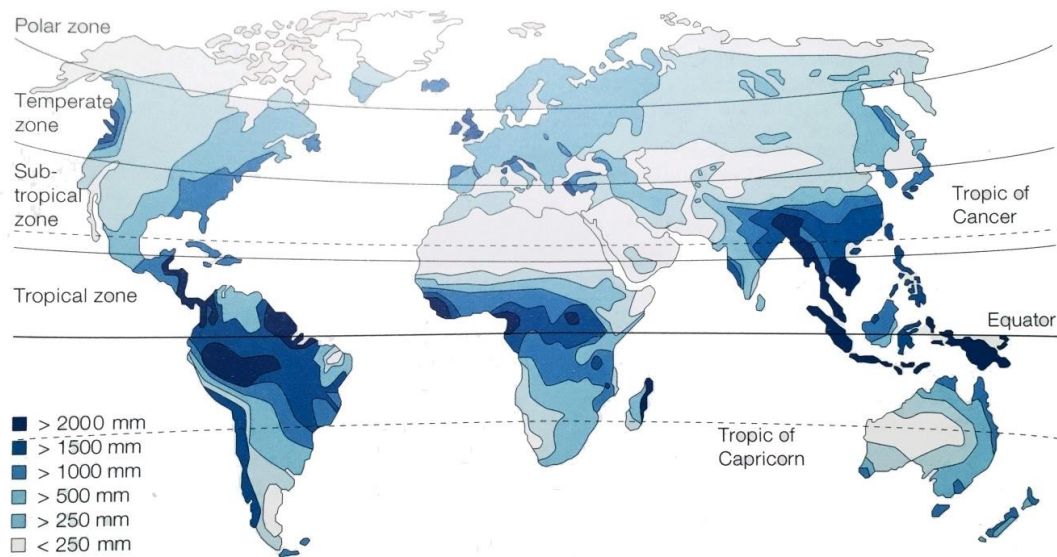
Na následujících obrázcích je obecně a přehledně zpracováno rozdělení světa dle podnebí (teplé a vlhké, horké a suché, průměrné, studené), úhrnu ročních srážek (mm) a solární radiace (kWh/m².a):



Obr. 37 Rozdělení světa dle podnebí (teplé, horké, průměrné a studené)⁸⁹

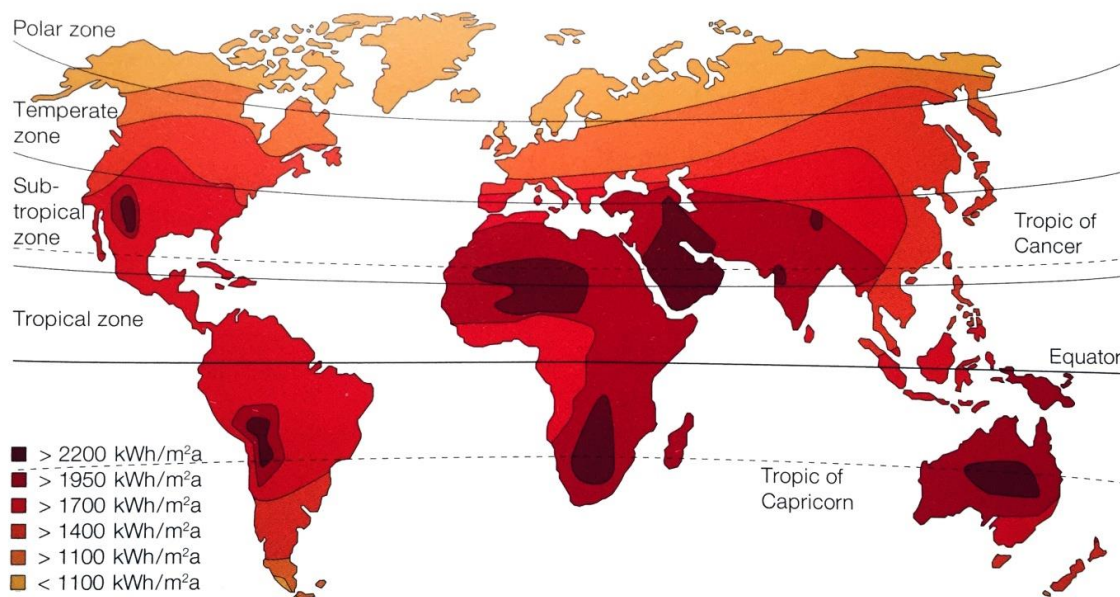
Toto samotné rozdělení dle podnebí už vypovídá o předpokládané dominanci chlazení či vytápění u posuzovaného objektu.

⁸⁹ (HEGGER, 2008 str. 51)



Obr. 38 Rozdělení světa dle ročního úhrnu srážek (mm)⁹⁰

Porovnání dle úhrnu srážek je samo o sobě pro stínění nepodstatné, ale má dopad na vlhkost prostředí, které díky vysoké vlhkosti šíří solární záření difuzně a je ho těžší stínit.⁹¹



Obr. 39 Rozdělení světa dle solární radiace za rok (kWh/m².a)⁹²

Solární radiace je zásadní pro vypočítání solárních zisků, které mají na objekt pozitivní účinky (vyhřívání interiéru v zimním období – tzv. pozitivní solární zisky), nebo negativní (přehřívání interiéru v letním období – nepoužitelné solární zisky).

⁹⁰ (HEGGER, 2008 str. 51)

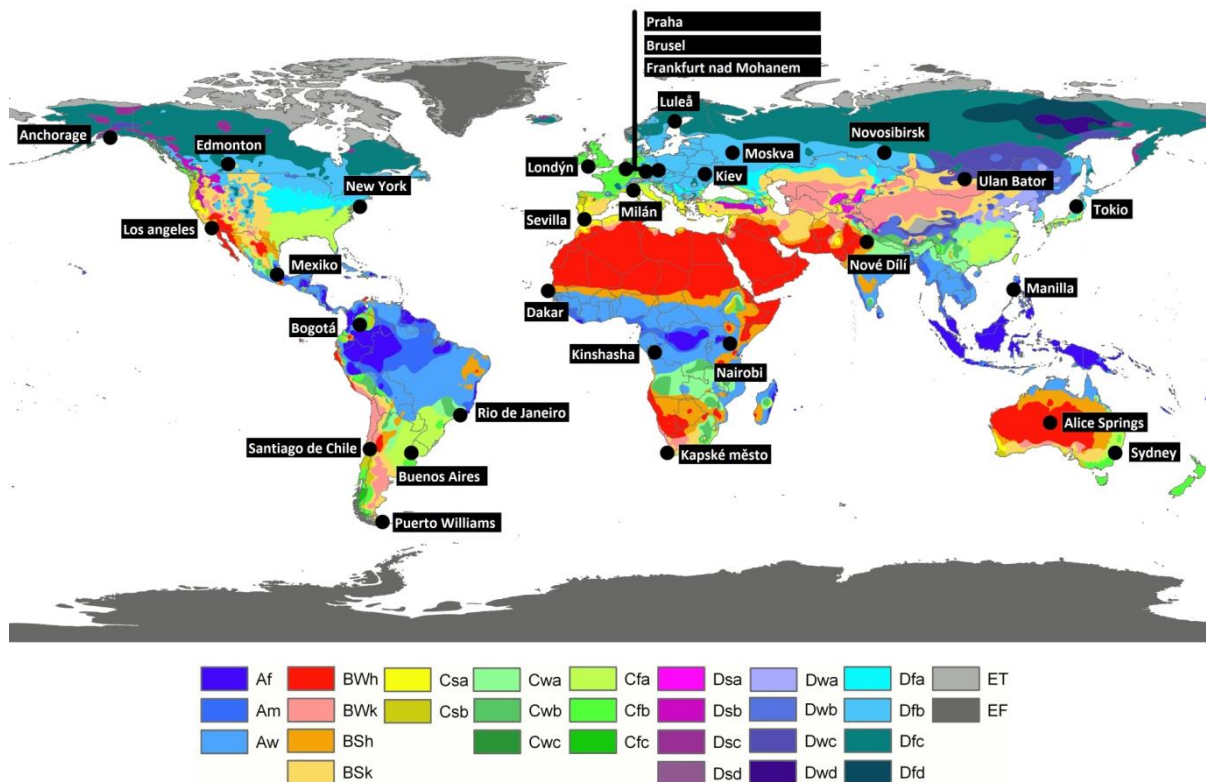
⁹¹ Viz kapitola 3 Stínění.

⁹² (HEGGER, 2008 str. 51)

Města byla vybrána na základě různých vstupních dat týkajících se podnebí:

- venkovní teplota (data pro každou hodinu po celý rok)
- minimální teploty
- maximální teploty
- průměrné teploty
- den/noc
- celková solární radiace promítnutá na vodorovnou plochu
- celková difuzní (rozptýlená) radiace promítnutá na vodorovnou plochu
- zeměpisné souřadnice
- světový čas

Pozn.: Vstupní data jsou načtena z programu CASAnova⁹³.



Obr. 40 Köppenova klasifikace podnebí doplněna autorem o vybraná města⁹⁴

Mezi vybraná města patří například Puerto Williams – nejjižnější město světa nacházející se v provincii Chilská Antarktida, nebo hlavní město Mongolska Ulánbátar, nacházející se v nadmořské výšce nad 1 300 metrů, světové nejchladnější hlavní město s velmi drsným vnitrozemským podnebím. Kromě extrémních míst jsou ve výběru i jiná města a velkoměsta jako New York, Londýn, Rio de Janeiro, Sydney, Moskva, Kapské

⁹³ (HEIDT, 2012)-software CASAnova.

⁹⁴ KOEPPEN-GEIGER. 2018. Maps of the observed and projected climate classification. *World Maps of Köppen-Geiger climate classification*. [Online] Climate Change & Infectious Diseases Group, 1. 1 2018. [Citace: 3. 01 2018.] <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm>.

Město, Dakar apod. Pro náš zeměpisný okruh jsou (kromě Prahy) pro porovnání významná mimo jiné tato města:

- dle zeměpisné délky: Kyjev, Brusel, Frankfurt nad Mohanem
- z hlediska stejného vlhkého kontinentálního podnebí: New York a Moskva

Všechna posuzovaná města jsou obsažena v přehledné tabulce. Města jsou řazena dle kontinentů (Afrika, Asie, Austrálie, Evropa, Jižní a Severní Amerika). Pro srovnání jsou uvedeny jejich zeměpisné souřadnice, podnebí a jeho klasifikace a průměrné teploty daného města včetně maximálních a minimálních teplot.

Kontinent	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Polokoule	Město
Afrika	1°17' j. š.	36°49' v. d.	severní polokoule	Nairobi
Afrika	14°41'34"N	17°26'48"W	severní polokoule	Dakar
Afrika	33°58'36" j. š.	18°25'28" v. d	jižní polokoule	Kapské město
Afrika	4°19' j. š.	15°19' v. d	jižní polokoule	Kinshasha
Asie	14°35' s. š.	120°58' v. d.	severní polokoule	Manila
Asie	28°42' s. š.	77°12' v. d.	severní polokoule	Nové Dillí
Asie	35°40' s. š.	139°45' v. d.	severní polokoule	Tokio
Asie	47°55' s. š.	106°55' v. d.	severní polokoule	Ulánbátar
Asie	55°2' s. š.	82°55' v. d.	severní polokoule	Novosibirsk
Asie	55°45'21" s. š.	37°37'4" v. d.	severní polokoule	Moskva
Austrálie	23°42' j. š.	133°52'12" v. d.	jižní polokoule	Alice Springs
Austrálie	33°52'10" j. š.	151°12'30" v. d.	jižní polokoule	Sydney
Evropa	37°22' s. š.	5°59' z. d.	severní polokoule	Sevilla
Evropa	45°28' s. š.	9°10' v. d.	severní polokoule	Milán
Evropa	50°27' s. š.	30°30' v. d.	severní polokoule	Kyjev
Evropa	50°5'14" s. š.	14°25'16" v. d.	severní polokoule	Praha
Evropa	50°50'48" s. š.	4°21'17" v. d.	severní polokoule	Brusel
Evropa	50°6'49" s. š.	8°40'47" v. d.	severní polokoule	Frankfurt nad Mohanem
Evropa	51°30'42" s. š.	0°2'56" z. d.	severní polokoule	Londýn
Evropa	65°35'4" s. š.	22°9'14" v. d.	severní polokoule	Luleå
Jižní Amerika	22°54'30" j. š.	43°11'47" z. d.	jižní polokoule	Rio de Janeiro
Jižní Amerika	33°27' j. š.	70°40' z. d.	jižní polokoule	Santiago de Chile
Jižní Amerika	34°35'59" j. š.	58°22'55" z. d.	jižní polokoule	Buenos Aires
Jižní Amerika	4°35'53" s. š.	74°4'33" z. d.	severní polokoule	Bogota
Jižní Amerika	54°55'48" j. š.	67°37'12" z. d.	jižní polokoule	Puerto Williams
Severní Amerika	19°25'58" s. š.	99°8'0" z. d.	severní polokoule	Mexiko
Severní Amerika	34°3'8" s. š.	118°14'34" z. d.	severní polokoule	Los Angeles
Severní Amerika	40°42' s. š.	74° z. d.	severní polokoule	New York
Severní Amerika	53°30' s. š.	113°30' z. d.	severní polokoule	Edmonton
Severní Amerika	61°13'3" s. š.	149°53'59" z. d.	severní polokoule	Anchorage

Město	Země	Kód podnebí	Podnebí	Typ podnebí	max teplota/rok	min teplota/rok	Průměrná teplota /rok
Nairobi	Keňa	Bsh	Semiariální podnebí	Horké semiariální podnebí	31	6,1	19,2
Dakar	Senegal	Bwh	Aridní podnebí	Horké aridní klima	34,2	14,3	24,4
Kapské město	JAR	Csa	Středozevní podnebí	horké středozevní klima	32,4	0,1	16,2
Kinshasha	Republika Kongo	Aw	Tropické monzunové podnebí		35,1	13,5	25,4
Manila	Filipíny	Af	Ekvatoriální podnebí		35,6	18,5	27
Nové Dillí	Indie	Cfa - Bsh	Semiariální podnebí	Horké semiariální podnebí	44,7	4,1	25
Tokio	Japonsko	Cfa	Vlhké subtropické podnebí		35,6	18,5	27
Ulánbátar	Mongolsko	Dwc	Subpolární podnebí		31,3	-37,3	-2,4
Novosibirsk	Rusko	Dfc	Subpolární podnebí		32,1	-35,8	1,1
Moskva	Rusko	Dfb	Vlhké kontinentální podnebí	Studené vlhké kontinentální podnebí	27,9	-21,4	4,6
Alice Springs	Austrálie	Bwh	Aridní podnebí	Horké aridní klima	42	-1,7	21,3
Sydney	Austrálie	Cwa	Vlhké subtropické podnebí		32,1	5	17,9
Sevilla	Španělsko	Csa	Středozevní podnebí	Horké středozevní klima	39,4	-1,2	27,2
Milán	Itálie	Cfa	Vlhké subtropické podnebí		31,3	-14	11,8
Kyjev	Ukrajina	Dfb	Vlhké kontinentální podnebí	Studené vlhké kontinentální podnebí	32	-20,1	7,9
Praha	Česká republika	Dfb	Vlhké kontinentální podnebí	Studené vlhké kontinentální podnebí	31,6	-16,5	8
Brusel	Belgie	Cfb	Oceánické podnebí	Mírné oceánické podnebí	29,9	-8,9	10,3
Frankfurt nad Mohanem	Německo	Dfb	Vlhké kontinentální podnebí	Studené vlhké kontinentální podnebí	32,3	-11,3	10,5
Londýn	Velká Británie	Cfb	Oceánické podnebí	Mírné oceánické podnebí	28,8	-6,7	10,7
Luleå	Švédsko	Dfc	Subpolární podnebí		24,9	-29,5	1,7
Rio de Janeiro	Brazílie	Af	Ekvatoriální podnebí		34,2	13,9	23,6
Santiago de Chile	Chile	Csb	Středozevní podnebí	Teplé středozevní klima	34,5	-4,5	7,9
Buenos Aires	Argentina	Cfb	Oceánické podnebí	Mírné oceánické podnebí	32,9	2,6	17,5
Bogota	Kolumbie	Cfb	Oceánické podnebí	Mírné oceánické podnebí	24,7	-0,4	13,3
Puerto Williams	Chile	EF	Polární podnebí		20,9	-8,2	5,3
Mexiko	Mexiko	BSh	Semiariální podnebí	Horké semiariální podnebí	30,6	-0,2	16,7
Los Angeles	USA	Csb Csa	Středozevní podnebí	Teplé / horké středozevní klima	30,6	4,9	17,1
New York	USA	Dfb	Vlhké kontinentální podnebí	Studené kontinentální podnebí	34,8	-14,3	12,4
Edmonton	Kanada	Dfc	Subpolární podnebí		29,3	-30,6	3,2
Anchorage	Aljaška	Dsc	Subpolární podnebí		22,6	-26,1	2,2

Tab. 1 Seznam porovnávaných měst (tabulka rozdělena na dvě části)⁹⁵

⁹⁵ data tabulky zadána autorem, načtena programem CASanova

4.2 VLASTNOSTI POSUZOVANÉHO OBJEKTU PRO POSOUZENÍ VLIVU FIXNÍHO STÍNĚNÍ A BEZ STÍNĚNÍ

Všechny domy jsou posuzovány z několika hledisek bez stínění a se stíněním:

- Energetická potřeba na chlazení (kwh/m².a) se stíněním a bez stínění;
- Energetická potřeba na vytápění (kwh/m².a) se stíněním a bez stínění;
- Solární zisky použitelné (prospěšné) (kwh/m².a) se stíněním a bez stínění;
- Solární zisky nepoužitelné (kwh/m².a) se stíněním a bez stínění;
- Procentuální zastoupení chlazení/vytápění/nulové hodiny z 8 800 hod. (rok) se stíněním a bez stínění.

Všechna hlediska pro domy v konkrétních podmínkách a zeměpisných souřadnicích jsou vyhodnocena a zanesena do přehledných grafů.

Vyhodnocení probíhá v software CASAnova⁹⁶ na úrovni studie (Výukový program pro potřebu vytápění a chlazení a tepelného chování v budovách vytvořený na univerzitě Siegen v Německu).

Výstupy z programu CASAnova⁹⁷ pro všechny domy (bez stínění a s pevným stíněním) jsou zaneseny do přehledné tabulky a grafů, obsahujících všechny relevantní jevy.

Vlastnosti objektu s fixním stíněním a bez stínění

Pro všechny lokality je posuzován jeden a ten samý objekt se stejnými atributy. Jeho orientace vůči světovým stranám je totožná. Jižní strana je natočena přesně k jihu, bez odchylky. Pro jižní polokouli je objekt zrcadlově otočen, aby byl orientován ke slunci.

Pro lepší přehlednost jsou vstupní data rozdělena do několika kategorií:

- a) Geometrie
- b) Okna
- c) Zateplení a izolace
- d) Budova
- e) Klima
- f) Energie

⁹⁶ (HEIDT, 2012)-software CASAnova.

⁹⁷ (HEIDT, 2012)-software CASAnova.

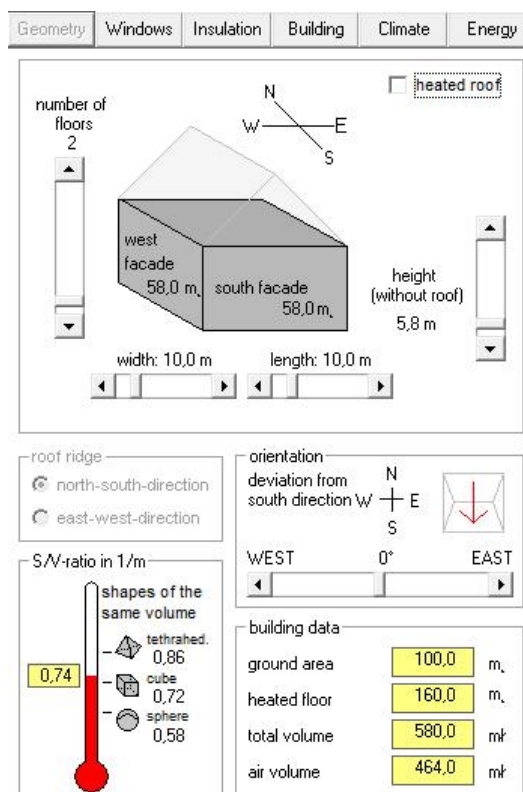
A) GEOMETRIE

Objekt má kompaktní tvar, čtvercový půdorys 10 x 10 m, dvě nadzemní podlaží, není podsklepený a má plochou střechu. Celková výška objektu je 5,8 m.

- Zastavěná plocha: 100 m²
- Vytápěná plocha: 160 m²
- Celkový objem: 580 m³
- Objem vzduchu: 464 m³
- Poměr plochy obálky ku objemu: 0,74 (krychle 0,6)

Čím menší poměr, tím více je stavba kompaktní a energeticky méně náročná (nejnižší poměr má geometrické těleso koule – 0,23).

Pozn.: Pro větší objekt o stejné kompaktnosti a stejném poměru A/V zpravidla vycházejí hodnoty a výsledná data ve stejném poměru – viz porovnání v příloze.



Obr. 41 Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Geometrie⁹⁸

⁹⁸ (HEIDT, 2012) -software CASAnova– data vložena autorem.

B) OKNA

Pro účely výpočtu jsou okna dána procentuálním zastoupením pro každou fasádu zvlášť.⁹⁹

Severní fasáda:	5 % okenních otvorů (2,9 m ² – reprezentuje vstupní dveře)
Jižní fasáda:	40 % okenních otvorů (23,2 m ²)
Východní fasáda:	20 % okenních otvorů (11,6 m ²)
Západní fasáda:	20 % okenních otvorů (11,6 m ²)
Střecha:	0 % okenních otvorů (program nepracuje se zenitálním zasklením)

Všechna okna mají stejné vlastnosti¹⁰⁰:

Tepelně izolační dvojsklo:	U=1,4 W/(m ² .K)
Solární faktor SF (G):	0,58
Rámy:	U=1,5 W/(m ² .K)
Členění rámu:	20 %
Celková plocha všech okenních otvorů:	49,3 m ²
Celková plocha zasklení:	39,4 m ²
Průměrná hodnota tepelného prostupu tepla u okenních otvorů:	1,42 W/(m ² .K)
Stínění (fixní na všech fasádách)/bez stínění:	35 % / 0 %

Hodnota stínění dána programem by se dala přirovnat k redukčnímu součiniteli F (DIN 4108). Tento součinitel redukuje vstup slunečního záření skrze okenní otvor. Pro výpočet a fixní stínění je stanoveno 35 % – tedy hodnota pohybující se na rozhraní exteriérových rolet či žaluzií a markýz. Takto definované stínění funguje jako pevné, plné stínění, bez jakýchkoliv lamel či jiné možnosti propouštět zimní nízké sluneční paprsky. Kvůli přehlednějším a názornějším výsledným hodnotám platí hodnota zastínění bez rozdílu pro letní i zimní období.

REDUKČNÍ SOUČINITEL F (DIN 4108)¹⁰¹:

Typ clony	F
bez clony	1
int. clonalátky a fólie	0,4–0,7
žaluzie	0,5
ext. clona	0,25
žaluzie otočné – větrané	0,25
žaluzie, rolety, okenice	0,3
markýzy	0,4–0,5

⁹⁹ (HEIDT, 2012) -software CASAnova– data vložena autorem.

¹⁰⁰ (HEIDT, 2012) -software CASAnova– data vložena autorem.

¹⁰¹ (LUBINOVÁ, 2013).

Schopnost izolačních skel získávat tepelné zisky vlivem slunečního záření se nazývá „solární faktor“ SF (g). Čím vyšší hodnotu SF (g) zasklení vykazuje, tím lépe se analyzovaný dům prohřívá od slunce a tím více energie na vytápění ušetříme. Běžná v současné době užívaná izolační trojskla vykazují solární faktor SF (g) = 0,50 (50 %), běžná izolační dvojskla pak SF (g) = 0,60 (60 %). Nově se na trhu prezentují i izolační trojskla se solárním faktorem dokonce vyšším než u běžných izolačních dvojskel. Taková trojskla pak mají solární faktor SF (g) = 0,62 (62 %).¹⁰²

Solární faktor (SF) vyjadřuje procento sluneční energie, která prochází sklem. Čím je jeho hodnota vyšší, tím více bude budova schopna využít bezplatných tepelných zisků a tím méně bude muset být v zimě vytápěna. V závislosti na orientaci budovy (sever, východ, jih, západ) lze upřednostnit vyšší nebo nižší solární faktor. Pro zjednodušení výpočtu jsou pro posuzovaný objekt všechna okna se stejným solárním faktorem.

The image shows two side-by-side screenshots of the CASAnova software interface. The left screenshot shows the 'Windows' tab with settings for window areas (north: 5% = 2.9 m, south: 40% = 23.2 m, east: 20% = 11.6 m, west: 20% = 11.6 m), window type (heat protection double glazing, U = 1.4 W/(m2 K)), U-value glazing (1.40 W/(m, K)), U-value frame (1.50 W/(m, K)), g-value (0.58), fraction of frame (20%), and shading (35%). Summary statistics show a total area of all windows of 49.3 m, a glazing area of 39.4 m, a mean U-value of 1.42 W/(m, K), and a mean g-value of 0.58. The right screenshot shows the 'Insulation' tab with U-values of the walls (north, south, east, west: 0.20 W/(m, K)), heat bridge options (ignore, increase U-values by 0.10 or 0.05 W/(m2 K)), absorption coefficient of the walls (0.50), door (north facade) area (0.0 m, U-value 1.5 W/(m, K)), upper floor (totally insulated roof, U-value 0.20 W/(m, K)), and lower floor (soil without border insulation, U-value 0.20 W/(m, K)).

Obr. 42 (levý) Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Okna¹⁰³

Obr. 43 (pravý) Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Izolace¹⁰⁴

¹⁰² (OKNA EU, 2017).

¹⁰³ (HEIDT, 2012) -software CASAnova– data vložena autorem.

¹⁰⁴ (HEIDT, 2012) -software CASAnova– data vložena autorem.

C) IZOLACE DLE SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

Obvodové stěny:	$U = 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Střecha (nevětraná):	$U = 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Základová deska (nepodsklepeno)	$U = 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Tepelné mosty:	pro zjednodušení výpočtu jsou ignorovány

D) BUDOVA

Minimální teplota interiéru:	$20 \text{ }^\circ\text{C}^{105}$
Maximální teplota interiéru (teplota přehřívání)	$27 \text{ }^\circ\text{C}^{106}$

Minimální hodnota teploty interiéru vychází z vnitřních výpočtových hodnot dle ČSN EN 12831, kde jsou uvedeny vnitřní výpočtové teploty. Pro obytné budovy, trvale užívané platí obecně 20°C pro pobytové místnosti (obývací pokoje, ložnice, jídelny apod.) a 15°C pro vedlejší místnosti. Nastavení minimální teploty interiéru pro zjednodušení výpočtu modelu je stanoveno na 20°C – tedy teplotu výpočtově zastoupenou v převažující části objektu pro bydlení.

Tepelné zisky od vnitřních zdrojů:	$25 \text{ kWh/m}^2\text{.a}$ (cca $2,9 \text{ W/m}$)
------------------------------------	--

Tepelné zisky od vnitřních zdrojů se skládají z produkce tepla strojních zařízení, počítačů, lidí, produkce tepla svítidel, od jídel apod.

Přirozené větrání:	$0,6 \text{ /hod.}$
--------------------	---------------------

Základním požadavkem národní přílohy normy ČSN EN 15 665/Z1 je zajištění trvalého přívodu venkovního vzduchu s minimální intenzitou větrání $0,3/\text{h}$ v obytných prostorech (pokoje, ložnice, apod.) a kuchyních. Pro vyšší požadovanou kvalitu vnitřního vzduchu se doporučuje, v souladu s ČSN EN 15251, intenzita větrání $0,5$ až $0,7/\text{h}$. Nastavení intenzity větrání interiéru pro zjednodušení výpočtu modelu je stanoveno na $0,6/\text{h}$. Tato intenzita představuje vliv infiltrace vzduchu do objektu a vyšší požadovanou kvalitu vnitřního vzduchu.

Strojní větrání	$0,0 \text{ výměn/hod.}$ – neuvažuje se
Rekuperace tepla	0 \% – neuvažuje se
Typ obvodového pláště:	středně těžká konstrukce
Typ interiérových stěn:	středně těžká konstrukce

¹⁰⁵ Pokud teplota interiéru spadne pod $20 \text{ }^\circ\text{C}$, interiér se začne vytápět.

¹⁰⁶ Více viz příloha Tepelný komfort.

Minimální a maximální teplota interiéru:

Maximální teplota interiéru indikuje hranici, která, pokud je překročena, tak nastává tzv. přehřívání interiéru. Uživatelé vnímají teploty interiéru individuálně – viz příloha Tepelný komfort. Nastavení maximální vnitřní teploty interiéru výrazně ovlivňuje spotřebu energie na chlazení (zabraňuje přehřívání) a naopak minimální teplota ovlivňuje spotřebu energie na vytápění.

Pokud teplota přesáhne 27 °C, spustí se klimatizace (chlazení). Pokud je teplota v rozmezí 20–27 °C, nastávají tzv. nulové hodiny, což je doba, při které není potřeba interiéru vytápět a ani ochlazovat. Obvodový plášť

Typ obvodového pláště určuje tepelnou akumulaci a setrvačnost obvodového pláště. Ohřátá stěna může předat akumulované teplo chladnému vnitřnímu vzduchu např. po intenzivním vyvětrání nebo po přerušení dodávky tepla, pokud je vnitřní vzduch rychle ochlazován tepelnými úniky skrze okna. Akumulace zajistí, že při poklesu venkovní teploty nedojde k citelnému ochlazení vnitřního povrchu stěny, aniž by stačila reagovat zvýšeným výkonem otopná soustava (lehká konstrukce – dřevo, střední – keramické cihly, těžká – betonová stěna).

The screenshot shows the 'Building' tab of the CASanova software interface. It contains several input fields and dropdown menus for configuring building parameters. The 'indoor set temperature' is set to 20.0 °C. The 'overheating' threshold is set to 27.0 °C. 'internal gains' are set to 25.0 kWh/m.a, which is approximately 2.9 W/m. 'ventilation' settings include natural ventilation at 0.60 1/h, mechanical ventilation at 0.00 1/h, and heat recovery at 0%. The 'efficiency factor of air conditioning' is set to 2.5 kWh cool/kWh electr. For 'construction types of exterior walls' and 'interior walls', 'medium construction' is selected. The 'heat storage' section shows an effective heat capacity of 27.6 Wh/m².K and 16.0 kWh/K. A compass rose indicates the wall orientation is set to North (N).

Obr. 44 Dialogové okno vstupních údajů programu CASanova – část Budova¹⁰⁷

E) KLIMA

Výběr klimatických dat pro specifické místo je dán následujícími údaji:

- venkovní teplota (data pro každou hodinu po celý rok)
- minimální teploty
- maximální teploty
- průměrné teploty
- den/noc

¹⁰⁷ (HEIDT, 2012) -software CASanova– data vložena autorem.

- celková solární radiace promítnutá na vodorovnou plochu
- celková difuzní (rozptýlená) radiace promítnutá na vodorovnou plochu
- zeměpisné souřadnice
- světový čas

The screenshot shows two panels of the CASAnova software interface. The left panel is the 'Climate' tab, and the right panel is the 'Energy' tab.

Climate Tab:

- Location: Germany, Europe, World
- zip code: OK
- climatic data: Praha (Česká republika)
- graphics: World map with a grid and a yellow dot indicating the location.
- Temperature statistics:

min. monthly mean value	mean temperature of the year	max. monthly mean value
-1.7 °C	8.0 °C	17.2 °C

Energy Tab:

- heating system: electric direct heating
- heat transfer / system temperature:
- source of energy: electricity
- Energy demand summary:

heat energy demand:	82,1 kWh/(m, a)
losses of distribution and storage:	0,7 kWh/(m, a)
expense number of heat generation:	1,00
heating energy demand (electricity):	82,8 kWh/(m, a)
auxiliary energy demand (electricity):	0,0 kWh/(m, a)
primary energy demand (electricity):	248,5 kWh/(m, a)
- primary energy factors: electricity: 3,0
- end energy demand: electricity: 13255 kWh/a
- monthly end and primary energy demand in kWh/(m2 month):

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Energy Demand (kWh/m² month)	~55	~45	~30	~15	~5	~2	~1	~1	~5	~15	~35	~55

Obr. 45 (levý) Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Klima¹⁰⁸

Obr. 46 (pravý) Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Energie¹⁰⁹

F) ENERGIE

Pro zjednodušení výpočtů a výstupů je zdrojem tepla elektrická energie a distribuce tepla (otopný systém) je zajištěna přímotopy.

4.3 VÝSTUPNÍ DATA PRO POROVNÁNÍ Z PROGRAMU CASANOVA

Všechna tato vstupní data program CASAnova zpracovává automaticky a okamžitě vyhodnocuje v pěti hlavních okruzích:

a) přehled

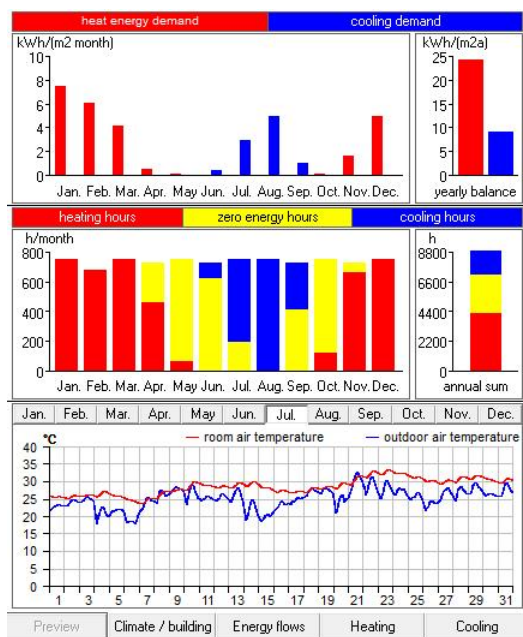
¹⁰⁸ (HEIDT, 2012)-software CASAnova – data vložena autorem.

¹⁰⁹ (HEIDT, 2012) -software CASAnova– data vložena autorem.

- b) klima/budova
- c) energetické toky
- d) vytápění
- e) chlazení

A) PŘEHLED

V Přehledu jsou názorně zobrazeny grafy zobrazující potřebu vytápění a chlazení v kWh/m².a, rozdělenou dle měsíců. Dále je zde procentuální zastoupení chlazení/vytápění/nulové hodiny z 8 800 hod. (rok) a hodinový graf průběhu venkovní a interiérové teploty.



Obr. 47 Výsledky programu CASAnova – část Přehled¹¹⁰

¹¹⁰ (HEIDT, 2012) -software CASAnova– data vložena autorem.

B) KLIMA/BUDOVA

Tato záložka obsahuje výstupní data vybraného podnebí a základní informace o budově.

Climate	
Tokyo (Nihon)	
Maximum temperature of the year	32,7 °C
Maximum monthly mean value	27,1 °C
Month with maximum mean temperature	August
Mean temperature of the year	15,5 °C
Minimum monthly mean value	5,1 °C
Month with minimum mean temperature	January
Minimum temperature of the year	-2,9 °C
Heating degree days (12/20)	1778 K d

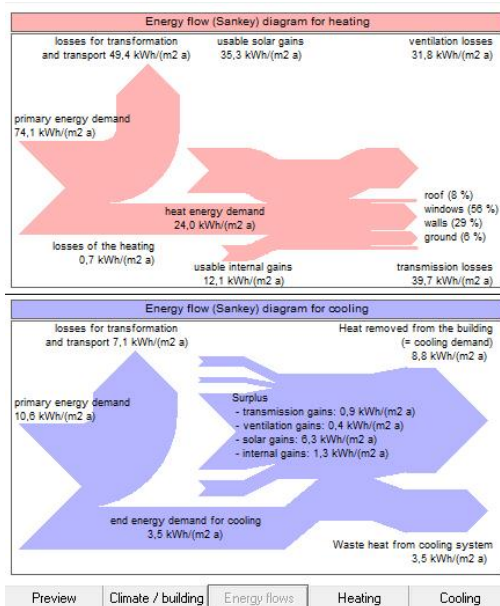
Building	
Mean U-value	0,34 W / (m, K)
Spec. transmission losses ($U \cdot A$)	146,5 W / K
Spec. ventilation losses ($n \cdot (\rho \cdot c)_{L,air} \cdot V_{L,air}$)	99,8 W / K
Spec. losses ($U \cdot A + n \cdot (\rho \cdot c)_{L,air} \cdot V_{L,air}$)	246,3 W / K
Thermal inertia τ	65,0 hours
Maximum heating load	5,1 kW
Maximum specific heating load	31,8 W/m
Maximum cooling load	6,4 kW
Maximum specific cooling load	40,2 W/m
Limit temperature for heating	18,0 °C
Effective heating days	209 days

Preview Climate / building Energy flows Heating Cooling

Obr. 48 Výsledky programu CASAnova – část Klima/Budova¹¹¹

C) ENERGETICKÉ TOKY

Energetické toky zobrazují graficky primární roční energii potřebnou pro vytápění/chlazení v kWh/(m².a). Sankeyův diagram v poměrech zobrazuje získanou energii (např. solární zisky) či ztracenou (např. ztrátu energie přenosem) a koresponduje se specifickými daty, jako je například potřeba tepla/potřeba chlazení za rok na metr vytápěné plochy.



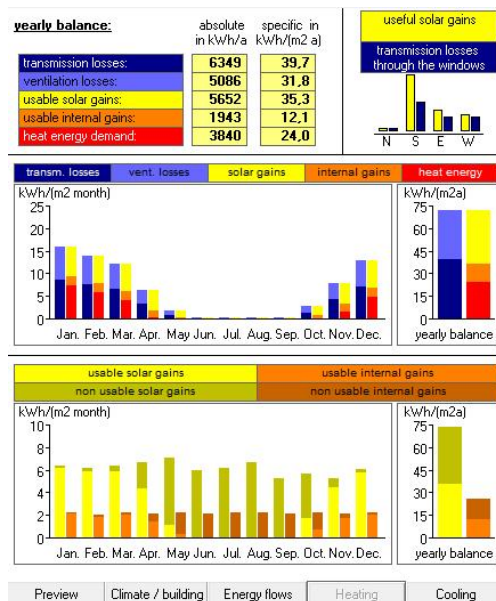
Obr. 49 Výsledky programu CASAnova – část Energetické toky¹¹²

¹¹¹ (HEIDT, 2012) -software CASAnova– data vložena autorem.

D) VYTÁPĚNÍ

V této podkapitole jsou energetické zisky a ztráty vytápění za celý rok – roční bilance. Graf bilance oken porovnává roční použitelné zisky včetně ztrát jednotlivými okny. Výsledky jsou uvedeny pro každou fasádu zvlášť.

Důležitým grafem jsou použitelné a nepoužitelné solární zisky v průběhu roku a použitelné a nepoužitelné interní zisky. Použitelné solární zisky vyhřívají interiér a redukují potřebu vytápění. Naopak nepoužitelné solární zisky nám ohřívají interiér v nevhodnou dobu a jsme nuceni více chladit.



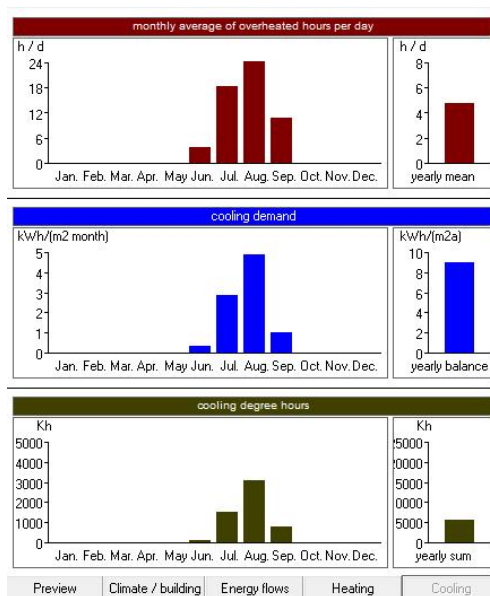
Obr. 50 Výsledky programu CASAnova – část Vytápění¹¹³

¹¹² (HEIDT, 2012)-software CASAnova – data vložena autorem.

¹¹³ (HEIDT, 2012) -software CASAnova– data vložena autorem.

E) CHLAZENÍ

Prvním grafem v tomto oddíle je měsíční průměrný počet hodin přehřívání, kdy teplota v interiéru přesáhne určenou mez (v tomto případě 27 °C). Druhým grafem je potřeba chlazení pro jednotlivé měsíce za rok na metr vytápěné plochy.



Obr. 51 Výsledky programu CASAnova – část Chlazení¹¹⁴

Všechna tato data program CASAnova zpracovává automaticky a okamžitě. Metodika výpočtu, zadávání dat a grafy výstupů jsou v příloze a na webových stránkách developera – program je volně ke stažení (CASAnova – Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie – Uni Siegen).¹¹⁵

¹¹⁴ (HEIDT, 2012)-software CASAnova.– data vložena autorem.

¹¹⁵ (HEIDT, 2012)-software CASAnova.

4.4 VYHODNOCENÍ ROZDÍLU FIXNÍHO STÍNĚNÍ A BEZ STÍNĚNÍ NA TŘICETI MĚSTECH

Všechna relevantní data pro výzkum jsou nahrána do přehledné tabulky se všemi třiceti vybranými městy. Pro každé město jsou vybrána data za celý rok, nikoli po měsících či hodinách. Z hlediska porovnání stínění je zúžení okruhu výstupních dat efektivnější a přehlednější.

Výstupem jsou přehledné grafy rozdělené na výsledky s pevným stíněním, bez stínění a jejich vzájemný rozdíl. Na hlavní vertikální ose jsou sledovaná města, na vodorovné sledovaná veličina. Z důvodu přehlednosti nejsou vůči sobě grafy ve stejném měřítku. Pod grafem je vždy komentář se závěrem.

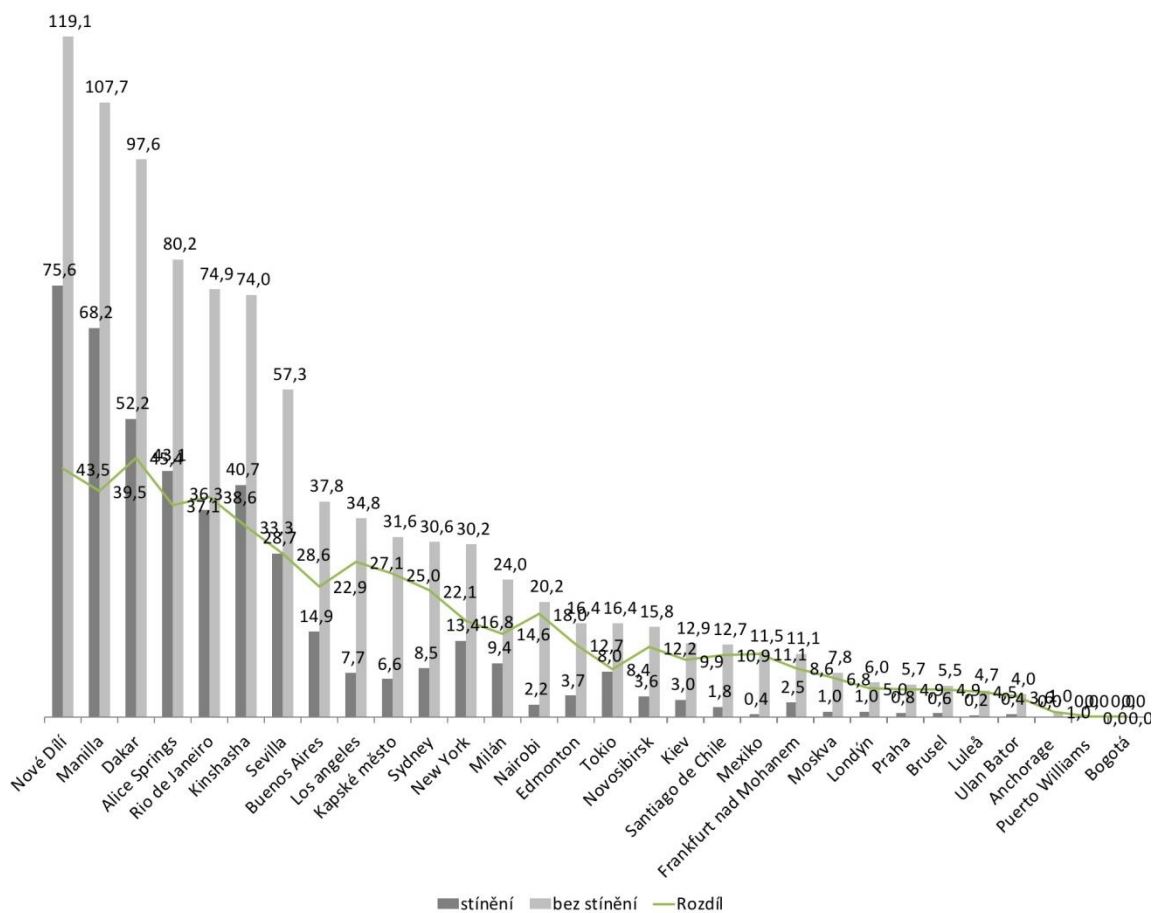
Města jsou na hlavní ose seřazena vždy od největšího po nejmenší vzájemný rozdíl daného porovnání se stíněním a bez stínění.

- a) Potřeba chlazení (kWh/m².a)
- b) Potřeba vytápění (kWh/m².a)
- c) Použitelné solární zisky (kWh/m².a)
- d) Nepoužitelné solární zisky (kWh/m².a)
- e) Procentuální zastoupení doby chlazení/vytápění/nulových hodin se stíněním a bez stínění
- f) Primární potřeba energie na chlazení a vytápění (kWh/m².a)

A) POTŘEBA CHLAZENÍ (kWh/m².a)

Prvním hodnotícím kritériem je potřeba chlazení. Dle zadaných hodnot do programu CASAnova dochází ke chlazení u všech objektů po překročení stanovené teploty, kdy začíná docházet k přehřívání (viz Obr. 44 Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Budova).

Vyhodnocení probíhá formou grafu, který srovnává potřebu chlazení všech měst ve variantách se stíněním a bez stínění. Součástí vyhodnocení je křivka jejich vzájemných rozdílů.



