

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav základního zpracování dřeva

**Návrh mobilního stavebnicového systému na bázi dřeva
pro krizové situace**

Diplomová práce

Příloha: Projektová dokumentace stavby a vizualizace objektu

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Návrh mobilního stavebnicového systému na bázi dřeva zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:..... podpis studenta

Poděkování

Na prvním místě děkuji panu Ing. Milošovi Lavickému, Ph.D. za čas, který mi věnoval, za poskytnuté rady a za celkové vedení diplomové práce. Také děkuji svým rodičům a manželce za podporu při studiu.

Abstrakt

Česky:

Jméno autora:

Václav Břeň

Název diplomové práce:

Návrh mobilního stavebnicového systému
na bázi dřeva pro krizové situace

Tato diplomová práce se zabývá návrhem mobilní dřevostavby pro krizové situace. Krizovou situací mohou být povodně, přírodní katastrofy, válečné konflikty a další. Navržená dřevostavba by měla být schopná suspendovat funkci zničeného či poškozeného domova na kratší dobu. Předpokládá se, že by toto řešení mohlo nahrazovat standardní bydlení na několik měsíců. Dřevostavba byla navržena jako mobilní stavebnicová, a to z důvodu operativního nasazení při daných situacích. Důležitým prvkem pro návrh stavby, zejména pro koncept a dispoziční řešení, byl transport, který stavbu v mnoha oblastech limituje.

Klíčová slova: mobilní dřevostavba, stavebnicový systém, krizová situace

English:

Name of student:

Václav Břeň

Name of thesis:

Design of mobile modular system based
on wood for crisis situations

This thesis describes the design of a mobile timber construction for crisis situations. Crisis situations may be floods, natural disasters, armed conflicts and others. The proposed timber construction should be able to suspend the function of the destroyed or damaged homes for shorter periods. It is believed that this solution could replace standard housing to several months. Timber construction was designed as a mobile modular, due to be able operational deployment in given situations. An important element for the design of building, especially for concept and layout, was the transport, which is limiting in many areas.

Keywords: mobile wooden building, modular system, crisis situations

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Cíl práce.....	2
3.	Rešerše dosavadních mobilních stavebnicových systémů na bázi dřeva	3
3.1	Mobilní dům.....	3
3.2	Mobilní systém na bázi dřeva	3
3.3	Stavebnicový systém na bázi dřeva.....	4
3.4	Ostatní mobilní stavby	4
3.5	Patenty mobilních systémů	5
4.	Krizová situace	9
4.1	Definice	9
4.1.1	Krizová situace	9
4.1.2	Mimořádná událost	9
4.2	Specifikace typů krizových situací.....	9
4.2.1	Přírodní	9
5.	Návrh mobilního stavebnicového systému na bázi dřeva	12
5.1	Základní informace pro stavbu.....	12
5.2	Umístění objektu	12
5.3	Transport	13
5.4	Stavebnicový systém.....	15
5.5	Základy.....	15
5.6	Stěny.....	15
5.7	Střecha.....	16
5.8	Strop	16
5.9	Okna a dveře	17
5.10	Inženýrské sítě.....	17
5.11	Legislativní požadavky	17
6.	Statika konstrukce	18
6.1	Statické požadavky.....	18
6.2	Duktilita konstrukce	18
6.3	Převod naměřených dat z ArchiCADu.....	19
6.4	Dlubal - RFEM 5.04.....	19
6.4.1	Zatěžovací stavy	19

6.4.2	Ztužení konstrukce	19
6.4.1	Statický posudek.....	20
6.5	Zemní vruty Krinner	21
7.	Stavební fyzika	22
7.1	Tepelně technické vlastnosti	22
7.2	Obvodová stěna.....	22
7.3	Strop.....	25
7.4	Podlaha.....	27
8.	Ekonomická analýza.....	30
8.1	Úvod k ekonomické analýze	30
8.2	Položkový rozpočet.....	31
8.3	Empirické výpočty	31
9.	Diskuze	32
10.	Závěr	33
11.	Summary	34
12.	Zdroje.....	35

1. Úvod

Tato práce vznikla jako reakce na krizové situace, kterých se i přes dnešní vyspělou společnost a nejmodernější technologie koná každoročně mnoho. Ruku v ruce s vývojem společnosti jde i snaha o to, aby při různých krizových situacích, kterým nelze zabránit bylo vypracované řešení, jak dané situaci čelit. V práci je detailně popsána terminologie tzv. krizového zákona. Tedy co je krizová situace a co je mimořádná událost. Během posledních několika let došlo k mnoha přírodním katastrofám a to nejen na území České Republiky, ale i ve světě. Za zmínku stojí například rozsáhlé povodně v Bulharsku v roce 2014. Často dochází i k více či méně řízeným záplavám a to zejména v jarním období, kdy vodní nádrže a přehradý nejsou schopné absorbovat náhlý přítok z tajícího sněhu. Aby nedošlo k protržení hráze a tím ke kolosálním škodám, je třeba obětovat několik domů, které leží v záplavovém území. Nejčastěji se jedná o staré domy, stavěné ještě před stanovením hranic záplavového území a zákazu výstavby v zátopových oblastech. Hodně diskutovaným tématem dnešní doby je také bezdomovectví, byť se nejedná o nárazovou situaci, která by vyžadovala náhlé rozhodování, je to situace která ovlivňuje zdraví osob. Problematika bezdomovectví svým zařazením do krizových situací jistě patří. Proto byla stavba i této okolnosti přizpůsobena.

Konstruovat mobilní dům pro výše uvedené situace jako dřevostavbu se jeví jako vhodné řešení. Hlavní roli hraje co nejmenší tloušťka obvodové konstrukce. Dále hmotnost celé konstrukce a v neposlední řadě také její tepelně technické vlastnosti. Konkrétní řešení dispozice vychází z přepravních podmínek. Rozměry jednotlivých modulů jsou uzpůsobeny právě transportu. Maximální ložná plocha kamionu je 2,6 x 13,0 m. Přepravovat předměty nad tyto rozměry vyžaduje povolení. Dopravu a manipulaci to prodražuje a zvyšuje administrativní zátěž. Stavba je koncipována pro užívání maximálně 3 člennou rodinnou. Dřevostavba je nastavena tak, že umožňuje variabilitu podle počtu osob. Při užívání objektu pouze dvěma osobami je možné jí o část s pokoji zmenšit.

2. Cíl práce

Práce si klade za primární cíl navrhnout mobilní dřevostavbu pro krizové situace. Řešení je třeba navrhnout s ohledem na operativní nasazení a musí být komplexně použitelné bez ohledu na konkrétní situaci. Výsledek práce by mohl sloužit jako jedna z variant řešení problematiky bydlení v době, kdy lidé postižení neočekávanou událostí nemohou obývat své rodinné domy. Navržená stavba by měla nahradit jejich dosavadní bydlení na několik měsíců. Práce respektuje hlavní požadavky, které na stavbu budou kladeny během jejího provozu. Dále si práce klade za cíl navrhnout dobře transportovatelné, finančně dostupné, brzy provozu schopné, téměř plnohodnotné bydlení.

3. Rešerše dosavadních mobilních stavebnicových systémů na bázi dřeva

3.1 Mobilní dům

Mobilní domy jsou obydlí, umožňující transport z místa na místo. Móda mobilního bydlení začala již ve 20. století ve Spojených státech amerických, a to především kvůli nutnosti často cestovat za prací. V průběhu vývoje se stávaly z karavanů tří i vícepokojové mobilní domy. Mobilní dům je kompromisem mezi karavanem a domem. Vlastnost mobility převzal z karavanu, z rodinného domu má prostornost a komfort. Mobilní domy jsou velmi oblíbené především v USA, Francii, Holandsku a Velké Británii, kde je lidé využívají pro trvalé či přechodné bydlení nebo pro rekreaci. V poslední době začíná vzrůstat zájem o mobilní domy také v České republice, a to zejména díky jejich variabilitě a nízké pořizovací ceně. (MMR ČR 2013)

3.2 Mobilní systém na bázi dřeva

Mobilní dřevostavby jsou v ČR zatím málo populární, ale i přesto lze vyhledat několik desítek firem, které se tomuto tématu věnují a jím se zabývají. Nejčastěji bývají stavěny pro členy svazu zahrádkářů nebo jako rybářské chaty. Mohou být ale využívány i jako provozovny např. autobazarů, rychlého občerstvení, infostánky či vrátnice. Pro ilustraci je vloženo několik nejběžnějších mobilních systémů na bázi dřeva.



Obr. 2 Mobilní dům (zdroj:www.freedomky.cz)



Obr. 1 Mobilní dům (zdroj:www.palis.cz)



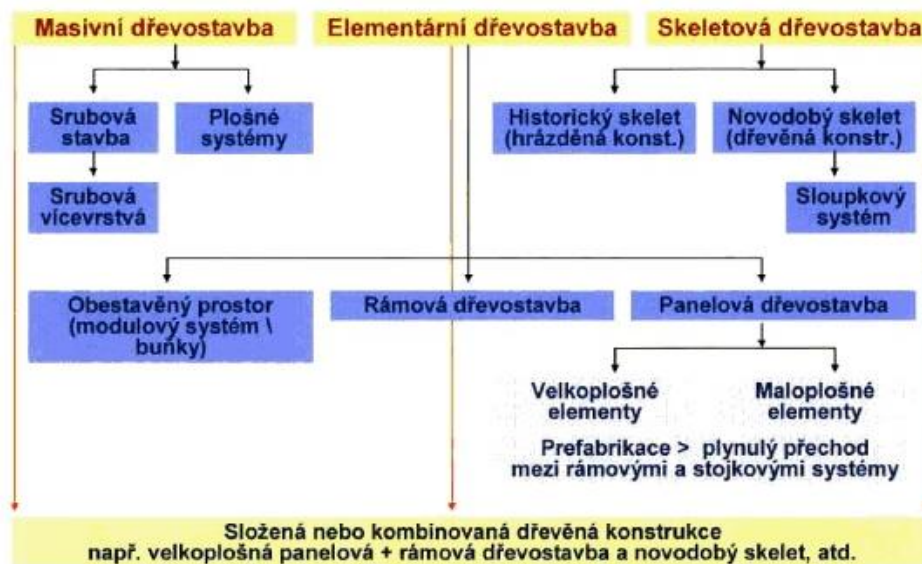
Obr. 4 Mobilní dům (zdroj:www.wood-con.cz)



Obr. 3 Mobilní dům (zdroj:www.naturhouse.cz)

3.3 Stavebnicový systém na bázi dřeva

Tento systém je možné zařadit do kategorie obestavěného prostoru, často nazýván jako modulový. Systém jako takový je vyroben v hale. Skládá se ze stěnových dílců včetně výplní otvorů, střešních, stropních, podlahových dílců a dalších. Je smontován do ohraničené buňky, schopné fungovat jako celek nebo se připojit k dalším buňkám. Takto vyrobené buňky jsou nazývány moduly. Zde je nutné upozornit na nejednotnost v označování, kterou lze v literatuře nalézt. Někteří autoři rozdělení na modulový a dílcový neuznávají, jiní označují modulový jako buňkový. Označení modulový vzniklo překladem z angličtiny, kdy stavebnicový lze přeložit jako „modular“. Na níže uvedeném obrázku z knihy Dřevostavby pro bydlení od autorů: Vaverka Jiří, Havířová Zdeňka, Jindrák Miroslav a kolektiv je možné vidět rozdělení současných konstrukčních systémů dřevostaveb.



