

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra energetických zařízení



ROMAN PALEČEK

Pasivní dům chráněný zemí
(Earth-sheltered passive house)

Vedoucí bakalářské práce: ing Petr Novotný

Konzultant bakalářské práce:

Rozsah práce:

Počet stran: 30

Počet obrázků: 4

Počet tabulek: 6

Počet grafů: 0

Počet příloh: 7

Anotace

Tato práce se zabývá úsporou energií při bydlení v pasivním domě chráněném zemí. Na konkrétním příkladu řeší technické provedení dané stavby, složení konstrukce z materiálů, vlastnosti půdy a výpočet tepelných ztrát. Včetně stanovení nákladů na pořízení pasivního domu.

Annotation

This work deals with saving energy in Earth-sheltered passive house. The specific example solve the technical exekution of the construction, composition of construction materials, soil properties and calculatin of heat loss. Including setting cost of acquisition of passive house.

Klíčová slova

Pasivní dům krytý zemí, tepelné ztráty, úspora energie

Keywords

Earth-sheltered passive house, heat loss, energy saving

Zadání diplomové práce

Prohlášení

Byl jsem seznámen s Um, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL.; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 10.01.2010

Podpis:

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant

Date : 10.01.2010

Signature:

Obsah

Seznam použitých symbolů.....	7
1 Úvod	8
2 Charakteristika pasivních domů	9
2.1 Historie pasivních domů	9
2.2 Parametry pasivních domů	10
2.3 Specifika pasivních domů chráněných zemí	10
3 Pasivní dům krytý zemí	12
3.1 Složení konstrukce obvodových stěn krytých zemí	12
3.1.1 Filtrační vrstva.....	12
3.1.2 Drenážní vrstva	12
3.1.3 Hydroizolační vrstva	13
3.1.4 Tepelná izolace.....	15
3.1.5 Tepelná izolace základových patek.....	16
3.1.6 Železobetonový skelet.....	17
3.2 Složení jižní stěny.....	17
3.3 Okna, světlovody	17
3.3.1 Okna	17
3.3.2 Světlovody.....	19
3.4 Vegetační střecha.....	19
3.4.1 Tepelná izolace.....	20
3.4.2 Ochrana proti horku	20
3.4.3 Schopnost zadržet vodní srážky	20
3.4.4 Trvanlivost	20
3.4.5 Estetická a ekologická funkce	21
3.4.6 Ochrana před nepříznivými vnějšími vlivy.....	21
3.4.7 Tloušťka substrátu.....	21
3.5 Výpočet tepelných ztrát domu.....	22
3.5.1 Celkový součinitel přestupu tepla	22
3.5.2 Tepelný odpor	22
3.5.3 Součinitel prostupu tepla.....	22
3.5.4 Celkové množství přeneseného tepla prostupem zóny	22
3.5.5 Měrné tepelné toky.....	22

3.5.6	Celkové množství přeneseného tepla větráním zóny	22
3.5.7	Celkové vnitřní tepelné zisky	23
3.5.8	Solární tepelné zisky	23
3.5.9	Délka období vytápění	23
3.6	Potřeba energie na vytápění.....	23
3.6.1	Celkové množství přeneseného tepla	23
3.6.2	Faktor tepelných zisků pro vytápění	23
3.7	Energetická náročnost budovy určená programem Energie 2009	23
3.7.1	Tepelná ztráta budovy	23
3.7.2	Celková měrná potřeba tepla na vytápění	23
3.7.3	Měrná spotřeba energie dodané do budovy.....	24
3.7.4	Tepelná stabilita v letním období	24
4	Technické vybavení domu	25
4.1	Možné způsoby vytápění	25
4.1.1	Vytápění elektrokotlem	25
4.1.2	Vytápění kotlem na peletky.....	25
4.1.3	Vytápění kondenzačním plynovým kotlem.....	26
4.1.4	Vytápění krbem	26
4.1.5	Vytápění solárními panely	27
4.1.6	Vytápění tepelným čerpadlem.....	27
4.1.7	Klimatizace s rekuperační jednotkou	28
4.2	Porovnání energetické náročnosti.....	28
4.2.1	Roční náklady na vytápění a přípravu TUV Celková roční spotřeba energií	29
4.2.2	Návrh způsobu vytápění.....	29
4.3	Posouzení finanční náročnosti stavby.....	30
5	Závěr	31
6	Seznam použité literatury a příloh	32

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Tab.1 Seznam použitých symbolů

Q_{tr}	Celkové množství přeneseného tepla prostupem zony	[W]
$H_{tr,adj}$	celkový měrný tok prostupem tepla přepočtený pro teplotní rozdíl mezi vnitřním a venkovním prostředím	[W/K]
$\Theta_{int,set,H}$	Požadovaná teplota v zóně budovy při režimu vytápění	[°C]
Θ_e	teplota venkovního prostředí	[°C]
t	délka kroku	[Ms]
H_D	měrný tepelný tok prostupem tepla do venkovního prostředí	[W/K]
H_g	měrný tepelný tok prostupem tepla zeminou	[W/K]
H_U	měrný tepelný tok prostupem tepla přes neklimatizované prostory	[W/K]
H_A	měrný tepelný tok prostupem tepla do přiléhající budovy	[W/K]
H_x	obecně zastupující H_D , H_g , H_U , H_A	[W/K]
A_i	plocha i-tého prvku obvodového pláště	[m ²]
U_i	součinitel prostupu tepla i-tého prvku	[W/m ² K]
l_k	délka k-tého lineárního tepelného mostu	[m]
$\square_j$	bodový činitel prostupu tepla j-tého mostu	[W/mK]
$b_{tr,x}$	teplotní korekční činitel	[-]
$Q_{H,nd,cont}$	potřeba energie budovy na nepřerušované vytápění	[MJ]
$Q_{H,ht}$	celkové množství tepla přeneseného v režimu vytápění	[MJ]
$Q_{H,gn}$	celkové tepelné zisky v režimu vytápění	[MJ]
$\eta_{H,nd,cont}$	využitelnost tepelných zisků	[-]
Q_{tr}	celkové množství přeneseného tepla prostupem	[MJ]
Q_{ve}	celkové množství přeneseného tepla větráním	[MJ]
Q_{int}	součet vnitřních tepelných zisků	[MJ]
Q_{sol}	součet solárních zisků	[MJ]
$H_{ve,adj}$	celkový měrný tok větráním přepočtený pro teplotní rozdíl mezi vnitřním a venkovním prostředím	[W/K]
$\rho_a c_a$	objemová tepelná kapacita vzduchu = 1200	[J/(m ³ K)]
$q_{ve,k,mn}$	časový průměr k-tého prvku objemového toku vzduchu	[m ³ /s]
$b_{ve,k}$	teplotní korekční součinitel k-tý objemový tok vzduchu	[-]
$b_{tr,l}$	korekční činitel pro přiléhající neklimatizovaný prostor s vnitřním zdrojem tepla definovaný v ISO 13789	[-]
$\square_{int,mn,k}$	časově zprůměrovaný tepelný tok z vnitřního zdroje tepla k	[W]
$\square_{int,mn,u,l}$	časově zprůměrovaný tepelný tok z vnitřního zdroje tepla l v přiléhajícím neklimatizovaném prostoru	[W]
$\square_{sol,mn,k}$	časově zprůměrovaný tepelný tok ze solárního zdroje tepla k	[W]
$\square_{sol,mn,u,l}$	časově zprůměrovaný tepelný tok ze solárního zdroje tepla l v přiléhajícím neklimatizovaném prostoru	[W]
γ_H	bilanční poměr pro režim vytápění	[-]
a_H	číselný parametr závisející na časové konstantě	[-]

1 Úvod

V současné době existuje na trhu v ČR i v zahraničí široká nabídka výstavby různých typů rodinných domů. Materiálů a technologií používaných při stavbě rodinných domů existuje celá řada. Se vzrůstající potřebou úspory energií vzrůstá zájem o domy nízkoenergetické a pasivní. Za nízkoenergetické domy jsou považovány domy s měrnou potřebou tepla menší než 50 kWh/m²a. Stavby navrhované podle běžných požadavků tepelně technické normy dnes dosahují hodnoty 180 kWh/m²a, takže již nízkoenergetický dům představuje výraznou úsporu. Pasivní domy však jdou s hodnotou ještě níže – vystačí si s teplem pod 15 kWh/m²a. V těsném závěsu za nimi jsou tzv. nulové domy, jež nespotřebují více než 5 kWh/m²a tepla na vytápění. V této práci se zaměřím na úsporu energií při bydlení v pasivním domě chráněném zemí.

Energeticky pasivní dům (zkráceně pasivní dům z německého *Passivhaus*, česká zkratka EPD) je stavba, která splňuje dobrovolná, ale přísná kritéria energetických úspor při provozu domu. Koncepce pasivního domu není architektonický styl nebo stavební systém, ale dílčí kapitola při navrhování a projektování novostaveb nebo rekonstrukcí.

Tento přívlastek říká, že dům nepotřebuje aktivní samostatný systém, ve kterém proudí nějaké topné médium. Přívlastek „pasivní“ vystihuje ještě jednu vlastnost - do značné míry se udržuje uvnitř v zimě teplý sám, bez našeho přispění, prostě tím, že jej ohřívá sluneční záření přicházející ve dne okny. I kdyby vypadlo zásobování elektřinou a téměř nikdo v něm nepobýval, neklesne v něm teplota pod patnáct stupňů.

Měl by to být dnešní standard pro stavění domů s co nejnižší spotřebou energie - standard proto, že je všeobecně uznávaný, dobře dosažitelný dnešními technologiemi a současně cenově výhodný. Pasivní dům je praktickou odpovědí na zadání, nezatěžovat v budoucnosti tolik atmosféru emisemi fosilního uhlíku a brzdit tím dosud rostoucí tempo globálního oteplování.

Předmětem této práce je určit vlastnosti pasivního domu krytého zemí na konkrétním případě.

2 Charakteristika pasivních domů

2.1 Historie pasivních domů

Vzniku staveb, označovaných dnes jako pasivní domy, předcházela výstavba s koncepcí solárních domů. Domy byly navrhovány s velkými zásobníky tepla (voda, kámen, zdivo), které akumulovaly teplo ze slunce skrze vodu nebo vzduch. Menší důraz byl kladen na tepelnou ochranu budovy a vhodné větrání.

Takové domy se objevily jako experimenty univerzity MIT (Massachusetts Institute of Technology) v USA poprvé v roce 1939 a další desítkou regulérních staveb především v severní Americe postavených do konce 20. století. Jistou stimulací v USA byla také ropná krize v roce 1973. Tradice solárních domů odkazuje do starověkého Řecka a Číny, kde jsou pro ně vhodné klimatické podmínky.

Standard pasivního domu vznikl v diskuzi mezi profesorem Bo Adamsonem z Lund University (Švédsko) a Wolfgangem Feistem z Institut für Wohnen und Umwelt (Německo) v roce 1988. Projekt byl následně vyvíjen jako mnoho jiných výzkumných záměrů. Podobnou koncepcí se také zabývali např. Martin Treberspurg a Georg W. Reinberg.

Skutečný návrh a realizaci čtyř řadových domů vytvořili pro soukromé klienty architekti Bott, Ridder a Westemeyer. Byly postaveny v německém městě Darmstadt v roce 1990. Další byly realizovány v roce 1993 ve městě Stuttgart a 1997 v Naumburgu, Hessenu, Wiesbadenu.

Po ověření funkčnosti konceptu pasivního domu byla v roce 1996 založena nadace Passivhauss-Institut pro propagaci a kontrolu standardu pro pasivní domy. Dále byla založena pracovní skupina pro projektování pasivních staveb, vývoj technologií (především oken a větracích systémů).

Koncept byl od roku 1998 financován skrze Evropský projekt CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards), který oslovil pět evropských zemí, kde byla provedena výstavba 250 staveb v pasivním standardu. V Rakousku také vznikl národní program klima:aktiv v roce 2004, který také propaguje pasivní domy, ve Švýcarsku pak národní standard MINERGIE-P. Osvětovou činnost v České republice zajišťuje cca od roku 2000 Ekologický institut Veronica, přibližně od roku 2005 funguje občanské sdružení Centrum pasivního domu, které mezi roky 2006 a 2008 zaštiťovalo „Sít' center pasivního domu“ skrze přednášky, publikace a odborné konference.

Od doby prvních prototypů byly postaveny již tisíce pasivních domů, převážně v německy mluvících zemích a ve Skandinávii. V severní Americe byl postaven první pasivní dům v roce 2003 ve státě Illinois, další, již certifikovaný, v Minesotě v roce 2006. V České republice byl první pasivní dům postaven v roce 2004, do roku 2008 jich byly uvedeny do provozu desítky. V roce 2008 byl postaven sériový soubor 13 pasivních domů v obci Koberovy u Turnova.

[1]

2.2 Parametry pasivních domů

Pasivní domy se v českých normách objevily ještě mnohem dříve než byl na našem území vůbec nějaký postaven. Norma ČSN 73 0540 jej popisuje následovně:

"Pasivní domy jsou budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující 15 kWh/(m²a). Takto nízkou energetickou potřebu budovy, lze krýt bez použití obvyklé otopné soustavy, pouze se systémem nuceného větrání obsahujícím účinné zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu (rekuperací) a malé zařízení pro dohřev vzduchu v období velmi nízkých venkovních teplot. Navíc musí být dosaženo návrhových teplot vnitřního vzduchu po provozní přestávce v přiměřené (a v projektové dokumentaci uvedené) době. Norma dále dělí budovy s nízkou energetickou náročností obecně na domy nízkoenergetické a pasivní. Hraniční hodnotou pro nízkoenergetický dům je v České republice 50 kWh/(m²a) [2]

Rozhodujícím kritériem pro zařazení domu do nějaké kategorie je měrná potřeba uměle mobilizované energie. Měrná, tím se rozumí vztažená na podlahovou plochu té části budovy, která je v zimě udržovaná teplá. Standardně jde o počet kilowatthodin na metr čtvereční a rok. U pasivních domů je to 15 kWh/(m²a).

Je žádoucí mít i limit na celkovou potřebu umělých dodávek energie do budovy, vždyť ať už spouštíme jakékoliv spotřebiče, konečným důsledkem jejich činnosti je zase jen vytápění. Takový limit, je-li přísný, současně pomáhá chránit budovu před letním přehříváním. U pasivních domů zní: 42 kWh/(m²a).

Umělé dodávky energie do budovy jsou z nemalé části tvořené elektřinou. Aby podíl této části nebyl zbytečně vysoký, tj. elektřina se neutilizovala na pouhé ohřívání, je pro pasivní domy stanoven ještě třetí limit, na veškerou energii uvolněnou pro provoz domu, tzv. potřebu "primární energie". Ten činí 120 kWh/(m²a). [3]

2.3 Specifika pasivních domů chráněných zemí

Jde o pasivně-solární stavby, kde důležitou roli v tepelné bilanci hraje obklopující zemina osázená vegetací. Kromě mimořádné energetické úspornosti se tyto domy vyznačují dalšími přednostmi:

- lze je s výhodou stavět na nejlevnějších pozemcích, jako jsou svahy a jiné terény nevhodné pro klasickou zástavbu a zemědělské využití;
- běžná údržba vyžaduje podstatně méně času a peněz;
- vyznačují se vysokou odolností vůči požáru a dalším živelným pohromám (krupobití, větrným smrštím apod.);
- jejich obyvatelé se v nich cítí velmi bezpečně, mj. vzhledem k omezené možnosti vloupání a vandalismu;
- jsou zvukově dokonale izolované, tedy tiché.

Mnoho lidí se domnívá, že domy kryté zemí využívají nějakých mimořádných tepelně-izolačních vlastností půdy. Tak tomu, ale rozhodně není. Ve skutečnosti je země vlastně špatný izolátor a vlhká země je dokonce velmi špatný izolátor. Jak tedy mohou domy kryté zemí ušetřit tolik energie?

Vysvětlení spočívá v tom, že země je výborný kondenzátor tepla. Již v hloubce 2 m pod povrchem je průběh teplot celoročně tak vyrovnaný, že to tyto domy v zimním období pomyslně přenáší někam do subtropů, tisíc kilometrů na jih. Lednová teplota půdy v uvedené hloubce je totiž přibližně 10°C, a to i přesto, že vzduch má v té době třeba zrovna minus 20°C. Náš dům tedy obklopuje prostředí s teplotou o 30°C vyšší ve srovnání s nadzemním domem.

Abychom za takových podmínek dosáhli příjemné pokojové teploty 22°C, potřebujeme interiér ohřát jen o 12°C nad okolní teplotu. U nadzemního domu musíme ovšem k dosažení téhož vytvořit teplotní rozdíl 42°C.

Na druhé straně je země bohužel i dobrým vodičem tepla, který má snahu odvádět teplo z interiéru a vyrovnat jeho teplotu na okolních 10°C. To by nám asi nevyhovovalo. Naštěstí je tu ale jiný tepelný kondenzátor, a to hmota samotné budovy - její stěny, betonová podlaha, základy apod. Nejlepším způsobem, jak regulovat teplotu této hmoty, je separovat ji od tepelně vodivé země. Typickým řešením je použití izolace z tuhé pěnové hmoty, správně umístěné na vnější plášť domu.

A jak funguje dům krytý zemí v létě? Zemi si nyní můžeme představit jako „zásobník chladu“. Ve středoevropských klimatických podmínkách dosahuje nejvyšší teplota země v hloubce 2 m kolem 15°C. V tomtéž období jsou ale stěny klasického nadzemního domu ohřívány vzduchem např. o teplotě 30°C a jsou jen dvě možnosti: nedýchatelné horko nebo energeticky náročná klimatizace.

Mimořádný chladicí efekt má v létě i zelená střecha. Na rozdíl od klasické krytiny nebo asfaltového povrchu účinně chladí už i několikadecimetrová vrstva zeminy díky respiraci porostu a odpařování vlhkosti z půdy [4]

3 Pasivní dům krytý zemí

3.1 Složení konstrukce obvodových stěn krytých zemí

3.1.1 Filtrační vrstva

Filtrační vrstva zamezuje znečišťování drenážní vrstvy, vyplavování sypkých vrstev souvrství a snižování odvodňovací schopnosti drenážní vrstvy. Tato vrstva se pokládá samostatně, může být ale také již součástí drenážní vrstvy. Samostatnou filtrační vrstvou je nejčastěji tkaná či netkaná geotextilie s minimální plošnou hmotností 100 g/m², s vyšší tloušťkou vrstvy se dále zvyšuje i plošná hmotnost použitého materiálu.

Geotextilie jsou vyráběny z kvalitního polypropylenu a polyesteru. Mezi jejich velké přednosti patří snášenlivost alkalického i kyselého prostředí a odolnost vůči obvyklým rozpouštědlům. K základním funkcím každé geotextilie je ochrana hlavní izolační vrstvy ve stavbě, filtrace a drenáž, separace částí stavební konstrukce, atd.

Geotextilie jsou podle složení rozděleny do dvou hlavních skupin a to na přírodní geotextilie a syntetické geotextilie. [5]

3.1.2 Drenážní vrstva

Drenážní vrstva má kromě možné ochranné funkce také za úkol zadržet protékající vodu a odvést ji k odtokovým místům, případně vodu naakumulovat. I do drenáže mohou vrůst kořeny rostlin. Tvořena je sypkými materiály, případně drenážními rohožemi a deskami. Ze sypkých materiálů jsou nejčastěji používány štěrky, lehké pórovité kamenivo, jakým je drcená lehká láva či pemza, nebo průmyslové odpady, například cihelná drť či škvára, případně umělé kamenivo, tedy keramzit, expandit a podobně. Drenážní rohože bývají z plastů, pěnových plastů či pryže, desky mohou být tvarované z klasických či pěnových plastů, další možností jsou perforované nopové fólie. Druh materiálu je volen v závislosti na konkrétních podmínkách.

Drenážní systém aktivně snižuje hladinu podzemní vody kolem domu a v optimálním případě by ji neměl pustit nad úroveň nejnižše položených drenážních trubek u základových pásů. Má proto velký význam i pro statiku stavby, neboť eliminuje vliv hydrostatického tlaku na obvodové zdi domu chráněného zemí.

Nejdůležitější zásady pro spolehlivé fungování drenážního systému:

- Zásyp musí být v celém svém profilu z materiálu dobře propustného pro vodu, tedy z kameniva a hrubého štěrku, s výjimkou několika decimetrů na povrchu, kde by zhutnělá hlína měla naopak vytvářet "čepici" odvádějící povrchovou vodu.
- Drenáže je třeba budovat s minimálním sklonem 2%.
- Drenážní systém musí být řešen tak, aby umožňoval občasné propláchnutí drenážních trubek před zanesením.

[6]

3.1.3 Hydroizolační vrstva

Vsakující se srážková voda a vlhkost stoupající z podzemní vody namáhají všechny části stavebních objektů, které se dotýkají půdy. Zemní vlhkost pochází ze stoupající vlhkosti a ze srážkové vody, které prosakují nesoudržnými půdami nebo výplňovým materiálem. Na našem území je zapotřebí s touto vlhkostí počítat vždy, proto je kvalitní hydroizolace nevyhnutelná.

Dalším důvodem, proč chránit spodní stavbu hydroizolací, je ochrana konstrukčních prvků, zejména nechráněného železobetonu, před složkami půdy rozpustnými ve vodě, příměsemi spodní vody, ale i průmyslnými odpadními vodami. Zvýšenou pozornost je nutné u spodní vody věnovat problematice tlakové vody, jež působí na stavební objekt, když se okolo něj shromažďuje vzduť voda, která nemůže na soudržné půdě odtékat nebo pokud stavební objekt zasahuje až do oblasti podzemní vody.

