



FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA MECHANIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Srovnání koncepce typických moderních budov
ve Střední Evropě a Jihovýchodní Asii se zaměřením na nosné
konstrukce

Vypracovala: Bc. Monika Vlčková

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci s názvem Srovnání koncepce typických moderních budov ve Střední Evropě a Jihovýchodní Asii s ohledem na nosné konstrukce vypracovala samostatně pod odborným dohledem pana Doc. Ing. Jana Paška, Ph.D. a s použitím odborné literatury uvedené v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Horšovském Týně, dne

.....
Bc. Monika Vlčková

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Doc. Ing. Janu Paškovi, PhD., za ochotu, trpělivost, čas a užitečné rady, které mi poskytl.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině za velkou podporu během mého studia.

Anotace

Diplomová práce pojednává o srovnání požadavků platných pro Jihovýchodní Asii a střední Evropu, zvláště pak v Thajsko a Českou republiku, které se uvažují při návrhu nosných konstrukcí. Náležitými znalostmi vnějších, vnitřních podmínek a materiálových řešeních v dané zemi se mohou stavby projektovat a realizovat nejen tak, aby splnily podmínky investorské, účelové a provozní, ale také kulturní a klimatické aspekty v jednotlivých zemích. Praktická část se zabývá zejména posouzením některých nosných konstrukcí a jejich porovnáním v obou těchto státech.

Klíčová slova:

Česká republika, Thajsko, stavba, konstrukce

Abstrakt

The diploma thesis discusses and compares the requirements valid for Southeast Asia and Central Europe, especially in Thailand and the Czech Republic, which are considered in the design of load-bearing structures. With proper knowledge of the external and internal conditions and material solutions in a the given country, buildings can be designed and implemented not only to meet investors' purpose and operational conditions, but also cultural and climatic aspects in each country. The practical part deals mainly with the assessment of some load-bearing structures and their comparison in both these states.

Key words:

Czech Republic, Thailand, building, structure of building

Obsah

Obsah	6
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POJMŮ	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	12
ÚVOD	12
CÍLE PRÁCE	13
MOTIVACE.....	13
HYPOTÉZA.....	13
1. Vlivy vstupující do návrhu nosných konstrukcí.....	14
1.1 Vnější podmínky	14
1.1.1 Klima	14
1.1.1.1 Teplota.....	14
1.1.1.2 Vítr.....	15
1.1.1.3 Sníh.....	20
1.1.1.4 Déšť	20
1.1.1.5 Vlhkost	23
1.1.2 Mimořádná zatížení.....	27
1.1.2.1 Seismicita	27
1.2 Vnitřní okrajové podmínky	34
1.2.1 Zatížení užité	34
1.2.2 Vnitřní prostředí	36
1.2.3 Dispozice - typologie.....	39
1.2.3.1 Typologie rodinných domů	39
1.2.3.2 Typologie bytových domů.....	41
2. Materiálové řešení nosných konstrukcí.....	43
2.1 Dřevěné konstrukce	43
2.1.1 Konstrukční dřevo v České republice.....	44
2.1.2 Konstrukční dřevo v Thajsku	45
2.2 Betonové konstrukce	47
2.2.1 Betonové konstrukce v České republice.....	47
2.2.2 Betonové konstrukce v Thajsku	49
2.3 Ocelové konstrukce	52
2.3.1 Ocelové konstrukce v České republice.....	53
2.3.2 Ocelové konstrukce v Thajsku	55
2.4 Zděné konstrukce	62
2.4.1 Zděné konstrukce v České republice.....	62
2.4.2 Zděné konstrukce v Thajsku.....	63

2.5	Speciální materiály	65
2.5.1	Bambus	65
2.5.1.1	Vlastnosti bambusu	65
2.5.1.2	Ošetřování bambusu	67
2.5.1.3	Sušení bambusu	68
2.5.1.4	Spoje	68
2.5.1.5	Použití bambusu	71
PRAKTICKÁ ČÁST		73
3.	Rodinný dům z železobetonu	73
3.1	Česká republika	73
3.1.1	Výpočet zatížení	73
3.1.2	Modelování objektu v programu SCIA	81
3.1.3	Skutečné rozměry vybraných posuzovaných prvků	81
3.1.4	Návrh průvlaků, desky a sloupu dle empirických vzorců.....	82
3.1.5	Posouzení jednotlivých prvků v programu SCIA	82
3.2	Thajsko	83
3.2.1	Výpočet zatížení	83
3.2.2	Modelování objektu v programu SCIA	87
3.2.3	Skutečné rozměry vybraných posuzovaných prvků	87
3.2.4	Posouzení jednotlivých prvků v programu SCIA	87
4.	Rodinný dům ze dřeva.....	88
4.1	Česká republika	88
4.1.1	Výpočet zatížení	88
4.1.2	Modelování objektu v programu SCIA	96
4.1.3	Skutečné rozměry vybraných posuzovaných prvků	96
4.1.4	Výsledné posouzení.....	96
4.2	Thajsko	97
4.2.1	Výpočet zatížení	97
4.2.2	Modelování objektu v programu SCIA	100
4.2.3	Skutečné rozměry vybraných posuzovaných prvků	100
4.2.4	Výsledné posouzení.....	100
ZÁVĚR.....		101
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....		102
SEZNAM POUŽITÝCH SOFTWAREŮ		106
SEZNAM PŘÍLOH		106

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 - Mapa větrných oblastí v Thajsku [6].....</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 2 - Mapa sněhových oblastí [7]</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 3 - Průměrný roční úhrn srážek (2018) [8]</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 4 - Roční úhrn srážek v rozmezích 1901- 2016 [10].....</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 5 - Nádoba na dešťovou vodu v Thajsku [11].....</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 6 - Průměrná roční relativní vlhkost střední Evropy [14]</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 7 - Průměrná roční relativní vlhkost Jihovýchodní Asie [14].....</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 8 - Fasáda budovy poškozená vlhkostí (Zdroj: autor)</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 9 - Mapa výskytu zemětřesení (2000 -2019) [17]</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 10 - Mapa seizmických oblastí v ČR [18].....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 11 - Mapa tektonických desek zemského povrchu [20].....</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 12 - Mapa seismických oblastí Thajska (oblast 0 – zelená, oblast 1 – žlutá, oblast 2A – oranžová, oblast 2B – růžová) [22].....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 13- Schéma tradičního thajského domu [29]</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 14 – Schéma moderního domu [29].....</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 15 - Průběh mizení lesů (1970-1990) [35].....</i>	<i>45</i>
<i>Obrázek 16 - Válcované tyče I a H [49].....</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 17 - Tenkostěnné profily [49]</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 19 - První ocelová hala v provincii Sakon Nakhon (Zdroj: autor)</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 20 - Příklad střešní konstrukce z oceli [50].....</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 21 - Příklad střešní konstrukce z oceli [51].....</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 22 - Detail střešní konstrukce z oceli (Zdroj: autor)</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 23 - Systém Porotherm [56].....</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 24 - Děrované hliněné cihly v Thajsku [57]</i>	<i>63</i>
<i>Obrázek 25 - Hliněné pálené cihly v Thajsku [57].....</i>	<i>63</i>
<i>Obrázek 26 - Části bambusového kmene [58]</i>	<i>66</i>
<i>Obrázek 27 - Bambusový spoj v blízkosti kolénka [60]</i>	<i>68</i>
<i>Obrázek 28 - Bambusový spoj: a) konec tyče bez kolénka, b) rozdrčení bambusu v místě spoje, c)d)e) vložení dřevěného kruhového průřezu, nebo bambusové části s kolénkem[60]</i>	<i>69</i>
<i>Obrázek 29 - Běžné řezy pro bambusové spoje: zleva řez s jedním uchem, řez se dvěma uchy, zkosený řez, flétnový řez a řez rybí ústa [60]</i>	<i>69</i>
<i>Obrázek 30 - Spojování bambusových tyčí pomocí kolíků, nebo kolíků a upínacích zámků [60]</i>	<i>70</i>
<i>Obrázek 31 - Spojování bambusových tyčí pomocí kolíků a upínacích zámků[60]</i>	<i>70</i>

<i>Obrázek 32 - Bambusové lešení v chrámu Wat Pho v Bangkoku (Zdroj: autor)</i>	71
<i>Obrázek 33 - Sportovní hala (Panyaden International School) [60]</i>	72
<i>Obrázek 34 - Mapa větrových oblastí na území ČR</i>	75
<i>Obrázek 35 - Mapa větrových oblastí na území ČR</i>	90

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 – Referenční rychlost větru a faktor tajfunů [6]</i>	16
<i>Tabulka 2 - Koeficient I [22]</i>	32
<i>Tabulka 3 - Koeficient K[22]</i>	32
<i>Tabulka 4 - Koeficient S [22]</i>	33
<i>Tabulka 5 - Porovnání užitého zatížení staveb (Zdroj: autor)</i>	35
<i>Tabulka 6 - Srovnání rodinných domů z typologického, výškového hlediska, počtu podlaží a místností – rodinný dům (Zdroj: autor)</i>	41
<i>Tabulka 7 - Srovnání obytných budov z typologického, výškového hlediska a počtu místností – bytový dům (Zdroj: autor)</i>	42
<i>Tabulka 8 - Vlastnosti jehličnatých a listnatých dřev používaných ve stavebnictví [33]</i>	44
<i>Tabulka 9 - Mechanické vlastnosti teakového dřeva [37]</i>	46
<i>Tabulka 10 - Tradiční thajský dům z teakového dřeva</i>	46
<i>Tabulka 11 - Krycí vrstva výztuže dle ACI-318-11[43]</i>	51
<i>Tabulka 12 - Tabulka profilů výztuže [44]</i>	51
<i>Tabulka 13 - Betonářská ocel a meze kluzu [46]</i>	53
<i>Tabulka 14 - Tabulka pevnosti v tahu žebírkové oceli [53]</i>	60
<i>Tabulka 15 – Skupiny konstrukční ocele tvářené za studena (tabulka vložena z normy) [55]</i>	61
<i>Tabulka 16 - Porovnání parametrů hliněných cihel a lehkých autoklávových betonových bloků (Zdroj: autor)</i>	64
<i>Tabulka 17 - Srovnání mechanických vlastností jednotlivých materiálů s bambusem Dendrocalamus Giganteous (Zdroj: autor)</i>	67

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 - Výroba surové oceli v ČR a Thajsku mezi lety 2008 – 2018 [45]</i>	52
---	----

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POJMŮ

atd.	a tak dále
apod.	a podobně
ASCE	
B. E.	Buddhist Era
C	viz kapitola 1.1.2
C_e	viz kapitola 1.1.1.2.1
C_g	viz kapitola 1.1.1.2.1
C_p	viz kapitola 1.1.1.2.1
ČR	Česká republika
ČSN EN	Česká technická norma, která zavádí do soustavy českých norem evropskou normu
D	viz kapitola 1.1.2
dB	decibely
EU	Evropská Unie
g	gravitační zrychlení (viz kapitola 1.1.2)
g	viz kapitola 1.1.1.2.1
GPa	gigapascal
h_n	viz kapitola 1.1.2
I	viz kapitola 1.1.2
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (z anglického překladu „International Organization for Standardization“)
K	viz kapitola 1.1.2
kg/cm^3	kilogram na centimetr krychlový
kg/m^3	kilogram na metr krychlový
kg/m^2	kilogram na metr čtvereční
km	kilometry
kN/m^2	kilonewton na metr čtvereční
mm	milimetry
cm	centimetry

m	metry
m ²	metry čtvereční
m/s	metr za sekundu
m/s ²	metr za sekundu na druhou
MPa	megapascal
např.	například
N	viz kapitola 1.1.2
No.	číslo
P	viz kapitola 1.1.1.2.1
Q	viz kapitola 1.1.1.2.1
resp.	respektive
S	viz kapitola 1.1.2
Sb.	Sbírký
T	viz kapitola 1.1.2
tzv.	takzvaný
UV	ultrafialové
V	viz kapitola 1.1.2
\bar{V}	viz kapitola 1.1.1.2.1
V ₅₀	viz kapitola 1.1.1.2.1
T ₅₀	viz kapitola 1.1.1.2.1
W	viz kapitola 1.1.2
W/mK	Watt na metr Kelvin
Z	viz kapitola 1.1.1.2.1
Z	viz kapitola 1.1.2
°C	stupeň Celsia
ρ	viz kapitola 1.1.1.2.1
%	procent
TIS	Thai Industrial Standard

TEORETICKÁ ČÁST

ÚVOD

Stavitelství je důležitou složkou v životě každého člověka. Slouží k potřebám člověka, nebo společnosti, ale zároveň musí brát ohledy na životní prostředí. Již od pradávna si lidé stavěli různé přístřešky, nebo se ukrývali v jeskyních, aby se schovali před deštěm, chladem, slunečním zářením, větrem, nebo nebezpečnou zvěří. Stavitelství a také architektura prošla během několika století různými styly, které se lišily konstrukčně i materiálově a vyvíjely se až do dnešní podoby.

Navrhování a výstavba budov v jednotlivých zemích závisí na klimatických podmínkách dané země, poptávce a ekonomické situaci státu, dostupnosti stavebních materiálů a v neposledních řadě na sociokulturních aspektech.

Střední Evropa se nachází v mírném podnebném pásmu se čtyřmi střídajícími se ročními obdobími. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 15 °C a relativní vlhkost 30% – 70 %. Jihovýchodní Asie, resp. Thajské království leží v tropickém pásmu s průměrnými ročními teplotami 26 -30°C a relativní vlhkostí 70% – 90%.

Obě země se potýkají s některými problémy ve stavebnictví. V současné době je v ČR zaznamenán nedostatek materiálů na trhu a stavební firmy na ně čekají i několik měsíců. Se stoupající poptávkou zvyšují výrobci ceny stavebních materiálů a z tohoto důvodu stoupá také cena za realizaci. V Jihovýchodní Asii se v posledních letech prudce zvýšil růst populace. To má za následek zvýšení poptávky jak po pozemních stavbách, tak po stavbách inženýrských. Země však na tento nátlak nejsou připraveny. Místní dodavatelé nemají dostatečný zájem o velké zakázky, a tak se zadávají zahraničním společnostem. Region je sice velice bohatý na přírodní zdroje, které by mohly pomoci k produkci domácích stavebních materiálů, ale mnohdy nesplňují požadavky a dostatečnou kvalitu.

Jelikož je ČR členem EU, která zadává díky Evropskému výboru pro normalizaci (CEN) doporučené normy pro jednotlivá odvětví. V jednotlivých státech pak existují orgány, které přijímají tyto normalizace a následně odpovídají za převod evropských norem na normy vnitrostátní, popř. pokud jsou vnitrostátní normy v rozporu, korespondují za jejich zrušení.

Thajsko spoléhá na metody výpočtu, navrhování a výběru materiálůvých variant na západní „vyspělé“ státy. Obvykle státní normy vychází z norem amerických. Tyto postupy jsou však často nevhodné pro místní klimatické podmínky.

Jihovýchodní Asie se od střední Evropy liší svou kulturou, náboženstvím a zvyky. Thajsko je buddhistickou zemí s obrovským množstvím chrámů, na jejichž údržbu a stavbu jde ročně velká část státních prostředků.

Teoretická část práce je zaměřena na vnější a vnitřní vlivy vstupující do návrhu nosných konstrukcí a jejich materiálové řešení. Praktická část se zabývá posouzením některých nosných konstrukcí dle patných norem a nařízení v dané zemi a následným srovnáním.

CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je analýza vybraných staveb z hlediska jejich návrhu dle příslušných používaných norem v obou zemích. Dalším cílem je také srovnání konstrukcí na základě jejich materiálové řešení. Práce také poukazuje na odlišnosti a shodnosti obou států týkající se požadavků ovlivňující návrh konstrukcí.

MOTIVACE

Inspirací pro vypracování této diplomové práce byla tříměsíční pracovní - studijní stáž v Thajsku. Během pobytu získávala autorka cenné rady od místních profesorů na Kasetsartské univerzitě v městě Sakon Nakhon. Další motivací bylo také rozšíření znalostí z hlediska navrhování staveb mimo Českou republiku a Evropu a uvést do povědomí tuto problematiku.

HYPOTÉZA

Předpokládá se, že koncepce některých pozemních staveb v Thajsku nepodléhá takovým regulacím a nařízením na rozdíl od České republiky. Dále se autorka domnívá, že se pro projektování rodinných domů mnohdy neprovádí statický výpočet a prvky bývají předdimenzovány.

1. Vlivy vstupující do návrhu nosných konstrukcí

Před návrhem jednotlivých nosných konstrukcí je třeba si uvědomit, že jde o zcela komplexní úkol a faktorů vstupujících do této problematiky je hned několik. V prvotní fázi se jedná o požadavky investorské, architektonické a urbanistické, které vychází z tradic a postupů jednotlivé země. Dále se jedná o vnější a vnitřní okrajové podmínky určující právě tvarové, konstrukční, materiálové a tepelně-technické parametry navrhovaných konstrukcí.

1.1 Vnější podmínky

Vnější podmínky, které vstupují do návrhu, jsou zejména klimatické. Předně jde o venkovní teplotu, vlhkost, rychlost a výskyt větru, sněhové podmínky dané oblastí a mimořádné namáhání jako např. zemětřesení.

1.1.1 Klima

Podnebné pásy těchto dvou regionů jsou velmi rozdílné. Střední Evropa je umístěna v mírném podnebném pásu, kde se střídají čtyři roční období a průměrné teploty se pohybují mezi -5° až 25°C . Jihovýchodní Asie naopak leží v tropickém pásu. Celoročně zde bývá velké vlhko s výskytem vysokých teplot, které v zimním období klesají. Střídají se zde tři roční období: zima, léto a období dešťů, které trvá nejdéle. Obecně klimatické podmínky daných zemí výrazně ovlivňují návrh konstrukcí, výběr materiálů a technologií. [1] [2]

1.1.1.1 Teplota

Jak již bylo naznačeno, teplotní výkyvy ve střední Evropě jsou značné. Průměrná roční teplota se sice pohybuje kolem 15°C , ale v zimě dosahuje pod bod mrazu a v létě šplhá k 30°C . [1]

Výrazné změny teplot mají za následek vznik dilatačních pohybů všech materiálů, které v zimě zmenší svůj objem a naopak v létě svůj objem zvětší. Toto bývá problém především pro kovy, nejčastěji ocel, plasty, nebo železobeton. U konstrukcí, které jsou namáhány výraznými teplotními změnami, dochází především k roztahování a smršťování. Tím může dojít k namáhání ostatních napojených konstrukcí. Toto je jeden z důvodů, proč je nutné konstrukce dilatovat.

Teploty v Jihovýchodní Asii během roku nekolísají v takovém rozsahu jako ve střední Evropě. Průměrná teplota se během roku pohybuje kolem $26 - 30^{\circ}\text{C}$, v zimě klesne na 22°C . [2]

V konstrukcích tedy nedochází k namáhání, které vzniká při větších změnách teplot. Pokud se jedná o konstrukci nejen nosnou a zároveň tvoří obálku budovy, proniká do místností velké teplo a tím značně snižuje tepelnou pohodu interiéru.

1.1.1.2 Vítr

Rychlost a výskyt větru v daných oblastech ovlivňuje navrhování konstrukcí. Vítr se ve střední Evropě, resp. v České republice běžně pohybuje kolem 5 – 6,5 m/s. Avšak každoročně zasáhnou střední Evropu i orkány. Největší orkán Herwart v ČR dosáhl rychlosti přibližně 50 m/s. [3]

V některých částech Jihovýchodní Asie, především na pobřeží, bývá rychlost větru větší, kolem 7,5 – 8 m/s. Thajsko díky své geografické poloze, je z větší části díky výskytu hor chráněno před častějšími výskyty tropických cyklonů - tajfunů. Nejvíce je postižená jižní část Thajska. Průměrně zasáhnou cyklony Thajsko třikrát až čtyřikrát ročně, většinou v dubnu. Tajfuny se pohybují průměrnou rychlostí okolo 40 m/s. Průměrná rychlost větru je podobná České republice, vyskytuje se v rozhraní 4 – 6,5 m/s. [4]

1.1.1.2.1 Zatížení větrem

Výpočet pro zatížení větrem udává norma ČSN EN 1991-1-4 (Eurokód 1) [5], která však nebere v úvahu mimořádné situace, které mohou nastat např. orkány. V příloze této normy je prezentována mapa větrných oblastí pro ČR.

Thajský kód tzv. Wind Loading Code [6] udává všechna kritéria vstupující pro výpočet zatížení větrem. Thajské normy počítají s výskytem tajfunů v některých oblastech a toto kritérium zahrnují do výpočtu pomocí součinitele. Kód udává tři způsoby pro určení zatížení:

1) Jednoduchý postup

Jednoduchý postup se využívá pro většinu staveb v Thajsku. Jedná se o situace, kde je konstrukce relativně tuhá a nevyžaduje se znalost dynamických účinků na stavbu a lze je řešit pouze jednoduchým statickým posudkem. Tento postup bude dále použit v praktické části diplomové práce.

Výpočet zatížení větrem dle jednoduchého postupu:

Vnější tlak větru působící staticky v kolmém směru na povrch se počítá:

$$P = q * C_e * C_g * C_p \quad (1)$$

Kde:

q Tlak referenční rychlosti

C_e Faktor expozice

C_g Faktor nárazového působení

C_p Koeficient vnějšího tlaku

Tlak referenční rychlosti

$$q = \frac{1}{2} * \left(\frac{\rho}{g}\right) * \bar{V}^2 \quad (2)$$

kde:

ρ ... hustota vzduchu [kg/m^3]

g ... gravitační zrychlení [m/s^2]

\bar{V}^2 ... návrhová rychlost větru [m/s]

$\bar{V} = V_{50}$... pro mezní stav použitelnosti

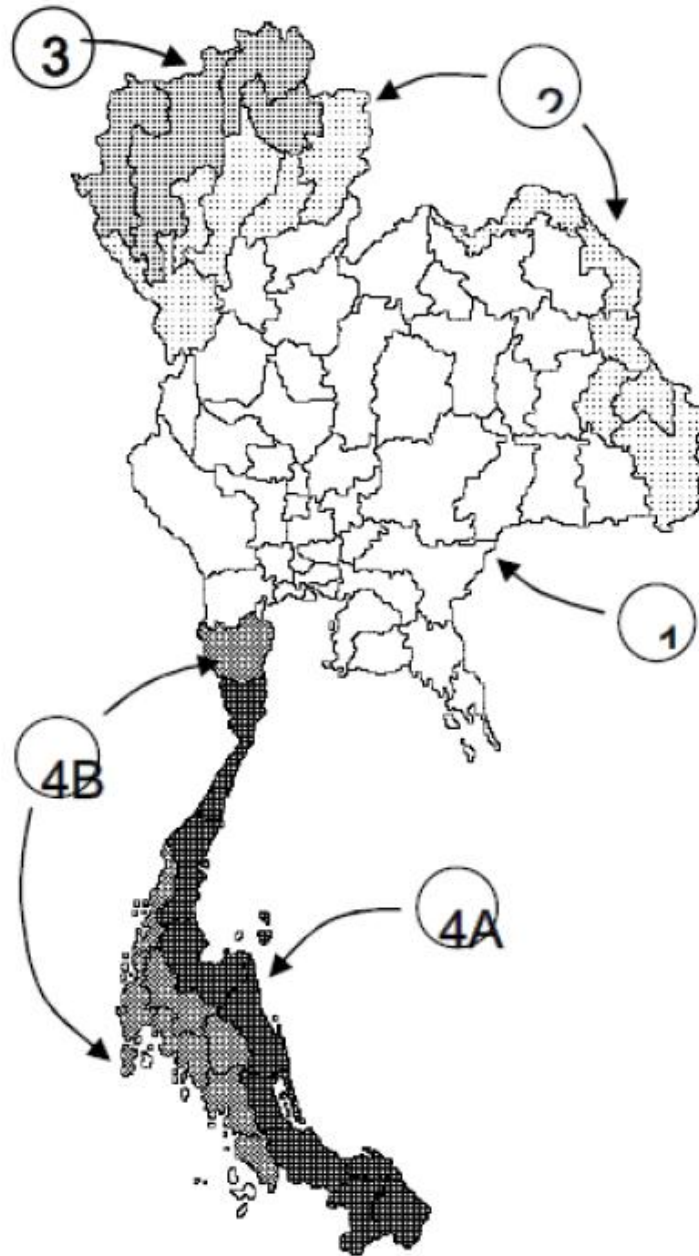
$\bar{V} = T_F \cdot V_{50}$... pro mezní stav únosnosti

V_{50} ... referenční rychlost větru

T_F ... faktor tajfunu

Tabulka 1 – Referenční rychlost větru a faktor tajfunů [6]

Zone	Area	V_{50}	T_F
Zone 1	Central region	25	1.0
Zone 2	Lower part of Northern region and East west border region	27	1.0
Zone 3	Upper part of Northern region	29	1.0
Zone 4 A	East coast of Southern peninsula	25	1.2
Zone 4 B	Petchaburi and West coast of Southern peninsula	25	1.08



Obrázek 1 - Mapa větrných oblastí v Thajsku [6]

Faktor expozice

K určení faktoru expozice byly stanoveny tři kategorie:

Kategorie A:

- otevřený terén s rozptýlenými budovami, stromy nebo jinými překážkami, pobřežní oblasti

$$C_e = 0,7 * \left(\frac{Z}{12}\right)^{0,3} ; C_e \geq 0,7 \quad (3)$$

kde:

Z ... Výška budovy

Kategorie B:

- příměstské a městské oblasti, zalesněný terén nebo centrum velkých měst.

$$C_e = 0,5 * \left(\frac{Z}{12,7}\right)^{0,5} ; 0,5 \leq C_e \leq 2,5 \quad (4)$$

Kategorie C:

- centrum velkých měst s vysokou koncentrací vysokých budov. Kategorie je použitelná pouze v hustě zastavěném centru velkých měst a měla by být používána s opatrností kvůli místním kanálům a účinkům buzení, které se mohou vyskytnout u vysokých budov.

$$C_e = 0,4 * \left(\frac{Z}{30}\right)^{0,72} ; 0,4 \leq C_e \leq 2,5 \quad (5)$$

Faktor nárazového působení

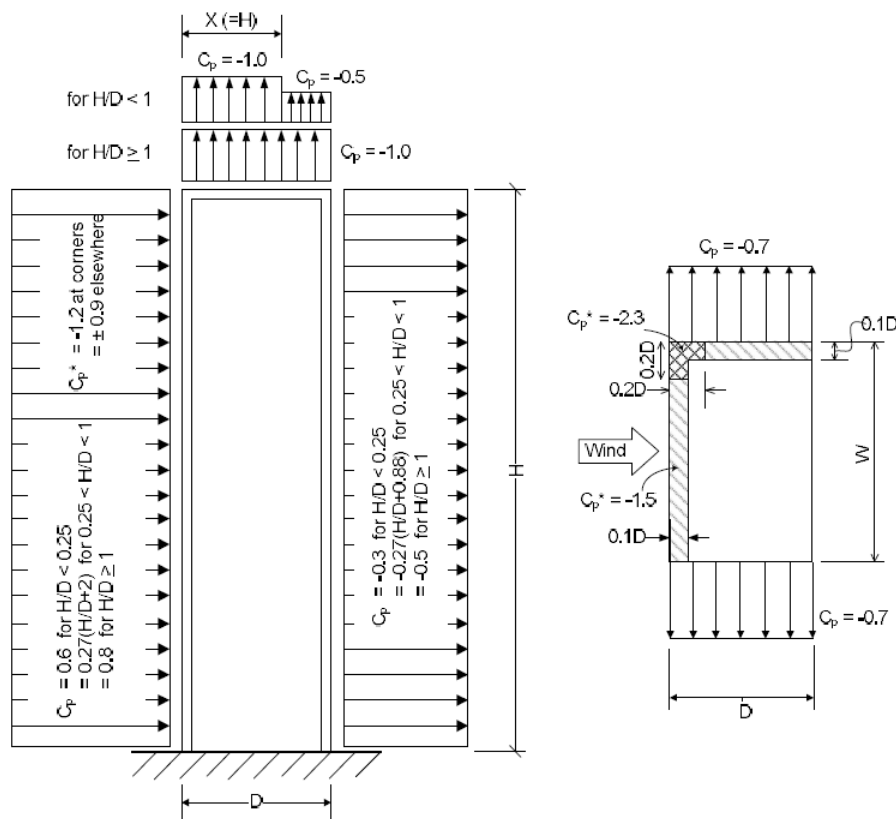
Faktor účinku nárazu C_g je definován jako poměr maximálního účinku zatížení ku průměrnému účinku zatížení.