Graf 1 Potřeba chlazení (kWh/m².a)¹¹⁶

ZÁVĚR:

Na grafu je názorně vidět, jak fixní stínění redukuje potřebu chlazení ve všech případech, kde se interiér začal v průběhu roku přehřívat (maximální teplota interiéru, než se spustí chlazení, je stanovena na 27 °C). Ve městech jako Anchorage, Ulánbátar či Luleå, která se nachází v subpolárním podnebí, je potřeba chlazení a stínění z důvodu přehřívání velmi nepravděpodobná, a to díky velmi nízkým průměrným teplotám v průběhu roku (viz obr. Tabulka porovnávaných měst). Puerto Williams v arktickém podnebí zase prakticky nepotřebuje stínění pro snížení potřeby chlazení.

Naopak ve městech jako Dakar (aridní podnebí) či Nové Dillí (semiaridní podnebí) je potřeba chlazení ze všech porovnávaných měst nejvyšší. Stínění je zde naprostou nutností, a to nejen z pohledu energetické náročnosti, ale i tepelného komfortu uživatelů.

Dle hodnot rozdílů v grafu mezi pevným stíněním a domem bez stínění lze konstatovat, že čím je větší potřeba chlazení, tím menší je účinnost pevného stínění (v tomto případě je to dáno velmi horkým podnebí).

V případě Dakaru je rozdíl ve spotřebě skoro 50 %, u Nového Dillí a Manily potřebu chlazení snížíme cca o 40 %.

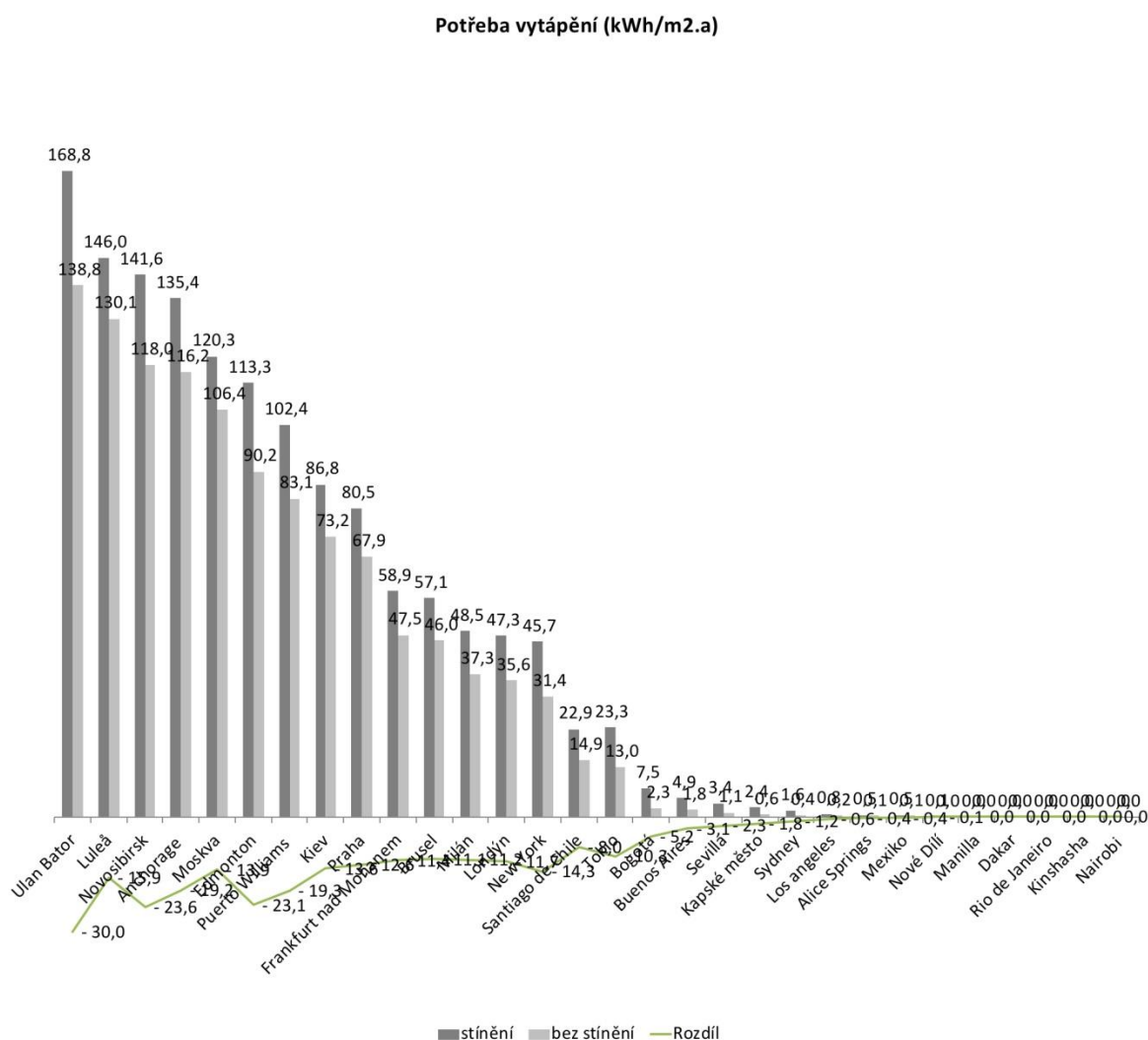
Naopak u měst podobných Praze (Brusel, Frankfurt nad Mohanem apod.), v nichž se interiér přehřívá jen několik dní či týdnů v roce (záleží na max. teplotě než se začne interiér chladit), sníží aplikace pevného stínění

¹¹⁶ Data vložena a vyhodnocena autorem

cca 90 % potřeby chlazení. I když je potřeba energie na chlazení v těchto městech bez stínění prakticky zanedbatelná, instalace pevného stínění je spíše důležitá pro tepelný komfort a pohodu uživatelů, nejedná se o výrazné snížení potřeby energie. V takových případech je pak vhodné například stínění pobytových teras v létě pro vytvoření příjemného klimatu v parných dnech. Zároveň by mělo být řešení stínění ideálně takové, aby v zimních měsících propouštělo nízké sluneční paprsky do interiéru a prohřívalo ho (viz kapitola 3 Stínění).

B) POTŘEBA VYTÁPĚNÍ (kWh/m².a)

Druhým hodnotícím kritériem je potřeba vytápění. Dle zadaných hodnot do programu CASAnova dochází k vytápění u všech objektů, kdykoliv teplota klesne pod požadovanou teplotu. Minimální teplota, než se začne vytápět, je stanovena na 20 °C. (viz Obr. 44 Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Budova). Vyhodnocení probíhá formou grafu, který srovnává potřebu vytápění všech měst ve variantách se stíněním a bez stínění. Součástí vyhodnocení je křivka jejich vzájemných rozdílů.



Graf 2 Potřeba vytápění (kWh/m².a)¹¹⁷

¹¹⁷ Data vložena a vyhodnocena autorem

ZÁVĚR:

Polovina porovnávaných měst se nepotýká s tak nízkými teplotami, aby bylo nutné interiéry v průběhu roku jakkoliv vytápět (minimální teplota interiéru, než se začne vytápět, je stanovena na 20 °C). Jedná se především o oblasti horkých a teplých podnebí s vysokými teplotami v průběhu roku (viz Tab. 1 Seznam porovnávaných měst).

V ostatních případech nastává zajímavý jev – pevné stínění zvyšuje potřebu energie na vytápění (cca o 20 % úměrně celkové potřebě na vytápění dle města a podnebí. Tento jev se dá vysvětlit na následujících grafech použitelných a nepoužitelných solárních zisků. Když je pevné stínění navrženo primárně na letní období, aby zabránilo přímým slunečním paprskům dostat se do interiéru, ve většině případů neblaze ovlivní i zimní nízké sluneční paprsky a sníží tak použitelné solární zisky, které v zimě interiér ohřívají. Z toho důvodu následně stoupá potřeba vytápění.

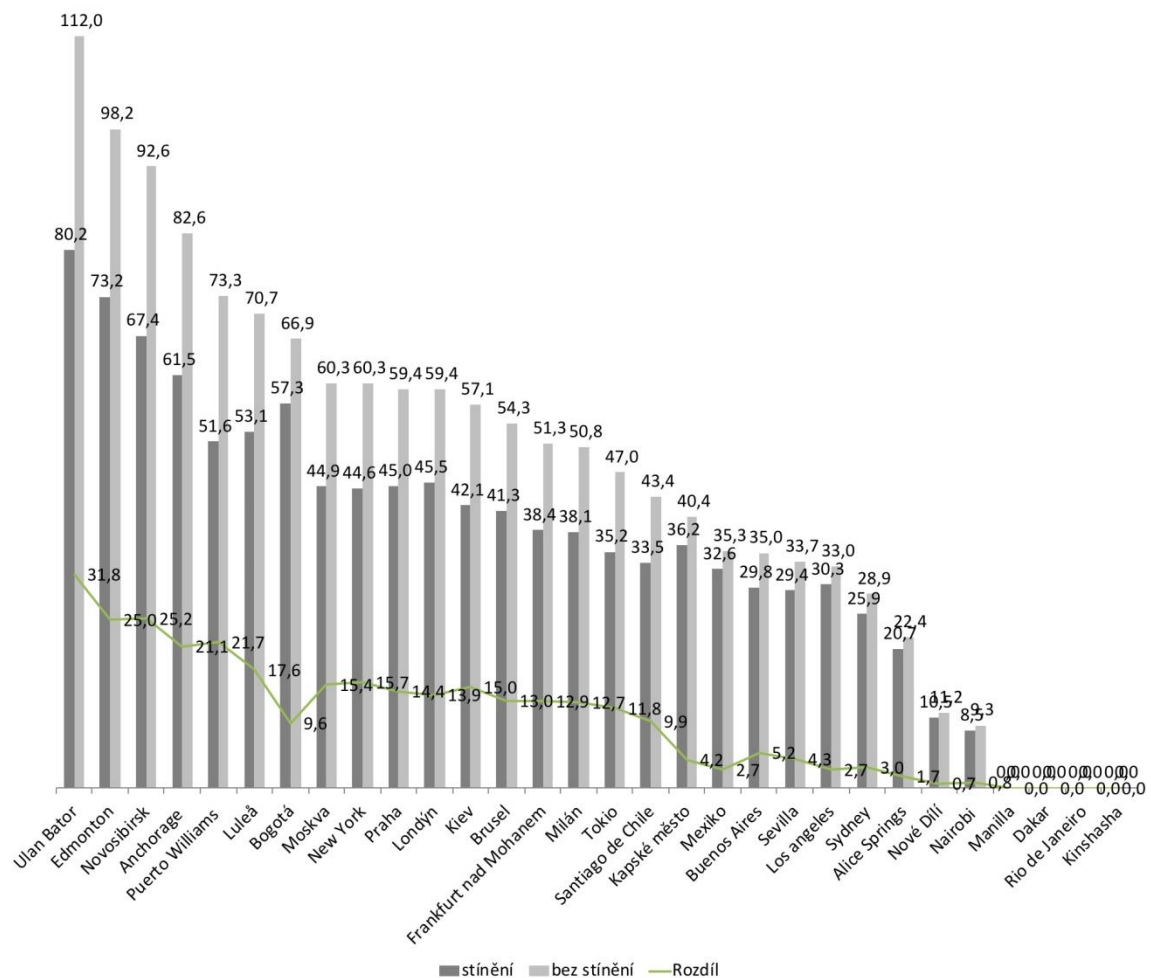
Je tedy velmi důležité správně navrhnout pevné stínění tak, aby v létě eliminovalo přehřívání a v zimě umožnilo prohřívání interiéru slunečními paprsky (viz kapitola 3 Stínění).

Ideálním historickým příkladem je Sokratův dům (viz kapitola 2.1 Historie stínění).

C) POUŽITELNÉ SOLÁRNÍ ZISKY (kWh/m².a)

Použitelné solární zisky vyhřívají interiér a redukují potřebu vytápění. Na různých částech planety se solární zisky mění v závislosti na solární radiaci [viz Obr. 39 Rozdělení světa dle solární radiace za rok (kWh/m².a)].

Vyhodnocení probíhá formou grafu, který srovnává použitelné zisky všech měst ve variantách se stíněním a bez stínění. Součástí vyhodnocení je jejich vzájemný rozdíl.



Graf 3 Použitelné solární zisky (kWh/m².a)¹¹⁸

ZÁVĚR:

Použitelné solární zisky nám pomáhají vyhřívat interiér v zimních obdobích. Pro redukcí potřeby energie na vytápění je nutno umožnit vstup slunečních paprsků v zimním období do interiéru v co největší míře. Proto je velmi důležitý správný návrh stínění a jeho geometrie (viz kapitola 3 Stínění), která zimní nízké sluneční paprsky do interiéru pustí.

V Mongolsku ve městě Ulánbátar fixní stínění omezí použitelné solární zisky až o 30 %. Tento rozdíl úměrně klesá až k městům, kde jsou použitelné paprsky nulové (všechny paprsky objekt přehřívají). Pro Prahu vychází omezení použitelných solárních zisků na 25 %.

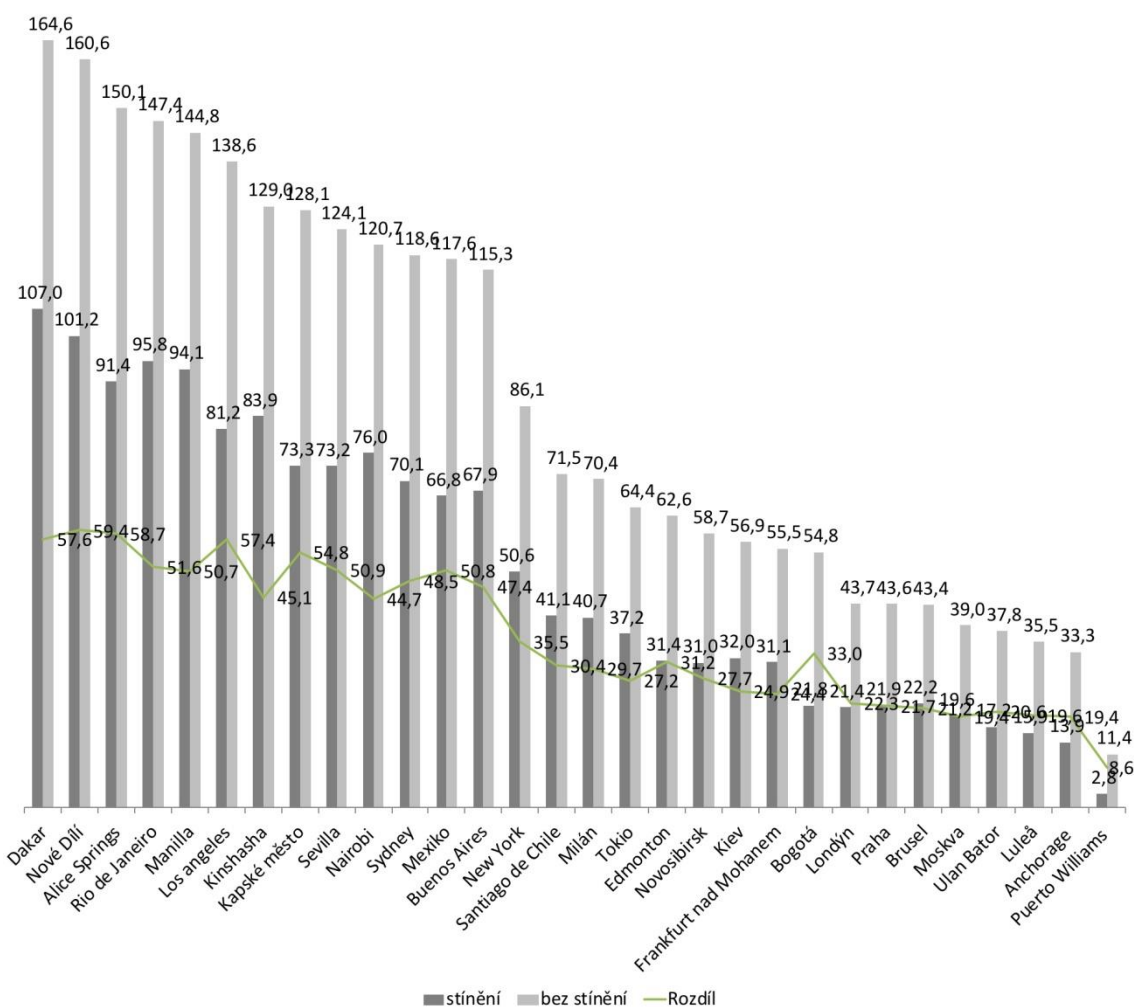
Pokud není pevné stínění správně navrženo na konkrétní místo pro konkrétní podmínky, téměř vždy bude potřeby energie na vytápění zvyšovat. Je nutno zvážit a porovnat potřeby na chlazení a vytápění objektu a zda je realizace pevného stínění prospěšná [viz graf Primární součet potřebné energie pro chlazení a vytápění (kWh/m².a)].

¹¹⁸ Data vložena a vyhodnocena autorem

D) NEPOUŽITELNÉ SOLÁRNÍ ZISKY (kWh/m².a)

Nepoužitelné solární zisky negativně ohřívají interiér v nevhodnou dobu, čímž zvyšují potřebu na chlazení. Na různých částech planety se solární zisky mění v závislosti na solární radiaci [viz Obr. 39 Rozdělení světa dle solární radiace za rok (kWh/m².a)].

Vyhodnocení probíhá formou grafu, který srovnává nepoužitelné zisky všech měst ve variantách se stíněním a bez stínění. Součástí vyhodnocení je jejich vzájemný rozdíl.



Graf 4 Nepoužitelné solární zisky (kWh/m².a)¹¹⁹

ZÁVĚR:

Nepoužitelné solární zisky přehřívají interiér v letních měsících. Pro redukcí přehřívání interiéru a potřeby energie na chlazení je nutno tyto solární paprsky v maximální míře odstínit. Proto je velmi důležitý správný návrh stínění a jeho geometrie (viz kapitola 3. Stínění). Jsou to především stavební otvory z východní a západní fasády, která je velmi problematická z pohledu správného návrhu pevného stínění (velikost stínících prvků, geometrie, průhled ven, denní osvětlení apod.). Ve znečištěných oblastech a v oblastech s vysokou

¹¹⁹ Data vložena a vyhodnocena autorem

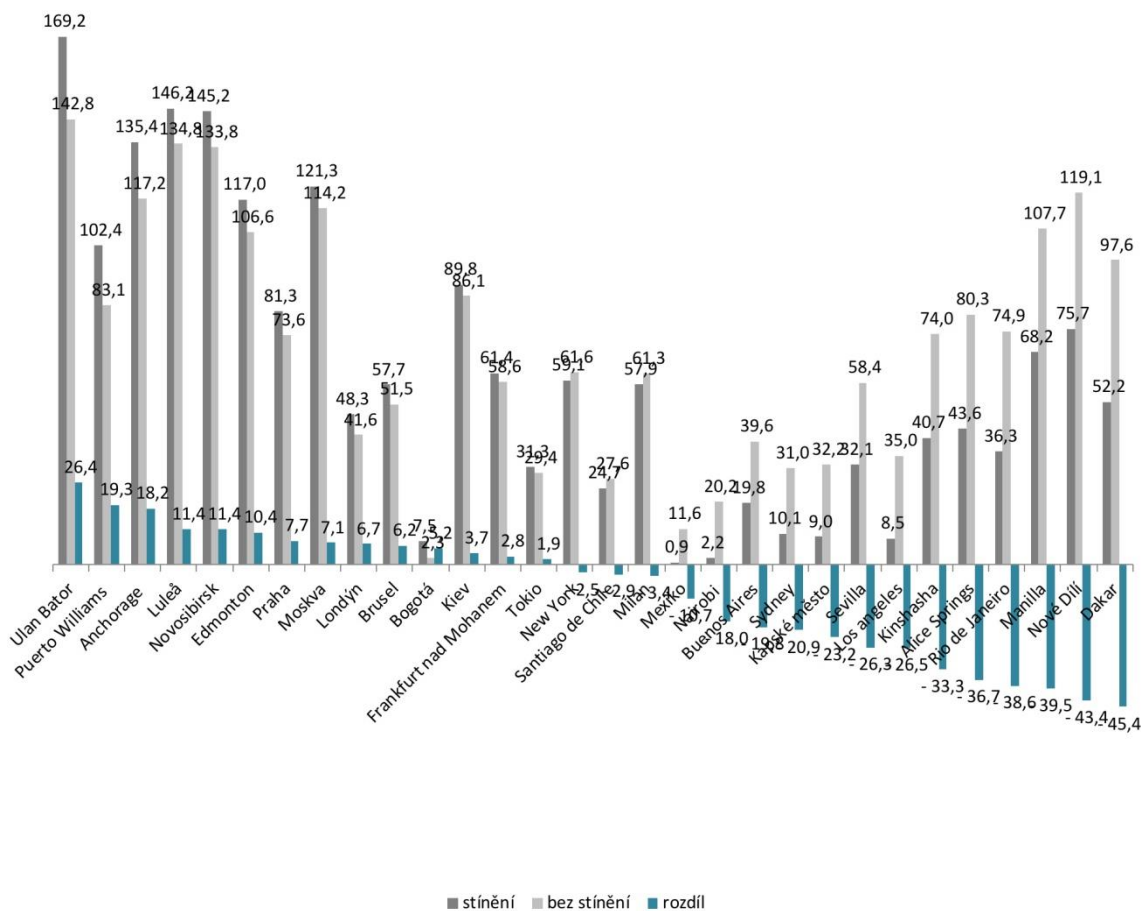
vlhkostí se solární zátěž skládá převážně z přímých paprsků a rozptýleného světla (viz kapitola 3 Stínění). Solární radiace se skládá ze tří základních složek: přímá, difuzní (rozptýlená) a odrazivá. Pokud chceme zabránit solárním ziskům uvnitř budovy, musíme stínit proti všem složkám radiace.

Praha a města jí podobná zaznamenávají cca 50% redukcí nepoužitelných solárních prvků fixním stíněním. Dosažení 100 % by znamenalo totální zastínění objektu z jihu, východu a západu. Vzhledem ke geometrii takových pevných stíněních a potřebě denního osvětlení je toto řešení nereálné (viz příloha Denní osvětlení a kapitola 3 Stínění).

E) PRIMÁRNÍ SOUČET POTŘEBNÉ ENERGIE PRO CHLAZENÍ A VYTÁPĚNÍ (kWh/m².a)

Zásadním srovnáním je součet primární energie na chlazení a vytápění pro oba případy – objekt se stíněním a bez stíněních.

Vyhodnocení probíhá formou grafu, který srovnává primární součet potřebné energie všech měst ve variantách se stíněním a bez stíněních. Součástí vyhodnocení je jejich vzájemný rozdíl.



Graf 5 Primární součet potřebné energie pro chlazení a vytápění (kWh/m².a)¹²⁰

¹²⁰ Data vložena a vyhodnocena autorem

ZÁVĚR:

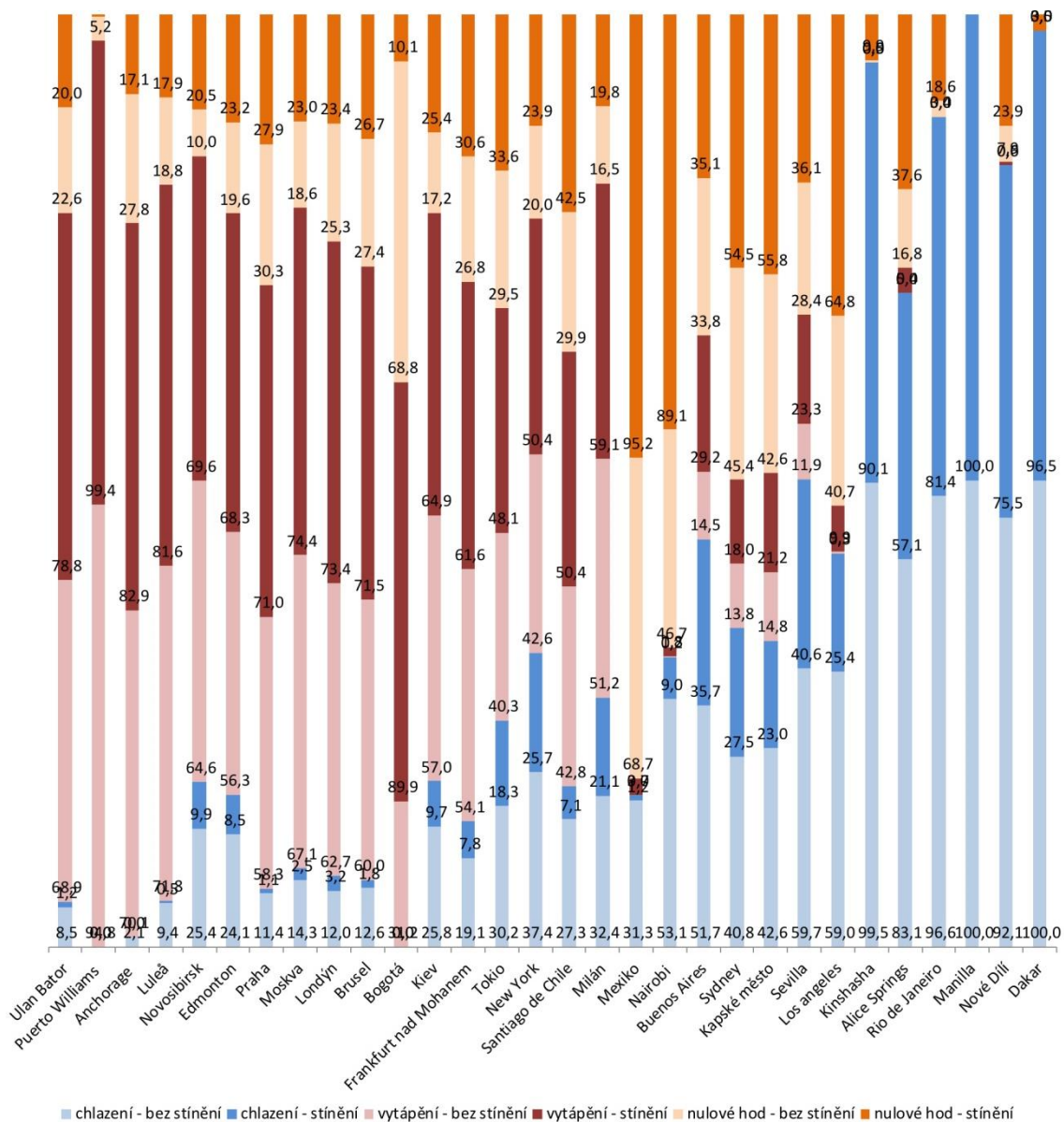
Srovnáním pro posouzení vhodnosti fixního stínění je hodnota výsledného rozdílu mezi primární potřebou chlazení a vytápění se stíněním a bez stínění. Lze konstatovat, že fixní stínění není ve všech případech efektivní z hlediska snižování součtu primární energie na chlazení a vytápění. Města s kladnou hodnotou rozdílu vykazují vyšší potřebu primární energie. Jedním z faktorů je nadbytečné stínění solárních zisků v zimním období (viz graf Použitelné solární zisky). V Ulánbátaru se primární spotřeba se stíněním zvyšuje až o 25 %. V Praze a jiných městech střední Evropy se primární spotřeba zvyšuje o cca 9 %.

Naopak v teplých podnebních, kde vzniká převládající potřeba na chlazení objektu a ne na vytápění, je stínění logicky efektivnější. Ve městě Dakar je snížení primární potřeby na chlazení a vytápění díky fixnímu stínění až o 50 %.

Při navrhování fixního stínění ve městech s malým rozdílem primární spotřeby je velmi důležité řídit se doporučeným postupem navrhování stínění a jeho geometrie – viz kapitola 3 Stínění. Horizontální stínění je nesmírně účinné na jižních fasádách, když je slunce vysoko na obloze. S menší účinností se horizontální stínění setkává na východě, jihovýchodě, západě, jihozápadě a jiných podobných orientacích. V tropických klimatech je třeba kvůli slunečnímu východu stínit i okna severní, jelikož východ slunce začíná na severovýchodě a den končí na severozápadě. Ideálním řešením je kombinace vertikálních a horizontálních prvků. Pokud jsou tyto prvky blízko k sobě, nazýváme tento systém stínící mříž „Eggcrate“. Tento systém je nevhodnější na východní a západní orientaci v teplých klimatech a z jihovýchodu a jihozápadu v tropických klimatech.

E) PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ HODIN VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ/NULOVÝCH HODIN ZA ROK (8 800 HOD) V %

Převedením hodin vytápění, chlazení a tzv. nulových hodin za rok vzniká skládaný graf, který srovnává jednotlivá období pro objekty se stíněním a bez stíněním.



Graf 6 Procentuální zastoupení hodin vytápění/chlazení/nulových hodin za rok (8 800 hod.) v %¹²¹

¹²¹ Data vložena a vyhodnocena autorem

ZÁVĚR:

Graf je zpracován pro detailnější a přehlednější náhled na fixní stínění a jeho použití v praxi. Pro každý posuzovaný objekt je spočítáno, kolik hodin za rok se chladí a vytápí, a kolik hodin jsou tzv. nulové hodiny (bez potřeby chladit nebo vytápět). Počty jsou pro názornější zobrazení převedeny na procenta. Srovnání je pro obě varianty – s fixním stíněním a bez stínění.

Díky tomuto zpracování můžeme kriticky zhodnotit použití stínění například v Dakaru. Místo toho, abychom chladili 100 % hodin času (a udržovali teplotu v interiéru pod 26 °C), se stíněním chladíme „pouze“ 96 % času.

V Praze je potřeba bez stínění chladit 11,4 % hodin z celého roku, tzn. 1 000 hodin ročně, a vytápíme 58,3 % (4 664 hodin). S pomocí fixního stínění snížíme počet hodin na chlazení na 96 hodin (1,1 %), ale zvedne se počet hodin vytápění na 6 250 (71 %). Zbývající hodiny v obou případech jsou hodiny nulové, kdy se teplota interiéru drží v mezích 20–26 °C bez chlazení či vytápění.

S fixním stíněním ve výsledku chladíme o cca 900 hodin méně, ale topíme o 1 586 hodin více. Z tohoto poměru pro Prahu fixní stínění nevychází efektivně, ale na druhou stranu minimalizuje potřebu chlazení (drahé investice do technologií a stavebních úprav) na několik dní v roce.

Na druhou stranu při správném návrhu fixního stínění, kdy dokážeme propustit více solárních paprsků v zimě a interiér prohřát, dokáže stínění výrazně zlepšit tepelný komfort uživatelů a snížit primární potřebu na energii.

4.5 VLASTNOSTI OBJEKTU PRO POSOUZENÍ VLIVU FIXNÍHO STÍNĚNÍ, POHYBLIVÉHO STÍNĚNÍ A BEZ STÍNĚNÍ

4.5.1 VSTUPNÍ ÚDAJE – VÝBĚR LOKALIT

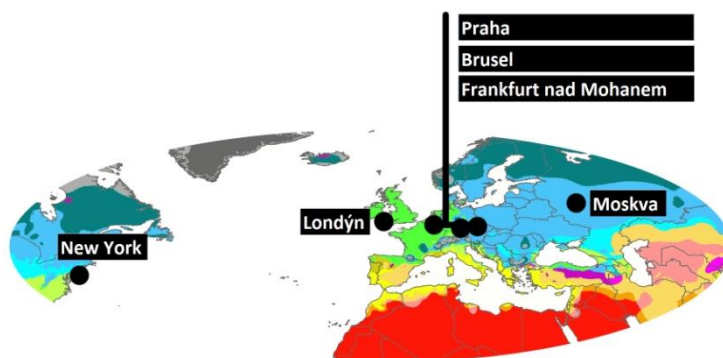
Praha se nachází na severní zeměpisné šířce (50°5'14" s. š., studené vlhké kontinentální podnebí). Pro srovnání bylo vybráno více měst v různých klimatických typech pásem na evropské úrovni:

Kyjev (Ukrajina) – studené vlhké kontinentální podnebí (50°27' s. š.)

Brusel (Belgie) – mírné oceánické podnebí (50°50'48" s. š.)

Frankfurt nad Mohanem (Německo) – studené vlhké kontinentální podnebí (50°6'49" s. š.)

Zatímco Brusel leží v mírném oceánickém podnebí podobně jako Londýn (Velká Británie), Bogota (Kolumbie) či Buenos Aires (Argentina), Praha sdílí stejný typ podnebí nejenom s Kyjevem a Frankfurtem nad Mohanem, ale i s Moskvou (Rusko) a New Yorkem (USA).



Obr. 52 Köppenova klasifikace podnebí doplněna autorem o užší výběr šesti vybraných města¹²²

4.5.2 VLASTNOSTI POSUZOVANÉHO OBJEKTU S POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM

V případě plného stínění je nutno fixní stínění navrhnout tak, aby odstínilo okno v průběhu přehřívání interiéru a zároveň aby vykrylo ostatní roční období. To je možné, pokud obětujeme solární zisky v zimě. Pouze pohyblivé stínění dokáže tyto přechodové části vykryt bez omezení funkce v jiných obdobích. Pro posouzení pohyblivého stínění jsou důležité následující faktory:

Režim léto: Zajištění stínění a maximální zabránění objektu se přehřívát.

Režim zima: Zajištění maximálních solárních zisků v zimě – stínění pracuje v nočním režimu pro lepší uchování tepla v interiéru

¹²² (KOEPPEN-GEIGER, 2018).

Pohyb stínících prvků může být zajištěn velmi jednoduše, nebo naopak velmi složitě. I stínící prvek se dvěma polohami v průběhu celého roku může mít skvělé výsledky. Například v období pozdního jara (na začátku období přehřívání) ho stačí manuálně „vyklopit“ a stínící prvek zajistí dostatečné stínění. Na konci období přehřívání na podzim se odklopí a propustí dostatek solárního záření k vyhřívání interiéru.

Pohyblivý stínící prvek je tedy pro porovnání navržen jako dvoupolohový (viz kapitola 3 Stínění).

Pro docílení tohoto výstupu z CASAnova je nutno kreativním způsobem pracovat s podklady. V létě je zvýšeno stínění na 50 % z 35 %, s tím, že díky jeho pohyblivosti a správnému návrhu funguje efektivněji a minimalizuje potřebu na chlazení.

V zimních měsících je naopak uvažováno v době vytápění interiéru s 0% zastíněním, aby bylo dosaženo maximálních solárních zisků.

Pro dosažení výsledků blízkých fungování pohyblivého stínění v noci, kdy svým uzavřením pomáhá maximalizovat udržení tepla v interiéru, je izolační dvojsklo ($U=1,4 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$) se solárním faktorem $SF=0,58$.

Ve vstupních údajích je izolační dvojsklo nahrazeno izolačním trojsklem $U= 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, $SF = 0,62$.

Viz níže Tabuka vstupních údajů pro pohyblivé stínění v oddílu Okna:

Okna

Pro účely výpočtu jsou okna dána procentuálním zastoupením pro každou fasádu zvlášť.

Severní fasáda:	5 % okenních otvorů (2,9 m ² – reprezentuje vstupní dveře)
Jižní fasáda:	40 % okenních otvorů (23,2 m ²)
Východní fasáda:	20 % okenních otvorů (11,6 m ²)
Západní fasáda:	20 % okenních otvorů (11,6 m ²)
Střecha:	0 % okenních otvorů (program nepracuje s zenitálním zasklením)

Všechna okna mají stejné vlastnosti:

Tepelně izolační dvojsklo	$U=0,5 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, původně (1,4 $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$)
Solární faktor SF (G)	0,62, původně 0,58
Rámy:	$U=0,7 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, původně (1,5 $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$)
Členění rámu:	20 %
Celková plocha všech okenních otvorů:	49,3 m ²
Celková plocha zasklení	39,4 m ²
Průměrná hodnota tepelného prostupu tepla u okenních otvorů:	1,42 $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Stínění (fixní na všech fasádách)/bez stínění:	50 %/0 % původně 35 %/0%.

Všechny ostatní údaje zůstávají původní – viz Kapitola 4.2.

Geometry	Windows	Insulation	Building	Climate	Energy
window areas					
			fraction of wall		window area
north	<input type="text" value="5"/>	% =	<input type="text" value="2,9"/>	m ²	
south	<input type="text" value="40"/>	% =	<input type="text" value="23,2"/>	m ²	
east	<input type="text" value="20"/>	% =	<input type="text" value="11,6"/>	m ²	
west	<input type="text" value="20"/>	% =	<input type="text" value="11,6"/>	m ²	
<input checked="" type="radio"/> the same windows at all facades <input type="radio"/> window properties individual for every facade					
window type					
heat protection double glazing (U = 1.4 W/(m ² K)) heat protection double glazing (U = 1.0 W/(m ² K)) heat protection triple glazing (U = 0.7 W/(m ² K)) heat protection triple glazing (U = 0.5 W/(m ² K)) others					
U-value glazing	<input type="text" value="0,50"/>	W/(m, K)			
U-value frame	<input type="text" value="0,70"/>	W/(m, K)			
g-value	<input type="text" value="0,62"/>				
fraction of frame	<input type="text" value="20"/>	%			
shading	<input type="text" value="50"/>	%			
total area of all windows			glazing area of all windows		
<input type="text" value="49,3"/> m ²			<input type="text" value="39,4"/> m ²		
mean U-value of all windows			mean g-value of all windows		
<input type="text" value="0,54"/> $\frac{W}{m, K}$			<input type="text" value="0,62"/>		

Obr. 53 Vstupní údaje programu CASAnova – část Okna¹²³

¹²³ (HEIDT, 2012)-software CASAnova– data vložena autorem.

4.6 VYHODNOCENÍ ROZDÍLU FIXNÍHO STÍNĚNÍ, POHYBLIVÉHO STÍNĚNÍ A BEZ STÍNĚNÍ NA ŠESTI MĚSTECH

Všechna relevantní data pro výzkum jsou nahrána do přehledné tabulky se všemi šesti vybranými městy. Pro každé město jsou vybrána data za celý rok, nikoli po měsících či hodinách. Z hlediska porovnání stínění je zúžení okruhu výstupních dat efektivnější a přehlednější stejně jako u předchozího porovnávání třiceti měst (viz výše).

Výstupem jsou přehledné grafy rozdělené na výsledky s pevným stíněním, pohyblivým stíněním a bez stínění. Vzájemný rozdíl jednotlivých druhů stínění vůči objektu bez stínění je zobrazen vždy v následujícím grafu.

Města jsou na hlavní ose seřazena vždy od největšího po nejmenší vzájemný rozdíl daného porovnání s pohyblivým stíněním a bez stínění.

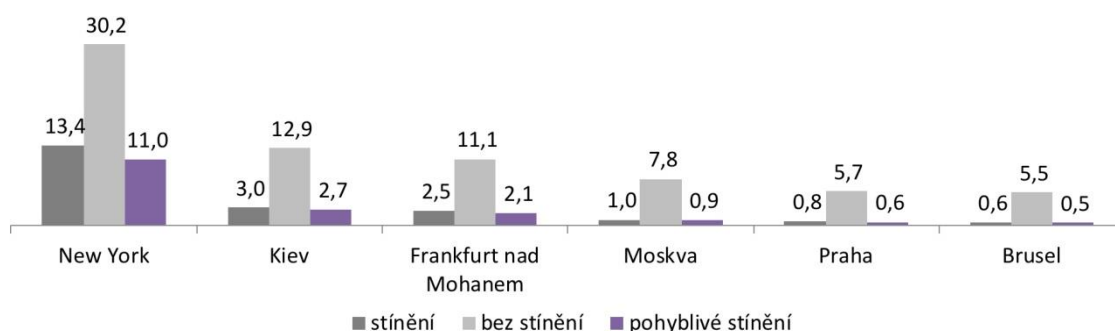
Vyhodnocení je formou dílčích grafických výstupů platných pro objekt bez stínění, s fixním stíněním a pohyblivým stíněním a ty jsou mezi sebou porovnávány v různých kategoriích:

- a) Potřeba chlazení (kWh/m².a) (bez stínění, s fixním stíněním, s pohyblivým stíněním),
Rozdíly v potřebě chlazení (mezi jednotlivými variantami stínění);
- b) Potřeba vytápění (kWh/m².a) (bez stínění, s fixním stíněním, s pohyblivým stíněním),
Rozdíly v potřebě vytápění (mezi jednotlivými variantami stínění);
- c) Použitelné solární zisky (kWh/m².a) (bez stínění, s fixním stíněním, s pohyblivým stíněním),
Rozdíly v použitelných solárních ziscích (mezi jednotlivými variantami stínění);
- d) Nepoužitelné solární zisky (kWh/m².a) (bez stínění, s fixním stíněním, s pohyblivým stíněním),
Rozdíly v nepoužitelných solárních ziscích (mezi jednotlivými variantami stínění);
- e) Primární potřeba vytápění a chlazení (kWh/m².a) (bez stínění, s fixním stíněním, s pohyblivým stíněním),
Rozdíly v primární potřebě energie (mezi jednotlivými variantami stínění).

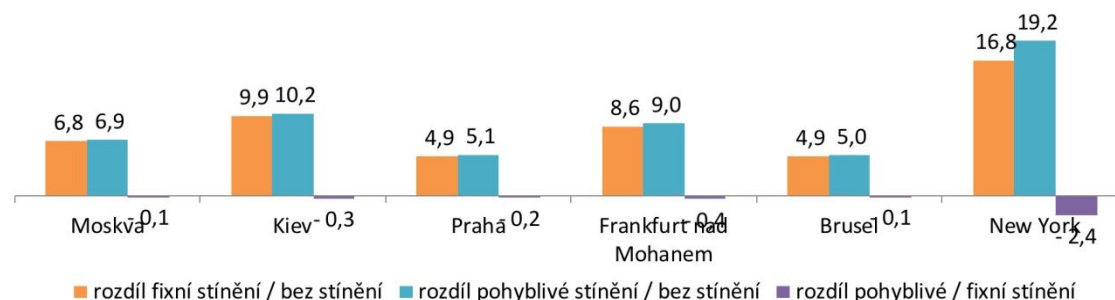
A) POTŘEBA CHLAZENÍ (kWh/m².a) BEZ STÍNĚNÍ, S FIXNÍM STÍNĚNÍM, S POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM

Potřeba chlazení je programem CASAnova vyhodnocena pro všechny tři varianty objektu¹²⁴. Pro lepší orientaci jsou výsledky rozděleny do dvou grafů. První graf řeší potřeby variant a druhý zkoumá jejich rozdíly. Dle zadaných hodnot do programu CASAnova dochází k chlazení u všech objektů po překročení stanovené teploty, kdy začíná docházet k přehřívání (viz Obr. 44 Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Budova).

Vyhodnocení probíhá ve dvou grafech – první graf porovnává potřebu chlazení u jednotlivých druhů stínění, druhý graf sleduje jejich rozdíly.



Graf 7 Potřeba chlazení ve variantách stínění¹²⁵



Graf 8 Rozdíly v potřebě chlazení (mezi jednotlivými variantami stínění)

ZÁVĚR:

Většina pohyblivých stínění je efektivnější než jejich fixní protějšek. Je to dáno tím, že pohyblivé stínění reaguje na vnitřní teplotu, nikoliv na sluneční úhel, dle kterého se navrhuje fixní stínění. Na základě zkušenosti s pevnými stínícími prvky se dá předpokládat, že rozdíl mezi pohyblivými a stínícími prvky bude úměrný potřebě chlazení. Čím větší je potřeba chlazení, tím více pohyblivé stínící prvky uspoří potřebu energie oproti stínění pevnému. V našich podmínkách platných pro Prahu není rozdíl v efektivitě tak patrný (cca 4–5 %).

Rozdíl je ale v geometrii stínění. Zatímco jako fixní prvek musí být stínění nadimenzované tak, aby vykrylo sluneční záření ze všech možných úhlů a je díky tomu velmi předimenzované (hlavně východní a západní fasády), tak pohyblivé stínění dokáže pomocí správného natočení být minimálně stejně efektivní s mnohem menšími stínícími prvky.

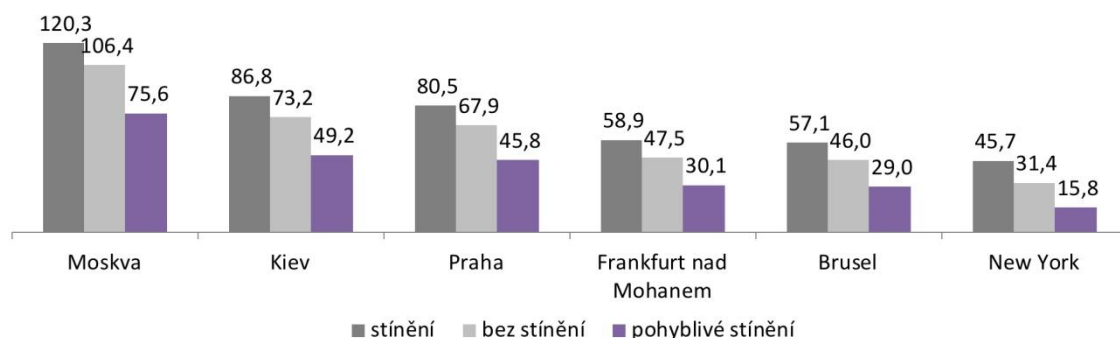
¹²⁴ (HEIDT, 2012)

¹²⁵ Data vložena a vyhodnocena autorem

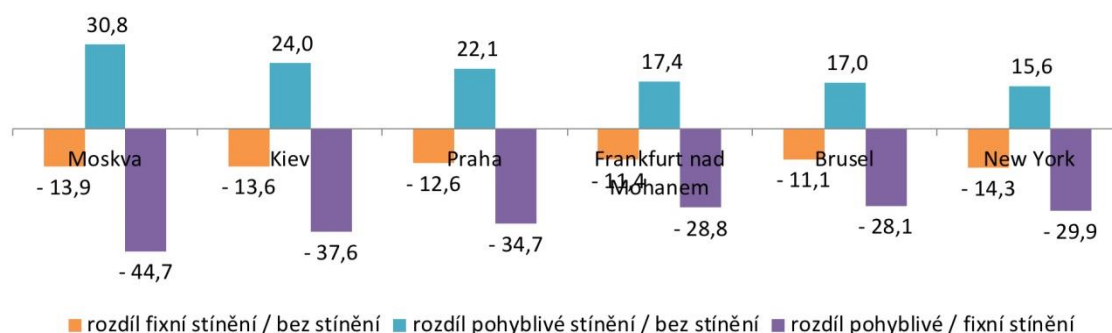
B) POTŘEBA VYTÁPĚNÍ (kWh/m².a) BEZ STÍNĚNÍ, S FIXNÍM STÍNĚNÍM, S POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM

Dle zadaných hodnot do programu CASAnova¹²⁶ dochází k vytápění u všech variant objektů, kdykoliv teplota klesne pod požadovanou teplotu. Minimální teplota, než se začne vytápět, je stanovena na 20 °C (viz Obr. 44 Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Budova).