Hydroizolační materiály, tedy vrstvy aplikované přímo na povrch zdí obvodového pláště, musejí u domů chráněných zemí být především dlouhodobě odolné vůči stárnutí pod zemí. V praxi to znamená především odolnost vůči bakteriálnímu rozkladu a napadení půdními organismy a odolnost vůči chemickému rozkladu při trvalém styku se zemní vlhkostí, často i agresivním složením. Tyto látky nesmějí připustit ani změnu fyzikálních vlastností hydroizolační vrstvy, z nichž nejdůležitější je elasticita, klíčová pro zachování schopnosti přemostovat praskliny ve zdivu.

Hydroizolace musí být vždy umístěna na teplém povrchu zdi, tj. pod tepelnou izolační vrstvou. V opačném případě by na chladné membráně kondenzovala zevnitř vlhkost, což by eliminovalo její hydroizolační vlastnosti. Desky tepelné izolace navíc poskytují mechanickou ochranu hydroizolační membráně.

Specifickým hydroizolačním materiálem, často uváděným a používaným v souvislosti s domy chráněnými zemí je **bentonit**. Jde o sypký přírodní materiál jílové povahy, který při kontaktu s vodou až patnáctkrát zvětšuje svůj objem. Nemá-li kam expandovat (tedy například díky tlaku zeminy na stěnu), vyplní se prostory mezi jednotlivými šupinkami, a tím vznikne dokonalé těsnění, zabráňující pronikání další vody do bentonitové vrstvy a za ni. Vedle prakticky neomezené životnosti a čistě přírodní povahy je výhodou velká variabilita jeho použití. Aplikuje se v podobě kartonových panelů. Použití bentonitu není vhodné tam, kde lze předpokládat občasné proudění vody kolem obvodových stěn. Proudící voda by totiž mohla zrnka bentonitu postupně vyplavovat, až by jich nebylo dost pro utěsnění celé plochy. V takových případech je vhodnější nanos bentonitu na HDPE folii, která bentonitovou vrstvu chrání před odplavením. V tomto případě jde vlastně o zdvojenou hydroizolaci, kdy základní ochranu poskytuje folie a bentonitová vrstva slouží hlavně jako pojistka v místě případného protržení. Také je sporné, zda příčný tlak zeminy, přenášený na bentonitovou vrstvu přes polystyrenovou desku tepelné izolace, garantuje dostatečný protitlak proti rozpínajícímu se bentonitu, zvláště v menších hloubkách pod povrchem. Každopádně kvalitní provedení hydroizolace je klíčový moment stavby domu chráněného zemí. [6]

V principu rozlišujeme dva základní způsoby ochrany před vlhkostí a vodou:

- hydroizolační stavební materiály, které se přidávají na nechráněné konstrukční prvky
- vodotěsné konstrukční prvky, například konstrukční prvky z vodotěsného betonu

Hydroizolační stavební materiály

Na hydroizolaci spodní stavby můžeme použít tyto prostředky:

- Bitumenové materiály (od základních bitumenových nátěrů přes bitumenové pásy s různými úpravami po bitumenové povrchové vrstvy modifikované plasty). Bitumenové hydroizolace se zpravidla aplikují v několika vrstvách, aby se zabránilo chybám, které vznikají při zhotovení. Zároveň tyto vrstvy slouží i jako ochrana proti mechanickému poškození. Počet vrstev závisí na namáhání hydroizolace.
- Plastové hydroizolační pásy (pásy z PVC, pásy PIB, ECB, EVA, samolepicí plastové fólie a různé elastomery). V současnosti se plastové hydroizolační pásy používají jen v jedné vrstvě. Vzhledem ke zvýšenému riziku mechanického poškození je nutné chránit je další ochrannou vrstvou.
- Profilované kovové pásy z mědi anebo ušlechtilé oceli se používají pro zesílení mimořádně namáhaných hydroizolací.
- Hydroizolační suspenze nebo omítky na bázi cementu vytvoří těsnou povrchovou ochranu, takže u některých materiálů (například u betonu) představují dodatečnou hydroizolační ochranu. Suspenze se nanášejí v tloušťce 3 až 10 mm, většinou v několika vrstvách, na pevný, neprašný a plochý podklad bez trhlin a můžeme je použít proti tlakové vodě i na vnitřní strany objektů.
- Tekuté fólie patří mezi alternativní hydroizolace a používají se pod keramické podlahoviny, například v místnostech s mokrým provozem a na menší konstrukční prvky.

Vodotěsné konstrukční prvky:

- Vodotěsný beton je specifický druh betonu, u kterého se díky speciálním postupům zabezpečila dostatečná odolnost proti účinkům tlakové vody. Z vodotěsných betonů se budují převážně konstrukce, které jsou dlouhodobě vystaveny vodě a vodnímu tlaku. Obliba výstavby podzemní spodní části rodinných domů tímto způsobem místo izolováním klasicky vybudovaného suterénu prudce narůstá. Firmy, které zvládly technologii vodotěsného betonu, se k izolacím fóliemi nebo bitumenovými pásy vracejí jen v případě radonového rizika.

[7]

3.1.4 Tepelná izolace

Tepelná izolace se již stala neodmyslitelnou součástí moderních staveb. Druh tepelné izolace ani materiál nosné části konstrukce nehrají zásadní roli, součinitel přestupu tepla by však neměl přesáhnout $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Na úroveň pasivního domu se bez použití tepelné izolace nelze dostat. Pro tepelnou izolaci, která je v kontaktu se zemínou používáme převážně extrudovaný polystyren.

Energeticky úspornými nedělají domy chráněné zemí tepelněizolační vlastnosti zeminy, protože je zemina prostě nemá. To, že je za zdí i v lednu teplota $+12^\circ\text{C}$, a ne třeba -15°C , se samozřejmě v tepelné bilanci domu odráží velmi podstatně, sotva kdo by se ale asi spokojil s interiérem "vyhřátým" na $+12^\circ\text{C}$. Naštěstí je v hmotě relativně teplé země vnořen další tepelný akumulátor, jehož teplotu můžeme dobře regulovat. Tím je hmota samotné budovy - její stěny, základy, stropy, přčky apod. Aby solární i všechno další teplo generované uvnitř domu neutíkalo do země, je nutné je od sebe separovat vrstvou tepelné izolace. Ta nemusí být tak silná, jako v případě klasických domů, neboť rozdíl teplot obou hmot je celoročně poměrně malý, nicméně k zajištění tepelného komfortu v interiéru je nezbytná. Je jasné, že izolace musí být umístěna na vnější straně obvodového pláště. V opačném případě bychom přišli o tepelnou kapacitu cca 100 tun obvodových zdí, které by navíc - zvláště v menších hloubkách pod povrchem - na styku s chladnou zemí promrzaly, což by vedlo k jejich strukturnímu poškození.

Aby tepelná izolace v náročných podzemních podmínkách opravdu dobře fungovala, musí splňovat několik základních podmínek.

Literatura je shrnuje takto:

- Musí být odolná vůči příčnému tlaku zeminy. I malé stlačení izolační vrstvy totiž vede k významné ztrátě jejích tepelněizolačních vlastností. S uvažováním obvyklé maximální hloubky pod povrchem, s níž u domů chráněných zemí pracujeme, vyhovují materiály dimenzované na tlak $1,4\text{--}2,1 \text{ kg}/\text{cm}^2$.
- Její struktura musí zamezovat absorpci vlhkosti, která rovněž vede k rychlé ztrátě součinitele tepelného odporu.
- Musí být dlouhodobě odolná vůči chemickému působení podzemní vody (často s obsahem agresivních látek), vůči bakteriálnímu rozkladu a působení hlodavců. Paradoxně největším problémem jsou právě hlodavci: ne že by jim polystyrenové desky obzvlášť chutnaly, ale chodbičky se jim v nich dělají rozhodně lépe než v půdě.
- Okraje desek by měly být tvarovány tak, aby v maximální míře omezovaly průnik vody a částic zeminy mezerami mezi deskami (ideální je například spoj typu pero - drážka).

Velice unikátní vlastnosti mají desky z extrudovaného polystyrenu. Ty spočívají v jemné struktuře malých polystyrenových buněk, které - na rozdíl od běžného expandovaného polystyrenu - jsou dokonale uzavřeny. Výsledkem je materiál s vysokou hustotou relativně tuhých buněčných stěn, jehož součinitel tepelného odporu je mimořádně vysoký a za výše uvedených příčných tlaků zeminy prakticky neměnný. Zároveň má hustá struktura buněk nulovou kapilární propustnost pro vodu a velmi nízkou difuzní propustnost pro vodní páru. Kromě uzavřené pórovitosti se na zamezení vztlínivosti podílí i vysoká hydrofobidita polystyrenu samotného.

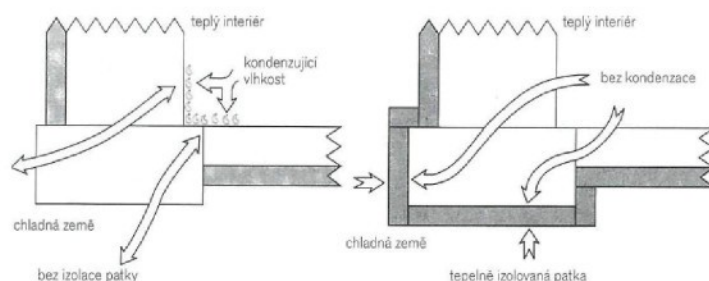
[6]

3.1.5 Tepelná izolace základových patek

Důvodem, proč se samostatně zabývat tímto problémem, je jev, na který upozorňují prakticky všichni "klasikové" literatury o domech chráněných zemí. Zvláště pak ti, kteří jej u svých prvních domů stavěných v sedmdesátých letech podcenili a v prvních teplých měsících roku pravidelně bojovali s vlhkostí či přímo kalužemi vody u paty obvodových zdí. První myšlenkou byla samozřejmě obava z porušení hydroizolace a hrůza při pomyslení na její opravu zrovna v těch nejhlubších místech stavby. Pravá příčina byla však úplně jiná a vlastně ještě horší, protože ji dodatečně prakticky nelze odstranit. Jde o to, že tepelně neizolovaná základová patka představuje tepelný most, kterým uniká teplo do země.

To sice znamená ztráty i u klasických nadzemních domů, nicméně žádné další důsledky nejsou viditelné. Zcela jiná je situace u domů chráněných zemí, kde zemina v okolí patky má i na počátku léta stále svých 12 °C, zatímco do domu již proudí horký letní vzduch s vysokou relativní vlhkostí. Podchlazené kouty nám jej sice příjemně ochlazují, zároveň však na nich - a to je ten problém - kondenzuje vzdušná vlhkost. Situaci názorně ukazuje schéma z něhož je současně zřejmé, jak tomuto jevu předejít viz obr.1.

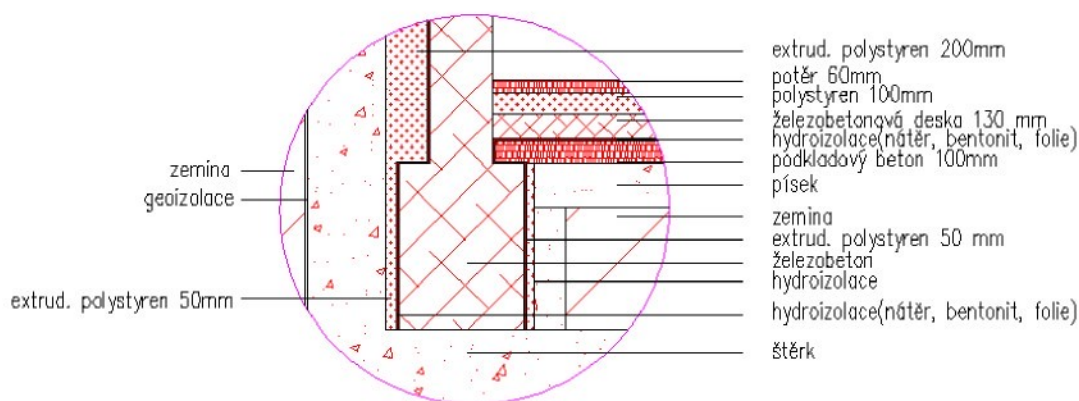
Obr.1



[6]

Řešení metodou izolace pod základovými patkami je sice ideální, ale zároveň drahé. Jediný komerčně dostupný materiál pro tak extrémní tlaky - desky z pěnového skla - jsou několikrát dražší než extrudovaný polystyren. Dá se zvolit kompromis, který se zcela osvědčil a jehož princip spočívá ve zkomplikování (prodloužení) cesty tepla patkou viz. obr.2.

Obr.2



[Příloha A]

3.1.6 Železobetonový skelet

Typickým (ale nikoliv jediným) stavebním řešením domu chráněného zemí je železobetonový skelet. Standardní betonová stěna je 20-30 cm silná a je konstruována pro příčnou zátěž min. 3000 kg/m². Strop je obvykle 30-35 cm silný a konstruovaný pro vertikální zátěž min. 3800 kg/m². To je dostatečné i pro nesení vrstvy střešní zeminy o tloušťce cca 90 cm. Při použití klenutých (nekubických) tvarů staveb lze vycházet z menších tloušťek obvodových stěn a stropů kolem 10 cm - vyplývá to z vyšší únosnosti oblouku vůči pravoúhlé konstrukci.

3.2 Složení jižní stěny

Jde již o běžnou venkovní stěnu, při jejíž konstrukci i tepelné izolaci lze použít běžných materiálů a postupů jako při stavbě nadzemních domů. Důležitým úkolem této stěny je prosvětlovat vnitřní prostory domu. Proto plocha oken je tu zpravidla nadstandardní a podílí se na tepelné bilanci mnohem více než "zbytek" stěny.

Dovoluje-li to statika domu, je lépe vyhnout se u této stěny použití železobetonu a zvolit místo něj raději pálené tvárnice či jiný běžný zdicí materiál s vyšším koeficientem tepelného odporu (a tedy lepšími tepelně izolačními vlastnostmi), než má beton. Vzhledem k tomu, že na tuto stěnu nepůsobí žádné příčné tlaky, je možné použít běžné izolační materiály.

3.3 Okna, světlovody

3.3.1 Okna

Jednou z největších starostí každého, kdo začne vážně uvažovat o stavbě domu chráněného zemí je, zda v něm nebude tma. Přece jen, okna pouze na jedné, nanejvýš dvou stěnách.

Požadavky na proslunění obytných místností definuje norma ČSN 73 4301 Obytné budovy. Obecné schéma výpočtu je poměrně složité a počítá s podílem plochy podlahy, na kterou dopadá slunce za jistých přesně definovaných podmínek (ovšem se zanedbáním vlivu oblačnosti) po dobu minimálně 90 minut denně v přesně definovaných dnech roku. U bytů musí být součet takto osluněných ploch roven nejméně třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností, u samostatně stojících rodinných domů nejméně polovině podlahových ploch všech obytných místností domu. Navíc je stanoven požadavek, že celková plocha okna (oken) musí být rovna nejméně desetině podlahové plochy příslušné místnosti. Vzhledem k tomu, že otevřená stěna domu chráněného zemí je vždy orientována víceméně k jihu, že sotva někoho napadne stavět takový dům v zastínění panelákem na sídlišti a že obytné místnosti jsou situovány k otevřené zdi už i vzhledem k požadavkům požární bezpečnosti, nepředstavují omezení ČSN 73 4301 prakticky žádný problém

Ač to mnohé lidi stále udivuje, i v domech chráněných zemí jsou okna hlavním zdrojem denního světla v interiéru, výhledů do okolí a za příznivých venkovních podmínek i přímého propojení interiéru s okolím otevřenými okny.

V nízkoenergetickém a zvláště pak pasivním domě mají okna i další důležitou funkci: jsou významným zdrojem tepelných zisků. Princip je jednoduchý: zatímco sklem projde většina slunečního záření beze změny, po dopadu na podlahu, stěnu či skříň se absorbované záření posune do vyšších vlnových délek a tato tělesa je "odrazí" zpět do místnosti jako tepelné záření. Dokážeme-li solární teplo generované okny v interiéru zadržet a využít, mohou okna významně ovlivnit tepelnou bilanci domu. Je logické, že nejvíce se na tom budou podílet jižně orientovaná okna, nicméně ani příspěvek oken východních, západních a dokonce (v některých měsících roku) ani severních není zanedbatelný.

Je logické, že okna jako tepelné zdroje fungují pouze ve dne, zatímco v noci se tepelný tok zpravidla obrací (samozřejmě s výjimkou krátkého období roku, kdy i noční teploty jsou venku vyšší než teplota interiéru). To znamená, že přes den bychom potřebovali plochu oken co největší a v noci (případně také za silně podmráčených zimních dnů) zase co nejmenší. Proměnná plocha oken je sotva reálná a jen částečně se dá nahradit okenicemi nebo žaluziemi.

Tepelné zisky jižní stěnou s rostoucí plochou oken se vždy zvyšují. Od plochy oken 25 % a více je celkový tepelný tok za sedm chladných měsíců (od října do dubna) kladný, od plochy 35 % dokonce i za 6 nejchladnějších měsíců (od listopadu do dubna). To znamená, že správně navržená, jižně orientovaná okna jsou i v zimě zdrojem kladné energetické bilance. Není tu žádná zřejmá horní hranice optimální plochy oken, nicméně při větším než 40% prosklení by se již měly brát v úvahu individuální charakteristiky budovy a to, zda je schopna dobře využít záření procházející okny.

Pro pasivní domy jsou nejdůležitější technické parametry:

- součinitel prostupu sluneční energie, daný jako procento celkového slunečního zářivého toku propuštěného zasklením dovnitř místnosti;
- součinitel prostupu tepla zasklením a rámem. Ten udává, kolik wattů tepelné energie je předáno na ploše 1 m^2 za hodinu při tepelném rozdílu 1° mezi teplejší a chladnější stranou okna. Čím nižší je tato hodnota, tím lepší jsou tepelněizolační vlastnosti a tím méně tepla oknem "uteče" v případě, kdy jím právě nesvítí dovnitř slunce.

Pro pasivní domy se už dnes používá takřka výhradně izolační zasklení, které je tvořeno dvojicí či trojicí plochých skel, jejichž okraje jsou k sobě po celém obvodu přitmeleny tak, že mezi skly zůstává více než centimetrová vrstva vzduchu. Protože vzduch má malou tepelnou vodivost a v uzavřeném prostoru nemůže příliš samovolně proudit, snižuje se hodnota celkového součinitele prostupu tepla. U kvalitnějších dvojskel bývá uvnitř vzduch nahrazen plynem o ještě menší tepelné vodivosti (argon, krypton, xenon). V prostoru mezi skly je pod rámečkem ukryto tzv. molekulové síto, což je látka pohlcující zbytkovou vlhkost. Ta společně s praktickou nepropustností používaného tmelu pro vodní páru dlouhodobě zamezuje orosování vnitřní plochy skel. Původní hliníkový distanční rámeček, který tvořil tepelný most na okraji zasklení, se dnes nahrazuje rámečkem plastovým, což se při běžných rozměrech oken projeví dalším snížením koeficientu prostupu tepla cca o $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Na povrch jednoho nebo více skel se dále může napařit vrstvička kovu (obvykle vizmutu), která bez výrazného snížení propustnosti skla pro světelné záření významně omezuje prostup dlouhovlnného tepelného záření z interiéru zpět do venkovního prostředí.

3.3.2 Světlovody

Domy kryté zemí bývají také často světlíky a světlovody vybaveny. Dá se to vysvětlit jednak tím, že architekt či stavebník má snahu využít zpravidla jednoetážového řešení domu i k prosvětlení prostor, které se v rodinných a bytových domech běžně osvětlují pouze uměle (hygienické zařízení, technické zázemí apod.).

Na druhou stranu je třeba si uvědomit, že kromě vícenákladů nutně zvyšuje tepelné ztráty domu, a to právě střechou, která je z hlediska tepelné bilance domu (hned po oknech) tím nejslabším článkem. V létě zase může být zdrojem přehřívání interiéru.

Z těchto i jiných důvodů je obecně lepším řešením tubusový světlovod. Na trhu je jich v současnosti celá řada a jejich funkci výstižně označují i jejich názvy, například skylight (nebeské světlo), lightway (světelná cesta), sunpipe (sluneční potrubí apod. Jedná se o speciální světlovodivé tubusy s vysoce reflexním vnitřním povrchem, které přenášejí denní světlo ze střechy domu do místností, a to dokonce i přes více pater. Délka potrubí není konstrukčně nijak omezena, je ale samozřejmé, že se vzrůstající délkou narůstá cena a rychle klesá účinnost světlovodu. Vyrábějí se v průměrech zhruba od 200 do 750 mm s tím, že spodní uvedená hranice slouží k osvětlení chodeb a malých místností a horní pro velké kanceláře a výrobní haly. K velmi účinnému osvětlení středně velké místnosti bez oken - a to i při podmračené obloze - vyhovují průměry 300-400 mm při délce tubusu kolem 2 m, což zhruba odpovídá prostupu stropní konstrukcí a vrstvami zelené střechy domu chráněného zemí. [6]

3.4 Vegetační střecha

Zelené střechy významně přispívají k lepšímu klimatu v aglomeracích. Betonové plochy akumulují velké množství tepla a způsobují přehřívání vzduchu, ten je také znečištěn výfukovými plyny a dalšími škodlivinami. Vegetační střechy pohlcují prach, tlumí hluk, zadržují vodu, která by jinak otekla do kanalizace, a vracejí ji zpět do ovzduší, současně tak zvyšují vlhkost vzduchu ve svém okolí. Tak jako jiné zelené plochy, i vegetace na střechách spotřebovává oxid uhličitý a uvolňuje kyslík. A v neposlední řadě mají střešní zahrady i přednosti technické – chrání konstrukci střechy i nezbytné izolační vrstvy před výkyvy teplot, které jsou zde jinak často velmi velké, i před účinky UV záření, a tím významně prodlužují životnost střechy. To vše má vliv i na klima v místnostech pod takovou střechou. Snížení teplotních výkyvů má za následek menší přehřívání střechy v létě i nižší tepelné ztráty v zimě. Kromě technických výhod mají zelené střechy i přednosti estetické a místa s těmito architektonickými prvky jsou jakoby lidsky přívětivější.