Obr. 5 Schéma současných konstrukčních systémů dřevostaveb (zdroj:Vaverka a kol. 2008)

3.4 Ostatní mobilní stavby

Za zmínku stojí také poměrně rozsáhlý trh s nejrůznějšími mobilheimy, obytnými vozy, kontejnerovými a dalšími mobilními domy na nedřevěné bázi. Jsou dostupné z nejrůznějších materiálů a velmi různých kvalit. Například lze pořídit za malé peníze ne příliš komfortní unimobuňka, ale zároveň je možné sehnat komfortní mobilní dům s cenovkou podobnou konvenčním domům. Při srovnání jednotlivých typů mobilních staveb je nutné dbát na technické vlastnosti objektů. Mezi výhody konstrukcí s kovovým rámem jistě bude patřit vynikající tuhost konstrukce a takovéto stavby zcela

jistě vydrží i nešetrné zacházení. V každém případě ani nevýhody nejsou zanedbatelné. Stavby mají vyšší hmotnost a tím zvyšují nároky na dopravní a montážní techniku. Zaručeně budou mít horší tepelně technické vlastnosti.

Na níže uvedeném obrázku je upravený kamionový kontejner pro rekreační účely. Velmi estetické řešení, ale vhodné pro jižní země, nikoliv pro Českou republiku. Vezměme v potaz, že v ČR je návrhová teplota venkovního vzduchu pro zimní období od -12 do -21°C . Již z těchto hodnot je jasné, že by daná konstrukce v zimním období měla značné problémy po stránce tepelně technické. A pro výše zmíněné situace je nutné počítat i se zimním využitím.



Obr. 6 Upravený kamionový kontejner (zdroj: www.treehugger.com)

3.5 Patenty mobilních systémů

Dne 12. října 1915 byla ve Spojených státech amerických poprvé patentována mobilní maringotka jako stavební systém. V následujících odstavcích je citován zmíněný americký patent s označením US 1156693

Jak už je to známo, že já, Marvin V. Koger, občan Spojených států, se sídlem v Rogersville, v kraji Hawkins a státu Tennessee, vymyslel nové a užitečné zlepšení maringotky. Já tímto prohlašuji, že jsem uvedl úplný, jasný a přesný popis vynálezu, který umožní ostatním odborníkům v oboru provést a použít stejné postupy, přičemž se

odkazují na připojené výkresy s písmeny a číslicemi označenými, které tvoří součást tohoto popisu.

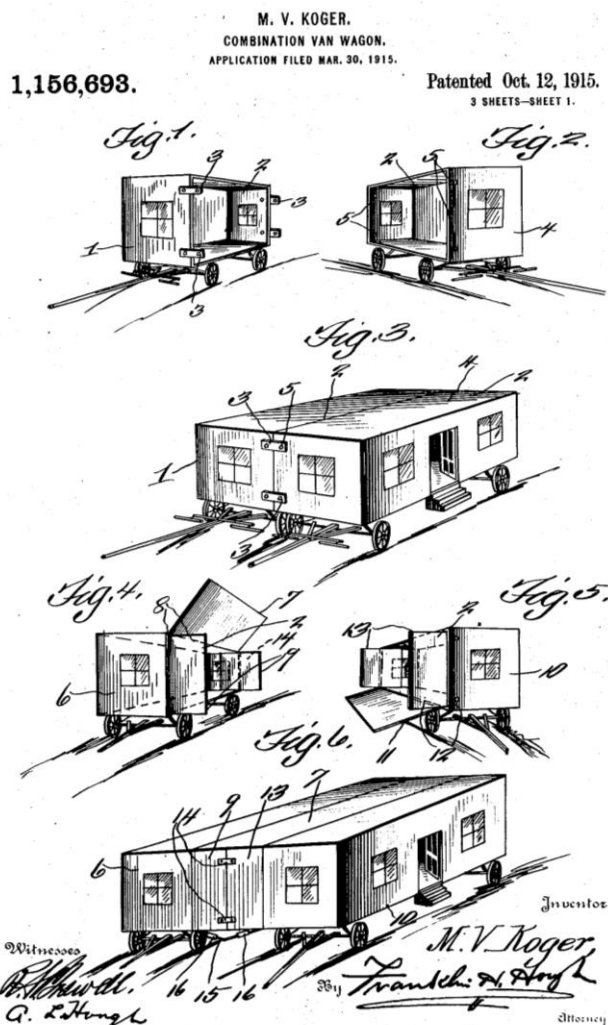
Tento vynález se týká nových a užitečných zlepšení v ilustračním automobilů upravených zejména pro výuku ve školách, pracovištích atd. Spočívá v konstrukci kombinovaného automobilu tvořeného částmi, které mohou být snadno a rychle upravitelné dohromady. Díky tomu je možné vytvořit pokoje s různou kapacitou pro jakékoliv použití.

Můj vynález se skládá z různých konstrukčních detailů, kombinací a uspořádání částí, které budou detailně popsány, znázorněny na přiložených obrázcích a pak konkrétně definovaných.

Můj vynález je blíže objasněn na přiložených obrázcích, kde:

Fig. 1. a Fig. 2. jsou pohledy na vůz, který je na jedné straně otevřený. Části

s jednou stranou otevřenou, jsou uzpůsobeny pro připojení a spolu tvoří prostor dvojité kapacity jedné maringotky. Fig. 3 je perspektivní pohled znázorňující dva vozy z Fig. 1 a 2 spojené dohromady.

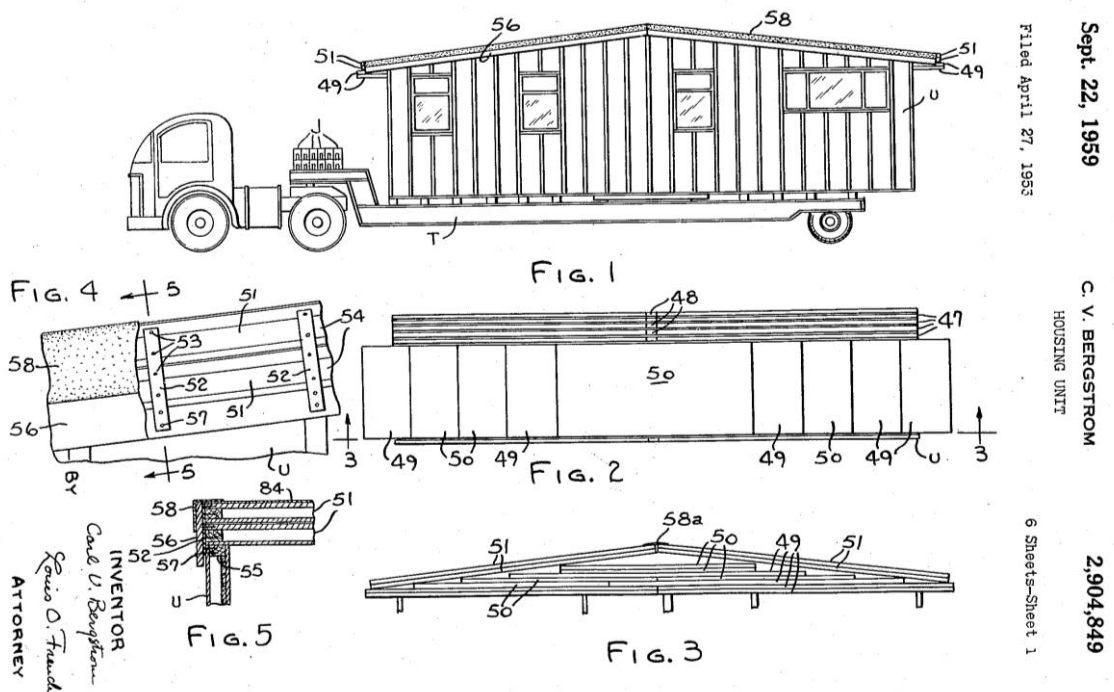


Obr. 7 Obrázky amerického patentu (Patent US 1156693)

To co jsem vynalezl, je nová konstrukce a kombinace skládajících se částí, z nichž každá má vyklápěcí stěny tvořící boky maringotky, strop a pohyblivé dno pro rozšíření. Pro upevnění pohyblivých konců dohromady se strana jedné části zavěsí na vrcholu a na dně. Fig. 6 jsou vozy upraveny tak, že dvě části jsou spojeny pomocí vyklápěcích stěn. Tím vznikne prostřední prostor mezi jednou a druhou částí. Tento patent má můj vlastnoruční podpis a byl podepsán za přítomnosti dvou svědků.

Marvin Vastine Koger. (Koger 1915)

První patent dřevostavby podobné jako v této diplomové práci byl již v roce 1959 kdy vynálezce Karl Bergstrom z Kalifornie přišel s inovativním řešením v prefabrikaci a transportním řešením dřevostavby, jako samostatné funkční obytné jednotky. Patent je zapsán u Amerického patentového úřadu pod názvem US 2904849.



Obr. 8 Příloha amerického patentu (Patent US 2904849)

Obecným cílem tohoto vynálezu je poskytnout bytovou jednotku vytvořenou z prefabrikovaných dílů, z nichž některé jsou zcela smontovány do části hotového domu a části jsou sestaveny dohromady pro přepravu do jediného vozíku přepravy. Řešení je navrženo jako téměř osm metrů dlouhý objekt a na výšku v souladu s dálničními předpisy. Vynález pro další rozvoj bytové jednotky je popsán v mé patentové přihlášce

pořadové č 95969, podané 28. května 1949 a je podaný na základě zkušeností získaných v budování a montáži bytových jednotek.

Dům vytváří, něco co by se dalo nazvat jednotkou U. Jednotka U je uzpůsobena pro převoz na tažném přívěsu vozidla. Podlaha je k přednímu konci přívěsu připevněna přes jeho točnici.

Jednotka U je zcela vyrobena v továrně a dále jsou vyrobeny oddíly, střešní panely, podlahové panely, střešní nosníky, vnitřní stěnové panely, nosníky a boční stěny pro prostřední části domu.

Prefabrikovaná jednotka U představuje to, co lze označit jako hlavní jádro domu a tvoří asi tři čtvrtiny z celkové šířky objektu. Tato část obsahuje kuchyňskou linku, koupelnu s vanou, pokoj s kompletním vestavěným vybavením. V kuchyni je mraznička, lednička, plyn nebo elektrický sporák a mycí dřez. Dále je tam pračka.