Vyhodnocení probíhá ve dvou grafech – první srovnává potřebu vytápění variant objektů a druhý porovnává jejich rozdíly.



Graf 9 Potřeba vytápění (varianty stínění)¹²⁷



Graf 10 Rozdíly v potřebě vytápění (mezi jednotlivými variantami stínění)¹²⁸

ZÁVĚR:

Pohyblivé stínění zaznamenává i obrovský přínos v minimalizaci potřeby vytápění. Jeho nespornou výhodou oproti fixnímu stínění je, že v zimním období umožní maximální solární zisky z nízkého slunečního záření. V tomto případě funguje prakticky jako varianta bez stínění.

Nicméně zde výhody pohyblivého stínění nekončí. Jak je možné, že pohyblivé stínění sníží potřebu energie k vytápění ještě více než varianta bez stínění (V případě posuzovaného objektu v New Yorku až o 50 %, v Praze o 45 %)?

Pohyblivé prvky nefungují apriori pouze k odstínění slunečních paprsků, ale svým uzavřením dokážou zároveň udržovat v objektu teplo. Toto funguje především v noci, kdy se pomocí pohyblivého stínění okenní otvory uzavrou a sníží se tak součinitel prostupu tepla obálky.

¹²⁶ (HEIDT, 2012)

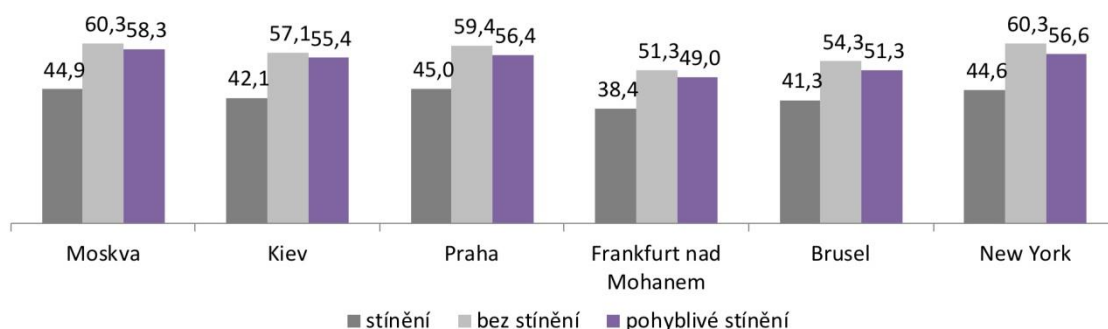
¹²⁷ Data vložena a vyhodnocena autorem

¹²⁸ Data vložena a vyhodnocena autorem

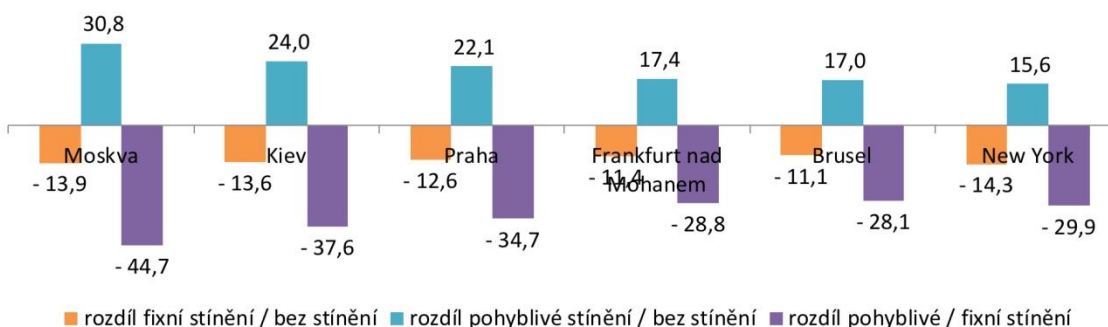
C) POUŽITELNÉ SOLÁRNÍ ZISKY (kWh/m².a) BEZ STÍNĚNÍ, S FIXNÍM STÍNĚNÍM, S POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM

Použitelné solární zisky vyhřívají interiér a redukují potřebu vytápění. Na různých částech planety se solární zisky mění v závislosti na solární radiaci [viz Obr. 39 Rozdělení světa dle solární radiace za rok (kWh/m².a)].

Vyhodnocení probíhá ve dvou grafech – první graf porovnává solární zisky u jednotlivých druhů stínění, druhý graf sleduje jejich rozdíly.



Graf 11 Použitelné solární zisky – porovnání variant stínění (kWh/m².a)¹²⁹



Graf 12 Rozdíly v použitelných solárních ziscích mezi jednotlivými variantami stínění (kWh/m².a)¹³⁰

ZÁVĚR:

Použitelné solární zisky nám pomáhají vyhřívát interiér v zimním období. Pro redukcí potřeby energie na vytápění je nutno v zimním období umožnit vstup slunečních paprsků do interiéru v co největší míře. Proto je velmi důležitý správný návrh stínění a jeho geometrie (viz kapitola 3 Stínění), která zimní nízké sluneční paprsky do interiéru pustí.

V případě pohyblivého stínění je prostupnost slunečních paprsků do interiéru prakticky stoprocentní. Záleží na geometrii a velikosti pohyblivých stínících prvků v optimalizované poloze vůči zimním slunečním paprskům (v našem případě vzniká odchylka od varianty bez stínění cca 3 % mimo jiné díky jiným, lepším, vlastnostem zasklení).

Lze ale konstatovat, že z pohledu použitelných solárních zisků se jeví pohyblivé stínění jako efektivnější varianta.

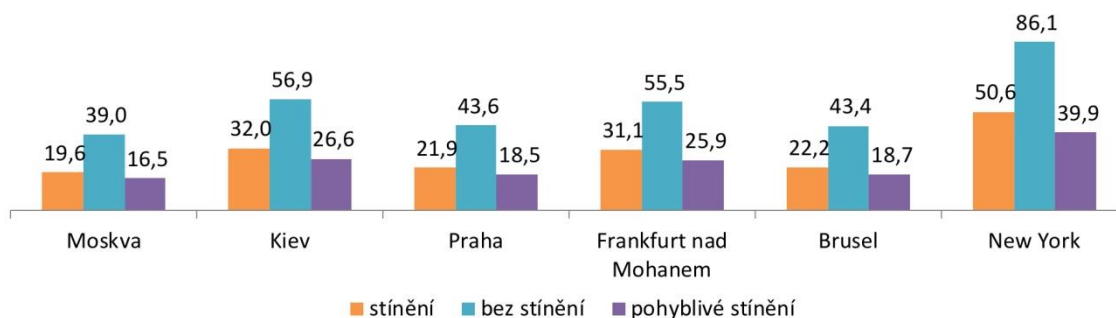
¹²⁹ Data vložena a vyhodnocena autorem

¹³⁰ Data vložena a vyhodnocena autorem

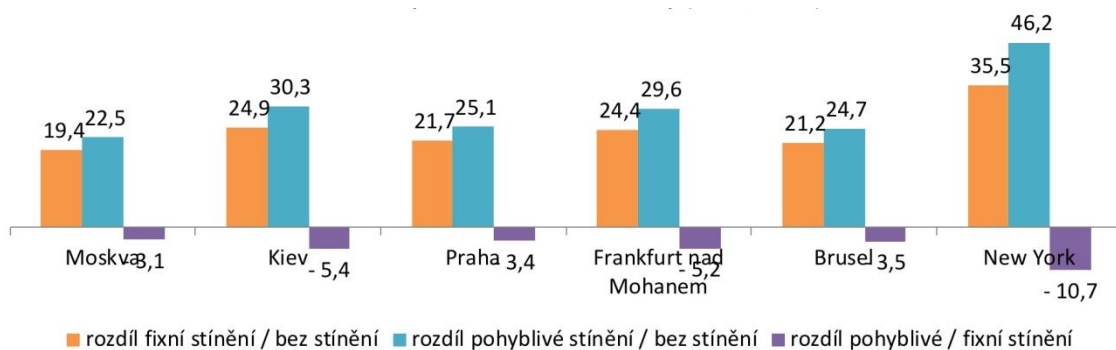
D) NEPOUŽITELNÉ SOLÁRNÍ ZISKY (kWh/m².a) BEZ STÍNĚNÍ, S FIXNÍM STÍNĚNÍM, S POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM

Nepoužitelné solární zisky negativně ohřívají interiér v nevhodnou dobu, čímž zvyšují potřebu na chlazení. Na různých částech planety se solární zisky mění v závislosti na solární radiaci [viz Obr. 39 Rozdělení světa dle solární radiace za rok (kWh/m².a)].

Vyhodnocení probíhá ve dvou grafech – první graf porovnává nepoužitelné solární zisky u jednotlivých druhů stínění, druhý graf sleduje jejich rozdíly.



Obr. 54 Nepoužitelné solární zisky – porovnání variant stínění (kWh/m².a)¹³¹



Obr. 55 Rozdíly v nepoužitelných solárních ziscích (mezi jednotlivými variantami stínění)¹³²

ZÁVĚR:

Nepoužitelné solární zisky nám přehřívají interiér. Zde platí stejná situace jako u grafu Potřeby chlazení. Z hlediska minimalizace nepoužitelných solárních prvků hovoří graf ve prospěch pohyblivého stínění. Rozdíl ale není v minimalizaci nepoužitelných solárních prvků tak výrazný oproti pevnému stínění, ale je v geometrii stínění. Zatímco jako fixní prvek musí být stínění nadimenzované tak, aby vykrylo sluneční záření ze všech možných úhlů a je díky tomu velmi předimenzované (hlavně východní a západní fasády), tak pohyblivé stínění dokáže pomocí správného natočení být minimálně stejně efektivní s mnohem menšími stínícími prvky.

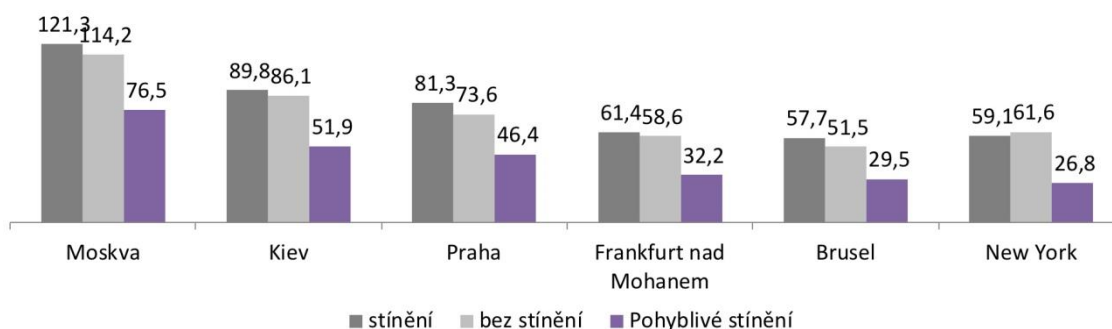
¹³¹ Data vložena a vyhodnocena autorem

¹³² Data vložena a vyhodnocena autorem

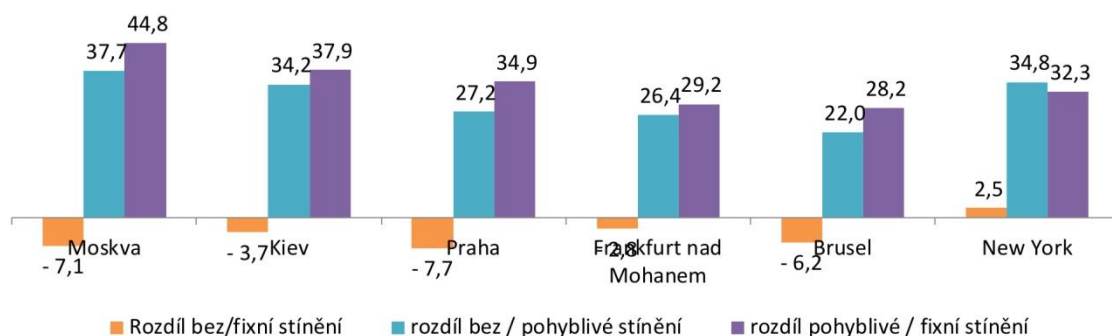
E) PRIMÁRNÍ POTŘEBA VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ (kWh/m².a) BEZ STÍNĚNÍ, S FIXNÍM STÍNĚNÍM, S POHYBLIVÝM STÍNĚNÍM

Zásadním srovnáním je součet primární energie na chlazení a vytápění pro všechny varianty – objekt s pevným stíněním, pohyblivým stíněním a bez stínění.

Vyhodnocení probíhá formou grafu, který srovnává primární součet potřebné energie všech měst ve variantách se stíněním a bez stínění. Součástí vyhodnocení je jejich vzájemný rozdíl.



Obr. 56 Primární potřeba vytápění a chlazení (kWh/m².a) (bez stínění, s fixním stíněním, s pohyblivým stíněním)¹³³



Obr. 57 Rozdíly v primární potřebě energie (mezi jednotlivými variantami stínění)¹³⁴

ZÁVĚR:

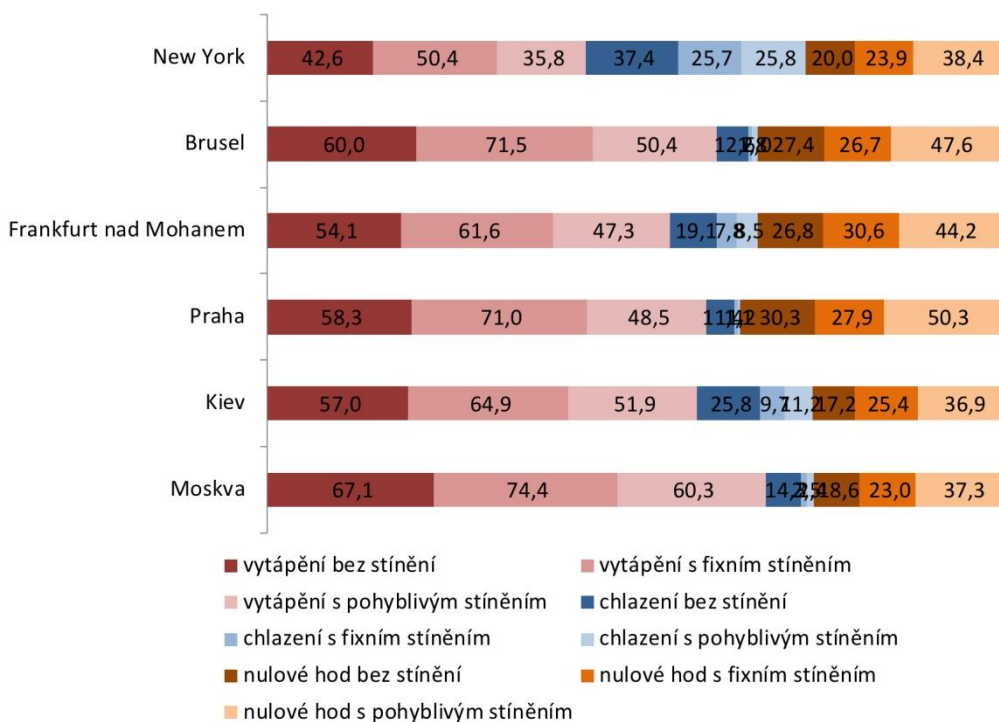
Nejvýraznější rozdíl v použití fixního a pohyblivého stínění je v porovnání součtu primární potřeby energie na chlazení a vytápění. Zatímco na vybraných městech podobných Praze fixní stínění nepatrně zhoršuje energetickou náročnost, pohyblivé stínění ji výrazně zlepšuje. Je to především jeho schopností maximálně propouštět zimní paprsky a vyhřívat tak interiér a v noci se uzavřít a udržovat teplo v objektu. V Praze redukuje součet primární energie o 37 % a například v New Yorku až o 57 %.

¹³³ Data vložena a vyhodnocena autorem

¹³⁴ Data vložena a vyhodnocena autorem

F) PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ HODIN VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ/NULOVÝCH HODIN ZA ROK (8 800 HOD.) V %

Převedením hodin vytápění, chlazení a tzv. nulových hodin za rok vzniká skládaný graf, který srovnává jednotlivá období pro objekty s fixním stíněním, pohyblivým stíněním a bez stínění.



Graf 13 Procentuální zastoupení hodin vytápění/chlazení/nulových hodin za rok (8 800 hod.) v %¹³⁵

ZÁVĚR:

Graf je zpracován pro detailnější a přehlednější náhled na rozdíl mezi fixním stíněním, pohyblivým stíněním a objektem bez stínění. Pro každý posuzovaný objekt je spočítáno, kolik hodin za rok se chladí a vytápí a kolik hodin jsou tzv. nulové hodiny (bez potřeby chladit nebo vytápět). Pro názornější zobrazení jsou počty převedeny na procenta. Srovnání je pro všechny tři varianty – s fixním stíněním, pohyblivým stíněním a bez stínění (Celkový součet jednotlivých sloupců je 3 x 100 %).

Na první pohled je zjevné, že jakákoliv forma stínění má pozitivní účinek na počet hodin, kdy musíme objekt chladit, tedy na potřebu chlazení. Podobně v zimních měsících je počet hodin vytápění díky pohyblivému stínění mnohem nižší. Zde bohužel platí nevýhodnost fixního stínění, které naopak počet hodin vytápění navyšuje.

Závěrem lze konstatovat, že nejvýraznější rozdíl v použití fixního a pohyblivého stínění je v porovnání součtu primární potřeby energie na chlazení a vytápění. Zatímco na vybraných městech podobných Praze fixní stínění nepatrně zhoršuje energetickou náročnost, pohyblivé stínění ji výrazně zlepšuje. Je to především jeho schopností maximálně propouštět zimní paprsky a vyhřívat tak interiér a v noci se uzavřít a udržovat teplo v objektu. V Praze redukuje součet primární energie o 37 % a například v New Yorku až o 57%.

¹³⁵ Data vložena a vyhodnocena autorem

4.7 AIRHOUSE – VÝZNAM STÍNICÍCH PRVKŮ PO FUNKČNÍ A ESTETICKÉ STRÁNCE

Dům Airhouse je studentský projekt, na kterém jsem se jako spoluautor, člen týmu a architekt velmi intenzivně podílel, a který byl realizován pro mezinárodní soutěž Solar Decathlon 2013 konanou ve městě Irvine nedaleko Los Angeles ve státě Kalifornie v USA v roce 2013¹³⁶.

Soutěž samotná a popis domu Airhouse jsou obsaženy v příloze disertační práce. Dům je z hlediska mé práce a stínění důležitý v tom, jak dokázal skloubit funkční a estetickou stránku stínění domu v jeden efektivní prvek. Důkazem o této skutečnosti bylo 1. místo v kategorii Architektura ze všech zúčastněných týmů a 2. místo v kategorii Technika.¹³⁷

Týmů bylo celkem dvacet, dva z Evropy a osmnáct z USA. Mezi soutěžícími týmy byl například tým ze Stanfordské univerzity, univerzity Stevens, CALTECH, Vídeňské technické univerzity apod.) Soutěžních kritérií bylo celkem deset.

Tým Airhouse CTU se umístil celkově na druhém místě.



Obr. 58 Airhouse jako informační centrum ČVUT-foto Martin Čeněk¹³⁸

Kolega Ing. arch. Martin Čeněk, Ph.D., z týmu Airhouse ve své disertační práci „*Dům v domě jako forma udržitelné architektury: architektonický koncept z perspektivy udržitelnosti*“¹³⁹ velmi detailně popisuje celou soutěž i soutěžní dům Airhouse. Z jeho práce jsem vybral důležitá srovnání a závěry, které dokazují, že stínění jako prvek trvale udržitelné architektury má kladný vliv na funkční a estetickou stránku domu.

Ing. arch. Martin Čeněk, Ph.D., ve své disertační práci podotýká:

„*Na základě provedených výpočtů a simulací (viz disertační práce členky týmu Kateřiny Sojkové z Fakulty stavební ČVUT v Praze) je možné konstatovat, že vliv stínící druhé kůže (stínícího systému, pozn. autora) je zcela zásadní. Pro zobrazení efektu je názorný graf pro období 1.–31. března. Již v tomto období je totiž patrné, že bez stínící „canopy“ dochází k přehřívání stavby. V zimním období je rozdíl prakticky nezaznamatelný. V letním období pak rozdíly vnitřních teplot mezi variantami (varianta se stíněním „canopy“ a bez stínění, pozn. autora) dosahují až 10 °C.“ (ČENĚK, 2016)*

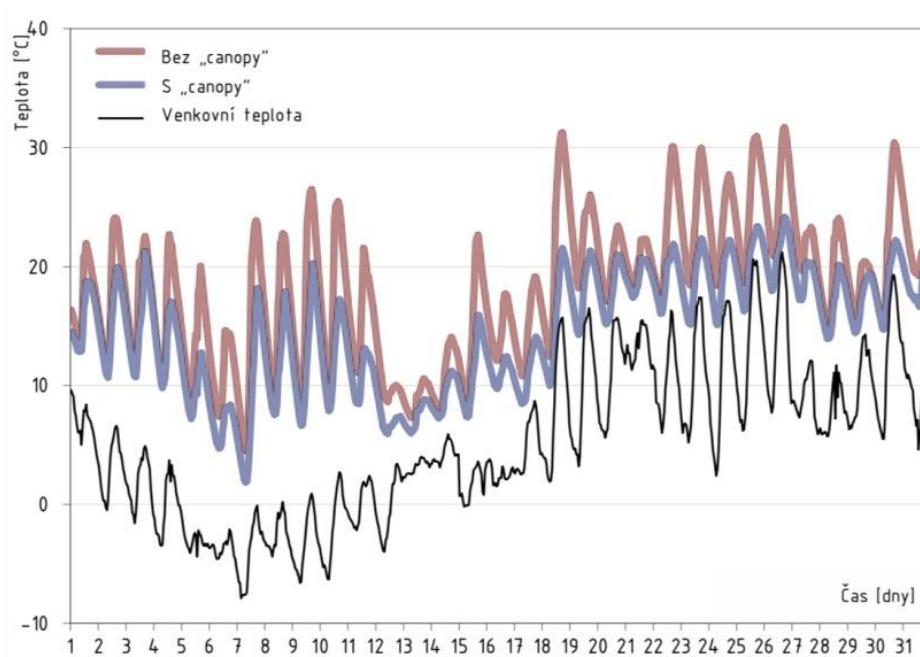
¹³⁶ (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2013)

¹³⁷ (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2013)

¹³⁸ ČENĚK, Martin. 2016. *Dům v domě jako forma udržitelné architektury, architektonický koncept z perspektivy udržitelnosti, disertační práce*. Praha : FA ČVUT, 2016, str.227.

¹³⁹ (ČENĚK, 2016 str. 227)

„V tabulce (Tab. 2 Rozdíly v potřebách energie mezi variantou bez stínící druhé kůže a realizovanou variantou, podmínky ČR) jsou uvedeny výsledné hodnoty. Efekt použití druhé stínící kůže v podmínkách České republiky představuje snížení potřeby energie na chlazení o 240 %. Rovněž si můžeme povšimnout mírného nárůstu 15 % potřeby energie na vytápění.“



Graf 14 Průběh vnitřních teplot pro variantu bez a s „canopy“ (1–31. března, Praha)¹⁴⁰

Potřeba energie [kWh/m ² a]	S „canopy“	Bez „canopy“	Rozdíl [%]
Na vytápění	76,2	63,4	-15
Na chlazení	10,7	36,7	+240

Tab. 2 Rozdíly v potřebách energie mezi variantou bez stínící druhé kůže a realizovanou variantou, podmínky ČR¹⁴¹

Závěr:

Jednoznačně lze říci, že výsledky doktora Čeňka domu Airhouse potvrzují hodnocení a závěry sledované v předchozí části kapitoly, kde se srovnávají jednotlivé potřeby energie na vytápění a chlazení v různých variantách stínění. Fixní stínění má velmi pozitivní vliv na snižování potřeby chlazení v letních měsících, kdy se interiér přehřívá. V našich podmínkách ale vykazuje negativní dopad na potřebu vytápění. „Tento nárůst by mohl být odstraněn další optimalizací tvaru a rozměry „canopy“, aby v průběhu celého zimního období byly maximalizovány solární zisky,“¹⁴² argumentuje Martin Čeněk ve své práci.

S tímto prohlášením se ale nemůžu plně ztotožnit. Dle dosavadních výsledků práce lze tvarem a rozměrem stínění maximalizovat solární zisky, ale je to u fixních stínění na úkor stínění v letních měsících. Jak bylo prokázáno v předchozích hodnoceních vlivu fixního stínění, v našich podmínkách se součet primární energie na vytápění a chlazení s fixním stíněním spíše zvyšuje. Samozřejmě záleží na plno faktorech, například požadovaná teplota interiéru nebo správná geometrie a tvar stínění. Airhouse byl však pečlivě navržen, a je příkladem správného navržení fixních stínících prvků jelikož se jeho celková spotřeba vlivem fixního stínění snížila (viz Tab. 2 Rozdíly v potřebách energie mezi variantou bez stínící druhé kůže a realizovanou variantou, podmínky ČR)

¹⁴⁰ (ČENĚK, 2016 str. 226)

¹⁴¹ (ČENĚK, 2016 str. 226)

¹⁴² (ČENĚK, 2016 str. 227)

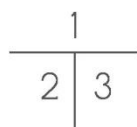
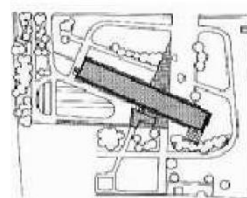
5. STÍNĚNÍ JAKO ARCHITEKTONICKÝ PRVEK NA VYBRANÝCH PŘÍKLADECH

Kapitola je věnována příkladům různých druhů stínění na architektonicky hodnotných stavbách. Primárně se snaží zdokumentovat jednotlivé druhy a jejich použití v rámci architektonické formy a způsobu řešení. Pro lepší pochopení zvoleného typu stínění je u každého příkladu uvedeno podněbí, ve kterém se stavba nachází. V dnešní době existuje celá řada stavebních materiálů, ze kterých lze stínění realizovat. Disertační práce si neklade ambice tyto materiály vyjmenovávat ani hodnotit. Jejím účelem v tomto ohledu je zprostředkovat stínění po stránce funkčnosti, estetiky, proporce a měřítka.

Z důvodu lepší názornosti byly všechny příklady autorem graficky upraveny.

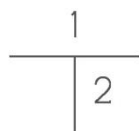
Obrázky jsou buď převedeny do stupňů šedé, nebo odbarveny, aby byl rozdíl barev menší. Zároveň bylo odebráno pozadí, popřípadě předpolí obrázku, aby více vynikly světelné podmínky obrázku.

Autor chce tímto vyjádřit hru světla a stínu a poukázat na význam stínění a jeho proměny v různých časových obdobích a jeho dopad na architektonický výraz.



Unité d'Habitation	Název
Le Corbusier	Architekt
1946-1952	Rok
Boulevard Michelet, Marseilles, France	Místo
Vlhké kontinentální podnebí	Podnebí
Le Corbusier, TASCHEN, Jean Louis Cohen, str.57	Zdroj
Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ano	Vertikální fixní stínění:
Ano	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:
-	Pozn.:

Příklad č. 1 – Unité d'Habitation

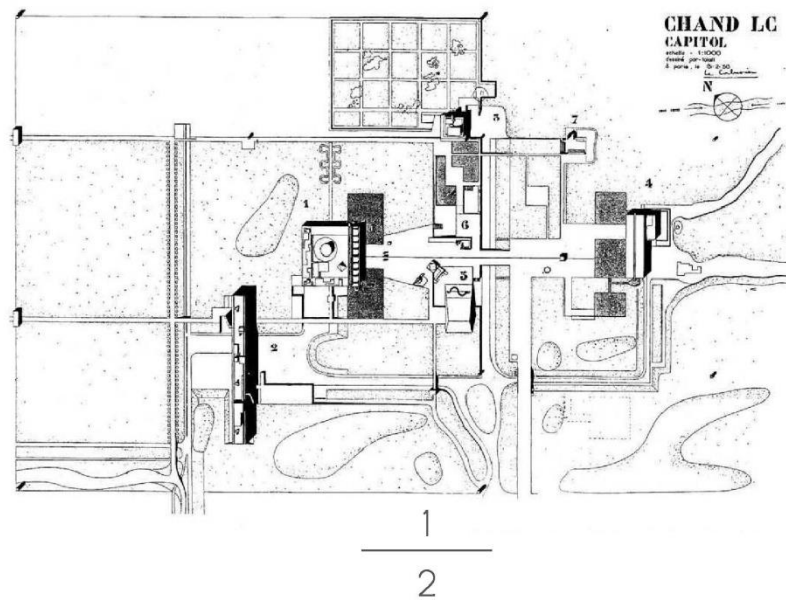


Shodhan House	Název
Le Corbusier	Architekt
1951-1956	Rok
Kharawala Road, Ahmedabad, Indie	Místo
Semiaridní podnebí	Podnebí
Le Corbusier, TASCHEN, Jean Louis Cohen, str.73	Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ano	Vertikální fixní stínění:
Ano	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

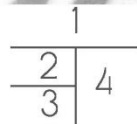
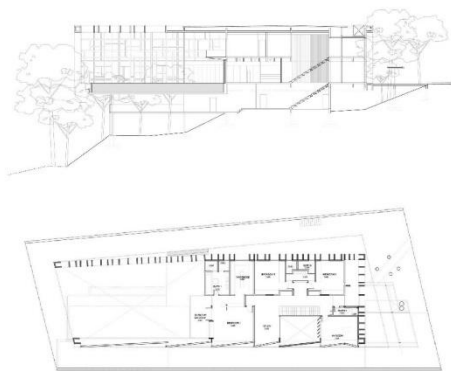
Příklad č. 2 – Shodhan House



High court	Název
Le Corbusier	Architekt
1951-1955	Rok
Sector1, Chandigarh, Punjab, Indie	Místo
Vlhké kontinentální podnebí	Podnebí
Le Corbusier, TASCHEN, Jean Louis Cohen, str.75	Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ano	Vertikální fixní stínění:
Ano	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:
-	Pozn.:

Příklad č. 3 – High Court



Tropical Box
 WHBC Architects (Malaysia)
 2015
 Demansara heights, Kuala Lumpur, Malaysia
 Ekvatoriální podnebí
 www.whbca.com

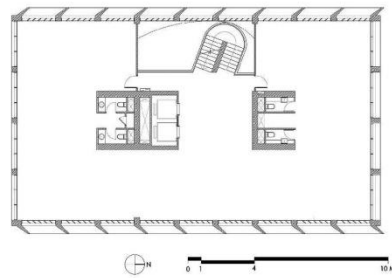
Název
 Architekt
 Rok
 Místo
 Podnebí
 Zdroj

Exteriérové
 Ano
 Ano
 Ano
 Ne
 Ne
 Ne

Druh stínění (ext/int):
 Horizontální fixní stínění:
 Vertikální fixní stínění:
 Mřížové stínění (Eggcrate):
 Horizontální pohyblivé:
 Vertikální pohyblivé:
 Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 4 – Tropical Box

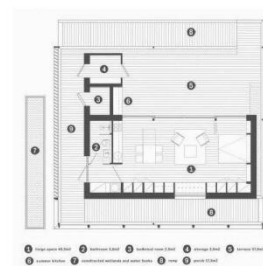
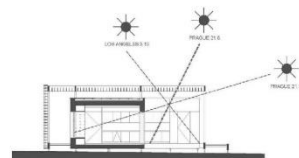


ARyS House Název
 Peñafiel Arquitectos Architekt
 2013 Rok
 Aurelio González, Vitacura, Santiago Metropolitan Region, Chile Místo
 Aridní podnebí Podnebí
 www.penafiel-arquitectosT.com Zdroj

Exteriérové Druh stínění (ext/int):
 Ne Horizontální fixní stínění:
 Ano Vertikální fixní stínění:
 Ne Mřížové stínění (Eggcrate):
 Ne Horizontální pohyblivé:
 Ne Vertikální pohyblivé:
 Ne Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 5 – Arys House

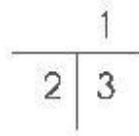
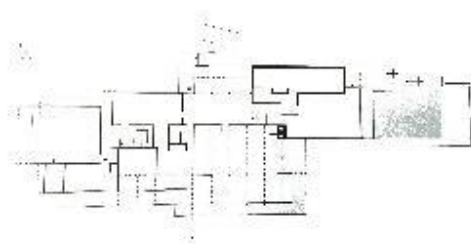
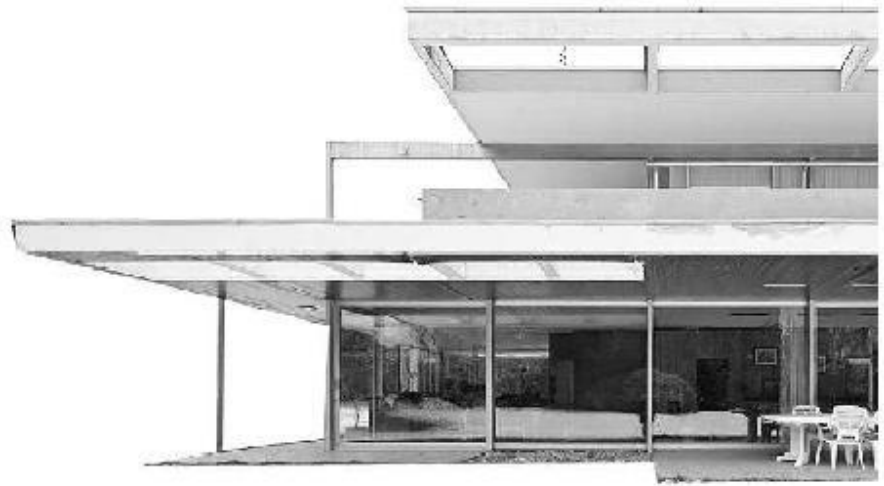


	3
1	4
2	5

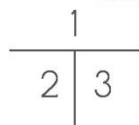
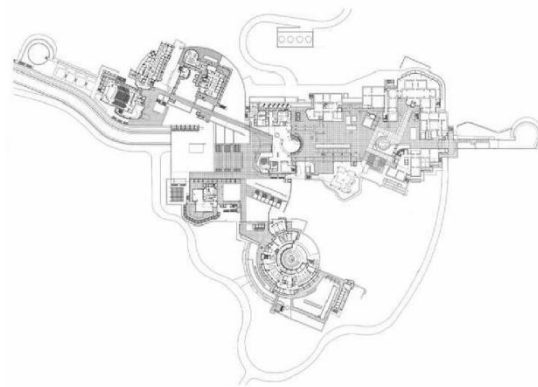
AIRHOUSE Název
 TEAM CTU Architekt
 2013 Rok
 Dejvice, Praha, ČR / Los Angeles, California, USA Místo
 Vlhké kontinentální podnebí / středozemní podnebí Podnebí
 www.airhouse.cz Zdroj

Exteriérové Druh stínění (ext/int):
 Ano Horizontální fixní stínění:
 Ano Vertikální fixní stínění:
 Ne Mřížové stínění (Eggcrate):
 Ne Horizontální pohyblivé:
 Ne Vertikální pohyblivé:
 Ne Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:



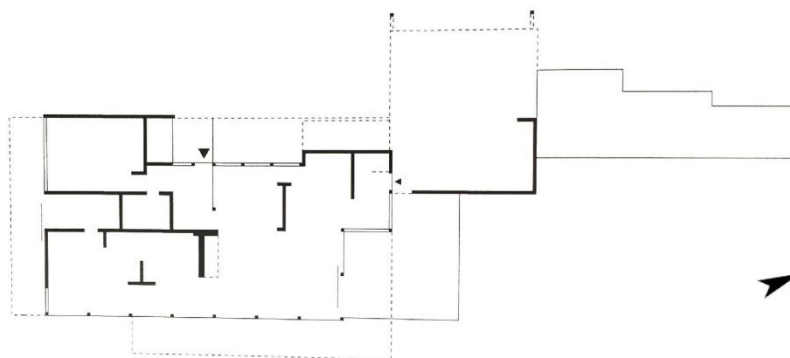
Bucerius House	Název
Richard Neutra	Architekt
1968	Rok
Nevagna, Švýcarsko	Místo
Vlhké kontinentální podnebí / polární podnebí	Podnebí
Richard Neutra, TASCHEN, Barbara Lamprecht, str. 87	Zdroj
Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:
	Pozn.:



The Getty Center	Název
Richard Meier	Architekt
1984-1997	Rok
Los Angeles, California, USA	Místo
Středozevní podnebí	Podnebí
Richard Meier, TASCHEN, Philip Jodidio, str.53	Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:



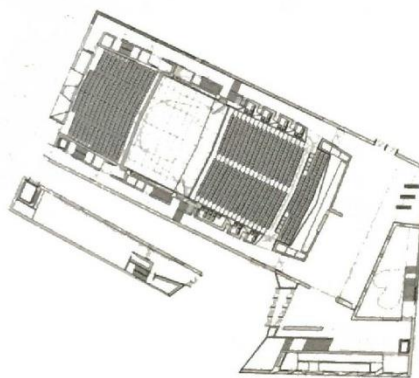
1
—
2

Eagle Rock Park Clubhouse	Název
Richard Neutra	Architekt
1953	Rok
1100 Eagle Vista Drive, Los Angeles, California	Místo
Středozemní podnebí	Podnebí
Richard Neutra, TASCHEN, Barbara Lamprecht, str.79	Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 9 – Eagle Rock Park Clubhouse



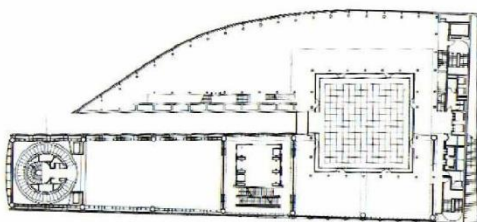
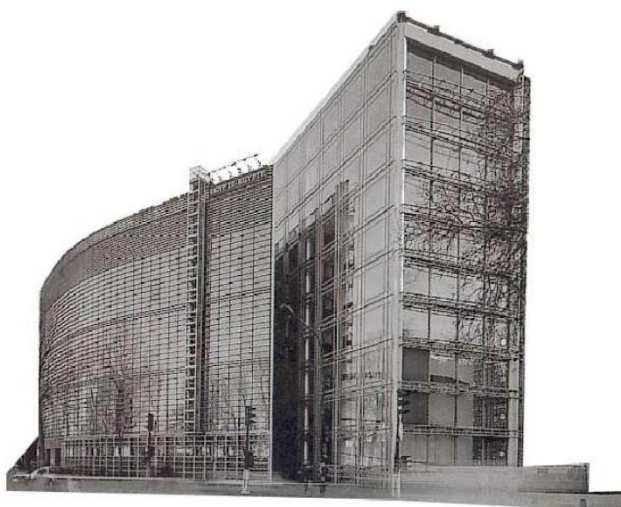
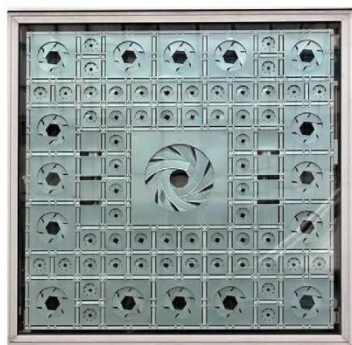
1
2 | 3

Concert Hall	Název
Mansilla + Tunon Arquitectos	Architekt
2002	Rok
León, Spain	Místo
Semi - Aridní podnebí	Podnebí
21th Century Architecture, PHAIDON	Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ne	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ano	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 10 – Concert Hall



1	2
3	4

Institute du Monde Arabe
 Jean Nouvel
 1981-1987
 Paříž, Francie
 Oceánické podnebí
 Jean Nouvel, TASCHEN, Philip Jodidio, str.27

Název
 Architekt
 Rok
 Místo
 Podnebí
 Zdroj

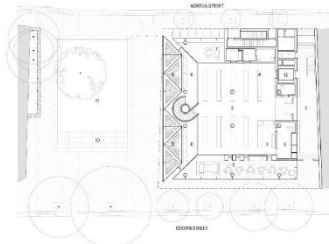
Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ne	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ano	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 11 – Institute du Monde Arabe



- LEGEND
1. BRACKET/CLAMP/SLAT
 2. SLAT
 3. SLAT/SLAT
 4. SLAT/SLAT
 5. SLAT/SLAT
 6. SLAT/SLAT
 7. SLAT/SLAT
 8. SLAT/SLAT
 9. SLAT/SLAT
 10. SLAT/SLAT
 11. SLAT/SLAT
 12. SLAT/SLAT
 13. SLAT/SLAT
 14. SLAT/SLAT
 15. SLAT/SLAT
 16. SLAT/SLAT
 17. SLAT/SLAT
 18. SLAT/SLAT
 19. SLAT/SLAT
 20. SLAT/SLAT
 21. SLAT/SLAT
 22. SLAT/SLAT
 23. SLAT/SLAT
 24. SLAT/SLAT
 25. SLAT/SLAT
 26. SLAT/SLAT
 27. SLAT/SLAT
 28. SLAT/SLAT
 29. SLAT/SLAT
 30. SLAT/SLAT
 31. SLAT/SLAT
 32. SLAT/SLAT
 33. SLAT/SLAT
 34. SLAT/SLAT
 35. SLAT/SLAT
 36. SLAT/SLAT
 37. SLAT/SLAT
 38. SLAT/SLAT
 39. SLAT/SLAT
 40. SLAT/SLAT
 41. SLAT/SLAT
 42. SLAT/SLAT
 43. SLAT/SLAT
 44. SLAT/SLAT
 45. SLAT/SLAT
 46. SLAT/SLAT
 47. SLAT/SLAT
 48. SLAT/SLAT
 49. SLAT/SLAT
 50. SLAT/SLAT
 51. SLAT/SLAT
 52. SLAT/SLAT
 53. SLAT/SLAT
 54. SLAT/SLAT
 55. SLAT/SLAT
 56. SLAT/SLAT
 57. SLAT/SLAT
 58. SLAT/SLAT
 59. SLAT/SLAT
 60. SLAT/SLAT
 61. SLAT/SLAT
 62. SLAT/SLAT
 63. SLAT/SLAT
 64. SLAT/SLAT
 65. SLAT/SLAT
 66. SLAT/SLAT
 67. SLAT/SLAT
 68. SLAT/SLAT
 69. SLAT/SLAT
 70. SLAT/SLAT
 71. SLAT/SLAT
 72. SLAT/SLAT
 73. SLAT/SLAT
 74. SLAT/SLAT
 75. SLAT/SLAT
 76. SLAT/SLAT
 77. SLAT/SLAT
 78. SLAT/SLAT
 79. SLAT/SLAT
 80. SLAT/SLAT
 81. SLAT/SLAT
 82. SLAT/SLAT
 83. SLAT/SLAT
 84. SLAT/SLAT
 85. SLAT/SLAT
 86. SLAT/SLAT
 87. SLAT/SLAT
 88. SLAT/SLAT
 89. SLAT/SLAT
 90. SLAT/SLAT
 91. SLAT/SLAT
 92. SLAT/SLAT
 93. SLAT/SLAT
 94. SLAT/SLAT
 95. SLAT/SLAT
 96. SLAT/SLAT
 97. SLAT/SLAT
 98. SLAT/SLAT
 99. SLAT/SLAT
 100. SLAT/SLAT



fjmt

© FRANCIS-JONES MOREHEN THORP



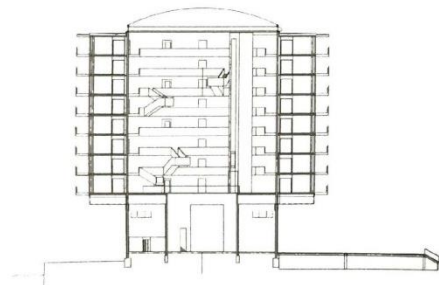
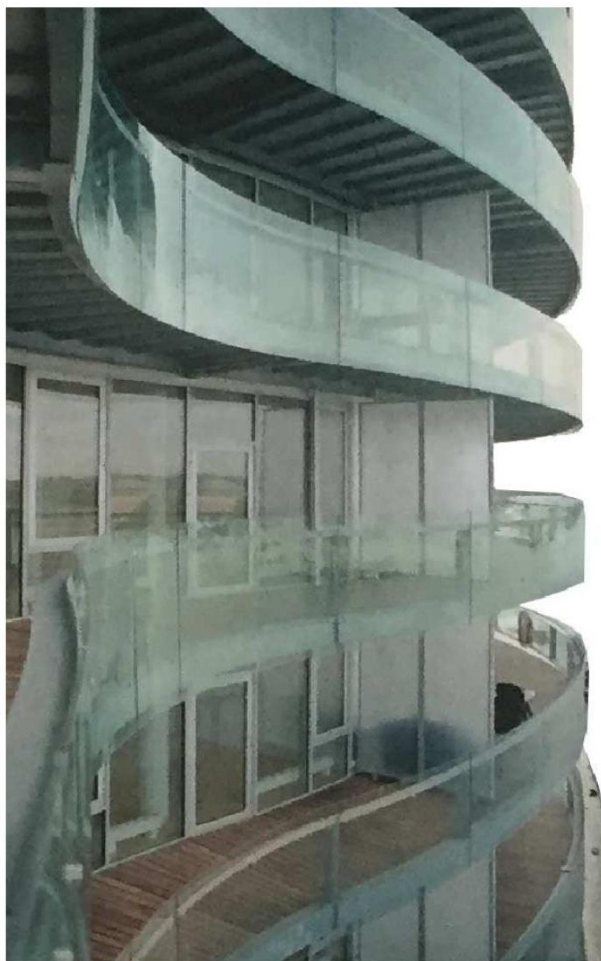
Surry Hills Library
 FJMT - Francis-Jones Morehen Thorp
 2009
 405 Crown St, Surry Hills, Sydney, Austrálie
 Oceánické podnebí
 www.FJMT.com

Název
 Architekt
 Rok
 Místo
 Podnebí
 Zdroj

Exteriérové
 Ne Horizontální fixní stínění:
 Ne Vertikální fixní stínění:
 Ne Mřížové stínění (Eggcrate):
 Ne Horizontální pohyblivé:
 Ano Vertikální pohyblivé:
 Ne Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 12 – Surry Hills Library