Faktor vlivu nárazu C_g je jedna z následujících hodnot:

- a) 2,0 pro stavbu jako celek a hlavní konstrukční prvek,
- b) 2,5 pro vnější tlaky a sání na malých prvcích včetně obložení
- c) 2,0 nebo hodnota určená podrobným výpočtem pro vnitřní tlaky

Koeficient vnějšího tlaku

Tlakové koeficienty jsou poměry vyvolaných tlaků větru na budovu ku rychlosti větru v referenční výšce. Tlaky na povrchu konstrukcí se liší tvarem budovy, směrem větru a profilem rychlosti větru. Na Obrázku 2 je znázorněna budova obdélníkového tvaru a její hodnoty pro stěny, rohy a plochou střechu.



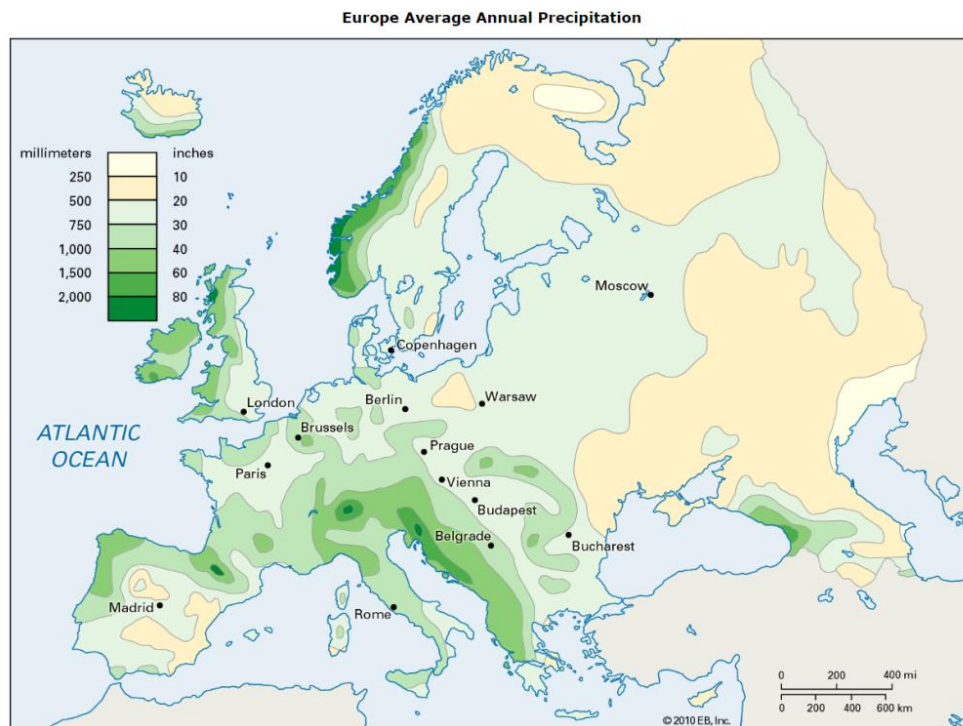
Obrázek 2 – Hodnoty koeficientu vnějšího tlaku [6]

2) Detailní postup

Pokud jsou budovy vyšší než 80 m, nebo je výška budovy větší než čtyřnásobek šířky a jsou náchylnější na vibrace a frekvence, musí se použít detailní postup.

3) Zkušební postup ve větrném tunelu

Testování ve větrném tunelu se používá, pokud je potřeba zjistit přesnější dynamické odezvy stavby a určit vnější tlakové koeficienty pro návrh konstrukcí a opláštění, jejichž geometrie nemá běžné tvary, pro které jsou údaje uvedeny. Zkušební postup byl např. vyzkoušen při návrhu nejvyšší budovy Thajska – MahaNakhon Tower, jež se vztyčuje do výšky 304 m.

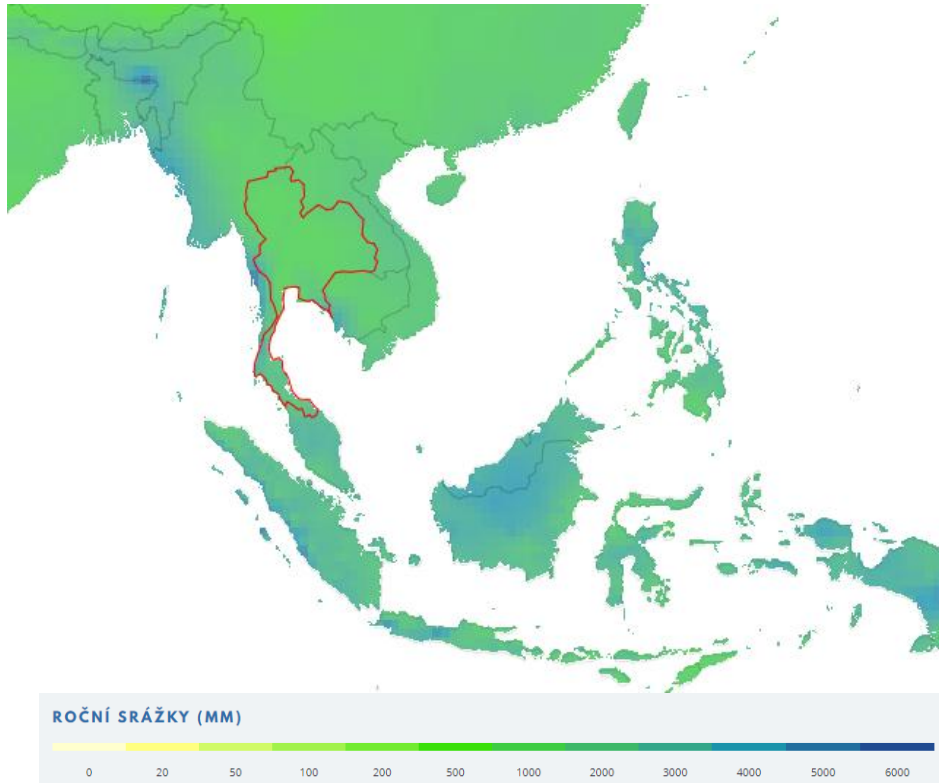


Obrázek 3 - Průměrný roční úhrn srážek (2018) [8]

Ve městech, kde bývá vysoké procento zastavěných ploch, se voda nedostatečně vsakuje do země. Voda stéká po povrchu a může zapříčinit vznik povodní. Vzhledem ke změně klimatu a vysokým teplotám v jarních a letních dnech, se voda rychleji vypařuje a tím se snižuje vzdušná vlhkost ve městech.

Proto se ve státech střední Evropy v posledních desetiletích začal promítat odvod dešťové vody cestou zpětného vracení zpět do půdy. V České republice se tímto tématem zabývá norma ČSN 75 9010 [9] - Pro návrh, výstavbu a provoz vsakovacích zařízení srážkových vod. V místech, kde není dostatečně dimenzovaná dešťová kanalizace, stanoví stavební úřad dané obce likvidaci dešťových vod na pozemku investora. Vsakování dešťových vod na pozemku investora bývá čím dál větší trend i z ekologického hlediska. Pro návrh vsakovacích zařízení, jejich dimenze a doba prázdňení, podle zmiňované normy, se provede inženýrsko-geologický průzkum v místě předběžného návrhu.

Na celém území Jihovýchodní Asie je poměrně vysoký výskyt srážek. Jejich množství se během roku liší, ale v průměru se pohybuje mezi 1000 – 4000 mm. Na pevninských státech (Barma, Thajsko Laos, Kambodža a Vietnam) je průměrný roční úhrn srážek menší oproti ostrovním státům (Indonésie, Filipíny).



Obrázek 4 - Roční úhrn srážek v rozmezích 1901- 2016 [10]

Na území Thajska bývá opačný problém. Ročně spadne hodně vody a zem už jí často nedokáže ani pojmout. Thajská vláda proto zavedla systém ukládání dešťových vod do betonových nádob, na které si každá vesnice mohla zažádat o příspěvek. Nádoby jsou asi metr vysoké o objemu od 100 do 3000 litrů a jsou vybaveny víkem, kohoutkem a odtokem. Obyvatelé severního Thajska začali používat dešťovou vodu i jako pitnou. Po rozborech vody se zjistilo, že dešťová voda je bezpečnější než voda z jiných kontaminovaných zdrojů. Bylo doporučeno zlepšit skladování a používat chlor, nebo vodu vařit. [11]



Obrázek 5 - Nádobna na dešťovou vodu v Thajsku [11]

1.1.1.5 Vlhkost

Vlhkost ovlivňuje tepelně technické vlastnosti materiálů, ale také vnitřní prostředí budovy. Nejde jen o narušení parametrů konstrukce, ale také o výskyt plísní, hub a řas, které se při zvýšené vlhkosti objeví a může dojít k odhalení různých nemocí dýchacích cest. Naopak nízká vlhkost může způsobit škrábání v krku, kašel vyrážky atd.

Dělí se na:

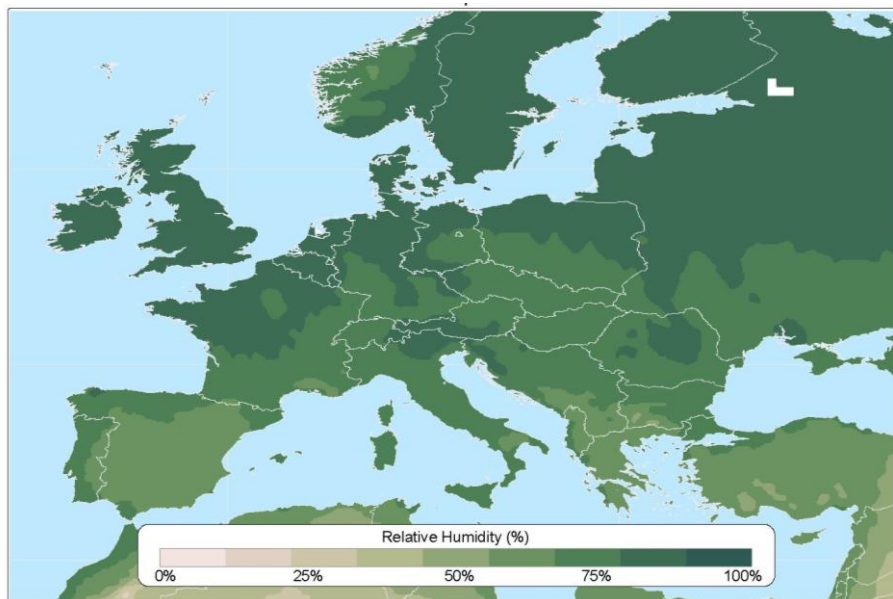
- *Technologickou vlhkost* – Vzniká, při tzv. mokrých procesech jako např. zdění, omítání, nebo betonování. Snížit vlhkost jde snížením mokrých procesů, nebo vyschnutím stavby. [12]
- *Zemní vlhkost* – Proniká do konstrukcí, které jsou ve styku se zemí. Pro její snížení se navrhuje hydroizolační opatření. [12]
- *Srážkovou vlhkost* – Jde především o vlhkost od deště, sněhu, nebo námrazy. [12]
- *Provozní vlhkost* – Vzniká v provozních podmínkách, kde vlivem provozu vzniká větší vlhkost, např. praní, vaření apod. Pro ochranu okolních konstrukcí a zlepšení vnitřního klima slouží kvalitní provedení povrchových úprav konstrukcí, vložením vodotěsných izolací a parotěsných zábran, obložení a klimatizací. [12]

Vlhkost se šíří těmito způsoby:

- Difúzí vodní páry
- Proudění – voda
- Pevná látka – led, námraza

Relativní vlhkost – relativní vlhkost udává, jaké množství je vlhkosti dokáže vzduch pojmout při určité teplotě a tlaku [13]

Ve střední Evropě se vlhkost v průběhu roku mění. V zimních měsících dosahuje průměrná relativní vlhkost vzduchu až 93 % a naopak v létě klesá k 77 %. Roční průměrná relativní vlhkost vzduchu se v České republice pohybuje v rozmezí 50% až 75 %. [13]

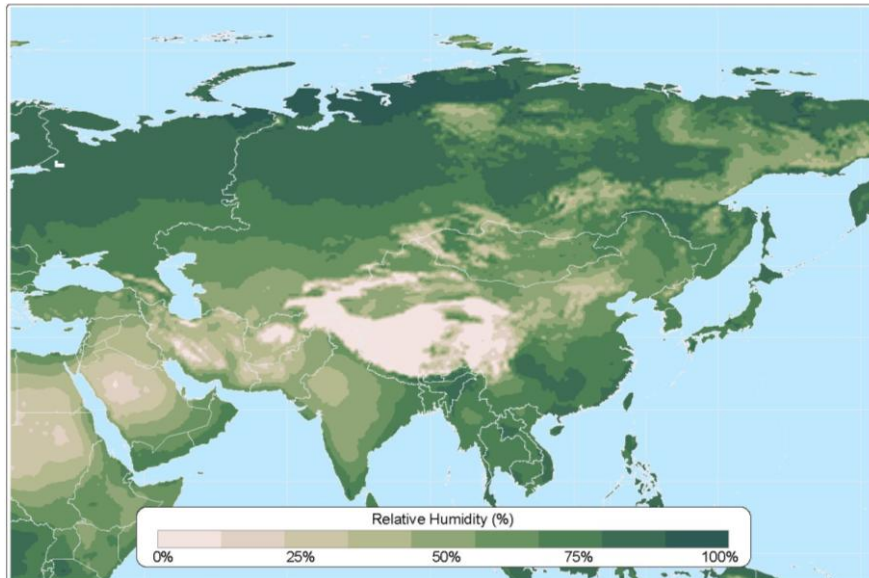


Obrázek 6 - Průměrná roční relativní vlhkost střední Evropy [14]

V ČR se klade hlavně důraz na snížení pronikání vlhkosti konstrukcemi a na výskyt zemní vlhkosti u konstrukcí na zemině, nebo ve styku se zeminou. Při zvýšené vlhkosti je vhodné volit materiály nenasákavé a méně pórovité. Zvýší-li se vlhkost materiálů, zvýší se i jeho tepelná vodivost. Tím je ovlivněn i návrh součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540. [15]

Vzhledem ke klimatickým podmínkám dané země, je nutné řešit rozdílné vnitřní a vnější teploty a vlhkosti v létě i v zimě. V návrhu dle ČSN 730540 [15] se počítá s nejkritičtějšími situacemi, které nastanou v zimě. Vzhledem k poklesu teploty a zvýšení se relativní vlhkosti v exteriéru může docházet ke kondenzaci vodní páry v konstrukci a k následnému vzniku plísní. Proto ČSN udává další kritérium – nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce.

Relativní vlhkost vzduchu v Jihovýchodní Asii bývá po celý rok vysoká. Hodnoty se pohybují kolem 60% až téměř 100 %. V severní části Thajska klesá relativní vlhkost v létě pod 70 %. Naopak jihu Thajska v přímořských oblastech bývá vlhkost vysoká celoročně.



Obrázek 7 - Průměrná roční relativní vlhkost Jihovýchodní Asie [14]

Vlhkost se do místnosti dostává dvěma způsoby: skrz konstrukci a přirozeným větráním. Často se stává, že vysoká relativní vlhkost v interiéru dosahuje stejné vysoké relativní vlhkosti jako v interiéru. Thajské normy a nařízení prozatím neřeší otázku pronikání vlhkosti konstrukcemi. Nejsou zde zatím žádná nařízení, nebo regulace, která by se problematice věnovala. Proto se relativní vlhkost pohybuje v podobných hodnotách i v interiéru. Jestliže není objekt správně odvětrán, vznikají často v místnosti plísně a houby. Nicméně přirozené větrání není vždy ideální způsob při zvýšené relativní vlhkosti. Vlhkost proniká otevřeným oknem a tím se zvyšuje vlhkost v místnosti. Správný způsob řešení přirozeného větrání mívaly tradiční thajské domy, které díky navrženým opatřením nechaly vzduch proudit po celém domě, viz Kapitola 1.2.2. Co se týče provozní vlhkosti vznikající v koupelnách a při vaření, používají se hydroizolační nátěry, odolné i vůči UV záření.

Kvůli vysokému ročnímu úhrnu srážek, kdy prší téměř denně od července do října, se v Thajsku vyskytuje také velká vzdušná vlhkost. Způsobuje tak vznik plísní na fasádách, viz Obrázek 7. Tento problém je vidět téměř na každé budově a řeší ji téměř každý majitel. Existuje zde několik společností, zabývajících se čištěním fasád a také nabízí samočisticí emulze proti plísním a houbám, avšak jde o drahou záležitost, kterou si nemůžu každý dovolit.



Obrázek 8 - Fasáda budovy poškozená vlhkostí (Zdroj: autor)

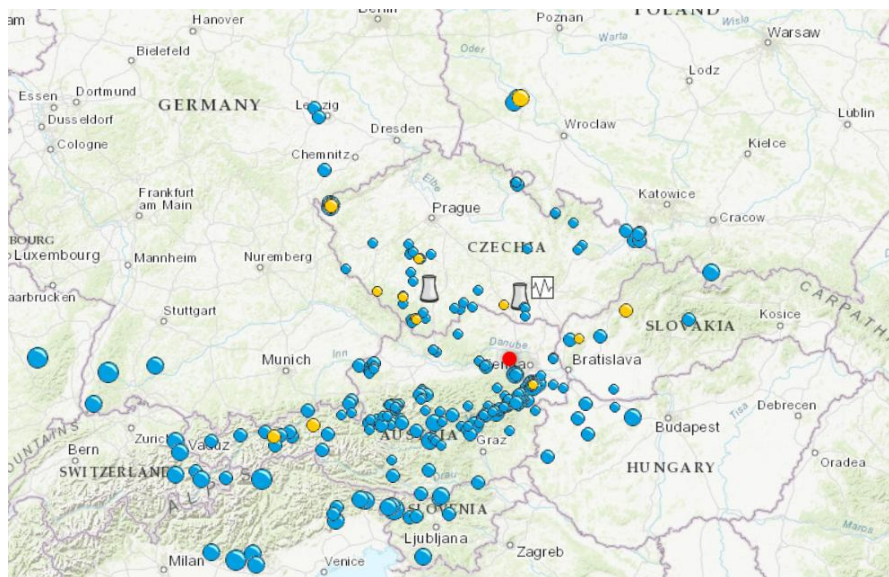
1.1.2 Mimořádná zatížení

1.1.2.1 Seismicita

Seismicita vzniká pohybem a narážením tektonických desek. Na zemském povrchu se vyskytuje 7 velkých a 12 malých desek. Místo vzniku zemětřesení se nazývá ohnisko zemětřesení, nebo také hypocentrum. Kolmé místo na hypocentrum ležící přímo na zemském povrchu se nazývá epicentrum. Existuje několik typů zemětřesení: řítivá, vulkanická a tektonická. Zemětřesení je uváděno dvěma základními veličinami: Intenzitou zemětřesení a silou Magnitudo. [16]

- Intenzita zemětřesení – ukazuje zemětřesením způsobené dopady na obyvatelstvo, stavby a zemský povrch. Intenzita povrchu zemětřesení není ve všech místech stejná.
- Síla Magnitudo – znázorňuje rozměry sémických vln, vibrujících z ohniska zemětřesení. Měřítkem vln je Richterova stupnice.

Střední Evropa nepatří do oblasti s vysokou seismicitou. Na Obrázku 8 je zobrazen seznam epicenter ve střední Evropě, která byla zaznamenána mezi lety 2000 – 2019.



Obrázek 9 - Mapa výskytu zemětřesení (2000 -2019) [17]

V České republice je podle mapy nejvíce postižená oblast Karlovarského, Moravskoslezského a Zlínského kraje. V Moravskoslezském kraji dochází k důlním otřesům. Hodnoty zemětřesení jsou zanedbatelné oproti sousedním státům, jako je Rakousko, Polsko a Německo. V roce 2014 dosahovalo zemětřesení na Chebsku 4,4 Richterovi stupnice a v roce 2018 dosáhlo hodnoty 4,1.

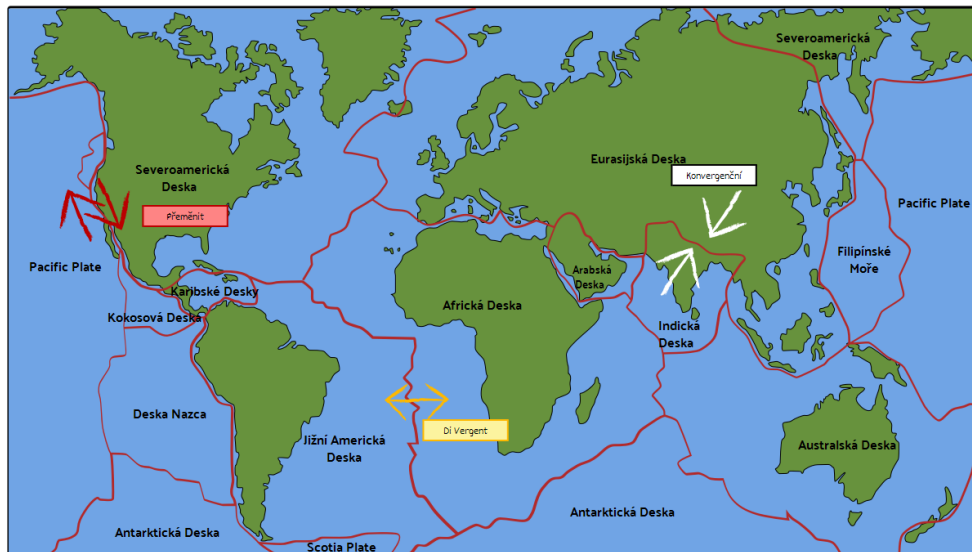
Pro výpočet odolnosti konstrukcí proti zemětřesení je v Evropské unii platný Eurokód 8 [18], který zahrnuje státy s nízkou i vyšší seismicitou. Jak již bylo zmíněno, Česká republika je oblast s nízkým výskytem seismicity. V příloze normy je uvedena mapa seismických oblastí, které se řadí do tří kategorií:

- Oblast s větší seismicitou, kde návrhové zrychlení je větší než 0,08 g – zde by se mělo počítat podle normy. Platí pro okresy Cheb, Tachov, Frýdek Místek, Karviná, Náchod atd.
- Oblast s malou seismicitou, kde se návrhové zrychlení pohybuje mezi 0,05 až 0,08 g – lze řešit zjednodušeně. Platí pro okresy Domažlice, Litoměřice, České Budějovice atd.
- Oblast, kde se seismicitou nepočítá, zabírá zbytek území České republiky.