Prostřední část domu je namontována na okrajové části, a to ve vrcholcích bočních stěn a krovu. Tyto krovy mají přípravu procházející od hřebene dolů na přijímací drážky, zajišťující ideální spoj.

Když jsou jednotky smontované, vozík nesoucí jednotky se přesune opět do místa

Jedná se o první bytovou jednotku z prefabrikovaných dílů, včetně všech dopředu vyrobených částí určenou k bydlení.

V zcela prefabrikované bytové jednotce je kuchyň, koupelna a další pokoje. Bytová jednotka obsahuje koncové stěny, boční stěny opatřené sedlovými konci, podlahy, podlahové nosníky, boční stěny, příčkové panely, střešní panely a krovy uspořádány pro přepravu jako celek. Splňuje požadavky silničních přepravních zákonů. (Bergstrom 1953)

4. Krizová situace

4.1 Definice

4.1.1 Krizová situace

Je mimořádná událost, v jejímž důsledku se vyhláší stav nebezpečí, nouzový stav, stav ohrožení státu nebo válečný stav. Jsou při ní ohroženy důležité hodnoty, zájmy či statky státu a jeho občanů a hrozící nebezpečí nelze odvrátit a způsobené škody odstranit běžnou činností orgánů veřejné moci, ozbrojených sil a ozbrojených bezpečnostních sborů, záchranných sborů, havarijních a jiných služeb a právnických a fyzických osob. Tuto definici nám uvádí zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (Krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů.

4.1.2 Mimořádná událost

Událost nebo situace vzniklá v určitém prostředí v důsledku živelní pohromy, havárie, nezákonnou činností, ohrožením kritické infrastruktury, nákazami, ohrožením vnitřní bezpečnosti a ekonomiky, která je řešena obvyklým způsobem orgány a složkami bezpečnostního systému podle zvláštních právních předpisů. Pod tímto pojmem je v současných právních předpisech ČR uváděna řada pojmů, jako jsou např. mimořádná situace, nouzová situace, pohroma, katastrofa, havárie. (Krizový zákon)

4.2 Specifikace typů krizových situací

4.2.1 Přírodní

- Živelní pohromy

dlouhotrvající sucha,

dlouhodobá inverzní situace,

povodně velkého rozsahu,

jiné živelní pohromy velkého rozsahu (např. rozsáhlé lesní požáry, sněhová kalamita, vichřice, sesuvy, zemětřesení apod.),

- Hromadné nákazy

epidemie - hromadné nákazy osob,

epifytie - hromadné nákazy polních kultur,

epizootie - hromadné nákazy zvířat,

- Antropogenní
- Provozní havárie a havárie spojené s infrastrukturou

radiační havárie velkého rozsahu,

havárie velkého rozsahu způsobená vybranými nebezpečnými látkami a chemickými přípravky,

jiné technické a technologické havárie velkého rozsahu ? požáry, exploze, destrukce nadzemních a podzemních částí staveb,

narušení hrází významných vodohospodářských děl se vznikem zvláštní povodně,

znečištění vody, ovzduší a přírodního prostředí haváriemi velkého rozsahu,

- Vnitrostátní společenské, sociální a ekonomické krize

narušení finančního a devizového hospodářství státu velkého rozsahu,

narušení dodávek ropy a ropných produktů velkého rozsahu,

narušení dodávek elektrické energie, plynu nebo tepelné energie velkého rozsahu,

narušení dodávek potravin a pitné vody velkého rozsahu,

narušení dodávek léčiv a zdravotnického materiálu velkého rozsahu,

narušení funkčnosti dopravní soustavy velkého rozsahu,

narušení funkčnosti veřejných komunikačních vazeb velkého rozsahu,

narušení funkčnosti veřejných informačních vazeb velkého rozsahu,

migrační vlny velkého rozsahu,

hromadné postižení osob mimo epidemií,

hrozba nebo provedení závažných teroristických akcí, aktivity vnitrostátního nebo mezinárodního zločinu nebo terorismu,

závažné narušení veřejného pořádku nebo nárůst závažné majetkové a násilné kriminality velkého rozsahu,

ohrožení života a zdraví občanů v jiných zemích takového rozsahu a charakteru, že je požadováno okamžité poskytnutí materiální nebo finanční humanitární pomoci nebo nasazení záchranných sil a prostředků státních a dobrovolných organizací ČR v rámci zahraniční pomoci,

ohrožení demokratických základů státu extrémistickými politickými silami,

násilné akce subjektů cizí moci spojené s použitím vojenských sil a prostředků proti chráněným zájmům a vyvolané účasti státu v mezinárodních mírových a humanitárních misích nebo plněním jeho spojeneckých závazků,

rozsáhlá a závažná diverzní činnost spojená se zjevnou přípravou vojenské agrese subjektu cizí moci,

vnější vojenské napadení státu nebo spojenců,

ohrožení základních hodnot demokracie, svobody občanů v jiných zemích takového rozsahu a charakteru, že ohrožuje bezpečnost mezinárodního prostředí a je požadováno i nasazení ozbrojených sil k provedení mezinárodní mírové nebo humanitární operace.

(Krizový zákon)

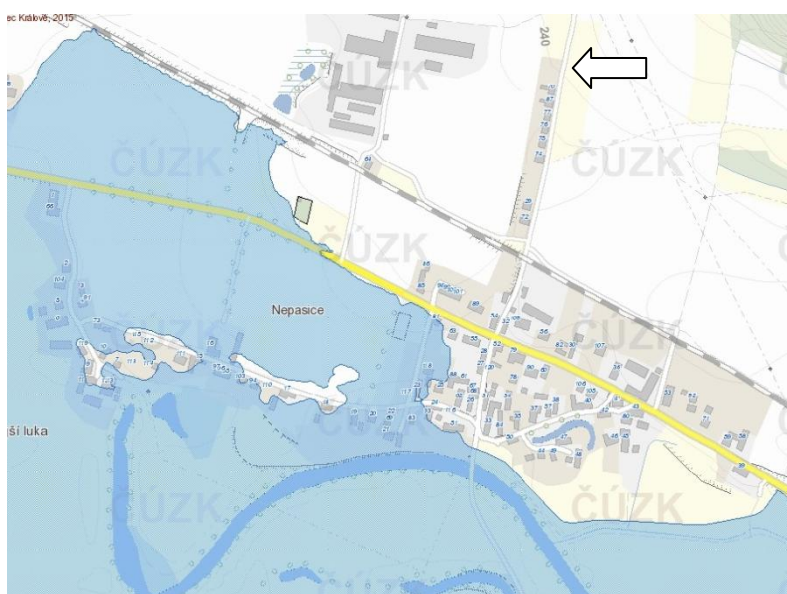
5. Návrh mobilního stavebnicového systému na bázi dřeva

5.1 Základní informace pro stavbu

Hlavním aspektem této diplomové práce by měl být návrh mobilní stavebnicové dřevostavby. Byla navržena dřevostavba pro užívání alespoň 2 osob. Systém je možné libovolně zvětšovat o další část a fungovat jako stavebnice. Stavba je navržena jako mobilní, tedy jednoduše transportovatelná. Aby bylo dosaženo co nejlevnějšího transportu, musela být koncipována tak, aby svými rozměry odpovídala běžnému kamionovému návěsu. Jako konkrétní řešení byl zvolen návrh o třech jednotkách. Tyto části budou vyrobeny v hale, převezeny kamiony a na místě určeném pro stavbu budou spojeny do jednoho celku.

5.2 Umístění objektu

Aby bylo možné stavbu navrhnout, tedy připojit na inženýrské sítě, zjistit hodnotu oslunění, spočítat a vytvořit statický posudek a další, bylo zapotřebí jí určit modelové umístění v rámci ČR. Rozhodujícím faktorem přitom byla záplavová mapa. Objekt musí být umístěn mimo záplavové území, ale v blízkosti domů ohrožených povodněmi. Byly vybrány Nepasice, část obce Třebechovice pod Orebem, okres Hradec Králové. Tato část obec leží z velké části v zátopovém území dle vyhlášky o zátopovém území Orlice na území okresu Hradec Králové v úseku ř. km 0,00 do ř. km 19,10. Na obrázku je dobře vidět, které domy jsou v ohrožení. Šipka ukazuje, kam je mobilní dřevostavba umístěna. Očekává se, že lidé postižení povodní se nechtějí stěhovat



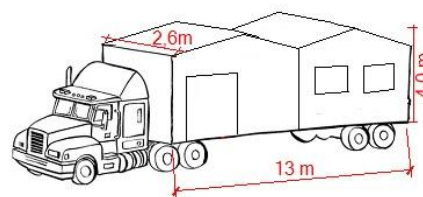
daleko. To by totiž způsobilo narušení jejich vazeb a vztahů s okolím. Místo je dostatečně blízko na zachování vazeb s okolím a zároveň dostatečně daleko od hrozící velké vody.

Obr. 9 Záplavová mapa k.ú. Nepasice (zdroj: mapservr.mmhk.cz)

Stavba bude umístěna v katastrálním území Nepasice okr. Hradec Králové na parcele pp. č. 386/12 o výměře 307 m². Stavba bude umístěna jako samostatná funkční jednotka, ale je možné vytvořit i osadu takovýchto domů sloužících pro zatopenou obec. K vybudování osady by mohlo sloužit území sousedící s pozemkem směrem na sever.