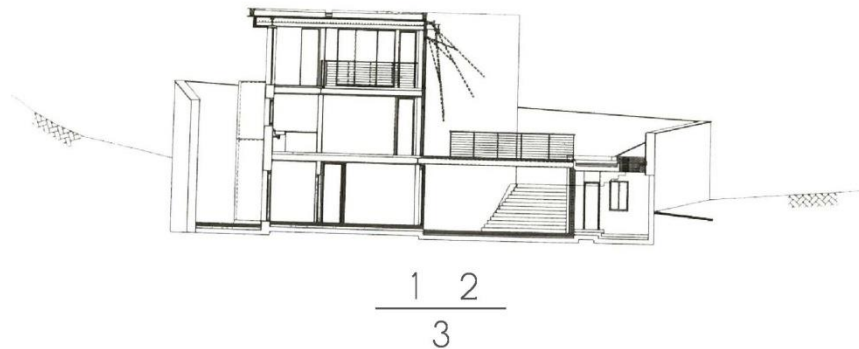
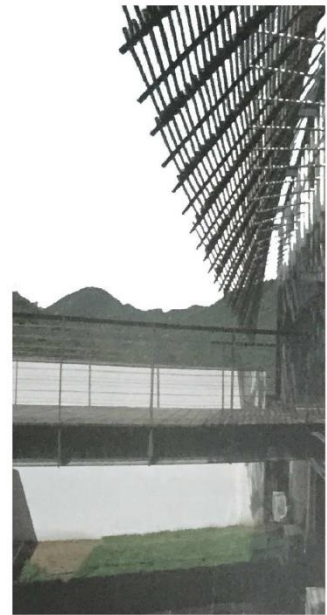
1 | 2
| 3

Geminy Residence	Název
MVRDV ve spolupráci s JJW architekten	Architekt
2005	Rok
Kodaň, Dánsko	Místo
Vlhké kontinentální podnebí	Podnebí
21th Century Architecture, PHAIDON	Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 13 – Gemini Residence



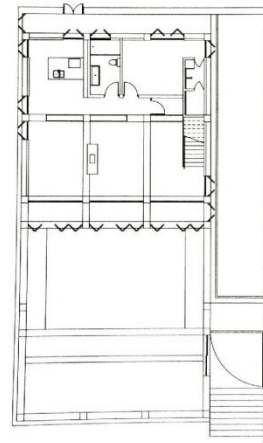
Commune by the Great Wall, Distorted Courtyard
 Rocco Design Architects
 2002
 Badaling, Yanqing, Čína
 Vlhké subtropické podnebí
 21th Century Architecture, PHAIDON

Název
 Architekt
 Rok
 Místo
 Podnebí
 Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ano	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 14 – Commune by the Great Wall



1
2 | 3

Father's hHouse in Jade Mountains
MADA s.p.a.m.
2005
Quinlin Mountains, Čína
Vlhké subtropické podnebí
21th Century Architecture, PHAIDON

Název
Architekt
Rok
Místo
Podnebí
Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ne	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ano	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 15 – Father's House in Jade Mountains



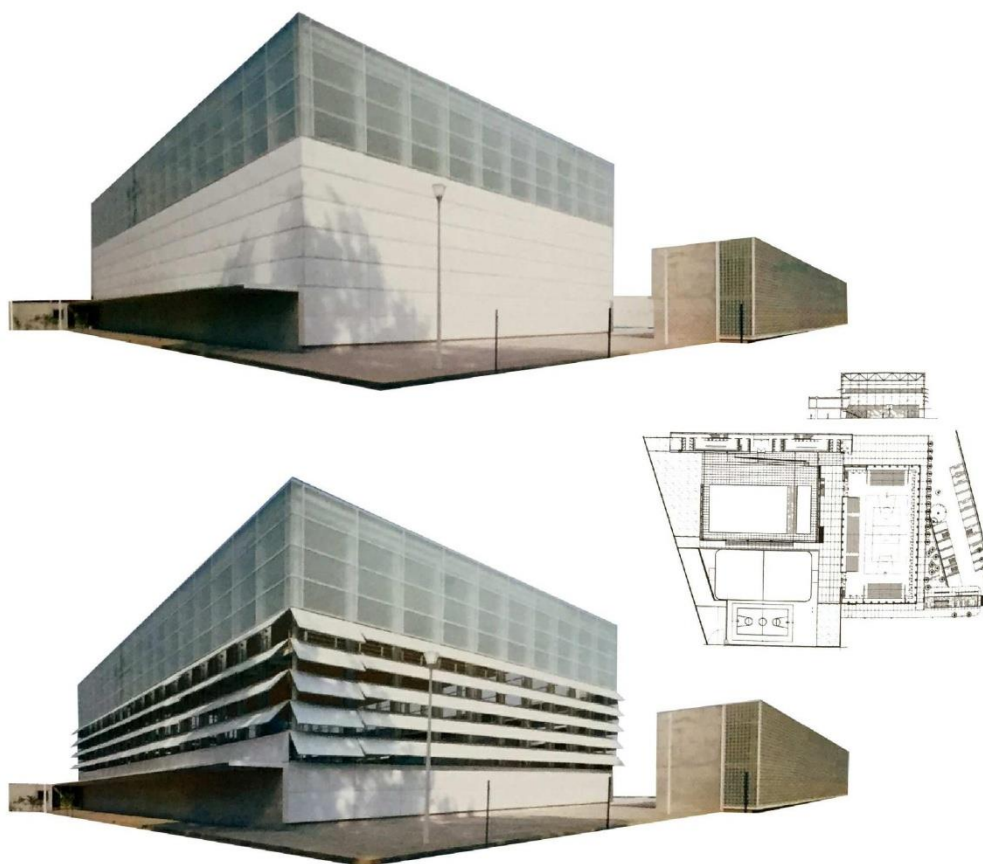
2 | 1
—
3

San Benito Market	Název
Augusto Quijano Arquitectos	Architekt
2003	Rok
Mérida, Mexiko	Místo
Semi- aridní podnebí	Podnebí
21th Century Architecture, PHAIDON	Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 16 – San Benito Market



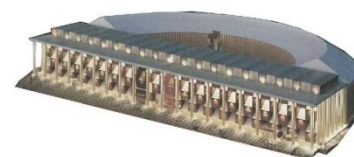
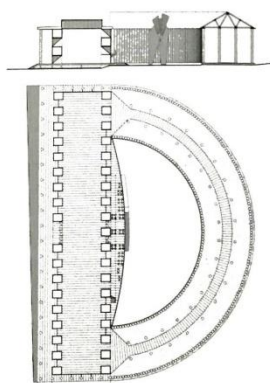
1 | 2
| 3

Educare Sports Facility	Název
TEN Arquitectos	Architekt
2001	Rok
Zapopan, Mexiko	Místo
Semi- aridní podnebí	Podnebí
21th Century Architecture, PHAIDON	Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ne	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ano	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 17 – Educare Sports Facility



1
2 | 3 | 4

Papertainer Museum
Shigeru Ban architects
2006
Seoul, Jižní Korea
Vlhé kontinentální podnebí
21th Century Architecture, PHAIDON

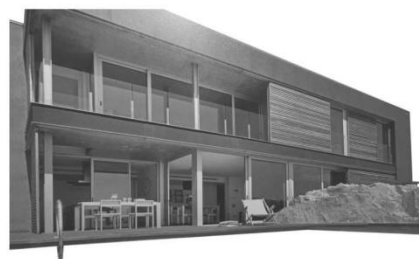
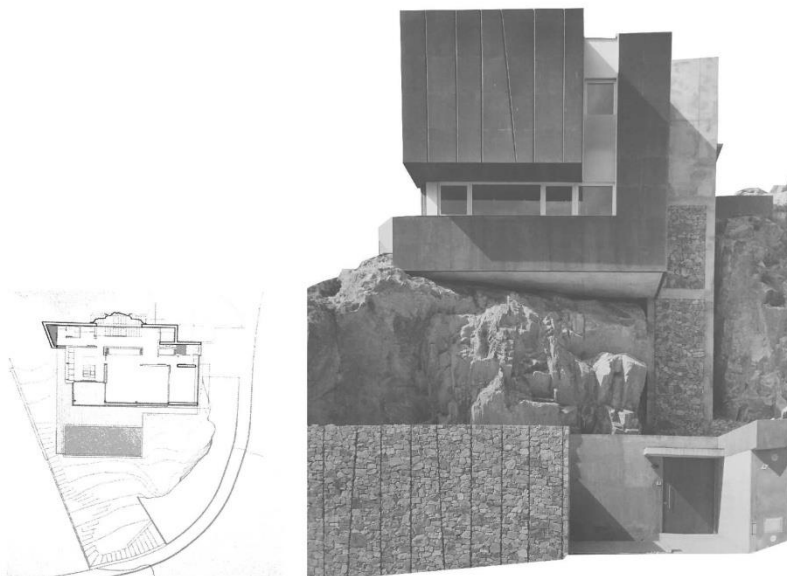
Název
Architekt
Rok
Místo
Podnebí
Zdroj

Exteriérové
Ano
Ano
Ano
Ne
Ne
Ne

Druh stínění (ext/int):
Horizontální fixní stínění:
Vertikální fixní stínění:
Mřížové stínění (Eggcrate):
Horizontální pohyblivé:
Vertikální pohyblivé:
Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 18 – Papertainer Museum



2	1
3	4

Pifferrer house	Název
Adria Felip Campistol	Architekt
2014	Rok
Tamarit, Costa Brava, Španělsko	Místo
Středozemní klima	Podnebí
Specacular Houses, FKG, Yolanda Cubero, str.345	Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ano	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ano	Horizontální pohyblivé:
Ne	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:



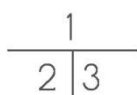
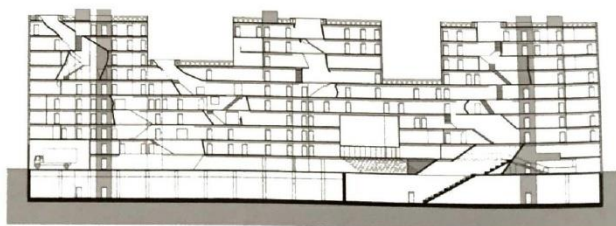
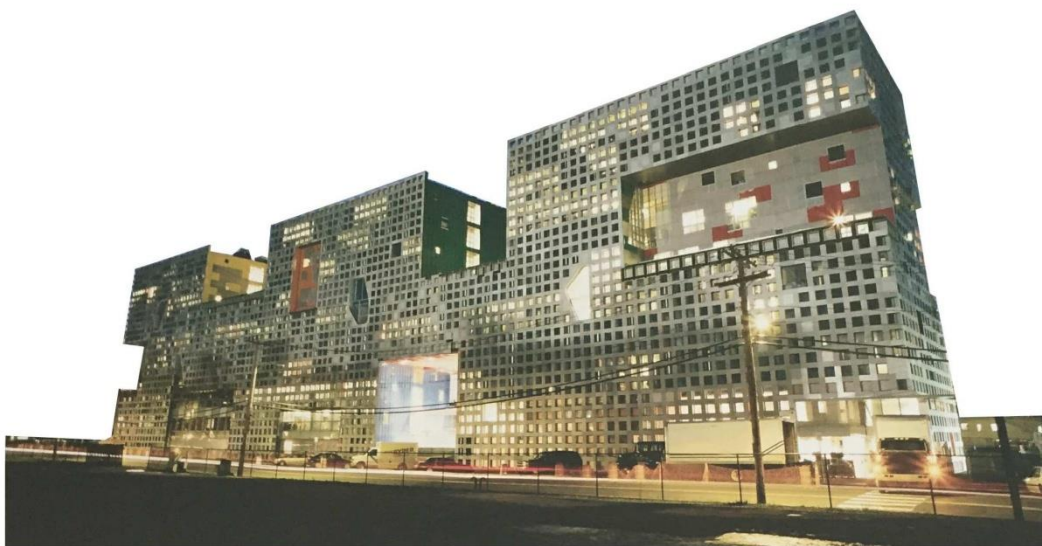
1	3
2	4
	5
	6

DLR Robotics and Mechatronics Center
 Birk Heilmeyer und Frenzel Architekten
 2015
 Oberpfaffenhofen, Weßling, Německo
 Vlhké kontinentální podnebí
www.penafilel-arquitectosT.com

Název
 Architekt
 Rok
 Místo
 Podnebí
 Zdroj

Exteriérové	Druh stínění (ext/int):
Ne	Horizontální fixní stínění:
Ne	Vertikální fixní stínění:
Ne	Mřížové stínění (Eggcrate):
Ne	Horizontální pohyblivé:
Ano	Vertikální pohyblivé:
Ne	Mřížové pohyblivé:
-	Pozn.:

Příklad č. 20 – DLR Robotics and Mechatronics Center



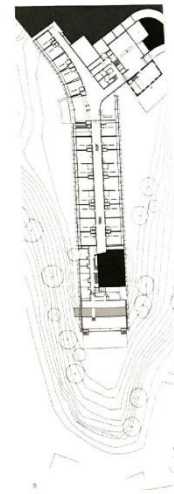
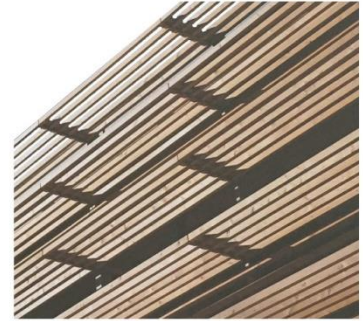
Simons Hall Student's Residence
 Steven Holl architects
 2002
 Cambridge, Massachusetts, USA
 Vlhké kontinentální podnebí
 21th Century Architecture, PHAIDON

Název
 Architekt
 Rok
 Místo
 Podnebí
 Zdroj

Exteriérové Druh stínění (ext/int):
 Ne Horizontální fixní stínění:
 Ne Vertikální fixní stínění:
 Ano Mřížové stínění (Eggcrate):
 Ne Horizontální pohyblivé:
 Ne Vertikální pohyblivé:
 Ne Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 21 – Simons Hall Student's Residence



1 | 2
| 3

Viglius Mountain Resort
 Matteo Thun and partners
 2003
 Lana, Itálie
 Středozemní klima
 21th Century Architecture, PHAIDON

Název
 Architekt
 Rok
 Místo
 Podnebí
 Zdroj

Exteriérové Druh stínění (ext/int):
 Ano Horizontální fixní stínění:
 Ne Vertikální fixní stínění:
 Ne Mřížové stínění (Eggcrate):
 Ne Horizontální pohyblivé:
 Ne Vertikální pohyblivé:
 Ne Mřížové pohyblivé:

- Pozn.:

Příklad č. 22 – Viglius Mountain Resort

6. ZÁVĚR

Disertační práce prozkoumala vliv pevného a pohyblivého stínění na energetickou náročnost budovy a pojmenovala jejich jednotlivé výhody a nevýhody s ohledem na funkční, estetické a provozní vlastnosti na základě tzv. měkkých a tvrdých dat. Dílčí závěry a zjištění jsou uvedeny v kapitole 3 Stínění. Tato kapitola se věnuje analýze druhů stínění z pohledu architekta (tzv. měkká data), jejich přednostem a negativům, funkčním, provozním a estetickým vlastnostem. Dále se věnuje metodám jejich navrhování.

V další kapitole bylo srovnáno třicet různých měst po celém světě z pohledu energetické náročnosti bez stínění a se stíněním v různých kategoriích (na základě tzv. tvrdých dat daných podnebím a vlastnostmi posuzovaného objektu, který byl pro srovnání ve všech případech stejný – tzv. tvrdá data).

Na základě výsledných dat byl výběr zúžen na šest měst podobných Praze (podnebím nebo zeměpisnými souřadnicemi) vyhodnocených ve stejných kritériích jako předchozích třicet měst s tím rozdílem, že bylo pro porovnání přidáno pohyblivé stínění. Výsledky a dílčí závěry jsou v příslušných podkapitolách vypracovány formou grafů a komentářů, které jsou v poslední kapitole doplněny příklady stínících prvků v různých podnebí na architektonicky kvalitních a funkčních stavbách. Práce se zároveň opírá o výsledky projektu Airhouse, z pohledu metodiky „research by design“, kde byl autor členem autorského kolektivu a podílel se na navrhování jednotlivých architektonických a funkčních prvků, jako třeba stínícího systému domu – tzv. „canopy“. Projekt Airhouse je zpracován v mnoha vysokoškolských závěrečných pracích, a proto se mu autor věnuje pouze okrajově.

Závěrem práce lze konstatovat, že úvodní hypotéza byla potvrzena: Stínící prvek jako jeden z nástrojů udržitelné architektury – jeho forma a funkce má vliv na koncept udržitelného stavění. Stíněním lze dosáhnout kvalitní a udržitelné architektury.

Dalším cílem nad rámec disertační práce je zpracování příručky zabývající se stíněním jako prvkem trvale udržitelné architektury pro studenty nižších ročníků fakulty architektury ČVUT. V současné době je obsah jednotlivých kapitol této disertace přednášen v prvním ročníku fakulty architektury ČVUT v rámci ZAN/ZAT (Základy architektonického navrhování) v ateliérech Liesler&Durdis a Schleger&Kirovová pod Ústavem navrhování II.

Mladí architekti musí být připraveni na to vést své týmy správným směrem v navrhování a měli by principy ekologické architektury mít zaryty pod kůží a umět s nimi plynule reagovat na nové architektonické směry.

PŘÍLOHY

LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE DENNÍHO OSVĚTLENÍ V ČR-PŘÍLOHA

Legislativa převzata z přednášky Ústavu stavitelství III na FA ČVUT.¹⁴³

Normy CZ:

ČSN 730580 – Denní osvětlení budov – základní požadavky (1999)

ČSN 730540-2 Tepelná stabilita místnosti v letním období

ČSN 730540-4 Tepelná stabilita místnosti v zimním období

ČSN 730540-3 Okrajové podmínky

EN ISO 13791 a EN ISO 13792 – evropské normy

Potřeby lidského oka na výkon jednotlivých činností představuje hodnota umělého osvětlení v luxech (lx) (ČSN 360452 Umělé osvětlení obytných budov).

Požadavek umělého osvětlení v luxech (lx) Místo, příp. činnost

50 až 100	Celkové nebo odstupňované osvětlení obytné místnosti s místním osvětlením
200 až 500	Celkové nebo odstupňované osvětlení pracovních prostorů bez místního osvětlení
200	Společné jídlo
300	Studium, psaní, kreslení, kuchyňské práce aj.
500	Jemné ruční práce
75	Komunikace v bytě
100	Obytné kuchyně, koupelny, WC

Pražské stavební předpisy:

„§ 45 Denní a umělé osvětlení, (7), Součet ploch okenních otvorů, kterými se osvětlují obytné místnosti a jednotky dlouhodobého ubytování denním světlem, nesmí být menší než 1/10 podlahové plochy místnosti. Plocha okenních otvorů se stanovuje ze skladebných rozměrů oken.“

¹⁴³ FA ČVUT. 2017. Vnější stínící prvky. *Ústav stavitelství III - přednášky*. [Online] 1. 5 2017. [Citace: 1. 5 2017.] 15123.fa.cvut.cz/?download=/_predmet.ps3/predn-12_2017_18-stinici...pdf, str.32.

Jedním z dalších požadavků je tepelný součinitel prostupu tepla a potřeba energie na vytápění. Součinitel prostupu tepla a tepelný odpor jsou základními veličinami charakterizujícími tepelně izolační vlastnosti stavebních konstrukcí. Požadavky na součinitel prostupu tepla uvádí ČSN 730540-2. Pro každou stavební konstrukci musí být splněna podmínka $U \leq U_n$.

Potřeba energie na vytápění je základním parametrem pro hodnocení energetické náročnosti provozu objektu v zimním období. Požadavky na potřebu energie na vytápění přebírá ČSN 730540-2. (FA ČVUT, 2017)

TEPELNÝ KOMFORT-PŘÍLOHA

Teplota

Teplota prostředí významně působí na lidské tělo. Pokud je teplota okolí vyšší než 37 °C (průměrná lidská teplota), začne okolní vzduch nepříjemně ohřívat tělo. Většina lidí (80 %) upřednostňuje teplotu okolí 20 °C v zimě a 25,5 °C v létě. Tepelnou pohodu ovlivňují subjektivní i objektivní faktory. Mezi subjektivní faktory patří věk, pohlaví, psychický a fyzický stav. Mezi objektivní faktory řadíme teplotu a vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu a teplotu okolních povrchů a předmětů.

Výměna vzduchu – větrání

Výměna vzduchu ovlivňuje tepelné ztráty prouděním a přenosem. Zajišťuje však čerstvý vzduch pro uživatele. V závislosti na způsobu využití prostoru se navrhuje dostatečná výměna vzduchu v m³/hod.

Přirozené větrání závisí na netěsnosti obalových plášťů budov (infiltrace a exfiltrace) a na charakteristice místa: rychlost a směr větru, typy použitých oken, způsob otevírání, kvalita venkovního ovzduší apod.

Nucené větrání představuje přívod čerstvého vzduchu a odvod znečištěného. Přiváděnému vzduchu se zpravidla upravuje teplota, vlhkost a filtruje se.

Relativní vlhkost

Odpařování potu z kůže má na svědomí vlhkost okolního prostředí. Suché prostředí lehce absorbuje vlhkost z kůže a způsobuje příjemné ochlazení. Naopak prostředí s vysokou vlhkostí pot z kůže neabsorbuje a člověk se cítí nepohodlně. Pro komfort člověka by vlhkost prostředí měla být minimálně nad 20 %, v zimě pod 80 % a v létě pod 60 %. Tyto mezní hodnoty se u každého jedince individuálně liší, ale příliš nízká vlhkost (pod 10 %) způsobuje člověku suchý nos, kůži, oči a pusu a způsobuje potíže s metabolismem.

Způsob šíření tepla a jeho teplota

Pokud sedíme v zimním období u okna, slunce svítí oknem dovnitř a teplota je v místnosti 24 °C, může se stát, že nám u okna bude nepříjemně teplo. Naopak, když sedíme v zimě u okna a je zatažená obloha, je nám u okna zima nehledě na to, že v místnosti je stále 24 °C. Způsob šíření tepla, jeho distribuce a proudění vzduchu v místnosti jsou velmi důležité pro chápání tepelného komfortu člověka. Jsou různé zdroje tepla a způsoby jeho šíření (radiací – sáláním, a konvekcí – prouděním), které pocitově ovlivňují naši tepelnou pohodu. Rozdíl v teplotách, které vyzařují dvě protilehlé plochy, nebo rozdíl intenzit záření, které dopadá ze dvou protilehlých stran, nazýváme tepelnou asymetrií.¹⁴⁴

ZELENÉ STAVBY-PŘÍLOHA

Příloha vypracována na základě knihy Architektura a ekologie.¹⁴⁵

Čtyři kroky k návrhu zelené stavby¹⁴⁶

Metoda čtyř kroků pomáhá získat energii ze slunečního záření v procesu návrhu architektury, kterou podle knihy Brendy a Roberta Valeových „Green Architecture Design For Sustainable Future“¹⁴⁷ nazýváme zelenou architekturou, architekturou, která co možná nejméně zvyšuje entropii naší planety a jejího lidstva. Metoda čtyř kroků je prastará. Xenofon¹⁴⁸ ji použil již v 5. století před Kristem při popisu takzvaného Sokratova domu (Obr. 1 Sokratův dům – půdorys a řez (kresba Tomáš Durdis)

1. Krok – výběr staveniště

„...je tedy úkolem rozvážného architekta s veškerou snahou a námahou vypátrat a vyhledat pohodlné a zdravé místo..., bude-li to u řeky, bude to velmi pohodlné a krásné..., ale především je třeba se vzdalovat vod mrtvých, ... čemuž se snadno vyhneme, budeme-li stavět na místech vyvýšených a veselých ... takže si tam obyvatelé udržují zdraví a veselí“

Andrea Palladio, 1. kapitola 2. Knihy o architektuře¹⁴⁹

1. Podívejte se, odkud je nejkrásnější výhled
2. Přečteme si konfiguraci terénu metodou „kam teče voda?“
3. Prozkoumáme dráhu slunce pro celý rok metodou „kam padá stín?“

¹⁴⁴ (SHAHWARZI, 2014 str. 9).

¹⁴⁵ (HLAVÁČEK, 2013)

¹⁴⁶ (HLAVÁČEK, 2013 stránky 83-86)

¹⁴⁷ (VALE, 1991)

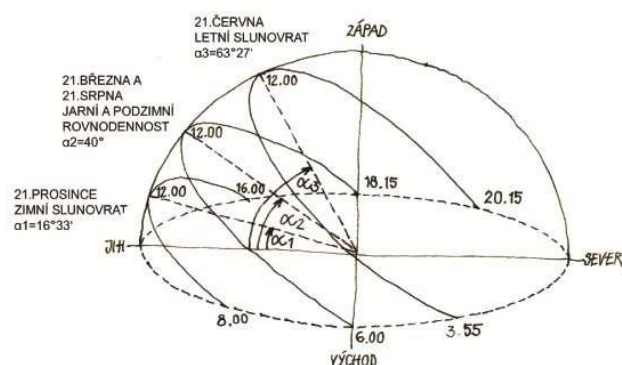
¹⁴⁸ (XENOFÓN, 1972).

¹⁴⁹ (HLAVÁČEK, 2013 str. 83)

4. Zjistíme, odkud fouká nejčastěji v zimě vítr, jaký bývá výskyt mlh. Místní mikroklima je k přečtení z flóry a fauny, vždy se najde alespoň trs trávy či něco málo mechorostů. Vhodná pro tvorbu mikroklimatu je metoda „proudící vody nebo jezera a větru.

datum	hodina	azimut [°]	výška nad horizontem [°]
22.12. zimní slunovrat	9.00	41°	6,5°
	12.00	0°	16,5°
	15.00	41°	6,5°
21.3. 23.9. rovnodennost	7.00	78,5°	9,5°
	12.00	0°	40°
	17.00	78,5°	9,5°
21.6. letní slunovrat	6.00	105,5°	18°
	12.00	0°	63,5°
	18.00	105,5°	18°

v číslech



graficky

Obr. 59 Parametry slunce pro Prahu 50 s.š.

2. Krok – Hmotové řešení

Základem je návrh hmoty stavby v souladu s chodem slunce a získání co největšího využitelného podílu sluneční energie pro její provoz. Nutností je optimalizovat tvar a sklon osluněných ploch, teplotně zónovat dispozice vzhledem ke světovým stranám a omezit tepelné ztráty objektu. Prvotní je orientace ke světovým stranám, na severní polokouli v našich zeměpisných šířkách je ideální **jižní orientace**, která přináší nejvíc slunce v zimě a nejméně v létě (snadným stíněním – viz Sokratův dům), oproti východu a západu (nízká výška slunce). Sever je zhusta neblahý.

5. Azimuty a výšky slunce pro ráno, poledne a večer, a to pro 15. den v každém měsíci (samozřejmě stačí tak učinit jen pro polovinu roku) metodou Sokratův dům, pozor na lokální horizont.

6. A/V (m^2/m^3)
7. Použijeme metody „aerodynamický tunel“ nebo „proudící voda“. Při řešení přístupu, a to nejen vzduchu hledáme nepřehrazený „hladký“ tok bez vírů a peřejí, při omezování přístupu, například při snižování ochlazování stavby větrem, hledáme proudění plně turbulentní, které snižují rychlost, v praxi jsou to představené nevytápěné části staveb, trelází počínaje a lodžiemi nekonče.
8. Nejúčinnější větrnou „brzdou“ je svíslá tyč, hlavně když není sama.
9. Říďte se pravidlem: hmota stavby – kompaktní, vše ostatní – rozevláté.
10. Nahradte na objektu zeleň ztracenou zastavěním, získáte kyslík, klimatizaci, stín a ptačí zpěv a odstraníte hluk a prach. Nevěřte pověstem o pavoucích a jiné fauně lezoucí z popínavé zeleně do obydlí.
11. Nebojte se přiměřeně použít základní pravidla feng shui.

3. Krok – Pasivní využití sluneční energie

David Oppenheim ve svém zásadním článku v AD v roce 1978 klasifikoval pasivní solární architekturu na pět principů využití slunečního záření pro vytápění a na pět principů pro chlazení. Pasivní sluneční systémy, založené na principech elementární fyziky, umožňují získat velkou část dopadající sluneční energie celkem zadarmo, stačí k tomu jen **chytrá architektura** (viz níže příloha Chytrá architektura – Smart Buildings).

12. Znovu se podíváme, nejde-li ještě více otevřít stavbu slunci.
13. Ověříme si optimální azimut, sklon a velikost absorpčních ploch vzhledem k výškám slunce v průběhu roku.
14. Optimalizujeme pohyblivé a potrubní systémy, aby byly krátké a dobře se udržovaly.
15. Navrhujeme chytrou akumulaci tepla, nejlépe „sdílenou“.
16. Nezapomeneme na vliv barevnosti ploch na absorpci tepla včetně těch zrcadlových.
17. A ještě jednou, nebojte se přiměřeně použít základní pravidla feng shui.
18. Vše si ověřte pomocí „ekologických parametrů“.

4. Krok – Aktivní využití sluneční energie

Aktivní prvky sluneční energetiky jsou definovány oběhem teponosného média, plynu, kapaliny nebo elektrického proudu. Čtvrtý krok je pověstnou třesničkou na dortu. Z architektonického hlediska se jedná o integraci technických zařízení do budovy a jejího pláště, jejich účinnost musí zaručit předchozí tři kroky. Z technického hlediska se jedná o sluneční kolektory a panely všeho druhu napojené na akumulátory nebo sdílené sítě, dále pak o aerogenerátory, tepelná čerpadla, kogenerační jednotky, bioplynové stanice a další překvapivé technické vynálezy sluneční energetiky. Jednoduše řečeno, jde o technická zařízení na

transformaci energie slunce (ve všech svých podobách), která dnes převážně používají jako teplotonosného média plyn, kapalinu nebo elektrický proud.

19. Vše, co jsme si řekli o pasivních systémech, platí i o systémech aktivních.
20. Integrace aktivních systémů se musí držet za ruku s architekturou, jsou partnery.
21. Kolektorové plochy, výměníky, aerogenerátory a vše ostatní, musí být snadno přístupné.
22. Transparentní plochy odrazem slunečního světla oslňují a mohou ohrozit dopravní trasy, naopak svou transparentností ohrožují letící ptáky, dobrým řešením je umístit nad plochu siluetu dravce, nejlépe jako větrnou korouhvičku, není nad pohyb.
23. Aktivní systémy stárnou rychleji než stavba a budou se vyměňovat, šikovné řešení integrace není na škodu, to platí i o akumulátorech a ty bývají objemné.
24. Vše si ověřte pomocí „ekologických parametrů“.

Ekologické parametry:

1. **Geometrická charakteristika – A/V**
určuje poměr ochlazovaných obalových konstrukcí a obestavěného prostoru, závisí na absolutní velikosti budovy, proto vypočtené A/V porovnáváme s krychlí o stejném objemu ($A/V_{\text{krychle}}=100\%$).
2. **Oslunění otvory**
určuje maximální velikost osluněného otvoru v poměru k podlahové ploše tak, aby byla zajištěna tepelná pohoda interiéru v letním období.
3. **Energetická bilance prosklené plochy**
určuje pasivní využití sluneční energie.
4. **Aktivní solární prvky**
určuje využití aktivních solárních prvků a využití sluneční energie k ohřevu teplé vody a podpoře vytápění.
5. **Zeleň na objektu**
vyjadřuje podíl zeleně použité na objektu a uvnitř objektu k celkové zastavěné ploše objektu a zpevněných ploch.
6. **Tepelná bilance budov**
určuje potřebu tepla na vytápění objektu ve vztahu k užité ploše.

ABYCHOM MINIMALIZOVALI ENVIROMENTÁLNÍ DOPAD NA ENERGETICKOU SPOTŘEBU, MĚLI BYCHOM ZVÁŽIT TZV. 3STUPŇOVÝ PŘÍSTUP¹⁵⁰:

ZA PRVÉ analyzovat, jak je energie v budově distribuována a spotřebována, a navrhnout řešení, která jsou alespoň stejně efektivní, ale mnohem méně náročná na spotřebu energie.

ZA DRUHÉ, pokud není možný tzv. zero-energy design (nulová bilance spotřeby z alternativních zdrojů:- sluneční energie, geotermálních čerpadel apod.), je nutné použití aktivních prvků, které zefektivní nakládání s energií. 3. report IPCC odhaduje, že 30 % redukce CO₂ může být dosažena do roku 2020 a 60 % z této redukce díky mnohem vyspělejším a efektivnějším spotřebičům a lepší tepelné izolaci (IPCC 2001¹⁵¹).

ZA TŘETÍ, výsledné redukované energetické požadavky by měly být zásobovány z alternativních nebo obnovitelných nízko-emisních CO₂ zdrojů.

POKUD SE NÁM POVEDE MINIMALIZOVAT ENERGETICKOU NÁROČNOST BUDOV, PAK JE ZÁSOBENÍ ALTERNATIVNÍMI ČI OBNOVITELNÝMI ZDROJI PROVEDITELNÉ.

¹⁵⁰ (HEGGER, 2008 str. 14).

¹⁵¹ (Intergovernmental panel on climate change, 2001).

HISTORIE ZELENÉ ARCHITEKTURY-PŘÍLOHA

Zájem o ochranu přírody má kořeny už v 19. století v době romantismu během průmyslové revoluce, industrializace a růstu měst. Základem se stala přírodovědecká disciplína ekologie, založená německým biologem Ernstem Haeckelem¹⁵². „Ekologie je biologická věda, která se zabývá vztahem organismů a jejich prostředí a vztahem organismů navzájem. Ekologií také rozumíme filozofii vztahu člověka a přírody, vztahu lidského a ostatního života“¹⁵³.

Moderní hnutí za ochranu životního prostředí se z velké části datuje od vydání publikace Rachel Carsonové v roce 1962 v USA pod názvem *Mlčící jaro* „*Silent Spring*“¹⁵⁴, kde autorka dává do souvislosti chemizaci (DDT¹⁵⁵), používání pesticidů a ekologickou katastrofu. Kniha, byť byla koncipována jako vědecká studie, zapůsobila na širokou laickou veřejnost. Nešlo o zvýšení povědomí o pesticidech, ale o to, jak se změnilo chápání přírody jako takové.

Následný zákaz používání DDT a založení USEPA (United States Environment Protection Agency) jsou z velké části připisovány právě publikaci *Mlčící jaro*. Kromě Rachel Clarksonové je americký moderní environmentalismus spojován s americkým protikulturním myšlením v 60. letech 20. století, vystiženým v knize *Whole Earth Catalogue* od Stewarda Branda¹⁵⁶, také nazývanou biblí environmentalistů, a *Dome Cookbook* od Steva Baera.¹⁵⁷

Naléhavost ochrany životního prostředí byla upevněna na konferenci OSN 5. června 1972 ve Stockholmu¹⁵⁸ (Mezinárodní den životního prostředí). Ukotvily se zde pojmy jako *Human Environment* a heslem konference se stalo „Pouze jedna země“ – „*Only One Earth*“. Této konferenci předcházela kniha „*Meze růstu*“ (*Limits of Growth*) od manželů Meadowsových¹⁵⁹. Díky počítačovému modelu země dospěli k děsivému závěru, že pokud bude pokračovat hospodářský růst stejně jako v letech 1900–1970, lidstvo překročí udržitelné limity Země ve velmi dohledné době, ať už znečištěním, nebo vyčerpáním některých z přírodních zdrojů.¹⁶⁰

Nejen americké, ale i evropské moderní dějiny dokumentují průsečík environmentalismu s architekturou. Americké a britské stavitelství stálo v 70. letech minulého století na začátku environmentálního uvědomění

¹⁵² Ernst Haeckel, německý biolog, představitel darwinismu, zakladatel ekologie, fylogeneze a biogenetického zákona.

¹⁵³ (SCHLEGER, 2008 str. 17).

¹⁵⁴ (CARSON, c1994).

¹⁵⁵ DDT – organochlorid, nejstarší a nejznámější pesticid.

¹⁵⁶ BRAND, Stewart, ed., *Whole Earth Catalogue* (Portola Institute, 1968).

¹⁵⁷ BAER, Steve, *Dome Cookbook* (Corrales,: Lama Foundation, 1997).

¹⁵⁸ Stockholmská konference 1972 – základní mezník v názoru na životní prostředí ve světovém měřítku.

¹⁵⁹ (MEADOWS, 1972).

¹⁶⁰ (HLAVÁČEK, 2013).

potřeby začít šetřit s energií. První den Země v roce 1970 a OPEC ropná krize v 1973¹⁶¹ vedly k současné Zelené architektuře „Green Architecture“ počínající 90. lety.

Když úspora energie, „Energy Conservation“, vstoupila do významné diskuze v Evropě a Americe v 70. letech, tzv. Appropriate Technology – AT ¹⁶²(vhodná technologie), nastoupila paralelně z protikulturního okraje do mainstreamu.

Příznivci AP zpochybňovali aplikaci špičkových technologií a konvenčního ekonomického růstu. V roce 1968 Intermediate Technology Development Group (ITDG) zorganizoval setkání na škole Sv. Kříže při Oxfordské univerzitě, kde představil koncept střední technologie (Intermediate Technology)¹⁶³, který následně nahradil pojem AT (Appropriate Technology) v roce 1973.

E. F. Schumacher (britský ekonom německého původu), příznivec Gándhího, považovaný za průkopníka AT, přišel s termínem Intermediate Technology v roce 1973 po návštěvě Indie. Existují prameny, které považují Mahátmu Gándhího za jednoho z prvních environmentalistů. Jak Gándhí řekl: „Zeměkoule má dost pro každého, ale ne pro sobectví každého“ ¹⁶⁴. V Schumacherově knize Malé je milé (Small is Beautiful), zpochybňuje myšlenku růstu konvenční ekonomiky, která považuje přírodní zdroje za příjem spíše než za investiční kapitál.

Schumacher vyzval k paradigmatickému posunu ve způsobu, jakým ekonomové vnímají přírodní zdroje. Fosilní paliva pro ně byla určitou samozřejmostí. Kniha „Malé je milé“ se stala bestsellerem dle deníku Times a jednou ze 100 nejvlivnějších knih 20. století.

Z jeho pohledu na ekonomii definoval Schumacher Intermediate Technology jako prostředek pro venkovské obyvatelstvo, které by si mohlo život zlepšit jednoduchými nástroji s vysokým podílem lidské řemeslné práce bez spoléhání na industrializaci. IP jsou jednoduché a praktické nástroje, základní stroje a systémy, které si ekonomicky znevýhodnění obyvatelé či venkovský lid může v dané lokalitě dovolit pořídit nebo sestavit z dostupných materiálů, ke zlepšení jejich situace. IP je navrženo tak, aby se orientovalo na člověka a ne na stroje, a je tedy více v harmonii s prostředím a člověkem v tradičním slova smyslu.

Znepokojení s lidským dopadem na životní prostředí rostlo exponenciálně v 80. letech, kdy byla environmentální diskuze posilována industriálními nehodami, jako např. **1984 Bhópálský incident**, kde došlo

¹⁶¹ Ropná krize 1973 – došlo k nebezpečnému politickému vývoji na Blízkém východě, který vyvolal těžkou hospodářskou krizi v celém západním světě. OPEC – Organization of the Petroleum Exporting Countries, vyhlásil stop vyvážení ropy do západní Evropy, USA a Japonska, jako reakci na jejich podporu Izraele proti Sýrii a Egyptu.

¹⁶² (RYBCZYNSKI, c1991).

¹⁶³ (SCHUMACHER, 1974).

¹⁶⁴ (HLAVÁČEK, 2013).

v centrální části Indie k úniku smrtelného plynu z americké továrny na pesticidy a zemřelo přes 2 500 obyvatel. V roce 1986 došlo k **havárii jaderné elektrárny Černobyl**, která měla na svědomí evakuaci 50 000 obyvatel z města Pripjat a nedozírné důsledky téměř pro celou Evropu, a v neposlední řadě **1989 Exxon Valdez** – Exxon mobil byla ropná společnost a Valdez aljašský přístav, kde došlo k havárii tankeru a došlo k úniku 10,9 miliónu galonů ropy do oceánu.

Tyto incidenty zdůraznily rozsah lidských aktivit a jejich dopad na životní prostředí. V roce 1987 rada Organizace spojených národů zřídila komisi WCED (World Commission on Environment and Development), která se do podvědomí dostala pod pojmem Brundtland commission¹⁶⁵, dle její předsedkyně Gro Harlem Brundtlandové, norské premiérky. Zpráva komise předsedkyně Brundtlandové, též známá jako Naše společná budoucnost (Our Common Future), představila termín udržitelnost „sustainability“ do diskurzu v oblasti životního prostředí, a tím transformovala pohled na architekturu a založila tak Zelenou architekturu „**Green architecture**“. Výsledkem této zprávy je: Ekonomický rozvoj se v žádném případě nesmí zastavit, naděje je naopak v jeho urychlení. Je však zásadně potřeba změnit jeho podobu – rozvoj se musí stát trvale udržitelným.

Zpráva paní Brundtlandové definovala udržitelný rozvoj jako „zlepšování životní úrovně a blahobytu lidí v mezích kapacity ekosystému při zachování přírodních hodnot a biologické rozmanitosti pro současné a příští generace“. Tuto tezi přijal evropský parlament a pro nás v českém zákoně o životním prostředí je udržitelný rozvoj definován jako: „takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.“

Zpráva identifikuje nadměrnou fyzickou spotřebu přírodních zdrojů bohatými a existenci hrozné bídy chudých jako environmentální problém. Dále zdůrazňuje, že udržitelnosti nelze dosáhnout bez sociální spravedlnosti, protože vyžaduje nejen spravedlivé rozdělení zdrojů v průběhu času pro budoucí generace, ale také v prostorové synchronizaci, čímž překlene propast mezi bohatými a chudými národy. Zpráva předepsala omezení ve spotřebě energie pro bohaté národy, což mělo přímý a výrazný dopad na definici udržitelné architektury.

Po zprávě paní Brundtlandové roku 1987, byla dalším významným mezníkem v historii Zelené architektury formulace Agendy 21 na tzv. Summitu země, během konference Organizace spojených národů o životním prostředí a rozvoji v Riu de Janeiro roku 1992.¹⁶⁶

¹⁶⁵ (Zpráva mezinárodní komise OSN pro životní prostředí, 1991).

¹⁶⁶ (SITARZ, c1993).

Agenda 21 – normativní plán pro udržitelný rozvoj, obsahoval konkrétní pokyny pro praktikování udržitelné architektury. Klíčové body v Agendě 21 pro udržitelné stavebnictví jsou použití původních materiálů a technologií, stavební technologie s vysokým podílem lidské práce, energeticky úsporné návrhy, recyklace materiálů, předcházení vzniku odpadů, rozvoj znalostí o vlivu staveb na životní prostředí a stavění svépomocí pro chudé národy. Tento akční plán definoval udržitelný rozvoj pro různé oblasti. Jedinou cestu, kterou Agenda 21 sleduje, je sladění ekonomického rozvoje s ekologickými principy. Kvantitativní růst výroby a spotřeby má nahradit kvalitativní rozvoj s ohledem na zásoby přírodního bohatství, kvalitu životního prostředí a sociální spravedlnost v zemích třetího světa.¹⁶⁷

Postupem času se naléhavost hledání řešení prohlubovala. V roce 1997 zasedalo OSN a verdikt setkání zněl, že devastace životního prostředí postupuje rychleji, než se předpokládalo. Na základě toho byly při Světovém summitu OSN v Johannesburgu roku 2002 vytyčeny tři základní pilíře udržitelnosti – ekonomický, environmentální a sociální. Cílem je hledat mezi těmito pilíři rovnováhu a žádný neprohlášovat za důležitější.¹⁶⁸

Rekapitulace plánu pro udržitelný rozvoj se konala po dvaceti letech v Riu de Janeiru, tzv. RIO+20. Definovala reálné problémy a hrozby a teoretické návrhy na jejich řešení. Problém, který však nadále zůstává, je, jak optimalizovat hospodářský rozvoj a požadavky na ochranu životního prostředí. Tzv. Green Economy počítá s tím, že ekologické jevy souvisejí se sociálními jevy. Šestinu světové populace tvoří obyvatelé rozvojových států OECD (33 států, většinou členové OSN). To bohužel k úspěchu nestačí a je třeba jednat planetárně. Existují skupiny přímo a dramaticky ovlivněné vlivy změn klimatu jako např. Střední Afrika a její obrovská sucha s nedostatkem vody, nebo např. malé ostrovní státy (AOSIS), kterým hrozí zatopení. Abychom mohli navrhnout řešení záchrany před nevyhnutelným osudem, musíme rozklíčovat a identifikovat jednotlivé problémy, a musí být jasná jejich závažnost a akutnost.¹⁶⁹

Metoda tzv. kvantifikace planetárních mezí je jednou z navržených metod v Riu+20. Zatím se jedná o devět bodů, z toho většina ještě nemá stanoveny meze:

1. Změna klimatu – globální oteplování – mezí je zvýšení průměrné teploty o 2 °C od začátku průmyslového věku.
2. Ochrana ozónové vrstvy – mezí je zeslabení o 15 % oproti normálu
3. Aerosoly – znečištění ovzduší jemnými částicemi
4. Zachování zdrojů pitné vody – udržení produkce potravin
5. Acidifikace oceánu – rozpouštění CO₂ v oceánu

¹⁶⁷ (HLAVÁČEK, 2013).

¹⁶⁸ (HLAVÁČEK, 2013).

¹⁶⁹ (HLAVÁČEK, 2013).

6. Využití území – zvětšování zemědělských ploch, nadměrná urbanizace, úbytek pralesů
7. Biochemické cykly – umělé zvyšování hladiny dusíku a fosforu v životním prostředí
8. Biodiversita – ubývání biologické diversity
9. Chemická kontaminace

Tento výčet se bude časem aktualizovat o mezní hodnoty. Stejně jako Kjótský protokol z roku 1997, ve kterém se průmyslové země zavázaly k redukci snížit emise skleníkových plynů do let 2008–2012 o 5,2 % ve srovnání s rokem 1990. Další snížení emisí o 20 % do roku 2020 vyhlásilo EU pokjótské období. ¹⁷⁰

¹⁷⁰ (HLAVÁČEK, 2013).