Základem pro zelenou střechu je hotový střešní plášť, jehož poslední vrchní vrstvou je hydroizolace, případně, u střech inverzních, tepelná izolace. Na něj se klade vegetační souvrství, které je nutné kluzně oddělit vrstvou separační a dilatační. Vlastní vegetační souvrství je tvořeno vrstvou drenážní, filtrační, hydroakumulační a vegetační. Velká pozornost je zde věnována nebezpečí prorůstání kořínků. [8]

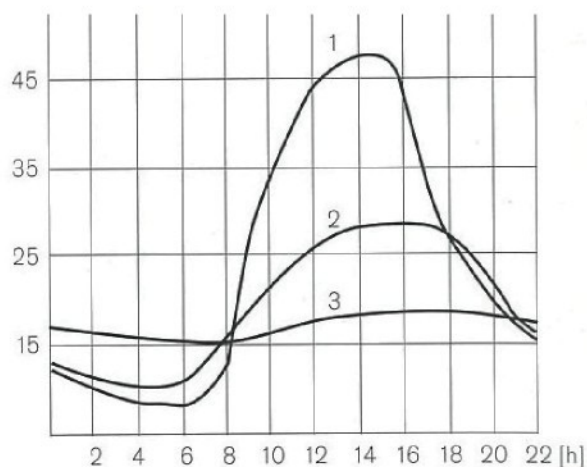
3.4.1 Tepelná izolace

Nelze říci, že vegetační střecha není žádným přínosem k nízkoenergetickým vlastnostem domu chráněného zemí. Daleko největší efekt má však samotná vegetace (především hustý travní porost poté, co na podzim polehne) a cca 10 cm půdy pod ním, která je provzdušněna hustým kořenovým systémem'. Nezanedbatelné není ani to, že na vegetační střeše se mnohem lépe drží sníh, jehož izolační schopnosti jsou všeobecně známé.

3.4.2 Ochrana proti horku

U klasických střech způsobuje horké letní slunce přehřívání střešního pláště, což vede u mnoha druhů krytin k jejich zrychlené degradaci. Důsledkem je také nadměrné přehřívání prostor, nacházejících se bezprostředně pod střešní konstrukcí. Tepelné poměry u klasické střechy, ve srovnání se střechou vegetační za slunného letního dne ukazuje graf průběhu teplot. Na chladicím efektu vegetační střechy se nejvíce podílí stínění povrchu vegetací, tepelná setrvačnost vrstvy zeminy a ochlazování v důsledku odpařování vlhkosti z půdy.

Obr.3



- 1-průběh denních teplot na povrchu střešního pláště nekryté vegetací
- 2-průběh denních teplot vzduchu
- 3-průběh denních teplot na povrchu střešního pláště kryté vegetačním souvrstvím a vegetací

[6]

3.4.3 Schopnost zadržet vodní srážky

V závislosti na objemu zeminy a charakteru porostu zadrží vegetační střecha určitou část (polovinu až dvě třetiny) přirozených vodních srážek, které stékají z běžných střech bez užitku do kanalizace. Tato skutečnost umožňuje zmenšit rozměry okapových a kanalizačních rour, respektive zabránit zahlcení stávajících při nadměrných srážkách, neboť akumulovaná voda odtéká postupně. Jejím pozvolným odpařováním se také následně zvlhčuje ovzduší a zlepšuje mikroklima v okolí zelené střechy.

3.4.4 Trvanlivost

Správně založená zelená střecha prakticky nevyžaduje údržbu. Zatímco krytina a izolační vrstvy běžné střechy podléhají degradaci v důsledku UV záření slunce, větrné a vodní eroze a opakujících se cyklů přehřátí a mrazu, mají hydro- a tepelněizolační vrstvy chráněné zeminou a vegetací. Životnost odpovídající životnosti domu jako celku. Samozřejmě se předpokládá použití materiálů odolných vůči bakteriálnímu rozkladu, činnosti půdních organismů a prorůstání kořeny.

3.4.5 Estetická a ekologická funkce

Zelená střecha harmonicky zapadá do okolní krajiny a přispívá k maximálně přirozenému vzhledu domu chráněného zemí a přispívá ke zlepšení kvality ovzduší, a to:

- produkcí kyslíku a vázáním oxidu uhličitého: 25 m² asimilační plochy zeleně vyprodukuje za den tolik kyslíku, kolik spotřebuje člověk za stejný čas k dýchání;
- transpirací (výdejem vody povrchem rostlin ve formě vodních par);
- zachycováním části prašnosti z ovzduší.

3.4.6 Ochrana před nepříznivými vnějšími vlivy

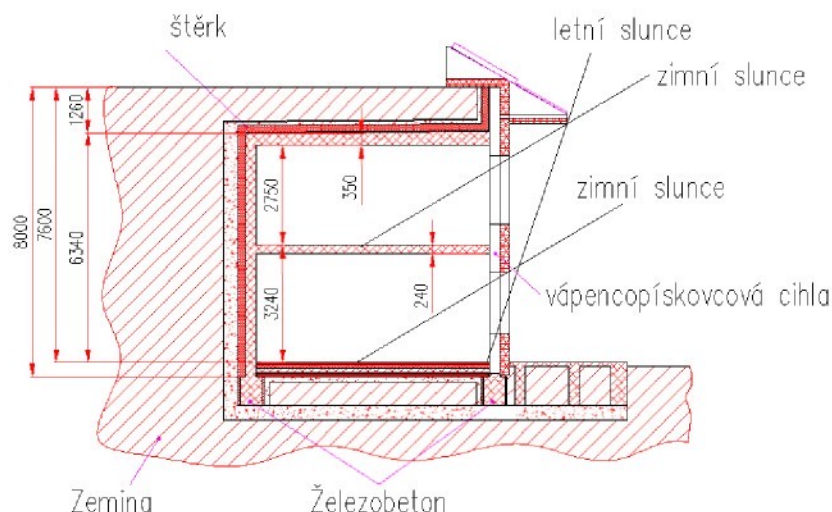
Kromě už zmíněné ochrany před teplotními extrémy představuje vegetační střecha účinnou ochranu také proti dalším nebezpečím přírodního či umělého původu - větrným smrštím, kroupám, hluku, radioaktivnímu záření, omezuje možnost vzniku a šíření požáru apod.

3.4.7 Tloušťka substrátu

Často diskutovanou otázkou je, jak silná by měla být vrstva substrátu na vegetační střechě. Je zajímavé, že skoro každý stavitel či projektant okamžitě argumentuje nezámraznou hloubkou. Jenže ta s tím nemá prakticky nic společného. Vegetace našeho klimatického pásma je na vymrznutí celého svého kořenového systému stavěná. Totéž platí pro podpůrné vrstvy zelených střech do tuzemských podmínek. Ani tepelné izolaci nevadí, když na jejím vnějším povrchu mrzne - důležité je, aby nebyl mráz pod ní. To ale mnohem snadněji (a levněji) ovlivníme tloušťkou izolační desky než vrstvou zeminy nad ní.

Rozhodující roli při plnění funkcí vegetační střechy hraje - vedle vegetace samotné - horních cca 10-15 cm půdy. Větší výška půdního profilu jistě není na škodu: má větší kapacitu pro akumulaci tepla či chladu, zachytí více vody při vydatných srážkách, udrží vláhu potřebnou k přežití vegetace i za dlouhých suchých období a rozšiřuje její využití také pro vyšší okrasné rostliny či keře, kterým by 10 či 15 cm půdy rozhodně nestačilo. Zároveň ale každý decimetr navíc, jak už bylo řečeno, výrazně zatěžuje nosnou konstrukci. Ta musí být staticky dimenzována na nesení příslušné vegetační vrstvy plně nasycené vodou. [6]

Obr.4



[Příloha A]

3.5 Výpočet tepelných ztrát domu

Energetická náročnost budov, výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení určuje Česká technická norma ČSN EN ISO 13790.

3.5.1 Celkový součinitel přestupu tepla

- Na vnitřním povrchu:

Svislých stěn: $\alpha_i = (7,5-7,9) \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Pro shora ochlazovaný strop: $\alpha_i = (8,2-8,7) \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Pro zespoda ochlazovanou podlahu: $\alpha_i = (6,8-7,1) \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Na vnějším povrchu: $\alpha_e = 22,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

3.5.2 Tepelný odpor

$$R = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} \text{ [m}^2\text{K/W]} \quad [9]$$

3.5.3 Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + R + \frac{1}{\alpha_e}} \text{ [W/m}^2\text{K]} \quad [9]$$

3.5.4 Celkové množství přeneseného tepla prostupem zóny

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} (\Theta_{int,set,H} - \Theta_e) t \text{ [W]} \quad [10]$$

3.5.5 Měrné tepelné toky

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A \text{ [W/K]} \quad [10]$$

$$H_x = b_{tr,x} [\sum_j A_j U_j + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \kappa_j] \text{ [W/K]} \quad [10]$$

3.5.6 Celkové množství přeneseného tepla větráním zóny

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} (\Theta_{int,set,H} - \Theta_e) t \text{ [MJ]} \quad [10]$$

$$H_{ve,sdj} = \rho_a c_a (\sum_k b_{ve,k} q_{ve,k,mn}) \quad [W/K] \quad [10]$$

3.5.7 Celkové vnitřní tepelné zisky

$$Q_{int} = (\sum_k \phi_{int,mn,k})t + [\sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{int,mn,u,l}]t \quad [MJ] \quad [10]$$

3.5.8 Solární tepelné zisky

$$Q_{sol} = (\sum_k \phi_{sol,mn,k})t + [\sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{sol,mn,u,l}]t \quad [MJ] \quad [10]$$

3.5.9 Délka období vytápění

$$t = DNY * 24 * 3,6 * 10^{-3} \quad [Ms] \quad [10]$$

3.6 Potřeba energie na vytápění

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad [MJ] \quad [10]$$

3.6.1 Celkové množství přeneseného tepla

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad [MJ] \quad [10]$$

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad [MJ] \quad [10]$$

3.6.2 Faktor tepelných zisků pro vytápění

$$\eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad [-] \quad [10]$$

3.7 Energetická náročnost budovy určená programem Energie 2009

Program ENERGIE 2009 je určen pro výpočet měrné tepelné ztráty a potřeby tepla na vytápění budov. Dle revidované ČSN 730540 a vyhlášky 148/2007Sb. Odpovídá novému znění evropských norem EN ISO 6946, EN ISO 13789, EN ISO 13790, EN ISO 13370 a 13370 a EN ISO 14683 z roku 2008.

Je produkován firmou K-CAD s.r.o. která se zaměřuje na vývoj a dodávky softwarového vybavení pro Stavebnictví a Architekturu.

3.7.1 Tepelná ztráta budovy

- Měrný tepelný tok větráním H_v : 6,174 W/K
- Měrný tok prostupem do exteriéru H_d : 31,243 W/K
- Celkový ustálený měrný tok zeminou H_g : 46,771 W/K

$$Q_c = \sum H_i (t_i - t_e)$$

- Celková tepelná ztráta budovy Q_c 2133W

3.7.2 Celková měrná potřeba tepla na vytápění

- Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy: 2,747 GJ 0,763 MWh
- Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 432,5 m³
- Celková podlahová plocha budovy: 150,0 m²

- Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m³): 1,8 kWh/(m³.a)
- Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 5 kWh/(m².a)

3.7.3 Měrná spotřeba energie dodané do budovy

- Celková roční dodaná energie: 2265 kWh
- Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 432,5 m³
- Celková podlahová plocha budovy: 150,0 m²
- Měrná spotřeba dodané energie EP,V: 5,2 kWh/(m³.a)
- Měrná spotřeba energie budovy EP,A: 15,1 kWh/(m².a)

3.7.4 Tepelná stabilita v letním období

- Tepelný zisk průsvitnými konstrukcemi Q_{ok}: 1615.84 W
- Modul vekt.součtu tepl.amplitud tep.zisků Q_{oka}+Q_e: 3548.30 W
- Tepelný zisk od vnitřních zdrojů Q_i: 4665.00 W
- Tepelná ztráta větráním Q_v: (při násobnosti výměny n = 0.50 1/h) -31.23 W
- Celkový maximální tepelný zisk Q_z: 9860 W

- Korekce tepelných zisků akumulací schopností budovy η_{c,ls}=0,5 4930 W

- Nejvyšší denní vzestup teploty Delta T_{a,max} : 2.7°C

4 Technické vybavení domu

4.1 Možné způsoby vytápění

4.1.1 Vytápění elektrokotlem

Elektrokotel je zařízení sloužící k ohřevu vody pro ústřední a etážové topení. K ohřevu užitkové vody, případně jiných kapalin. Výkon sériově vyráběných kotlů se pohybuje mezi 3 - 36 kW v kompletním provedení, tj. včetně oběhového čerpadla, expanzní nádoby, pojistného ventilu, tlakoměru a teploměru.

Elektrokotle se rozdělují na dva základní druhy provedení:

- elektrodové (možno použít pouze pro topení): zdrojem tepla je elektrická energie, která je přiváděna přes elektrody do vodního prostoru komory kotle. Topným odporem je zde samotný vodní roztok (voda musí mít přesné složení). Výkon kotle je závislý od vodivosti vody, která se musí pravidelně kontrolovat a případně upravovat. Rovněž výkon kotle je závislý na teplotě výstupní vody. Čím je teplota vyšší, tím větší je výkon.
- odporové (použití i k ostatním účelům): zdrojem tepla je rovněž elektrická energie, která je převáděna pomocí odporových topných těles na tepelnou. Tato tělesa o výkonu 3 - 6 kW jsou zasunuta přímo do topného média.

Výhody elektrokotlů:

- do objektu není nutné zavádět další medium (plyn, uhlí, LTO, biomasa), neboť el. energie je nezbytná i pro všechna ostatní media, je jen potřeba dostatečně dimenzovat elektrickou přípojku
- nejsou napadány korozí ze strany topeniště a tudíž mohou být provozovány ve velkém rozsahu teplot (30-110 °C, speciální druhy do 150 °C) a provozního tlaku (až 6 barů)
- není potřeba komín, odpadá seřizování spalování a čištění trysek
- vysoká bezpečnost, v provedení s tichým spínáním bezhlučný provoz
- vysoká účinnost 98%, vysoká spolehlivost a životnost
- bezobslužný automatický provoz, dokonalá možnost regulace
- nižší pořizovací náklady než u ostatních kotlů

[11]

4.1.2 Vytápění kotlem na peletky

Velkou výhodou je nejen to, že dnes Evropská unie dotuje pořízení kotle na biomasu, ale také ekologický fakt, že spalováním peletek se nezvyšuje množství CO₂ v ovzduší, zatímco topení např. uhlím, kdy budete mít nemalý podíl na zhoršování životního prostředí. Navíc spalováním pelet vzniká menší množství popela, který je však výživnější a lze jej použít například pro kompostování, díky jeho obsahu živin.

Velkou výhodou je pro spotřebitele především to, že cena za pelety je dokonce o něco nižší než cena za zemní plyn používaný k vytápění. Navíc dojde zřejmě k dalšímu nárůstu rozdílu mezi cenou za tuhá paliva a uhlí či zemní plyn, protože Česká republika společně s Evropskou unií chystá novelu daní, a zavede takzvanou fosilní daň, která bude znevýhodňovat

ty, oběany kteří budou topit fosilními palivy, ale naopak zvýhodní takové spotřebitele, kteří se rozhodnou pro ekologičtější variantu vytápění.

Cena za teplo z dřevěných pelet je za zhruba 0,9 Kč/kWh.

[12]

4.1.3 Vytápění kondenzačním plynovým kotlem

Vzhledem k rostoucím cenám zemního plynu je nutné vyzdvihnout účinnost a s tím spojenou úspornost kondenzačních kotlů, založenou na ochlazení spalin pod teplotu 56°C. Při výpočtu účinnosti klasického nízkoteplotního plynového kotle se totiž její hodnota vztahuje obvykle k výhřevnosti plynu, která ale nezahrnuje kondenzační teplo vodních par obsažených právě ve spalinách. Po odečtení ztrát pak může účinnost nebo lépe „normovaný stupeň využití“ kondenzačních kotlů dosáhnout hodnoty 103~108%. U klasických plynových kotlů se tato hodnota pohybuje v rozmezí 89~93%.

Vzhledem k vyšší účinnosti a dokonalejší regulaci kondenzačních kotlů dosahují úspory přibližně 15% a při využití podlahového vytápění až 30%, takže návratnost vyšší investice se dá očekávat asi po 4~5 letech. Předpokladem je ovšem maximální využití kondenzačního režimu kotle v nízkopotenciálovém vytápěcím systému s teplotním spádem 50/30°C nebo 60/40°C.

Kondenzační kotle mohou účinněji využívat energii vázanou v palivu a jejich provoz, proto tolik nezatěžuje životní prostředí. Navíc hodnoty emisí ve spalinách leží daleko pod hranicí nutné pro získání ochranné známky „Ekologicky šetrný výrobek“.

[13]

4.1.4 Vytápění krbem

Krb vydává teplo prouděním vzduchu. Dnes se již opouští od krbů s otevřeným ohništěm, protože nejsou příliš účinné. Moderní jsou krby s krbovou vložkou nebo kazetou. Sálavé plochy mohou mít tvar půlkruhový, obdélníkový, čtvercový nebo lichoběžníkový. Nejlepší umístění krbu je uprostřed místnosti, kdy se stávají dominantou místnosti. Každý krb musí mít svůj komín, který je umístěn bezprostředně u krbu.

Největší výhodou krbu s krbovou vložkou je účinnost, kterou přináší dvojí spalování. Dvojí spalování znamená, že nejdříve shoří topivo a podruhé hoří kouř, do kterého se přidá kyslík. Z toho plyne, že topení v krbu je i ekonomické. Další výhodou je jejich pohotovost, téměř ihned po zatopení hřejí.

Krbové kazety oproti krbům s krbovou vložkou jsou při topení účinnější, jejich účinnost dosahuje až k 85% .

Nespornou výhodou krbů a kamen je výroba tepelné energie v současné době nejlevnějšího zdroje – dřeva. Toto levné vytápění domácností je velice ekologické. Při topení dřevem určeným k otopu a dodržování správných zásad jeho spalování, nevznikají žádné škodliviny. Ze dřeva se do ovzduší uvolní jen tolik CO₂, kolik jej během svého života stačil strom načerpat. Spalováním dřeva se tak nezvyšuje množství skleníkových plynů. Důležité však je používat jen vyschlé a tvrdé dřevo. Snižuje se tak nejen jeho spotřeba ale i množství vzniklého kouře. Krbové vložky jsou i teplovodní na ohřev TUV. (Výkony od 25kW) [14]

4.1.5 Vytápění solárními panely

Při instalaci je třeba splnit několik podmínek, ať se jedná o instalaci solárních panelů/kolektorů na střeše, stěně budovy nebo ve volném terénu. Konstrukce, na kterou instalace probíhá, musí být dostatečně pevná, aby spolehlivě odolávala všem přírodním vlivům (vítr, krupobití, sníh). Ideální je, aby solární panely/kolektory byly co nejblíže místu spotřeby ohřáté vody. Tak se nejvíce omezí tepelné ztráty v rozvodném potrubí. Přívodní trubice musí být opatřeny účinnou tepelnou izolací. Natočení solárních panelů/kolektorů je nejvhodnější směrem k jihu nebo jihozápadu. Tak je nejlépe využita intenzita slunečního záření. Pro solární panely / kolektory je ideální takový sklon, který zabezpečí dopad slunečního záření kolmo na jeho plochu. Výška slunce nad obzorem se však mění nejen během dne, ale i v průběhu roku. V létě je nad obzorem výš než v zimě. V létě je vhodný sklon solárního kolektoru 30° od vodorovné roviny, v zimě kolem 60°. Obvykle se jako kompromis volí sklon v rozmezí 35°-45°.

Samotné solární panely/solární kolektory nestačí k vytápění nebo k ohřevu vody sluneční energií. Aby přenos energie probíhal bez zbytečných ztrát, je třeba použít ucelený solární systém. Základními prvky jsou jeden či více solárních panelů / kolektorů, zásobník, tepelný výměník, oběhové čerpadlo, expanzní nádoba, potrubí a regulační prvky. Velmi často využívána kombinace s jinými zdroji energie, jako jsou plynové kondenzační kotle či elektrokotle. V případě, že se kombinují systémy, je pro jejich správné fungování bez zbytečných ztrát nezbytná kompatibilita jednotlivých prvků. Tuto podmínku nejlépe zajistí použití komponentů od jednoho, nejlépe renomovaného výrobce. V našich podmínkách lze pokrýt 70% energie. [15]

4.1.6 Vytápění tepelným čerpadlem

Tepelné čerpadlo pro vytápění využívá energii z okolního prostředí. Velkou část energie, potřebnou pro vytápění, odebírá tepelné čerpadlo z přírody (cca 75%). Je to především sluneční teplo, které je uloženo ve velkém množství v půdě, ve spodní vodě a v okolním vzduchu. Vytápění tepelným čerpadlem znamená využívat tyto energie, které se nepřetržitě obnovují a které jsou téměř všude k dispozici.