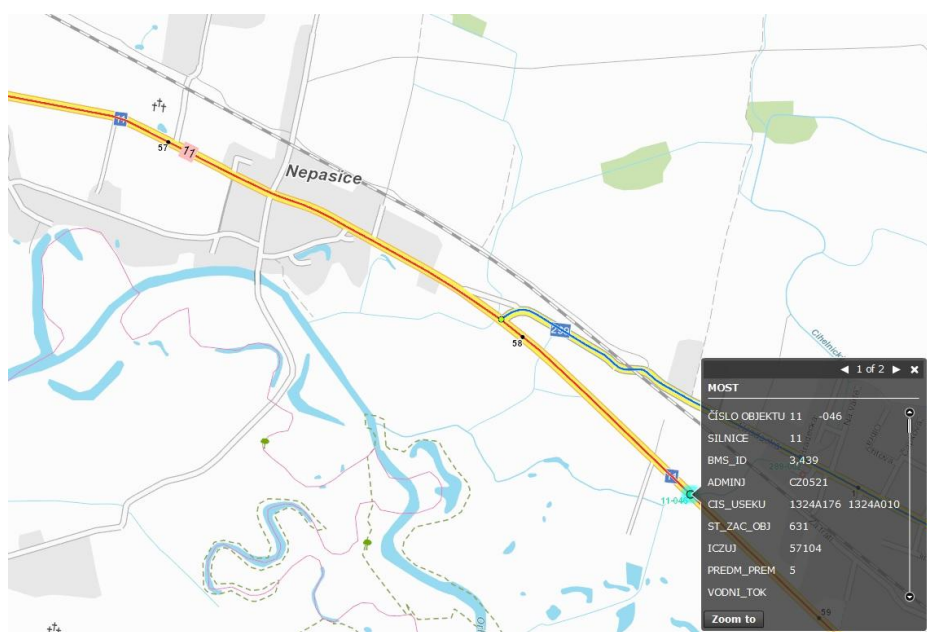
5.3 Transport

Transport je zásadní téma celého návrhu. Vzhledem k tomu, že provoz na místních komunikacích má jasně daná pravidla, není možné převážet jakékoliv objekty. Z toho důvodu šířka jednotlivých částí nepřesahuje 2,6 m a délka těchto dvou není delší než 13 m. Tak zní požadavky dopravních společností, které nemají drahá povolení na převoz nadrozměrných nákladů. Doprava objektu z výroby na místo stavby je v mnoha ohledech limitující a je důležité jí předem důkladně naplánovat. K tomu dobře poslouží online aplikace



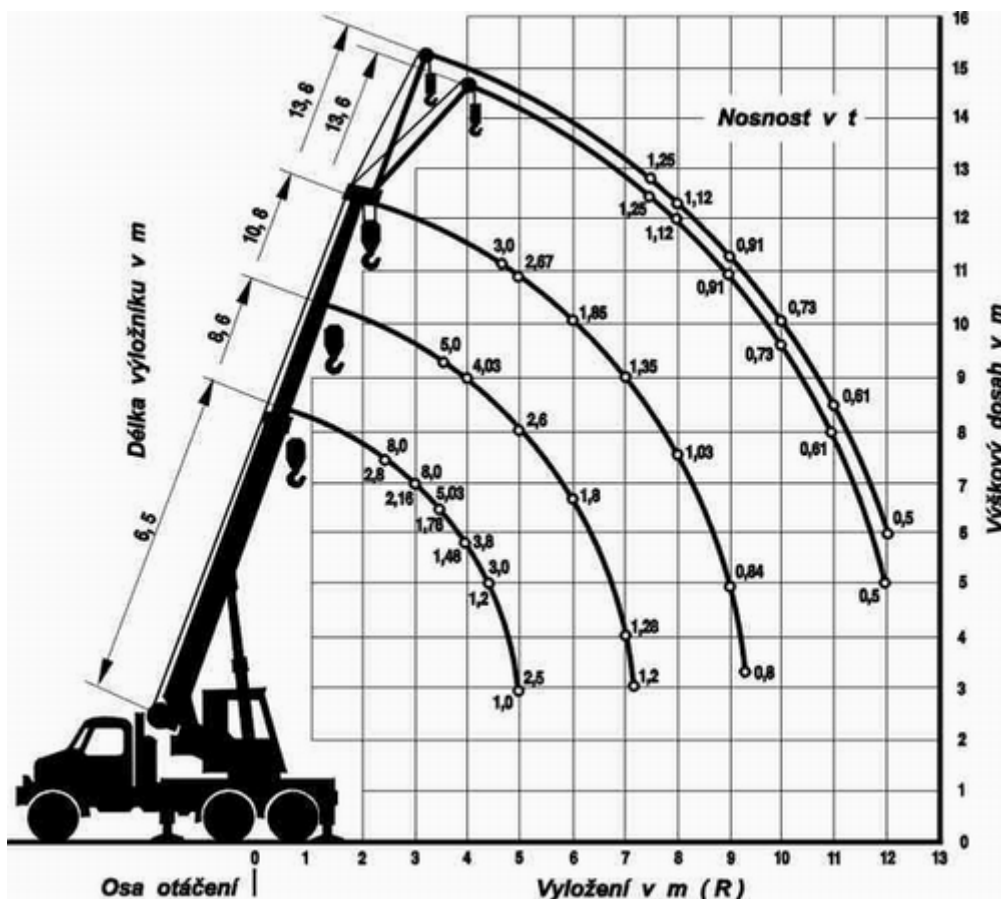
Obr. 10 Kamion s dřevostavbou

Ředitelství silnic a dálnic nazvaná Silniční a dálniční síť ČR dostupná z http://geoportal.jsdi.cz/flexviewers/Silnicni_a_dalnicni_sit_CR. Před samotným transportem je nezbytně nutné zkontrolovat na trase všechny mosty, kde rozhodující je jejich tonáž a dále také podjezdové výšky objektů (obzvláště železničních mostů v malých obcích). Tuto službu ve většině případů zajišťují dopravní společnosti, které mají transport na starosti.



Obr. 11 Interaktivní mapa ŘSD (zdroj: geoportal.jsdi.cz/flexviewers/Silnicni_a_dalnicni_sit_CR)

Manipulace s domem je zaručena také díky jeřábům. V montážní hale se předpokládá mostový jeřáb s nosností min. 5000 kg. Ten zajistí bezproblémovou nakládku na kamion pomocí zvedacích jeřábnických popruhů. Místo umístění popruhů bylo předem definováno a vyznačeno na konstrukci. Pro definování vyztuženého místa v konstrukci byl použit software RFEM od společnosti Dlubal, využívající k výpočtům metodu konečných prvků. Dále bude konstrukce pro transport vyztužena montážními hranoly. Ty budou s roztečí 1 000 mm umístěny tam, kde není svislá nosná stěna (konkrétně se jedná o krajní jednotky, protože mají nosné stěny pouze ze tří stran. Na stavbě pak bude připraven alespoň jeřáb Praga V3S AD080 s maximální nosností 8000 kg v závislosti na vyložení ramene. Jednotlivé části budou z kamionu přesunovány jeřábem za použití jeřábnických popruhů a budou usazovány na již připravené zemní vruty. Mírnou nevýhodou tohoto řešení je, že musí být zpevněná cesta až na místo staveniště.



Obr. 12 Nosnost jeřábu Praga AD080 v závislosti na vyložení ramene (zdroj:www.jerabypraga.cz)

5.4 Stavebnicový systém

Jak je již výše zmíněno, dřevostavba kvůli transportu bude rozdělena do tří jednotek. Pro lepší orientaci je možné je označit jako obytnou, klidovou a jednotku sociálního zázemí. Jednotlivé části mají půdorysný rozměr 2600 mm x 6200 mm. Výška této jednotky je včetně střechy 4000 mm, což zabezpečuje dobrou dostupnost s nákladem v rámci ČR. Samozřejmě je nutné se vyhnout podjezdům s maximální podjezdnou výškou 3,8 m. Ke kontrole podjezdné výšky na trase slouží výše zmíněná online aplikace na portálu Ředitelství silnic a dálnic. Na místě je stavba smontována pomocí šroubů M20. Umístění šroubů je v obvodové konstrukci. Jsou pro ně vytvořeny montážní otvory, které jsou poté zakryty. Zakrytí montážních otvorů ve stěnách je revizními dvířky, v podlaze je montážní díl osazen přechodovou lištou. Do konstrukce vazníků bude také vytvořen montážní otvor do sádkartonového podhledu, který bude po smontování jednotek k sobě rovněž zalištován.

5.5 Základy

Dům je založen na zemních vrutech Krinner. Vzhledem k požadavku na rychlost výstavby a mobilitu byly vruty vyhodnoceny jako nejlepší varianta. Pro lehkou dřevostavbu jsou po stránce statické naprosto dostačující. Zároveň nám opadá problém s protiradonovým opatřením. V tomto případě je konstrukčně zamezeno vnikání radonu z podloží do stavby a tak není nutné aplikovat protiradonovou izolaci. Nicméně izolaci proti zemní vlhkosti konstrukce přece jen obsahuje. Jedná se o nepodsklepenou stavbu. Každá ze tří částí je uložena na 6 zemních vrutech. Byl zvolen vrut KSF M 76x2100 – M16. Jedná se o zemní vrut s šestihlannou hlavou a závitem M16 uprostřed. Označení již udává délku 2100 mm a průměr 76 mm. Vrut o hmotnosti 16 kg je vyroben z oceli a zinkován dle DIN EN ISO 1461. Výrobce uvádí jako oblast použití dřevostavby, kontejnery, terasy, hotové garáže a můstky. (Krinner 2015)



Obr. 13
Zemní vrut
(krinner.cz)

5.6 Stěny

Obvodový plášť stavby je navržen jako rámová konstrukce z KVH hranolů 140 x 60 mm, vyplněna izolací z izolačních desek z minerální plsti Orsil včetně parozábrany z interiéru. Rámová konstrukce je pak z vnější i vnitřní strany oplášťována deskou Fermacell tl. 12,5 mm. Vnitřní stěny jsou tvořeny dřevěnou rámovou konstrukcí silnou

100 mm, vyplněných izolací z izolačních desek z minerální plsti Orsil včetně pojistné fólie. Opláštění vnitřních stěn je rovněž řešeno oboustranně deskou Fermacell tl. 12,5 mm. Desky Fermacell se skládají ze sádry a papírových vláken, která se získávají recyklací. Na výrobních linkách řízených počítačem se po přidání vody a bez dalších pojidel stlačuje homogenní směs těchto dvou přírodních surovin pod vysokým tlakem na pevné desky, které se suší a řezou na příslušné formáty. (Fermacell 2015)

Obvodové stěny jsou opatřeny fasádním systémem ETICS, tvořeným polystyrenem 60 mm a minerální omítkou na síti. Stěny a příčky jsou navrženy v souladu s požadavky vyhlášky 268/2009 §19.

5.7 Střecha

Střecha je sedlová, se sklonem 15°. Sklon je kompromisem základních požadavků na použitou krytinu ze strany výrobce a zároveň požadavkem na co nejmenší světlou výšku stavby kvůli dopravě. Konstrukce krovu je zhotovena z dřevěných vazníků. Veškeré řezivo vazníků se předpokládá tl. 60 mm. Při volbě krytiny nebyl pochyb o lehké střešní konstrukci. Plech je přitom nejvhodnější řešení. Z důvodu nenákladné dopravy je zapotřebí lehké krytiny. Navíc velkoformátové šablony umožní při spojování dvou modulů jediný svislý spoj, což je i z klempířského pohledu dobré řešení. Krytina Lindab Ideal – hnědá nabízí v základní variantě záruku 15 let rozšířitelnou až na 30 let. Délka záruky je stanovena množstvím nástřiků povrchové úpravy plechového dílce. Krytina je na dřevěných vaznících ve skladbě: lať, kontra lať, pojistná fólie. Oplechování a dešťové žlaby a svody rovněž plechový systém Lindab. Dešťové žlaby a svody budou montovány na objekt až na pozemku stavby. Střecha je navržena v souladu s požadavky vyhlášky 268/2009 §25.

5.8 Strop

Stroj je tvořen podhledem na spodní pásnici vazníků skládající se z parozábrany a zavěšeného sádrokartonového podhledu. Stropní konstrukce je tepelně izolována minerální vatou tl. 320 mm pod nevytápěným prostorem, vloženou mezi spodní pásnice vazníků. V sádrokartonovém podhledu bude vedena elektroinstalace ke stropním svítidlům. Dále bude stropem vedeno odvětrání digestoře a wc. Stropy jsou navrženy v souladu s požadavky vyhlášky 268/2009 §20.