ČASOVÁ OSA VÝVOJE ZELENÉ ARCHITEKTURY-PŘÍLOHA¹⁷¹

1962	Rachel Carsonová: Mlčící jaro – souvislost mezi chemizací (DDT) a ekologickou katastrofou
1970	22.4.: 1. světový Den Země – USA studentské protesty proti znečišťování přírody
1972	duben, Meadows et. Al.: Meze růstu – materiál pro konferenci OSN
1972	červen, Stockholm – konference OSN, název Only Earth, poprvé použit termín životní prostředí – prokázána globální distribuce znečištění – kyselá dešť
1974	vznik ozónové díry – způsobila lidská civilizace
1987	Gro Harlem Brundtlandová: Naše společná budoucnost. Zpráva zvláštní komise OSN – poprvé použit termín a definice Trvale udržitelný rozvoj
1992	Rio de Janeiro – konference OSN Summit Země – Agenda 21
1997	zasedání OSN – devastace životního prostředí postupuje rychleji, než se předpokládalo
2002	Johannesburg – Světový Summit OSN – žádný současný rozvoj nemá udržitelný charakter – tři pilíře udržitelného rozvoje: sociální, ekonomický, environmentální – implementace Agendy 21
2012	OECD outlook – globální rizika – změna klimatu (např. nové normy odolnosti staveb), voda (40 % potravin je pěstováno pomocí závlah) biodiverzita (vymírání opylovačů), ohrožení zdraví (80 % energie z fosilních paliv – CO ₂ , 50 % populace žije ve městech)
2012	červen, Summit Rio +20: Konference OSN o udržitelném rozvoji – Green Economy – kvantifikace planetárních mezí

¹⁷¹ (VAŠOURKOVÁ, 2011)

CHYTRÉ BUDOVY-PŘÍLOHA

Příloha vypracována na základě knihy *Energy Manual, kapitola Sustainable architecture*.¹⁷²

Ve spojení s provozem budov používáme environmentální energie pro přirozené osvětlení, pro větrání – tam, kde je to potřeba psychologicky nebo z údržbářských důvodů – pro vytápění, chlazení a tam, kde je to potřeba pro generování elektrické energie fotovoltaickými články nebo solárními kolektory.

Často se stává, že tyto atributy budovy se dostávají do vzájemného konfliktu jeden s druhým. Záleží na sezóně, části dne a počasí, způsobu využívání, doby provozu různých typů budov atd. Očekává se, že tyto chytré budovy umějí reagovat na prostředí pružně a rychle.

Technologie chytré budovy působí jako mozek a nervový systém lidského těla. Je zde řídicí systém, který vyhodnocuje okolní podmínky (denní světlo, počasí) a reguluje vnitřní podmínky budovy (teplota, přirozené či umělé světlo, generování tepla, chladu a jejich následná distribuce objektem, větrání a výměna vzduchu), a v závislosti na podmínkách pracuje i s pohyblivými částmi obálky budovy (venkovní stínicí prvky, vnitřní stínicí prvky), které zatahuje či vytahuje, naklání je dle úhlu dopadu světla, a to vše na základě řídicí jednotky a jejího nastavení bez běžného zasahování uživatelem. Automaticky snižuje či zvyšuje hladinu osvětlení v interiéru na základě způsobu využívání, otvírá a zavírá větrací klapky, spíná odvlhčovače a další podpůrné systémy pro zajištění požadovaného komfortu.

Je otázkou, jaký má být správný poměr mezi touto automatizací, jejími jednotlivými prvky, komfortem budovy, jejich uživateli a provozními náklady.

Nadměrná a často nadbytečná automatizace budovy zpravidla vzbuzuje otázku zranitelnosti celého systému nebo jeho komponent. Jedná se o výpadky elektrické energie, životnost jednotlivých prvků, jejich spolehlivost a efektivitu, vyšší pořizovací náklady a uživatelskou podřízenost systému (nemožnost si otevřít okno, manuálně ovládat stínicí prvky, regulovat teplotu apod.).

Vzhledem k povaze těchto budov je nutno si uvědomit, že uživatel se prakticky stává podřízeným budovy, ve které žije nebo pracuje. Jedna strana je rodinné bydlení, do kterého uživatelé vstupují dobrovolně a jsou obeznámeni se všemi důsledky plynoucími z plně automatizovaného či chytrého domu. Na druhou stranu jsou zde zaměstnanci velkých firem, pracující v moderních prosklených budovách, které jsou nastaveny tak, aby regulovaly vnitřní prostředí na optimální teplotu, vlhkost a výměny vzduchu tak, že neumožňují uživatelům otvírat okna, při slunečném dni stáhnou stínicí prvky a nechají je na pospas umělému osvětlení a tak dále.

¹⁷² (HEGGER, 2008 str. 190).

UDRŽITELNÉ TECHNICKÉ ZÁZEMÍ BUDOV

Existují tři významné aspekty pro udržitelné technické zázemí budov¹⁷³:

1. Ekologické následky technických zázemí budov

Při používání fosilní a jaderné energie, využívání ubývajících přírodních zdrojů by mělo užívání být co nejstřídmější z hlediska minimalizace environmentálních problémů naší planety. Garance vysoké energetické účinnosti a používání alternativních zdrojů energie je základ. Minimalizace produkce CO₂, nejlépe produkce nulová, by neměla být dodržována pouze na úrovni individuální stavby, celých komplexů budov nebo dokonce čtvrtí, ale i na regionální či národní úrovni. Používání alternativních zdrojů energie si bohužel vyžaduje vysoké investiční náklady a složité technologie. Měli bychom brát v úvahu, jakou ekologickou stopu po sobě tyto technologie nechávají (např. fotovoltaické panely). Poslední, ale neméně důležité je zohlednit logistické náklady spojené s vysokou spotřebou média (např. biomasa).

2. Estetika a architektonická kvalita

Technické zázemí budovy (TZB) ve velké míře ovlivňuje celkový vzhled návrhu, jeho provozní schéma a funkčnost. Když mluvíme o udržitelnosti, nelze na TZB koukat jako na soubor technických prvků, které si poskládáme z katalogu a vsadíme do domu dle platných norem a technických požadavků na výstavbu. Nemůžeme je do domu navrhovat jako „doplňky“ ve smyslu technického vybavení, abychom mohli dům prohlásit za provozuschopný. Místo toho by celkové řešení a koncepce TZB měla jít ruku v ruce s návrhem budovy už od prvních fází projektu, jako je studie či prvotní analýzy a bilanční objemové studie. V současnosti díky výpočtovým modelům dokážeme celkové řešení a jeho provoz simulovat a zohlednit TZB v estetické stránce designu budovy. TZB přímo ovlivňuje uživatele budovy. Jednoduchost řešení a intuitivnost ovládání je základem pro udržitelné užívání (Sustainable Usage).

3. TZB je vždy svázáno s finančním kapitálem

Ve smyslu jejich výroby, pořizovacích nákladů a provozních nákladů (cena média, servis a údržba). Optimalizace je možná pouze tehdy, kdy bereme v úvahu životnost jednotlivých komponentů TZB. Jedním aspektem je pečlivé navrhování komponentů s odlišnou životností a možnost opotřebované prvky jednoduše vyměnit.

Obnovitelné zdroje energie jsou správnou volbou pro environmentálně šetrná řešení. V případě používání energie pouze z obnovitelných zdrojů se energetická spotřeba budovy nejeví jako

¹⁷³ (HEGGER, 2008 str. 110).

relevantní. Co je ale problém, jsou náklady spojené s přeměnou energie, jako jsou například geotermální čerpadla. Jde především o pořizovací náklady, servis a údržbu.

Výběr vhodného zdroje energie a koncepce trasování a řešení TZB musí být zakotveno už v prvopočátcích návrhu. K TZB by se mělo přistupovat rovnocenně s architekturou, estetikou, funkční náplní a ekologií.

HISTORIE TZB Z POHLEDU UDRŽITELNÉ ARCHITEKTURY

Technické zázemí budov se stalo samostatnou disciplínou na prahu 20. století i přesto, že drtivá většina principů byla vyvinuta mnohem dříve. Nesčetné historické příklady z arabského světa dokazují inteligentní sestavy technických systémů větrání, vytápění a stínění používaných k docílení tepelné pohody obyvatel tamních staveb (obrázek str. 111 Energy Manual). Schéma používání větru, vypařování vody a tepelné proudy k ochlazení přiváděného vzduchu do interiéru. Římané už dávno před naším letopočtem excelovali v používání centralizovaných zdrojů tepla a v inteligentních systémech pro distribuci tepla, kde teplo sálalo ze stěn nebo podlah.

V 18. století lidé začali přicházet s novými nápady, jak efektivně vytápět a navrhovat domy. Jeden z prvních dokumentů na toto téma napsal překvapivě německý duchovní, pan Johann Georg Leutmann. V roce 1920 vydal pojednání „Kalkulace potřeb pro vytápění objektů“. Příkladem může být jedna z tezí dokumentu: „Velikost pece záleží na velikosti vytápěné místnosti.“

19. století

Augustin Mouchot roku 1878 na Světové výstavě v Paříži představuje 1. solární termický stroj. Je patrné, že obnovitelné zdroje energie hrály v 19. století významnou roli.

Jedním z důvodů byl začínající nedostatek uhlí a francouzský král motivoval badatele k hledání nových řešení. Nedostatek uhlí by se dal označit jako jedna z prvních globálních energetických krizí.

Krátce po založení VDI (Asociace německých inženýrů) roku 1856 zveřejnil inženýr Schinz další pokroky mezi kalkulací tepelných potřeb budov a představil termín „tepelné ztráty přenosem energií a větráním“.

V roce 1939 fyzik Alexander Bequerell vynalezl fotovoltaický článek, na jehož principu dodnes generujeme energii ze slunečního svitu. Zajímavostí je, že už v 19. století byly vyčísleny potřeby ploch střech pro fotovoltaické panely. Dokladem je citát amerického fyzika Charlese Fritta: „*Fotovoltaika má šanci pouze tehdy, pokud bude v harmonii s architekturou*“.

Myslím, že toto bez výjimky platí dodnes.

Do 19. století a jeho vynálezů týkající se technických zázemí budov bezesporu patří i objevy na poli termodynamiky, jako je např. komprese a dekomprese, dodnes využívaná při distribuci tepla a chladu.

20. století

Koncem 19. století bylo vydáno mnoho patentů na solární termální kolektory. V USA by se situace v málo zalidněných regionech dala nazvat solárním boomem. Architekti, kteří se začali zajímat o solární architekturu, byli popudem pro německého profesora architektury Richarda Schachnera k napsání první „srozumitelné knihy o technickém zázemí ve stavebnictví“ v roce 1926.

Tři roky poté byla vydána vyhláška a předpis DIN 4701, která obsahovala „pravidla pro výpočet tepelných potřeb budov a dimenzování bojlerů a otopných těles“. Takto 47stránková publikace zahrnovala klimatické zóny pruského meteorologického ústavu, správná řešení větrání, omezení úniků tepla skrze dveře a okna a přehled tepelných vlastností jednotlivých izolačních materiálů. Od roku 1940 se „energie ve stavitelství a architektuře“ stala součástí povinných přednášek a předmětů na stavebních a architektonických školách.

Když industrializace začala zrychlovat stavební průmysl, vyvíjely se nové technologie, technické a strojní zařízení, začaly se novostavby v rozvojových zemích charakterizovat velmi sofistikovanými stroji pro chlazení interiéru, které z hlediska klimatického podnebí neměly vůbec žádný smysl. Tento vývoj volal po zpřesnění požadavků na výstavbu a TZB.

V roce 1967 byl pojem klimatizace „air-conditioning“ zanesen asociací VDI do předpisů pro výstavbu. Do té doby se však stihlo postavit plno satelitů s touto neadekvátní technologií a jejich architektura byla tristní. Během 1940–1960 bylo postaveno plno pilotních projektů a experimentálních staveb, které se snažily dostat maximum ze solární energie pro potřeby vytápění a teplé užitkové vody. Jedním z nich byl MIT solární dům (1939), který měl hned několik pasivních prvků – Trombeho stěnu, aktivní solární termální systém a akumulační prvky pro udržování tepla nebo chladu.

Zásadní průlom těchto technologií se však nekonal, protože konvenční energetické zdroje byly cenově na velmi nízké úrovni.

Bod zlomu nastal při ropné krizi OPEC roku 1973. Mimo ekologické a ekonomické aspekty této katastrofy, novou tažnou silou byl primárně cíl osvobodit se od závislosti na jediném nejistém přírodním zdroji.

Od roku 1980 došlo k významnému pokroku na poli efektivity technických zázemí budov, bojlerů díky novým kondenzačním technologiím, efektivním tepelným čerpadlům a podobně.

Vize energeticky soběstačného domu se podařilo naplnit v roce 1992 ve Freiburgu v Německu, od architektů Holken a Begrhoff.

Současné trendy

Od roku 1990 byl dominantním fosilním palivem zemní plyn. Kondenzační kotle se staly standardem. Hlavní vývoj se teď soustředí na technologie využívající obnovitelné zdroje energie.

Používání biomasy, převážně dřevěných pelet, bylo zavedeno díky efektivním technologiím. Standardní je používání solárních termálních systémů pro teplou užitkovou vodu a fotovoltaické panely se vyrábějí na míru konkrétním požadavkům a atypickým zadáním.

Řízení domů a koncepty automatizace, solární chlazení a baterie jsou stále ve vývoji, ale už i dnes se můžeme s těmito prvky potkávat a dům s neutrální bilancí CO₂ už není utopíí.

OBALOVÉ PLÁŠTĚ BUDOV-PŘÍLOHA

Celá kapitola přílohy Obalové pláště budov vypracována na základě knihy Obalové pláště budov¹⁷⁴, Dvojitě transparentné fasády¹⁷⁵ a Inteligentní skleněné fasády.¹⁷⁶

SYSTÉMOVÉ ZNAKY DVOJITÉ TRANSPARENTNÍ FASÁDY

Dvojitá transparentní fasáda musí svými vlastnostmi naplnit obsah technických termínů:

A. ENERGETICKÁ FASÁDA

Dvojitá transparentní fasáda je založena na teorii fyzikálních meziprostorů. Víceméně jde o energetický nárazový meziprostor, jehož primární funkcí je energie.

Systém dvojitě transparentní fasády také představuje ve svých integrovaných funkcích velmi důležitý – nepřímý, izolovaný pasivní solární systém, dle pohybu média – vzduchu – realizuje přirozenou konvekcí, anebo hybridní solární systém, jak se pohyb média – vzduchu – realizuje nuceným prouděním.

V obou případech tento solární systém pracuje na principu jednoduchého vzduchového kolektoru. Funkci sběrače solárního záření tu tvoří skleněný systém předsazené transparentní fasády (jednoduché, zdvojené) oddělující meziprostor od vnějšího klimatu. Funkci absorberu tu tvoří povrch, funkci akumulátoru zase hmota vnitřní tepelně akumulační stěny. Funkci regulace a distribuce tohoto solárního systému tvoří komplex mechanismů vzduchových otvorů, výustek, žaluzií a kanálů, založený na teorii aerodynamiky, zabezpečující funkční režimy fasády, buď vlivem subjektivního faktoru, nebo na vyšší úrovni bez něho automatizovanými systémy řízení ekologických a energetických procesů v inteligentní budově.

Dvojitá transparentní fasáda se svými energetickými zisky z alternativního zdroje – solárního záření, podílí na energetické úspoře budovy v zimním období, a stejně tak transformací solárního záření na tepelné záření v meziprostoru fasády (+aerodynamika) se podílí na významné redukci tepelné zátěže budovy v letním období.

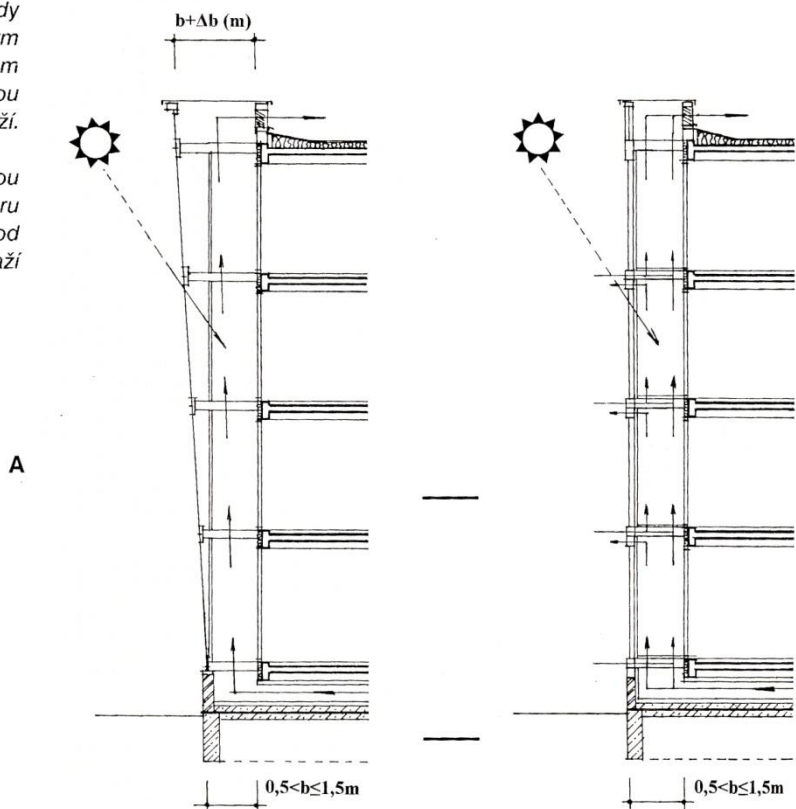
¹⁷⁴ (PUŠKÁR, 2002)

¹⁷⁵ (BIELEK, 2002)

¹⁷⁶ (FLORIÁN, 2005)

Schéma dvojitej transparentnej fasády
s prechodným – chodbovým
medzipriestorom šírky $0,5 < b \leq 1,5$ m
s výškou sekcie H (m) určenej výškou
budovy max. do 6 nadzemných podlaží.

A – riešenie s vertikálne zvyšovanou
šírkou medzipriestoru
B – riešenie s otvormi pre prívod
a odvod vzduchu v každom podlaží



Obr. 60 Schéma dvojité transparentní fasády

B. KLIMATICKÁ FASÁDA

Vývoj moderní architektury vysokých občanských staveb v minulém období dospěl k plně klimatizovaným budovám v zásadě s klimatickými transparentními fasádami. Rozbor těchto budov odhalil jejich ekologické nedostatky z pohledu tvorby optimálního architektonického životního prostředí:

Klimatizační či větrací potrubí s těžkým přístupem nejen k jejich čištění, ale i kontrole, představují hygienický problém pro užívání takových staveb.

Neschopnost propojení aerodynamického propojení architektonického životního prostředí s vnějším klimatem je v podstatě subjektivním vjemem, který nepříznivě ovlivňuje psychický stav velkého množství lidí.

To jsou hlavní důvody současných trendů návratu tvorby architektonického životního prostředí k přírodě.

Dvojitá transparentní fasáda umožňuje koncept přirozeného větrání z meziprostoru fasády, který přináší novou kvalitu psychicko-fyziologické kvality v pracovním či užitkovém prostoru.

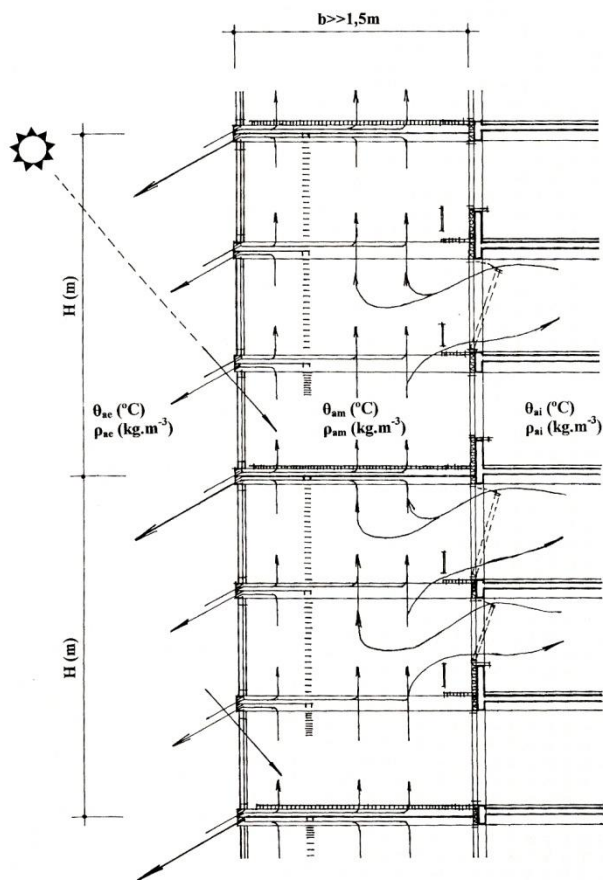


Schéma energetickej klíma fasády s rozsiahlym – halovým medzipriestorom šírky $1,5 < b < 12,0$ m s výškou sekcie 3 – 4 podlaží. Pohyb vzduchu prirodzenou konvekciou – neregulovaný. Čiastkový prívod a odvod vzduchu z medzipriestoru v každom podlaží.

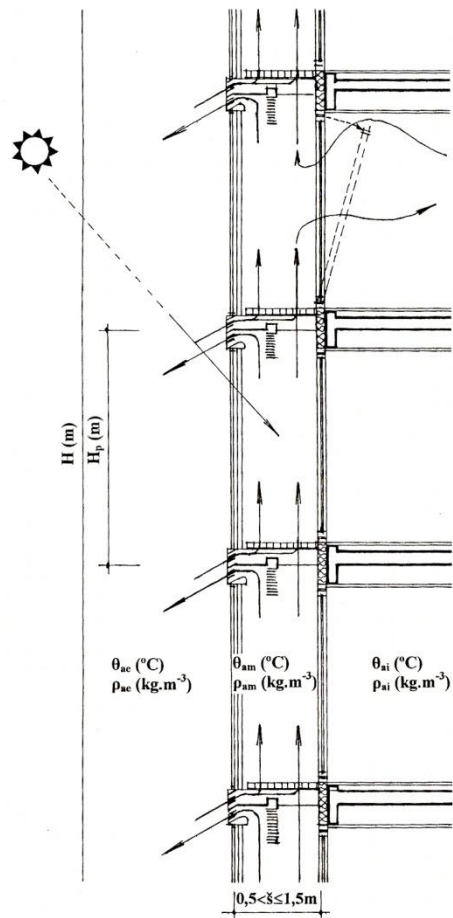


Schéma dvojitej transparentnej fasády s prechodným – chodbovým medzipriestorom šírky $0,5 < b \leq 1,5$ m s výškou sekcie H (m) určenej výškou budovy.

Obr. 61 Schéma energetickej fasády s rozsiahlym halovým medzipriestorom

C. KYBERNETICKÁ FASÁDA

Optimalizací termínů „energetická fasáda“ a „klimatická fasáda“, t.j., optimalizací jejich energetických procesů ve vztahu k alternativnímu zdroji energie slunce a ekologických procesů ve vztahu k tvorbě vnitřního klimatu, tedy sumárně optimalizací klimatického a energetického konceptu budovy musí s vyloučením subjektivního faktoru (člověk) zabezpečovat automatizované systémy řízení fasádní techniky:

AUTOMATIZOVANÝ SYSTÉM ŘÍZENÍ STÍNICÍCH ŽALUZÍ

Automatizovaný systém řízení oken (bezpečnostní blokování), které jsou součástí automatizovaného systému řízení budovy jako celku.

Z hlediska mé disertační práce je velmi podstatná fyzikální funkce meziprostoru v oblasti solární tepelné techniky. Z pohledu tohoto kritéria můžeme dvojitě transparentní fasády rozdělit do čtyř skupin:

A. Dvojitá transparentní fasáda s otevřeným okruhem, bez přímého využití fyzikální podstaty meziprostoru pro techniku prostředí budovy – s možností využívání přirozeného větrání nebo teplovzdušného větrání jádra budovy z meziprostoru založeného na přirozeném proudění vzduchu s poměrně vysokou kontrolou systému.

B. Dvojitá transparentní fasáda s vícenásobnými otevřenými okruhy po výšce sekce meziprostoru, bez přímého využívání jeho fyzikální podstaty pro techniku prostředí budovy s možností využívání přirozeného větrání nebo teplovzdušného větrání jádra budovy z meziprostoru založeného na přirozeném proudění vzduchu s poměrně nízkou kontrolou systému.

C. Dvojitá transparentní fasáda s polootevřeným okruhem, bez přímého využívání fyzikální podstaty meziprostoru pro techniku prostředí budovy, s možností využívání přirozeného větrání nebo teplovzdušného větrání jádra budovy z meziprostoru založeného na přirozeném proudění vzduchu. Je charakteristická pro šachtové systémy klimatických fasád s odvodem vzduchu do uzavřeného prostoru šachty, která umožňuje určitou kontrolu systému. V případě, že je šachta vybavena nuceným odsáváním vzduchu, představuje systém meziprostoru dvojitě fasády s regulovatelným průtokem.

D. Dvojitá transparentní fasáda s uzavřeným okruhem v zimním období, s přímým využitím fyzikální podstaty meziprostoru pro techniku prostředí budov. Představuje vysoce kontrolovatelný systém s nuceným oběhem vzduchu v meziprostoru i v rozvodech techniky prostředí budovy, s možností teplovzdušného větrání anebo vytápění jádra budovy. Pokud dvojitá transparentní fasáda pracuje v režimu s uzavřeným okruhem, potom neumožňuje využívání přirozeného větrání jádra budovy z meziprostoru na základě subjektivního rozhodnutí uživatele prostoru.

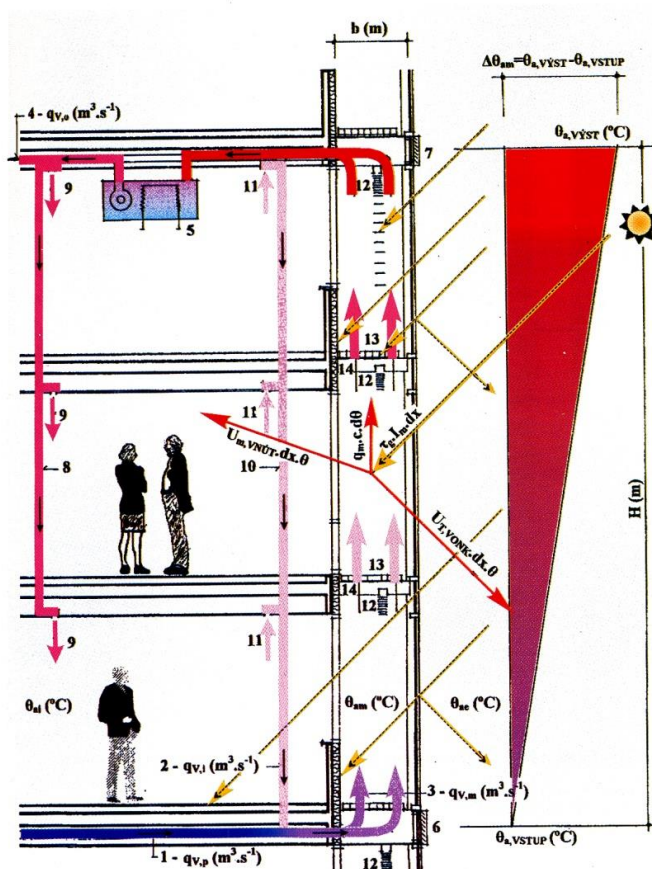
Dynamika pohybu vzduchu v meziprostoru u fasád s uzavřeným okruhem v zimním období

Dynamika pohybu vzduchu v meziprostoru je u dvojitých transparentních fasád s uzavřeným okruhem v zimním období založená na nuceném regulovaném proudění prakticky bez vlivu nestacionárních účinků vnějšího klimatu. Dynamika pohybu vzduchu v meziprostoru v letním období je založena na přirozeném proudění (za bezvětrí a bez účinku solárního záření, za účinku solárního záření a bezvětrí, za účinku větru bez zatížení fasády slunečním zářením, za účinku větru i solárního záření).

U dvojitých transparentních fasád s uzavřeným okruhem v zimním období je možné regulovat přítok vzduchu meziprostorem v letním období technikou prostředí, a to sekundárním přívodem vzduchu uzavřeným potrubím v dolní části výškové sekce meziprostoru. Vzduch dopravený do meziprostoru tímto sekundárním přívodem může být teplotně upravený (ochlazený). Uvedená alternativa zvyšuje účinnost pasivního chlazení budovy v letním období.

Základní provozně-funkční režimy meziprostoru dvojitě transparentní fasády s uzavřeným okruhem

Dvojitá transparentní fasáda s uzavřeným okruhem je charakterizovaná následujícími režimy:



Obr. 5.1.

Dvojitá transparentná fasáda s uzavretým okruhom v zimnom období.

1 - prívod tepelne upraveného vzduchu s prítokom $q_{v,p}$ ($m^3.s^{-1}$), 2 - prívod recyklovaného vzduchu z jadra budovy $q_{v,i}$ ($m^3.s^{-1}$), 3 - prítok vzduchu medzi priestorom klíma fasády $q_{v,m}$ ($m^3.s^{-1}$), 4 - odvod vzduchu do vonkajšej klímy s prítokom $q_{v,o}$ ($m^3.s^{-1}$), 5 - ohrievač vzduchu, 6 - vstupný otvor do medzipriestoru pre prívod vzduchu vonkajšej klímy, 7 - výstupný otvor z medzipriestoru pre odvod vzduchu do vonkajšej klímy, 8 - rozvodné potrubie teplovzdušného vetrania, 9 - výustky pre prívod vzduchu teplovzdušného vetrania, 10 - odvodné potrubie teplovzdušného vetrania, 11 - výustky pre odvod vzduchu teplovzdušného vetrania, 12 - tienidlá medzipriestoru, 13 - rošt vnútorných podlaží medzipriestoru, 14 - konzola nesúca konštrukciu predsadené transparentnej steny

Obr. 62 Dvojitá fasáda s uzavřeným okruhem v zimním období

A. ZIMA – DEN s přímým slunečním zářením. Ploché krátkovlnné sluneční záření, které propustí předsazená fasáda (dle jejího koef. propustnosti) se dělí do dvou částí:

- část krátkovlnného slunečního záření přímo prochází přes nestíněný transparentní systém vnitřní stěny do jádra domu a představuje přímý energetický zisk,
- část krátkovlnného slunečního záření po dopadu na netransparentní plochy meziprostoru je transformována na dlouhovlnné tepelné záření. Toto tepelné záření se dělí do tří složek:

1. transmise tepelného toku přes předsazenou transparentní stěnu do vnějšího klimatu,
2. transmise tepelného toku přes vnitřní stěnu do jádra budovy (nepřímý energetický zisk),
3. teplo odevzdané vzduchu proudícího meziprostorem spotřebované na jeho ohřátí (pokud je využit k teplovzdušnému větrání, tak se jedná o druhý nepřímý energetický zisk).

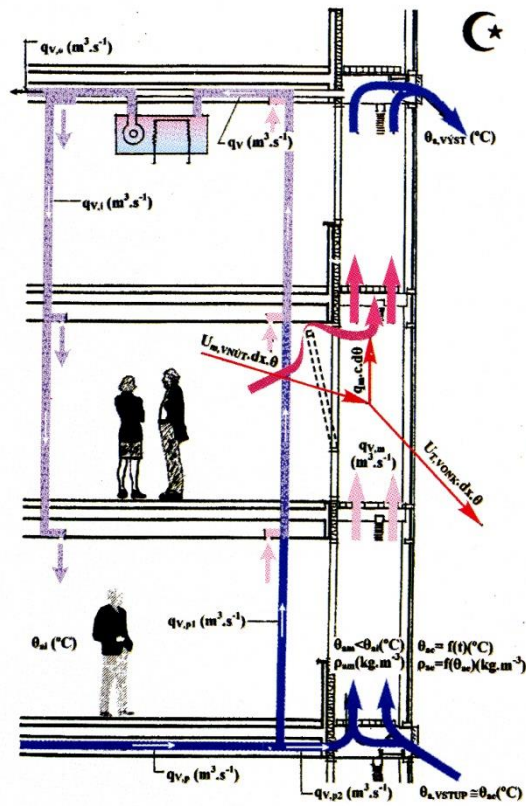
B. ZIMA – NOC, tmavé hodiny dne. Uzavřené přívodní a odvodní otvory v meziprostoru zabezpečují fyzikální závislost meziprostoru s jádrem budovy. Uzavřený vzduch v meziprostoru a předsazená transparentní stěna se spolupodílejí na tepelném odporu dvojitě transparentní fasády a zvyšují její teplotnickou kvantifikaci. V tmavých hodinách dne je možné do meziprostoru dvojitě transparentní fasády s uzavřeným okruhem dovést potrubím tepelně upravený, předeheřtý vzduch s funkcí kontroly mrazu (zabezpečuje požadavek, aby v meziprostoru neklesla teplota pod 0 °C).

C. LÉTO – DEN s přímým slunečním zářením. Vysoké krátkovlnné sluneční záření, které propustí předsazená transparentní stěna v závislosti na jejím koef. celkové propustnosti, záření musí být celé zachycené netransparentními povrchy meziprostoru (stínění, parapet, podlahy meziprostoru apod.) a transformované v něm na dlouhovlnné tepelné záření. Dvojitě transparentní fasády s uzavřeným okruhem umožňují regulaci průtoku vzduchu meziprostorem prostřednictvím techniky prostředí sekundárním přívodem tepelně upraveného vzduchu uzavřeným potrubím.

D. LÉTO – NOC, tmavé hodiny dne. Úloha provozně-funkčního režimu dvojitě transparentní fasády v letní noci se rovná teplotnické regulaci vlastního meziprostoru i obou fasádních stěn, které ho ohraničují. Jde tu v podstatě o pasivní chlazení, jehož podstatou je přirozený pohyb vzduchu nižší teploty meziprostorem, jeho ohřátí konvektivním teplem z povrchů meziprostoru a odvod do vnějšího klimatu. Toto teplo odváděné vzduchem z meziprostoru do vnějšího klimatu představuje v tomto režimu klimatu fasády energetický zisk z hlediska chlazení budovy.

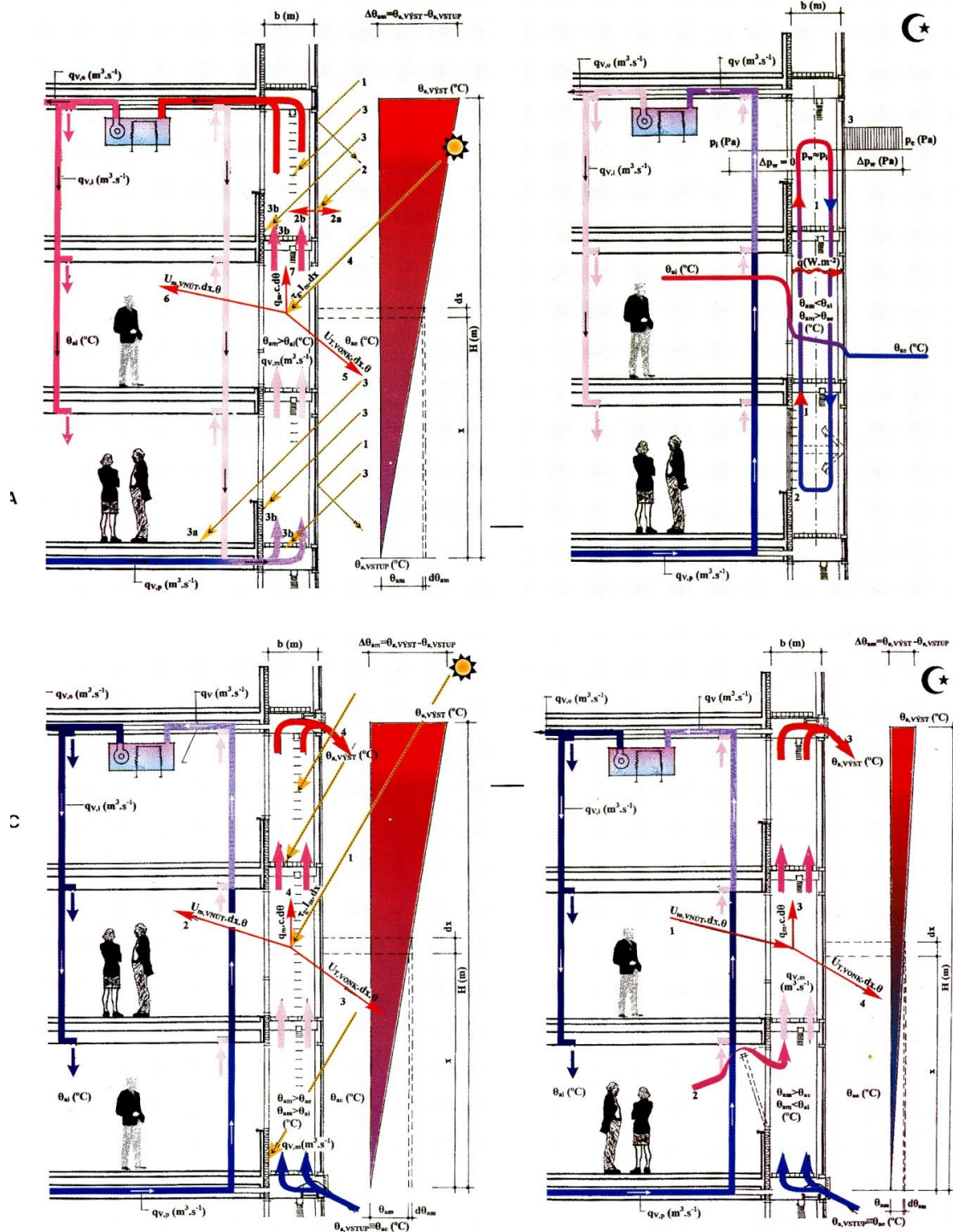
Uvedený chladicí efekt meziprostoru může být u dvojitě transparentní fasády této koncepce znásobený přívodem přirozeně tepelně upraveného (předchlazeného) vzduchu potrubím (např. ze severní strany fasády nebo pohybem přes potrubí vedené v chladnějších částech budovy (např. suterén, garáže). Tento sekundární

přívod vzduchu s nuceným oběhem může plnit i velmi důležitou funkci jako regulace přívodu vzduchu meziprostorem.

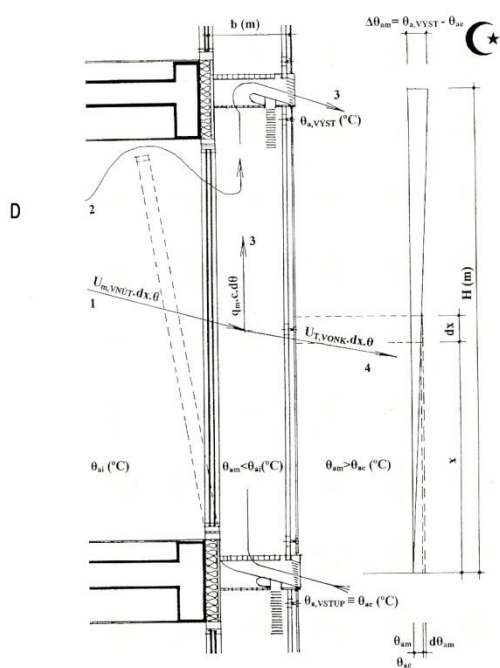
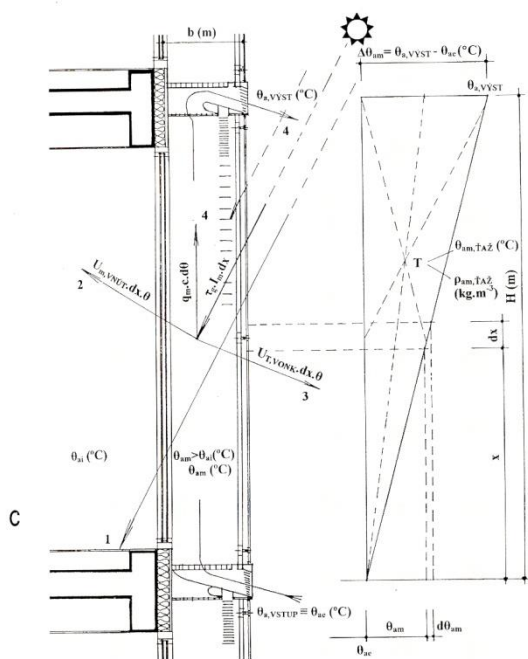


Obr. 5.3.
Schéma pre zvýšenie účinnosti pasívneho chladenia budovy s dvojitou transparentnou fasádou v čase tmavých hodín dňa v letnom období.

Obr. 63 Režim léto – noc



Obr. 64 Dvojitá transparentní fasáda s uzavřeným okruhem, režimy A – zima den, B – zima noc, C – léto den, D – léto noc



Obr. 4.2.
Dvojitá transparentná fasáda s otvoreným oknom.

A. ZIMA – deň s priamym slnečným žiarením

A1. distribúcia plochého krátkovlnného solárneho žiarenia prepusteného vonkajšou transparentnou stenou do medzipriestoru

1 - odrazené krátkovlnné žiarenie, 2 - sklom pohltené žiarenie, 2a - tepelná strata vyžarovaním dlhovlnného žiarenia, 2b - tepelný zisk vyžarovaním dlhovlnného žiarenia, 3 - prepustené priame slnečné žiarenie, 3a - prepustené priame slnečné žiarenie cez sklený systém transparentnej konštrukcie vnútornej steny do jadra budovy - priamy energetický zisk, 3b - prepustené solárne žiarenie transformované v medzipriestore na dlhovlnné tepelné žiarenie - možnosť nepriameho energetického zisku

A2. distribúcia tepla transformovaného zo solárneho žiarenia v medzipriestore

1 - energetická strata transmisíou, 2 - nepriamy energetický zisk (alebo strata) transmisíou, 3 - teplo spotrebované na ohriatie vzduchu v medzipriestore o $\Delta\theta_{am}$ (K), 4 - teplovzdušné vetranie otvorením transparentnej konštrukcie, 5 - teplo odvedené do vonkajšej klímy - energetická strata, 6 - priamy energetický zisk

B. ZIMA – noc, tmavé hodiny dňa

B1. Energetické straty z otvoreného okruhu

1 - tepelný tok transmisíou, 2 - odvod vzduchu do vonkajšej klímy - energetická strata, 3 - tlakový rozdiel vzduchu, 4 - infiltrácia vzduchu, 5 - vetrom hnaný dážď

B2. Zvýšenie teploterapeutickej kvantifikácie dvojitej transparentnej fasády pri nočnom zatvorení prívodných a odvodných otvorov

1 - prirodzené prúdenie vzduchu v uzavretej vzduchovej dutine - konvekcia, 2 - nízko sálavá schopnosť povrchu skleneného systému

C. LETO – deň s priamym slnečným žiarením. Distribúcia vysokého krátkovlnného solárneho žiarenia prepusteného vonkajšou transparentnou stenou do medzipriestoru

1 - tepelná záťaž jadra budovy priamym prenosom solárneho žiarenia cez oba sklené systémy a medzipriestor, 2 - nepriama tepelná záťaž budovy z transmisie tepla vnútornou stenou, 3 - nepriamy energetický zisk z transmisie tepla vonkajšou transparentnou stenou, 4 - nepriamy energetický zisk tepla transformovaného zo solárneho žiarenia v medzipriestore a odvedeného prúdením vzduchu q_m ($\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$) do vonkajšej klímy

D. LETO – noc, tmavé hodiny dňa Princíp chladnutia budovy

1 - chladnutie jadra budovy transmisíou tepelným tokom vnútornou stenou, 2 - chladnutie jadra budovy konvektívnym prúdom do medzipriestoru pri otvorenej transparentnej konštrukcii. Jeho účinok sa zväčšuje priečnym vetraním s prívodom vzduchu do jadra budovy zo severnej strany, 3 - chladnutie medzipriestoru odvozom zahriateho vzduchu do vonkajšej klímy, 4 - chladnutie medzipriestoru transmisíou tepelným tokom vonkajšou transparentnou stenou

Obr. 65 Základní provozně-funkční režimy mezipriestoru dvojité transparentní fasády s otevřeným oknem

Dvojitá transparentní fasáda s otevřeným okruhem je charakterizována následujícími režimy:

A. ZIMA – DEN s přímým slunečním zářením. Ploché krátkovlnné sluneční záření po dopadu na transparentní stěnu zčásti odrazí, zčásti pohltí a zčásti přechází přes předsazenou transparentní stěnu do meziprostoru.

Toto propuštěné sluneční záření je kvantifikované koeficientem celkové propustnosti skleněného systému. Když meziprostor není stíněný, část propuštěného slunečního záření prochází meziprostorem a transparentními konstrukcemi na vnitřní straně přímo do jádra budovy. Tato část solárního záření představuje přímý energetický zisk, a proto dvojitě transparentní konstrukce mají mít velké transparentní plochy i na vnitřní straně. Ta část slunečního záření, která dopadla na netransparentní plochy meziprostoru, se transformuje na dlouhovlnné tepelné záření.

První část tohoto tepla se na základě gradientu teplot šíří transmisí přes předsazenou transparentní konstrukci do exteriéru.