Obrázek 10 - Mapa seismických oblastí v ČR [18]

Jihovýchodní Asie bývá značněji postižena zemětřesením, což je způsobeno umístěním regionu. Jihovýchodní Asie se svou polohou rozléhá u střetu několika litosférických desek. Na západě se střetává Euroasijská s Indickou, na východě Euroasijská s Filipínskou a na jihu Euroasijská s Australskou. Třením těchto desek vzniká tzv. Ohnivý kruh, což je pásmo, ve kterém se odehrává nejvíce zemětřesení a vulkanických činností na světě viz Obrázek 11. [19]



Obrázek 11 - Mapa tektonických desek zemského povrchu [20]

I když Thajsko neleží přímo v ohnisku, v sousední Barmě bývá častý výskyt zemětřesení. Z této příčiny se země nachází v oblasti nízké až střední seismicity.

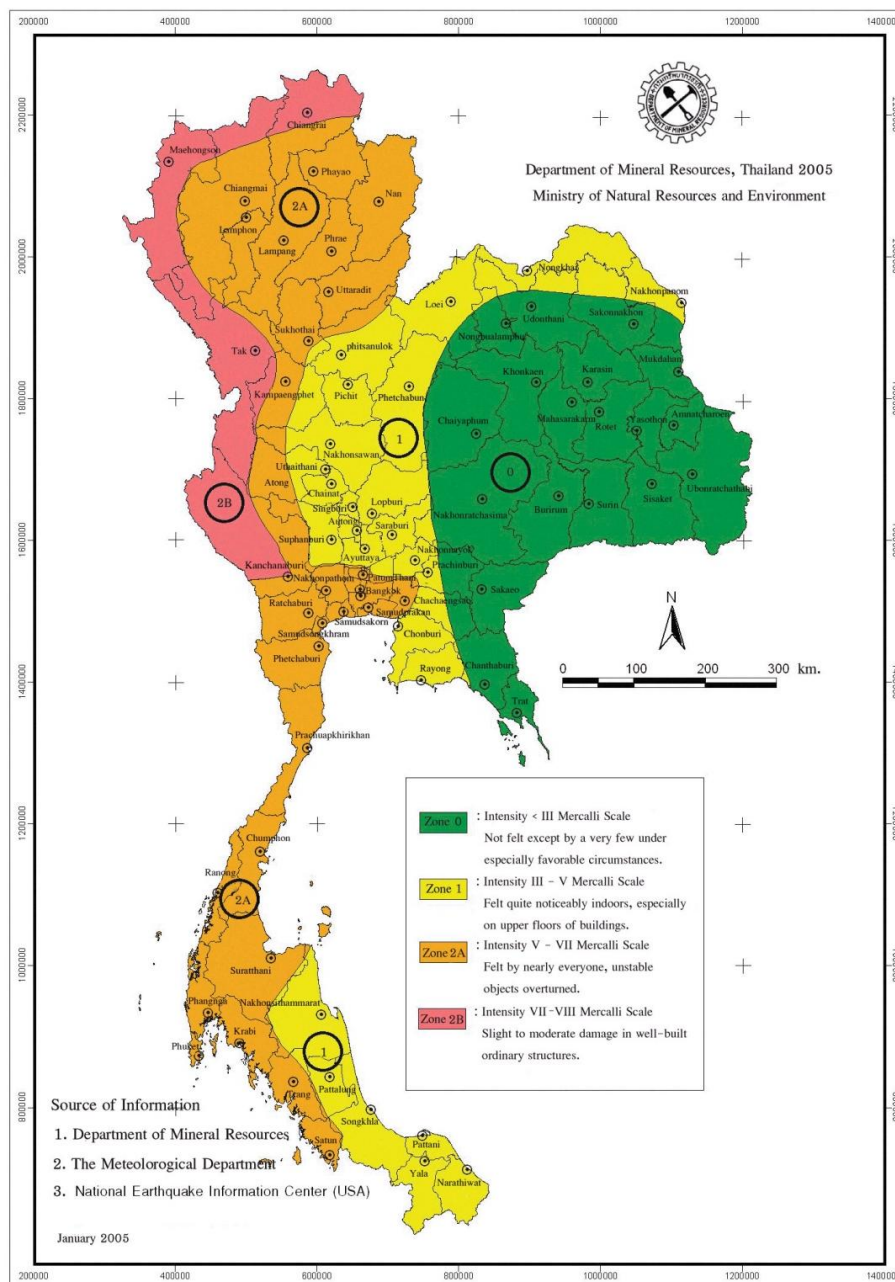
Nejvíce postižené oblasti bývají sever a západ Thajska. V roce 2014 bylo v provincii Chiang Rai zaznamenáno zemětřesení o síle 6,3 RichtEROVY stupnice, což bylo největší zaznamenané zemětřesení v Thajsku. Otřesy pocítili i lidé v Chiang Mai, Lampang, Lamphun a další. V provincii Chiang Rai bylo poničeno několik tisíc budov, z toho kolem 500 jich bylo úplně zničeno. I když je Bangkok vzdálený cca. 700 km od místa působení, bylo zpozorováno poškození na některých stavbách. Důvodem, proč je Bangkok tolik náchylný na odezvy zemětřesení, je velmi měkká půda citlivá na seismicitu. [21]

První nařízení proti zemětřesení bylo vydáno v roce 1997, kde byly provincie rozděleny do několika zón, podle nichž se postupovalo v návrhu, a v roce 2009 se prováděla revize nařízení. Ministerské nařízení tzv. Ministerial Regulation No.49 [22] se aplikovalo v případě vysokých budov a vůbec nebylo požadováno pro rodinné a bytové domy o 2 až 3 podlažích. Po zmiňovaném zemětřesení v Chiang Rai a otřesech v Barmě proběhla v roce 2018 revize normy. Thajsko je podle seismické mapy, viz Obrázek 12, rozděleno do 3 oblastí. Nejhorší z nich je oblast 2B, do níž patří právě oblast severního a západního Thajska. Nařízení Ministerial Regulation No. 49 [22] vychází opět z americké normy ASCE-7. [23]

Oblasti seizmického působení:

- Oblast 0 – oblast s nízkým působením seismicity, otřesy pocíťované jen při velmi nepříznivých okolnostech

- Oblast 1 – oblast ovlivněna zemětřesením v důsledku velmi měkké půdy, otřesy znatelně pociťované v interiéru, zvláště v horních patrech
- Oblast 2 – oblast se značným výskytem zemětřesení, rozdělena do podoblastí A a B.
 - Podoblast 2A – otřesy pociťovány každým, nestabilní předměty mohou být převráceny
 - Podoblast 2B – lehké až střední poškození konstrukcí



Obrázek 12 - Mapa seismických oblastí Thajska (oblast 0 – zelená, oblast 1 – žlutá, oblast 2A – oranžová, oblast 2B – růžová) [22]

Pro stavby veřejné, průmyslové a zemědělské musí výpočet zatížení odolnost a stabilitu vůči zemětřesením v oblasti 1 a 2 provést licencovaný specialista.

Pro rodinné a bytové domy platí výjimka v podobě zjednodušeného výpočtu uvedeného v Ministerial Regulation No. 49. [22]

1) Výpočet smykové síly působící na konstrukci rovnoběžně s povrchem země:

$$V = ZIKCSW \quad (6)$$

Kdy V ... je celková smyková síla působící horizontálně

Z ... je koeficient intenzity zemětřesení

I ... je koeficient užívání budov

K ... je koeficient konstrukce budovy, která je zatížena vodorovnou silou

C ... je koeficient podle následujícího výpočtu

S ... je koeficient synchronizace přirozené frekvence mezi úrovní budovy a zemí

W ... je hmotnost celé budovy

2) Výpočet horizontálních sil

- horizontální síla působící na nejvyšší podlaží se stanoví:

$$F_t = 0,7 TV \quad (7)$$

Síla F_t nesmí být větší než $0,25 V$.

- horizontální síla působící v běžných podlažích se stanoví:

$$F_t = \frac{(V - F_t)W_x h_x}{n}$$

kde: F_t ... vodorovná síla působící na nejvyšší podlaží

F_x ... vodorovná síla působící na x-tého podlaží

T ... přirozené období sušení

W_x ... hmotnost podlahy x-tého podlaží

h_x ... konstrukční výška x-tého podlaží

Koeficient Z

Pro oblast 1 je stanovena hodnota 0,119

Pro oblast 2 je stanovena hodnota 0,38

Koeficient I

Tabulka 2 - Koeficient I [22]

Typ budovy	Koeficient I
Veřejné budovy	1,50
Budovy s výskytem osob (300 a více)	1,25
Rodinné, bytové domy – solitér	1,00

Koeficient K

Tabulka 3 - Koeficient K[22]

	Systémy a typy vodorovných nosných konstrukcí	Koeficient K
1	Smyková zeď, vyztužený rám	1,33
2	Tažný rám odolný vůči momentu	0,67
3	Tuhé konstrukce zajišťující houževnatost společně se smykovými silami, nebo vodorovnými konstrukcemi	0,80
4	Věž vodní nádrže	2,50
5	Konstrukce jiných budov než podle 1,2,3,4	1,00

Koeficient C

Koeficient C se vypočítá dle následující vztahu:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \leq 0,12 \quad (7)$$

kdy T ... doba přirozeného kmitání

a) Obecné budovy

$$T = \frac{0,09h_n}{\sqrt{D}} \quad (8)$$

h_n ... výška budovy, měřená od úrovně terénu po podlahu nejvyššího podlaží

D ... šířka budovy

b) Pro tuhé rámové konstrukce budov

$$T = 0,1 N \quad (9)$$

N ... je počet podlaží

Koeficient S

Určí se podle typu podloží

Tabulka 4 - Koeficient S [22]

	Charakteristika půdy	Koeficient S
1	Kámen (břidlice)	1,0
2	Tvrdá zemina (písek, štěrk, tvrdá hlína)	1,2
3	Měkká půda (měkký a středně tvrdý jíl)	1,5
4	Velmi měkká půda (Smyková síla nejméně 24 kPa)	2,5

V praxi se odolnost vůči zemětřesení stanovuje především pro veřejné, průmyslové a zemědělské objekty a zvláště pro výškové stavby. Rodinné domy, které bývají z větší části stavěny svépomocí (bez statických výpočtů, podle dlouhodobých zkušeností), kritéria pro odolnost vůči zemětřesení nespĺňují. Hlavním důvodem mohou být především vyšší náklady na předrealizační přípravu a samotnou realizaci.

1.2 Vnitřní okrajové podmínky

Do vnitřních okrajových podmínek by se dalo zařadit velké množství situací, které ovlivňují jak návrh nosných konstrukcí, tak vnitřní prostředí budov. V kapitole je uvedeno užité zatížení, jenž vzniká vlivem zatížení od užívání osob, nábytku, přemístitelných přiček apod. Dalšími faktory ovlivňující návrh konstrukcí je vnitřní prostředí budov a dispoziční řešení staveb. Zvolený konstrukční systém nezávisí jen na požadavku investora, ale také na účelu stavby a jejím dispozičním řešením.

1.2.1 Zatížení užité

V českých normách jsou uvedeny hodnoty pro užité zatížení stropů a střeš, přemístitelných přiček, plochy pro skladování a průmyslovou činnost a garáže. Jednotlivá užité zatížení jsou rozdělena do kategorií A-G. V thajském ministerském nařízení je užité zatížení vyhodnoceno pouze pro zatížení stropů a střeš.

V Tabulce 5 je shrnuto zatížení pro pozemní stavby. Do tabulky užitných zatížení podle české normy byly zakomponovány hodnoty zatížení při navrhování staveb v Thajsku.

Dalo by se říci, že ČSN EN 1991-1 (Eurokód 1) [24] bývá v některých případech přísnější, s výjimkou bytových domů. Česká norma stanovuje hodnotu kategorie A pro obytné plochy a plochy domácí činnosti na $1,5 \text{ kN/m}^2$, kdežto thajské nařízení počítá s hodnotou $1,5 \text{ kN/m}^2$ pro rodinné domy a $2,0 \text{ kN/m}^2$ pro bytové domy. Odlišné užité zatížení mají také kancelářské plochy, kde v Thajsku počítají s mírnější hodnotou $2,5 \text{ kN/m}^2$.

Užité zatížení střeš se v ČR rozděluje na 3 kategorie: H, I, J. Rozdělení kategorií je dle způsobu užívání střeš. Pro nepochozí střeš, kategorie H je hodnota užitého zatížení určena na $0,75 \text{ kN/m}^2$, pro střeš pochozí v souladu s kategoriemi A až D. Thajské předpisy vymezují hodnoty pro dva typy střeš. Jedná se o obecnou střeš, jejíž užité zatížení se kalkuluje jako $1,0 \text{ kN/m}^2$, bez ohledu na to, jestli je brána jako pochozí, či nikoliv.

Užité zatížení se počítá jako plošné zatížení, které však často není rovnoměrně rozdělené po celé ploše, nebo v plné výši ve všech podlažích. Zatímco norma ČSN EN 1991-1 [24] udává výpočet redukčních součinitelů, které se počítají dle počtu podlaží, či podle zatížené plochy, thajské Ministerial Regulation No. 6 [25], udává redukční zatížení v procentech dle počtu podlaží. Redukce 10 % začíná při třech nadzemních podlažích, při čtyřech podlažích je redukce 20 %.

Tabulka 5 - Porovnání užitného zatížení staveb (Zdroj: autor)

Kategorie dle ČSN EN 1991-1		Česká republika [kN/m ²]	Thajsko [kN/m ²]
A	obytné plochy a plochy pro domácí činnosti	1,5	1,5 pro rodinné domy 2,0 pro bytové domy
B	kancelářské plochy	3,0	2,5
C1	plochy ve školách, kavárnách, restauracích, jídelnách, čítárnách, recepcích	3,0	3,0
C2	plochy se zabudovanými sedadly, např. plochy v kostelech, divadlech nebo kinech, v konferenčních sálech, přednáškových nebo zasedacích místnostech, nádražních a jiných čekárnách	4,0	4,0
C3	plochy bez překážek pro pohyb osob, např. plochy v muzeích, na výstavách, atd., dále přístupné plochy ve veřejných a administrativních budovách, hotelích, atd.	5,0	5,0
C4	plochy s možnými pohybovými aktivitami, např. taneční sály, tělocvičny, divadelní scény, atd.	5,0	5,0
C5	plochy, kde může dojít k nahromadění lidí, např. budovy pro veřejné akce, jako jsou koncertní sály, sportovní haly, včetně tribun, teras, a přístupných ploch, atd.	5,0	5,0
D	obchodní plochy	5,0	4,0
E	plochy, kde může dojít k nahromadění zboží, včetně ploch přístupových	7,5	5,0

1.2.2 Vnitřní prostředí

Podle českých statistických údajů tráví lidé 90% svého života v interiéru. Vnitřní prostředí má vliv na zdraví, psychiku, ale také pracovní produktivitu. S nižší kvalitou prostředí vznikají různá zdravotní rizika a výskyt nemocí, např. alergie, nemoci dýchacích cest, migrény apod. [26]

Současné trendy týkající se snižování spotřeby energie souvisí také s vnitřním prostředím budov. Jedná se např. o snížení nákladů na vytápění v zimě a přehřívání budov s prosklenými plochami v létě.

Oba tyto faktory výrazně ovlivňují vnitřní prostředí budov. Vnitřní prostředí má několik složek ovlivňující výsledný komfort prostředí. V této kapitole jsou zmíněny dvě složky: tepelně – vlhkostní klima a kvalita vzduchu.

Vnímání komfortního stavu prostředí týkající se teplotně-vlhkostního klima místnosti bývá individuální. Jde o pocitový stav, který každý jedinec může vnímat jinak. Neoptimálnější prostředí se však pohybuje mezi 20-22 °C s vlhkostí 40 – 50 %. [27]

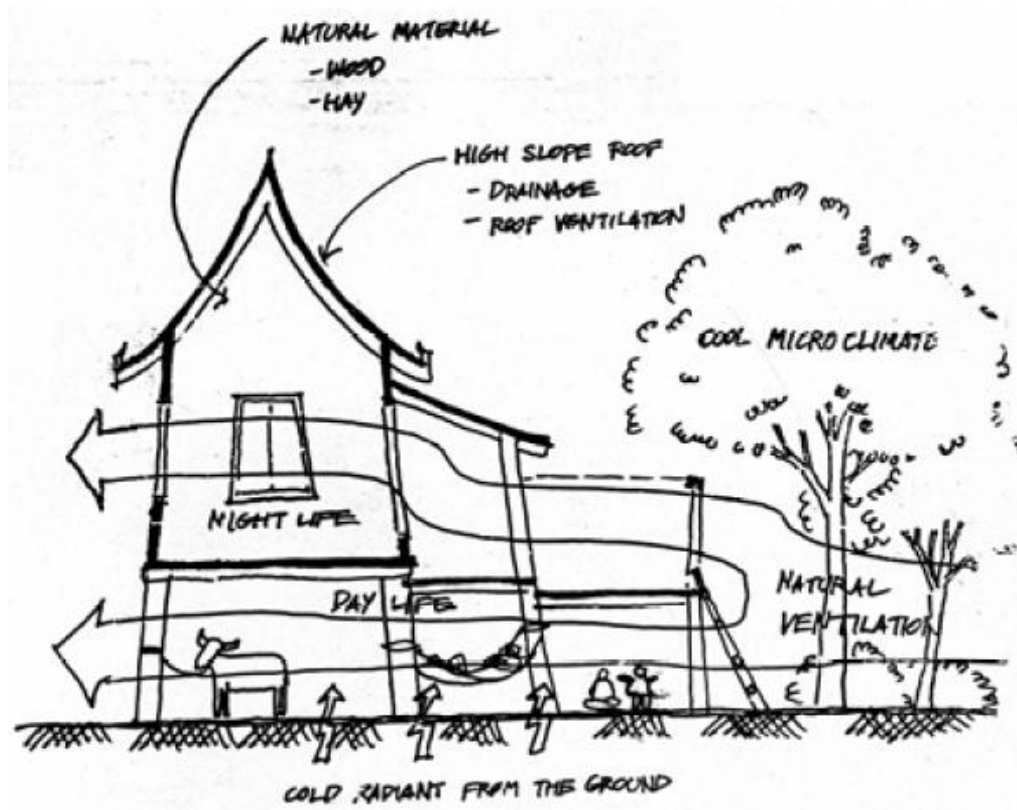
V uzavřeném prostoru vzniká větší hustota CO² a jiných škodlivin ovlivňující zdraví. Pro zajištění lepšího prostředí je nutné v obytných a pobytových místnostech větrat. Rozlišují se dvě skupiny větrání: přirozené a větrané. Jedním kritériem je výměna vzduchu v místnosti. ČSN EN 15 665 [28] udává, že doporučená výměna vzduchu pro pobytové místnosti by měla být 25 m³/(h·osobu) a intenzita vzduchu 0,5 h⁻¹ při trvalém větrání.

Orientace budov ke světovým stranám také může zlepšit komfort budovy, snížit potřebu na vytápění a chlazení. Správným osazením stavby do terénu se zajistí nepřehřívání obytných místností v letním období. V zimním období dochází k proslunění místností a tím i k lepším tepelným ziskům. Cílem obytných staveb v ČR je návrh obytných místností na světové strany, které jsou teplotně přívětivější. V ideálním případě mají být umístěny na jih, jihozápad, jihovýchod. Koupelna, technická místnost, schodiště mohou být orientovány na sever.

Thajské klima nabízí velmi teplé a vlhké prostředí. Často bývá teplota vnitřního prostředí vyšší než venkovní teplota. To bývá způsobeno nesprávným materiálovým řešením obálky budovy, nevhodným umístěním stavby, nebo pronikáním sluneční energie do pobytových místností.

Tradiční thajské domy měly efektivně zajištěné pasivní chlazení. Tyto typické domy vynikají třemi vlastnostmi: [29]

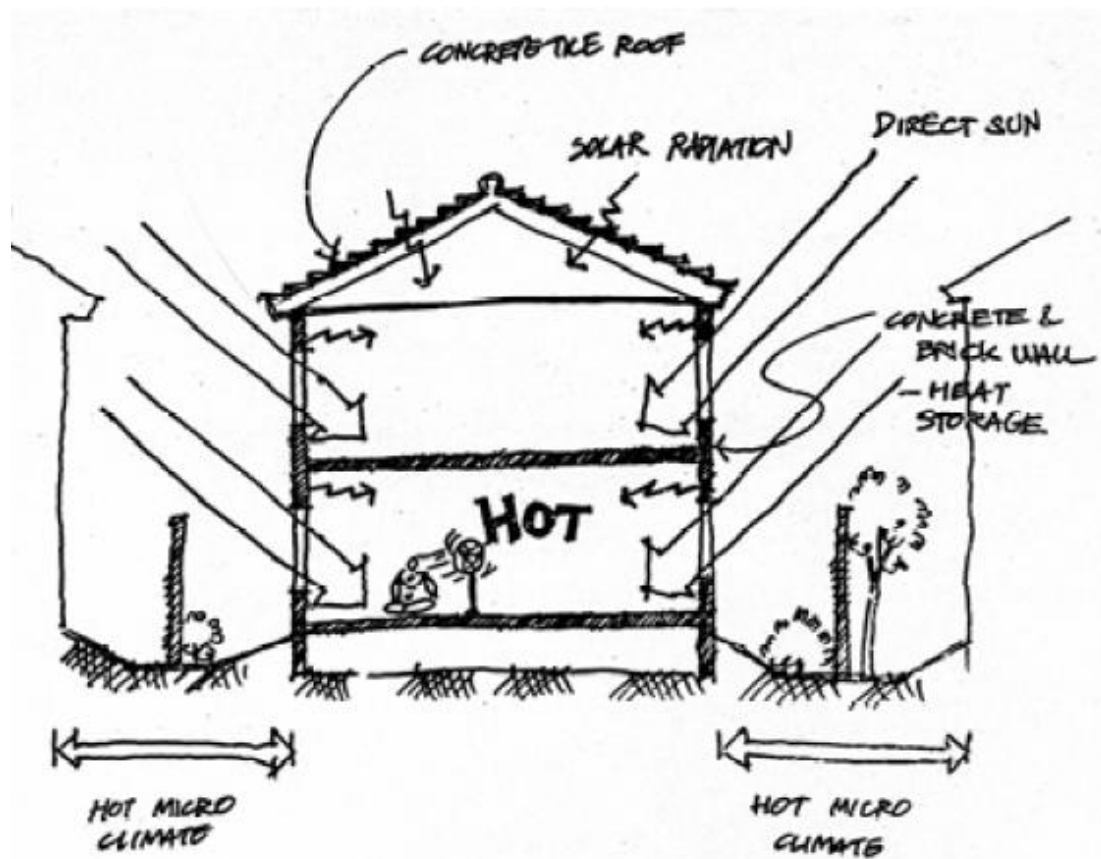
- 1) Vyvýšenou podlahou obytného podlaží - nejen, že chrání obytné místnosti proti záplavám a nebezpečnými zvířaty, ale také umožňují proudění větru obytnými místnostmi.
- 2) Strmou střechou s velkými přesahy – chrání stavbu proti dešti a přehřívání místností
- 3) Otevřenou terasou



Obrázek 13- Schéma tradičního thajského domu [29]

V posledních letech přišel trend klimatizovat své domy a prvky pasivního chlazení jsou v moderních stavbách často opomíjeny. Navrhují se malé přesahy, někdy i dokonce ploché střechy, podlaha některých domů bývá položena na zemině. Obvodový plášť je tvořen z železobetonu a cihel, které akumulují teplo i přes noc a tím také dochází k přehřívání interiéru. Ve větších městech s větší hustotou zabydlení vzniká horké mikroklima kvůli nedostatečnému proudění větru.

Používání klimatizace však sebou nese některá úskalí. Klimatizační jednotka vyvolává značný hluk, který je registrován i několik metrů od zdroje. Dalším negativem bývá větší spotřeba elektřiny.



Obrázek 14 – Schéma moderního domu [29]

Nejvýhodnější alternativou by bylo spojení koncepce tradičních thajských domů a zabudování klimatizační jednotky. Nejen, že by domy byly pasivně chlazené a tím se snížila spotřeba energie v chladnějších dnech, kdy je přirozené větrání vhodnější, byl by také použit systém aktivního chlazení ve velmi teplých a vlhkých dnech.