5.9 Okna a dveře

Vchodové dveře jsou stejně jako okna a balkonové dveře navržena jako plastová s tepelně izolačním trojsklem $U_w=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ (důvodem je zejména nižší cena oproti dřevěnému provedení). Dekor či barva může být volena konkrétním investorem. Pokud by se jednalo o výrobu bez předem známého majitele objektu, okna by byla zhotovena v bílé barvě. V tomto případě byl zvolen dekor wenge.

5.10 Inženýrské sítě

Je počítáno s připojením stavby na inženýrské sítě. Zejména se jedná o rozvod elektrické sítě, vodovodní a kanalizační přípojku. V blízkosti pozemku je veden kabel NN, na který bude následně pod zemí připojen kabel do RIS. Rovněž vodovodní potrubí se nalézají v blízkosti pozemku. Objekt bude napojen na veřejný vodovodní řad. Kanalizace se v této lokalitě nevyskytuje, proto je nutné vybudovat žumpu. Žumpa bude pravidelně vyvážena do čistírny odpadních vod.

5.11 Legislativní požadavky

Dřívější stavební zákon v § 2 odst. 3 definoval stavbu jako stavební dílo, které vzniká stavební nebo montážní činností bez zřetele na jejich stavebně technické provedení, použité stavební výrobky, materiály a konstrukce, na účel využití a dobu trvání. V pojmu stavby nebylo výslovně upraveno, že za stavbu se považuje také výrobek, který plní funkci stavby. Aniž by byl tento druh stavby pojmově vymezen, stavební zákon v § 103 a 104 stanovil, kdy výrobky, které plní funkci stavby, lze realizovat bez stavebního povolení i bez ohlášení, a které vyžadují ohlášení. Podle novelizovaného § 103 odst. 1 by se již k realizaci stavby – výrobku, který plní funkci stavby, nevyžadovalo ani ohlášení ani stavební povolení. Ale jak vyplývá z § 87 odst. 2 novely, tato stavba vyžaduje územní rozhodnutí nebo alespoň územní souhlas podle § 96 SZ.(Stavební zákon)

Zákon č. 350/2012 Sb. s účinností od 1. ledna 2013 výrazně mění zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon), a to tak, že se snaží ulehčit stavebníkům přípravný proces stavby.

Mezi nejdůležitější změny, které novelizace přináší, patří například rozšíření okruhu staveb, které nevyžadují územní rozhodnutí ani územní souhlas. Rozšířil se také okruh staveb, které nevyžadují stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu.

6. Statika konstrukce

6.1 Statické požadavky

Aby byl zaručen správný návrh konstrukce, musel být posouzen jeden z hlavních požadavků na výstavbu. Stavba jako celek splňuje požadavky vyhlášky č. 499/2006 Sb. kladené na mechanickou odolnost a stabilitu. Statickým výpočtem, který je součástí této diplomové práce je prokázáno, že stavba je navržena tak, aby zatížení na ni působící v průběhu výstavby a užívání nemělo za následek:

- a) zřícení stavby nebo její částí,
- b) větší stupeň nepřípustného přetvoření,
- c) poškození jiných částí stavby nebo technických zařízení anebo instalovaného vybavení v důsledku většího přetvoření nosné konstrukce,
- d) poškození v případě, kdy je rozsah neúměrný původní příčině.

6.2 Duktilita konstrukce

Vzhledem k tomu, že na konstrukci budou ještě kladeny nároky na stabilitu během transportu a montáže, bylo potřeba zjistit jak na tom je duktilita konstrukce. Duktilita nosné konstrukce dřevěných budov zlepšuje celkové chování v případech zemětřesení nebo zatížení větrem. V dřevostavbě se pomocí spojů vytváří duktilní řetězec z jednotlivých stavebních prvků. Vhodný návrh spojů zajistí plastické rozdělení deformací. Duktilita spojů umožňuje prostřednictvím plastické deformace spojovacích prostředků pohltit energii silného zemětřesení. Toto pohlcování energie známé též jako disipace energie, se realizuje interakcí spojovacích prostředků s opláštěním a dřevěnou konstrukcí. V případě posouzení dřevostaveb na účinky zemětřesení lze vodorovné síly zmenšit pomocí součinitele duktility q . Různé konstrukční systémy jsou zařazeny do tříd duktility, kterým jsou přiřazeny příslušné součinitele duktility. Plastická deformace a zvětšení otvoru po cyklickém – dynamickém zatížení konstrukce. Kombinace sádrovláknité desky fermacell, dřevěné spodní konstrukce a spojovacích prostředků zabezpečuje dostatečnou duktilitu. Pro dřevěné konstrukční systémy je nejnižší třídou duktility L ($q = 1,5$). (Fermacell 2015) Podle národního schválení, které je rozšířením všeobecného stavebně technického schválení Z-9.1-434 je za daných okrajových podmínek možné zařazení do třídy duktility M ($q = 2,5$). Poslední výzkumy dokládají,

že sádrovláknité desky fermacell mají v rámci svých specifických materiálových pevností minimálně stejnou nebo lepší schopnost disipace energie ve srovnání s deskami na bázi dřeva. (Fermacell 2003)

6.3 Převod naměřených dat z ArchiCADu

Nejprve došlo k vymodelování konstrukce v programu ArchiCAD a poté byla konstrukce exportována do formátu ifc. Bylo by rovněž možné uskutečnit převod do formátu dxf. Ale vzhledem k okolnostem, že formát ifc je univerzální a navíc bez autorského propojení s určitým programem, bylo vhodnější použít právě ifc. Za zmínku stojí, že bylo nutné hlídat orientaci osového uspořádání. ArchiCAD má kladnou osu Z směřující na opačnou stranu než základní nastavení v RFEM. Pokud by byla otočena v RFEM osa Z, bylo by nutné dbát na správné zadání zatížení (správné znaménko).

6.4 Dlubal - RFEM 5.04

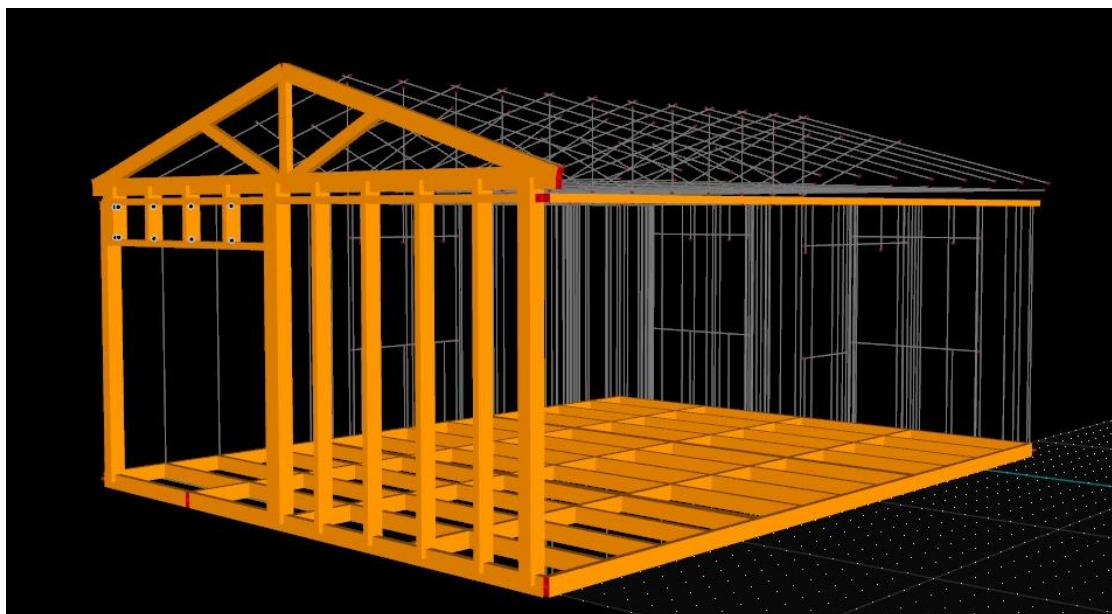
V software RFEM 5.04 od společnosti Dlubal byla vytvořena rámová konstrukce. Oranžové prvky jsou již vymodelovaná část stavby a bílé čáry představují rastr pro zadávání (viz Obr. 15) Rastr byl importován jako samostatná hladina z programu ArchiCAD (formát .ifc). Po vymodelování byla konstrukce zatížena jednotlivými zatěžovacími stavby. Celkem bylo vytvořeno 8 zatěžovacích stavů.

6.4.1 Zatěžovací stavy

Zatížení vlastní tíhou, sněhem a větrem. Zatížení sněhem tvořilo tři zatěžovací stavy, a to zatížení celé plochy, pravé strany a levé strany. Zatížení větrem pak tvořilo celkem čtyři zatěžovací stavy (zde hraje roli směr větru ke světovým stranám) ve statickém výpočtu označováno písmeny X,Y a znaménky +,-. Do vlastního zatížení byla počítána skladba střešního pláště, sádrokartonového podhledu s izolací anebo podlahy. Pro to, aby mohlo být definováno zatížení větrem a sněhem, bylo nutné objekt osadit na konkrétním pozemku na území ČR. Katastrální území Nepasice patří dle sněhové mapy do II. sněhové oblasti. Větrová oblast II. Krajina normální.

6.4.2 Ztužení konstrukce

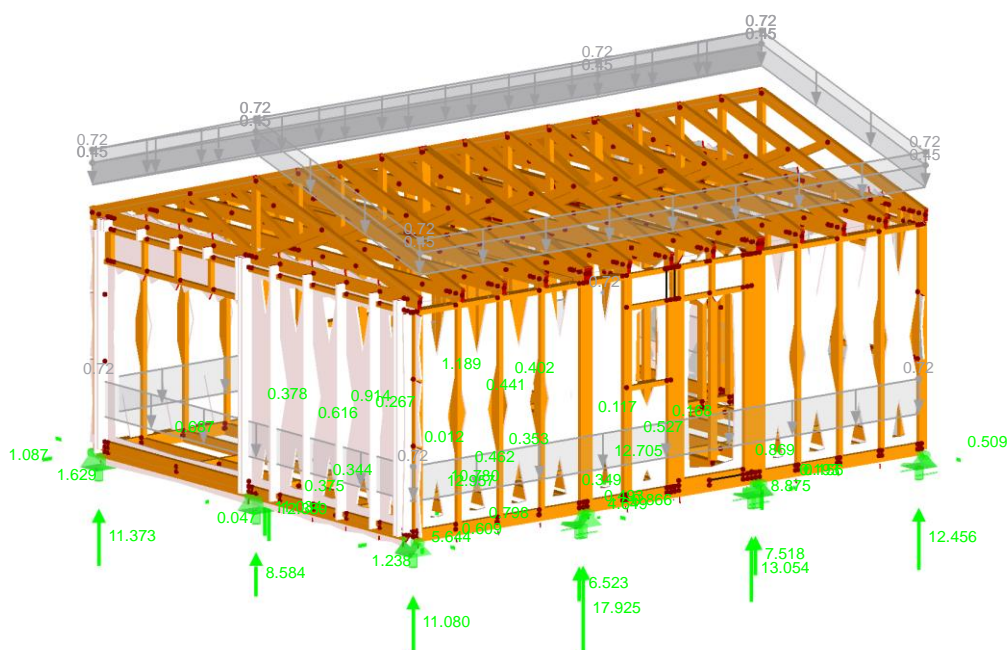
Samotnou rámovou konstrukci bylo nutné ztužit, jinak by došlo k její nestabilitě. Desky Fermacell zde nahrazuje pouze tažená diagonála (viz Obr. 16), která má vlastnosti odpovídající použitému materiálu. Takové výpočtové řešení je vhodnější po stránce bezpečnosti, neboť nejsou brány v úvahu přenášené tlakové síly.