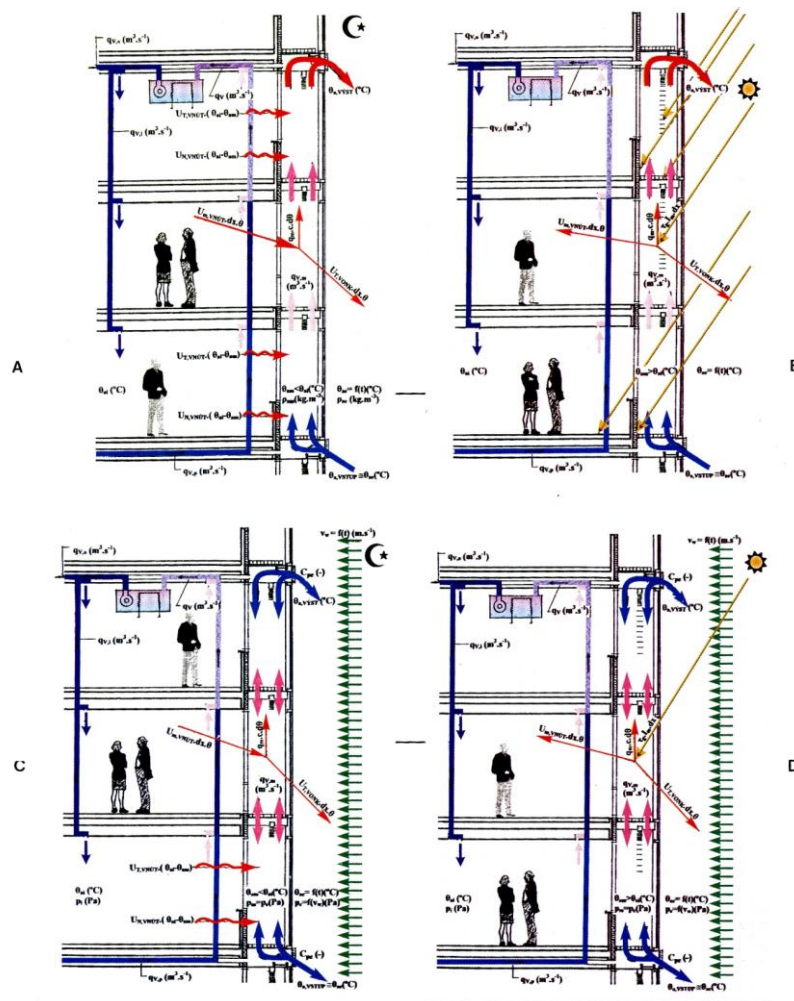
Druhá část tohoto tepla se v závislosti na teplotě meziprostoru (gradient teploty mezi meziprostorem a jádrem budovy) může šířit transmisí do jádra budovy a představuje první nepřímý energetický zisk.

Třetí část tohoto tepla se spotřebuje na ohřátí vzduchu proudícího v meziprostoru. Toto teplo je určující pro teplotní rozdíl mezi teplotou vzduchu vstupujícího do a vystupujícího z fasády. Část tohoto tepla může být při otevření okna či dveří ve vnitřní stěně dvojitě fasády transportována konvekcí do jádra budovy a představuje druhý nepřímý energetický zisk z pasivního teplovzdušného větrání. Část tohoto tepla transportovaná vzduchem přes výstupní otvory do vnějšího klimatu představuje v uvedené koncepci dvojitě fasády energetickou ztrátu.

B. ZIMA – NOC, tmavé hodiny dne. Otevřené přívodní a odvodní otvory v rozvodových kanálech meziprostoru značně redukují ochrannou zónu dvojitě transparentní fasády v obou oblastech teplotní techniky a aerodynamiky. Vzduch vnějšího klimatu přiváděný do meziprostoru se nepatrně ohřívá teplem, které se transmisí šíří přes vnitřní stěnu z jádra budovy do meziprostoru.

Toto teplo je pohybem vzduchu v meziprostoru odváděno ven a představuje tak tepelnou ztrátu.

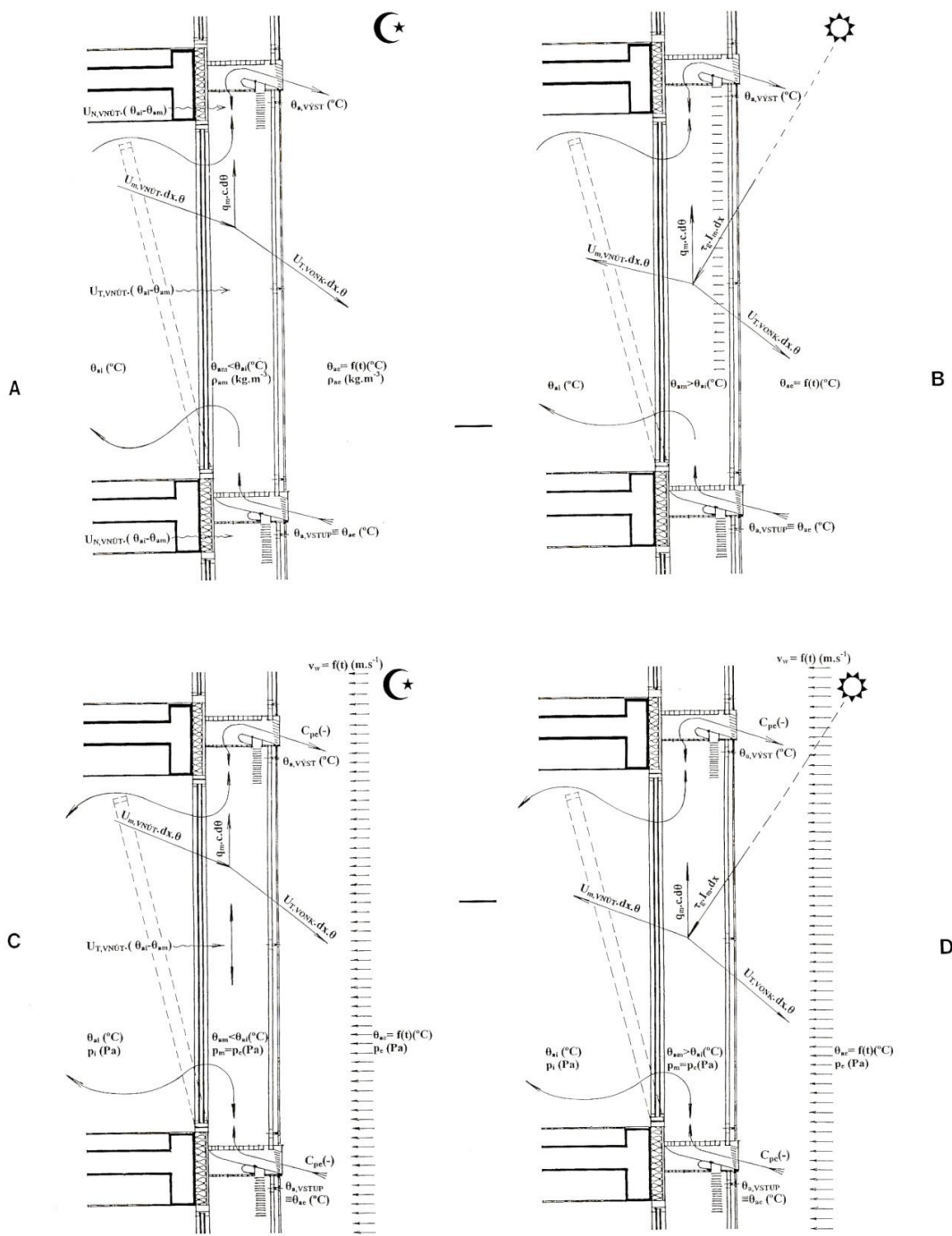
Uzavřený meziprostor dvojité transparentní fasády eliminuje zatížení fasády v uvedené koncepci a je z energetického hlediska podstatně výhodnější.



Obr. 5.2.
Dynamika pohybu vzduchu v mezpriestore dvojitej transparentnej fasády v letnom období – otvorený okruh.

- A – za bezvetria a bez účinku solárneho žiarenia (tmavé hodiny dňa)
- B – za bezvetria a účinku solárneho žiarenia
- C – za účinku vetra, bez zaťaženia fasády slnečným žiarením (tmavé hodiny dňa)
- D – za účinku vetra a solárneho žiarenia

Obr. 66 Dynamika pohybu vzduchu v meziprostoru dvojité transparentní fasády v letním období - otevřená okruh



Obr. 4.3.
 Dvojitá transparentná fasáda s otvoreným okruhom.
 Prírodné vetranie za rôznych režimov dynamiky pohybu vzduchu v mezopriestore.

Obr. 67 Dvojitá transparentní fasáda s otevřeným okruhem

C. LÉTO – DEN s přímým slunečním zářením. Vysoké krátkovlnné sluneční záření po dopadu na předšazenou transparentní stěnu se z části odrazí, z části pohltí a z části přejde do mezoprostoru. Toto propuštěné sluneční záření je kvantifikovatelné koeficientem celkové propustnosti. Kdyby nebyl mezoprostor stíněný, přecházela by

velká část slunečního záření přes transparentní konstrukci ve vnitřní stěně přímo do jádra budovy, představovala by nežádoucí tepelnou zátěž a zvyšovala její energetickou náročnost (chlazení).

Takovýto režim dvojité transparentní fasády je nežádoucí. Proto v letním období v hodinách slunečního svitu s přímým slunečním zářením je nutné meziprostor zastínit tak, aby přímé sluneční záření v žádném případě nemohlo dopadat na transparentní plochy vnitřní stěny dvojité transparentní fasády.

D. LÉTO – NOC, tmavé hodiny dne. Provozně-funkční režim dvojité transparentní fasády s otevřeným okruhem v letním slunečném dni způsobuje přehřátí meziprostoru a nakumulování tepla v jeho hmotných konstrukcích. Hlavní úlohou provozně-funkčního režimu dvojité transparentní fasády v letní noci je teplotní zregenerování vlastního meziprostoru obou fasádních stěn, které ho ohraničují. Toto se realizuje pasivním chlazením, a to:

- pohybem vzduchu (konvektivním, z účinku větru nebo jejich kombinací) vnějšího klimatu nižší teploty, jako je teplota vzduchu v meziprostoru, které umožňují přírodní a odvodní otvory meziprostoru s možností jejich odpojení.

- pohybem vzduchu přiváděného z chladnější severní strany fasády přes jádro budovy a otevřená okna do meziprostoru. V tomto případě jde o přímé pasivní chlazení jádra budovy.

Teplo odevzdané vzduchem z meziprostoru do vnějšího klimatu představuje v tomto režimu dvojité transparentní fasády energetický zisk z hlediska chlazení budovy.

SOLÁRNÍ ARCHITEKTURA-PŘÍLOHA

Co se týká využití solární energie v architektuře, tak teprve na počátku 21. století to byla primárně otázka užití solární energie pro ušetření nákladů spojených s vytápěním v zimních měsících a pro produkci teplé užitkové vody. Od té doby tu ale došlo k posunu v obou dvou případech, v závislosti na typu a velikosti objektu. Např. velké prosklené plochy orientované na jih, dobře izolované a uzavřené strany severní, půdorysné zónování na principu cibulové slupky (Onion Skin Principle), kompaktní tvar a vyhovující poměr plochy k objemu (A/V), orientace budovy atd. – a samozřejmě vylepšování aktivních technologií (vyšší účinnost a spolehlivost).

Toto se vztahuje na systémy vytápění a produkci teplé užitkové vody, které se mezitím vyšplhaly na takovou úroveň, že jsme ve stádiu, kdy je možné, dokonce i v centrální Evropě dosáhnout až 60 % a víc produkce teplé užitkové vody a vytápění založené na solárních panelech a kolektorech.¹⁷⁷

POUŽÍVÁNÍ SOLÁRNÍ ENERGIE-PŘÍLOHA

V 80. letech minulého století zde byly nesrovnalosti s hodnocením zastoupení prosklených fasád orientovaných na jih, protože tou dobou lidé nebyli schopni na základě výpočetního modelu zjistit přínos solárních zisků v celkové kalkulaci energetické bilance objektu. Experti pracující v oboru standardizace, a jejich cíl, o němž se domnívali, že je správný, byl snížení potřeb fosilních paliv. Stanovili mezní hodnoty pro prostup tepla konstrukcemi, tedy hodnotu U. Výsledkem byla primitivní verze termosky, která fungovala jako obálka domu. Podle této metody, tento monotónní postup selhal v porovnání s vysokou komplexností návrhu budovy, a zapříčil tak technické, funkční a samozřejmě estetické vlastnosti budovy. Energie se šíří různými formami povrchu (průhledný, průsvitný, plný, reflexní) v každém směru jinak dle parametrů obálky.

Berme v úvahu následující fakta. Zlepšování tepelného prostupu obálky velkých prosklených ploch může způsobit velký problém s chlazením v letních měsících, což je častým problémem kancelářských budov. V dnešní době vytápění kancelářských budov tvoří cca 10 %, zatímco potřeba chlazení se zdvojnásobila na 20 %. Nehledě na to, že na chlazení se spotřebuje cca 3x více primární energie v kW/h, což je de facto v celku 5x až 10x tolik než na vytápění. Proměnné g hodnoty (celková propustnost energie), jako cíl pro obalové pláště budov, je možná cesta, jak se obratně vypořádávat s měnícím se klimatem. Jeden z prvních příkladů, fasáda s elementy flexibilně usměrňujícími denní světlo a sluneční paprsky, se nachází ve Wiesbadenu, a vede si obstojně.

Nové aktivní technologie jako solární chladicí systémy působí velmi slibně. V době, kdy je nejvyšší potřeba chladit, jsou i nejvyšší solární zisky a solární a fotovoltaické panely jsou na maximu kapacity, máme nejvíce energie a největší spotřebu, kterou vykrývá. Pokud ale snížíme podíl prosklených ploch, získáme tím sice

¹⁷⁷ (HERZOG, 2008).

menší náročnost na chlazení, ale zase budeme mít problém s přirozeným osvětlením. To dokážeme dohnat osvětlením umělým, které pracuje i přes den (ostatně jako většina realizovaných kancelářských budov, které jsou osvětleny po celou pracovní dobu), ale na druhou stranu tu máme spotřebu energie umělým osvětlením. Na základě studie z univerzity Cambridge tvoří podíl umělého osvětlení na celkové spotřebě energie cca 30 % pro kancelářské budovy. Tyto výše zmíněné konflikty dokazují složitost energetické bilance budovy a výčet aspektů (a mnoha dalších), které je nutno zvážit.

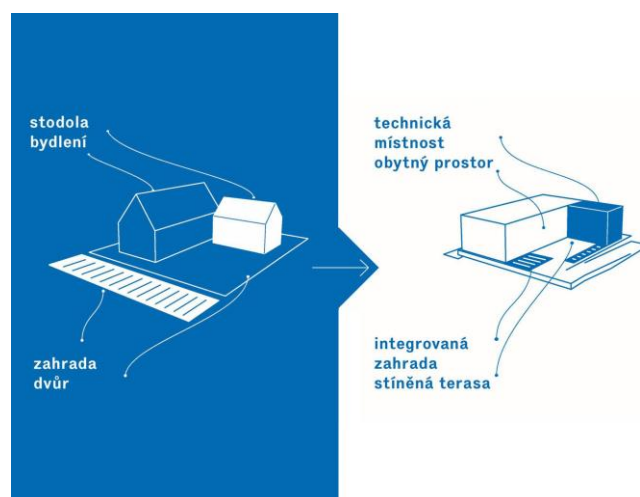
AIR HOUSE-PŘÍLOHA

Autor je spoluautorem a architektem soutěžního domu Airhouse¹⁷⁸.

AIR House představuje malý dům s velkorysým venkovním prostorem určený pro dvoučlennou domácnost 50+, tedy v zásadě pro generaci našich rodičů. Dům je navržen jako chata pro ekologicky smýšlející lidi na vrcholu produktivního věku, která může v důchodu sloužit pro plnohodnotné trvalé bydlení. Inspirací je česká tradice chatařství a chalupářství. Díky malým rozměrům a jednoduchému tvaru lze dům také postavit na běžně velké zahradě jako výminek. Vnitřní dispozice kombinuje jeden obytný prostor a prefabrikovaný technologický modul s koupelnou, technickou místností, venkovní kuchyní a skladem. Velká terasa funguje jako rozšíření vnitřního prostoru.

KONCEPT

Návrh reaguje na současný demografický vývoj v České republice, kde v souvislosti se změnami ve věkové struktuře populace bude bydlení seniorů (momentálně 20 % z celkového počtu domácností) čím dál závažnějším tématem.

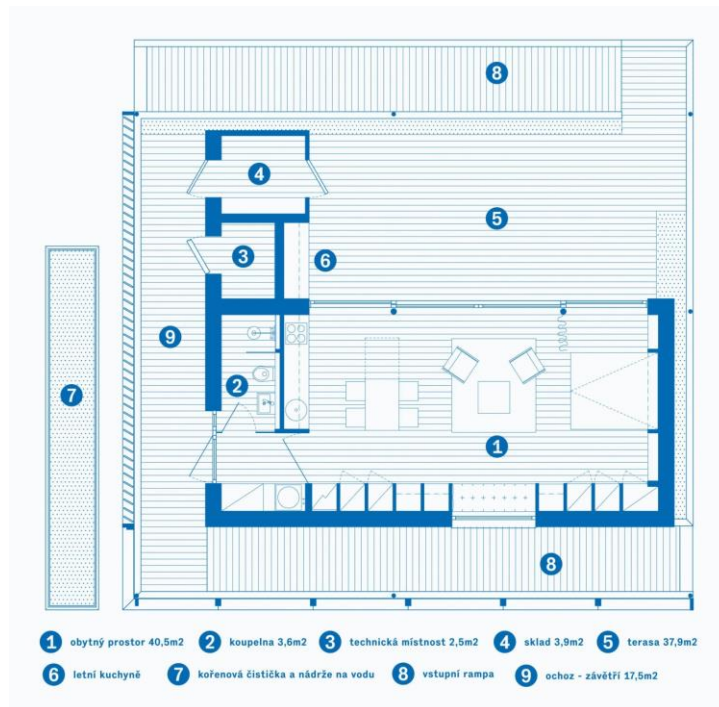


Obr. 68 Airhouse – koncept

INSPIRACE

Návrh odkazuje na výtvarnou osobitost typicky českého fenoménu – chatařství. Americkému publiku přináší zprávu o době socialismu, kdy nedostatek nahrazovala kreativita, a lidské sny se zhmotňovaly do podoby jedinečných bizarních staveb. Koncept AIR House se inspiroje typologií venkovské architektury. Přejímá dispozici "L" tradičního venkovského stavení, rozděleného na hospodářskou a obytnou část chránící dvůr uprostřed.

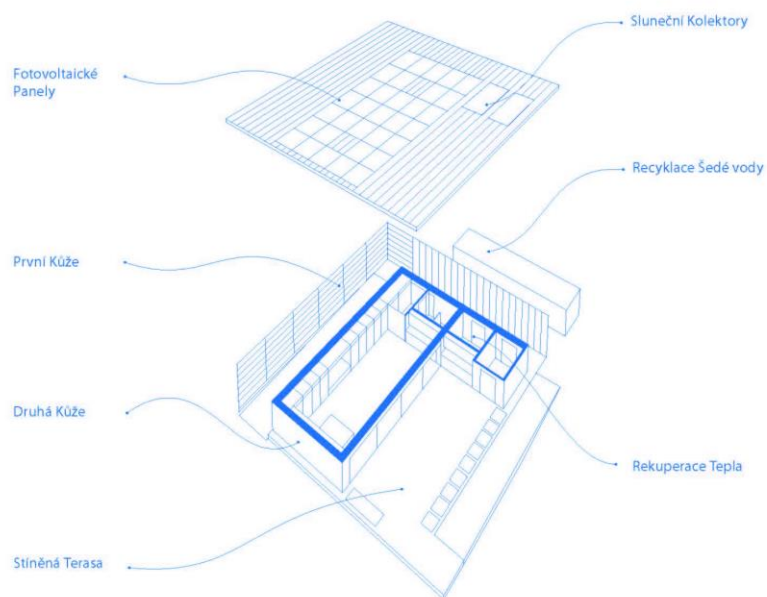
¹⁷⁸ (AIRHOUSE, tým ČVUT, 2013).



Obr. 69 Airhouse-dispozice

DISPOZICE

Vnitřní uspořádání AIR HOUSE je založeno na takzvaném „single room concept“. Hlavní aktivity obyvatel domu jako společenské vyžití, odpočívání, vaření, stolování, práce a spaní jsou koncentrovány v jednom obytném prostoru, jak to známe z chalup našich babiček. Tento prostor je rozšířen o velkorysou venkovní terasu, která je opticky i funkčně jeho nedílnou součástí. Na hlavní obytný prostor navazuje technologický box, který obsahuje veškeré technologie (koupelnu, kuchyň, technickou místnost) a může být vcelku transportován v jednom námořním kontejneru. V případě potřeby je možné dům využívat jako kancelář nebo prodejní prostor. Tím je podpořena udržitelnost celého projektu.



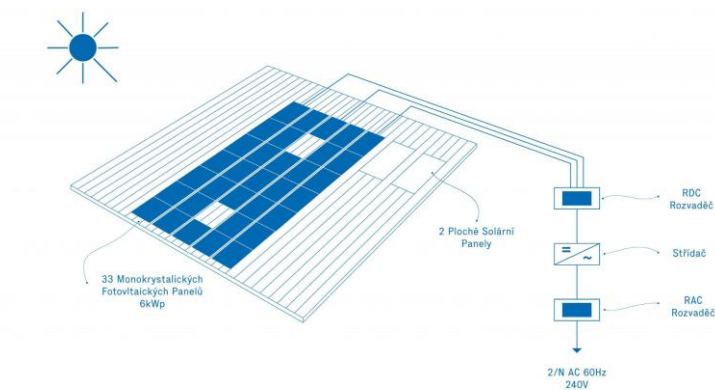
Obr. 70 Airhouse-koncept "dům v domě"

DŮM V DOMĚ

Pracuje s principem dvou „kůží“. První kůži tvoří tepelně izolovaná obálka obytného prostoru. Druhá kůže (dřevěná pergola, horizontální a vertikální stínící lamely) funguje jako „nárazníková“ zóna a zmírňuje tepelnou zátěž. Vodorovná orientace lamel směrem na jih stíní fasádu proti vysoko položenému polednímu slunci, svisle orientované lamely na západní straně proti nízkému západnímu slunci. Prostor mezi oběma kůžemi funguje jako prostředník mezi interiérem a exteriérem. Hra světla a stínu vytváří jedinečnou atmosféru v průběhu dne i celého roku.

ENERGIE

AIR HOUSE je koncipován jako energeticky nulový dům. Veškerou energii získává ze slunečního záření. Koncepce reaguje na odlišné klimatické podmínky západního pobřeží USA a České republiky. Při výběru technologií bylo hlavním hlediskem jednoduché a přirozené fungování domu, které by vyhovovalo potřebám a možnostem zvolené cílové skupiny.



Obr. 71 Airhouse-fotovoltaický systém

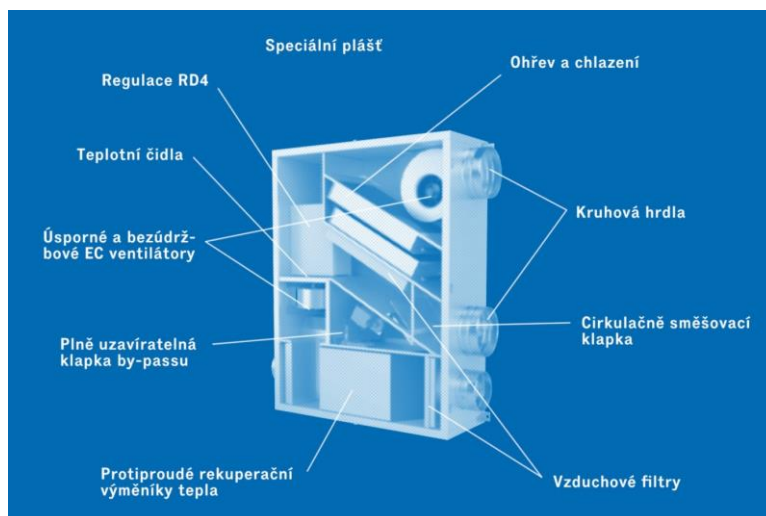
FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM

Fotovoltaický systém AIR House je složený ze 33ks monokrystalických panelů o jmenovitém výkonu 185 Wp a celkovém výkonu 6,105 kWp. FV panel pracuje optimálně s účinností 14,5% při pracovní teplotě 25°C. Jedná se o fotovoltaický systém.

FV panely jsou umístěny na kovové konstrukci nad stínícími žebry „canopy“ s jižní orientací v 5 řadách ve sklonu 10°. Na střeše jsou vytvořena 3 panelová pole po 11 panelech zapojených do série. Panelová pole budou paralelně spojena v rozvaděči RDC umístěném v technologické části domu, kde jsou panely jištěny proti nadproudům jističi a atmosférickému přepětí svodičem přepětí. Stejnosměrné napětí je transformováno na střídavé napětí (60Hz) pomocí střídače SMA Sunnyboy 5000-US. Střídač hledá optimální bod výkonu na volt-ampérové charakteristice, čímž se optimalizuje maximální možný výkon FVE. Životnost FV panelů včetně střídače je projektována na dobu cca 25–30 let.

Veškerá elektrická energie bude v Kalifornii dodávána do sítě v solárním městečku. V ČR bude elektrická energie primárně napájet spotřebiče v domě a přebytky budou vykupovány formou „zeleného bonusu“. V ČR bude možnost přeměnit PV systém na HYBRIDNÍ a využívat záložní baterie. Dům se tak stane energeticky

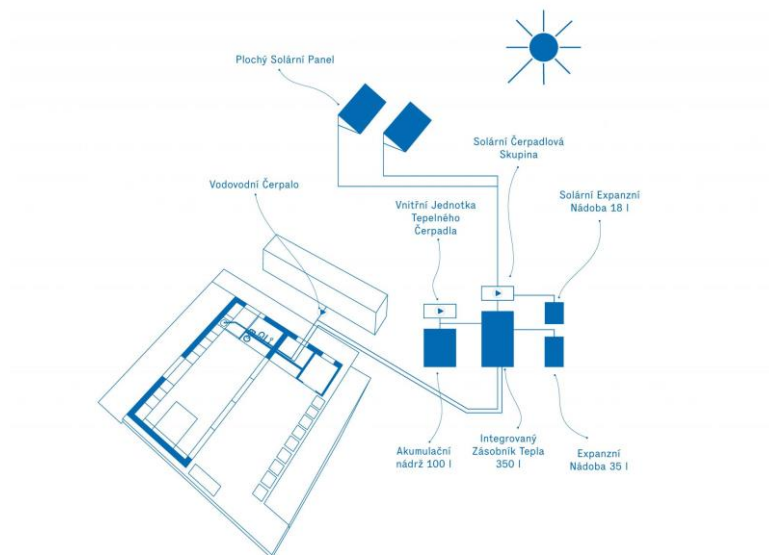
nezávislým na distribučních sítích. Bude možné testování domu, který je částečně či plně nezávislý na dodávkách elektrické energie z rozvodné sítě.



Obr. 72 Airhouse-Vzduchotechnická soustava

VZDUCHOTECHNICKÁ SOUSTAVA

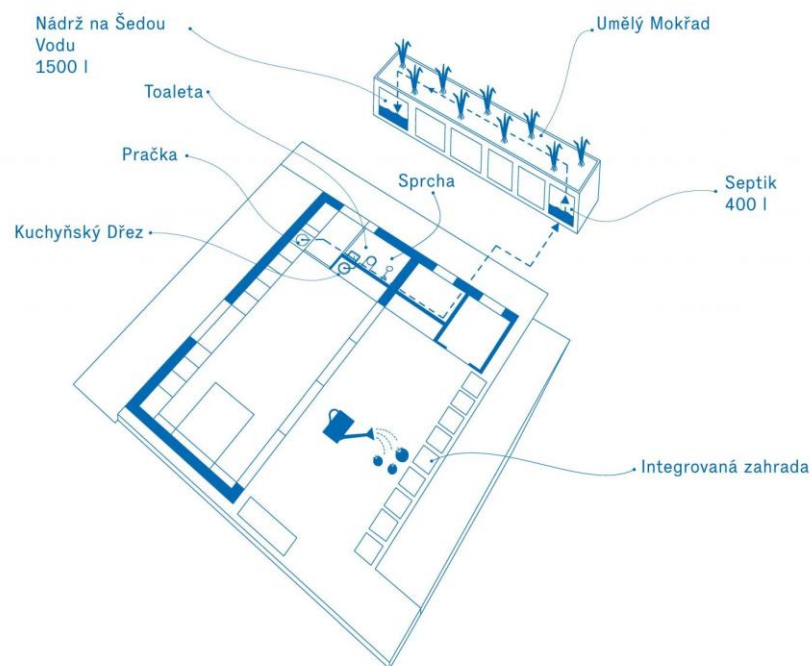
Systém větrání s rekuperací tepla slouží k zajištění optimální výměny vzduchu a minimalizuje tepelné ztráty při větrání, které u běžných rodinných domů představují až 40 % celkové ztráty objektu. V AIR House je kvalita vnitřního vzduchu zajištěna teplovzdušnou větrací jednotkou. V podmínkách České republiky bude po většinu roku dům větrán přirozeně. Pro zimní období a pro účely soutěže bude využívána rekuperace odpadního tepla. Cirkulačním vzduchem budou také upravovány tepelně-vlhkostní parametry vnitřního vzduchu při nedostatečném výkonu sálavých stropních panelů. Teplovzdušná větrací jednotka je napojena na nadřazenou regulaci a inteligentní řízení domu se shromažďováním dat. Zdrojem tepla a chladu je tepelné čerpadlo vzduch – voda.



Obr. 73 Airhouse-solární systém

SOLÁRNÍ SYSTÉM

Solární systém slouží k přípravě teplé vody a přitápění v AIR House. Skládá se ze dvou plochých lyrových solárních termických kolektorů. Sluneční záření prochází solárním sklem a zachytává se na účinném selektivním absorbéru. Plocha kolektoru je 2,39 m². Kolektory jsou umístěny na nadstřešní konstrukci domu s jižní orientací a sklonem 25°. Tepelná energie získaná ze solárních kolektorů je distribuována do integrovaného zásobníku tepla). Navržený solární systém umožní 100% pokrytí potřeby tepla na přípravu teplé vody během soutěže. V klimatických podmínkách střední Evropy pokrývají solární systémy 50-60% roční potřeby teplé užitkové vody v běžné domácnosti (100% v letním období a 10% v zimě). V období s nízkou intenzitou slunečního svitu bude ohřev teplé užitkové vody doplněn tepelným čerpadlem.



Obr. 74 Airhouse-Kořenová čistírna

KOŘENOVÁ ČISTÍRNA

Odpadní vody z domu se svádí do venkovního dvoukomorového septiku, odkud jsou po zbavení mechanických částí přečerpány kalovým čerpadlem do biočistírny odpadních vod. Kořenová čistírna odpadních vod zajišťuje čištění tzv. šedé vody (odpadní voda z umyvadla, dřezu, sprchy, myčky a pračky). Dům je vybaven umělým mokřadem, kde přes kořenový systém bahenních rostlin pomalu protéká voda. Mikroorganismy žijící v kořenovém systému rozkládají a vážou na sebe nečistoty. Bahenní rostliny jsou osázeny ve štěrku, což minimalizuje výpar vody a zabraňuje usídlení hmyzu. Přecházející voda se využívá pro závlahu.

ÚSPORA VODY

Běžná umyvadlová baterie spotřebuje 13 litrů vody za minutu. V koupelně AIR House používáme umyvadlovou baterii Axor Starck Organic (Hansgrohe), která má dvě polohy pro nastavení intenzity proudu (3,5 l/min a 5 l/min). Díky EcoSmart technologii - příměsí vzduchu a speciálnímu omezovači průtoku je i při malé spotřebě vody proud dostačující pro důkladné namočení rukou. Baterie šetří nejen vodu, ale i suroviny a zdraví. Tělo je duté, čímž je minimalizován spotřebovaný materiál a tím i energie. Oddělený vodní proud brání přímému kontaktu vody s tělem baterie. Pitná voda se tak nedostane do styku s olovem a niklem.

ZDRAVÍ

„Dáváme tvar svým budovám, a ony naopak tvarují nás“, Winston Churchill (1943).

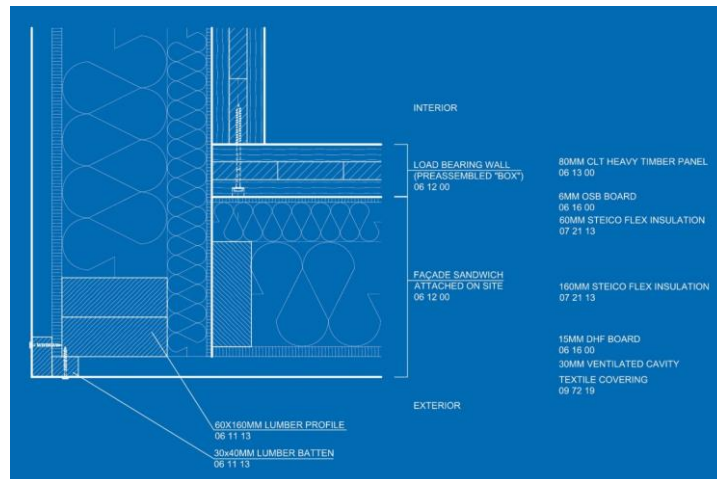
Naše strategie se neomezuje na technologická řešení nebo použití zdravotně nezávadných materiálů. Respektujeme přirozené (circadiánní) rytmy lidského těla. Zajímá nás sociální život obyvatel domu. Přímá vazba venkovního a vnitřního prostoru umožňují provozovat společenské aktivity a začlenit obyvatele domu do lokálního sociálního života.



Obr. 75 Airhouse-přírodní materiály

PŘÍRODNÍ MATERIÁLY

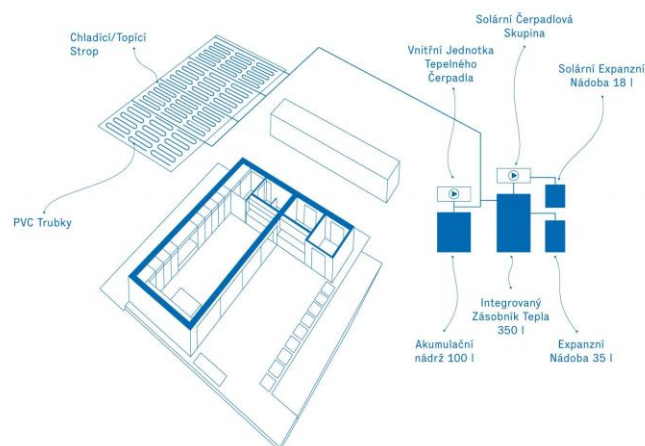
AIR House je celý vyrobený ze dřeva: nosná konstrukce, tepelná izolace, fasáda, vnitřní povrchy, zařizovací předměty. Nosná konstrukce AIR House je navržena z masivních dřevěných CLT (cross laminated timber) panelů. Jejich přesné opracování se provedlo na CNC (Computer Numerical Control) strojích. Panely mají výborné akustické parametry, vysokou požární odolnost a pozitivně přispívají k tepelné stabilitě interiéru. Z CLT panelů je v AIR House vyrobeno i zařízení interiéru. Dřevěné panely, které používáme v interiéru v pohledové kvalitě, jsou ekologicky i zdravotně nezávadné, přirozeně voní a působí příjemně na dotek.



Obr. 76 Airhouse-konstrukce, která dýchá

KONSTRUKCE, KTERÁ DÝCHÁ

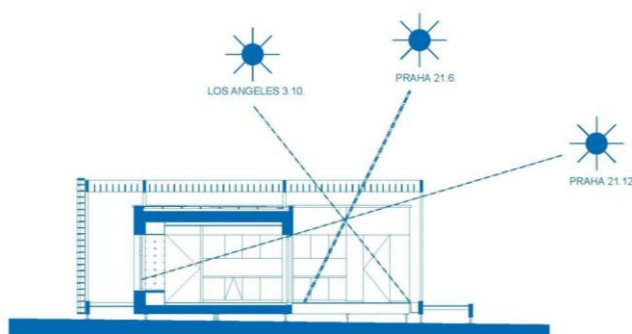
Nosná konstrukce je z exteriéru opatřena tepelně izolačními panely. Sandwichový panel s dřevovláknitou tepelnou izolací je ze strany interiéru kryt OSB deskou a ze strany exteriéru DHF dřevovláknitou deskou. Skladba je navržena jako paropropustná (difúzně otevřená). Na rozdíl od difúzně uzavřené konstrukce u ní funguje postupné vyrovnání mezi vnitřním a vnějším prostředím (princip difúze). Místo parozábrany obsahuje konstrukce tzv. parobrzdou, která nebrání vstupu vodní páry do konstrukce, jen omezuje její množství. U AIR House plní funkci parobrzdou vnitřní CLT panel spolu s OSB deskou. Důležité je umístění parobrzdou blízko vnitřního líce skladby a paropropustnost vrstev směrem ven, aby se vodní pára, která se do konstrukce dostane, mohla přirozeně odpařit.



Obr. 77 Airhouse–vytápění a chlazení

SÁLAVÉ VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ

AIR HOUSE je vybavený stropními panely pro sálavé vytápění a chlazení. Panely jsou primárním systémem nízkoteplotního vytápění a vysokoteplotního chlazení domu. Použili jsme systém stropních sálavých panelů REHAU, jehož základem jsou v pásech vyráběné panely ze sádkkartonu se zafrézovanými drážkami a vloženými trubkami RAUTHERM S 10,1 x 1,1 mm s roztečí 45 mm jako dvojitý meandr. Chladicí výkon dosahuje až 75 W/m². Z pohledu tepelného komfortu je výhodou malé proudění vzduchu v místnosti, při kterém se minimálně víří prach a mikroorganismy. Teplota v místnosti je oproti vytápění tělesy rovnoměrnější, to umožňuje její snížení o 1–3 °C aniž by se narušila tepelná pohoda člověka.



Obr. 78 Airhouse-návrh stínícího systému

VĚTRÁNÍ

Kvalita vnitřního vzduchu v AIR HOUSE je zajištěna větráním a použitím takových materiálů, které neuvolňují oděrové ani těkavé organické látky. V podmínkách České republiky bude po většinu roku dům větrán přirozeně. Pro zimní období a pro účely soutěže je navržena vzducho-technická jednotka s rekuperací odpadního tepla s účinností až 93 %. Vzduchovody, tvořené ohebnými hliníkovými hadicemi s mikroperforací a plastovým stavebnicovým systémem, jsou opatřeny tepelnou a hlukovou izolací omezující tepelné ztráty a orosování. Koncové, viditelné prvky, kterými je vzduch v prostoru distribuován, jsou navrženy v jednotném designu se zařízením interiéru.



Obr. 79 Airhouse-Vizualizace interiéru

ZDRAVÉ OSVĚTLENÍ

Výrobci uvádějí, že LED osvětlení ušetří proti běžné žárovce až 85 % energie a jejich životnost je nejméně 35krát delší. Pro použití v AIR House jsou LED světelné zdroje ideální a v exteriéru jsou výhradními svítilny. V interiéru osvětlení LED používáme jen někde a s rozvahou (kuchyňská linka, nepřímé osvětlení koupelny, celkové osvětlení obytného prostoru) a doplňujeme o místní žárovkové osvětlení. Proč? Lidský organismus funguje v určitém přirozeném – cirkadiánním rytmu (latinsky circa – zhruba, diem - den). Řídí ho tzv. vnitřní biologické hodiny. V přírodním prostředí je jejich nejdůležitějším synchronizátorem pravidelné střídání světla a tmy. V prostředí s převážně umělým osvětlením je zásadní barevné spektrum světelného zdroje. Modré světlo, typické pro LED, stimuluje aktivitu. Večer je naopak vhodné plnospektrální žárovkové osvětlení, které podporuje tvorbu melatoninu, hormonu spánku a tělesné regenerace.

Chytré řízení

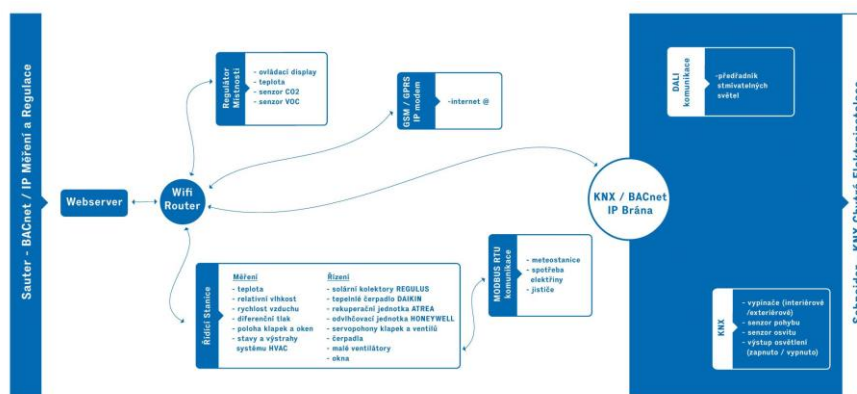
V AIR House tvoří řídicí systém měření a regulace (MaR) v kombinaci s chytrou domácí elektroinstalací (KNX) komunikující celek s jednotným webovým ovládacím nástrojem pro mobilní a PC zařízení. Intelligence systémů spočívá ve včasné reagování na potřeby uživatelů domu a vnější vlivy počasí.



Obr. 80 Airhouse-měření a regulace

MĚŘENÍ A REGULACE

Systém měření a regulace (MaR) monitoruje veškeré technologie v domě, reguluje vnitřní klima, a zajišťuje přívod čerstvého vzduchu v co nejefektivnějším energetickém režimu. Kvalita vnitřního klimatu je závislá na přesném řízení součinnosti rekuperační větrací jednotky a sálavých panelů.



Obr. 81 Airhouse-Domácí elektroinstalace

DOMÁCÍ ELEKTROINSTALACE

Chytrá domácí elektroinstalace (KNX) zajišťuje světelnou pohodu v interiéru a exteriéru stmívatelnými LED zdroji světla, které reagují na intenzitu slunečního svitu. Inteligentní řízení slouží také pro nastavení a ovládání tématických světelných scén.

AV SROVNÁNÍ S VĚTŠÍM OBJEKTEM S TOTOŽNÝMI VLASTNOSTMI

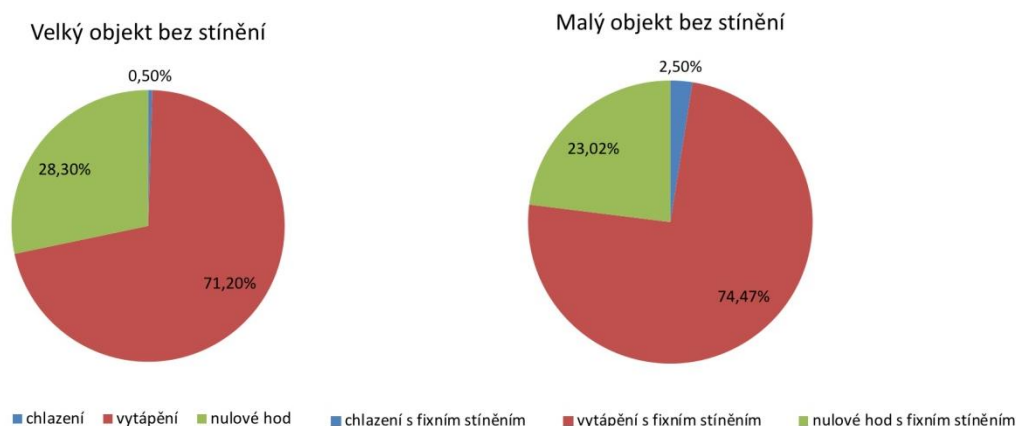
Velikost objektu pro porovnání v různých podnebních a zeměpisných šířkách není navržena bezdůvodně. Vzhledem k porovnání různých velikostí, avšak o stejném AVV (poměr plochy k objemu), které, jak ukazuje srovnání, vykazuje pouze úměrný nárůst energie potřebné k chlazení a vytápění, je vybrána menší stavba o půdorysné stopě 10 x 10 m, dvou podlažích a ploché střeše, bez podsklepení. Je to stavba, pod kterou si každý čtenář může představit rodinný dům o standardní velikosti. Vstupní údaje pro porovnání malého a velkého objektu¹⁷⁹:

Geometrie:

Objekt má kompaktní tvar, čtvercový půdorys 10 x 10 m (50 x 50 m), 2 (10) nadzemní podlaží, není podsklepený a má plochou střechu. Celková výška objektu je 5,8 m (29 m).

- Zastavěná plocha: 100 m²/2 500 m²
- Vytápěná plocha: 160 m²/20 000 m²
- Celkový objem: 580 m³/72 500 m³
- Objem vzduchu: 464 m³/58 000 m³
- Poměr plochy obálky ku objemu: 0,74 (krychle 0,6) 0,74

Čím menší poměr, tím více je stavba kompaktní a energeticky méně náročná (nejnižší poměr má geometrické těleso koule – 0,23). Ostatní části zadání se nemění. Jsou povětšinou zastoupeny procentuálním zastoupením (např. plocha zasklení), které se mění úměrně s velikostí nebo pevnými vlastnostmi (např. tepelné mosty, součinitele tepelného prostupu U apod.). Porovnání obou velikostí je provedeno pro Prahu. Na grafech procentuálního zastoupení počtu hodin vytápění, chlazení, nebo nulových (bez potřeby topit či chladit), je vidět, že velikost objektu nemá na tyto vztahy vliv. Práce se předně zaměřuje na vztahy mezi jednotlivými variantami stínění a velikostí objektu při stejném AVV a stejné podlažnosti (stejný poměr vytápěné plochy) je pro výstup z programu bez významných rozdílů.



Graf 15 Porovnání hodin chlazení/vytápění a nulových hodin za rok pro obě velikosti objektu¹⁸⁰

Pozn. Drobná odchylka je přisuzována schopnosti konstrukce akumulovat teplo či chlad, která se s velikostí mění.

¹⁷⁹ (HEIDT, 2012)-data vložena a vyhodnocena autorem.

¹⁸⁰ (HEIDT, 2012).

ZÁKLADNÍ PŘEHLED A CHARAKTERISTIKA PODNEBÍ¹⁸¹:

SUBPOLÁRNÍ PODNEBÍ

se nachází mezi 50 až 70 stupněm severní šířky v subarktickém pásu (někdy také jako subpolární nebo boreální zóna). Jde o podnebí charakteristické dlouhou, obvykle velmi mrazivou zimou a krátkým chladným nebo mírným létem. Nachází se na velké části pevniny, daleko od působení teplých oceánských proudů (zdroj: Köppenova klasifikace podnebí – wikipedia.com).

POLÁRNÍ PODNEBÍ

je okolo nebo za polárním kruhem, jinak je také časté na velmi vysokých horách. Základní kritéria jsou průměrná roční teplota pod 0 °C a průměrná měsíční teplota nejteplejšího měsíce v roce vyšší než 0 °C, ale nižší než 10 °C. Toto podnebí neumožňuje růst stromů, pro růst stromů je potřeba alespoň jeden měsíc s průměrnou teplotou 10 °C nebo vyšší. I délka dne je velmi zajímavá. Zatímco v létě slunce nezapadá, den je dlouhý 24 hodin, tak v zimě je naopak 24 hodin v kuse noc. Vzhledem k malému výparu je v těchto oblastech i málo srážek, na mnoha místech i méně než 250 mm za rok.