Čtyři funkční části tepelného čerpadla převádějí teplo z okolního prostředí na vyšší teplotní úroveň, teplo využitelné pro vytápění: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Teplo, získané z prostředí, se přenáší ve výparníku na ekologicky neškodné chladicí médium. V kompresoru se absorpcí tepla odpařené chladivo uvede na vyšší tlak. Tím se zvýší teplota chladicího média. V kondenzátoru se přenáší energie prostředí na topnou vodu. Expanzním ventilem se chladicí médium opět uvolní a je znovu schopno pojmout nové teplo z prostředí.

Tepelná čerpadla se dělí na několik skupin, podle toho z jakého zdroje teplo odebírají a jakým způsobem ho předávají dále. Například označení tepelného čerpadla jako země/voda znamená, že tepelné čerpadlo odebírá teplo ze země a předává ho do topné vody. Tepelné čerpadlo odebírající teplo z venkovního vzduchu. Tepelným čerpadlem je ohřívána topná voda až na 55 °C. Lze využít k vytápění menšího rodinného domu, ohřev TUV. V našich podmínkách lze pokrýt 75% energie. [16]

4.1.7 Klimatizace s rekuperační jednotkou

Rekuperace, neboli zpětné získávání tepla je děj, při němž se přiváděný vzduch do budovy předehřívá teplým odpadním vzduchem. Teplý vzduch není tedy bez užitku odveden otevřeným oknem ven, ale v rekuperačním výměníku odevzdá většinu svého tepla přiváděnému vzduchu.

Rekuperační výměníky tepla se nejčastěji osazují přímo do větracích jednotek. V poslední době se v souvislosti se stále vzrůstající cenou energie stále častěji rekuperace využívá pro rodinné domy a byty.

Reálná účinnost rekuperace se pohybuje u běžně dostupných vzduchotechnických zařízení od 30 do 90 %.

Rekuperační výměníky lze využít i v klimatizovaných objektech - zde dochází v letních měsících k "rekuperaci chladu" - přiváděný teplý vzduch je ochlazován odváděným, klimatizací vychlazeným vzduchem. Pro požadovanou teplotu vnitřního vzduchu $t_i=20^{\circ}\text{C}$, teplota venkovního vzduchu $t_e=-12^{\circ}\text{C}$, účinnost 90%. Při využití rekuperace stačí dohřívát přírodní vzduch pouze o 3°C místo o 32°C . [17]

4.2 Porovnání energetické náročnosti

Tab. 2 Finanční náklady jednotlivých technologií na vytápění a ohřev TUV

Způsob vytápění	Roční potřeba energie na vytápění	Roční potřeba energie na TUV	Sazba	Roční náklady na vytápění	Roční náklady na TUV
	Q_{VYT}	Q_{TUV}			
	[kWh]	[kWh]		[Kč]	[Kč]
Elektrokotel DAKON 4-18kW	1212	8800	2342	2839	20610
Kotel na peletky-Bio Comfort 4-16kW	1212	8800	805	976	8586
Kondenzační plynový kotel Viadrus 3,5-16kW	1212	8800	1206	1462	12863
Krb s rozvodem hork. Vzduchu BODART & GONAY	1212	8800	476	577	20610
Solární systém Regulus sol DUO 600KTU R	1212	8800	2342	852	6183
Ventilační jednotka s rekuperací a s integr. Tep. Čerp. THD 203SOL	1212	8800	2342	568	4122

Tab. 3 Zisk za prodej elektrické energie vyrobené z fotovoltaických panelů

Fotovoltaický panel	Roční vyrobená energie	Sazba	Roční zisk
	[kWh]		
SUNPOWER SPR 225WHT-10ks	2968	12650	37545

4.2.1 Roční náklady na vytápění a přípravu TUV Celková roční spotřeba energií

Tab. 4 Porovnání celkové energetické náročnosti budovy pro jednotlivé technologie

Způsob vytápění	Cena zdrojové jednotky na vytápění	Pořizovací náklady systému vytápění + TUV	Roční náklady na vytápění +TUV	Roční náklady za spotřebiče a pomocné energie*	Celkové roční náklady pro jednotlivé systémy
	[Kč s DPH]	[Kč s DPH]	[Kč]	[Kč]	[Kč]
Elektrokotel DAKON 4-18kW	14751	53851	23448	5305	28753
Kotel na peletky-Bio Comfort 4-16kW	66778	114878	9561	5305	14866
Kondenzační plyn.kotel Viadrus 3,5-16kW	37496	148596	14324	5305	19629
Krb s rozvodem horkého vzduchu BODART & GONAY	55192	164235	21187	5305	26491
Solární systém Regulus sol DUO 600KTUR	95960	150891	7034	5305	12339
Ventil. jednotka s rekuperací a tepelným čerpadlem THD 203SOL	43096	130391	4690	5305	9994
Fotovoltaický panel 10ks SUNPOWER SPR225WHT	267750	343540	-	-	-

* Roční spotřeba energie spotřebičů 2265kWh

4.2.2 Návrh způsobu vytápění

Pro daný dům navrhuji teplovzdušné vytápění. Z důvodu nutnosti větrání místností, která nemají okna a neekonomičtějšího provozu jsem zvolil Ventilační jednotku s rekuperací s integrovaným tepelným čerpadlem THD 203 SOL od firmy ATEG tepelná technika spol. s r.o.

Centrální větrací přístroje THD 203 SOL jsou kompletními systémy pro centrální větrání a odvětrání bytů a rodinných domků, a dále k centrální přípravě TUV a veškerého zásobování teplem pro vytápění, přednostně pro středně teplotní a podlahové vytápění.

Rekuperace tepla z odpadního vzduchu se provádí pomocí agregátu tepelného čerpadla vzduch/voda. Zpětně získané teplo se předává do integrovaného zásobníku TUV (300 l) a do vytápěcího systému. Při velmi nízkých teplotách nebo při velmi vysoké potřebě tepla pokrývá přístroj zbytkovou potřebu tepla pomocí vestavěného elektrického přídatného ohřevu o výkonu 6,6 kW

Centrální větrací přístroje THD 203SOL jsou vybaveny ventilátorem odpadního vzduchu. Odpadní vzduch se nasává z místností, zatížených pachy, resp. vlhkostí (kuchyně, koupelna, WC) ventilátorem odpadního vzduchu. Tento proud vzduchu je veden přes výparník tepelného čerpadla. Při požadavku na teplo se největší část tepla odnímá. Tuto energii uvede tepelné čerpadlo na vyšší teplotní úroveň, aby bylo možno ohřát vodu a vytápěcí systém. Nato se odvádí odvětrávaný vzduch do venkovního prostoru vhodným potrubním systémem, izolovaným nepropustně proti difuzi páry.

Přes vhodné decentralizované ventily přiváděného vzduchu se přivádí čerstvý filtrovaný venkovní vzduch do větraných místností (obytné místnosti a ložnice). [18]

4.3 Posouzení finanční náročnosti stavby

Tab. 5 Rozpis nákladů na jednotlivé stavební práce a technologie

Název	Množství	Cena za jednotku	Cena	Poznámka
Zemní práce				
	[m ³]	[Kč/m ³]	[Kč]	
Bagrování	585	200	117000	
Stavební práce				
Výroba bednění	[m ²]	[Kč/m ²]		
	615	230	141450	
Beton 25/30	[m ³]	[Kč/m ³]		
	180	2287	850000	
Vápenopísková cihla	[kus]	[Kč/kus]		
KS 5DF5 - 240x300x113	3500	8,72	30520	Plocha 95m ²
	[m ²]	[Kč/m ²]		
Vnitřní omítka	370	180	66600	
Vnější omítka	73,7	200	14740	
Tepelná izolace				
Kamenná vata Rockwool	[kus]	[Kč/kus]		
Airrock ND tl.=240mm	62,5	315	19687,5	Plocha 75m ²
Styrodur 2800C tl.=200mm	173,6	286	49649,6	Plocha 260,4m ²
Styrodur 2800C tl.=100mm	15,5	286	4433	Plocha 46,4m ²
Styrodur 2800C tl.=50mm	4,74	143	677,82	Plocha 28,44m ²
Hydroizolace				
	[m ²]	[Kč/m ²]		
Bentonitové rohože Voltex	405	450	182250	
	[kus]	[Kč/kus]		Plocha 405m ²
Gumoasfalt SA12 - 30kg	11	741	8151	0,75kg/m ²
Okna				
Okna Vekra			113395	Okna+dveře
Technologie				
Cena za technologie			704607	
Dotace Zelená úsporám				
RD v pasivním standartu			-250000	
Solární systém pro přípravu TUV			-55000	
Dotační bonus			-20000	
		Σ	1978161	

5 Závěr

Tab.6 Celková roční náklady na energie pro zvolené technologie

Technologie	Solární systém Regulus sol DUO 600KTU R	Ventilační systém s integrováním tep. čerp. THD 203 SOL	Spotřebiče	Fotovolt. systemSUNPOWER SPR 225WHT - 10ks	Celková roční bilance [Kč]*
Pořizovací náklady [Kč]	150891	115301	94875	343540	704607
Úspora energie na vytápění	-	80%	-	-	12256
Úspora energie na TUV	70%	-	-	-	
Roční náklady na vytápění	-	568	-	-	
Roční náklady na TUV	-	1236	-	-	
Roční náklady energií [Kč]	-	-	5012	-	
Roční zisky z prodeje el. en. [Kč]	-	-	-	37545	25289

*Dle sazby Čez D56d: Spotřeba el. Energie (MWhx2342)+(12x(417,69+35,7))

Pasivní domy kryté zemí představují v současné době jednu z alternativ úspor energií. Nelze opomenout ani další skutečnosti, které jednoznačně vyzdvihují jejich přednosti. Domy tohoto typu je možné stavět na nejlevnějších pozemcích, jako jsou svahy a jiné terény nevhodné pro klasickou zástavbu a zemědělské využití. Běžná údržba vyžaduje podstatně méně času a finančních prostředků. Vyznačují také se vysokou odolností vůči požáru a dalším živelným pohromám (krupobití, větrným smrštím apod.). Vzhledem k omezené možnosti vloupání a vandalizmu se v nich jejich obyvatelé cítí bezpečněji než v klasických domech. Jsou zvukově dokonale izolované.

Při stavbě pasivního domu chráněného zemí je třeba dodržovat technologické postupy, které se liší od stavby klasického rodinného domu. Filtrační vrstva...drenážní vrstva...hydroizolační vrstva.....atd...

Úspornost provozu se přímo promítá i do finanční dostupnosti takového domu, např. pro mladé rodiny. Ačkoli pořizovací náklady výstavby domu chráněného zemí nejsou nižší (ale ani vyšší) než u klasického rodinného domu o stejné výměře, hypoteční banka může přijmout argument úsporného provozu takového domu a zvýšit bonitu klienta o cca 3 000 Kč předpokládaných úspor měsíčně. Při stavbě domu tohoto typu je možné také využít program Ministerstva životního prostředí administrovaný Státním fondem životního prostředí ČR-Zelená úsporám. Cílem tohoto programu je zajistit realizaci opatření vedoucích k úsporám energie a využití obnovitelných zdrojů energie v rodinných a bytových domech. Díky těmto skutečnostem se stává dům chráněný zemí přístupnější stále širšímu počtu zájemců.

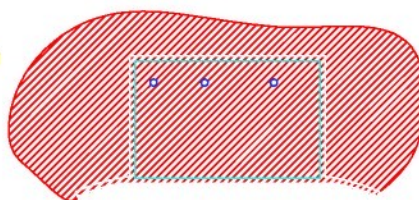
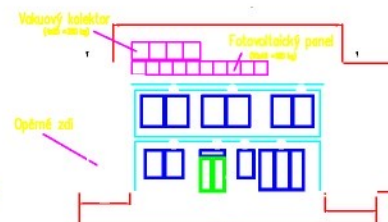
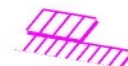
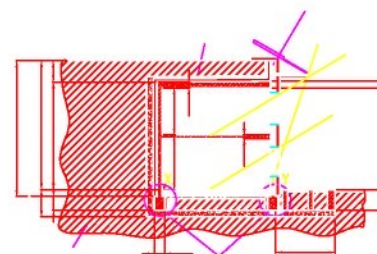
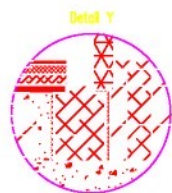
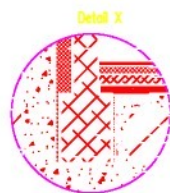
Domnívám se, že výstavba pasivních domů krytých zemí by měla být současným standardem pro stavění domů s co nejnižší spotřebou energie, jelikož tento typ domů je dobře dosažitelný dnešními technologiemi a současně cenově výhodný. Pasivní dům krytý zemí představuje také praktickou odpověď na aktuální otázku ochrany životního prostředí. Nezatažuje tolik atmosféru emisemi fosilního uhlíku a brzdí tím dosud rostoucí tempo globálního oteplování.

6 Seznam použité literatury

- [1] Energeticky pasivní dům, Dostupný na WWW: <<http://cs.wikipedia.org>>
- [2] Co je pasivní dům, Dostupný na WWW: <<http://www.pasivnidomy.cz>>
- [3] Proč pasivní domy, Dostupný na WWW: <<http://www.veronica.cz>>
- [4] O domech chráněných zemí - zelené domy se už staví 2009,
Dostupný na WWW: <<http://www.4-construction.com/cz>>
- [5] Geotextilie, Dostupný na WWW: <<http://www.lithoplast.cz/geotextilie/>>
- [6] Luděk Frkal, Domy chráněné zemí, 1.vyd. Brno: Era, 2007, 112 s.
ISBN 978-80-7366-095-6
- [7] Izolace spodní stavby 2009, Dostupný na WWW: <<http://bydleni.lidovky.cz>>
- [8] Zelené střechy – nejen estetický prvek v architektuře 2007,
Dostupný na WWW: <<http://www.stavebnictvi3000.cz>>
- [9] Doc. Ing. Karel Brož, Vytápění, dotisk 2. vyd. Praha: ČVUT 2006, 203 s.
ISBN 80-01-02536-5
- [10] ČSN EN ISO 13790 - Energetická náročnost budov
- [11] Zdroje tepla- elektrokotle, Dostupný na WWW: <<http://www.stavebnetabulky.sk>>
- [12] Kotle na pelety, Dostupný na WWW: <<http://www.kotlenabiomasu.eu>>
- [13] Kondenzační kotel pro každého(I), Dostupný na WWW: <<http://vytapani.tzb-info.cz/>>
- [14] Krbová kamna a krby, Dostupný na WWW: <<http://www.krbova-kamna-a-krby.cz>>
- [15] Dostupný na WWW: <<http://www.wolf-solar.cz/>>
- [16] Výhody tepelných čerpadel, Dostupný na WWW: <<http://www.mastertherm.cz/>>
- [17] Rekuperace tepla, Dostupný na WWW: <<http://www.rekuperace.cz/>>
- [18] Solární panely a tep. čerpadla, Dostupný na WWW: <<http://www.ateg.cz/>>

Přílohy

- A Výkres domu
- B Statická kontrola domu, počet stran 27
- C Rešerše literatury, počet stran 5
- D Geologický průzkum, počet stran 11
- E Nabídka oken od firmy Vekra a.s., počet stran 7
- F Výpočet energet. náročnosti budovy programem Energie 2009, počet stran 8
- G Tepelná stabilita budovy v letním období, počet stran 3



Obsah

1. ÚVOD	2
2. PODKLADY	2
3. ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE	2
3.1. ZATÍŽENÍ STROPU – TL 220 MM	2
3.2. ZATÍŽENÍ STŘECHY – TL. 350 MM	3
3.3. ZATÍŽENÍ ZÁKL. DESKY – TL 400 MM	3
3.4. ZATÍŽENÍ OBVOD. STĚN ZEMNÍM TLAKEM – TL 300 MM	4
4. VÝPOČTOVÁ ROVNICE	5
5. VÝPOČET OBJEKTU	6
5.1. GEOMETRIE	6
5.2. VÝPIS ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ A KOMBINACÍ ZS	7
5.3. ZATĚŽOVACÍ STAVY	8
5.3.1. ZS1 – vlastní tíha	8
5.3.2. ZS2 – stálé zatížení	9
5.3.3. ZS3 – zatížení zemním tlakem	10
5.3.4. ZS4 – zatížení násypem	11
5.3.5. ZS5 – zatížení užitné	12
6. VÝSLEDKY VÝPOČTU	13
6.1. ZÁKLADOVÁ DESKA	13
6.1.1. Deformace základové desky	13
6.1.2. Kontaktní napětí v základové spáře	14
6.1.3. Dimenzační momenty	15
6.1.4. Posouzení průřezu na max. moment $M = 242 \text{ kNm}$	16
6.2. STROPNÍ DESKA	17
6.2.1. Deformace stropní desky	17
6.2.2. Dimenzační momenty	18
6.2.3. Posouzení průřezu na max. moment při horním povrchu desky $M_x = 48 \text{ kNm}$	19
6.3. STŘEŠNÍ DESKA	20
6.3.1. Deformace střešní desky	20
6.3.2. Dimenzační momenty	21
6.3.3. Posouzení průřezu na max. moment při horním povrchu desky $M_x = 218 \text{ kNm}$	22
6.4. OBVODOVÁ STĚNA	23
6.4.1. Dimenzační momenty	23
6.4.2. Normálové síly	25
6.4.3. Posouzení průřezu na moment M_x a normálovou sílu N_x	27
7. ZÁVĚR	27

1. Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je **předběžný návrh a posouzení únosnosti** nosných stavebních konstrukcí objektu obytného domu Dukelských hrdinů 904/44 , Praha 7 - Holešovice. Statický výpočet je součástí projektu pro stavební povolení.

2. Podklady

1) ČSN 73 0035	Zatížení stavebních konstrukcí
2) ČSN EN 1991	Zatížení konstrukcí
3) ČSN 73 1201	Navrhování betonových konstrukcí
4) ČSN EN 1992	Navrhování betonových konstrukcí
5) ČSN 73 1101	Navrhování zděných konstrukcí
6) ČSN EN 1996	Navrhování zděných konstrukcí
7) ČSN 73 0037	Zemní tlak na stavební konstrukce

3. Zatížení konstrukce

3.1. Zatížení stropu – tl 220 mm

- vlastní váha

$25 \cdot 0,22 =$	$5,5 \text{ kN/m}^2$
-------------------	----------------------
- stálé zatížení chodba – podlaha 100 mm
 - kročejová izolace Orsil 35 mm

$1,5 \cdot 0,035 =$	$0,053 \text{ kN/m}^2$
---------------------	------------------------
 - žb. mazanina tl. 55 mm se sítí

$25 \cdot 0,055 =$	$1,38 \text{ kN/m}^2$
--------------------	-----------------------
 - dlažba

$27 \cdot 0,01 =$	<u>$0,27 \text{ kN/m}^2$</u>
	$1,703 \text{ kN/m}^2$
- stálé zatížení pokoje – podlaha 100 mm

- kročejová izolace Orsil 35 mm	
$1,5 \cdot 0,035 =$	$0,053 \text{ kN/m}^2$
- žb. mazanina tl. 55 mm se sítí	
$25 \cdot 0,055 =$	$1,38 \text{ kN/m}^2$
- koberce	
	$0,02 \text{ kN/m}^2$
	$1,453 \text{ kN/m}^2$

- **užitné zatížení na podlaze – kategorie A - pokoje**
 $1,5 \text{ kN/m}^2$
- **užitné zatížení na podlaze – kategorie A – chodby a schodiště**
 3 kN/m^2

3.2. Zatížení střechy – tl. 350 mm

- **vlastní váha**
 $25 \cdot 0,35 =$ $8,75 \text{ kN/m}^2$
- **zatížení stálé**
 - hydroizolace $0,02 \text{ kN/m}^2$
 - tepelná izolace 200 mm
 - $1,5 \cdot 0,2 =$ $0,3 \text{ kN/m}^2$
 - štěrk tl. 100 mm
 - $17 \cdot 0,1 =$ $1,7 \text{ kN/m}^2$
 - geotextilie $0,02 \text{ kN/m}^2$
 - zásyp zeminou 940 mm
 - $20 \cdot 0,94 =$ 19 kN/m^2
 - $21,04 \text{ kN/m}^2$
- **užitné zatížení na střeše – kategorie A**
 2 kN/m^2