Obr. 14 Modelování kce v RFEM

6.4.1 Statický posudek

Ve statické části, která je přílohou této diplomové práci je možné nalézt zkrácenou verzi statického posudku. Konstrukce byt' se jeví jako malého rozsahu má velké množství prutů a uzlů a z toho důvodu není možné vložit celý několik set stránkový statický posudek. Navíc by takový posudek neměl vypovídající hodnotu.

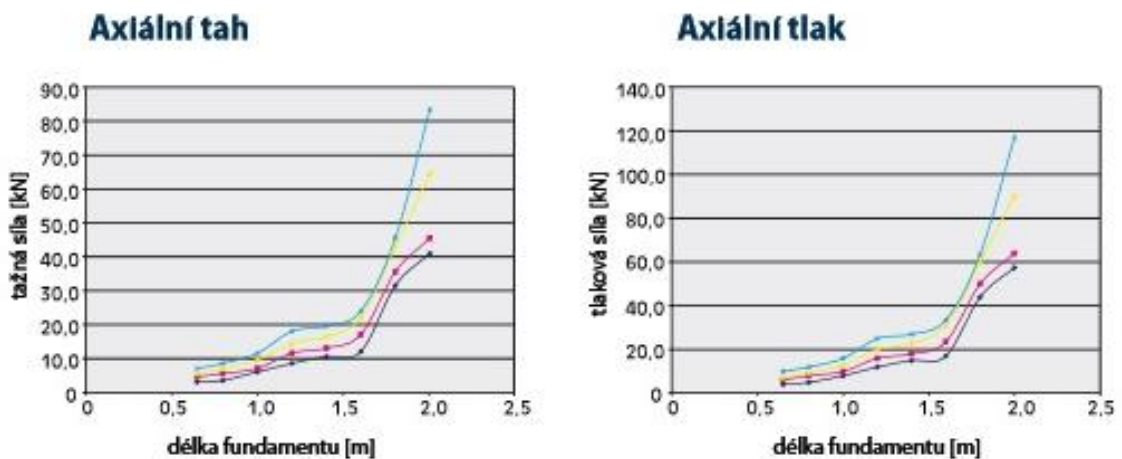


Obr. 15 Výsledná konstrukce se zatěžovacím stavem - vlastní tíha

6.5 Zemní vruty Krinner

Výrobce uvádí v diagramech axiálního tahu a tlaku hodnoty, kterých dosahují zemní vruty Krinner. Z níže uvedeného obrázku (Obr. 17) vyplívá maximální možné zatížení vrutu v závislosti na délce samotného vrutu. Ve většině případů a rovněž v tomto není možné za délku fundamentu považovat celý zemní vrut, protože část mezi zemí a stavbou je ze statického hlediska neúčinná. Za účinnou délku fundamentu lze v tomto případě považovat pouze 1500 mm, byť byl použit zemní vrut o délce 2100 mm (z výše uvedeného je zřejmé, že dno stavby je umístěno 600 mm nad úrovní terénu).

Níže uvedený obrázek rovněž platí pouze v polotuhé naplavené nivní nebo sprašové hlíně. Vzhledem k tomu, že na pozemku nebyl proveden hydrogeologický průzkum lze se pouze domnívat, že podloží těmto požadavkům vyhovuje. Zároveň se očekávají jednoduché základové poměry.



Obr. 16 Statické hodnoty deklarované výrobcem (zdroj:www.krinner.cz)

7. Stavební fyzika

7.1 Tepelně technické vlastnosti

Výpočty tepelně technických vlastností jednotlivých konstrukcí byly provedeny v programu Teplo 2011 od Svoboda software. V následujících odstavcích jsou shrnuty hlavní parametry výpočtů a základní výsledné hodnoty tepelně technických vlastností konstrukce. Samozřejmě návrh je v souladu s požadavky české legislativy a norem.

7.2 Obvodová stěna

Skladba konstrukce (od interiéru):

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Fermacell	0,0125	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
2	Parozábrana	0,0003	0,3500	1470,0	1470,0	14480,0	0.0000
3	Isover Domo	0,1400	0,0430	840,0	15,0	1,0	0.0000
4	Fermacell	0,0125	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
5	EPS	0,0600	0,0350	1270,0	30,0	60,0	0.0000
6	JUB Minerální	0,0050	0,8700	1050,0	1560,0	15,0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu:

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi :	0.25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse :	0.04 m ² K/W

Návrhová venkovní teplota Te:	-13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe:	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi:	55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	44.0	1067.1	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	46.1	1118.0	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	48.8	1183.5	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	52.3	1268.4	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	58.2	1411.4	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	63.2	1532.7	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	65.8	1595.8	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	65.0	1576.4	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	59.1	1433.3	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	52.8	1280.5	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	48.7	1181.1	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti: 5.0 %
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
 Počet hodnocených let: 5

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R: 5.05 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0.191 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc}: 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou
 přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 4.5E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y*}: 72.0
 Fázový posun teplotního kmitu Psi*: 4.9 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p}: 19.03 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.953

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11.2	0.593	7.9	0.449	19.5	0.953	47.0
2	12.0	0.598	8.6	0.443	19.6	0.953	49.1
3	12.8	0.558	9.5	0.367	19.8	0.953	51.3
4	13.9	0.479	10.5	0.216	20.0	0.953	54.3
5	15.5	0.359	12.1	-----	20.2	0.953	59.5
6	16.8	0.198	13.4	-----	20.4	0.953	64.1
7	17.5	-----	14.0	-----	20.5	0.953	66.4
8	17.3	0.076	13.8	-----	20.4	0.953	65.7
9	15.8	0.339	12.3	-----	20.3	0.953	60.4
10	14.0	0.466	10.6	0.190	20.0	0.953	54.7
11	12.8	0.559	9.4	0.369	19.8	0.953	51.3
12	12.1	0.600	8.8	0.442	19.6	0.953	49.5

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 Tsi je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.0	18.8	18.8	-1.7	-1.9	-12.7	-12.7
p [Pa]:	1334	1311	714	694	672	177	166
p,sat [Pa]:	2200	2167	2166	531	520	203	203

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m]		Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
	levá	pravá	
1	0.1528	0.1528	1.338E-0008
2	0.1708	0.1957	3.905E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

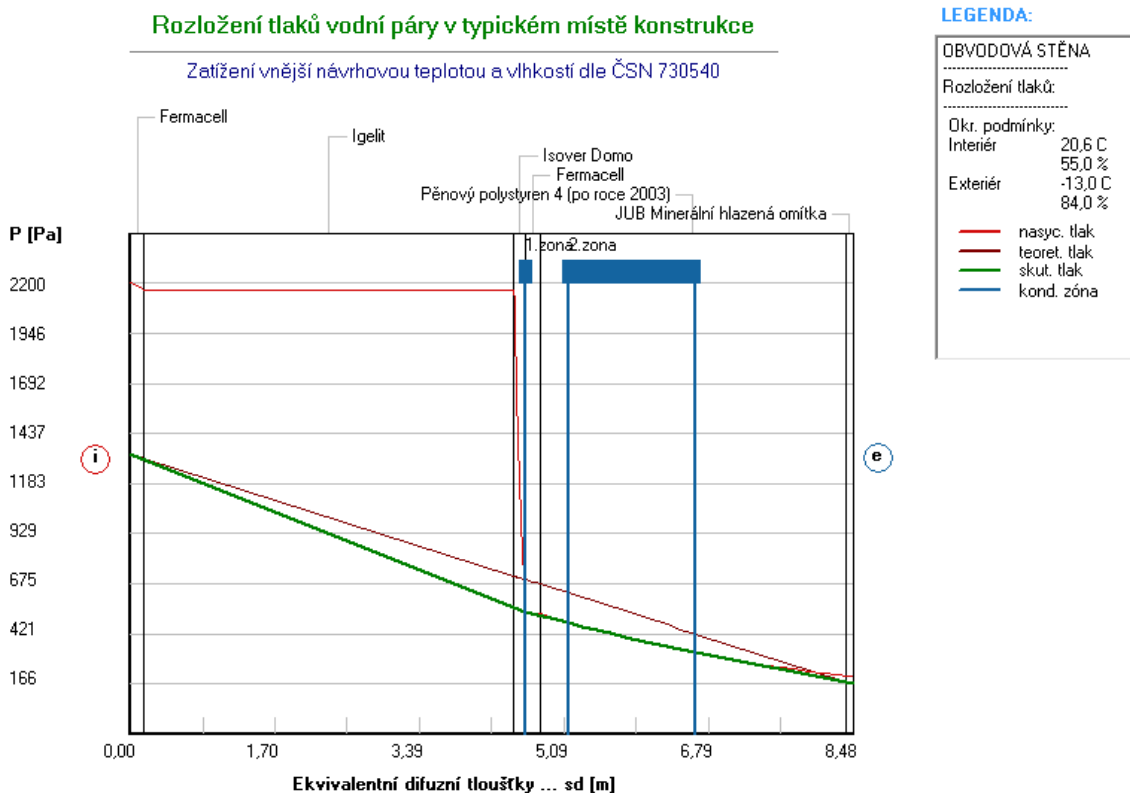
Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.019 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 1.168 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Pokud je množství zkondenzované vodní páry menší než množství vypařitelné vodní páry, pak v konstrukci nedochází během modelovaných pěti let ke kondenzaci, která by negativně ovlivnila fyzikální a mechanické vlastnosti konstrukce.