Oproti České republice je zde snaha pouze o snížení solárních zisků správnou orientací domu. V Thajsku by měly být stavby orientovány s delšími stranami na sever a jih. Podle americké studie (A tale of two populations: Thermal comfort in air-conditioned and naturally ventilated offices in Thailand) [29] byla komfortní teplota v místnosti stanovena na 28°C s nuceným chlazením a 31°C s přirozeným chlazením místnosti. Vnitřní teplota pro zajištění tepelné pohody je tedy vyšší, než v ČR. V tropických oblastech se umí lidé lépe aklimatizovat na vyšší teploty, ale zároveň nejsou tolik odolní nižším teplotám jako obyvatelé střední Evropy.

1.2.3 Dispozice - typologie

S dispozičním řešením objektu se uvažuje již při projektování nosného systému budovy. Ve střední Evropě se využívá více variant nosných konstrukcí, než je tomu v Jihovýchodní Asii. V Thajsku se vůbec nevyskytuje zděný stěnový konstrukční systém, především se navrhuje konstrukční systém skeletový. Při použití stěnových systémů se z hlediska materiálového řešení používá jen železobeton.

Norma ČSN 73 4301[30] – Obytné budovy upřesňuje nejen požadavky budov na oslunění, osvětlení, větrání, hluk ale také typologické požadavky na stavby toho typu.

Thajská nařízení spadající pod zákon Building Control B.E. 2552 [31] mají také uvedeny typologické požadavky na obytné stavby, které však nejsou tolik rozpracované jako v ČSN 73 4301[30]. Z pozorování některých typů staveb např. rodinných domů, bytových domů, bylo zjištěno, že ve starších budovách požadavky nebyly brány v potaz. Dá se také říci, že některé požadavky spadají pod nařízení týkající se ochrany budov před požárem.

1.2.3.1 Typologie rodinných domů

Moderní i starší rodinné domy mívají většinou jeden nebo dva pokoje, kuchyň, která je spojena s obývacím pokojem a koupelnou. Podle ministerského nařízení (tzv. Ministerial Regulation No. 1 under the Control of Building Control Act) spadající pod Building Control Act B.E. 2522 [31] má být pokoj, kuchyň a obývací pokoj větší než 9 m², jeden z rozměrů větší než 2,5 m a plocha oken a dveří musí být stejně jako v ČR 1/10 z celkové plochy místnosti.

Dalším rozdílem je umístění toalety v koupelně. Plocha pro toaletu nesmí být menší než 1,5 m². Pokud se v domě, nebo bytě nachází více jak 5 místností, zřizuje se další toaleta. Okna všech obytných místností musí být otevírány ven a osazeny ve výšce minimálně 2,0 m nad terénem.

Předsín se v českých domech navrhuje z důvodu přechodu z chladnějšího prostředí do chodby a dále do obytných místností, které jsou normově posuzovány na teplotu 20 °C pro obývací pokoje, ložnice a kuchyně. Z tohoto důvodu nejsou v thajských rodinných domech potřeba, a tudíž se zpravidla neprojektují.

Taktéž na navržení chodby, která v ČR odděluje obytné místnosti od pobytových, se neklade takový důraz. Většinou je vstup do domu situován přímo do obývacího pokoje.

Ministerské nařízení (tzv. Ministerial Regulation No. 1 under the Control of Building Control Act) [31] uvádí požadavky na kuchyň. Jestliže kuchyň sousedí s ložnicí nebo toaletou, nesmí být místnosti spojeny dveřmi, nebo okny.

Minimální světlá výška místností rodinného domu má být v porovnání s naší požadovanou výškou o 0,1 m menší tzn. 2,4 m a to ve všech podlažích a místnostech, bez ohledu na použití klimatizační jednotky, či nikoli. V koupelnách, na verandách může být snížena na 2,0 m. Jelikož klimatické a geologické podmínky dovolují českým stavbám zřizování podkroví a suterénů, může být světlá výška podkroví snížena na 2,3 m a výška suterénu na 2,1 m.

Za odlišnost týkající se thajských domů se dá považovat fakt, že nadzemní podlaží musí být zvýšeno minimálně o 0,9 m nad úroveň terénu. Pokud je podlaha na zemině z pevných a odolných materiálů jako je cihla, kámen, cement a stěny jsou z taktéž z odolných materiálů, může být výšková úroveň snížena na 0,10 m. Snížení platí ale pouze v případě, nesousedí li pozemek s pozemní komunikací. Poté musí být výška nadzemního podlaží vyšší než 0,3 m. Podle české Vyhlášky 268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu [32] má úroveň podlahy obytné místnosti ležet alespoň 0,15 m nad úrovní terénu bez ohledu na okolní zástavbu. V současné době se u bytových domů uvažuje s hodnotou do 0,05 m kvůli bezbariérovému vstupu.

Tabulka 6 - Srovnání rodinných domů z typologického, výškového hlediska, počtu podlaží a místností – rodinný dům (Zdroj: autor)

Rodinný dům		
	Česká republika	Thajsko
Počet podlaží		
	1 nebo 2 (1 podzemní podlaží)	1 nebo 2
Počet místností		
	3 ložnice, obývací pokoj, koupelna, WC a kuchyň	Koupelna s WC, Kuchyň, obývací pokoj, ložnice
Typologie:		
WC	WC odděleno od koupelny, minimální rozměr (0,9 x 1,1 m)	WC v koupelně, plocha nesmí být menší než 1,5 m ²
Koupelna	-	-
Obývací pokoj	Plocha min. 16 m ² , šířka 3,3 m	plocha nesmí být menší 9 m ² , šířka nebo délka minimálně 2,5 m
Ložnice	Pro 1 osobu- šířka: 1,95 m, plocha: 8 m ² ; 2 osoby - šířka: 2,4 m, plocha: 12 m ² ,	plocha nesmí být menší 9 m ² , šířka nebo délka minimálně 2,5 m
Kuchyň	-	-
Chodba	šířka 0,9 m	šířka 1,0 m
Schodiště	šířka 0,9 m	šířka 0,9 m, výška stupně maximálně 20 cm
Světlá výška:		
	2,5 m; podkroví 2,3 m, podzemní podlaží 2,1 m	2,4 m, 1. i 2. nadzemní podlaží s nebo bez klimatizace

1.2.3.2 Typologie bytových domů

Plochy a rozměry místností v bytových domech se v Thajsku ani v ČR v podstatě neliší oproti rodinným domům, viz Tabulka 4. Změna nastává u šířky prostoru chodby. V České republice je šířka pro bytové stavby 1,1 m a v Thajsku 1,5 m. Minimální požadovaná světlá výška staveb tohoto typu je u obou zemí stejná 2,6 m. V ČR při zřízení podkrovních bytů může být světlá výška snížena na 2,55 m.

Bytová jednotka v ČR s jednou obytnou místností má minimální plochu pokoje 16,0 m². V Thajsku je požadavek pro celou jednotku na 20,0 m².

Tabulka 7 - Srovnání obytných budov z typologického, výškového hlediska a počtu místností – bytový dům (Zdroj: autor)

Bytový dům		
	Česká republika	Thajsko
Počet místností		
	1 místnost, toaleta, koupelna, celková plocha	1 místnost, koupelna s toaletou
Typologie:		
WC	WC odděleno od koupelny, minimální rozměr (0,9 x 1,1 m)	WC v koupelně, plocha nesmí být menší než 1,5 m ²
koupelna	-	-
obývací pokoj	Plocha min. 16 m ² , šířka 3,3 m	plocha nesmí být menší 9 m ² , šířka nebo délka minimálně 2,5 m
ložnice	Pro 1 osobu- šířka: 1,95 m, plocha: 8 m ² ; 2 osoby - šířka: 2,4 m, plocha: 12 m ² ,	plocha nesmí být menší 9 m ² , šířka nebo délka minimálně 2,5 m
kuchyň	-	-
chodba	šířka 1,1 m	šířka 1,5 m
schodiště	šířka 1,1 m	šířka 1,5 m
světla výška		
	2,6 m, podkroví 2,55 m	2,6 m

2. Materiálové řešení nosných konstrukcí

Výběr materiálu pro nosné konstrukce závisí na požadavku investora, účelu stavby a dostupnosti. Ne všechny materiály se mohou použít pro všechny typy staveb. Např. výškové stavby se staví nejčastěji z oceli nebo betonu, kvůli jejich mechanickým vlastnostem. Obě země využívají materiály na základě jejich dostupnosti a zvyklosti.

2.1 Dřevěné konstrukce

Dřevo je jeden z nejstarších stavebních materiálů, který by měl mít jednu výhodu a tou je obnovitelnost. Dřevo je anizotropní materiál, tudíž má v různých směrech jiné mechanické vlastnosti.

Výhody:

- malá objemová hmotnost
- obnovitelný materiál
- dobré tepelně izolační vlastnosti při nízké vlhkosti
- při výstavbě jde o suchý proces
-

Nevýhody:

- nasákavý materiál
- většina dřev náchylná na vlhkost
- hořlavost

Kromě klasického řeziva se pro stavební konstrukce používají také lepené nosníky, lepené lamely a dřevo deskové (OSB, třískové desky, vláknité desky apod.)

2.1.1 Konstrukční dřevo v České republice

V České republice mají stavby ze dřeva své zastoupení. Od masivních prvků (kulatin a později hraněných trámů se přešlo k lehčím skeletovým, sloupkovým, nebo panelovým konstrukčním systémům. Oproti Thajsku, kde se šikmé střešní konstrukce provádí z oceli, bývá v ČR dřevo častý materiál pro tento typ prvku. Nejenže se provádí klasické současné krovy, ale používá se také pro příhradové nosníky.

Běžné dřevo pro konstrukční prvky bývá jehličnaté – smrk, borovice a listnaté - dub.

Tabulka 8 - Vlastnosti jehličnatých a listnatých dřev používaných ve stavebnictví [33]

Typ	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Tvrdość [MPa]	Pevnost v tlaku [MPa]	Pevnost v tahu [MPa]
Smrk	420	26	33	49
Borovice	505	28	35	41
Jedle	435	28	31	47
Dub	680	67,5	39-61	89-130

Navrhování dřevěných konstrukcí se provádí dle (Eurokód 5) ČSN EN 1995[34]. Zde jsou uvedeny doporučené charakteristické pevnosti a moduly rostlého jehličnatého a listnatého dřeva a lepeného lamelového dřeva

$$\text{Návrhová hodnota vlastností dřeva: } f_d \leq k_{mod} * \frac{f_k}{\gamma_M} \quad (10)$$

kde:

f_k ... charakteristická pevnost dřeva, či materiálu na bázi dřeva

γ_M ... dílčí součinitel vlastností dřeva, či materiálu na bázi dřeva

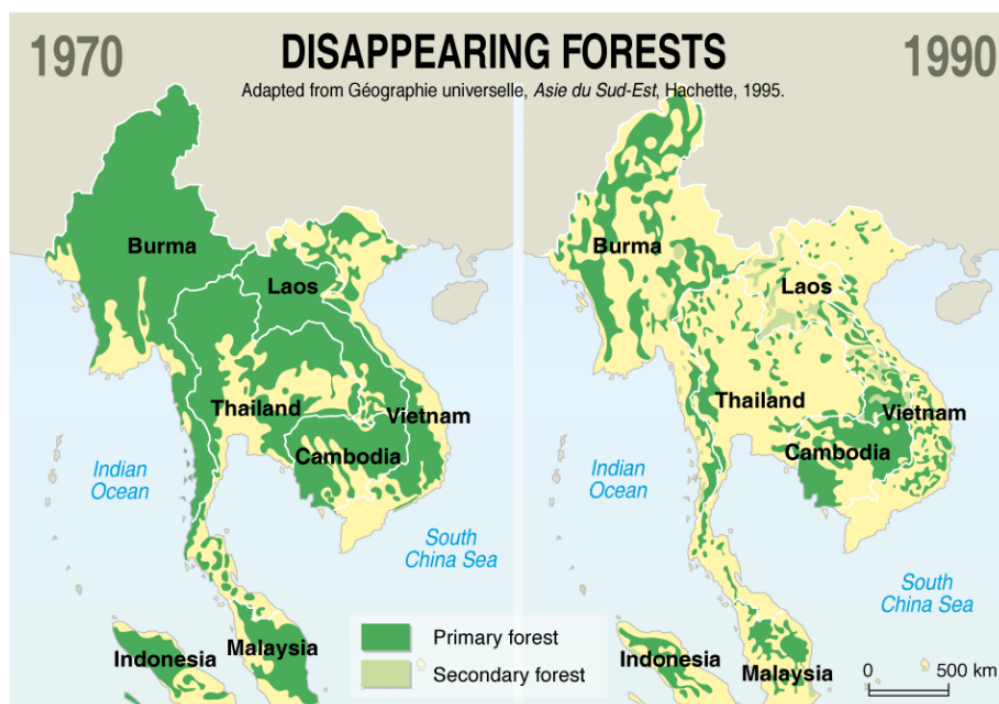
k_{mod} ... modifikační součinitel zohledňující účinek doby trvání zatížení a vlhkosti dřeva či materiálů na bázi dřeva

Prvky se nejvíce posuzují na: Mezní stav únosnosti – součinitel $\gamma_M = 1,3$
(dřevo a materiály na bázi dřeva)

Mezní stav použitelnost - $\gamma_M = 1,0$

2.1.2 Konstrukční dřevo v Thajsku

Dřevo v Thajsku dnes již nepatří k hlavním stavebním materiálům jako dříve. Od výstavby tradičních thajských domů z teakového dřeva se upouští a staví se domy z železobetonu a oceli. Z Obrázku 15 je patrný důvod, proč thajská vláda v roce 1989 vydala zákaz těžby v lesích a označila 25 % území za chráněnou oblast a jen 15 % oblast k produkci dřeva. Většina lesních oblastí patří státu.



Obrázek 15 - Průběh mizení lesů (1970-1990) [35]

Dřevo, které se dříve používalo pro konstrukce tradičních thajských domů, bylo teakové dřevo. Z teakového dřeva se stavěly tradiční thajské domy, jenž se zachovaly až dodnes. Ve střední Evropě se teakové dřevo používá především pro nábytek. Dalším dřevem pro konstrukční účely může být také Malabar Ironwood, který má podobné vlastnosti jako teak, ale má větší objemovou hmotnost. [36]

Teak je tropický listnatý lesní druh, který se vyskytuje v Jihovýchodní Asii. Nachází se především v Indii, Barmě, Thajsku a Laosu. Nejlépe roste a dosahuje velkých rozměrů v teplém a vlhkém tropickém klimatu, s vysokými srážkami až 3000 mm za rok.

Jde o lehké dřevo s vysokou trvanlivostí a odolností vůči termitům, plísním, houbám a vysokým teplotám. Zdroje uvádí, že má lepší fyzikální a mechanické vlastnosti než běžné dřevo v mírném podzemním pásu. [37] [38]

Tabulka 9 - Mechanické vlastnosti teakového dřeva [37]

Veličina	Hodnota
Objemová hmotnost	655 kg/m ³
Modul E	12,28 GPa
Pevnost v tlaku	54,8 MPa



Tabulka 10 - Tradiční thajský dům z teakového dřeva

Pro navrhování dřevěných konstrukcí v Thajsku se aplikují americké kódy:

- NDS Code - National Design Specification for Wood Construction, 2015 edition, ANSI/AWC [39].
- NDS-S Code - National Design Specification Supplement: Design Values for Wood Construction [40].

2.2 Betonové konstrukce

Beton je kompozitní materiál skládající se z pojiva a plniva, vody a dalších přísad, které vlastnosti u zlepšují. Historie betonu sahá až do starověkého Říma, kde vznikl první materiál podobný současnému – tzv. emplekton. V současné době se beton, resp. železobeton, používá téměř pro všechny konstrukce od základů pod střešní konstrukce.

2.2.1 Betonové konstrukce v České republice

Železobetonové konstrukce jsou v České republice velice rozšířeny ať už ve formě prefabrikovaných dílců smontovaných na stavbě, či monolitických konstrukcí. Železobeton je velmi spolehlivým kompozitem. V kombinaci se smykovými stěnami a tuhými stropy, jsou tyto systémy velmi tuhé a skvěle redistribuují energii.

Betonové konstrukce se navrhuje dle (Eurokód 2) ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí

ZÁKLADNÍ PARAMETRY PŘI NAVRHOVÁNÍ EC 2

KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Silové účinky na konstrukce stanovujeme na základě eurokódu 1 těmito rovnicemi:

$$R. 6.10 \quad \Sigma \gamma G_j \cdot G_{kj} + \gamma_P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \Sigma \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_i$$

$$R. 6.10a \quad \Sigma \gamma G_j \cdot G_{kj} + (\gamma_P \cdot P_k + \Sigma \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_i)$$

$$R. 6.10b \quad \Sigma \xi \gamma G_j \cdot G_{kj} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \Sigma \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_i$$

Rovnici 6.10 lze použít vždy, je ovšem neekonomická, a proto se často použije horší z výsledků rovnic 6.10a a 6.10b.

PEVNOST BETONU

Pevnost betonu závisí na jeho typu. Nejčastěji používanými betony jsou:

C12/15; C16/20;(pro méně významné prvky: základové konstrukce aj.) C20/25; C25/30; (běžné prvky: stropní desky stěny v prostředí XC1); C30/37 (pro složitější prvky: prvky v prostředí XC2 aj.) [42]

Tato čísla určují charakteristickou pevnost betonu v tlaku, přičemž první číslo je válcová pevnost a druhé krychelná. Do výpočtů nám vstupuje vždy pevnost válcová. Tuto pevnost snižujeme součinitelem materiálu 1,5. Tedy: $f_{cd} = f_{ck,cyl}/\gamma_M$

NÁVRH KRYTÍ VÝZTUŽE[41]

Krytí výztuže závisí na několika faktorech a těmi jsou:

- Návrhová životnost konstrukce
- Prostředí, do kterého prvek umístíme
- Přesnost výroby

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}) = \max(10,15,10) = 15 \text{ mm}$$

$c_{min,b}$... minimální krycí vrstva s přihlédnutím k požadavku soudržnosti

$c_{min,dur}$... minimální krycí vrstva s přihlédnutím k podmínkám prostředí

$$c_{min,b} = 10 \text{ (předběžný návrh výztuže)}$$

2.2.2 Betonové konstrukce v Thajsku

Betonové, resp. železobetonové konstrukce tvoří v Thajsku největší část používaných materiálů. Za posledních pět let se zde ročně vyprodukuje přes 14 milionů kubických metrů tohoto materiálu. Beton se skládá z portlandského cementu, hrubého kameniva nebo drcené horniny, jemného kameniva nebo písku, vody a příměsí. Beton se čteně používá nejen pro pozemní stavby, ale i pro inženýrské a dopravní stavby.

K výrobě betonu dochází mícháním betonu na místě. Tento způsob však nezajišťuje kvalitní beton. Míchání betonové směsi na stavbě dochází obzvláště při výstavbě rodinných domů, jejichž majitelé staví svépomocí. Kvalitnější beton se produkuje v betonárnách a beton se poté dopraví na místo. V poslední době také dochází k nárůstu staveb z prefabrikované betonu. Tento způsob však ještě není tak častý.

Pro navrhování železobetonových konstrukcí využívá Thajsko americkou normu ACI-318-11. [43]

ZÁKLADNÍ PARAMETRY PŘI NAVRHOVÁNÍ ACI-318-11

KOMBINACE ZATÍŽENÍ:

V kombinačních rovnicích se stejně jako v EC provede převedení charakteristických hodnot na návrhové. Součinitele bezpečnosti se liší od součinitelů v EC a v některých případech jsou vyšší. Zároveň ale ACI neuvádí redukční součinitele, které jsou závislé na době výskytu.

$$U = 1,2D + 1,6L$$

$$U = 1,4(D + F)$$

$$U = 1,2(D + F + T) + 1,6(L + H) + 0,5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$$

$$U = 1,2D + 1,6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1,0L \text{ or } 0,8W)$$

$$U = 1,2D + 1,6W + 1,0L + 0,5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$$

$$U = 1,2D + 1,0E + 1,0L + 0,2S$$

$$U = 0,9D + 1,6W + 1,6H$$

$$U = 0,9D + 1,0E + 1,6H$$

kde:

D ... stálé zatížení

F ... zatížení bočního tlaku kapaliny

L ... nahodilé zatížení

Lr... nahodilá zatížení střechy,

S ... zatížení sněhem

R ... zatížení deštěm

W ... zatížení větrem

E ... seismické zatížení

H ... zatížení zeminou

NÁVRHOVÁ PEVNOST:

ACI uvažuje pouze s charakteristickými pevnostními hodnotami f_c' pro beton a f_y pro betonářskou ocel. Po vypočtení únosnosti prvku vstupuje do výpočtu návrhová hodnota pevnosti materiálu, která je násobena redukčním součinitelem Φ .

Hodnota redukčního součinitele závisí na druhu namáhání prvku:

ohyb (nosníky, desky...) $\Phi = 0,90$

smyk a kroucení (nosníky...) $\Phi = 0,75$

tlak - spirálově vyztužené $\Phi = 0,75$

tlak - ostatní vyztužení $\Phi = 0,65$

Pro pevnost betonu se často volí C3000, C4000, kde C je značka betonu.

KRYTÍ VÝZTUŽE:

Zjištění krycí vrstvy výztuže betonu nevyžaduje dle ACI výpočet jako v EC. Krycí vrstva se stanovuje dle tabulky:

Tabulka 11 - Krycí vrstva výztuže dle ACI-318-11[43]

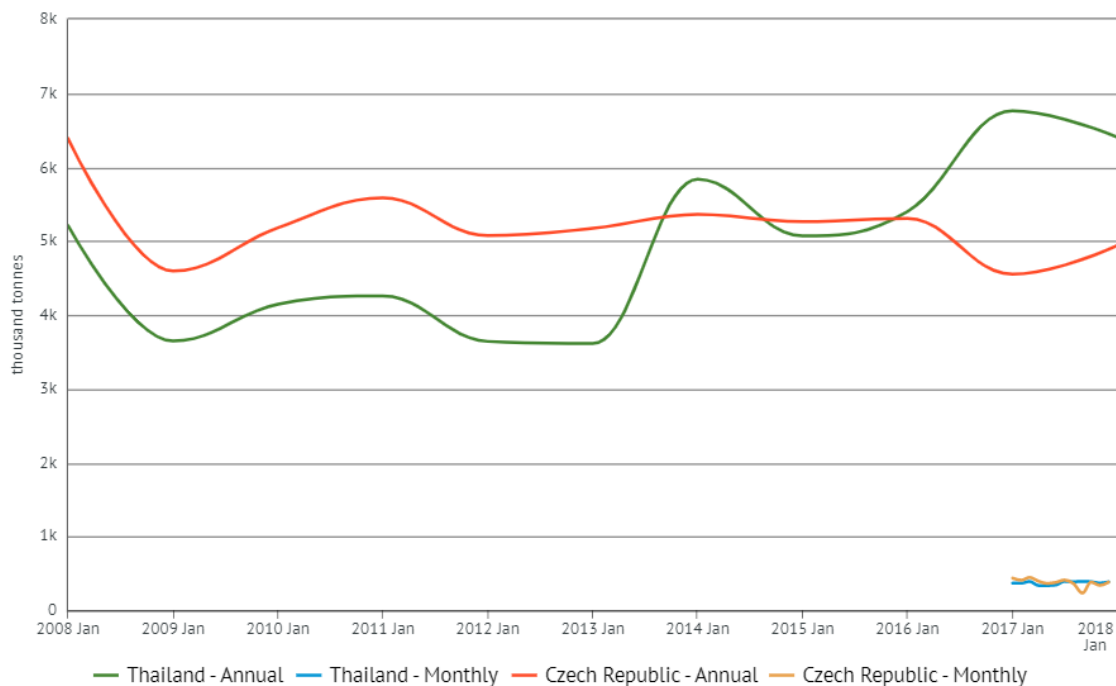
PROSTŘEDÍ, VE KTERÉM SE BETON. NACHÁZÍ	TYP PRVKU	PRŮMĚR	KRYTÍ
Beton trvale vystavený	všechny	všechny	75 mm
Beton vystavený povětrnostním vlivům	všechny	#6 - #18	50 mm
	všechny	#5, drát W31 nebo D31 a menší	40 mm
Beton nevystavený povětrnostním vlivům bez styku se zeminou	Desky, stěna, trámy	#14 - #18	40 mm
		#11 a menší	20 mm
	Nosníky, sloupy	Hlavní výztuž, třmínky	40 mm
	Skořepiny, lomenice	#6	20 mm
		#5, W31, D31 a menší	13 mm

Tabulka 12 - Tabulka profilů výztuže [44]

tyč nemetrické označení	průměr [in]	plocha [in ²]	tyč metrické označení	průměr [mm]
#3	3/8	0,11	#10	9,5
#4	1/2	0,20	#13	12,7
#5	5/8	0,31	#16	15,9
#6	3/4	0,44	#19	19,1
#7	7/8	0,60	#22	22,2
#8	1	0,79	#25	25,4
#9	1-1/8	1,00	#29	28,7
#10	1-1/4	1,28	#32	32,3
#11	1-3/8	1,56	#36	35,8

2.3 Ocelové konstrukce

Z hlediska výroby oceli patří obě země mezi 50 majoritních výrobců surové oceli. Česká republika dokonce patřila ještě v roce 2016 mezi prvních 30. Z Grafu 1 je patrné, že v roce 2017 výroba oceli v ČR klesla, kdežto v Thajsku pomalu stoupá. I když výroba oceli v Thajsku v posledních letech stoupá, poptávka po ocelových výrobcích také. Až 60% ocelových výrobků bývá z dovozu. Z tohoto důvodu se jedná o jeden z dražších a méně dostupnějších materiálů.