3.3. Zatížení zákl. desky – tl 400 mm

- **vlastní váha**

$$25 \cdot 0,4 = 10 \text{ kN/m}^2$$

- **stálé zatížení chodba – podlaha 100 mm**

- kročejová izolace Orsil 35 mm

$$1,5 \cdot 0,035 = 0,053 \text{ kN/m}^2$$

- žb. mazanina tl. 55 mm se sítí

$$25 \cdot 0,055 = 1,38 \text{ kN/m}^2$$

- dlažba

$$27 \cdot 0,01 = \underline{0,27 \text{ kN/m}^2}$$

$$1,703 \text{ kN/m}^2$$

- **stálé zatížení pokoje – podlaha 100 mm**

- kročejová izolace Orsil 35 mm

$$1,5 \cdot 0,035 = 0,053 \text{ kN/m}^2$$

- žb. mazanina tl. 55 mm se sítí

$$25 \cdot 0,055 = 1,38 \text{ kN/m}^2$$

- koberce

$$\underline{0,02 \text{ kN/m}^2}$$

$$1,453 \text{ kN/m}^2$$

- **užitné zatížení na podlaze – kategorie A - pokoje**

$$1,5 \text{ kN/m}^2$$

- **užitné zatížení na podlaze – kategorie A – chodby a schodiště**

$$3 \text{ kN/m}^2$$

3.4. Zatížení obvod. stěn zemním tlakem – tl 300 mm

V úvahu připadá zatížení zemním tlakem v klidu (konstrukce stěny se nemůže pootočit – je vetknutá do základové, stropní a střešní desky).

$$z \cong 8 \text{ m}$$

$$\gamma \cong 19 \text{ kN/m}^3$$

$$v \cong 0,4$$

Rub zasypán soudržnou zeminou (předpokládáme F5)

$$K_r = v/(1-v) = 0,4/(1-0,4) = 0,666$$

$$\text{Pro } z = 0,9 \text{ m} \Rightarrow \sigma_a = 19 \cdot 0,9 \cdot 0,666 = 11,39 \text{ kPa}$$

Pro $z = 4,2 \text{ m} \Rightarrow \sigma_a = 19 \cdot 4,2 \cdot 0,666 = 53,1 \text{ kPa}$

Pro $z = 8 \text{ m} \Rightarrow \sigma_a = 19 \cdot 8 \cdot 0,666 = 101,2 \approx 101 \text{ kPa}$

4. Výpočtová rovnice

Dle norem Eurokódu je nutno zpracovat výpočet dle následujících kombinací pro mezní stavy únosnosti:

(6.10)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki}$$

nebo ta rovnice z následujících dvou, která dává horší hodnoty

(6.10a)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_p P_k + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki}$$

(6.10b)

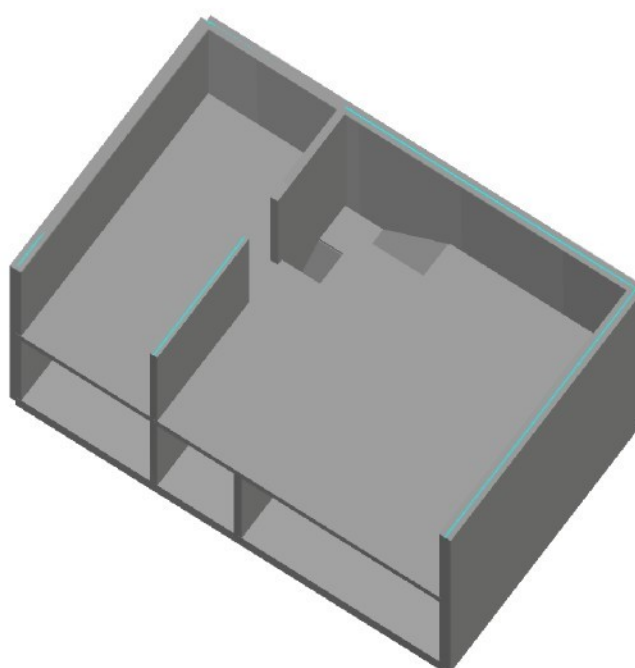
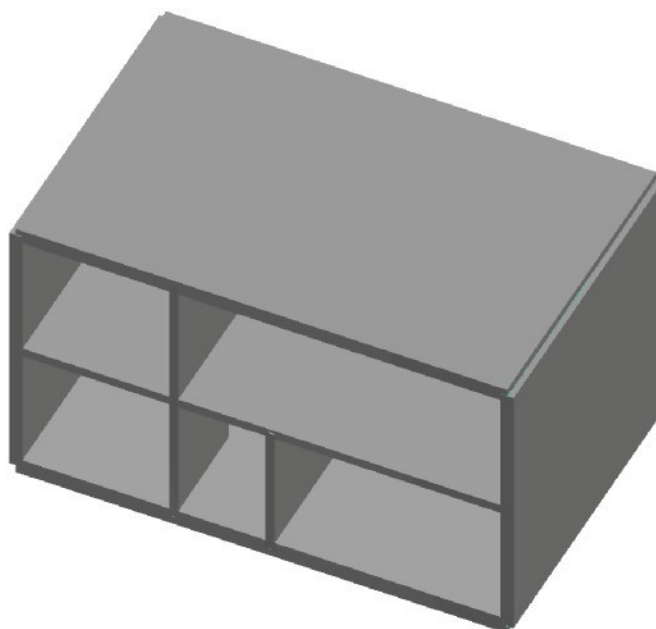
$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki}$$

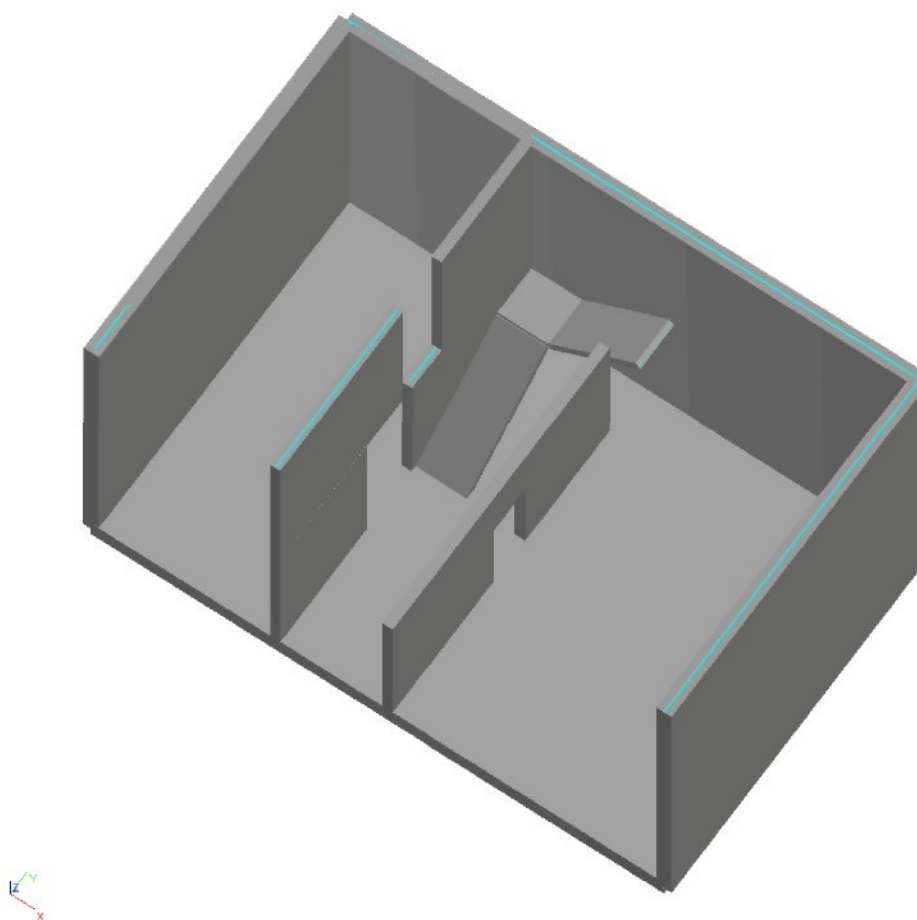
$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,5$	$\psi_0 = 0,7$	$\xi = 0,85$	nepříznivé
1,0	0,0	0,6		příznivé

Pro předběžný výpočet v rámci SP byla použita rovnice (6.10), která vychází bezpečněji.

5. Výpočet objektu

5.1. Geometrie





5.2. Výpis zatěžovacích stavů a kombinací ZS

Výpis zat. stavů, kombinací a obalových křivek:

Výpis zatěžovacích stavů :

Jméno	Koeficient	Komentář	Typ zatížení	Skupina	Parametry	Výběrový
ZS1	1.000	vl. váha	Perm - stálé	0	Perm	Ne
ZS2	1.000	stálé	Perm - stálé	0	Perm	Ne
ZS3	1.000	zatížení zemním tlakem		Perm - stálé		0
	Perm	Ne				
ZS4	1.000	zatížení násypem	Perm - stálé	0	Perm	Ne
ZS5	1.000	užitné	Long - dlouhodobé	0	Long	Ne

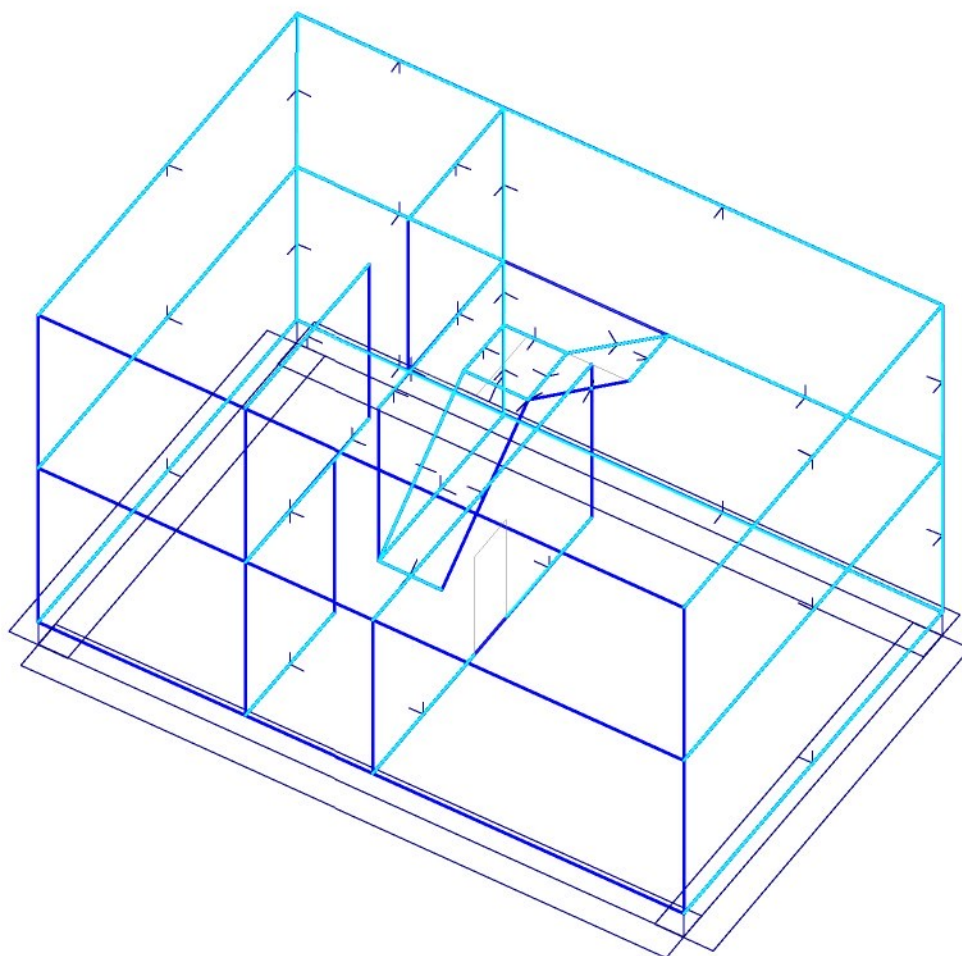
Výpis kombinací zatěžovacích stavů :

Jméno	ZS	Komentář	Koeficient
KZS1		$1.35 \cdot ZS1 + 1.35 \cdot ZS2 + 1.35 \cdot ZS3 + 1.35 \cdot ZS4 + 1.50 \cdot ZS5$	
	ZS1	vl. váha	1.350
	ZS2	stálé	1.350
	ZS3	zatížení zemním tlakem	1.350

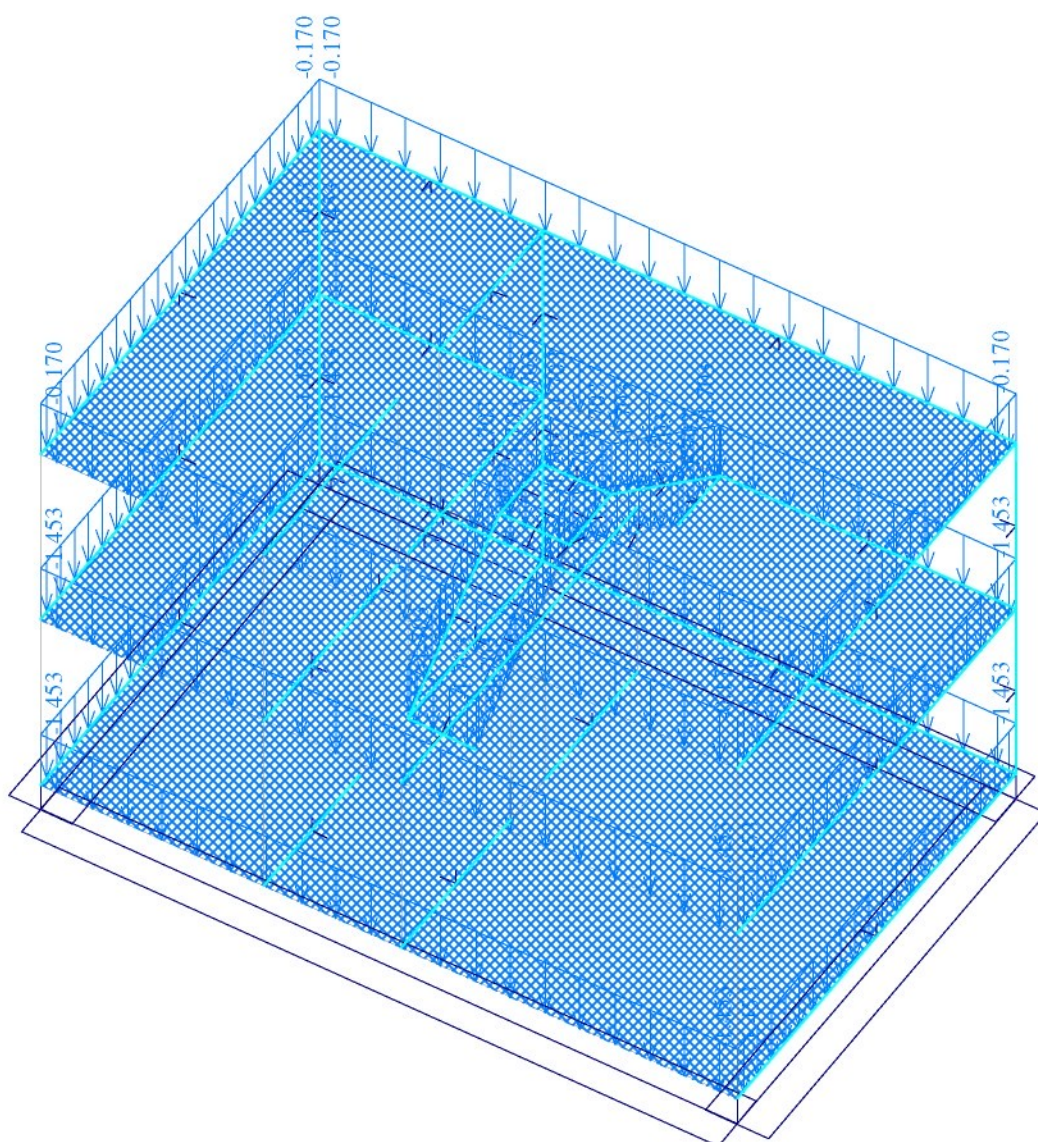
ZS4	zatížení násypem	1.350
ZS5	užitné	1.500