Obr 17 Rozložení tlaků vodní páry

7.3 Strop

Skladba konstrukce (od interiéru):

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parozábrana	0,0003	0,3500	1470,0	1470,0	14480,0	0.0000
3	Knauf Classic	0,3200	0,0430	840,0	12,5	3,2	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi:	0.13 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi:	0.25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse:	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse:	0.04 m ² K/W

Návrhová venkovní teplota Te:	-13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe:	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi:	55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	44.0	1067.1	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	46.1	1118.0	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	48.8	1183.5	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	52.3	1268.4	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	58.2	1411.4	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	63.2	1532.7	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	65.8	1595.8	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	65.0	1576.4	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	59.1	1433.3	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	52.8	1280.5	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	48.7	1181.1	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti: 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let: 1

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R:	7.50 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U:	0.130 W/m ² K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.9E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y^*} : 60.7
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si^*} : 1.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 18.78 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.968

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	RHsi[%]
$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$				
1	11.2	0.593	7.9	0.449	19.9	0.968	46.1
2	12.0	0.598	8.6	0.443	19.9	0.968	48.1
3	12.8	0.558	9.5	0.367	20.0	0.968	50.5
4	13.9	0.479	10.5	0.216	20.2	0.968	53.7
5	15.5	0.359	12.1	-----	20.3	0.968	59.1
6	16.8	0.198	13.4	-----	20.4	0.968	63.8
7	17.5	-----	14.0	-----	20.5	0.968	66.2
8	17.3	0.076	13.8	-----	20.5	0.968	65.5
9	15.8	0.339	12.3	-----	20.4	0.968	60.0
10	14.0	0.466	10.6	0.190	20.2	0.968	54.1
11	12.8	0.559	9.4	0.369	20.0	0.968	50.4
12	12.1	0.600	8.8	0.442	19.9	0.968	48.6

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
tepl.[C]:	18.8	18.5	18.5	-17.8
p [Pa]:	1285	1261	325	104
p,sat [Pa]:	2166	2129	2128	127

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.
 Množství difundující vodní páry G_d : 4.309E-0008 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

7.4 Podlaha

Skladba konstrukce (od interiéru):

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Podlahové lino	0,0050	0,1700	1400,0	1200,0	1000,0	0.0000
2	Fermacell	0,0250	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
3	Parozábrana	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
4	EPS 150	0,0900	0,0350	1270,0	25,0	30,0	0.0000
5	OSB desky	0,0200	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
6	Isover Domo	0,1400	0,0430	840,0	15,0	1,0	0.0000
7	OSB desky	0,0100	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
8	Folie PVC	0,0005	0,1600	960,0	1400,0	16700,0	0.0000
9	OSB desky	0,0100	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu:

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi:	0.17 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi:	0.25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse:	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse:	0.04 m ² K/W

Návrhová venkovní teplota Te:	-13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe:	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH _i :	55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	44.0	1067.1	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	46.1	1118.0	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	48.8	1183.5	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	52.3	1268.4	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	58.2	1411.4	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	63.2	1532.7	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	65.8	1595.8	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	65.0	1576.4	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	59.1	1433.3	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	52.8	1280.5	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	48.7	1181.1	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti: 5.0 %
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
 Počet hodnocených let: 5

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R:	6.25 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U:	0.155 W/m ² K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou
 přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce $Z_p T$: 1.7E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_y^* : 130.5
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* : 8.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:
 Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.31 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
1	11.2	0.593	7.9	0.449	19.7	0.962	46.5
2	12.0	0.598	8.6	0.443	19.8	0.962	48.5
3	12.8	0.558	9.5	0.367	19.9	0.962	50.9
4	13.9	0.479	10.5	0.216	20.1	0.962	53.9
5	15.5	0.359	12.1	-----	20.3	0.962	59.3
6	16.8	0.198	13.4	-----	20.4	0.962	63.9
7	17.5	-----	14.0	-----	20.5	0.962	66.3
8	17.3	0.076	13.8	-----	20.5	0.962	65.6
9	15.8	0.339	12.3	-----	20.3	0.962	60.1
10	14.0	0.466	10.6	0.190	20.1	0.962	54.4
11	12.8	0.559	9.4	0.369	19.9	0.962	50.8
12	12.1	0.600	8.8	0.442	19.8	0.962	49.0

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	e
tepl.[C]:	19.3	19.2	18.8	18.8	5.5	4.8	-12.0	-12.4	-12.4	-12.8
p [Pa]:	1334	1156	1145	634	538	503	498	480	184	166
p,sat [Pa]:	2240	2219	2164	2164	905	857	217	209	209	202

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství
číslo	levá [m]	pravá [m]	vodní páry [kg/m ² s]
1	0.2801	0.2901	8.505E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.041 kg/m²,rok

Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 0.228 kg/m²,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Hranice kondenzační zóny Akt.kond./vypař. Akumul.vlhkost

Měsíc	levá [m]	pravá [m]	Gc [kg/m ² s]	Ma [kg/m ²]
12	0.2901	0.2901	1.44E-0009	0.0039
1	0.2901	0.2901	2.03E-0009	0.0093
2	0.2901	0.2901	1.54E-0009	0.0130
3	0.2901	0.2901	-5.10E-0010	0.0117
4	0.2901	0.2901	-4.06E-0009	0.0011
5	---	---	-9.36E-0009	0.0000

Maximální množství kondenzátu $M_{c,a}$: 0.0130 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

...

Roční cyklus č. 5

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Hranice kondenzační zóny Akt.kond./vypař. Akumul.vlhkost

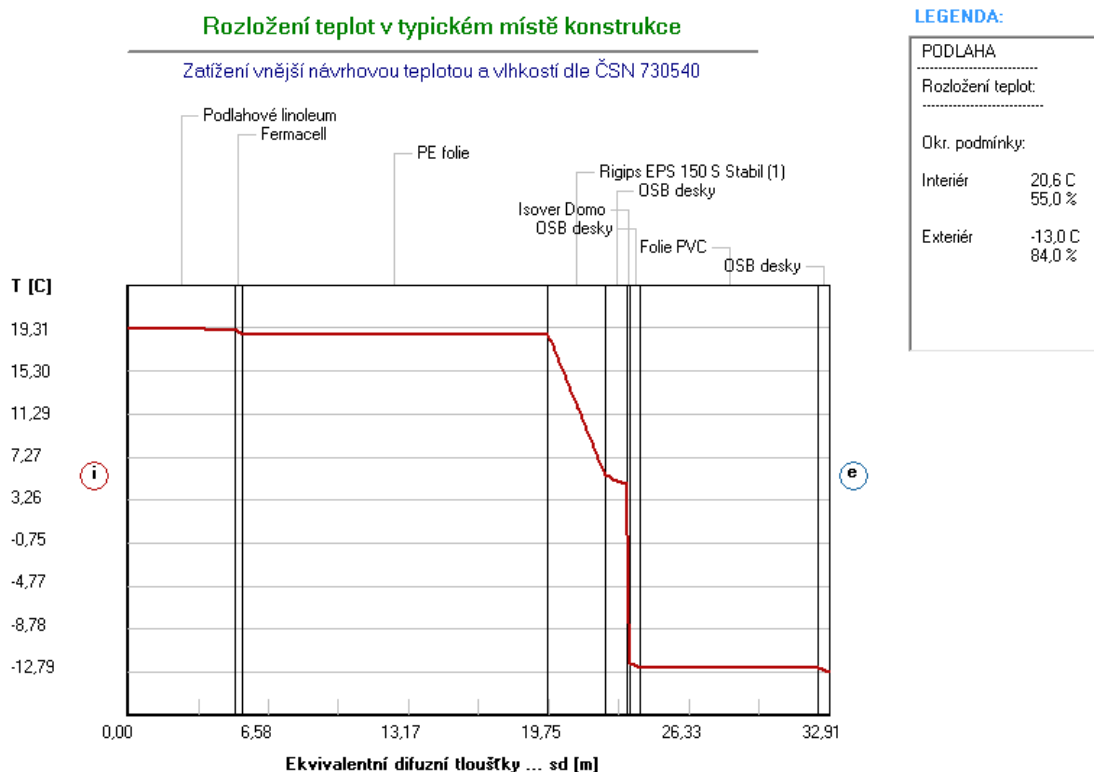
Měsíc	levá [m]	pravá [m]	Gc [kg/m ² s]	Ma [kg/m ²]
12	0.2901	0.2901	1.44E-0009	0.0039
1	0.2901	0.2901	2.03E-0009	0.0093
2	0.2901	0.2901	1.54E-0009	0.0130
3	0.2901	0.2901	-5.10E-0010	0.0117
4	0.2901	0.2901	-4.06E-0009	0.0011
5	---	---	-9.36E-0009	0.0000

Maximální množství kondenzátu $M_{c,a}$: 0.0130 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

Pro ilustraci jsou uvedeny dva cykly, a to první a pátý rok, z kterých je zřejmé, že se zkondenzovaná voda je schopná vypařit. Kritickým je samozřejmě zimní období, kdy dochází ke kondenzaci, ale množství kondenzátu 0,0130kg/m² není pro stavbu nebezpečné.

Dále byl zpracován průkaz energetické náročnosti budovy, který je v dokladové části přílohy této diplomové práce.



Obr 18 Rozložení teplot v konstrukci podlahy

8. Ekonomická analýza

8.1 Úvod k ekonomické analýze

Jedna z důležitých částí práce je ekonomická analýza stavby. Bylo totiž nutné vytvořit stavbu, která bude nejen odpovídat aktuálním potřebám, ale zároveň bude finančně dostupná. K hodnocení finanční stránky stavby může posloužit specializovaný software pro rozpočty, položkový ceník stavebních prací nebo dříve hojně užívaný výpočet z obestavěného prostoru. Specializovaný rozpočtový software, jako např. RTS Stavitel, Power Build nebo Callida, je vhodný pro firmy s vyššími obraty. Pro firmy menší a střední postačí položkový ceník stavebních prací, kdy je možné pomocí tabulkového editoru zhotovit rychle a dostatečně výstižně rozpočet stavby (např. Microsoft Excel). Nevýhodou editoru oproti rozpočtovým programům může být neprovázanost s harmonogramem výstavby. To je hlavní důvod, proč si velké firmy tento software pořizují. Zatímco v malém počtu pracovníků podílejících se na stavbě nedochází k informačním nedorozuměním, ve velkém kolektivu k tomu dochází a harmonogram se stará o to, aby vše bylo včas na správném místě.

8.2 Položkový rozpočet

Rozpočet byl proveden v tabulkovém editoru pomocí volně dostupného ceníku stavebních prací. Dost významnou roli zde hraje výše DPH, která při provedení stavební firmou je v případě objektu pro bydlení 15%, zatímco v případě objektů pro rekreaci 21%. Zároveň výrobky plnicí funkci stavby bývají počítány s 21% DPH. Výsledná cena tvořena pomocí ceníku stavebních prací činí 712 364,-Kč Detailní položkový rozpočet je přílohou této diplomové práce v dokladové části.

8.3 Empirické výpočty

Celkem rychle je možné odhadnout orientační cenu objektu pomocí volně dostupných nástrojů, které operují s obestavěným prostorem, popř. s podlahovou plochou objektu. Není možné brát výsledek jako rozhodující, neboť je počítáno s průměrnými náklady. Není tedy překvapením, že celková cena s DPH dle empirického výpočtu je téměř o 300 000,- Kč vyšší. Navržená stavba byla koncipována s požadavkem na co nejnižšími náklady.