Graf 1 - Výroba surové oceli v ČR a Thajsku mezi lety 2008 – 2018 [45]

Výhody a nevýhody ocelí

Výhody:

- vysoká pevnost v tahu a tlaku
- recyklovatelnost
- tažnost
- suchý proces výstavby

Nevýhody:

- nízká požární odolnost
- vysoká tepelná vodivost
- údržba

2.3.1 Ocelové konstrukce v České republice

Ocelové konstrukce se ve stavitelství využívají u dopravních staveb např. mostů. V pozemním stavitelství je ocel hojně využívána např. na stavby hal, kde celý konstrukční systém tvoří ocel, u krovových konstrukcí a velmi často se ocel využívá při rekonstrukcích, kdy se tento druh materiálu hojně používá v kombinaci s jiným.

Pro navrhování ocelových konstrukcí platí norma (Eurokód 3) ČSN EN 1993 Navrhování ocelových konstrukcí.

Betonářská ocel

Hlavním účelem betonářské oceli je vyztužování betonu. Jelikož má beton vysokou pevnost v tlaku, ale nízkou v tahu, vkládá se do něj výztuž, která přenáší tahové síly.

ČSN EN 10027 [46] a ČSN 42 0139 [47] udávají značení těchto typů ocelí. Betonářská ocel se značí písmenem B. Prostřední číslo udává minimální mez kluzu a poslední písmeno jeho duktilitu.

A – normální

B – vysoká

C – velmi vysoká (pro dynamicky namáhané konstrukce)

Běžně se používá typy ocelí:

B 500 A
B 550 A
B 500 B
B 550 B

Tabulka 13 - Betonářská ocel a meze kluzu [46]

Označení dle EN	Minimální mez kluzu [MPa]	Minimální pevnost v tahu [MPa]	Třída tažnosti	Průměry tyčí
B 500 A	500	550	A	6,8,10,12,14, 16,18,20,22,2 5,28,32,
B 550 A	550	620	A	
B 500 B	500	550	B	
B 550 B	550	620	B	

Konstrukční ocel

Pod pojmem konstrukční ocel se rozumí materiál určený pro konstrukce.

Navrhování ocelových konstrukcí podléhá normě ČSN EN 1993. [48]

Značení:

Př. S 235 JR – (S – Steel, 235 – smluvní mez kluzu, JR – nárazový test pod 20°C)

Výroba:

Válcováním za tepla

Válcováním za studena

Svařováním

Úpravy

Legování

Mangan – zlepšuje pevnost bez ovlivnění plasticity

Chrom – korozivzdornost

Molybden – žáruvzdornost

Nikl – houževnatost

Měď – atmosférická korozivzdornost

Tepelná zpracování:

Žihání

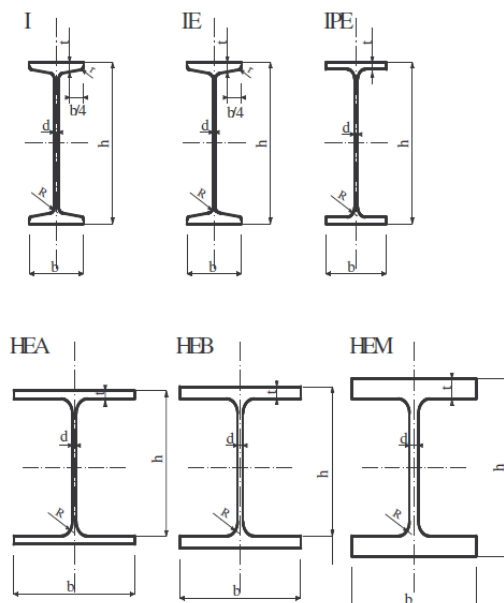
Kalení

Popouštění

Konstrukční prvky:

- Trapézové plechy
- Jäkly
- Trubky
- Tyče
- Šrouby aj.
- Válcované profily

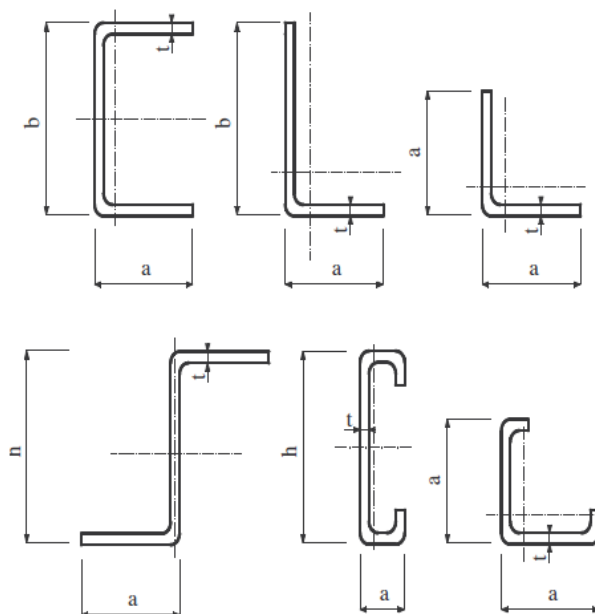
Rozměry jednotlivých profilů jsou dané normou. Nejznámější průřezy z válcované oceli jsou I, U, H, T, L, IPE, HEA, HEB.



Obrázek 16 - Válcované tyče I a H [49]

- Profily tvarované za studena

Tenkostěnné profily se dělí na otevřené a uzavřené. Výsledný tvar se získá pomocí válcování, tažení a lisování.



Obrázek 17 - Tenkostěnné profily [49]

2.3.2 Ocelové konstrukce v Thajsku

Konstrukční ocel se v Thajsku používá především pro šikmé střechy. Důvodem bývá již zmiňovaný nedostatek dřeva v Thajsku. Spojování střešních prvků se provádí svařováním i

pomocí šroubů. Stavby z oceli nebyly v Thajsku tak běžné. V současné době se začínají stavět ocelové haly, nebo i rodinné domy. Např. v provincii Sakon Nakhon na východě Thajska se momentálně staví první ocelová hala v této oblasti viz Obrázek 18. Některé firmy, zabývající se ocelovými konstrukcemi, začínají nabízet celý nosný rastr se sloupy a příčlemi. Pro navrhování ocelových konstrukcí se používá americká norma AISC.



Obrázek 18 - První ocelová hala v provincii Sakon Nakhon (Zdroj: autor)

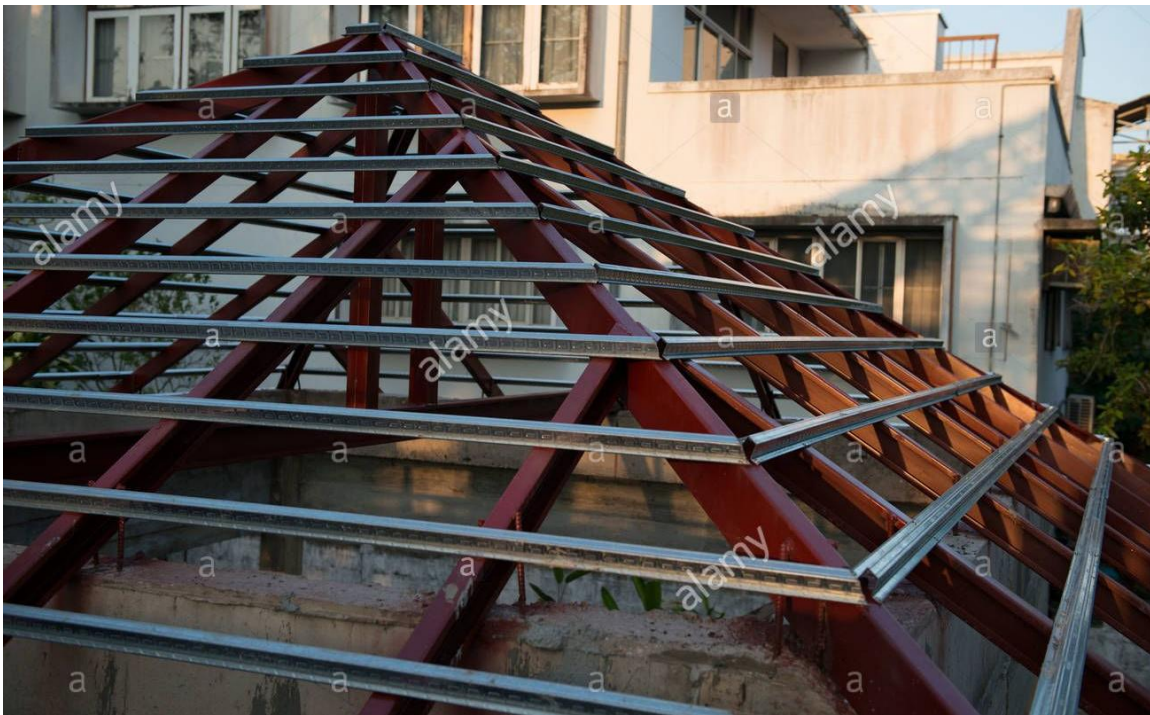
Prvky střešních konstrukcí:

Krokve – pro tento střešní prvek se nejčastěji používá ocel tvářená za studena – tenkostěnný profil C. Další možnosti mohou být uzavřené profily, které mají lepší prostorovou stabilitu, než tenkostěnné profily C.

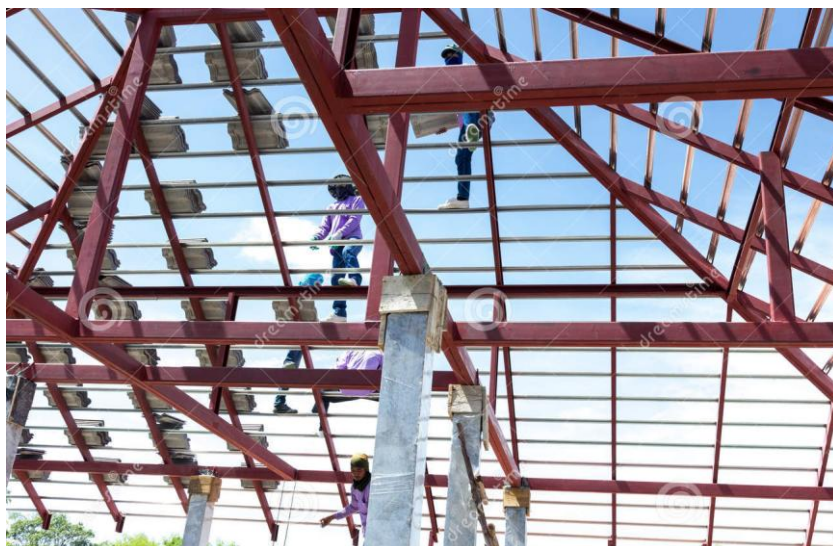
Vazničky – kolmo na krokve jsou osazeny vazničky, také ve tvaru C menších rozměrů

Vaznice – se většinou skládá ze dvou složených průřezů U – tvoří tak obdélníkový průřez. Můžou být svařované

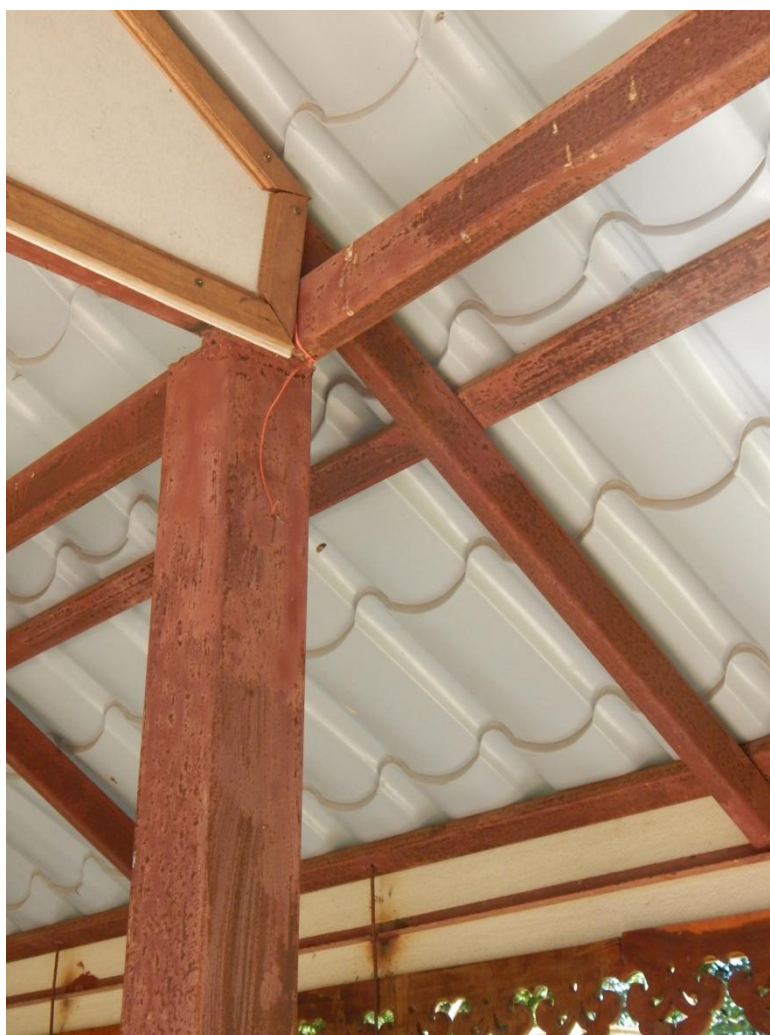
Sloupky – jsou zhotoveny ze dvou složených průřezů C.



Obrázek 19 - Příklad střešní konstrukce z oceli [50]



Obrázek 20 - Příklad střešní konstrukce z oceli [51]



Obrázek 21 - Detail střešní konstrukce z oceli (Zdroj: autor)

Betonářská ocel

Thajský průmyslový institut norem předkládá normy pro výrobu, požadavky a označení ocelí pro betonářskou ocel. Normy jsou dostupné pouze v thajštině.

- TIS 20-2559 (2016) [52] Steel bars for reinforced concrete : round bars – norma pro betonářskou ocel – kruhová ocel

- TIS 24-2559 (2016) [53] Steel bars for reinforced concrete: deformed bars - norma pro betonářskou ocel – deformovaná ocel

Norma TIS 20-2559 (2016) [52] stanovuje třídu, kvalitu, velikost, hmotnost a tolerance materiálů, vlastnosti kruhové oceli. Jde o hladkou ocel, která má jen jednu třídu kvality SR 24. Třída kvality byla stanovena podle chemického složení a mechanických vlastností.

Značení oceli: RB

Průměry ocelových tyčí: 6,8,9,10,12,15,19,22,25,28,34 mm

Pevnost v tahu nesmí být menší 385 MPa.

Pevnost v tahu v mezích kluzu nesmí být menší 235 MPa.

Norma TIS 24-2559 (2016) [53] stanovuje třídu, kvalitu, velikost, hmotnost a tolerance materiálů, vlastnosti žebírkové oceli. Jde o žebírkovou ocel se třemi třídami kvality. Třídy kvality jsou opět stanoveny podle chemického složení a mechanických vlastností.

Třídy kvality: SD 30

SD 40

SD 50

Průměry ocelových tyčí: 6,7,10,12,16,20,22,25,28,32,36,40 mm

Tabulka 14 - Tabulka pevnosti v tahu žebírkové oceli [53]

	Pevnost v tahu [MPa]	Minimální pevnost v tahu při mezi kluzu [MPa]
SD 30	480	295
SD 40	560	390
SD 50	620	490

Konstrukční ocel

Thajský průmyslový institut norem předkládá normy pro výrobu, požadavky a označení pro konstrukční ocel válcovanou za tepla a tvářenou za studena. Normy jsou dostupné pouze v thajštině.

- TIS 1227-2558 (2015) [54] Hot rolled structural steel sections – norma pro konstrukční ocel válcovanou za tepla

- TIS 1228-2549 (2006) [55] Cold formed structural steel sections - norma pro konstrukční ocel tvářenou za studena

- **Ocel válcovaná za tepla**

TIS 1227-2558 (2015) [54] norma stanovuje třídu, kvalitu, velikost, hmotnost a toleranci jednotlivých ocelových prvků válcovaných za tepla.

Je zde 7 tříd kvality:

SM 400, SM 490, SM 520, SS 400, SS 490, SS 540

- **Ocel tvářená za studena**

TIS 1228-2549 (2015) [55] norma se vztahuje na konstrukční ocel vyrobenou z měkké oceli. Vymezuje kvalitu, velikost, hmotnost a stanovuje třídu.

Tato ocel má pouze jednu třídu kvality SSC 400.

Minimální pevnost v tahu pro ocel SSC 400 je 400 MPa. Může být dosaženo i 500 MPa.

Tato konstrukční ocel se dělí do 6 skupin:

1) Tzv. Light angle steel

a) Equal leg

Jedná se o prvek ve tvaru L se stejně dlouhými stranami.

b) Tzv. Enqual leg

Jedná se o prvek ve tvaru L s jednou delší a jednou kratší stranou.

- 2) tzv. Light channel steel
- 3) tzv. Lip channel steel
- 4) tzv. Light Z steel
- 5) tzv. Lip Z steel
- 6) tzv. Hat steel

Tabulka 15 – Skupiny konstrukční ocele tvářené za studena (tabulka vložena z normy) [55]

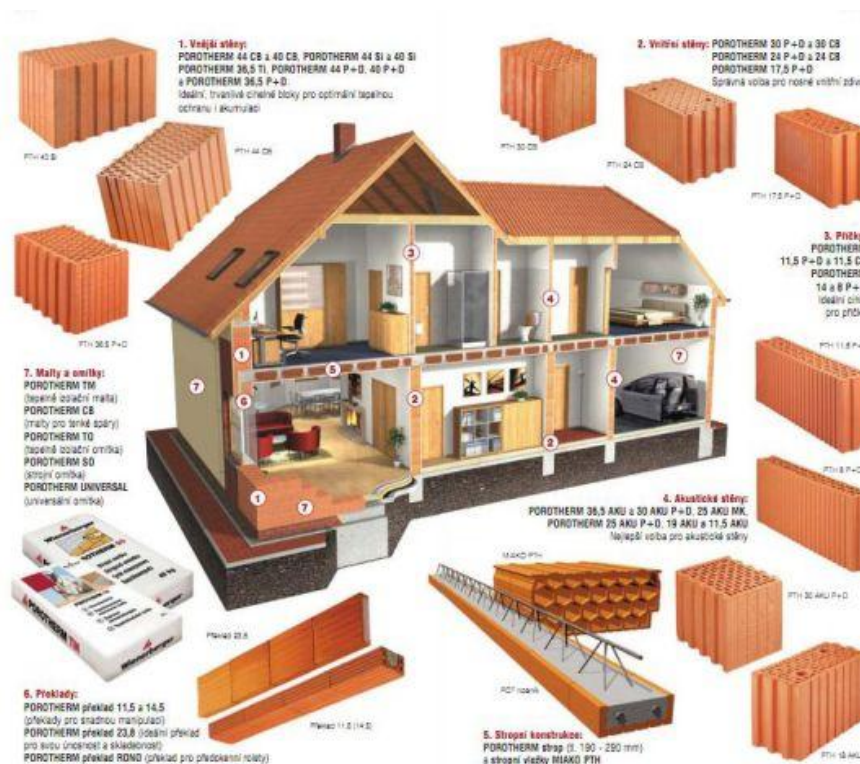
แบบ		รูปภาคตัด
เหล็กฉาก (light angle steel)	ขาเท่ากัน (equal leg)	L
	ขาไม่เท่ากัน (unequal leg)	L
เหล็กรูปรางน้ำ (light channel steel)		C
เหล็กรูปตัวซี (lip channel steel)		C
เหล็กรูปตัวแซด (light Z steel)		Z
เหล็กรูปตัวแซดมีขอบ (lip Z steel)		Z
เหล็กรูปหมวก (hat steel)		H

2.4 Zděné konstrukce

Pod pojmem zděné konstrukce se skrývá poskládání jednotlivých zdících materiálů (kámen, cihla, tvárnice) podle stanoveného uspořádání a následně jejich spojením maltou, nebo jiným pojivem. Ve střední Evropě i v jihovýchodní Asii se nejdříve používal kámen. Avšak cihly se v historii používaly již ve starověku. Šlo především o cihly hlíněné nepálené, ačkoliv už ve starověkém Římě se cihly pálily.

2.4.1 Zděné konstrukce v České republice

S moderním dobou přišel i rychlejší a efektivnější způsob zdění ve střední Evropě. Od cihel pálených plných s výrobním rozměrem 290 x 140 x 65 mm se přešlo na větší a přesnější tvárnice a bloky. Důvodem nebyla jen pracnost a časová náročnost zdění z cihel, ale také zlepšení některých vlastností, např. tepelně izolačních, nebo pevnostních. V České republice momentálně existuje řada společností zabývajících se touto problematikou. Jedná se komplexní systém zdění, který nabízí realizaci budov od stěnových konstrukcí, přes stropní konstrukce až po konstrukce střešní. Mezi nejznámější firmy působící na českém trhu patří společnost Wieneberger (Obrázek 23), Xella, Heluz, BSG Klatovy. Rozdíl nabízených produktů jednotlivých podniků spočívá v materiálovém řešení těchto výrobků a jejich nabídka je uvedena na webových stránkách uvedených firem.



Obrázek 22 - Systém Porotherm [56]

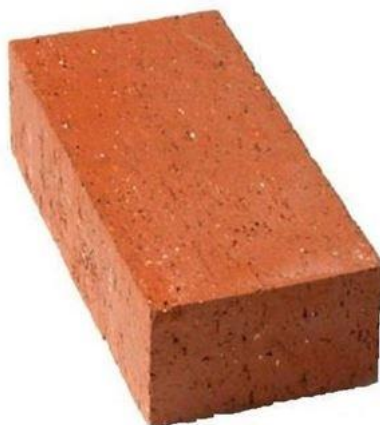
2.4.2 Zděné konstrukce v Thajsku

Zděné konstrukce vykazují několik rozlišností v ČR a v Thajsku. Nejvýraznější odlišností bývá fakt, že v Thajsku zděné konstrukce nebývají nosné.

Tradičním výplňovým zdivem bývají pálené hliněné cihly. Cihly jsou pálené při nízkých teplotách, čímž značně snižují svojí pevnost a pórovitost. Většina závodů je postavena ve venkovních, nebo příměstských oblastech. Jedná se o cihelny malého charakteru, které vlastní tamní obyvatelé. Nejčastěji se používají cihly plné, nebo podélně děrované menších rozměrů než v České republice. Děrované cihla má rozměry 150x55x52 mm (Obrázek 24) a plná cihla 145x60x30 mm (Obrázek 25). Rozměr plné cihly je tedy přibližně dvakrát menší než cihly v ČR.



Obrázek 23 - Děrované hliněné cihly v Thajsku [57]



Obrázek 24 - Hliněné pálené cihly v Thajsku [57]

V posledních letech se pomalu ustupuje od zdění z hliněných cihel a přechází se k blokům z pórobetonu a lehkého betonu, jejichž zdění je díky většímu rozměru snadnější a méně pracnější. Tím také odpadá použití většího množství malty. Jak je známé, pórobetonové bloky mají lepší tepelně-izolační vlastnosti a neakumulují teplo. V Tabulce jsou porovnány parametry cihel a lehkých autoklávových betonových bloků.

Tabulka 16 - Porovnání parametrů hliněných cihel a lehkých autoklávových betonových bloků (Zdroj: autor)

Kategorie	Detail	Lehké autoklávové beton. bloky	Hliněné cihly	Jednotky
Váha	(cihla/blok)	58	130	kg/m ²
	S omítkami	90	180	kg/m ²
Kusů/m ²		8,33	130-145	kusů
Pevnost v tlaku		30-80	15-40	kg/cm ³
Tepelná vodivost	suchý	0,13	1,15	W/mK
	na místě	0,26	1,72	W/mK
Absorpce vody		30% - 40%	20% - 25%	%
Hluk		43	38	dB
Požární odolnost		4	1-2	hodiny

2.5 Speciální materiály

2.5.1 Bambus

Z biologického hlediska se bambus neřadí mezi dřevo, ale mezi trávu. Jako každá tráva se i bambus skládá ze stébla s kolénky a listů. Bambus roste velmi rychle. Některé odrůdy bambusů mohou růst i rychlostí 1,0 m za den a dosahují výšky 40 m. Těchto travnatých porostů se na světě vyskytuje přes 1400 druhů.