5.3. Zatěžovací stavy

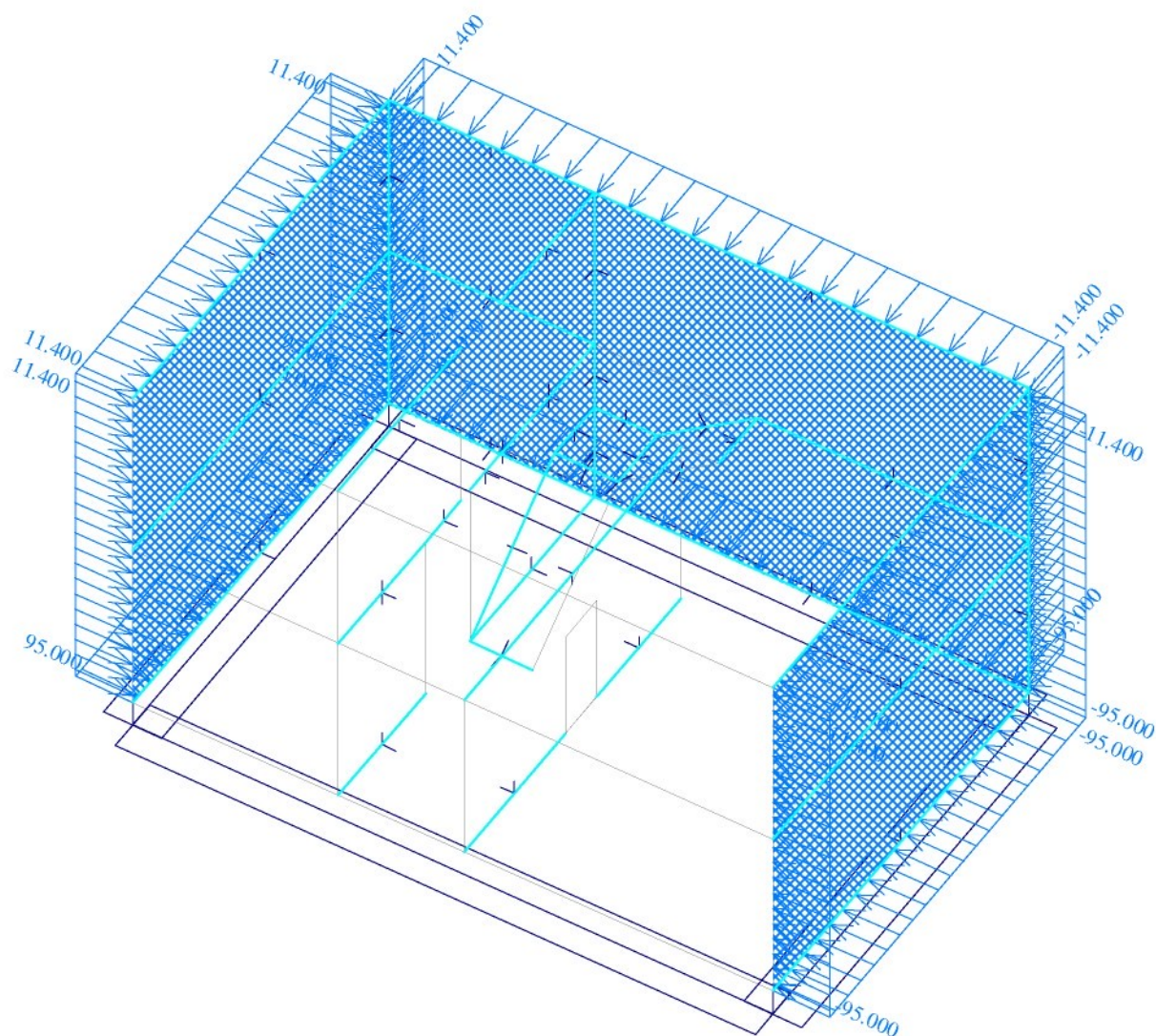
5.3.1. ZS1 – vlastní tíha



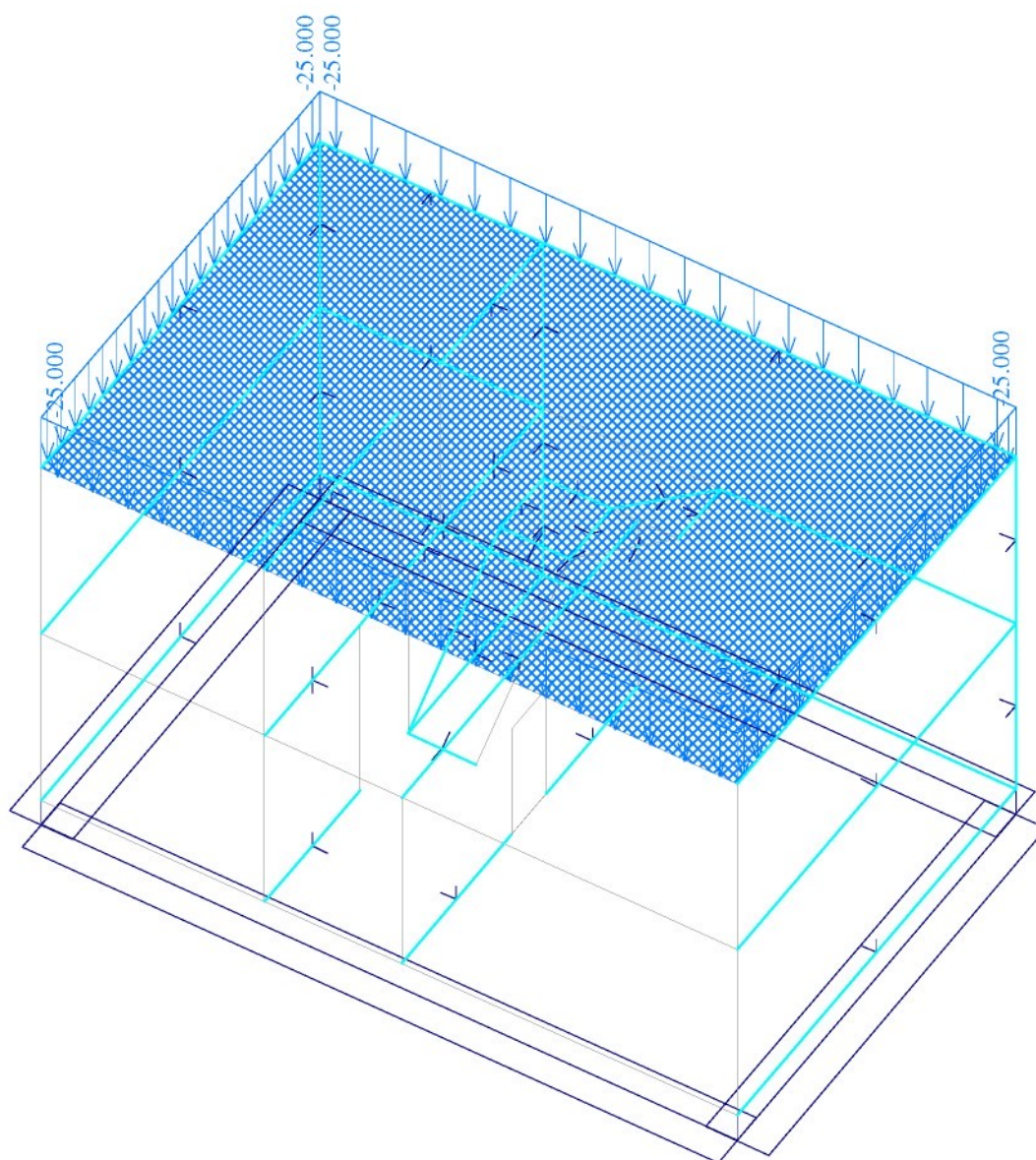
5.3.2. ZS2 – stálé zatížení



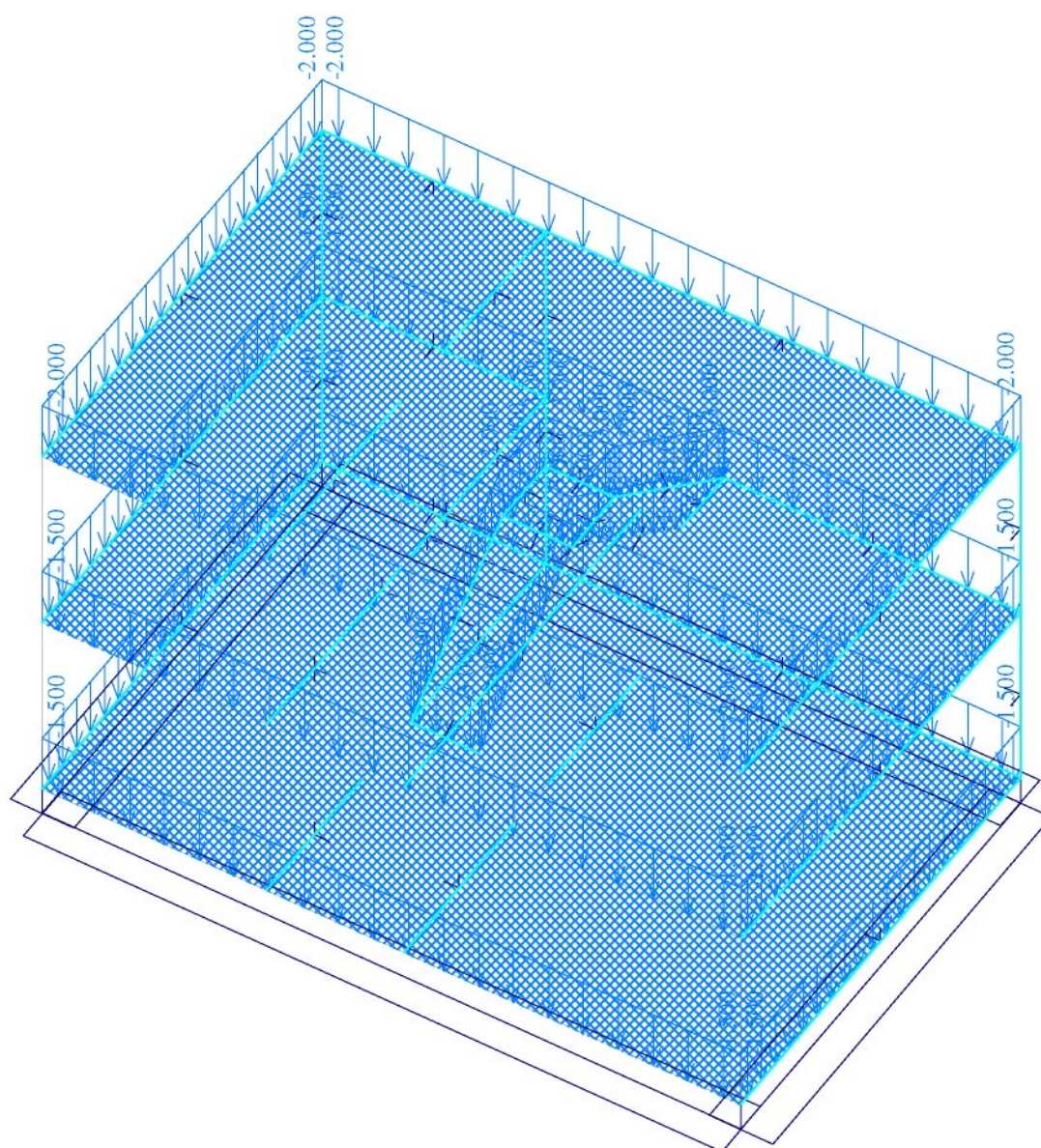
5.3.3. ZS3 – zatížení zemním tlakem



5.3.4. ZS4 – zatížení násypem



5.3.5. ZS5 – zatížení užité

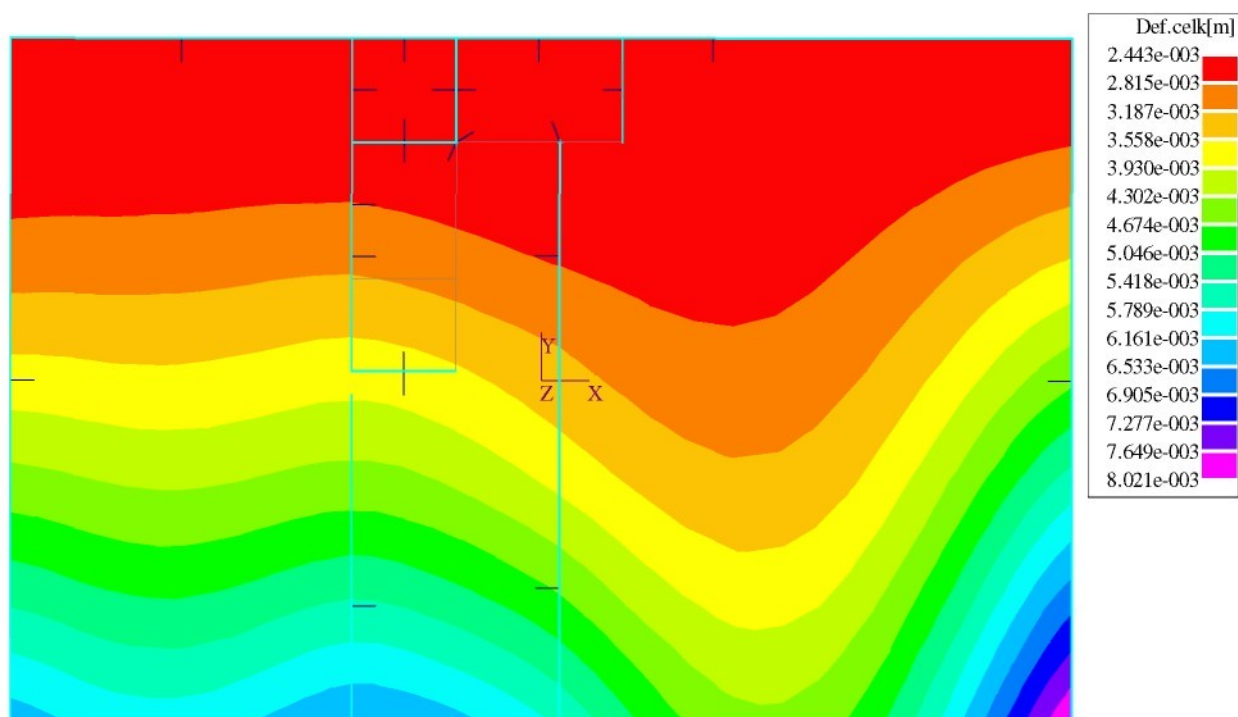


6. Výsledky výpočtu

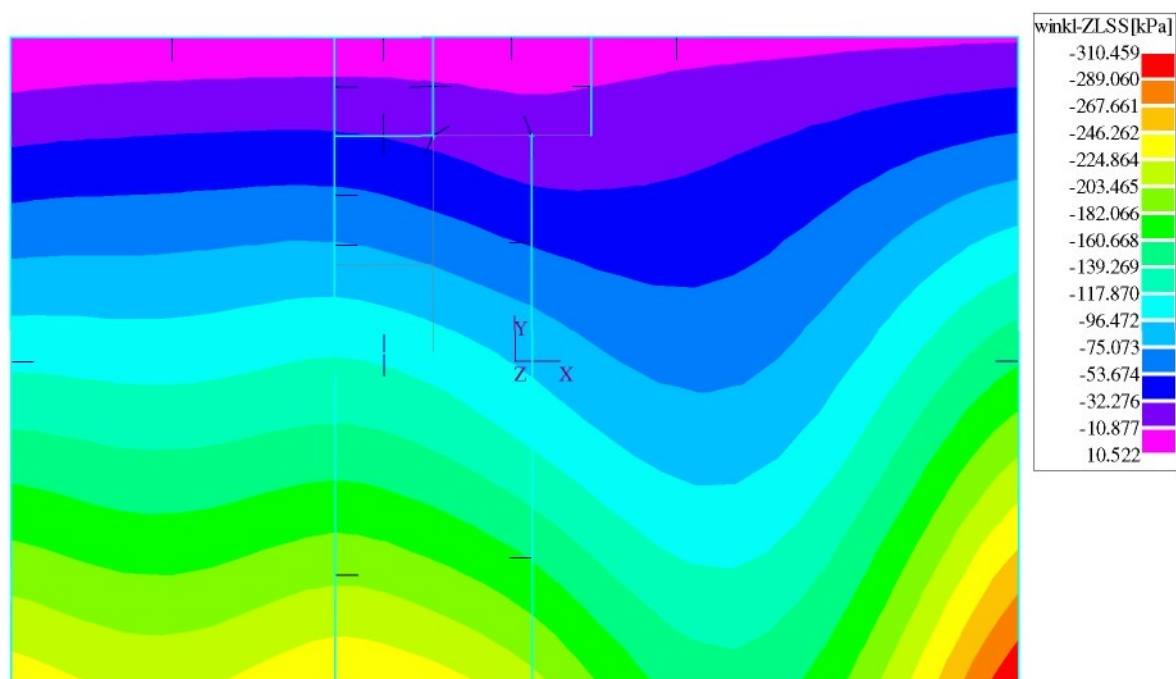
6.1. Základová deska

Železobetonová deska tl. 400 mm, beton C 25/30, ocel R 10505

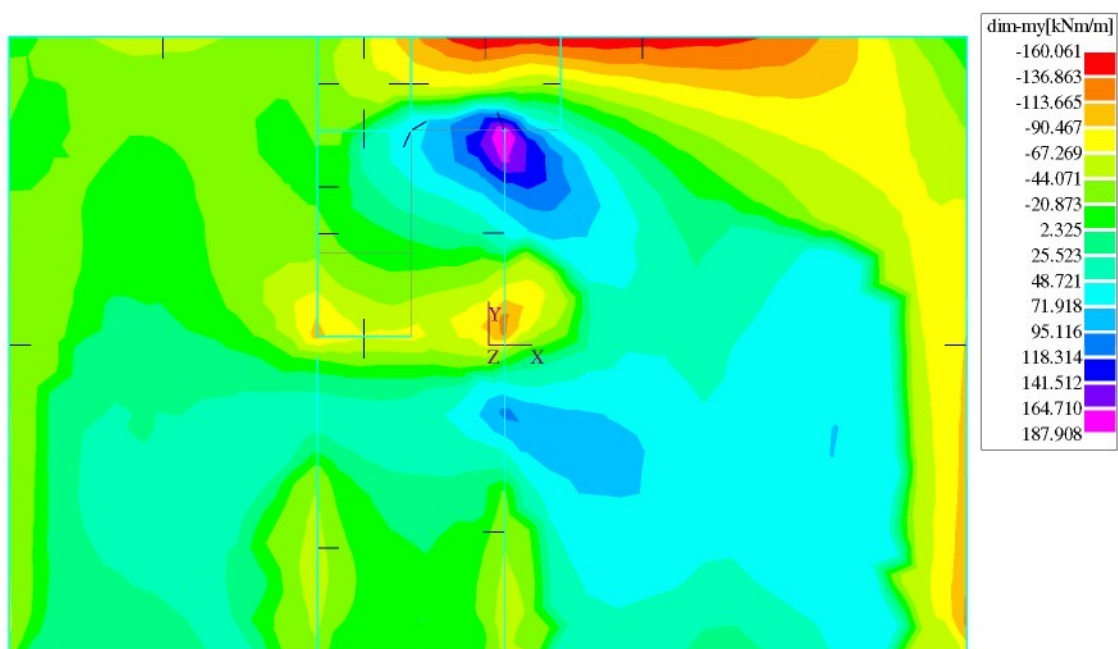
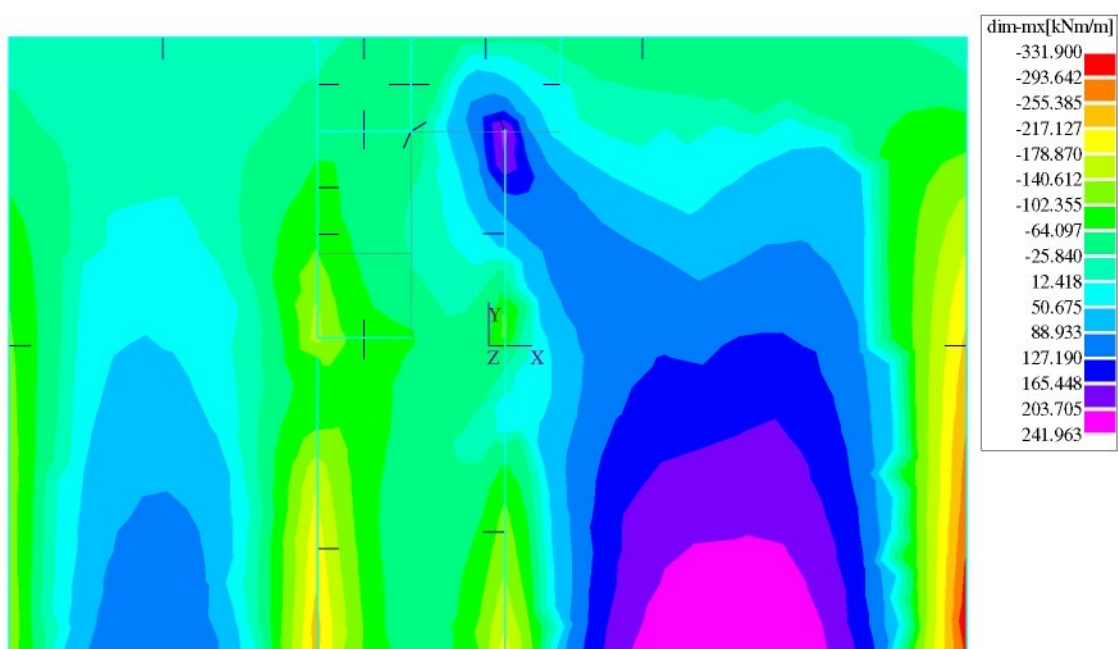
6.1.1. Deformace základové desky



6.1.2. Kontaktní napětí v základové spáře



6.1.3. Dimenzační momenty



6.1.4. Posouzení průřezu na max. moment $M = 242 \text{ kNm}$

Průřez základové desky 1000/400 mm, beton C 25/30, výztuž R 10505.

Fin10 - Beton 2D EC [Zákl_EC]

Součinitelé výpočtu jsou uvažovány dle EC2.

Posouzení železobetonového průřezu: mx_horní

Vstupní data: mx_horní

Průřez: 100/400

Výška průřezu $h = 0.40 \text{ m}$

Šířka průřezu $b = 1.00 \text{ m}$

Materiál: Beton C 25/30, Ocel 10505 (R)

Vyztužení průřezu

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
5	20.0	25.0	horní výztuž

Výsledky: mx_horní

Plochy vyztužení

Posouzení min. a max. plochy výztuže:

Nosník (plocha tažené výztuže):

$A_{smin} = 493.5 \text{ mm}^2 \leq A_s = 1570.8 \text{ mm}^2 \leq A_{smax} = 16000.0 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Posouzení průřezu - souhrn:

S tlačenou výztuží je počítáno.

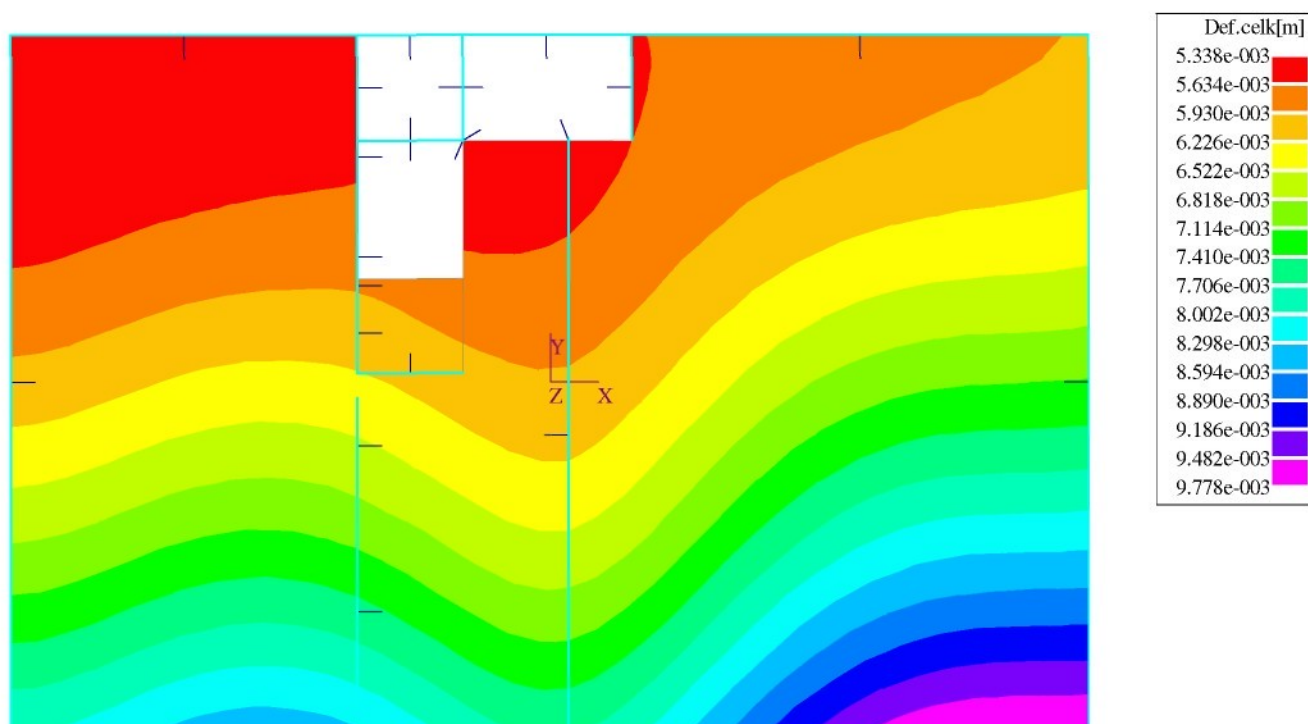
Z.P.	NEd [kN]	MEd [kNm]	NRd [kN]	MRd [kNm]	Posouzení
1	0.00	-242.00	0.00	-243.83	Vyhovuje