OCEÁNICKÉ PODNEBÍ

případně oceánské klima, je typ podnebí, které se vyznačuje malými denními rozdíly teploty vzduchu v průběhu ročních období. Rozdíly mezi nejnižší a nejvyšší průměrnou měsíční teplotou v roce jsou do 15 °C. Pro tento typ podnebí je rovněž typická vysoká oblačnost s velkým množstvím srážek, které jsou rovnoměrně rozloženy do všech ročních období. Tento typ podnebí je charakteristický např. pro západní pobřeží Evropy nebo Ameriky. Rozděluje se na dva podtypy, Cfb v mírných zeměpisných šířkách a Cfc v subpolárních.

VLHKÉ KONTINENTÁLNÍ PODNEBÍ

má horká léta a studené zimy. Ve všech místech tohoto podnebí v zimním období sněží a sněhová pokrývka se udrží alespoň několik dní. V místech s větším množstvím zimního sněžení bývá delší období sněhové pokrývky. V létě nejvíce srážek padá při bouřkách nebo vytrvalejších deštích. Vlhké kontinentální podnebí se vyskytuje od 40° severní šířky až po severní polární kruh. Na jižní polokouli je vlhké počasí vzácnější. Základní kritéria k tomu, aby se mohlo podnebí zařadit do nějakého typu tohoto podnebí, jsou: průměrná měsíční teplota nejstudenějšího měsíce v roce padá pod 0 °C nebo -3 °C (na přesné hodnotě se klimatologové neshodují), v letních měsících by měly naopak alespoň čtyři měsíce být s průměrnou teplotou nad 10 °C. Zároveň průměrná roční teplota je vyšší než 0 °C. Toto podnebí se rozděluje podle letní teploty na více podtypů. Úhrn srážek za rok bývá od 300 mm do 1 000 mm. Podnebí je rozděleno na teplejší a studenější verze s podtypy rozlišenými prostředním písmenem. Dfa a Dfb s rovnoměrnými srážkami po celý rok, Dwa a Dwb s velmi deštivým létem (oblasti s letními monzuny) a suchou zimou, Dsa a Dsb se sušším létem a vlhkou zimou. Na jižní polokouli je toto podnebí vzácnější.

¹⁸¹ (Köppen, 2016)

STŘEDOZEMNÍ PODNEBÍ

je klima podobné klimatu ohraničujícímu Středozemní moře. Mimo tuto oblast mají oblasti s podobným klimatem malé rozlohy. Obecně se tento druh klimatu nachází na západním pobřeží kontinentů, zhruba mezi 30° a 45° severní nebo jižní šířky. Pro středozemní klima je typické velmi suché a horké léto a mírná deštivá zima.

ARIDNÍ PODNEBÍ

(z latinského *aridus* – *suchý, vyprahlý*) je takový typ podnebí, kde je úhrn srážek nižší než vsak a výpar. Jedná se o oblasti se suchým podnebím, pro něž je typická absence nevysychajících řek (výjimkou jsou tzv. alochtonní řeky) či velké amplitudy (výkyvy) teploty ovzduší. Přítomnost tohoto druhu podnebí má za následek vznik pouští, zároveň však není pravidlem, že by tento jev musela doprovázet vysoká teplota. Aridní oblasti se rozdělují na tři podtypy (Horké aridní klima – Bwh, studené aridní klima – Bwk, mírné aridní klima – kBwn). V aridních oblastech spadne méně než 250 mm srážek za rok.

SEMIARIDNÍ PODNEBÍ (POLOPOUŠTNÍ PODNEBÍ)

také nazývané **stepní podnebí**) se vyskytuje tam, kde je sucho, ale stále je tam dostatek srážek pro to, aby tam mohly růst trávy, keře nebo jednotlivé stromy. Často se vyskytuje na okrajích pouští. Podle Köppenovy klasifikace podnebí se rozděluje na dva podtypy: horký a studený. Srážek nenapráší více než 500 mm. Typické jsou velké (přes 20 °C) teplotní rozdíly mezi dnem a nocí. V polopouštích nastávají velmi dlouhá období sucha.

EKVATORIÁLNÍ PODNEBÍ (ROVNÍKOVÉ PODNEBÍ)

je nejpříznivější podnebí pro růst rostlin. Toto podnebí se vyskytuje jen v těsné blízkosti rovníku a počasí je celoročně prakticky stejné nebo velmi podobné. Délka dne je také po celý rok skoro stejná, 10 až 11 hodin má nejkratší den v roce a 13 až 14 hodin ten nejdelší den (v závislosti na vzdálenosti od rovníku).

TROPICKÉ MONZUNOVÉ PODNEBÍ

se vyskytuje v blízkosti rovníku a má dvě roční období, období monzunu a období sucha. Protože oblasti s tímto podnebím obvykle nejsou přímo na rovníku, tak se v různých částech roku mohou výrazněji měnit i teploty, tomu napomáhají i rozdíly v množství mraků nad místem. Období sucha nastává spíše v zimě nebo na jaře a monzuny obvykle v létě.

PŘÍLOHA CASANOVA

Program Casanova – výukový nástroj pro studenty vysokých technických škol vytvořený Univerzitou Siegen, DE, pro potřeby vytápění, chlazení a tepelného chování staveb¹⁸².

Program je vhodný pro posouzení energetické náročnosti staveb ve fázi studie.

Intuitivní práce s programem, přehlednost a okamžité výsledky v chování jednoduchých budov jsou základem pro rychlé pochopení základních parametrů a vztahů mezi geometrií stavby, orientací, tepelnou izolací, prosklením, solárními zisky, tepelnou náročností, zdrojem tepla a přehříváním v letních obdobích.

Student může zadávat a měnit až dvacet různých parametrů. Kalkulace jsou okamžité a díky jednoduchým posuvníkům při zadávání může uživatel ihned vidět jednotlivé diagramy chování budovy.

Všechna tato data program CASAnova zpracovává automaticky a okamžitě. Metodika výpočtu, zadávání dat a grafy výstupů jsou na webových stránkách developera – program je volně ke stažení a v informacích o programu v záložce info jsou dostupné všechny výpočty a metody.

¹⁸² (HEIDT, 2012).

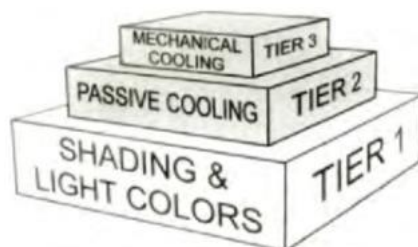
PŘÍLOHA STÍNĚNÍ

Všechny kultury napříč historií využívaly výhod stínění, a to jak u staveb klasické architektury, tak lidové architektury.¹⁸³

Mnoho velkých stínících prvků má většinou dvojitý smysl, a to jednak stínit budovu, jednak prostor před ní (veřejný, soukromý, pobytový apod.).¹⁸⁴

V teplých regionech s vysokou vlhkostí jsou pro zajištění dostatečného přirozeného větrání potřeba velká okna. Přehřívání a vysoká teplota ve velké míře způsobují diskomfort uživatelů. Ideálním opatřením jsou stínící prvky. Umístěním stínících konzol nebo slunolamů můžeme přehřívání zabránit a zároveň chránit pobytové terasy nebo předprostory domu před deštěm. V případě starých antických obytných řeckých staveb byly předprostory stíněny střechou podepřenou sloupořadím. Tento prvek nebyl zdaleka vypočítán dle úhlu dopadu slunečních paprsků, ale přesto poskytoval dostatek stínu a ochranu před deštěm a tím v souladu s architektonickým řešením představoval přidanou architektonickou a funkční hodnotu.

Strategickým klíčem k dosažení tepelného komfortu během letních měsíců je stínění. Stínění jako prvek proti přehřívání interiéru je na prvním stupni tzv. 3stupňového návrhového přístupu chlazení budov. Druhý stupeň se skládá z pasivního chlazení a třetí stupeň využívá k docílení tepelného komfortu mechanického vybavení. Třetí stupeň využíváme až v případě, když nemůžeme docílit tepelného komfortu pomocí prvních dvou stupňů.



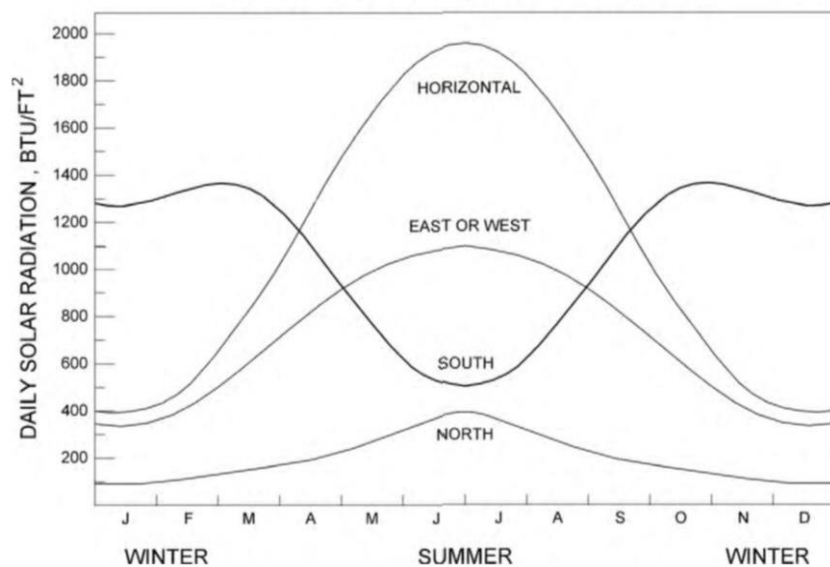
Obr. 82 Logická a udržitelná metoda pro zajištění tepelného komfortu v létě¹⁸⁵

Na následující obrázku je znázorněna solární radiace z různých světových stran v průběhu roku. Když se zaměříme na 21. červen, je vidět, že na horizontální (střešní) okno dopadá až pětkrát více solárního záření než na okna v jižní fasádě. Dále je z obrázku patrné, že okna na východní a západní straně jsou solární radiaci vystaveny třikrát více než okna na jižní straně. To znamená, že stínění východu a západu je účinnější než stínění jižní strany. Solární radiace působící na Zemi je různá, viz

¹⁸³ Sadler, S. 2005. *Archigram: architecture without architecture*. Cambridge : MIT press, 2005.

¹⁸⁴ (LECHNER, 2015 str. 230)

¹⁸⁵ (LECHNER, 2015)

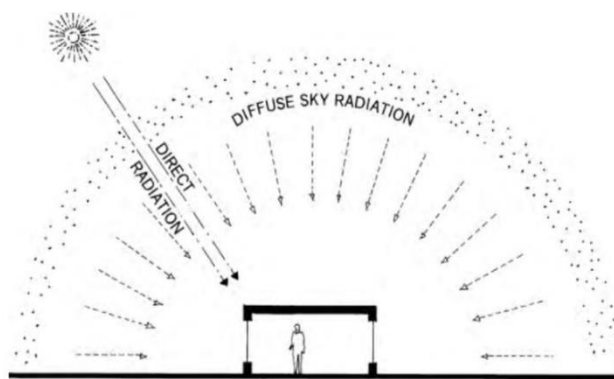


Obr. 83 Solární radiace v průběhu roku

Solární radiace se skládá ze tří základních složek: přímá, difuzní (rozptýlená) a odrazivá. Pokud chceme zabránit solárním ziskům uvnitř budovy, musíme stínit proti všem složkám radiace.

Odražené světlo se vyskytuje převážně v urbánních oblastech, kde jsou vysoce reflexní plochy velmi běžné. Jedná se o komunikace a vozovky, bílé stěny či prosklené fasády. Tak vzniká situace, kdy je objekt ze severu prakticky vystaven jižnímu světlu odraženému z budovy na severu. Na druhou stranu v regionech s vysokou vlhkostí, velkým znečištěním či velkým podílem prachových částic ve vzduchu se záření převážně šíří rozptýleně a je potřeba přiměřeně stínit celý objekt.

Velikost, proporce a tvar stínícího elementu se odvíjí právě od přímé, odrazivé a difuzní složky solárního záření. Odrazivá složka záření se nejlépe řeší přímo na zdroji odrazu. Pokud to ale není možné, je vhodné odstínit objekt vegetací – stromy, vzrostlými keři apod. Difuzní solární paprsky jsou na řešení nejtěžší právě kvůli velkému úhlu působení na horizontální rovinu, a proto se obvykle řeší interiérovými stínícími prvky nebo přímo v zasklení. Přímé solární záření se nejspíše efektivně řeší stínícími prvky.



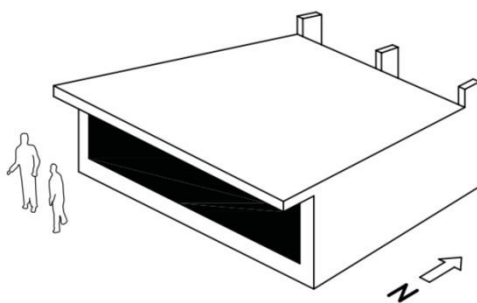
Obr. 84 Ve znečištěných oblastech se solární zátěž skládá převážně z přímých paprsků a rozptýleného světla¹⁸⁶

Chytrým řešením stínění lze docílit tepelné pohody interiéru s vysokou mírou osvětlení, což nám ve svém důsledku minimalizuje nároky na umělé osvětlení. Pokud není potřeba denního osvětlení, je vhodné solární záření v průběhu horkých letních dní blokovat. Délka tohoto období záleží na klimatu, ve kterém se stavba vyskytuje, a na geometrii stavby, její orientaci, velikosti apod.

¹⁸⁶ (LECHNER, 2015)

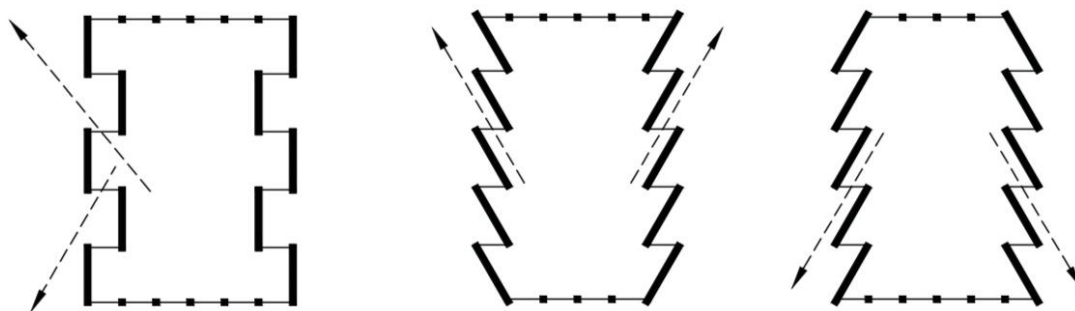
ORIENTACE STÍNÍCÍCH PRVKŮ

Horizontální stínění je nesmírně účinné na jižních fasádách, když je slunce vysoko na obloze. S menší účinností se horizontální stínění užívá na východě, jihovýchodě, západě, jihozápadě apod. V tropických klimatech je třeba stínit i okna severní, a to kvůli východu slunce, který začíná na severovýchodě, a západu na severozápadě. Tato okna dostačuje stínit menšími žaluziemi či interiérovým stíněním.



Obr. 85 Jednotlivé orientace vyžadují jinou stínící strategii

Největším problémem zpravidla bývají východní a západní okna v podvečer a ráno. Jejich stínění je velmi obtížné kvůli minimálnímu úhlu slunečních paprsků. Efektivním řešením je minimalizovat okna, která mají čistou orientaci na východ či západ. Řešením jsou okna, která mají na západ nebo východ výhled, ale nejsou k těmto světovým stranám přímo natočena (Obr. 86 Orientace oken). Bohužel toto ve většině případů nelze aplikovat a je třeba tato okna stínit menšími žaluziemi nebo vertikálními / horizontálními slunolamy. Toto řešení ale přináší omezenější výhled ven.

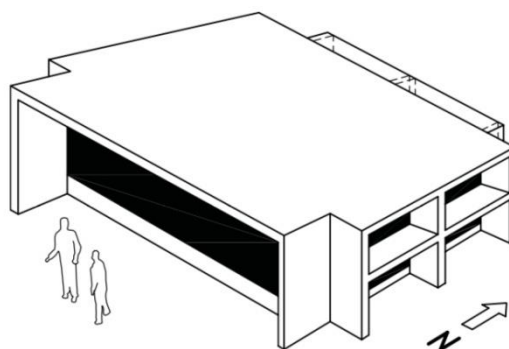


Obr. 86 Orientace oken ¹⁸⁷

Ideálním řešením je kombinace vertikálních a horizontálních stínících prvků (Obr. 87 Kombinace vertikálních a horizontálních prvků stínění). Pokud jsou tyto prvky blízko u sebe, nazýváme tento systém **stínící mříž**

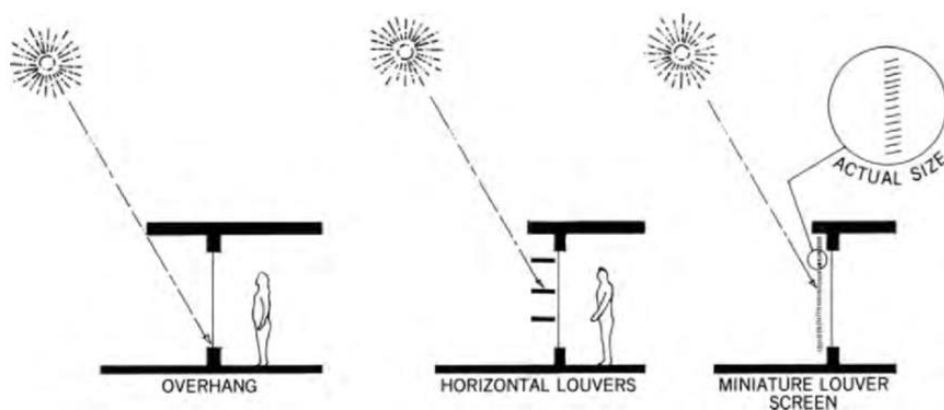
¹⁸⁷ (LECHNER, 2015)

„Eggcrate¹⁸⁸“. Tento systém je nejvhodnější na východní a západní orientaci v teplejších klimatech a jihovýchodní a jihozápadní orientaci v tropických klimatech.



Obr. 87 Kombinace vertikálních a horizontálních prvků stínění¹⁸⁹

Slunolamy a velké stínící elementy dokážou odstínit slunce jen při určitém rozmezí úhlu. Naopak, čím menší jsou stínící prvky a čím větší je jejich hustota, tím větší úhel dopadu slunečních paprsků dokážou vykryt. V každém případě platí, že součet délek jednotlivých prvků stínění (ať je to jeden velký, nebo více malých) bude při dané výšce otvoru vždy stejný. Je však nutno brát v úvahu, jaký dopad má stínění na výhled.



Obr. 88 Stínící efekt různých druhů stínění¹⁹⁰

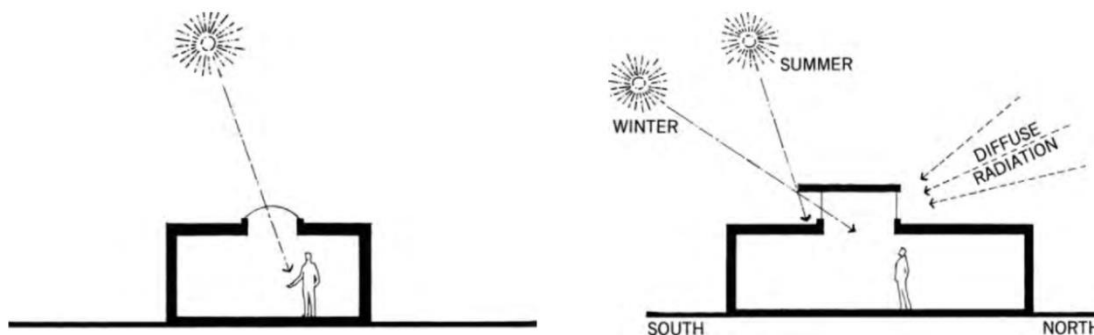
Prosklení střechy (horizontální) je obtížné stínit, jelikož tyto plochy jsou v poledních hodinách namířeny přímo na slunce. Tato prosklení, stejně jako okna na východ a západ, by měla být co nejvíce minimalizována.

¹⁸⁸ Inspirováno platem vajíček – anglicky Eggcrate.

¹⁸⁹ (LECHNER, 2015)

¹⁹⁰ (LECHNER, 2015)

Zajímavým řešením pro tyto situace jsou vnější stínicí prvky, tzv. screeny, které se přes okno v požadovanou dobu zatáhnou (manuálně, nebo mechanicky), a v zimním období pomáhají odrazet teplo zpět do interiéru a zde ho udržovat.



Obr. 89 Horní osvětlení a bazilikální osvětlení¹⁹¹

Pokud si hluboká dispozice žádá horní osvětlení, je vhodné aplikovat tzv. **stíněné bazilikální osvětlení** – viz obr. . Při správném návrhu propouští v zimě dostatek světla do temných částí interiéru a v létě je stíní. Další výhodou tohoto typu osvětlení je možnost přirozeného odvětrávání prostorů v nejvyšším bodě.¹⁹²

Velkou výhodou pevných stínících systémů oproti pohyblivým jsou jejich nízké náklady, lehká udržitelnost a jednoduchost. Čím větší ale prvky jsou, tím je důležitější s nimi počítat v počátečních stádiích návrhu, protože se výrazně projevují na celkovém architektonickém ztvárnění a konstrukčním řešení (tepelné mosty).

EXTERIÉROVÉ STÍNICÍ PRVKY

Horizontální a vertikální pevné stínicí prvky omezují přímé sluneční paprsky, které přehřívají interiér. Mají nespočet výhod pro navrhování udržitelných staveb. Odstínění interiéru znamená omezení nákladů na chlazení. Exteriérově stíněná průměrná¹⁹³ okna mívají minimálně tak dobré výsledky jako velmi drahé kvalitní zasklení¹⁹⁴. Další výhodou jsou minimální náklady na provoz oproti pohyblivým stínícím systémům. Výhodou je i ničím neomezený výhled ven. Na rozdíl od žaluzií, rolet či jiných druhů stínění, které vyžadují určitou manipulaci v průběhu dne, pevné exteriérové stínění žádnou manipulaci nevyžaduje a nevrhá odlesky ani nedeformuje výhled ven.

INTERIÉROVÉ STÍNICÍ PRVKY

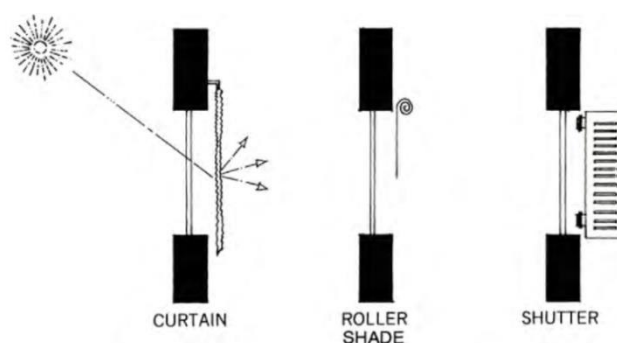
¹⁹¹ (LECHNER, 2015 str. 239)

¹⁹² Vychází ze zákonů termodynamiky – teplý vzduch stoupá vzhůru.

¹⁹³ Součinitel prostupu tepla cca $U=1,5$ [W/(m²·K)] – izolační dvojsklo.

¹⁹⁴ Součinitel prostupu tepla cca $U=0,7$ [W/(m²·K)] – izolační trojsklo.

Z hlediska energetické funkce objektu jsou exteriérové stínicí prvky daleko efektivnější než interiérové, což je dáno fyzikálními vlastnostmi slunečního záření, které se skládá z dlouhých a krátkých vln. Když sluneční světlo dopadá na jakýkoliv povrch, generuje teplo¹⁹⁵. V případě interiérových stínících prvků tak sluneční světlo nepřímo ohřívá interiér. Na druhou stranu jsou rolety, žaluzie, záclony, závěsy apod. velmi praktické. Jsou jednoduché a pohyblivé, aplikovatelné téměř kdekoliv. Zároveň jsou finančně méně nákladné než jejich exteriérové protějšky. Dalšími výhodami je soukromí, nelesknou se, dodatečně izolují okna a jsou součástí designu interiéru.



Obr. 90 Interiérové stínění¹⁹⁶

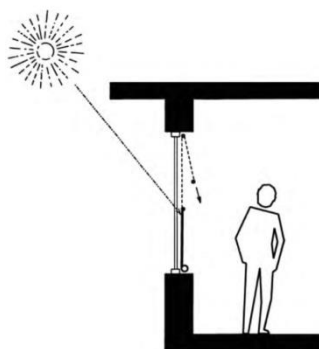
Exteriérové stínění je vždy vhodné doplnit interiérovým stíněním, které dokáže omezit sluneční paprsky, které obešly exteriérové stínění.

Nevýhodou interiérového stínění je, že vždy funguje jednostranně. Buď stíní interiér a uživatel nevidí ven a má omezené denní osvětlení, nebo naopak. Důležité je, aby interiérové stínění co nejlépe odráželo sluneční paprsky. Musí být proto co nejsvětlejší. U tmavých barev se dopadající paprsky mění na teplo.

Existují druhy interiérového stínění, které kooperují s externím stíněním. Jedná se o rolety, které se vytáhnou z parapetu cca do půlky okna. Toto řešení je velmi účinné v případě nežádoucích slunečních paprsků, které dopadají pod nižším úhlem, než je exteriérové stínění schopno zachytit. Při zachování výhledu lze takto docílit určité míry stínění, soukromí a denního světla.

¹⁹⁵ **Skleníkový efekt**, také zvaný **skleníkový jev**, je proces, kterým záření atmosféry planety ohřívá povrch planety na teplotu vyšší, než by měla bez atmosféry. Pokud atmosféra planety obsahuje zářivé aktivní plyny (tj. **skleníkové plyny**), budou tyto plyny vyzařovat energii ve všech směrech.

¹⁹⁶ (LECHNER, 2015)










Obr. 91 Vytahovací interiérové stínění¹⁹⁷

¹⁹⁷ (LECHNER, 2015)

EXTERIÉROVÉ FIXNÍ STÍNÍCÍ PRVKY

Fixní stínící prvky se zpravidla osazují před fasádu do exteriéru. Jejich výhodou je, že, pokud jsou správně navrženy, zastíňují celé okenní otvory a tak blokují pronikání slunečních paprsků do interiéru a zabraňují tak přenosu generovaného tepla. Na následujícím obrázku je výčet těch nejpůvodnějších fixních stínících prvků. Dají se různě kombinovat z vertikálních a horizontálních prvků (Eggcrate), nebo je možné pro docílení lepšího stínění jednotlivé komponenty natočit kolmo proti převažujícímu směru dopadajících slunečních paprsků.

I		Overhang Horizontal panel or awning	South, east, west	Traps hot air Can be loaded by snow and wind Can be slanted
II		Overhang Horizontal louvers in horizontal plane	South, east, west	Free air movement Snow or wind load is small Small scale Best buy!
III		Overhang Horizontal louvers in vertical plane	South, east, west	Reduces length of overhang View restricted Also available with miniature louvers
IV		Overhang Vertical panel	South, east, west	Free air movement No snow load View restricted
V		Vertical fin	North	Restricts view if used on east and west orientations
VI		Vertical fin slanted	East, west	Slant toward north in hot climates and south in cold climates Restricts view significantly Not recommended
VII		Eggcrate	East, west	For very hot climates View very restricted Traps hot air Not recommended

Obr. 92 Vybrané příklady fixního stínění¹⁹⁸

Typy stínění

- 1- horizontální stínění
- 2- horizontální žaluzie v horizontální rovině
- 3- horizontální žaluzie ve vertikální rovině s předsazením
- 4- předsazený stínící panel ve vertikální rovině
- 5- vertikální stínění
- 6- natočené vertikální stínění
- 7- Eggcrate
- 8- Eggcrate s natočenými žaluziemi

ideální orientace

- J, V, Z
J, V, Z
J, V, Z
J, V, Z
V, Z, S
V, Z
V, Z
V, Z

¹⁹⁸ (LECHNER, 2015)

Výhody a nevýhody jednotlivých pevných stínících prvků:

- 1- Horizontální stínění koncentruje teplo a je vystaveno zatížení větrem a sněhem;
- 2- horizontální žaluzie v horizontální rovině umožňují volný pohyb vzduchu, mají nepatrné zatížení větrem a sněhem, malé měřítko stínících prvků/lamel;
- 3- horizontální žaluzie ve vertikální rovině s předsazením omezují výhled, trpí zatížením větrem a sněhem, redukuje délku předsazení;
- 4- předsazený stínící panel ve vertikální rovině umožňuje omezený výhled, volný pohyb vzduchu, minimální zatížení sněhem a větrem;
- 5- vertikální stínění omezuje výhled, minimální zatížení sněhem, je použitelné pouze pro severní fasády v tropických podnebí;
- 6- natočené vertikální stínění výrazně omezuje výhled, natočeno směrem na sever;
- 7- Eggcrate je vhodný pro tropická podnebí, pokud není odsazeno, zadržuje teplý vzduch, více omezuje výhled;
- 8- Eggcrate s natočenými žaluziemi je vhodný pro tropická podnebí, pokud není odsazen od fasády, tak zadržuje negativní teplý vzduch, velmi omezený výhled ven.

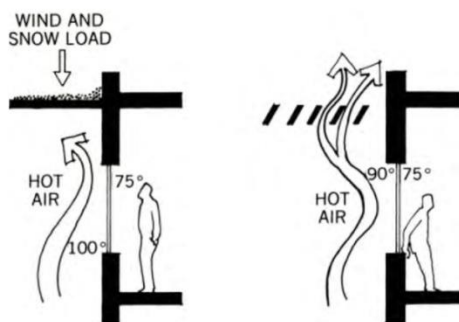
„Eggcrate“ neboli mřížové stínění – kombinace vertikálního a horizontálního stínění

Tato kombinace stínění slouží v teplejších klimatech pro východní a západní fasády a v tropických klimatech navíc pro jihovýchod a jihozápad. Eggcrate výrazně stíní okna, která jsou vystavená různým úhlům slunečního záření.

EXTERIÉROVÉ HORIZONTÁLNÍ STÍNICÍ PRVKY

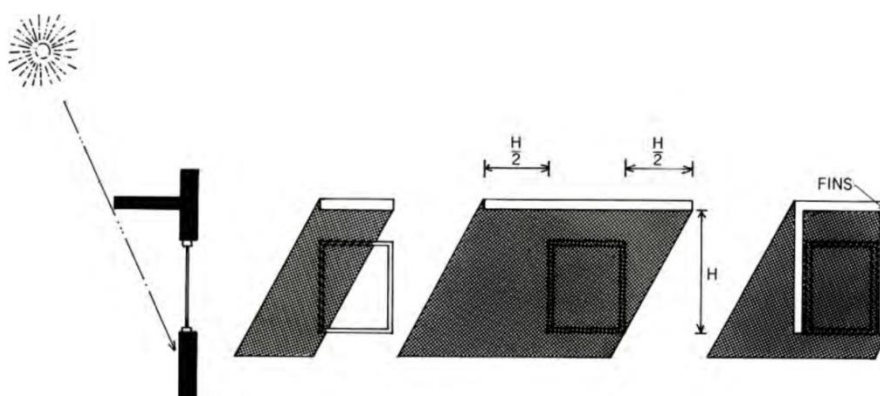
Všechny stínící systémy se skládají z horizontálních prvků, vertikálních prvků nebo jejich kombinace.

Horizontální jsou nejefektivnější pro jižní fasády. Tyto prvky zachovávají neomezenou možnost výhledu při propouštění zimního slunce do interiéru a stínění letního. Horizontální žaluzie jsou výhodnější než pevné a plné. V zimě nejsou tak zatíženy sněhem a nevyvozuji tak velké nároky na statické řešení. V létě pak umožňují proudění vzduchu a teplo se tak nadržuje před oknem.



Obr. 93 Horizontální exteriérové stínění (teplota j jednotkách Fahrenheit)¹⁹⁹

Při navrhování stínění na jižní fasádě je důležité mít na paměti, že slunce před polednem přichází od východu, a poslední paprsky pouští z jihozápadu. To znamená, že může lehce „obejít“ stínicí prvek. Proto je nutno stínicí prvky dimenzovat širší než vlastní okenní otvor.



Obr. 94 Použití stínění na jižní fasádě²⁰⁰



Obr. 95 Pásová okna a jižní stínění – příklad

¹⁹⁹ (LECHNER, 2015)

²⁰⁰ (LECHNER, 2015)

EXTERIÉROVÉ VERTIKÁLNÍ STÍNÍCÍ PRVKY

Tyto systémy primárně slouží pro odstínění východních a západních fasád.

IX		Overhang Awning	South, east, west	Fully adjustable for annual, daily, or hourly conditions Traps hot air Good for view Can be retracted during storms Best buy!
X		Overhang Rotating horizontal louvers	South, east, west	Will block some view and winter sun
XI		Fin Rotating fins	East, west	Much more effective than fixed fins Less restricted view than slanted fixed fins

Obr. 96 Druhy exteriérového vertikálního stínění (kresba: Tomáš Durdis)²⁰¹

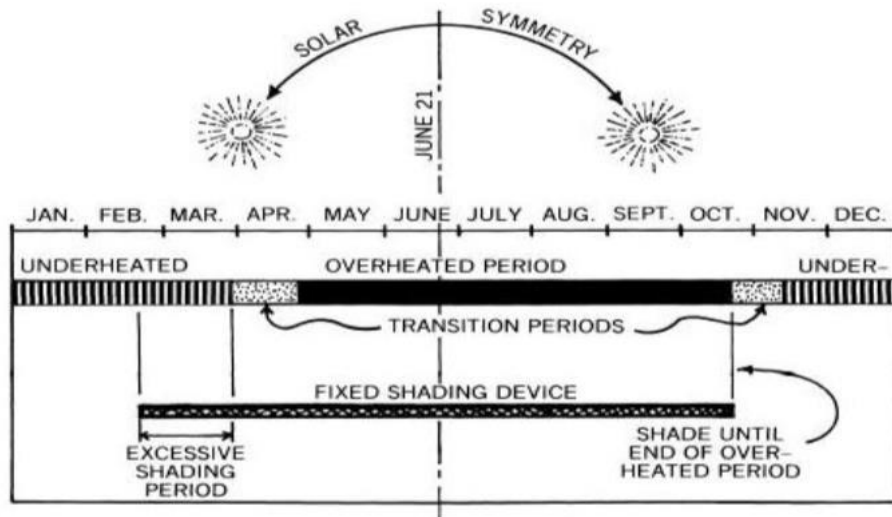
- 1- Vertikální stínění je nejefektivnější na severovýchodě, severozápadě a severu.
- 2- Natočené vertikální stínění s natočením směrem na sever je nejefektivnější na východě, západě a severu. Odsazením od fasády se minimalizuje přenos tepla.
- 3- Otočné vertikální stínění je velmi flexibilní pro denní a sezónní potřeby. Nejvýhodnější je pro orientaci na východ a západ.

²⁰¹ Stínící maska demonstruje průběh stínění na diagramu slunečního svitu.

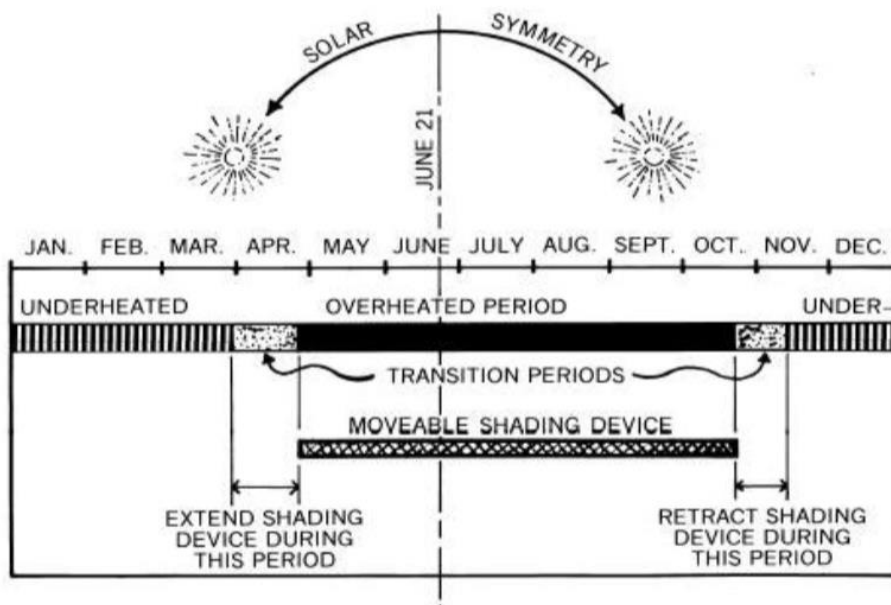
EXTERIÉROVÉ POHYBLIVÉ STÍNÍCÍ PRVKY

Není překvapením, že pohyblivé stínící prvky dokážou lépe reagovat na dynamicky se vyvíjející podmínky slunečního záření než fixní stínění. Potřebujeme stínit v období přehřívání interiéru a maximalizovat solární zisky v zimním období. Je složité docílit tohoto efektu s fixními slunečními prvky, jelikož slunce v mezních hodnotách stínění obejde nebo naopak v zimě nedostatečně ohřeje interiér. Fixní prvky stínění reagují na sluneční úhel, nikoli na požadovanou teplotu v interiéru. Bohužel ale sluneční paprsky nejsou v souladu s teplotou exteriérového vzduchu, a proto nejsou z tohoto pohledu fixní prvky stínění stoprocentně úspěšné. Počasí a sluneční cykly se mění prakticky každý den, především během podzimu a jara. Fixní prvek, který svými rozměry a geometrií dokáže reagovat na pozdní teplejší duben, už neumí pracovat se zimním začátkem dubna. Planeta se po zimě pomalu v průběhu jara nahřívá a maximálních teplot dosahuje 1–2 měsíce po letním slunovratu (21. června). Nejméně tepla na planetu přitom působí 21. prosince, s tím, že nejstudenější měsíce jsou leden a únor. To vše díky velké tepelné kapacitě Země. Fixní prvek tak dokáže odstínit stejně solárního záření 21. srpna a 21. dubna (stejně vzdálené dny od 21. června – letní rovnodennosti), ale za úplně jiných teplot (v srpnu jsou teploty mnohem vyšší).

V případě plného stínění je nutno fixní stínění navrhnout tak, aby odstínilo okno v průběhu přehřívání interiéru, zároveň aby vykrylo ostatní roční období. To připadá v úvahu, pokud obětujeme solární zisky v zimě (Obr. 97 Fixní stínění a jeho nadbytečné stínění v zimě). Pouze pohyblivé stínění dokáže tyto přechodové části „vykryt“ bez omezení funkce v jiných obdobích (Obr. 98 Pohyblivé stínění a jeho schopnost reagovat na mezní doby stínění).



Obr. 97 Fixní stínění a jeho nadbytečné stínění v zimě²⁰²

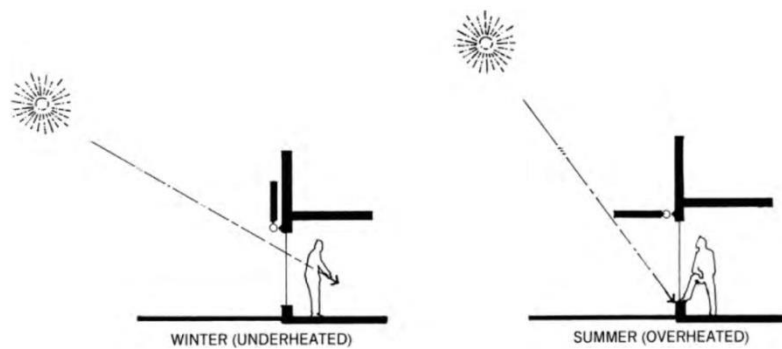


Obr. 98 Pohyblivé stínění a jeho schopnost reagovat na mezní doby stínění²⁰³

Pohyb stínících prvků může být zajištěn velmi jednoduše, nebo naopak velmi složitě. Stačí, aby stínící prvek ovládal dvě polohy v průběhu roku, a bude dosahovat skvělých výsledků. Například v období pozdního jara (na začátku období přehřívání) jej stačí manuálně „vyklopit“ a zajistí nám dostatečné stínění. Na konci období přehřívání (na podzim) se odklopí a začne propouštět dostatek solárního záření k vyhřívání interiéru.

²⁰² *Solar architecture: strategies, visions, concepts*. Editor Christian SCHITTICH. Basel: Birkhäuser, c2003. In detail. ISBN 3-7643-0747-1.

²⁰³ (Schittich, 2003)



Obr. 99 Pohyblivé stínění s pohybnými dvěma polohami v průběhu roku²⁰⁴

Pohyblivé stínící prvky, které reagují na pozici slunce a teplotu v interiéru, jsou v dnešní době často automatizované. Stínící prvky, které stačí polohovat dvakrát do roka, jsou běžně manuální.

MARKÝZY

Před rozmachem klimatizace se ke stínění s velkou oblibou používaly markýzy. Často byly spojovány s luxusním řešením hotelů. V zimě byly markýzy složeny, aby zajistily dostatečné ohřívání interiéru. Moderní markýzy jsou excelentním stínícím prvkem. Mají dlouhou životnost, jsou atraktivní, nejsou nákladné a splňují každodenní požadavky na stínění.

²⁰⁴ (LECHNER, 2015)



Obr. 100 Markýzy hotelu z první poloviny 20. století²⁰⁵

ROLETY

Rolety patří mezi exteriérové pohyblivé stínící prvky. Oproti ostatním stínícím prvkům snižují při svém uzavření tepelné ztráty o více než 40 %. Rolety mohou být ovládány manuálně, nebo elektronicky – motorově. Rolety fungují ideálně při konceptu chytrých budov (viz příloha Chytré budovy), kdy je veškeré řízení řešeno automaticky. Další výhodou rolet je snížení venkovní hlučnosti, a to až o 15 dB. Z konstrukčního hlediska mohou být rolety předokenní, nebo nadokenní.

OKENICE

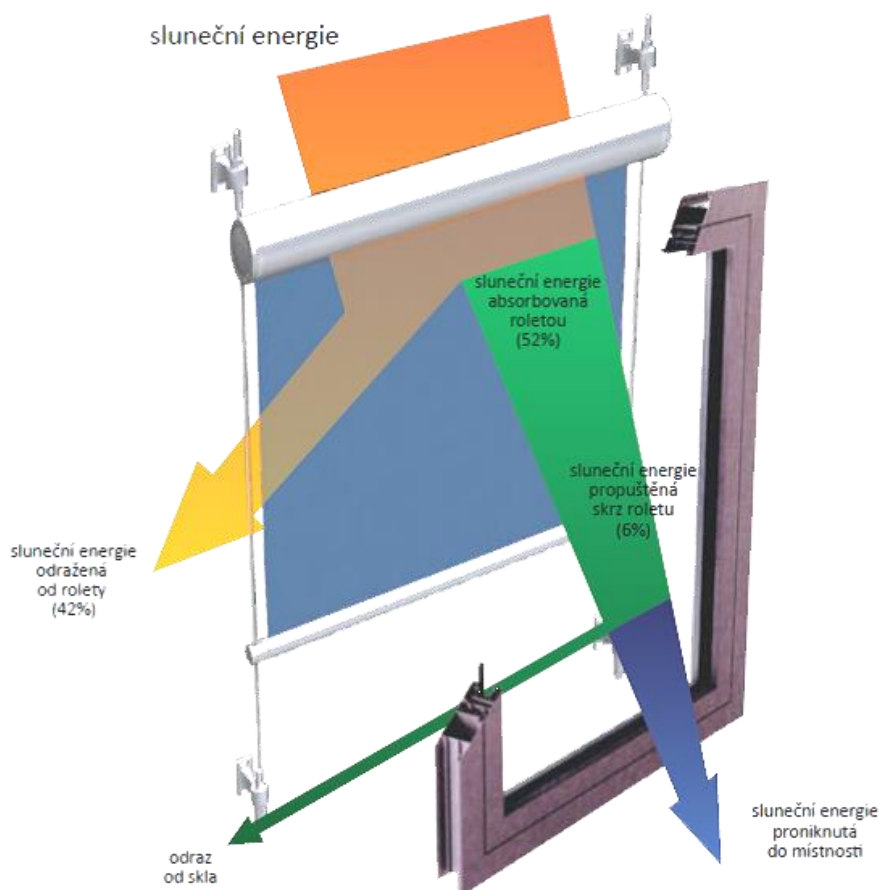
Jedna z historicky nejstarších forem stínění. Okenice se osazují z exteriéru a mají ve většině případů pouze dvě polohy – otevřené/zavřené. Jedním z důvodů použití byla mimo jiné ochrana majetku. Některé typy

²⁰⁵ zdroj Wikipedia. [Online] 3. 1 2017. [Citace: 2. 9 2017.], dostupné z www.wikipedia.com-obrázek upraven autorem.

okenic s lamelami při zavřené poloze umožňovaly výhled ven při dostatečném stínění v letním období. Dnes se kvůli jednodušší manipulaci používají okenice na pojezdech.

SCREEN – EXTERIÉROVÉ LÁTKOVÉ STÍNĚNÍ

Tyto moderní vnější sluneční clony pomáhají v místnosti udržet stálou teplotu. Mají mnohonásobně větší účinek než interiérové stínění, protože zachytí sluneční paprsky ještě před dopadem na okenní sklo. Nedochozí tak k ohřátí okna a k druhotnému sálání tepla do interiéru. Aplikací vhodného typu screen rolety lze zajistit optimální teplotu v místnosti, příjemné světelné podmínky pro práci a současně lze snížit náklady na provoz klimatizačního zařízení. Některé typy jsou průsvitné až částečně průsvitné. Záleží na barvě, která hraje důležitou roli v odrazení slunečních paprsků (viz výše).



Obr. 101 Exteriérový screen a jeho vlastnosti²⁰⁶

²⁰⁶ ROLETY-MARKYZY-ZALUZIE. 2006. Venkovní screen rolety. *rolety-markyzy-zaluzie*. [Online] © univers tech 2006-2018, 1. 1 2006. [Citace: 6. 01 2018.] <http://www.rolety-markyzy-zaluzie.cz/venkovni-screen-rolety>.