Běžně se bambus rozděluje na dva základní typy: pachymorfní a leptomorfní. Pachymorfní typ se vyskytuje v tropických oblastech Jihovýchodní Asie a Jižní Ameriky. Leptomorfní typ se nachází v mírném pásmu. Tato práce bude zaměřena spíše na pachymorfní typy, vzhledem k tropickému pásmu, ve kterém se státy Jihovýchodní Asie nacházejí.

Mezi největší a nejpoužívanější druh bambusu se v Jihovýchodní Asii řadí *Dendrocalamus Giganteous*. Tato odrůda dosahuje výšky kolem 35 m a v průměru má 15 – 30 cm. [58]

2.5.1.1 Vlastnosti bambusu

Bambus je dutý stvol, jehož průměr není konstantní po celé délce. Toto je nutné zohlednit jak při realizaci, tak při navrhování. Do návrhu vstupuje vnější a vnitřní průměr. Vnější a vnitřní rozměr prvku se zjistí pomocí aritmetického průměru hodnot, zjištěných na obou koncích prvku.

Vlastnosti bambusu se liší dle jeho věku, druhu a přítomné vlhkosti. Obecně jde o přírodní materiál s pevností v tlaku srovnatelnou s betonem a v tahu s ocelí. Materiál je náchylný na vlhkost. Se vzrůstající vlhkostí roste také výskyt brouků a hub. Obsah vody dosahuje až k 120% u mladých bambusů, u starších bambusů se pohybuje kolem 60 %. Postupným sušením dosahuje konečné vlhkosti 15 %. [59]

- **Výhody**

- Vysoká pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny

- Vysoká pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny

- Modul pružnosti srovnatelný s ocelí

- Obnovitelný a dostupný materiál v jihovýchodní Asii

- Cena

- **Nevýhody**

Mechanické vlastnosti nejsou jednotné

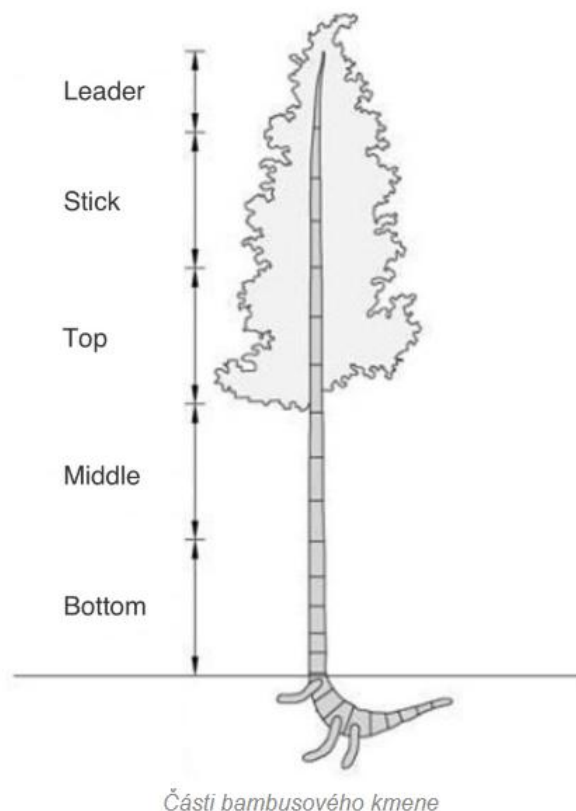
Horší pevnostní vlastnosti kolmo na vlákna

Náchylný na vlhkost

Řešení spojů

Mechanické vlastnosti druhu *Dendrocalamus Giganteous*

Bambus je anizotropní materiál, který nemá stejné vlastnosti po celé délce prvku. Mechanické vlastnosti jednotlivých druhů byly zkoušeny dle normy ISO 22157. Zde bylo zjištěno, že bambus dosahuje nejvyšší pevnosti ve 3 až 4 letech. V pátém roce pevnost klesne o 16 %. Vlastnosti byly zkoušeny ve spodní, střední a horní části bambusu. Zbylé části nejsou vhodné pro konstrukce, viz Obrázek 26. Hodnoty jednotlivých vlastností jsou uvedeny v Tabulce 17, kde jsou porovnány i s jinými materiály. Z tabulky je zřejmé, že bambus má vyšší pevnost v tlaku než beton a podobnou pevnost v tahu jako ocel.



Obrázek 25 - Části bambusového kmene [58]

Tabulka 17 - Srovnání mechanických vlastností jednotlivých materiálů s bambusem *Dendrocalamus Giganteous* (Zdroj: autor)

	Bambus	Dřevo C24	Ocel S 235	Beton C 25/30
Objemová hmotnost [kg/m ³]	740		7850	2500
Modul pružnosti E [MPa]	200*10 ³	0,69*10 ³	210*10 ³	31*10 ³
Pevnost v tlaku [MPa]	70	24		25
Pevnost v tahu [MPa]	177	14,5	360	2,6

2.5.1.2 Ošetřování bambusu

Vzhledem k vysoké počáteční vlhkosti a náchylnosti bambusu na vznik hnilob a výskyt škůdců, musí být bambus používaný nejen pro nosné konstrukce řádně ošetřen. Existuje několik řešení pro ošetření této velmi pevné trávy, z nichž nejběžnější jsou různé chemické procesy. Při výstavbě běžných domků, nebo přístřešků svépomoci se bambus ošetřuje přímo na místě přírodním způsobem, i vzhledem k nízkým nákladům. [58]

2.5.1.2.1 Přírodní ošetření bambusu

Bambus po vykácení ztrácí svou vlhkost a pomalu vysychá. Vzhledem k velkému obsahu celulózy bývá bambus napaden hmyzem a škůdci. Proto se pokládá do stojaté, nebo tekoucí vody, aby se obsah cukru vyplavil z jednotlivých vláken. Proces máčení trvá přibližně 1 – 3 měsíce. [58]

2.5.1.2.2 Chemické ošetření bambusu

Pokud však jde o výstavbu modernějších a přesnějších staveb, které většinou navrhují západní země, musí být bambus ošetřený chemicky pod tlakem. Běžnou a finančně dostupnou látkou bývá bor, v podobě kyseliny borité a boraxu. Průběh ošetření spočívá v uzavření vnitřní části bambusu gumovou trubičkou, kterou je vháněna kapalina do cév, z kterých nejdříve na druhém konci odkapávají nežádoucí látky jako je cukr a škrob a poté až jsou cévy dostatečně nasyceny impregnovanou látkou, proces se ukončí.

Jednodušším ošetřením bývá vysušování kouřem. Jde o uložení bambusových stébel do uzavřených kotlů, kam se vhání kouř, který zbarví bambus do tmavé barvy a zanechá karbonovou stopu na povrchu bambusu, díky níž je méně atraktivní pro hmyz.

Na to, že kouř značně přispívá k odolnosti bambusu proti škůdcům, přišli vesničtí lidé už dávno. Díky kouři z vaření, tak dosáhli k větší udržitelnosti bambusových konstrukcí. [58]

2.5.1.3 Sušení bambusu

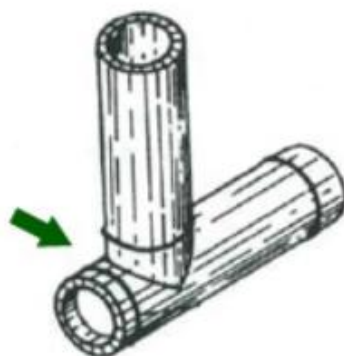
Aby se dosáhlo požadované vlhkosti 15 % a nižších hodnot, probíhá sušení přirozeně nebo v horkovzdušných sušárnách. Sušení v horkovzdušných sušárnách bývá rychlejší proces, ale zároveň není tím nejlepším řešením. Díky rychlejšímu sušení bambus často praská a tím se poruší jeho struktura a pevnost. Proto se tato volba používá při sušení štípaného bambusu.

Přirozené sušení mívá dva způsoby. Jedním z nich je sušení prvků ve vodorovné poloze. Každý stonek bambusu by měl být sušen zvlášť, neměly by se jednotlivé prvky překrývat, aby docházelo k rovnoměrnému sušení. Druhá volba sušení je ve vertikálním poloze. Proces přirozeného sušení trvá přibližně měsíc. [58]

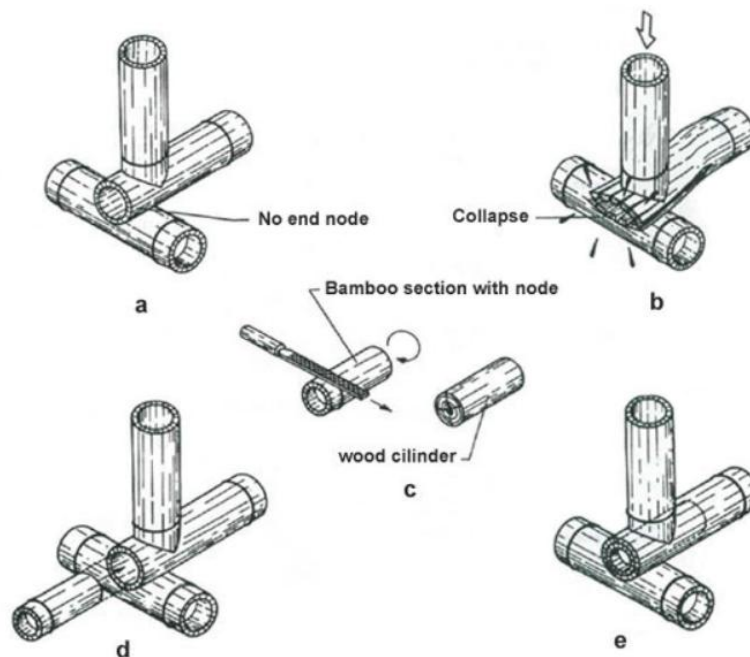
2.5.1.4 Spoje

Bambus pro konstrukční prvky nesmí být čerstvě sekaný a zelený, ale musí projít procesem sušení. Aby odolal náletům různého hmyzu a vzniku hnilob, musí být také řádně ošetřený. Důležité je také, aby bambus nevykvetl. Každý druh bambusu kvete v různém ročním období, avšak kvete pouze jednou za rok a to jednou za 60 – 120 let. Pokud už bambusový stonek vykvetl, okamžitě ztrácí své mechanické vlastnosti a tím je pro realizaci konstrukčních prvků nevhodný.

Pro spojování dvou a více prvků je důležité si uvědomit několik pravidel. Vzhledem k tomu, že jde o přírodní materiál, nemá bambusová tyč konstantní průřez. Průměr na jednom konci může být o několik centimetrů jiný než na druhém konci. Proto je důležité volit tyče, jejichž průměr vykazuje malou odchylku. Ideální spoj se umísťuje v blízkosti kolének, kde má dutý průřez větší pevnost. Spojení tyčí v blízkosti kolének se v praxi pokaždé nepodaří, a proto je nutné vyztužit dutý průřez uvnitř, např. vložení menšího průměru, nebo jiného dřeva o kruhovém průřezu. viz Obrázek 27 a Obrázek 28.

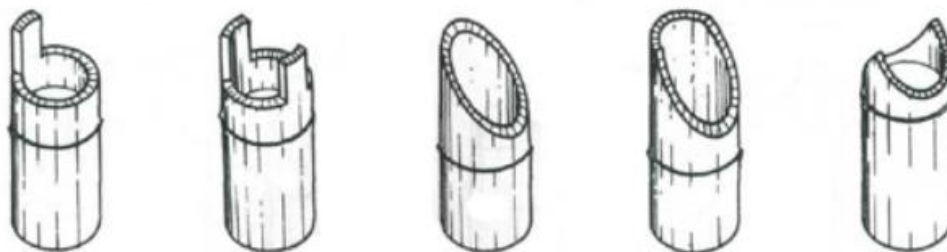


Obrázek 26 - Bambusový spoj v blízkosti kolének [60]



Obrázek 27 - Bambusový spoj: a) konec tyče bez kolénka, b) rozdrčení bambusu v místě spoje, c)d)e) vložení dřevěného kruhového průřezu, nebo bambusové části s kolénkem [60]

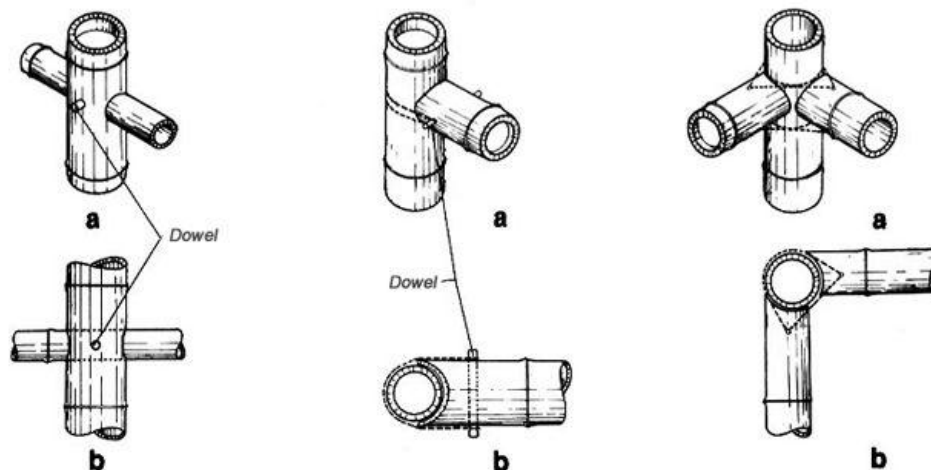
Jelikož je bambus dutý a v kolmém směru křehký, nesmí tyče na sobě ležet jen ve dvou bodech, ale po co největší ploše průřezu. Proto se vytváří řezy, díky nimž k sobě pruty doléhají po celém průřezu Obrázek 29.



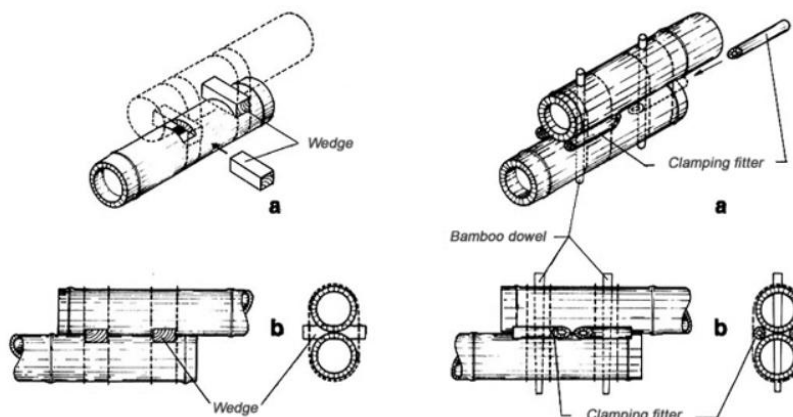
Obrázek 28 - Běžné řezy pro bambusové spoje: zleva řez s jedním uchem, řez se dvěma uchy, zkosný řez, flétnový řez a řez rybí ústa [60]

Bambusové tyče se mohou spojovat tradičně bambusovými, nebo dřevěnými kolíky. Tyto spoje jsou, jako všechny tradiční spoje, časově a manuálně náročné. Jeden z nejzákladnějších spojů je styk dvou bambusových tyčí napříč díky zabudování

bambusového kolíku. Spoje se také upevňují pomocí upínacích zámků, nebo lan, pásků z bambusu.



Obrázek 29 - Spojování bambusových tyčí pomocí kolíků, nebo kolíků a upínacích zámků [60]



Obrázek 30 - Spojování bambusových tyčí pomocí kolíků a upínacích zámků[60]

V praxi se při provádění bambusových domů a jiných staveb svépomocí v Thajsku používá pro zajištění spojů i umělohmotné pásky.

Moderní doba přináší i rychlejší a přesnější provedení bambusových spojů, které kombinují bambusové prvky s ocelovými prvky.

2.5.1.5 Použití bambusu

Při používání bambusu je důležité zohlednit jeho stáří, jež ovlivňuje jeho způsob využití. Roční bambus se používá pro. Dvouroční bambus se používá pro. Pro nosné konstrukce se používá bambus starý tři a více let. V Thajsku se nejčastěji bambus používá pro konstrukce lešení. Bambusové lešení je velmi typické pro země jihovýchodní Asie a jeho uplatnění bývá jak u rekonstrukcí a novostaveb, tak u výškových staveb. Jedná se o systém stojek, příčníků a podélníků, které jsou většinou spojeny plastovými pásky. U tohoto typu lešení nejsou běžné podlážky.

Oproti evropským standardům je technologické, statické a bezpečnostní řešení těchto lešení nevalné. Ve skutečnosti staví lešení zkušení dělníci, kteří si své znalosti a zkušenosti předávají z generace po generaci.

- Obrovskou výhodou tohoto lešení je dostupnost, nízké náklady a možnost opakovaného použití.
- Největším záporem je bezpečnost osob při samotné realizaci a následně při samotné práci na lešení. Nejenže bezpečnost dělníků při práci je většinou zanedbávána, ale i pohybování se po lešení je obtížnější i z důvodu absence podlažek. Pracovník se tak pohybuje jen po bambusových tyčích. Za další nevýhodu se dá považovat fakt, že při výskytu vlhkosti se bambusovým prvkům zhoršují mechanické vlastnosti.



Obrázek 31 - Bambusové lešení v chrámu Wat Pho v Bangkoku (Zdroj: autor)

Početný výskyt bambusových staveb bývá na severu Thajska, v okolí Chiang Mai. Rodinné domky a přístřešky se nejčastěji staví svépomocí. Mezi neznámější bambusovou stavbu patří sportovní hala mezinárodní školy Panyaden International School (viz Obrázek 33) nacházející se v právě v blízkosti Chiang Mai. Hala je zastřešena příhradovou prostorovou konstrukcí s ohýbanými bambusovými tyčemi.



Obrázek 32 - Sportovní hala (Panyaden International School) [60]

PRAKTICKÁ ČÁST

3. Rodinný dům z železobetonu

Jedná se o objekt rodinného domu, který z pohledu výstavby rodinných domů v České republice vypadá atypicky. Dům stojí na železobetonových sloupech a úroveň 1.NP se nachází ve výšce 1,5 m od úrovně terénu. Tento druh je typický pro výstavbu RD v Thajsku a bude posuzován pro obě varianty. Stavba je osazena v Plzni a v Thajsku do města Sakon Nakhon, které se nachází na východě.

Jedná se o jednopodlažní, nepodsklepený dům se sedlovou střechou. Dispozičně se jedná o dům se 2 ložnicemi, obývacím pokojem s kuchyní a koupelnou. Světlá výška místností je 2,6 m a celková výška domu 6,1 m.

3.1 Česká republika

Konstrukčně je objekt řešen jako skelet s monolitickými železobetonovými prvky. Posuzovaný objekt má sedlovou střechu s dřevěnými prvky. Rozpětí krovu je 4,5 m a přesah 1,7 m. Vzdálenost krokví je 1,0 m. V modelu je navržena krokevní soustava s rozměry krokví 120/160 mm a kleštin 80/160 mm. Krov je vyztužen dřevěnými ztužidly o rozměrech 60/80 mm.

3.1.1 Výpočet zatížení

Výpočet stálého zatížení

Ve výpočtu stálého zatížení se uvažuje s vlastní tíhou konstrukce viz. Modelování objektu v programu SCIA.

Podlaha 1.NP nad venkovním prostorem	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m³]	objem. tíha [kN/m³]	zatížení charakteristické [kN/m²]
Keramická dlažba	0,009	2200	22	0,20
Lepící tmel	0,006	2100	21	0,13
Betonová mazanina	0,05	2100	21	1,05
Vlastní tíha konstrukce	-	-	-	-
Tepelná izolace	0,16	40	0,4	0,05
			celkem	1,43

Jako příklad podlahy byla použita podlaha s tepelnou izolací z expandového polystyrenu o objemové hmotnosti 40 kg/m³ a tloušťce 160 mm. Jedná se o skladbu podlahy určující obálku budovy pro typické stavby, jako jsou rodinné a bytové domy. Výpočet součinitele prostupu tepla pro podlahu není předmětem diplomové práce, proto byla zvolena hodnota vyhovující na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla pro podlahu nad venkovním prostorem.

Střecha	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m ³]	objem. tíha [kN/m ³]	zatížení charakteristické [kN/m ²]
Střešní krytina, latě + kontralatě				1,5
Konstrukce krovu	-	-	-	-
Tepelná izolace	0,3	100	1	0,30
Sádkartonový podhled	0,0125	650	6,5	0,08
			celkem	1,88

Zatížení od obvodového pláště

Obvodový plášť tvoří výplňové zdivo Porotherm 25 SK+Profi DryFix. Dle udávané hodnoty výrobce má zdivo s vnitřními omítkami, ETICS s EPS tl. 120 mm tíhu 2,24 kN/m. Výpočet součinitele prostupu tepla pro podlahu není předmětem diplomové práce, proto byla zvolena hodnota vyhovující na požadované hodnotě součinitele prostupu tepla pro stěnu vnější těžkou.

- Porotherm 25 SK+Profi DryFix

$$\rho = 800 \text{ kg/m}^3$$

- EPS 100 S

$$\rho = 23 \text{ kg/m}^3$$

$$f = 8,3 * 0,25 * 2,6 = 5,395 \text{ kN/m}$$

Výpočet užitého zatížení

Eurokód 1 udává hodnotu pro užité zatížení pro obytné plochy 1,5 kN/m² viz. Tabulka 2.

Výpočet zatížení větrem

II. oblast - Plzeň

výška objektu = 6,1 m

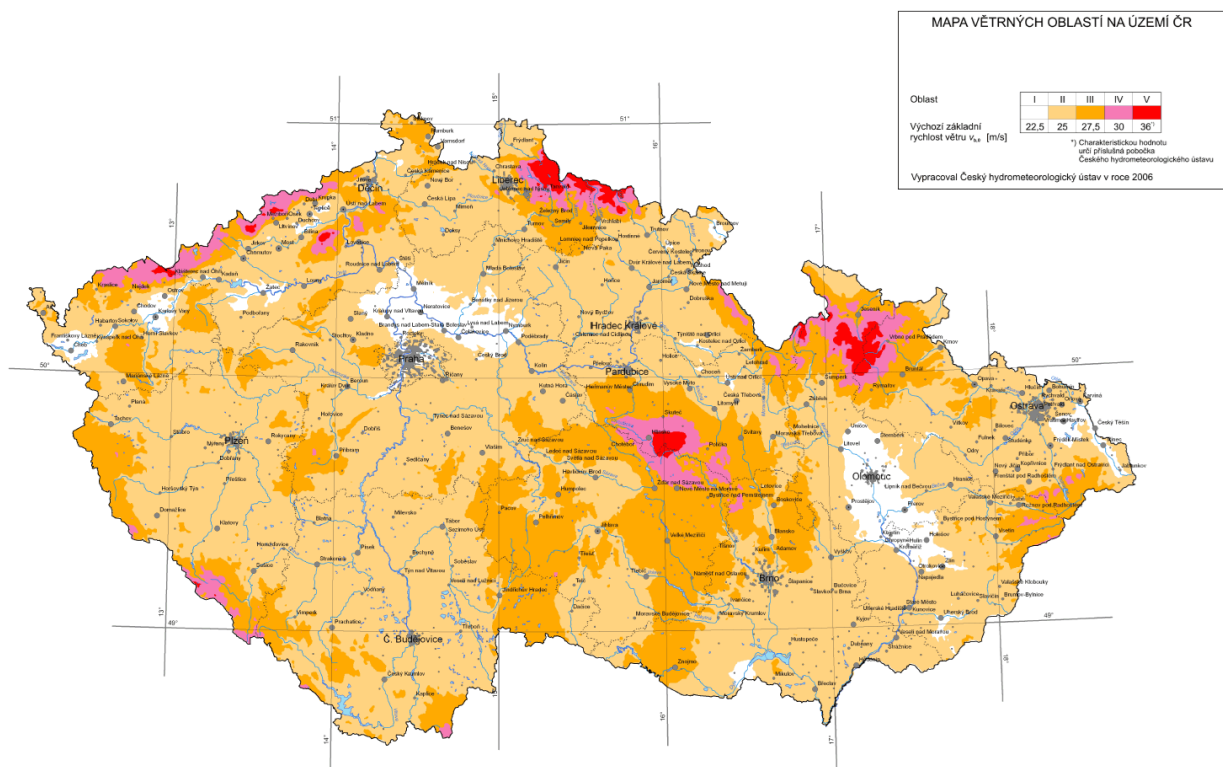
1. základní rychlost větru

$v_{b,0.25} = 25 \text{ m/s}$

C_{dir} – součinitel směru větru = 1

C_{season} – součinitel ročního období = 1

$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0.25} = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ m/s}$



Obrázek 33 - Mapa větrných oblastí na území ČR

2. charakteristická střední rychlost větru

kategorie terénu III. - Překážky s volným prostorem (vesnice, předměstské oblasti)