Průřez VYHOVUJE

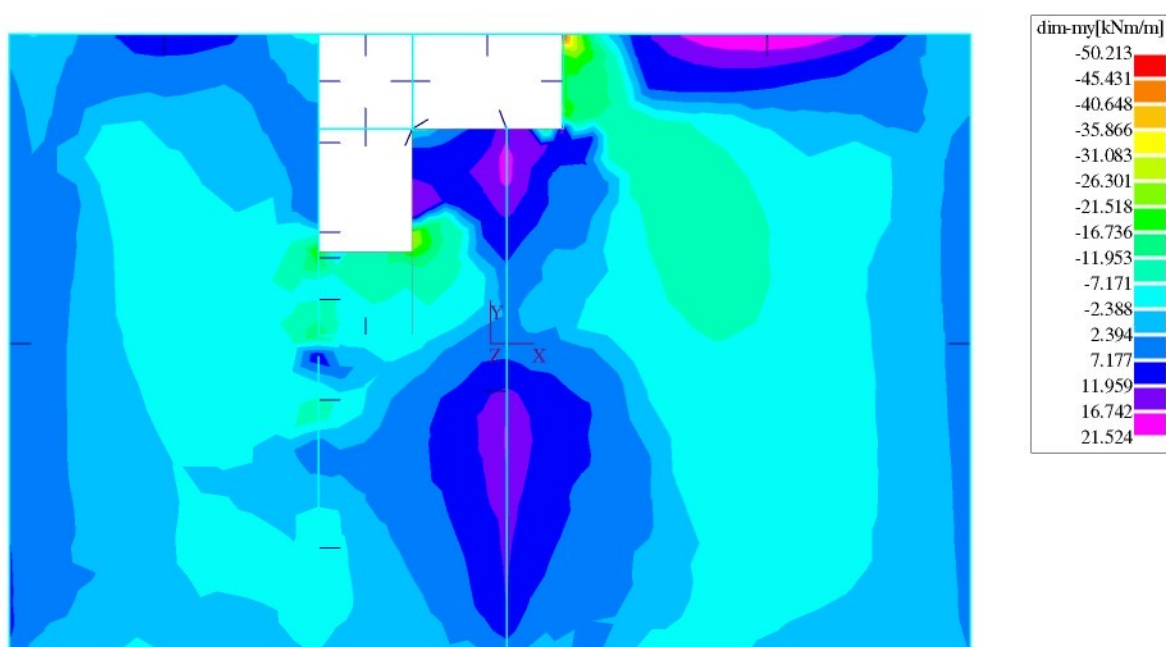
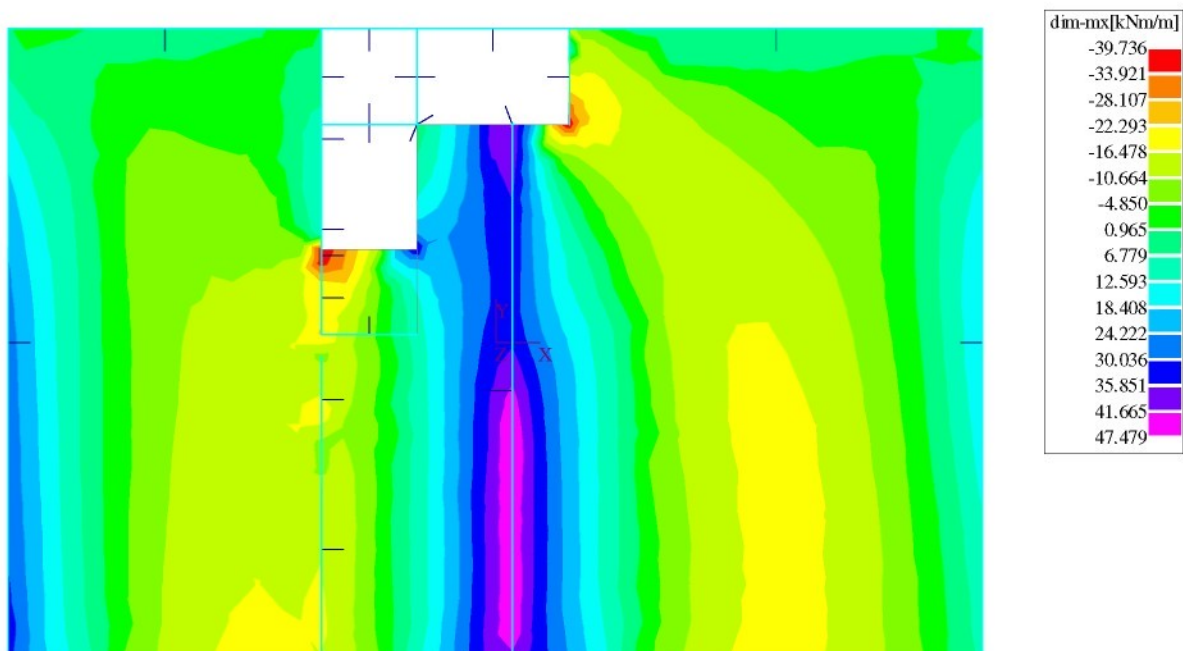
6.2. Stropní deska

Železobetonová deska tl. 220 mm, beton C 25/30, ocel R 10505

6.2.1. Deformace stropní desky



6.2.2. Dimenzační momenty



6.2.3. Posouzení průřezu na max. moment při horním povrchu desky Mx = 48 kNm

Průřez stropní desky 1000/220 mm, beton C 25/30, výztuž R 10505.

Fin10 - Beton 2D EC [Strop_EC]

Součinitelé výpočtu jsou uvažovány dle EC2.

Posouzení železobetonového průřezu: mx_dolní

Vstupní data: mx_dolní

Průřez: 100/220

Výška průřezu h = 0.22 m

Šířka průřezu b = 1.00 m

Materiál: Beton C 25/30, Ocel 10505 (R)

Vyztužení průřezu

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
5	10.0	25.0	dolní výztuž

Výsledky: mx_horní

Plochy vyztužení

Posouzení min. a max. plochy výztuže:

Nosník (plocha tažené výztuže):

A_smin= 262.3mm² <= A_s= 678.6mm² <= A_smax= 8800.0mm² => VYHOVUJE

Posouzení průřezu - souhrn:

S tlačenou výztuží je počítáno.

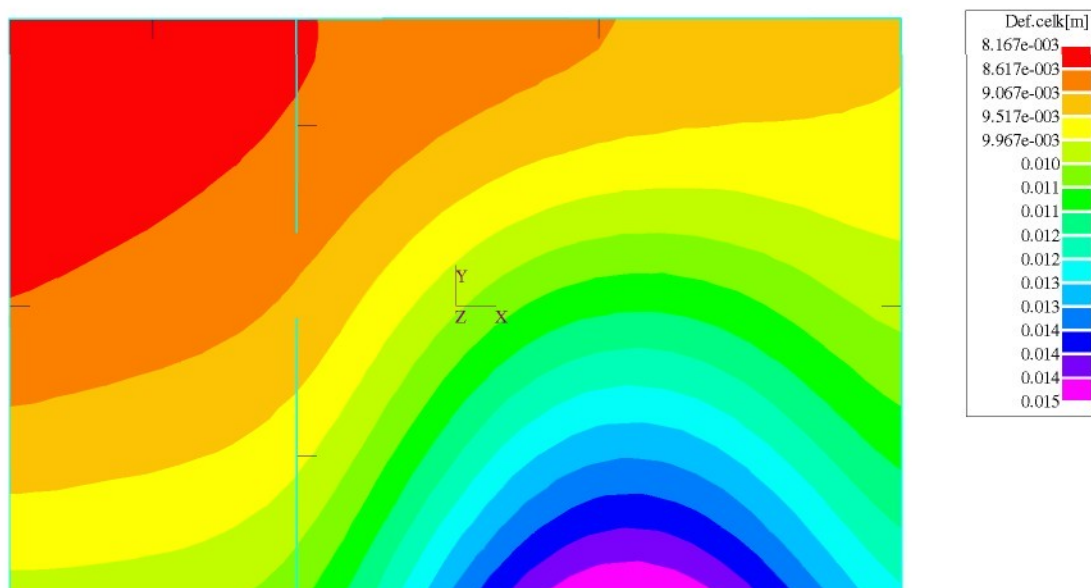
Z.P.	NEd [kN]	MEd [kNm]	NRd [kN]	MRd [kNm]	Posouzení
1	0.00	-48.00	0.00	-56.83	Vyhovuje

Průřez VYHOVUJE

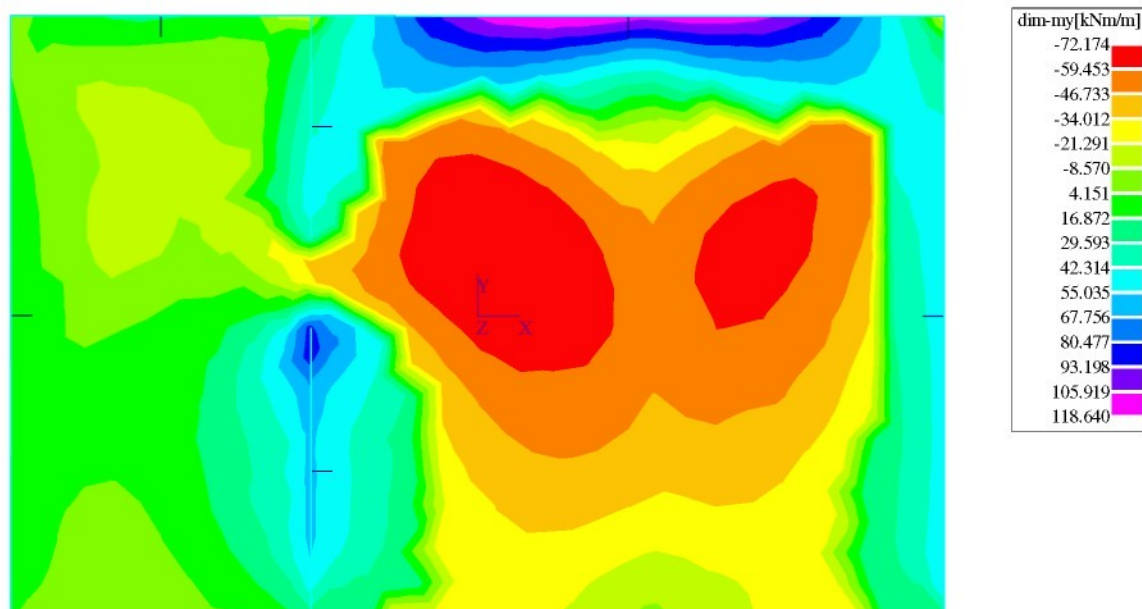
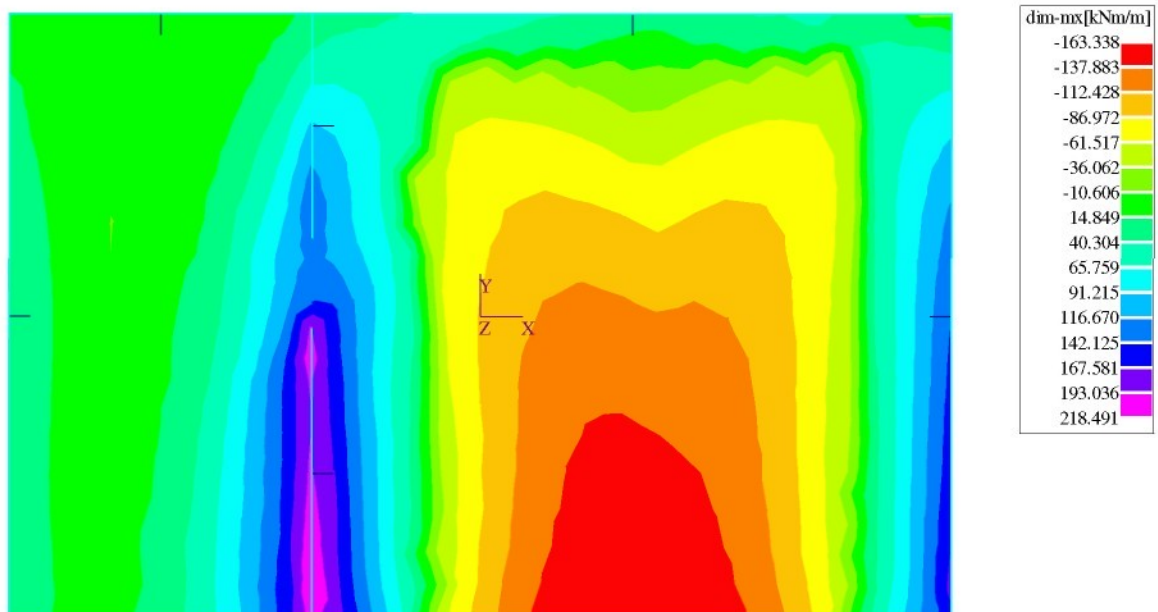
6.3. Střešní deska

Železobetonová deska tl. 350 mm, beton C 25/30, ocel R 10505

6.3.1. Deformace střešní desky



6.3.2. Dimenzační momenty



6.3.3. Posouzení průřezu na max. moment při horním povrchu desky Mx = 218 kNm

Průřez střešní desky 1000/350 mm, beton C 25/30, výztuž R 10505.

Fin10 - Beton 2D EC [Střecha_EC]

Součinitelé výpočtu jsou uvažovány dle EC2.

Posouzení železobetonového průřezu: mx_horní

Vstupní data: mx_horní

Průřez: 100/400

Výška průřezu h = 0.40 m

Šířka průřezu b = 1.00 m

Materiál: Beton C 25/30, Ocel 10505 (R)

Vyztužení průřezu

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
5	20.0	40.0	horní výztuž

Výsledky: mx_horní

Plochy vyztužení

Posouzení min. a max. plochy výztuže:

Nosník (plocha tažené výztuže):

A_smin= 473.2mm² <= A_s= 1570.8mm² <= A_smax= 16000.0mm² => VYHOVUJE

Posouzení průřezu - souhrn:

S tlačenou výztuží je počítáno.

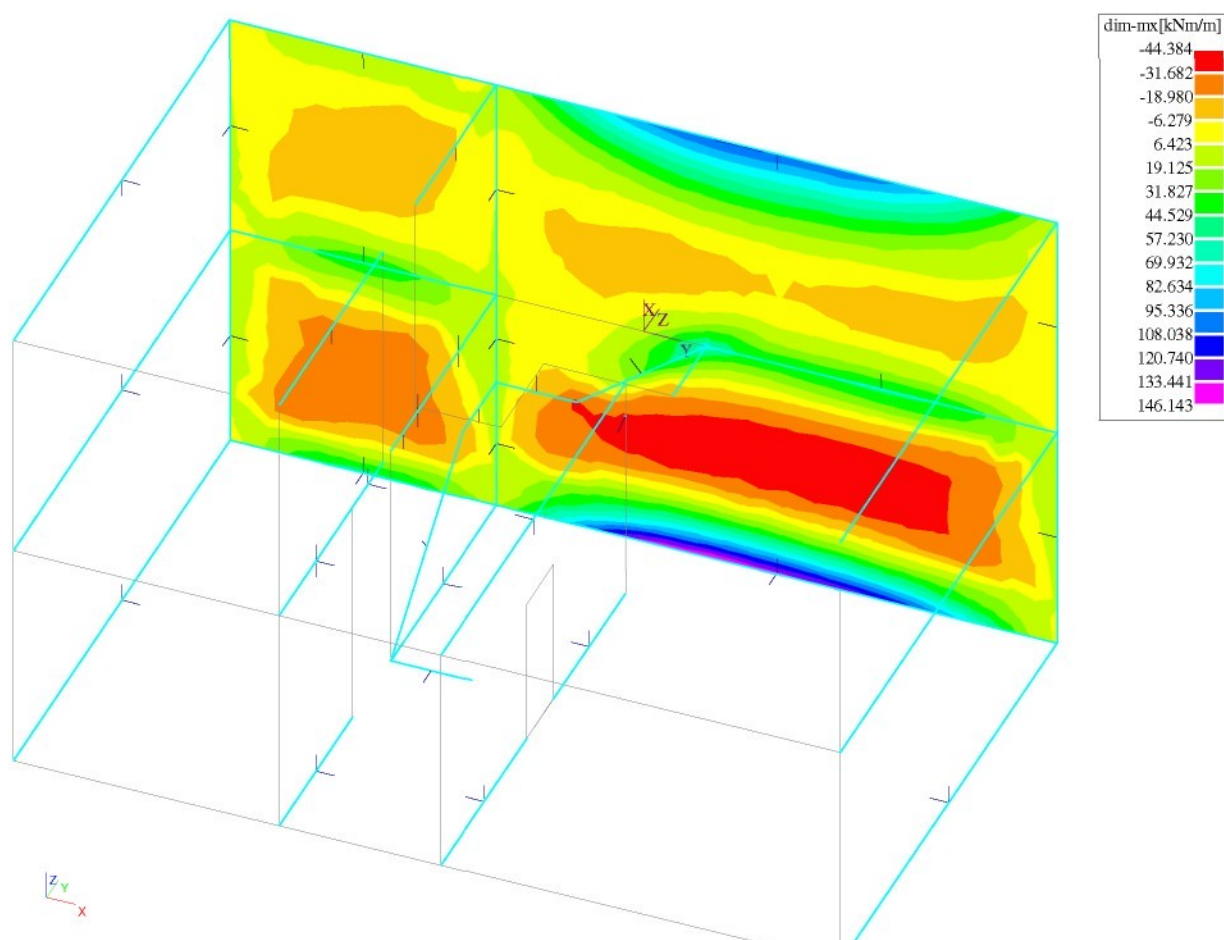
Z.P.	NEd [kN]	MEd [kNm]	NRd [kN]	MRd [kNm]	Posouzení
1	0.00	-218.00	0.00	-232.73	Vyhovuje

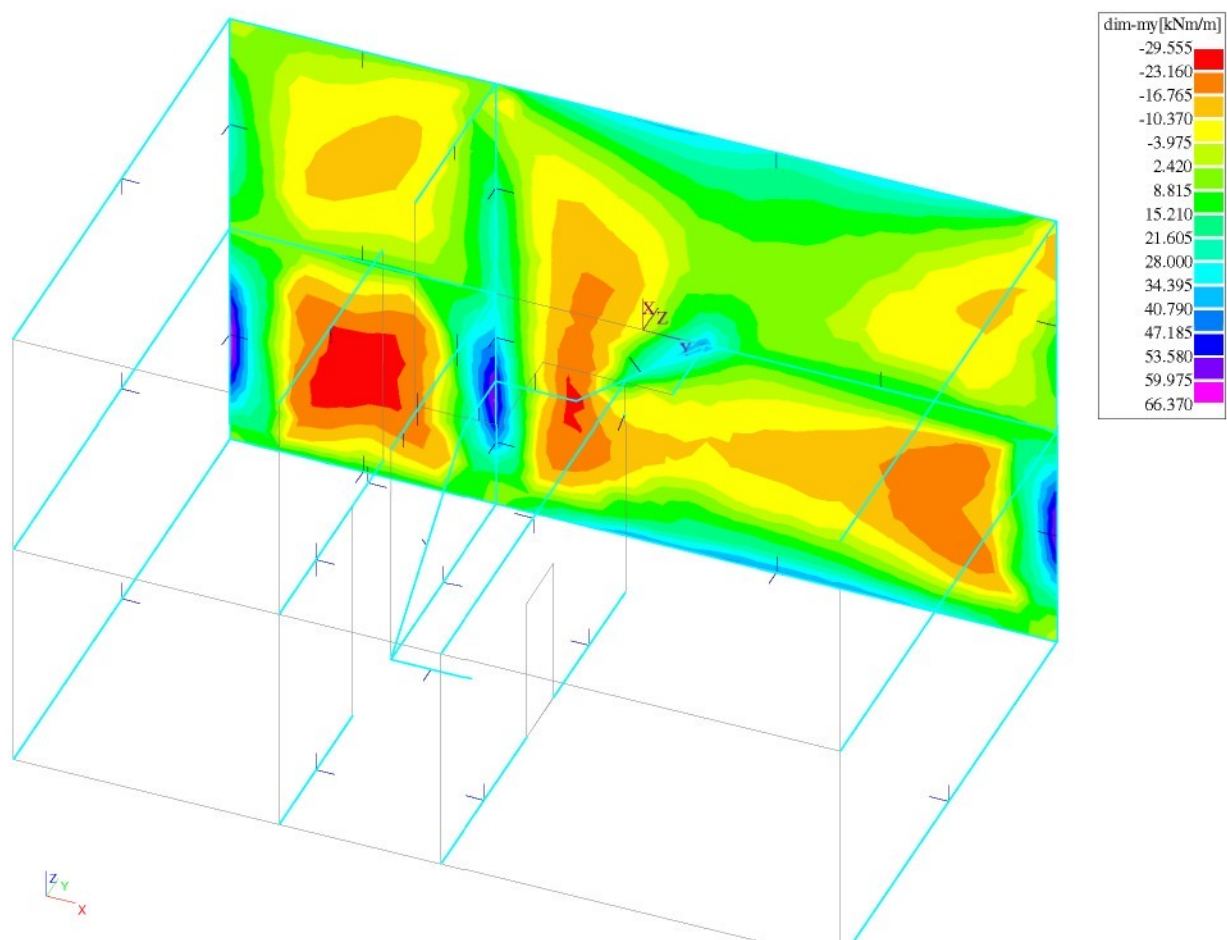
Průřez VYHOVUJE

6.4. Obvodová stěna

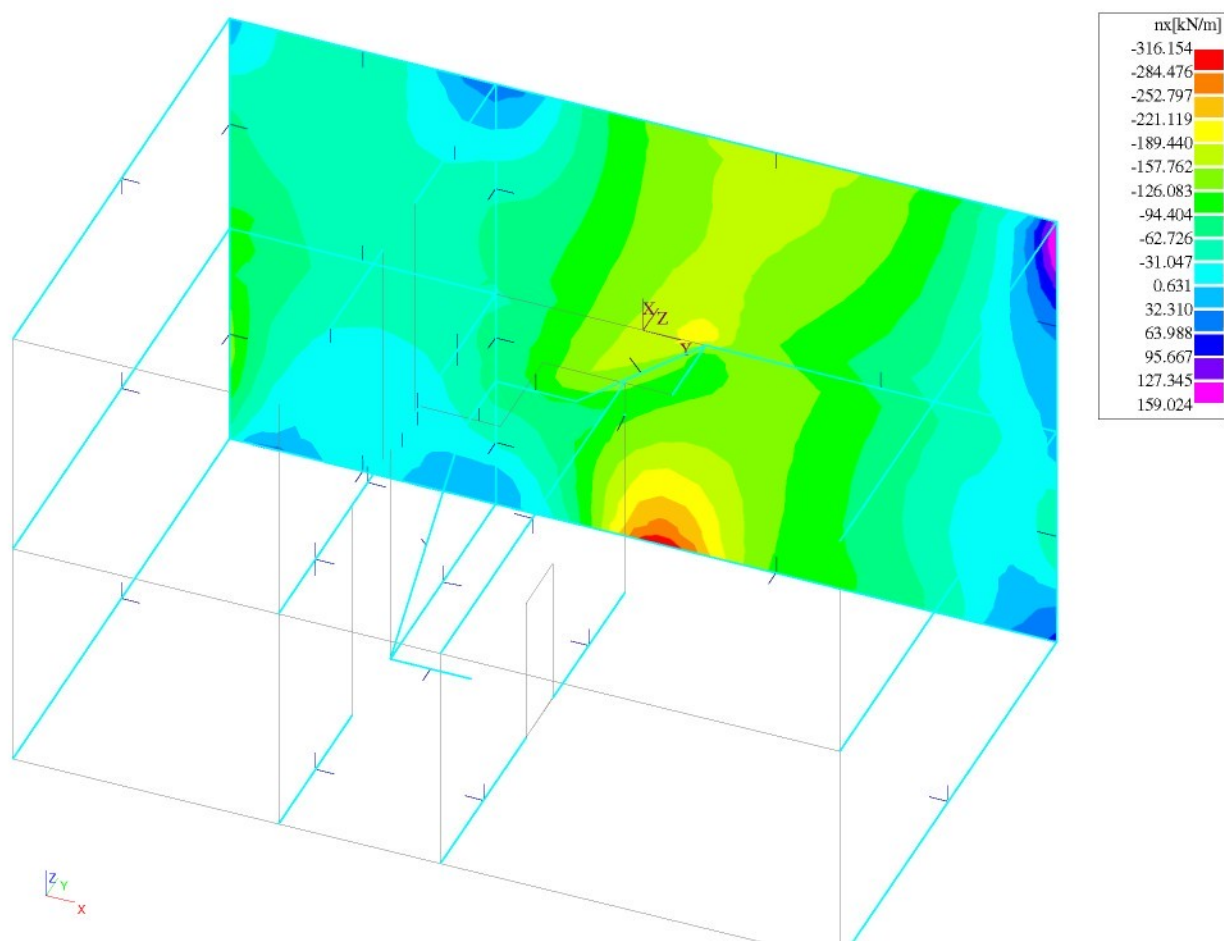
Železobetonová stěna tl. 300 mm, beton C 25/30, ocel R 10505