Tab 1 Empirický odhad nákladů na stavbu (zdroj:www.sci-data.cz)

Výsledek	
Orientační cena zděné stavby - Rodinný dům - s obestavěným prostorem 142.1 m ³ je	
1 000 100 Kč (s DPH). Z toho je:	
Zemní práce (2%):	14 494 Kč
Základy (5%):	36 236 Kč
Hrubá stavba (konstrukce) (25%):	181 178 Kč
Topení, voda a kanalizace (14%):	101 459 Kč
Střecha (krov a krytina) (4%):	28 988 Kč
Výplně otvorů (6.5%):	47 106 Kč
Úpravy povrchů a podlahy (16.5%):	119 577 Kč
Izolace tepelné a ostatní (3%):	21 741 Kč
Instalace elektro a ostatní (5.5%):	39 859 Kč
Dokončovací a ostatní práce (18.5%):	134 071 Kč
Mezisoučet (stavební objekty celkem):	724 710 Kč
Další náklady spojené se stavbou:	
Průzkum a projektové práce (5% navíc):	36 236 Kč
Náklady na umístění stavby a ostatní náklady (5% navíc):	36 236 Kč
Rezerva (5% navíc):	36 236 Kč
Celková cena bez DPH:	833 417 Kč
DPH (20%):	166 683 Kč
Celková cena s DPH:	1 000 100 Kč

9. Diskuze

V knize *About the house* od autorů Janet Carsten, Stephen Hugh-Jones se jedna kapitola právě zabývá bydlením v rozvojových zemích a ukazuje, že mobilita bydlení je jedna z předních vlastností místních domů. Stavba v Langkawi, stejně jako jinde v Malajsii, vykazuje značnou variabilitu, a to ve stylu a designu. Citlivost malajských domů na změny bydlení je jedním z nejjasnějších ukazatelů bohatství. Z hlediska vývojového cyklu domácí skupiny, snad nejvýznamnější rysem tradičního typu malajského domu, je to, že může být snadno rozšířen a že je pohyblivý z místa na místo. Tyto vlastnosti, tedy flexibilita konstrukce a mobilita domu, jsou pro své obyvatelé zásadní a určují jejich postavení. (Carsten 1995)

Tato dřevostavba vychází z podobných principů. To jestli bude i v ČR v budoucnu bydlení v mobilních domech oblíbené jako například v USA je otázkou. Každopádně mají velký potenciál. Mobilita a variabilita jsou pro někoho nepodstatné záležitosti a pro někoho součástí životního stylu. Navržená dřevostavba má mnoho kladů a mnoho záporů. Je důležité při rozhodování, zda je to správná volba si být těchto kladů a záporů vědom. Vždy bude mobilní dřevostavba o kompromisu. Nelze jí navrhnout velkou, protože by byla drahá (téměř srovnatelná s klasickým rodinným domem). A tím by ztratila na atraktivitě. Zejména nízká cena totiž může být tím lákadlem pro uživatele. Zájem ze strany uživatelů je zase nepostradatelný pro vývoj a růst tohoto odvětví stavebnictví.

Využití takto navrženého mobilního domu nemusí být přitom pouze v krizových situacích. Mohl by být využíván i v řadě jiných případů, kdy hlavní roli hraje cena. Jak je již na začátku práce zmiňováno. Stavba by našla využití jako např. rekreační, rybářská chata nebo jako provozovna malé společnosti.

10. Závěr

Tato práce si kladla za cíl navrhnout mobilní dřevostavbu pro krizové situace. Byla nejprve prostudována problematika ohledně mobilních dřevostaveb, dostupných systémů, jejich výhod a nevýhod. Důležitým zdrojem informací byly první americké patenty pojednávající o podobném systému bydlení.

Dále byly definovány pojmy z oblasti krizových situací a jasně vymezeno co je krizová situace.

Následoval samotný návrh mobilního stavebnicového systému na bázi dřeva. Výsledkem jsou výkresy v příloze. Jsou v souladu s normativy a českou legislativou. Při tvorbě struktury příložené dokumentace byl kladen důraz zejména na vyhlášku č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. Navržená stavba byla koncipována tak, aby dokázala nahradit dosavadní bydlení osobám postižených nějakou krizovou situací na několik měsíců. Stavba byla navržena tak, aby byla dobře transportovatelná, finančně dostupná, brzy provozu schopná a srovnatelná s tradičním bydlením.

Byl proveden model a následně statický výpočet konstrukce ve výpočtovém software využívajícím metodu konečných prvků. V této části práce byla řešena stabilita konstrukce. Vzhledem ke skladbě obvodové nosné stěny, kde opláštění a ztužující prvek tvoří sádrovláknité desky, bylo nutné s touto problematikou počítat a v programu správně nadefinovat. Aby mohl být proveden statický posudek, bylo nutné stavbu geograficky umístit v rámci ČR. Záměrně byla vybrána oblast blízká záplavovému území. Výsledkem této části je redukovaný statický posudek nacházející se v příloze.

Stavbu jako celek bylo nutné posoudit z hlediska tepelně technických vlastností. Nejprve byly posouzeny jednotlivé konstrukce a vyhodnoceno zda odpovídají platným normám a právním předpisům. Důležitou součástí bylo stanovení množství kondenzátu a výparu. Následně byly hodnoty použity pro tvorbu průkazu energetické náročnosti budovy (viz příloha).

V kapitole ekonomická analýza bylo třeba zjistit cenu navržené dřevostavby, aby byla vůbec životaschopná. Stavba tak jak je navržena je konkurenceschopná a prodejná za reálnou tržní cenu.

11. Summary

This thesis aimed to design a mobile timber house for crisis situation. Firstly studied issues related to mobile timber construction, available systems, their advantages and disadvantages. An important source of information was the first US patents dealing with similar housing system.

There were defined concepts in the field of crisis situations and clearly define what is a crisis situation.

Followed by the actual design of mobile modular system based on wood. The results are drawings in the annex. They are in accordance with the norms and Czech legislation. When creating the structure of attached documentation, the emphasis was mainly on no. 499/2006 Sb. about documentation of buildings. The proposed building was designed so it could replace existing housing to persons affected by a crisis situation for several months. The construction was designed to be readily transportable, affordable, early operable and comparable to the traditional housing.

Model was made and subsequently static calculation of construction in computational software using the finite element method. In this part of the construction can be solved. Due to the composition of external bearing walls, where the cladding and reinforcing element consists of gypsum board it was necessary to reckon with this issue and properly defined in the program. In order to run static report, it was necessary to build geographically placed in the Czech Republic. It was deliberately chosen area close záplavovému territory. The result of this is reduced static report found in the Annex.

The building as a whole had to be assessed in terms of thermal properties. First, the individual structures were assessed and evaluated whether they meet the applicable standards and legislation. An important part was to determine the amount of condensation and evaporation. Subsequently, the values used for the production of energy performance certificates (see Annex).

In chapter economic analysis was needed to determine the price of wooden buildings designed to be not viable. The construction is designed as a competitive and retails for fair market value.

12. Zdroje

BERGSTROM, Carl V. Housing unit [patent]. US 2904849. Uděleno 27. 4.1953.

CARSTEN, Janet a Stephen HUGH-JONES. About the house: Lévi-Strauss and beyond. New York: Cambridge University Press, 1995, 300 str. ISBN 0521479533.

FERMACELL. Navrhování a provádění dřevostaveb: Komplexní řešení pro stavby na bázi dřeva. Praha, 2015, 156 s.

FERMACELL. Povolení pro statické použití: Z-9.1-434. Berlín, 2003.

MMR ČR. Mobilní domy [online]. 2013, I, s. 4 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.mmr.cz>

KOGER, Marvin Vastine. Combination van-wagon [patent]. US 1156693. Uděleno 12. 10. 1915.

KRINNER. Technické listy M Série. Straßkirchen, 2015.

Krizový zákon: Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. In: č. 240/2000 Sb. 2000.

VAVERKA, Jiří. Dřevostavby pro bydlení. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 376 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2205-4

Stavební zákon: Zákon o územním plánování a stavebním řádu. In: 183/2006 Sb. 2006.

Zkratky

ČR – Česká republika

ČSN – Česká technická norma

DIN – Německá národní norma

DPH – daň z přidané hodnoty

EN – Evropská norma

ETICS – vnější kontaktní zateplovací systém

Fig. – obrázek anglicky

ISO – Mezinárodní norma

KVH – masivní konstrukční dřevo

MMR ČR – Ministerstvo pro místní rozvoj České republiky

NN – nízké napětí

PENB – průkaz energetické náročnosti budovy

RIS – rozpojovací skříň

USA – Spojené státy americké

Seznam obrázků

Obr. 1	Mobilní dům (zdroj:www.palis.cz)	3
Obr. 2	Mobilní dům (zdroj:www.freedomky.cz)	3
Obr. 3	Mobilní dům (zdroj:www.naturhouse.cz)	3
Obr. 4	Mobilní dům (zdroj:www.wood-con.cz).....	3
Obr. 5	Schéma současných konstrukčních systémů dřevostaveb (zdroj:Vaverka a kol. 2008)	4
Obr. 6	Upravený kamionový kontejner (zdroj: www.treehugger.com)	5
Obr. 7	Obrázky amerického patentu (Patent US 1156693).....	6
Obr. 8	Příloha amerického patentu (Patent US 2904849)	7
Obr. 9	Záplavová mapa k.ú. Nepasice (zdroj: mapserver.mmhk.cz)	12
Obr. 11	Interaktivní mapa ŘSD (zdroj: geoportal.jsdi.cz/flexviewers/Silnicni_a_dalnicni_sit_CR).....	13
Obr. 10	Kamion s dřevostavbou	13
Obr. 12	Nosnost jeřábu Praga AD080 v závislosti na vyložení ramene (zdroj:www.jerabypraga.cz)	14
Obr. 13	Zemní vrut (krinner.cz).....	15
Obr. 14	Modelování kce v RFEM	20
Obr. 15	Výsledná konstrukce se zatěžovacím stavem - vlastní tíha.....	20
Obr. 16	Statické hodnoty deklarované výrobcem (zdroj:www.krinner.cz).....	21
Obr. 17	Rozložení tlaků vodní páry.....	24
Obr. 18	Rozložení teplot v konstrukci podlahy	30

Seznam příloh

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE:

- A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA
- B. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA
- C. SITUAČNÍ VÝKRESY
- D. DOKUMENTACE STAVEBNÍHO OBJEKTU

AS. ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

TPS. TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

-ZTI. ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE

-EL. ELEKTROINSTALACE

DPS. DOKUMENTACE PRO PROVEDENÍ STAVBY

ST. STATICKÝ VÝPOČET

- E. DOKLADOVÁ ČÁST

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

VÝJÁDŘENÍ DOTČENÝCH ORGÁNŮ

POLOŽKOVÝ ROZPOČET