Z_0 ... parametr drsnosti terénu = 0,3

$Z_{0,II} = 0,05$

$C_0(z)$... součinitel orografie

$C_0(z) = 1$

$C_r(z)$... součinitel drsnosti terénu

$v_m = C_r(z) * C_0(z) * v_b$

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,11}}\right)^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

$$C_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$C_r(6,1) = 0,215 * \ln(6,1/0,3) = 0,648$$

$$v_m = 0,648 * 1 * 25 = 16,2 \text{ m/s}$$

3. maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = (1+7*I_v(z)) * 0,5\rho*v_m^2(z) = c_e(z)*q_b$$

$$\rho \text{ (měrná hmotnost vzduchu)} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$k_1 \text{ – součinitel turbulence (=1)}$$

$$I_v = k_1 / ((C_0(z) * \ln(6,1/0,3))) = 1 / ((1 * \ln(6,1/0,3))) = 0,332$$

$$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 0,5 * 1,25 * 25^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$$

$$q_p(z) = (1+7*0,332) * 0,5 * 1,25 * 16,2^2 = 545,22 \text{ Pa} = 0,547 \text{ kPa}$$

4. tlak větru na vnější stěny

tlak větru na vnější povrchy

$$w_e = q_p(z_e) C_{pe}$$

C_{pe} – součinitel vnějšího tlaku

$z_e = h$ (referenční výška pro vnější tlak)

$$q_p(z_e) = 0,547 \text{ kPa}$$

Směr větru $\theta = 0^\circ$

$$d = 7,9 \text{ m}$$

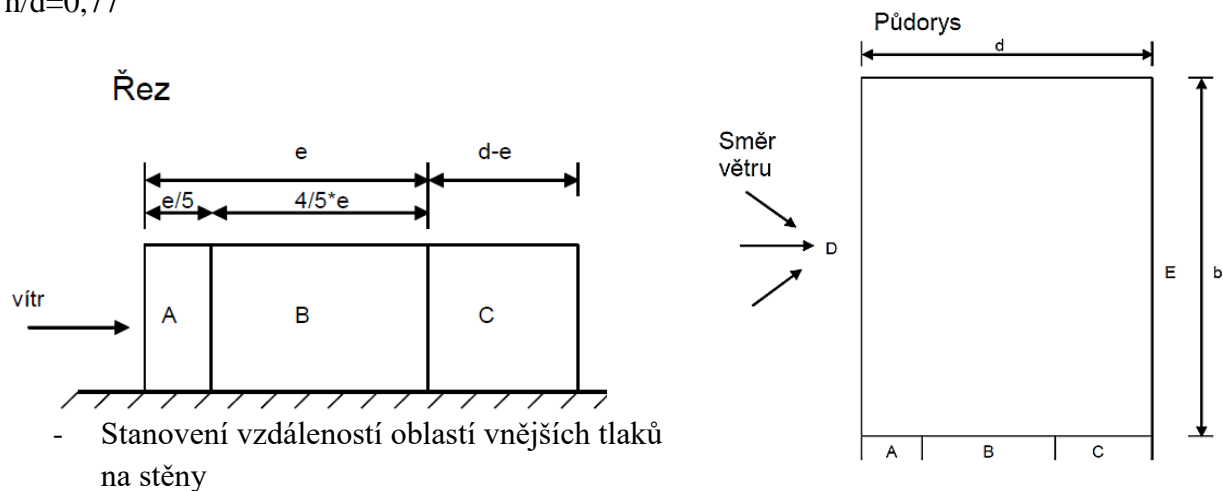
$$b = 10,4 \text{ m}$$

$$h = 6,1 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2h) = \min(10,4 \text{ m}; 12,2 \text{ m})$$

$$e = b = 10,4 \text{ m}$$

$$h/d = 0,77$$



$$A = \frac{e}{5} = \frac{10,4}{5} = 2,08$$

$$B = \frac{4}{5} e = \frac{4}{5} 10,4 = 8,32 \Rightarrow 5,82 \text{ m}$$

$$C = d - e = 7,9 - 10,4 = -2,5 \text{ m}$$

$$w_e = q_p(z_e) C_p$$

oblast	A	B	C	D	E
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
1	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,70
0,77	-1,20	-0,80	-0,50	0,77	-0,44
$\leq 0,25$	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,50

$q_p \text{ [kN.m}^{-2}\text{]} =$	-0,66	-0,44	-0,27	0,42	-0,24
$q_p \text{ [kN.m}^{-1}\text{]} =$	-0,66	-0,44	-0,27	0,42	-0,24

Směr větru $\theta = 90^\circ$

$$d = 10,4 \text{ m}$$

$$b = 7,9 \text{ m}$$

$$h = 6,1 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2h) = \min(7,9; 12,2)$$

$$e = b = 7,9 \text{ m}$$

$$h/d = 0,59$$

- Stanovení vzdáleností oblastí vnějších tlaků na stěny

$$A = \frac{e}{5} = \frac{7,9}{5} = 1,58 \text{ m}$$

$$B = \frac{4}{5} e = \frac{4}{5} 7,9 = 6,32 \text{ m}$$

$$C = d - e = 10,4 - 7,9 = 2,5 \text{ m}$$

$$w_e = q_p(z_e) C_{pe}$$

$$q_p(z_e) = 0,547 \text{ kPa}$$

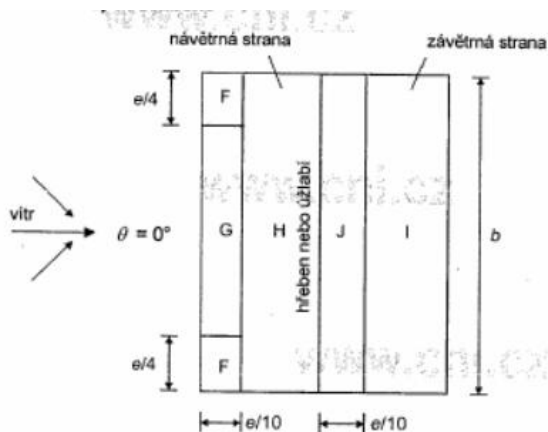
oblast	A	B	C	D	E
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
1	-1,20	0,80	-0,50	0,80	-0,70
0,59	-1,20	-0,80	-0,50	0,74	-0,39
$\leq 0,25$	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,30

$q_p \text{ [kN.m}^{-2}\text{]} =$	-0,66	-0,44	-0,27	0,41	-0,21
$q_p \text{ [kN.m}^{-1}\text{]} =$	-0,66	-0,44	-0,27	0,41	-0,21

5. tlak větru na střechu

Sedlová – 38 °

Směr větru $\theta = 0^\circ$



b) Směr větru $\theta = 0^\circ$

$b = 10,4 \text{ m}$

$d = 7,9 \text{ m}$

$h = 6,1 \text{ m}$

$e = \min(b, 2h) = \min(10,4; 12,2)$

$e = b = 10,4 \text{ m}$

Sání větru:

Úhel sklonu	F	G	H	I	J
α	$c_{pe,10} (-)$	$c_{pe,10} (-)$	$c_{pe,10} (-)$	$c_{pe,10} (-)$	$c_{pe,10} (-)$
45	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,3
38	-0,23	-0,23	-0,09	-0,29	-0,39
30	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5

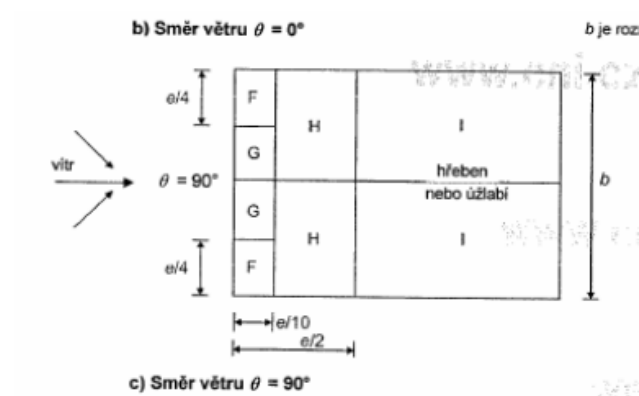
$q_p \text{ [kN.m}^{-2}\text{]} =$	-0,17	-0,17	-0,07	-0,21	-0,29
------------------------------------	-------	-------	-------	-------	--------------

Tlak větru:

Úhel sklonu	F	G	H	I	J
α	$c_{pe,10} (+)$	$c_{pe,10} (+)$	$c_{pe,10} (+)$	$c_{pe,10} (+)$	$c_{pe,10} (+)$
45	0,70	0,70	0,60	0,00	0,00
38	0,70	0,70	0,51	0,00	0,00
30	0,70	0,70	0,40	0,00	0,00

$q_p \text{ [kN.m}^{-2}\text{]} =$	0,51	0,51	0,37	0,00	0,00
------------------------------------	-------------	------	------	------	------

Směr větru $\theta = 90^\circ$



$b = 7,9 \text{ m}$

$d = 10,4 \text{ m}$

$h = 12,5 \text{ m}$

$e = \min(b, 2h) = \min(7,9; 12,2)$

$e = b = 7,9 \text{ m}$

Úhel sklonu	F	G	H	I
α	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
45	-1,10	-1,40	-0,90	-0,50
38	-1,10	-1,40	-0,85	-0,50
30	-1,10	-1,40	-0,80	-0,50

$q_p \text{ [kN.m}^{-2}\text{]} =$	-0,80	-1,02	-0,62	-0,36
------------------------------------	-------	-------	-------	-------

Výpočet zatížení sněhem

Oblast: Plzeň

sněhová oblast II

s_k ... charakteristická hodnota zatížení na zemi 1 kN/m^2

Střecha:

sedlová

sklon 38°

Součinitele:

μ_i ... tvarový součinitel = 0,6

C_e ... součinitel expozice = 1

C_t ... tepelný součinitel = 1

Výpočet zatížení sněhem

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

a) Zatížení nenavátým sněhem

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

b) Zatížení navátým sněhem

c) Zatížení navátým sněhem

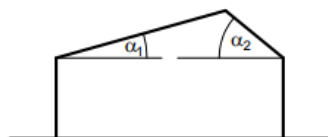
$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$s = 0,5\mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,5 * 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

a) $\mu_1(\alpha_1)$  $\mu_1(\alpha_2)$

b) $0,5\mu_1(\alpha_1)$  $\mu_1(\alpha_2)$

c) $\mu_1(\alpha_1)$  $0,5\mu_1(\alpha_2)$



3.1.2 Modelování objektu v programu SCIA

Pro výpočet nutné plochy výztuže jednotlivých prvků byl použit program SCIA ve 3D.

Použité materiály a jejich charakteristiky:

Beton: C 25/30

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 16,67 \text{ Mpa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$$

Ocel: B 500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 435 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

Dřevo: C 30

$$f_{mk} = 30,0 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 19,0 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 4,0 \text{ MPa}$$

$$E_{cmean} = 400 \text{ MPa}$$

3.1.3 Skutečné rozměry vybraných posuzovaných prvků

Rozměry vybraných posuzovaných prvků jsou převzaty z výkresové dokumentace podle thajského zadání:

SLOUPY 200x200 mm

PRŮVLAK 400x200mm

PRŮVLAK 500x200 mm

3.1.4 Návrh průvlaků, desky a sloupu dle empirických vzorců

- Průvlak stropní pro běžná podlaží: $L/12 \sim L/8$

$$L=4500 \text{ mm}$$

$$4500/12= 375 \text{ mm}$$

$$4500/8=562,5 \text{ mm}$$

- Průvlak stropní pro běžná podlaží: $L/12 \sim L/8$

$$L=3500 \text{ mm}$$

$$3500/12= 291,67 \text{ mm}$$

$$3500/8= 437,5 \text{ mm}$$

- Deska oboustranně vyztužená na okrajích vetknutá

$$L1 = 3500 \text{ mm}$$

$$L2 = 4500 \text{ mm}$$

$$h = 1.2(L1+ L2)/105$$

$$h = 91,43 \text{ mm}$$

Sloupy 200x200 mm - minimální rozměr pro sloupy betonované na stavbě

3.1.5 Posouzení jednotlivých prvků v programu SCIA

Nutné plochy výztuže byly navrženy v programu SCIA - Návrh výztuže. Tato funkce dokáže navrhnout nutnou plochu výztuže podle ČSN EN 1992-1-1, která je posouzena na MSÚ i MSP. Výsledné posouzení je zřejmé z Přílohy č. 1.

3.2 Thajsko

Konstrukčně je objekt řešen jako skelet s monolitickými železobetonovými prvky. Posuzovaný objekt má sedlovou střechu s ocelovými prvky. Rozpětí krovu je 4,5 m a přesah 1,7 m. Vzdálenost krokví je 1,0 m.

	ocel	typ	rozměry
Sloupek	Grade 500B	U	100x100x3
krokv	Grade 500B	C	150x50x20 (tl. 3,2 mm)
vaznička	Grade 500B	C	100x50x20 (tl. 3,2 mm)

3.2.1 Výpočet zatížení

Výpočet stálého zatížení

Ve výpočtu stálého zatížení se uvažuje s vlastní tíhou konstrukce viz. Modelování objektu v programu SCIA.

Podlaha 1.NP nad venkovním prostorem	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m ³]	objem. tíha [kN/m ³]	zatížení charakteristické [kN/m ²]
Keramická dlažba	0,009	2200	22	0,20
Lepící tmel	0,006	2100	21	0,13
Betonová mazanina	0,05	2100	21	1,05
Vlastní tíha konstrukce	-	-	-	-
			celkem	1,37

Ve srovnání s podlahovým souvrstvím v ČR nedisponuje podlaha v Thajsku tepelnou izolací. Běžné souvrství v této oblasti obsahuje jen vrstvu betonové mazaniny a nášlapnou vrstvou, v tomto případě keramickou dlažbou.

Střecha	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m³]	objem. tíha [kN/m³]	zatížení charakteristické [kN/m²]
Střešní krytina				0,05
Konstrukce krovu	-	-	-	-
Tepelná izolace	0,3	100	1	0,30
Sádkartonový podhled	0,0125	650	6,5	0,08
			celkem	0,43

Zatížení od obvodového pláště

Obvodový plášť tvoří z jedné části výplňové zdivo z pálených cihel tloušťky 110 mm a z druhé části dřevěné obložení, které nesou dřevěné sloupky o rozměrech 150 x150 mm. Ve výpočtu byla uvažována varianta z pálených cihel, jelikož jde o větší zatížení stěny na průvlak. V Thajsku se nejčastěji používají cihly pálené, podélně děrované. Váha těchto cihel s nanesenou maltou z obou stran je 180 kg/m². Cihly se používají pouze jako výplňové zdivo. Další modernější variantu představují pórobetonové tvárnice, viz kapitola 2.5. Zděné konstrukce.

$$f = 1,8 * 2,6 = 4,68 \text{ kN/m}$$

Výpočet užitého zatížení

Thajské Ministerial Regulation No. 6 udává hodnotu pro užité zatížení pro obytné plochy 1,5 kN/m² viz. Tabulka 2.

Výpočet zatížení větrem

$$P = q * C_e * C_g * C_p \quad (1)$$

Tlak referenční rychlosti

Střední oblast Thajska, Zóna tajfunu:1

$$\bar{V} = 24,0 \text{ m/s}$$

$$T^F = 1,0$$

$$q = \frac{1}{2} * \left(\frac{1,25}{9,81}\right) * 24^2 = 36,39 \text{ kg/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2 \quad (2)$$

Faktor expozice

Kategorie B:

- příměstské a městské oblasti, zalesněný terén nebo centrum velkých měst
- výška objektu Z: 6,1 m

$$C_e = 0,5 * \left(\frac{6,1}{2,7}\right)^{0,5} = 0,75 \rightarrow 0,5 \leq C_e \leq 2,5 \text{ vyhovuje} \quad (4)$$

Faktor nárazového působení

$$C_g = 2,0$$

Koeficient vnějšího tlaku

Příčný směr

$$\text{Poměr } H/D = 6,1/7,9 = 0,59 = 0,8$$

$$D = 7,9$$

$$C_{p1} = 0,8$$

$$C_{p2} = -0,5$$

$$P_1 = 0,36 * 0,75 * 2,0 * 0,8 = 0,437 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 0,36 * 0,75 * 2,0 * (-0,5) = -0,273 \text{ kPa}$$

Podélný směr

$$\text{Poměr } H/D = 6,1/10,4 = 0,59 = 0,6$$

$$D = 10,4$$

$$C_{p1} = 0,7$$

$$C_{p2} = -0,4$$

$$P_1 = 0,36 * 0,75 * 2,0 * 0,7 = 0,382 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 0,36 * 0,75 * 2,0 * (-0,4) = -0,218 \text{ kPa}$$

3.2.2 Modelování objektu v programu SCIA

Pro výpočet nutné plochy výztuže jednotlivých prvků byl použit program SCIA ve 3D.

Použité materiály a jejich charakteristiky:

Beton: C 3000

$$f_{c'} = 20,7 \text{ MPa}$$

$$f_{cr}' = 29,0 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 2,82 \text{ MPa}$$

$$E_c = 21,4 \text{ GPa}$$

Betonářská ocel: Grade 75

$$f_y = 520 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

Ocel: Grade 500 B

$$f_y = 290 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

3.2.3 Skutečné rozměry vybraných posuzovaných prvků

Rozměry vybraných posuzovaných prvků jsou převzaty z výkresové dokumentace podle thajského zadání:

SLOUPY 200x200 mm

PRŮVLAK 400x200mm

PRŮVLAK 500x200 mm

3.2.4 Posouzení jednotlivých prvků v programu SCIA

Nutné plochy výztuže byly navrženy v programu SCIA - Návrh výztuže. Tato funkce dokáže navrhnout nutnou plochu výztuže podle ACI-318-11, která je posouzena na MSÚ i MSP. Výsledné posouzení je zřejmé z Přílohy č. 2.

4. Rodinný dům ze dřeva

Jedná se o objekt rodinného domu, který z pohledu výstavby rodinných domů v České republice vypadá atypicky. Dům stojí na dřevěných sloupech z teakové dřeva a úroveň 1.NP se nachází ve výšce 1,8 m od úrovně terénu. Tento druh je typický pro výstavbu RD v Thajsku a bude posuzován pro obě části posouzení. Stavba je osazena do Plzně a v Thajsku do města Sakon Nakhon nacházející se na východě země. V České republice by nosná konstrukce rodinného domu byla navržena spíše lehká dřevěná sloupková konstrukce.

Jedná se o jednopodlažní, nepodsklepený dům se sedlovou střechou. Dispozičně se jedná o dům s jedním pokojem a koupelnou. Světlá výška místností je 2,4 m a celková výška domu 5,4 m.

4.1 Česká republika

4.1.1 Výpočet zatížení

Výpočet stálého zatížení

Ve výpočtu stálého zatížení se uvažuje s vlastní tíhou konstrukce viz. Modelování objektu v programu SCIA.

Podlaha 1.NP nad venkovním prostorem	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m ³]	objem. tíha [kN/m ³]	zatížení charakteristické [kN/m ²]
Dřevěná podlaha	0,02	900	9	0,18
OSB deska	0,015	640	6,4	0,096
Kročejová izolace	0,03	150	1,5	0,045
OSB deska	0,015	640	6,5	0,0975
Vlastní tíha konstrukce	-	-	-	-
Tepelná izolace	0,16	40	0,4	0,064
Parozábrana	-	-	-	-
Sádrovláknitá deska např. Rigidur	0,0125	1200	12	0,15
			celkem	0,63

Výpočtem v programu Protech byla stanovena tloušťka tepelné podlahy nad venkovním prostorem na 160 mm. Tato tloušťka vyhovuje na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla. Výpočet součinitele prostupu tepla pro podlahu není předmětem diplomové práce.

Střecha	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m³]	objem. tíha [kN/m³]	zatížení charakteristické [kN/m²]
Střešní krytina, latě + kontralatě				1,5
Konstrukce krovu	-	-	-	-
Tepelná izolace	0,3	100	1	0,30
Sádkartonový podhled	0,0125	650	6,5	0,08
			celkem	1,88

Zatížení od obvodového pláště

Obvodová stěna	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m³]	objem. tíha [kN/m³]	zatížení charakteristické [kN/m²]
Dřevovláknitá deska	0,0125	1200	12	0,15
Minerální izolace	0,12	150	1,5	0,18
OSB deska	0,015	640	6,4	0,096
Minerální izolace	0,12	150	1,5	0,18
Omítka	0,0015	1200	12	0,018
			celkem	0,62

Tíha nosných sloupků 120x60 mm:

- Dřevo

$$\rho = 600 \text{ kg/m}^3$$

$$f = 6,0 * 0,12 * 0,06 * 2,4 = 0,104 \text{ kN}$$

Výpočet užitého zatížení

Eurokód 1 udává hodnotu pro užité zatížení pro obytné plochy 1,5 kN/m² viz. Tabulka 2.

Výpočet zatížení větrem

II. oblast - Plzeň

výška objektu = 5,4 m

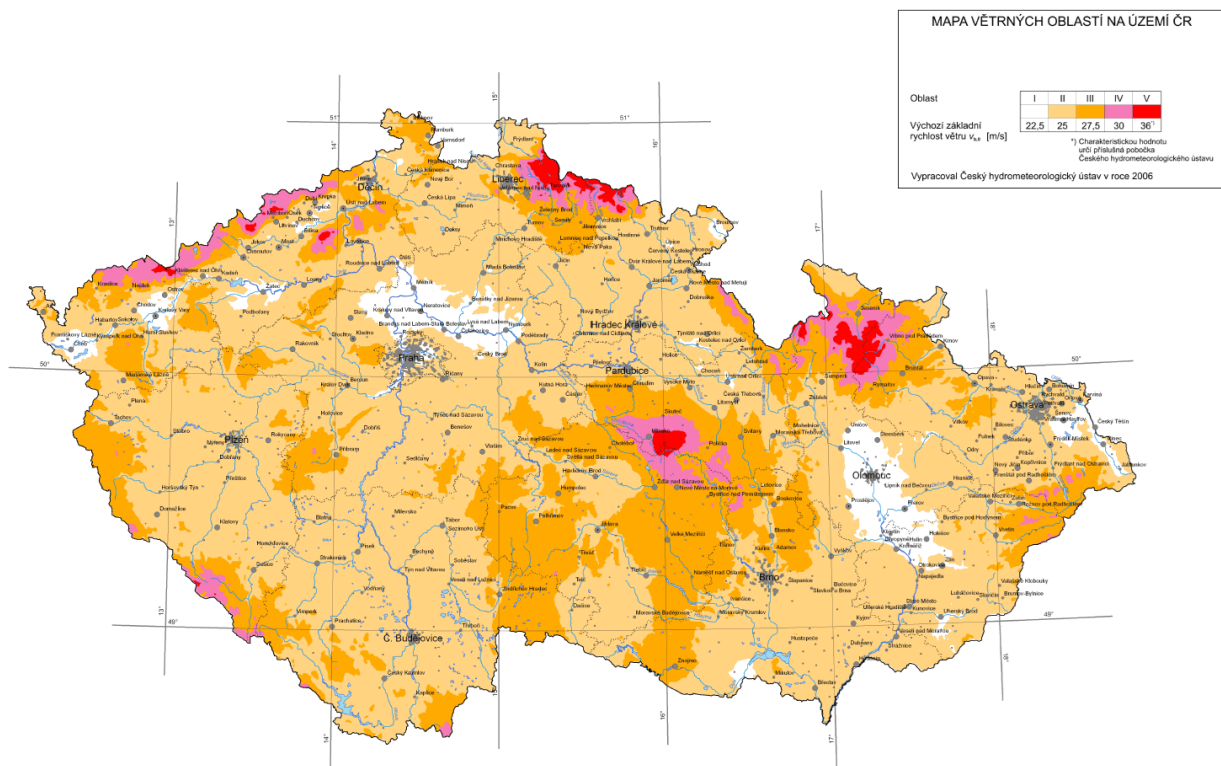
1. základní rychlost větru

$v_{b,0.25} = 25 \text{ m/s}$

C_{dir} – součinitel směru větru = 1

C_{season} – součinitel ročního období = 1

$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0.25} = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ m/s}$



Obrázek 34 - Mapa větrných oblastí na území ČR

2. charakteristická střední rychlost větru

kategorie terénu III. - Překážky s volným prostorem (vesnice, předměstské oblasti)

Z_0 ... parametr drsnosti terénu = 0,3

$Z_{0,II} = 0,05$

$C_0(z)$... součinitel orografie

$C_0(z) = 1$

$C_r(z)$... součinitel drsnosti terénu

$$v_m = C_r(z) * C_0(z) * v_b$$

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

$$C_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$C_r(6,1) = 0,215 * \ln(5,4/0,3) = 0,621$$

$$v_m = 0,621 * 1 * 25 = 15,53 \text{ m/s}$$

3. maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = (1 + 7 * I_v(z)) * 0,5 \rho * v_m^2(z) = c_e(z) * q_b$$

$$\rho \text{ (měrná hmotnost vzduchu)} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$k_1 \text{ – součinitel turbulence (=1)}$$

$$I_v = k_1 / ((C_0(z) * \ln(5,4/0,3)) = 1 / ((1 * \ln(5,4/0,3)) = 0,346$$

$$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 0,5 * 1,25 * 25^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$$

$$q_p(z) = (1 + 7 * 0,346) * 0,5 * 1,25 * 15,53^2 = 515,83 \text{ Pa} = 0,516 \text{ kPa}$$