VEGETACE JAKO STÍNICÍ PRVEK

V mnoha případech je jednoduchým stínícím prvkem vegetace. Většina ze stromů opadává a tak v zimě propouští solární záření. Naopak v létě jejich listí stíní. Mají nespočet dalších pozitivních vlastností, jako je vizuální soukromí, nízká pořizovací cena, schopnost redukovat odlesky, a svým mikroklimatem regulují vlhkost a ochlazují okolní teplotu. Stromy dosahují chladicího efektu dvěma způsoby:

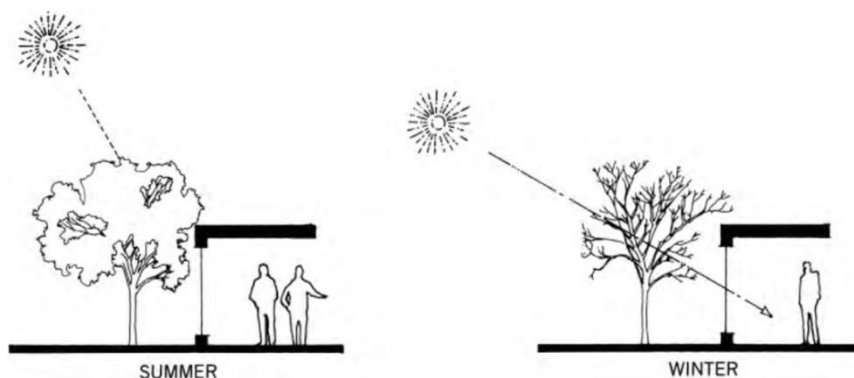
1- Blokováním slunečního záření

Sluneční světlo je buď odraženo od stromu, nebo je pohlceno listím v určité vzdálenosti od budovy. Teplo pohlcené stromem je přirozeným prouděním vzduchu přesunuto a rozptýleno do okolního ovzduší.

2- Ochlazování odpařováním vody

Podobně jako se člověk potí, aby si zachoval nižší teplotu, tak i strom odpařuje vodu z povrchu svých listů. Přitom odebírá okolí skupenské teplo výparné a tím své okolí ochlazuje. Stromy tímto způsobem sníží teplotu svého okolí o cca 2–4 °C.

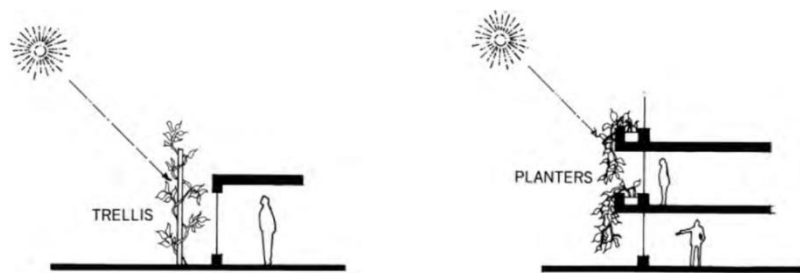
Velikost poklesu okolní teploty je přímo úměrná množství odpařené vody. Množství odpařené vody je přímo úměrné množství dopadajícího záření. Čím je vyšší vnější teplota, tím více stromy chladí. Tímto procesem zajišťují i stálost klimatických podmínek.



Obr. 102 Stínění stromy²⁰⁷

Nevýhodou určitých druhů stromů je i přes opadání listí nevhodně velký stín, který vrhají, nebo pomalý růst stromů.

²⁰⁷ (LECHNER, 2015)



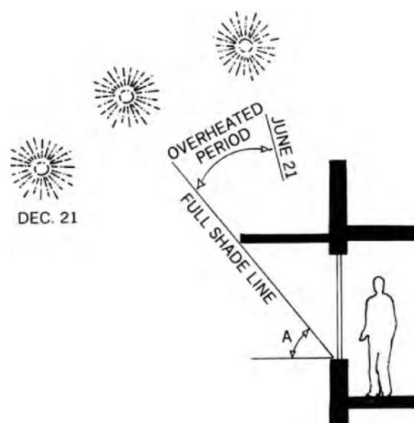
Obr. 103 Stínění popínavými rostlinami²⁰⁸

V kategorii přírodních prvků lze pracovat i s vodními plochami. Samy o sobě nemohou ze své podstaty stínit, ale jejich vodní plocha vytváří příjemné mikroklima před objektem (tepelná regulace, vlhkost, apod.).

PŘÍLOHA NAVRHOVÁNÍ STÍNĚNÍ

NAVRHOVÁNÍ JIŽNÍHO STÍNĚNÍ

Hloubka stínícího prvku se tak navrhne na stínění oken pro celé období přehřívání. Stínění bude stále fungovat efektivně i v případě, že se slunce na obloze dostane výše, než jsou mezní úhly pro odstínění v období přehřívání. Tato mezní hodnota plného stínu v období přehřívání je na následujícím obrázku označena úhlem A.

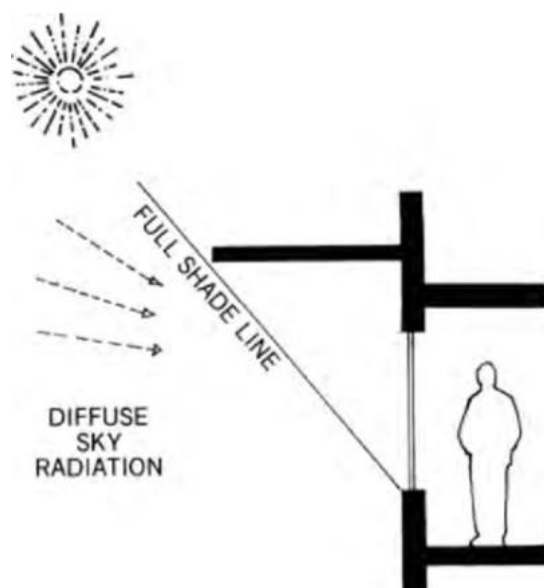


Obr. 104 Návrh délky stínění pomocí mezní hodnoty plného stínu²⁰⁹

²⁰⁸ (LECHNER, 2015)

²⁰⁹ (LECHNER, 2015)

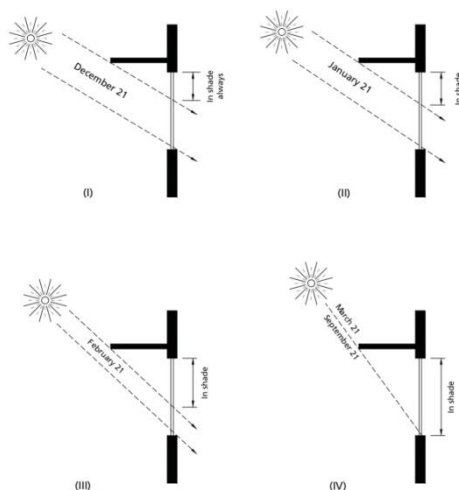
Horizontální prvky stínění dosahující úhlu plného stínu, které jsou umístěny výše nad řešeným otvorem, umožňují lepší výhled do exteriéru. Jejich nevýhodou je však vzrůstající velikost vyložení a případné zatížení sněhem a větrem. V neposlední řadě neefektivně stíní vůči rozptýlené oblohové složce v určitých regionech či klimatických pásmech. V oblastech s vysokou vlhkostí tvoří rozptýlená oblohová složka 50 % z celé sluneční radiace. Vůči rozptýlené sluneční radiaci jsou jako stínící prvky vhodnější rostliny či záclony.



Obr. 105 Fixní horizontální stínění není vhodné v prostředí s vysokou vlhkostí ²¹⁰

Pokud je úhel dopadu slunečních paprsků v zimních měsících nižší než úhel plného stínu, jsou okna částečně vystavena přímému solárnímu záření. Nicméně horní část okna bude vždy ve stínu. Může se tedy stát, že při aplikaci fixního horizontálního stínícího prvku bude horní část okna celý rok ve stínu. Je tedy nutné dbát na požadavky denního osvětlení dle platných norem a vyhlášek (viz předchozí kapitoly).

²¹⁰ (LECHNER, 2015)



Obr. 106 Horizontální stínění – nevýhodné stínění horní části okna po celý rok²¹¹

METODIKA NÁVRHU FIXNÍCH HORIZONTÁLNÍCH STÍNICÍCH PRVKŮ:

- 1- Definování, v jakém klimatu se budova nachází, jaké jsou sluneční úhly;
- 2- od parapetu řešeného okna se nakreslí úhel meze plného stínu;
- 3- jakýkoliv stínicí prvek dosahující na úroveň tohoto úhlu nebo dál poskytne stínění po celou dobu období přehřívání;
- 4- kratší stínicí prvky budou fungovat v omezenější míře, ale na druhou stranu umožní více denního osvětlení v interiéru.

NAVRHOVÁNÍ POHYBLIVÝCH STÍNICÍCH PRVKŮ

Návrh pohyblivých stínicíků pro okna orientovaná na jih je z hlediska stínění v období přehřívání obdobný jako u fixních stínicíků. V zimním období je vhodné zajistit jednak vyhřátí interiéru, jednak propuštění dostateku slunečních paprsků.

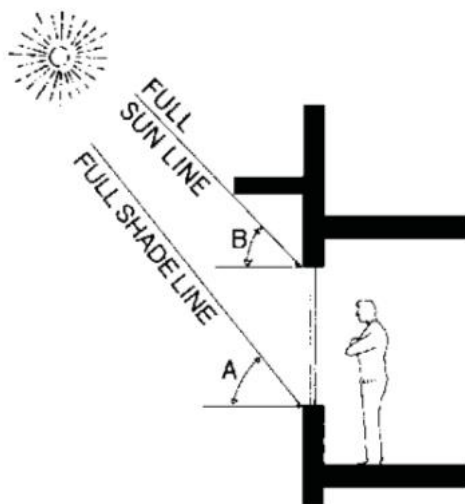
K zajištění dostateku slunečních paprsků v zimním období je nutné:

- 1- analyzovat kdy je potřeba mít stínicí prvek v poloze umožňující vstup slunečních paprsků
- 2- Navrhnout stínicí prvek tak, aby v letním období byl s co nejmenším pohybem schopen maximálně stínit sluneční paprsky

Úhel a pozice slunce na konci zimy, kdy je slunce v nejvyšší poloze a my potřebujeme interiér vyhřát, nazýváme plný sluneční úhel. Slunce má v zimním období nižší než plný úhel, a proto jakýkoliv stínicí prvek,

²¹¹ (LECHNER, 2015)

který tento úhel nepřesahuje, umožní interiér v průběhu zimního období vyhřívat. Tento úhel budeme nazývat úhlem B. V našich podmínkách se slunce v tomto maximálním plném úhlu nachází v březnu a v říjnu – v tomto období chceme, aby sluneční paprsky pronikly do interiéru a vyhřívaly ho.



Obr. 107 Plný sluneční úhel představuje maximální velikost stínícího prvku v období solárních zisků²¹²

METODIKA NÁVRHU POHYBLIVÝCH HORIZONTÁLNÍCH STÍNICÍCH PRVKŮ:

- 1- Definování, v jakém klimatu se budova nachází, jaké jsou sluneční úhly;
- 2- od parapetu řešeného okna nakreslíme úhel plného stínu;
- 3- od nadpraží řešeného okna nakreslíme plný sluneční úhel;
- 4- pohyblivá část stínění se musí dotknout úhlu plného stínu v průběhu období přehřívání;
- 5- stínění musí být sklopeno v zimním období pro umožnění vyhřívání interiéru solárními zisky;
- 6- stínění musí fungovat v přechodovém období (jaro, podzim).

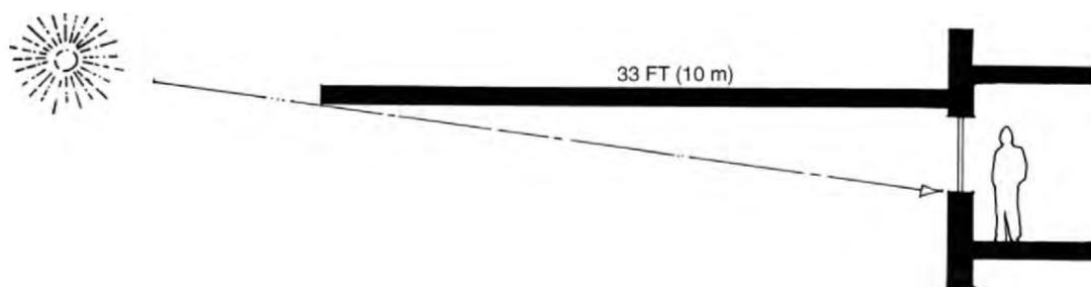
(Schittich, 2003)

Obr. 108 Metodika návrhu pohyblivých horizontálních stínících prvků (kresba: Tomáš Durdis)

STÍNĚNÍ VÝCHOD A ZÁPAD

Na východní a západní fasádě je obtížné plně stínit pomocí fixních horizontálních prvků. Následující obrázek ilustruje nevhodnost správně dimenzovaného horizontálního fixního stínění na východní či západní straně. I přesto se ale vyplatí částečně stínit horizontálním stínícím prvkem, byť nebude účinný po celé období přehřívání.

²¹² (LECHNER, 2015)



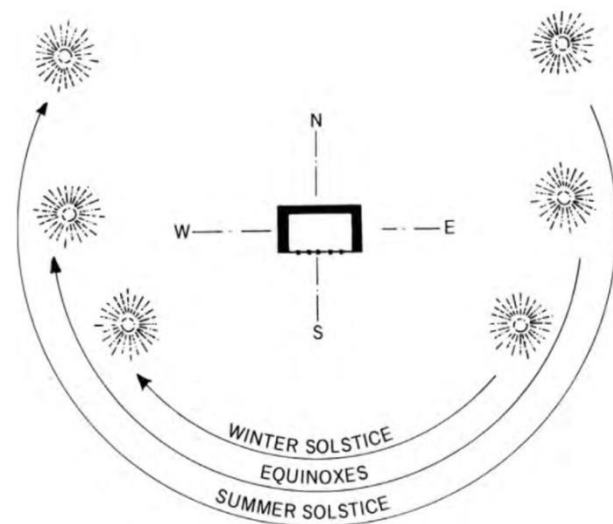
Obr. 109 Stínění východní a západní fasády horizontálním stínícím prvkem²¹³

V průběhu zimy se očekává, že interiér bude vyhříván nejenom jižními okny, ale i východními a západními. Proto se doporučuje omezit stínění východu a západu pouze na kritické letní období.

Žádný stínicí prvek není schopen plně odstínit východní a západní slunce, protože je umístěn tak nízko, že se prakticky nachází v úrovni očí (pokud neuvažujeme o těžkých interiérových závěsech nebo screenech). Okna jsou důležitá kvůli výhledu, a proto se horizontální stínění jeví z tohoto hlediska jako nejméně problematické. Toto stínění ale musí být mnohem větší než na jižní stranu, a proto je často doplněno žaluziemi nebo jinými drobnějšími stínícími prvky. Je rovněž důležité, jaký druh zasklení byl pro stavbu použit, protože díky koeficientu odrazu světla pod určitým úhlem jsou sluneční paprsky odraženy oknem do exteriéru (paprsek se odráží cca při úhlu 15°).

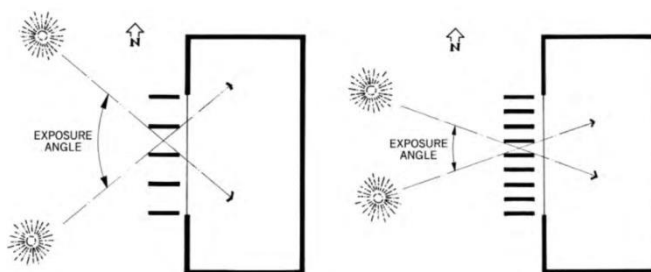
Pro východní a západní stranu fasády se často používá vertikální stínění, které ale přináší omezený výhled do exteriéru. Následující obrázek dokumentuje azimut a polohu slunce v různých ročních obdobích – jeho pozici při východu a západu. Z obrázku je patrné, že jsou dny, kdy slunce během cca šesti měsíců (21. března – 21. září) v podvečer a ráno svítí přímo z východu a západu.

²¹³ (LECHNER, 2015)



Obr. 110 Azimut slunce v různých obdobích²¹⁴

Během těchto šesti měsíců slunce v určitou dobu pronikne skrze vertikální stínění do interiéru. K minimalizaci této sluneční penetrace potřebujeme minimalizovat úhel exponování – viz následující obrázek. Docílíme toho větším počtem hlubších stínících vertikálních prvků. Kdybychom ale chtěli být důslední a touto metodou úplně odstínit východ či západ, vertikální prvky by byly tak hluboké, a tak natěsno zabudované, že by přes ně prakticky nebylo vidět.

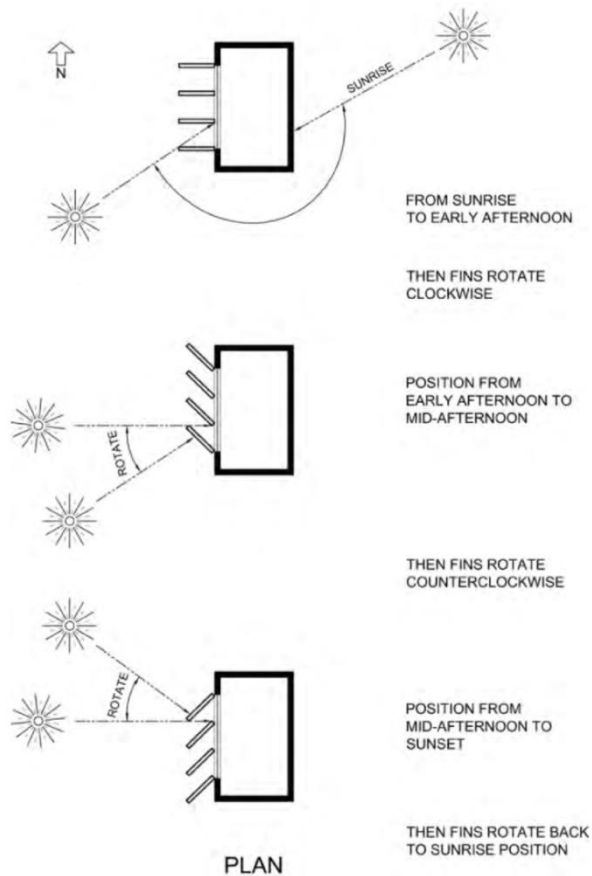


Obr. 111 Varianty vertikálního stínění a úhel exponování²¹⁵

Vertikální stínící prvky jsou vhodné, když chceme kontrolovat směr výhledu (například západní nebo východní vertikální stínění orientované na sever odstíní východní a západní slunce a umožní určitý výhled na sever, pokud je významově důležitý). Je možné prvky orientovat i na jih, pokud chceme využívat více zimního slunce pro vyhřívání interiéru, nebo na sever, kdy potřebujeme více stínit v létě. Pokud použijeme pohyblivé stínící prvky, je možná i jejich kombinace.

²¹⁴ (LECHNER, 2015)

²¹⁵ (LECHNER, 2015)



Obr. 112 Poloha pohyblivých stínících prvků v průběhu dne²¹⁶

Pohyblivé stínící prvky reagují na pozici slunce v průběhu dne, po většinu času nijak výrazně neomezují výhled, a stíní, když je to potřeba. Například vertikální stínící prvky budou ve výchozí pozici kolmo na fasádu až do pozdního odpoledne, kdy by je slunce mohlo obejít – teprve pak se natočí, aby zabránily slunečním paprskům proniknout do interiéru.

Východní pohyblivé vertikální prvky mohou samozřejmě fungovat obdobně. Pokud preferujeme výhledy na východ a západ, doporučují se spíše pohyblivé vertikální prvky.

²¹⁶ (LECHNER, 2015)

POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA,

SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ, TABULEK A PŘÍKLADŮ

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Sokratův dům – půdorys a řez (kresba Tomáš Durdis)	15
Obr. 2 Okenice (kresba: Tomáš Durdis)	16
Obr. 3 Mashrabiya – stínění používané v arabských zemích	16
Obr. 4 Oranžerie, Břevnovský klášter, Praha	17
Obr. 5 Žaluzie (kresba: Tomáš Durdis)	17
Obr. 6 Žaluziové okno, tzv. breezeway	18
Obr. 7 Milwaukee Art Museum Santiago Calatrava	19
Obr. 8 Monde Arabe – Jean Nouvel.....	19
Obr. 9 Unité d'Habitation (1947–52) Le Corbusier – Marseille	20
Obr. 10 Chandigarh Vládní okrsek – Le Corbusier (1951–54)	20
Obr. 11 Hundertwasser popisuje obálku budovy jako jednu z pěti kůží.....	23
Obr. 12 "Part of the year the sun is our friend, and part of the year is our enemy", kresba: LeCorbusier	30
Obr. 13 Diagram Zemské dráhy a která část Země je v určitý čas přímo vystavena Slunci	31
Obr. 14 Úhel dopadu slunečních paprsků-pohled a půdorys.....	31
Obr. 17 Skleníkový efekt a tepelná kapacita	33
Obr. 18 Udržitelná metoda pro zajištění tepelného komfortu v létě	36
Obr. 19 Řecký obytný dům – Pompeje	37
Obr. 20 Solární záření v průběhu roku.....	38
Obr. 21 Difúzní a přímá sluneční radiace	38
Obr. 22 Odražené paprsky.....	39
Obr. 23 Horní horizontální zasklení a tzv. bazilikální světlení.....	40
Obr. 24 Vybrané příklady fixního stínění	44
Obr. 25 Stínění východní a západní fasády horizontálním stínícím prvkem.....	45
Obr. 26 Fixní stínění a jeho nevhodné stínění v zimě	46
Obr. 27 Pohyblivé stínění a jeho schopnost reagovat na mezní doby stínění	47
Obr. 28 Pohyblivé stínění s pouhými dvěma polohami v průběhu roku	47
Obr. 29 Přehled pohyblivých externích stínění	48
Obr. 30 Stínění stromy	49
Obr. 31 Shadovoltaic	50
Obr. 32 Natáčivé lamely	51
Obr. 33 Termohydraulické natáčecí systémy	51
Obr. 34 Stínění stadionu	52
Obr. 35 Stínění veřejného prostranství	52
Obr. 36 Swisstech ve Švýcarském federálním technologickém institutu v Lausanne (EPFL).....	54
Obr. 37 BIQ – The Algae House, Hamburk.....	55
Obr. 38 Köppenova klasifikace podnebí.....	56
Obr. 39 Rozdělení světa dle podnebí (teplé, horké, průměrné a studené)	57

Obr. 40 Rozdělení světa dle ročního úhrnu srážek (mm)	58
Obr. 41 Rozdělení světa dle solární radiace za rok (kWh/m ² .a)	58
Obr. 42 Köppenova klasifikace podnebí doplněna autorem o vybraná města	59
Obr. 43 Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Geometrie	62
Obr. 44 (levý) Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Okna	64
Obr. 45 (pravý) Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Izolace.....	64
Obr. 46 Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Budova	66
Obr. 47 (levý) Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Klima.....	67
Obr. 48 (pravý) Dialogové okno vstupních údajů programu CASAnova – část Energie.....	67
Obr. 49 Výsledky programu CASAnova – část Přehled	68
Obr. 50 Výsledky programu CASAnova – část Klima/Budova.....	69
Obr. 51 Výsledky programu CASAnova – část Energetické toky.....	69
Obr. 52 Výsledky programu CASAnova – část Vytápění.....	70
Obr. 53 Výsledky programu CASAnova – část Chlazení.....	71
Obr. 54 Köppenova klasifikace podnebí doplněna autorem o užší výběr šesti vybraných města	82
Obr. 55 Vstupní údaje programu CASAnova – část Okna.....	84
Obr. 56 Nepoužitelné solární zisky – porovnání variant stínění (kWh/m ² .a)	89
Obr. 57 Rozdíly v nepoužitelných solárních ziscích (mezi jednotlivými variantami stínění)	89
Obr. 58 Primární potřeba vytápění a chlazení (kWh/m ² .a) (bez stínění, s fixním stíněním, s pohyblivým stíněním).....	90
Obr. 59 Rozdíly v primární potřebě energie (mezi jednotlivými variantami stínění)	90
Obr. 60 Airhouse jako informační centrum ČVUT-foto Martin Čeněk	92
Obr. 61 Parametry slunce pro Prahu 50 s.š.	121
Obr. 62 Schéma dvojité transparentní fasády.....	136
Obr. 63 Schéma energetické fasády s rozsáhlým halovým meziprostorem	137
Obr. 64 Dvojitá fasáda s uzavřeným okruhem v zimním období	139
Obr. 65 Režim léto – noc	141
Obr. 66 Dvojitá transparentní fasáda s uzavřeným okruhem, režimy A – zima den, B – zima noc, C – léto den, D – léto noc	142
Obr. 67 Základní provozně-funkční režimy meziprostoru dvojité transparentní fasády s otevřeným okruhem	143
Obr. 68 Dynamika pohybu vzduchu v meziprostoru dvojité transparentní fasády v letním období - otevřená okruh.....	145
Obr. 69 Dvojitá transparentní fasáda s otevřeným okruhem	146
Obr. 70 Airhouse – koncept.....	150
Obr. 71 Airhouse-dispozice	151
Obr. 72 Airhouse-koncept "dům v domě"	152
Obr. 73 Airhouse-fotovoltaický systém	153
Obr. 74 Airhouse-Vzduchotechnická soustava.....	154
Obr. 75 Airhouse-solární systém	155
Obr. 76 Airhouse-Kořenová čistírna	156
Obr. 77 Airhouse-přírodní materiály.....	157
Obr. 78 Airhouse-konstrukce, která dýchá.....	158
Obr. 79 Airhouse-vytápění a chlazení	158

Obr. 80 Airhouse-návrh stínícího systému	159
Obr. 81 Airhouse-Vizualizace interiéru	160
Obr. 82 Airhouse-měření a regulace	161
Obr. 83 Airhouse-Domácí elektroinstalace.....	161
Obr. 84 Logická a udržitelná metoda pro zajištění tepelného komfortu v létě.....	166
Obr. 85 Solární radiace v průběhu roku.....	167
Obr. 86 Ve znečištěných oblastech se solární zátěž skládá převážně z přímých paprsků a rozptýleného světla	168
Obr. 87 Jednotlivé orientace vyžadují jinou stínící strategii.....	169
Obr. 88 Orientace oken	169
Obr. 89 Kombinace vertikálních a horizontálních prvků stínění	170
Obr. 90 Stínící efekt různých druhů stínění	170
Obr. 91 Horní osvětlení a bazilikální osvětlení.....	171
Obr. 92 Interiérové stínění	172
Obr. 93 Vytahovací interiérové stínění	173
Obr. 94 Vybrané příklady fixního stínění	174
Obr. 95 Horizontální exteriérové stínění (teplota j jednotkách Fahrenheit)	176
Obr. 96 Použití stínění na jižní fasádě	176
Obr. 97 Pásová okna a jižní stínění – příklad.....	176
Obr. 98 Druhy exteriérového vertikálního stínění (kresba: Tomáš Durdis)	177
Obr. 99 Fixní stínění a jeho nadbytečné stínění v zimě	179
Obr. 100 Pohyblivé stínění a jeho schopnost reagovat na mezní doby stínění	179
Obr. 101 Pohyblivé stínění s pouhými dvěma polohami v průběhu roku.....	180
Obr. 102 Markýzy hotelu z první poloviny 20. století	181
Obr. 103 Exteriérový screen a jeho vlastnosti.....	182
Obr. 104 Stínění stromy.....	183
Obr. 105 Stínění popínavými rostlinami	184
Obr. 106 Návrh délky stínění pomocí mezní hodnoty plného stínu.....	184
Obr. 107 Fixní horizontální stínění není vhodné v prostředí s vysokou vlhkostí	185
Obr. 108 Horizontální stínění – nevhodné stínění horní části okna po celý rok.....	186
Obr. 109 Plný sluneční úhel představuje maximální velikost stínícího prvku v období solárních zisků	187
Obr. 110 Metodika návrhu pohyblivých horizontálních stínících prvků (kresba: Tomáš Durdis)	187
Obr. 111 Stínění východní a západní fasády horizontálním stínícím prvkem.....	188
Obr. 112 Azimut slunce v různých obdobích	189
Obr. 113 Varianty vertikálního stínění a úhel exponování	189
Obr. 114 Poloha pohyblivých stínících prvků v průběhu dne.....	190

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Seznam porovnávaných měst (tabulka rozdělena na dvě části)	60
---	----

Tab. 2 Rozdíly v potřebách energie mezi variantou bez stínící druhé kůže a realizovanou variantou, podmínky ČR.....93

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Potřeba chlazení (kWh/m ² .a)	73
Graf 2 Potřeba vytápění (kWh/m ² .a)	74
Graf 3 Použitelné solární zisky (kWh/m ² .a).....	76
Graf 4 Nepoužitelné solární zisky (kWh/m ² .a)	77
Graf 5 Primární součet potřebné energie pro chlazení a vytápění (kWh/m ² .a)	78
Graf 6 Procentuální zastoupení hodin vytápění/chlazení/nulových hodin za rok (8 800 hod.) v %	80
Graf 7 Potřeba chlazení ve variantách stínění.....	86
Graf 8 Rozdíly v potřebě chlazení (mezi jednotlivými variantami stínění)	86
Graf 9 Potřeba vytápění (varianty stínění).....	87
Graf 10 Rozdíly v potřebě vytápění (mezi jednotlivými variantami stínění)	87
Graf 11 Použitelné solární zisky – porovnání variant stínění (kWh/m ² .a)	88
Graf 12 Rozdíly v použitelných solárních ziscích mezi jednotlivými variantami stínění (kWh/m ² .a).....	88
Graf 13 Procentuální zastoupení hodin vytápění/chlazení/nulových hodin za rok (8 800 hod.) v %	91
Graf 14 Průběh vnitřních teplot pro variantu bez a s „canopy“ (1–31.březen, Praha)	93
Graf 15 Porovnání hodin chlazení/vytápění a nulových hodin za rok pro obě velikosti objektu	162

SEZNAM PŘÍKLADŮ

Příklad č. 1 – Unité d’Habitation.....	95
Příklad č. 2 – Shodhan House	96
Příklad č. 3 – High Court.....	97
Příklad č. 4 – Tropical Box	98
Příklad č. 5 – Arys House	99
Příklad č. 6 – Air House	100
Příklad č. 7 – Bucerius House.....	101
Příklad č. 8 – The Getty Center.....	102
Příklad č. 9 – Eagle Rock Park Clubhouse	103
Příklad č. 10 – Concert Hall.....	104
Příklad č. 11 – Institute du Monde Arabe	105
Příklad č. 12 – Surry Hills Library.....	106
Příklad č. 13 – Gemini Residence	107
Příklad č. 14 – Commune by the Great Wall	108
Příklad č. 15 – Father’s House in Jade Mountains.....	109
Příklad č. 16 – San Benito Market	110
Příklad č. 17 – Educare Sports Facility	111
Příklad č. 18 – Papertainer Museum.....	112
Příklad č. 19 – Pifferrer House.....	113
Příklad č. 20 – DLR Robotics and Mechatronics Center.....	114
Příklad č. 21 – Simons Hall Student’s Residence	115
Příklad č. 22 – Viglius Mountain Resort.....	116

SEZNAM POUŽITÉ A DOPORUČENÉ LITERATURY

- Agafonkin, Vladimir. 2009.** www.suncalc.net. *Suncalc*. [Online] Astronomy Answers formulae Google Maps API v3, 1. 1 2009. [Citace: 3. 6 2018.] <http://suncalc.net>.
- AIRHOUSE, tým ČVUT. 2013.** Airhouse.cz. *www.airhouse.cz*. [Online] 1. 10 2013. [Citace: 8. 5 2016.] www.airhouse.cz.
- ARCHITECTS, WHBC. 2015.** WHBC ARCHITECTS-projects. *WHBC ARCHITECTS*. [Online] 1. 1 2015. [Citace: 5. 5 2015.] www.whbca.com.
- ARQ, Peñafiel. 2013.** Peñafiel ARQ - architecture. *Peñafiel ARQ*. [Online] 1. 1 2013. [Citace: 5. 10 2017.] www.penafiel-arquitectos.com.
- BEEK, Johan van de, Adolf LOOS a Le CORBUSIER, RISSELADA, Max, ed. 2012.** *Raumplan versus Plan Libre: Adolf Loos - Le Corbusier*. Zlín : Archa, 2012. ISBN 978-80-87545-04-1.
- BENEŠ, Daniel. 2017.** Letošní a příští rok bude pro ČEZ nejhorší, říká Beneš. V dalších letech ale podnik plánuje razantní růst díky novým technologiím. *Hospodářské noviny*. [Online] 8. 11 2017. [Citace: 5. 12 2017.] <https://archiv.ihned.cz/c1-65947470-cez-proziva-obtizna-leta-a-drzi-se-predevsim-diky-vyznamnym-prodejum-majetku-doma-i-za-hranicemi>.
- . 2015. V energetice potřebujeme jasná pravidla. *Hospodářské noviny*. [Online] 17. 06 2015. [Citace: 17. 06 2015.] <https://byznys.ihned.cz/c1-64001790-v-energetice-potrebujeme-jasna-pravidla>.
- BIELEK, Boris. 2002.** *Dvojité transparentné fasády budov*. Bratislava : COREAL, 2002. ISBN 80-968846-1-1.
- BILL, Max. 1947.** *Le Corbusier & P. Jeanneret. Ouvre complete 1934-1938. 3. vyd.* Erlenbach-Zürich: Les Editions d'Architecture : autor neznámý, 1947.
- Breezway company. 2014.** Breezway windows. *Breezway*. [Online] 5. 1 2014. [Citace: 14. 3 2015.] <http://www.breezway.com.au/>.
- CARSON, Rachel. c1994.** *Silent spring*. Boston : Houghton Mifflin company, c1994. ISBN 0-395-68329-7.
- COHEN, Jean-Louis. a Le CORBUSIER. c2004.** *Le Corbusier, 1887-1965: the lyricism of architecture in the machine age*. Los Angeles : Taschen, c2004. ISBN 978-3-8228-3535-7.
- COLT. 2012.** Solar Shading systems (Shadowglass and Shadovoltaic). *COLT*. [Online] 1. 1 2012. [Citace: 04. 01 2018.] www.coltgroup.com. PD 44.05/12.
- Corporation, The American Institute of Architects Research. 1977.** *Solar dwelling design concepts: a basic guide to solar heating and residential design*. místo neznámé : New York: Drake Publishers, 1977. ISBN 0847315746.
- CUBERO, Yolanda. 2011.** *Spectacular Houses*. místo neznámé : Page One, 2011. ISBN 9789814286459.

ČENĚK, Martin. 2016. *Dům v domě jako forma udržitelné architektury, architektonický koncept z perspektivy udržitelnosti, disertační práce.* Praha : FA ČVUT, 2016.

ČSN. 2015. normy ČSN. *csnonline.agentura-cas.cz.* [Online] 1. 1 2015. [Citace: 4. 5 2015.]
csnonline.agentura-cas.cz.

FA ČVUT. 2017. Vnější stínící prvky. *Ústav stavitelství III - přednášky.* [Online] 1. 5 2017. [Citace: 1. 5 2017.]
15123.fa.cvut.cz/?download=/_predmet.ps3/predn-12_2017_18-stinici...pdf.

FLORIÁN, Miloš. 2005. *Inteligentní skleněné fasády: vysokoškolská učebnice.* Praha : Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03195-0.

HEGGER, Manfred. 2008. FUNDAMENTALS. [autor knihy] Manfred., Gerd H. SÖFFKER, Philip. THRIFT a Pamela. SEIDEL HEGGER. *Energy manual: sustainable architecture.* Munich : Edition Detail, 2008.

—. 2008. Urban space and infrastructure. [autor knihy] Manfred., Gerd H. SÖFFKER, Philip. THRIFT a Pamela. HEGGER. *Energy manual: sustainable architecture.* Munich : Edition Detail, 2008.

HEGGER, Manfred., Gerd H. SÖFFKER, Philip. THRIFT a Pamela. SEIDEL. 2008. *Energy manual: sustainable architecture.* Mnichov : Edition Detail, 2008. ISBN 9783034614542.

HEIDT, Prof. Dr.-Ing. F.D. 2012. An educational software for heating and cooling energy demand as well as the temperature behaviour in buildings. *CASAnova 3.3.* [Online] University Siegen (DE), 1. 1 2012. [Citace: 6. 2 2015.] <http://nesa1.uni-siegen.de/index.htm?/softlab/casanova.htm>.

HERZOG, T. 2008. Solar Architecture. [autor knihy] Manfred., Gerd H. SÖFFKER, Philip. THRIFT a Pamela. SEIDEL HEGGER. *Energy manual: sustainable architecture.* Munich : Edition Detail, 2008.

HLAVÁČEK, Dalibor, ed. 2013. *Architektura a ekologie.* Praha : ČVUT, Fakulta architektury, 2013. ISBN 978-80-01-05255-6.

Intergovernmental panel on climate change. 2001. Climate change 2001-IPCC Third Assessment Report. *IPCC.* [Online] IPCC, 1. 12 2001. [Citace: 4. 10 2015.] <https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/>.

JODIDIO, Philip. c2008. *Santiago Calatrava: 1951 : architekt, inženýr, umělec.* . Praha : Slovart, c2008. ISBN 978-80-7391-084-6.

JODIDIO, Philip. a Florian. KOBLER. 2012. *Jean Nouvel, 1945: giver of forms.* Kolín (DE) : Taschen, 2012. ISBN 978-3-8365-3080-4.

JODIDO, Philip a Peter Gössel. 2012. *Richard Meier & Partners: white is the light.* Kolín (DE) : Taschen, 2012. ISBN 978-3-8365-3853-4.

KAMAL, Mohammad Arif. 2013. *Le Corbusier's Solar Shading Strategy for Tropical Enviroment: A sustainable approach.* Dhahran : King Fahd University, Saudi Arabia, 2013. Thesis.

KOEPPE-GEIGER. 2018. Maps of the observed and projected climate classification. *World Maps of Köppen-Geiger climate classification.* [Online] Climate Change & Infectious Diseases Group, 1. 1 2018. [Citace: 3. 01 2018.] <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm>.

- Köppen. 2016.** Köppenova klasifikace podnebí. *Wikipedia*. [Online] 20. 5 2016. [Citace: 20. 5 2016.] https://cs.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppenova_klasifikace_podnebi%C3%AD.
- LAMPRECHT, Barbara. 2004.** *Richard Neutra 1892 - 1970: Survival through Design*. Kolín(DE) : Taschen, 2004. ISBN 978-3-8228-2773-4.
- LECHNER, N. 2009.** *Heating, Cooling, Lighting, Sustainable Design Methods for Architects*. Hoboken, NJ : John Willey and Sons, Inc., 2009.
- LECHNER, Norbert. 2015.** *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects. Fourth edition*. Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2015. ISBN isbn978-1-118-82172-5.
- LOVINS, Amory. 1979.** *Soft Energy Paths: Towards a Durable Peace*. Harper : Colophon Books, 1979. ISBN : 0060906537.
- LUBINOVÁ, Štěpánka. 2013.** *Stínění oken: žaluzie, rolety, markýzy a slunolamy*. Praha : Grada , 2013. ISBN 978-80-247-4579-4..
- MEADOWS, Donella H. 1972.** *The limits to growth: a report for the club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York : Universe books, 1972. ISBN 0-87663-165-0.
- 2017.** Meteorologický slovník výkladový a terminologický (eMS). *Meteorologický slovník*. [Online] Česká meteorologická společnost, 1. 10 2017. [Citace: 18. 8 2018.] <http://slovník.cmes.cz>.
- NOKHADA, Bait Al. 2014.** <http://baitalnokhada.com>. *Bait Al Nokhada Tents and Fabric shades*. [Online] Bait Al Nokhada, 1. 1 2014. [Citace: 5. 01 2018.] <http://baitalnokhada.com>.
- OKNA EU. 2017.** Vlastnosti zasklení. *okna.eu*. [Online] OKNA.EU s.r.o, 1. 1 2017. [Citace: 5. 11 2017.] <https://www.okna.eu/vlastnosti-zaskleni>.
- PETZINKA, K.H. 2008.** Planning and building in life cycles L.C.A. [autor knihy] Manfred., Gerd H. SÖFFKER, Philip. THRIFT a Pamela. SEIDEL. HEGGER. *Energy manual: sustainable architecture*. Munich : Edition Detail, 2008.
- PHAIDON PRESS. 2004.** *The Phaidon atlas of contemporary world architecture*. London : PHAIDON, 2004. ISBN 0714843121.
- PRAŽANOVÁ, Markéta. 2017.** Stínění jako zdroj energie. *Energeticky soběstačné budovy*. 2017, Sv. 4.
- PUŠKÁR, Anton. 2002.** *Obvodové pláště budov - fasády*. Bratislava : Jaga, 2002. ISBN 80-88905-72-9.
- RAND, Harry.** *Hundertwasser*. místo neznámé : Taschen. ISBN 978-3-8365-6761-9.
- Rasmussen, Steen Eiler. 1962.** *Experiencing architecture*. místo neznámé : The MIT Press, 1962. 9780262680028.
- Restany, Piere. 2004.** *Hundertwasser, malíř-král v pěti podobách*. místo neznámé : Taschen, 2004. 80-7209-529-3.

- RISSELADA, Max. a Johan van de. BEEK. 2008.** *Raumplan versus Plan libre: Adolf Loos/Le Corbusier. Rev. and updated English ed.* Rotterdam : 010 Publishers, 2008. ISBN 978-90-6450-665-9.
- ROLETY-MARKZYZY-ZALUZIE. 2006.** Venkovní screen rolety. *rolety-markzyzy-zaluzie*. [Online] © univers tech 2006-2018, 1. 1 2006. [Citace: 6. 01 2018.] <http://www.rolety-markzyzy-zaluzie.cz/venkovni-screen-rolety>.
- RYBCZYNSKI, Witold. c1991.** *Paper heroes: appropriate technology : panacea, or pipe dream?* New York : Penguin Books, c1991. ISBN 0140153756.
- SADLER, SIMON. 2005.** *Archigram: architecture without architecture.* Cambridge : MIT press, 2005. 0-262-69322-4.
- Saini, Shivam. 2015.** Business insider. *'Death Ray' skyscraper is wreaking havoc on London.* [Online] 31. 6 2015. [Citace: 15. 8 2018.] <https://www.businessinsider.com/death-ray-skyscraper-is-wreaking-havoc-on-london-for-a-few-totally-insane-reasons-2015-7>.
- SASSI, Paola. 2006.** *Strategies for sustainable architecture.* New York : Taylor & Francis, 2006. ISBN 0-203-48010-4.
- SHANKLEMAN, Jess. 2017.** For cheapest power on earth look skyward as coal falls to solar. *Bloomberg.com*. [Online] 3. 1 2017. [Citace: 2. 9 2017.] <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-03/for-cheapest-power-on-earth-look-skyward-as-coal-falls-to-solar>.
- SHEER, H. 2008.** Energy Change. [autor knihy] Manfred., Gerd H. SÖFFKER, Philip. THRIFT a Pamela. SEIDEL HEGGER. *Energy manual: sustainable architecture.* Munich : Edition Detail, 2008.
- Schittich, Christian. 2003.** *Solar architecture: strategies, visions, concepts.* Basilej : Birkhäuser, 2003. ISBN 3-7643-0747-1.
- SCHLEGER, Eduard. 2008.** *Zdraví a krása: přírodní materiály a zdravé stavby.* Praha : České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04012-6.
- SCHUMACHER, E. F. 1974.** *Small is beautiful: a study of economics as if people mattered.* London : Abacus, 1974. ISBN 0-349-13132-5.
- SITARZ, Dan. c1993.** *AGENDA 21: the Earth Summit strategy to save our planet.* Boulder : EarthPress, c1993. ISBN 093575511X.
- STARK, Martin. 2017.** Stínění jako zdroj energie. *Energeticky soběstačné budovy.* 2017, Sv. 4.
- STEELE, James. 1997.** *An architecture for people: the complete works of Hassan Fathy.* London : Thames and Hudson, 1997. ISBN 0500279918.
- SUSKE, Petr. 2008.** *Ekologická architektura ve stínu moderny: podstata, principy a mýty.* Brno : ERA, 2008. ISBN 978-80-7366-112-0.
- THORP, Francis-Jones Morehen. 2009.** FJMT-projects. *fjmt*. [Online] 1. 1 2009. [Citace: 4. 2 2016.] www.fjmtstudio.com.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. 2013. FINAL RESULTS 2013. *Solar Decathlon 2013*. [Online] Solar Decathlon, 21. 10 2013. [Citace: 17. 4 2015.] https://www.solardecathlon.gov/past/2013/final_results.html.

—. **2013.** Highlights from Solar Decathlon 2013. *Solar Decathlon 2013*. [Online] SOLAR DECATHLON, 2. 10 2013. [Citace: 17. 4 2015.] <https://www.solardecathlon.gov/past/2013/>.

VALE, Brenda. 1991. *Green architecture: design for sustainable future*. Londýn : Thames and Huston, 1991.

VAŠOURKOVÁ, Yvette. 2011. Ekologie a udržitelný rozvoj-časová osa. *Zlatý řez*. Soft sustainability, 2011, 2013.

WARREN, TRANSLATED BY MORRIS HICKY MORGAN a WITH ILLUSTRATIONS AND ORIGINAL DESIGNS PREPARED UNDER THE DIRECTION OF HERBERT LANGFORD. 1960. *Vitruvius: the ten books on architecture, Dover ed.* New York : Dover Publications, 1960. ISBN 9780486206455.

wikipedia. 2017. www.wikipedia.com. *Wikipedia*. [Online] 10. 4 2017. [Citace: 5. 8 2018.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Slune%C4%8Dn%C3%AD_konstanta.

WUNDRAM, Manfred. 2009. *Andrea Palladio: 1508-1580 : pravidla harmonie*. Praha : Slovart, 2009. ISBN 978-3-8365-1795-9.

XENOFÓN. 1972. *Vzpomínky na Sókrata Ve Svobodě vydání I. Přeložil Václav BAHNÍK*. Praha : Svoboda, 1972. Antická knihovna (Svoboda), svazek 15.

ZEUMER. 2008. Building services. [autor knihy] Manfred., Gerd H. SÖFFKER, Philip. THRIFT a Pamela. SEIDEL HEGGER. *Energy manual: sustainable architecture*. Munich : Edition Detail, 2008.

Zpráva mezinárodní komise OSN pro životní prostředí. 1991. *Naše společná budoucnost: výtah*. Brno : EkoCentrum, 1991. 1991.

© Ing. arch. Tomáš Durdis

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta architektury

15128 Ústav navrhování II

Thákurova 9

16634 Praha 6-Dejvice

tomdurdis@gmail.com

září 2018