4. tlak větru na vnější stěny

tlak větru na vnější povrchy

$$w_e = q_p(z_e) C_{pe}$$

C_{pe} – součinitel vnějšího tlaku

$z_e = h$ (referenční výška pro vnější tlak)

$$q_p(z_e) = 0,516 \text{ kPa}$$

Směr větru $\theta = 0^\circ$

$$d = 5,0 \text{ m}$$

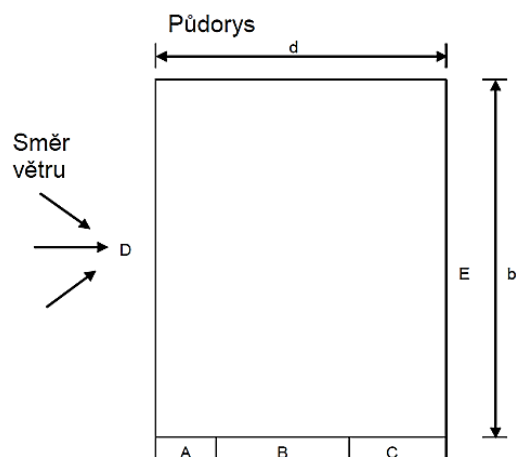
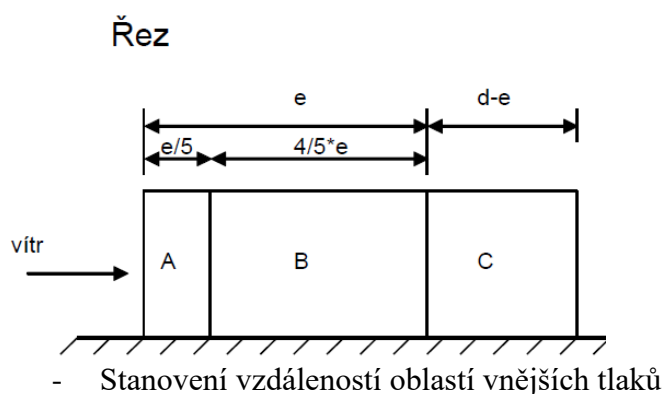
$$b = 6,0 \text{ m}$$

$$h = 5,4 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2h) = \min(6,0 \text{ m}; 10,8 \text{ m})$$

$$e = b = 6,0 \text{ m}$$

$$h/d = 1,08$$



na stěny

$$A = \frac{e}{5} = \frac{6,0}{5,0} = 1,2$$

$$B = \frac{4}{5} e = \frac{4,0}{5,0} 6,0 = 4,8$$

$$C = d - e = 5,0 - 6,0 = -1 \text{ m}$$

$$w_e = q_p(z_e) C_{pe}$$

oblast	A	B	C	D	E
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
1,08	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,50

$q_p [\text{kN.m}^{-2}] =$	-0,62	-0,41	-0,26	0,41	-0,26
$q_p [\text{kN.m}^{-1}] =$	-0,62	-0,41	-0,26	0,41	-0,26

Směr větru $\theta = 90^\circ$

$$d = 6,0 \text{ m}$$

$$b = 5,0 \text{ m}$$

$$h = 5,4 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2h) = \min(5,0; 10,8)$$

$$e = b = 5,0 \text{ m}$$

$$h/d = 0,9$$

- Stanovení vzdáleností oblastí vnějších tlaků na stěny

$$A = \frac{e}{5} = \frac{5,0}{5,0} = 1,00 \text{ m}$$

$$B = \frac{4}{5} e = \frac{4}{5} 5,0 = 4,0 \text{ m}$$

$$C = d - e = 6,0 - 5,0 = 1,00 \text{ m}$$

$$w_e = q_p(z_e) C_{pe}$$

$$q_p(z_e) = 0,516 \text{ kPa}$$

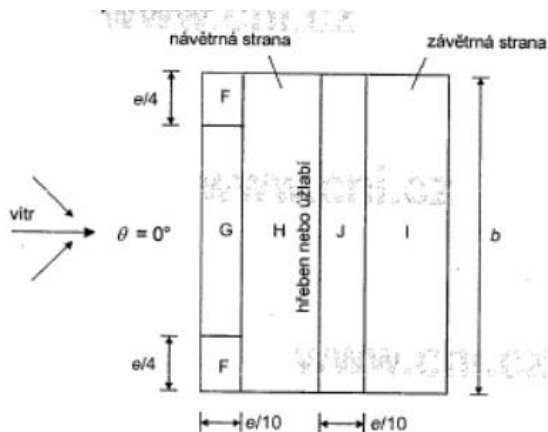
oblast	A	B	C	D	E
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
0,90	-1,20	-0,80	-0,50	0,79	-0,47

$q_p [\text{kN.m}^{-2}] =$	-0,62	-0,41	-0,26	0,41	-0,24
$q_p [\text{kN.m}^{-1}] =$	-0,62	-0,41	-0,26	0,41	-0,24

5. tlak větru na střechu

Sedlová – 38 °

Směr větru $\theta = 0^\circ$



b) Směr větru $\theta = 0^\circ$

$b = 6,0$ m

$d = 5,0$ m

$h = 5,4$ m

$e = \min(b, 2h) = \min(6,0; 10,8)$

$e = b = 6,0$ m

Sání větru:

Úhel sklonu	F	G	H	I	J
α	$c_{pe,10} (-)$	$c_{pe,10} (-)$	$c_{pe,10} (-)$	$c_{pe,10} (-)$	$c_{pe,10} (-)$
38	-0,23	-0,23	-0,09	-0,29	-0,39

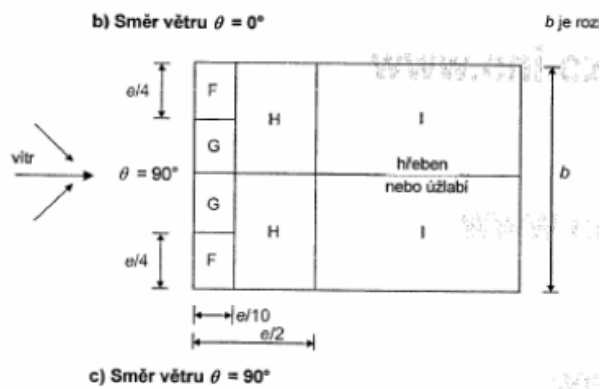
q_p [kN.m ⁻²] =	-0,13	-0,13	-0,05	-0,16	-0,21
q_p [kN.m ⁻¹] =	-0,13	-0,13	-0,05	-0,16	-0,21

Tlak větru:

Úhel sklonu	F	G	H	I	J
α	$c_{pe,10} (+)$	$c_{pe,10} (+)$	$c_{pe,10} (+)$	$c_{pe,10} (+)$	$c_{pe,10} (+)$
38	0,70	0,70	0,51	0,00	0,00

q_p [kN.m ⁻²] =	0,38	0,38	0,28	0,00	0,00
q_p [kN.m ⁻¹] =	0,38	0,38	0,28	0,00	0,00

Směr větru $\theta = 90^\circ$



$b = 5,0 \text{ m}$

$d = 6,0 \text{ m}$

$h = 5,4 \text{ m}$

$e = \min(b, 2h) = \min(5,0; 10,8)$

$e = b = 5,0 \text{ m}$

Úhel sklonu	F	G	H	I
α	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
38	-1,10	-1,40	-0,85	-0,50

$q_p \text{ [kN.m}^{-2}\text{]} =$	-0,60	-0,77	-0,47	-0,27
$q_p \text{ [kN.m}^{-1}\text{]} =$	-0,60	-0,77	-0,47	-0,27

Výpočet zatížení sněhem

Oblast: Plzeň

sněhová oblast II

s_k ... charakteristická hodnota zatížení na zemi 1 kN/m^2

Střecha:

sedlová

sklon 38°

Součinitele:

μ_i ... tvarový součinitel = 0,6

C_e ... součinitel expozice = 1

C_t ... tepelný součinitel = 1

Výpočet zatížení sněhem

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

d) Zatížení nenavátým sněhem

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

e) Zatížení navátým sněhem

f) Zatížení navátým sněhem

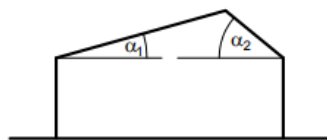
$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$s = 0,5\mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,5 * 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

a) $\mu_1(\alpha_1)$  $\mu_1(\alpha_2)$

b) $0,5\mu_1(\alpha_1)$  $\mu_1(\alpha_2)$

c) $\mu_1(\alpha_1)$  $0,5\mu_1(\alpha_2)$



4.1.2 Modelování objektu v programu SCIA

Pro výpočet zatížení byl použit program SCIA ve 3D.

Použité materiály a jejich charakteristiky:

Dřevo: C 30

$$f_{mk} = 30,0 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 19,0 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 4,0 \text{ MPa}$$

$$E_{cmean} = 400 \text{ MPa}$$

4.1.3 Skutečné rozměry vybraných posuzovaných prvků

Rozměry vybraných posuzovaných prvků jsou převzaty z výkresové dokumentace podle thajského zadání:

SLOUPY Ø155 mm

PRŮVLAKY - Ø155 mm

TRÁMY – Ø 110 mm

4.1.4 Výsledné posouzení

Výsledné posouzení dřevěných konstrukcí je uvedeno v Příloze č. 3. Posouzení dřevěných konstrukcí bylo provedeno dle (Eurokód 5) ČSN EN 1995 Navrhování dřevěných konstrukcí.

4.2 Thajsko

4.2.1 Výpočet zatížení

Výpočet stálého zatížení

Ve výpočtu stálého zatížení se uvažuje s vlastní tíhou konstrukce viz. Modelování objektu v programu SCIA.

Podlaha 1.NP nad venkovním prostorem	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m³]	objem. tíha [kN/m³]	zatížení charakteristické [kN/m²]
Dřevěná podlaha	0,02	900	9	0,18
OSB deska	0,015	640	6,4	0,096
OSB deska	0,015	640	6,5	0,0975
Vlastní tíha konstrukce	-	-	-	-
Parozábrana	-	-	-	-
Sádrovláknitá deska např. Rigidur	0,0125	1200	12	0,15
			celkem	0,52

Ve srovnání s podlahovým souvrstvím v ČR nedisponuje podlaha v Thajsku tepelnou izolací. Běžné souvrství v této oblasti obsahuje jen vrstvu OSB desek a nášlapnou vrstvou, v tomto případě dřevěnou.

Střeška	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m ³]	objem. tíha [kN/m ³]	zatížení charakteristické [kN/m ²]
Střešní krytina				0,05
Konstrukce krovu	-	-	-	-
Tepelná izolace	0,3	100	1	0,30
Sádrokartonový podhled	0,0125	650	6,5	0,08
			celkem	0,43

Zatížení od obvodového pláště

Obvodová stěna	tloušťka [m]	objem. hmotnost [kg/m ³]	objem. tíha [kN/m ³]	zatížení charakteristické [kN/m ²]
Dřevovláknitá deska	0,0125	1200	12	0,15
OSB deska	0,015	640	6,4	0,096
Omítka	0,0015	1200	12	0,018
			celkem	0,26

Tíha nosných sloupků 120x60 mm:

- Dřevo

$$\rho = 600 \text{ kg/m}^3$$

$$f = 6,0 * 0,12 * 0,06 * 2,4 = 0,104 \text{ kN}$$

Výpočet užitého zatížení

Thajské Ministerial Regulation No. 6 udává hodnotu pro užité zatížení pro obytné plochy 1,5 kN/m² viz. Tabulka 2.

Výpočet zatížení větrem

$$P = q * C_e * C_g * C_p \quad (1)$$

Tlak referenční rychlosti

Střední oblast Thajska, Zóna tajfunu:1

$$\bar{V} = 24,0 \text{ m/s}$$

$$T^F = 1,0$$

$$q = \frac{1}{2} * \left(\frac{1,25}{9,81}\right) * 24^2 = 36,39 \text{ kg/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2 \quad (2)$$

Faktor expozice

Kategorie B:

- příměstské a městské oblasti, zalesněný terén nebo centrum velkých měst
- výška objektu Z: 6,1 m

$$C_e = 0,5 * \left(\frac{5,4}{2,7}\right)^{0,5} = 0,71 \rightarrow 0,5 \leq C_e \leq 2,5 \text{ vyhovuje} \quad (4)$$

Faktor nárazového působení

$$C_g = 2,0$$

Koeficient vnějšího tlaku

Příčný směr

$$\text{Poměr } H/D = 5,4/5,0 = 1,08 \Rightarrow 0,8$$

$$D = 5,0$$

$$C_{p1} = 0,8$$

$$C_{p2} = -0,5$$

$$P_1 = 0,36 * 0,75 * 2,0 * 0,8 = 0,437 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 0,36 * 0,75 * 2,0 * (-0,5) = -0,273 \text{ kPa}$$

Podélný směr

$$\text{Poměr } H/D = 5,4/6,0 = 0,9 \Rightarrow 0,6$$

$$D = 6,0$$

$$C_{p1} = 0,78$$

$$C_{p2} = -0,48$$

$$P_1 = 0,36 * 0,75 * 2,0 * 0,78 = 0,421 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 0,36 * 0,75 * 2,0 * (-0,48) = -0,259 \text{ kPa}$$

4.2.2 Modelování objektu v programu SCIA

Pro výpočet zatížení byl použit program SCIA ve 3D.

Použité materiály a jejich charakteristiky:

- Byly použity vlastnosti materiálu, které odpovídají vlastnostem Teakového dřeva.

Modul E	9400 MPa
Pevnost v tlaku	41,4 MPa
Pevnost v tahu	11,1 MPa
Pevnost v ohybu	15,5 MPa

4.2.3 Skutečné rozměry vybraných posuzovaných prvků

Rozměry vybraných posuzovaných prvků jsou převzaty z výkresové dokumentace podle thajského zadání:

SLOUPY Ø155 mm

PRŮVLAKY - Ø155 mm

TRÁMY – Ø 110 mm

4.2.4 Výsledné posouzení

Výsledné posouzení dřevěných konstrukcí je uvedeno v Příloze č. 4. Posouzení dřevěných konstrukcí bylo provedeno dle americké normy NDS.

ZÁVĚR

Navrhování nosných konstrukcí se liší v obou zemích na základě vlivů, které na ně působí, výběru materiálů a také uváděných legislativ, které se v obou státech liší. Zatímco v ČR platí pro navrhování konstrukcí Eurokódy, Thajsko převzalo pro návrh americké kódy.

Podle rozboru některých betonových a dřevěných konstrukcí v programu SCIA se zjistilo, že thajské rodinné domy nemusí být opřeny o výpočty dle amerických norem. Domy jsou často stavěny svépomocí a stavebníci mají tendenci investovat do svého příbytku co nejméně. Proto jsou rodinné domy často realizovány na základě dřívějších poznatků a statických posudků, které ovšem nemusí vyhovět na každý typ domu. Některé prvky byly dle amerických norem předimenzovány a některé naopak poddimenzovány např. sloupy. Měl by se také brát větší zřetel na posuzování těchto staveb v oblastech zasažených tajfuny a zemětřesením. Striktní používání pravidel se používá jen pro veřejné, průmyslové a zemědělské stavby, zvláštní skupinou jsou výškové stavby.

Největším rozdílem při navrhování konstrukcí podle evropského a amerického kódu je ten, že v americké normě vstupují do výpočtu charakteristické hodnoty pevnosti. Velikost návrhové hodnoty pevnosti je snížena o redukční součinitel Φ , který je závislý na druhu namáhání prvku. Hodnota součinitele se pohybuje v rozmezí 0,65 – 0,9. V Eurokódu se již od začátku počítá s návrhovými pevnostmi, které se získají snížením charakteristické pevnosti pomocí spolehlivostních součinitelů.

Dalším rozdílem při navrhování železobetonových konstrukcí bývá stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže. V tomto případě je stanovení krytí americkou normou ACI jednodušší. Získává se pouze z tabulky a závisí na prostředí betonu, typu prvku, velikosti prutu. V Eurokód určuje krytí na základě výpočtu.

Negativní dopad na stavby a vnitřní prostředí staveb má také fakt, že thajské stavitelství dosud nijak neřeší problematiku tepelné techniky a energetické náročnosti staveb, která je nyní v ČR a celé Evropské Unii jeden z hlavních témat. Thajský tzv. Building Energy Code je převzatý z amerického kódu a je aplikován opět jen pro veřejné budovy. Kód má ale nedostatky, jelikož není implementován na thajské klima.

Komplexní navrhování v obou zemích je tedy rozdílné v několika ohledech. Bez počátečních znalostí problematiky navrhování v Thajsku či v ČR, není možné navrhnout stavbu, tak aby odpovídala nárokům ve zmiňovaných státech.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Temperature. Deutscher Wetterdienst [online]. [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: https://www.dwd.de/EN/ourservices/rcccm/int/rcccm_int_ttt.html?nn=519122#buehneTop
- [2] GEOGRAPHY OF THAILAND. Factanddetails.com [online]. [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: http://factsanddetails.com/southeast-asia/Thailand/sub5_8h/entry-3323.html#chapter-9https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/thailand/climate-data-historical
- [3] Orkán Herwart. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ork%C3%A1n_Herwart
- [4] The Climate of Thailand [online]. [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: https://www.tmd.go.th/en/archive/thailand_climate.pdf
- [5] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [6] Engineering Institute of Thailand, E.I.T. Standard 1018-46, Wind Loading Code for Building Design, (2003) (in Thai)
- [7] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [8] Index of /forecast/climate/climate-maps [online]. [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: <https://www.eldoradoweather.com/forecast/climate/climate-maps/>
- [9] ČSN 75 9010 (759010) - Vsakovací zařízení srážkových vod
- [10] Climate Data. The World Bank Group [online]. [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/thailand/climate-data-historical>
- [11] LUONG, Thé Van a Panya LUCKMUANG. Household rainwater harvesting – Thailand: SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL SANITATION AND WATER SERVICES [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Household-rainwater-harvesting-Thailand-Luong-Luckmuang/b250b5b0f54418d1a13f764dc0c193f31becefc9#citing-papers>
- [12] ING.ČUPROVÁ, CSC., Danuše a Sylva ING. BANTOVÁ, PH.D. Tepelná technika budov [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/PST/bantova.s/BH059/BH059_Prednaska3b_Bantova_Cuprova.pdf
- [13] Vlhkost vzduchu [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: <http://artemis.osu.cz/Gemet/meteo2/vlhkost.htm>

- [14] Average Annual Relative Humidity. Center for Sustainability and the Global Environment [online]. [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: <https://nelson.wisc.edu/sage/data-and-models/atlas/maps.php?datasetid=53&includerelatedlinks=1&dataset=53>
- [15] ČSN 73 0540 (730540) - Tepelná ochrana budov.
- [16] Přírodní katastrofy a environmentální hazardy: Zemětřesení [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: https://www.sci.muni.cz/~herber/quake.htm?fbclid=IwAR28kQxvV_H5J56V4PYc3C9IUNcPEiTEAzUfIXsPu_D_iHTjOu0HzqcFTO8
- [17] Vybraná zemětřesení v regionu. Seismologický informační displej [online]. [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: <https://sid.ipe.muni.cz/prev.php>
- [18] ČSN EN 1998 - Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení
- [19] Ohnivý kruh. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-06-17]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ohniv%C3%BD_kruh
- [20] Mapa Tektonických Desek [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: <https://www.storyboardthat.com/storyboards/cs-examples/mapa-tektonicky-ch-desek>
- [21] Panitan Lukkunaprasit, Anat Ruangrassamee, Tirawat Boonyatee, Chatpan Chintanapakdee, Kruawun Jankaew, Nuttawut Thanasisathit & Tayakorn Chandrangu (2016) Výkon struktur v Mw 6.1 Zemětřesení Mae Lao v Thajsku dne 5. Května 2014 a důsledky pro výstavbu budoucnosti, Journal of Earthquake Engineering, 20: 2, 219-242, DOI: 10.1080 / 13632469.2015.1051636
- [22] Ministerial Regulation No.49, B.E.2540 (1997), Issued In Accordance With The Building Control Act, B.E.2522 (1979)
- [23] ASCE 7 - Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. ASCE/SEI Standard 7-10
- [24] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [25] Ministerial Regulation No. 6
- [26] ASB-PORTAL: Vnitřní prostředí budov [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vetrani-a-klimatizace/vnitri-prostredi-budov>
- [27] MATHAUSEROVÁ, Zuzana. VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ STAVEB [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: https://www.enterprise-europe-network.cz/files/dokums_raw/ingmathauserovazapy-_1304519147.pdf
- [28] ČSN EN 15665 (127021) - Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov

- [29] Tantasavasdi, C., Srebric, J., and Chen, Q. 2001. "Natural ventilation design for houses in Thailand," *Energy and Buildings*, 33(8), 815-824
- [30] ČSN 73 4301. Obytné budovy. Červen 2004. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [31] Building Control Act B.E. 2552
- [32] Vyhláška 268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu
- [33] ZAJÍC, Ing. M. a F. ZAJÍC. TFDesign s. r. o. [online]. 2005, 2011 [cit. 2013-05-17]. Dostupné z: <http://www.tfdesign.cz/>
- [34] Eurokód 5 - ČSN EN 1995 Navrhování dřevěných konstrukcí
- [35] Disappearing forests [online]. [cit. 2019-06-17]. Dostupné z: <https://www.grida.no/resources/7436>
- [36] Comprehensive list of commonly available timbers in Thailand [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: <http://www.buriramexpats.com/forum/index.php?topic=3785.0>
- [37] Teak - Characteristics and Uses of Teak Wood [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: <http://www.woodassistant.com/wood-database/teak/>
- [38] MIRANDA, Isabel, Vicelina SOUSA a Helena PEREIRA. Wood properties of teak (*Tectona grandis*) from a mature unmanaged stand in East Timor [online]. , 8 [cit. 2020-01-10]. DOI: 10.1007/s10086-010-1164-8. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10086-010-1164-8>
- [39] NDS Code - National Design Specification for Wood Construction, 2015 edition, ANSI/AWC
- [40] NDS-S Code - National Design Specification Supplement: Design Values for Wood Construction
- [41] (Eurokód 2) ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí
- [42] ŠMEJKAL, Jiří. Železobetonové konstrukce I. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-943-2.
- [43] ACI COMMITTEE 318. (2014). Building code requirements for structural concrete (ACI 318-14): an ACI standard : commentary on building code requirements for structural concrete (ACI 318R-14), an ACI report.
- [44] Tesárková, Václava. Návrh ŽB konstrukcí dle EC 2 a ACI 318. Brno, 2013. Diplomová práce (Ing.). Vysoké učení technické, Ústav betonových a zděných konstrukcí,
- [45] Steel Statistical Yearbook, 2019 [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://knoema.com/SSY2018Dec/steel-statistical-yearbook-2019?regionId=TH>
- [46] ČSN 42 0139 (420139) - Ocel pro výztuž do betonu - Svařitelná žebírková betonářská ocel - Všeobecně

- [47] ČSN EN 10027-1 (420011) - Systémy označování ocelí - Část 1: Stavba značek ocelí
- [48] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [49] VOŘÍŠEK, V., CHLADNÝ, E., MELCHER, J. Prvky kovových konstrukcí, Bratislava: Alfa, vydavatelství technické a ekonomické literatury, SNTL, 1984.
- [50] Thai Haus Sparren Bau mit Stahlträger, normalerweise verwendeten Materialien heutzutage. Lampang, Thailand - Bild-ID: D52TEG [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://www.alamy.de/stockfoto-thai-haus-sparren-bau-mit-stahltrager-normalerweise-verwendeten-materialien-heutzutage-lampang-thailand-54767512.html>
- [51] NAKHONRATCHASIMA, THAILAND - AUGUST 2, 2016: Man structure Building home construction work Install Roof Tile concrete NAKHONRATCHASIMA THAILAND. [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://www.dreamstime.com/editorial-photo-install-roof-tile-nakhonratchasima-thailand-august-man-structure-building-home-construction-work-concrete-nakhonratchasima-image97958011oto-thai-haus-sparren-bau-mit-stahltrager-normalerweise-verwendeten-materialien-heutzutage-lampang-thailand-54767512.html>
- [52] TIS 20-2559 (2016)
- [53] TIS 24-2559 (2016)
- [54] TIS 1227-2558 (2015)
- [55] TIS 1228-2549 (2006)
- [56] Porotherm [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz/produkty.html>
- [57] Clay Brick [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: https://www.onestockhome.com/en/products/53730977/clay-brick-4-holes-52x15x55-cm_bricks
- [58] JANSSEN, Jules J. A. Designing and Building with Bamboo: TECHNICAL REPORT NO. 20. INBAR, 2000. Technical reports
- [59] MCCLURE, F. A. Bamboo as a Building Material. 1. vyd. Indiana University: Peace Corps, Information Collection and Exchange, 1953. 52 s
- [60] Bamboo Joints and Joinery Techniques [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://www.guaduabamboo.com/working-with-bamboo/joining-bamboo#ixzz3SqGwAPuk=>

SEZNAM POUŽITÝCH SOFTWAREŮ

SCIA ENGINEER v. 19. 1 – studentská verze

PROTECH

MICROSOFT WORD 2007

MICROSOFT EXCEL 2007

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1

Příloha č. 2

Příloha č. 3

Příloha č. 4