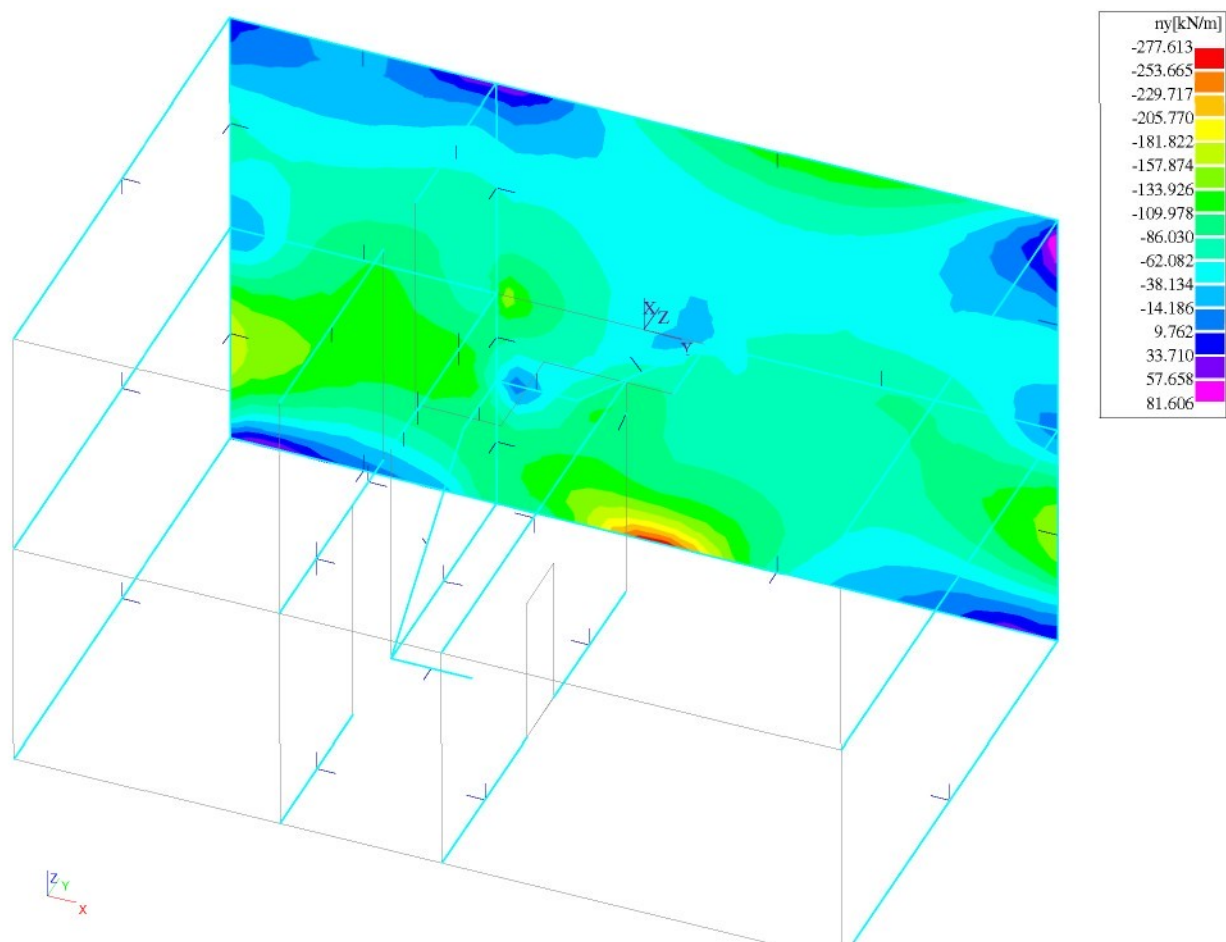
6.4.1. Dimenzační momenty





6.4.2. Normálové síly





6.4.3. Posouzení průřezu na moment M_x a normálovou sílu N_x

Průřez obvodové stěny 1000/300 mm, beton C 25/30, výztuž R 10505.

Svislá vnější výztuž v patě stěny

Fin10 - Beton 2D EC [Zadní stěna_EC]

Součinitelé výpočtu jsou uvažovány dle EC2.

Posouzení železobetonového průřezu: m_x svislá vnější

Vstupní data: m_x svislá vnější

Průřez: 100/300

Výška průřezu $h = 0.30$ m

Šířka průřezu $b = 1.00$ m

Materiál: Beton C 25/30, Ocel 10505 (R)

Vyztužení průřezu

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
5	20.0	52.0	horní výztuž
5	10.0	35.0	dolní výztuž

Výsledky: m_x svislá vnější

Plochy vyztužení

Posouzení min. a max. plochy výztuže:

Sloup (celková plocha výztuže):

$A_{smin} = 600.0 \text{ mm}^2 \leq A_s = 1963.5 \text{ mm}^2 \leq A_{smax} = 12000.0 \text{ mm}^2 \Rightarrow$ VYHOVUJE

Posouzení průřezu - souhrn:

S tlačnou výztuží je počítáno.

Z.P.	NEd [kN]	MEd [kNm]	NRd [kN]	MRd [kNm]	Posouzení
1	-126.00	-146.00	-4010.06	-164.74	Vyhovuje

Průřez VYHOVUJE

7. Závěr

Nosné konstrukce objektu jsou předběžně navrženy a vyhovují. Dokumentace je zpracována v úrovni a rozsahu projektu pro stavební povolení.

Jsou posouzeny hlavní konstrukce a jejich dimenze. Pro posouzení zvolených dimenzí jednotlivých desek a stěn konstrukce je vždy vybráno místo s největším namáháním vnitřními silami.

Praha, říjen 2009

Příloha C

Rešerše literatury

Publikace

- Hlavní autor: Frkal, Luděk, 1957-

Hlavní název: Domy chráněné zemí

Vydání: 1. vyd.

Vydáno: Brno : ERA, 2007

Rozsah: 94 s. : il. (některé barev.) ; 21 cm

- Hlavní autor: redakce Karel Bidlo, Jitka Blahoňovská

Hlavní název: Underground : architektura energeticky a krajinově šetrných domů
krytých zemí

Vydáno: Brno : Vysoké učení technické, Fakulta architektury, 2005

Rozsah: 15l. : il. ; 30 cm

- Hlavní autor:

Hlavní název: Ekodomy II, aneb, Vše hlavní o nízkoenergetických, pasivních,
plusových a jinak ekologických stavbách

Vydáno: Praha : Liga ekologických alternativ, 2005, 1 elektronický optický disk (CD-ROM)

Rozsah: barev. ; 12 cm + 1 brožura (1-14 s.) Odkazy <http://www.lea.ecn.cz/>

- Hlavní autor: Kulhánek, František

Hlavní název: Nízkoenergetické a pasivní domy : návrh a realizace : komplexní
zpracování problematiky se zaměřením na moderní a ekologická řešení

Vydáno: Praha : Dashöfer, 2009-

Rozsah: sv. (na volných l.) ; 32 cm

- Hlavní autor: Budiaková, Mária
Hlavní název: Energeticky úsporné budovy
Vydání: 1. vyd.
Vydáno: Bratislava : A-PROJEKT, 2003
Rozsah: 199 s. : il., tabulky

- Hlavní autor: Tywoniak, Jan, 1957-
Hlavní název: Nízkoenergetické domy : principy a příklady
Vydání: 1. vyd.
Vydáno: Praha : Grada, 2005
Rozsah: 193 s. : il., plány (některé barev.) ; 25 cm

- Hlavní autor: Tywoniak, Jan, 1957-
Hlavní název: Nízkoenergetické domy 2 : principy a příklady
Vydání: 1. vyd.
Nakl. údaje Praha : Grada, 2008
Rozsah: 193 s. : il. (převážně barev.), plány ; 25 cm

- Hlavní autor: Hudec, Mojmír, 1951-
Hlavní název: Pasivní rodinný dům
Vydání: 1. vyd.
Vydáno: Praha : Grada Publ., 2008
Rozsah: 108 s.

Anotace: Kniha je určena široké veřejnosti a pro investory rodinných domů jako základní publikace pro orientování se v problematice pasivních domů. Stručnou a jasnou formou informuje, proč stavět v pasivním standardu a jaká hlediska je třeba zvažovat při projektu domu. Přináší informace o materiálových variantách i o doplňkových konstrukcích, jaká jsou vhodná řešení konstrukcí od základů až po střechu, jak zajistit energetickou soběstačnost domu i jak lze případně řešit například zpětné využívání vody. Samozřejmostí je i kapitola věnovaná ekologickému řešení stavění pasivního domu a prokazování pasivního standardu budov.

- Hlavní autor: Humm, Othmar
Hlavní název: Nízkoenergetické domy
Vydání: 1. čes. vyd.
Vydáno: Praha : Grada, 1999
Rozsah: 353 s.
- Hlavní autor: Nagy, Eugen, 1965-
Hlavní název: Nízkoenergetický ekologický dům Vydání :1. vyd.
Vydáno: Bratislava : Jaga, 2002
Rozsah: 283 s.
- Hlavní autor: Pregizer, Dieter
Hlavní název: Zásady pro stavbu pasivního domu Vydání :1. vyd.
Vydáno: Praha : Grada, 2009
Rozsah: 126 s.
- Hlavní autor: Počinková, Marcela, 1968-
Další autoři: Čuprová, Danuše, 1950-
Hlavní název: Úsporný dům
Vydání: 2. aktualiz. vyd.
Vydáno: Brno : ERA, 2008
Rozsah: 182 s.
- Hlavní autor: Damaška, David
Hlavní název: Atlas nízkoenergetických domů
Vydáno: Praha : Arch : SEVEN, c2002
Rozsah: 136 s. : barev. il., plány ; 25 cm
- Hlavní autor: Šmelhaus, Pavel, 1972-
Hlavní název: Nízkoenergetický dům
Vydání: 1.
Vydáno: Praha : ABF - Arch, 2004
Rozsah: 117 s. : barev. il., plány ; 25 cm
- Hlavní autor: Feist, Wolfgang, 1954-
Hlavní název: Nízkoenergetický dům : úspory energie v bytové výstavbě budoucnosti
Vydání: 1. čes. vyd.
Vydáno: Ostrava : HEL, 1994
Rozsah: 183 s. : obr., fotogr., tab., grafy ; 21 cm

- Hlavní autor: Petráš, Dušan, 1956-
Hlavní název: Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje
Vydání: 1.
Vydáno: Bratislava : Jaga, 2008
Rozsah: 207 s. : il. (některé barev.) ; 31 cm
- Hlavní autor: sborník z konference, 18.-19.10.2005, Brno / [redaktor sborníku Jan Bárta]
Hlavní název: Pasivní domy 2005
Vydání: 1.
Vydáno: Brno : Centrum pasivního domu, 2005
Rozsah: 290 s. : il.
- Hlavní autor: editor publikace Jan Bárta, Juraj Hazucha
Hlavní název: Pasivní domy
Vydání: 1.
Vydáno: Brno : Centrum pasivního domu, 2007
Rozsah: 339 s. : il.
- Hlavní autor: sestavila Erika Vodičková ; překlad Markéta Teuchnerová
Hlavní název: Vše o nízkoenergetickém domě
Vydáno: Bratislava : Jaga, 2008
Rozsah: 183 s. : barev. il. ; 28 cm

Články

- Hlavní název: Dům krytý zemí aneb Zelené bydlení / ge Zdroj. dokument Střechy, fasády, izolace. -- Ostrava. -- ISSN 1212-0111. -- roč. 11, č. 10 (200410), s. 50-52
- Hlavní název: Zelené domy - domy chráněné zemí / (roh) Další autor: (roh)
Zdrojový dokument: Řemesla a interiér. Roč. 2, č. 11 (1999), s. 8-10. ISSN 1211-9954 Rok: 1999

- Hlavní autor: Vránková, Karolína

Hlavní název: Úsporná nora pro 21. století : Domy kryté zemí mají příznivce v mnoha zemích včetně Česka / Karolína

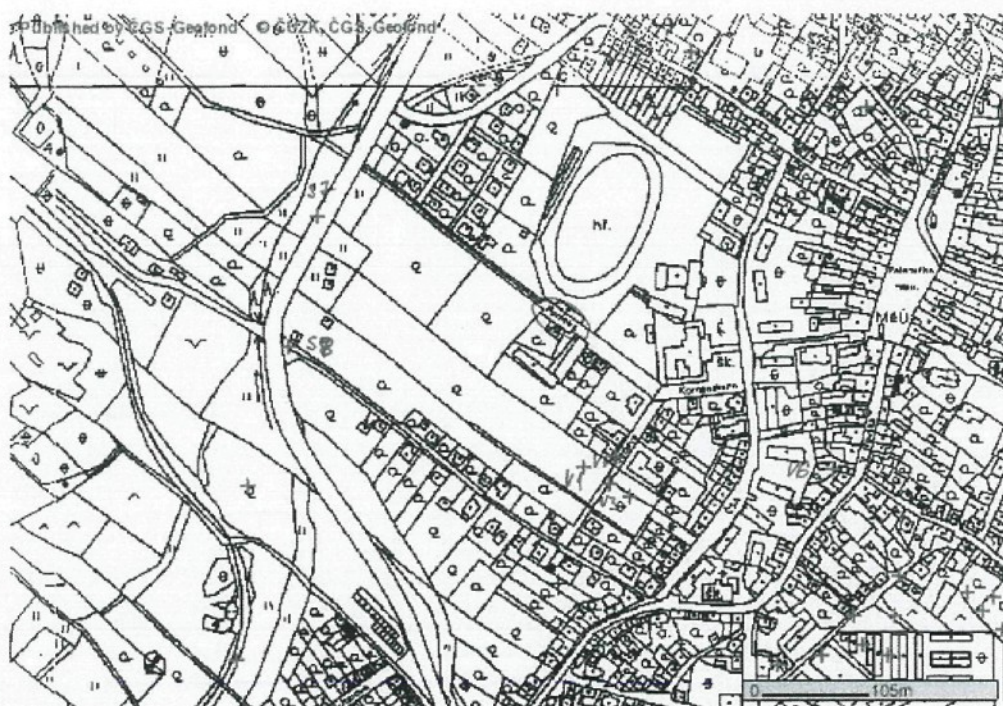
Rozsah: il. Zdroj. dokument Týden. -- [Praha]. -- ISSN 1210-9940. -- Roč. 10, č. 23 (20030602), s. 92-94

- Hlavní název : "Pasivní domy" zažívají energetický boom
Název časopisu : Technik Číslo časopisu : Roč. 14, č. 11 (2006), s. 19
Anotace : Základní princip pasivního domu spočívá ve vytápění budov bez použití konvenčního vytápěcího systému.
- Hlavní autor : Pregizer, Dieter
Hlavní název : Pasivní dům je třeba utěsnit
Název časopisu : Stavitel : Měsíčník Hospodářských novin Číslo časopisu : Roč. 17, č. 3 (2009), s. 18-19, il.
Anotace : Vrstvy neprůvzdušné tepelné izolace. Požadavky na neprůvzdušnost budov. Typy tepelných mostů.
- Hlavní autor : Kalousek, Miloš
Hlavní název : Způsoby vytápění v pasivním domě
Název časopisu : Stavitel : Měsíčník Hospodářských novin Číslo časopisu : Roč. 17, č. 4 (2009), s. 49
Anotace : Různé možnosti vytápění v pasivních domech, kdy jsou vnitřní zisky nedostačující.
- Hlavní autor : Smola, Josef
Hlavní název : Není jiné cesty. Nové technologie zanmenají nový úhel pohledu na výstavbu rodinných domů
Název časopisu : Dům a zahrada Číslo časopisu : Roč. 5, č. 4 (20.03.2001), s. 32-35, barev. fot.
- Hlavní autor : Friedlová, Jana
Hlavní název : Budoucnost patří ekologickým domům
Název časopisu : Bydlení Číslo časopisu : Roč. 22, č. 1 (02.01.2001), s. 6-9, barev. fot.
- Hlavní autor : Babor, Michal
Hlavní název : Domy s přívlastkem zelené
Název časopisu : Dům a zahrada
Číslo časopisu : Roč. 9, č. 12, s. 19-24 (20.11.2004)

Internetové odkazy, realizace

- <http://www.zelenedomy.cz>
- <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/princip-a-vyhody-domu-chranenych-zemi/>
- <http://www.ceskaenergetika.cz/index.php?page=page&art=872>

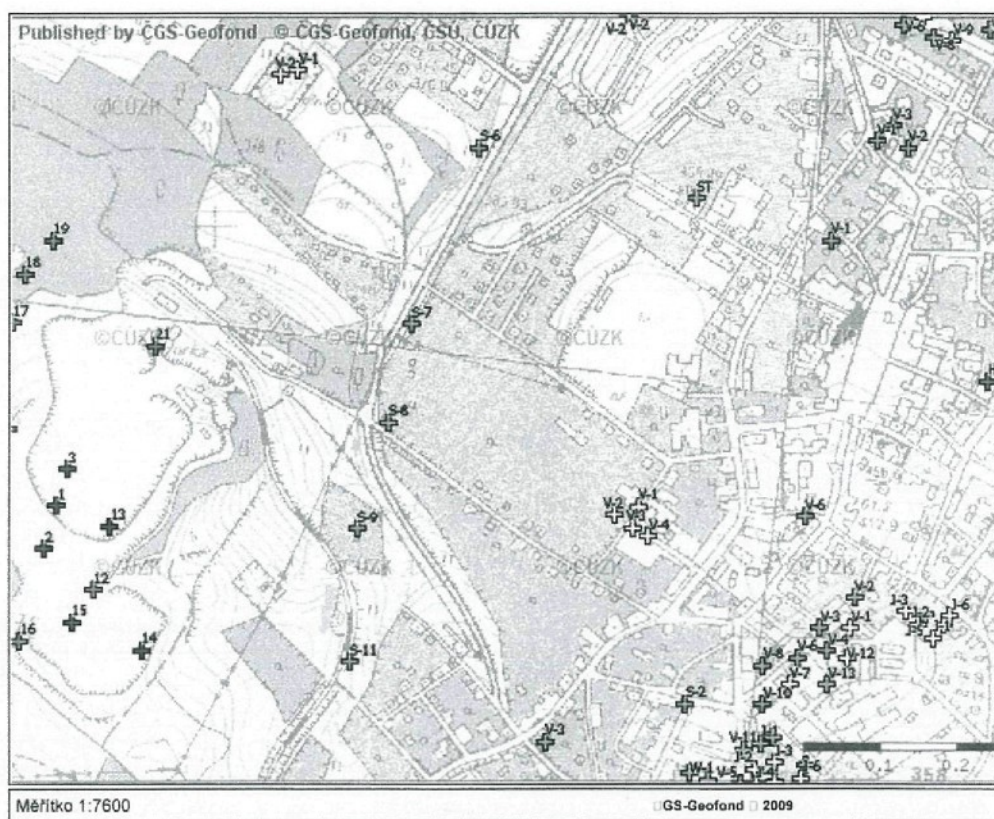
- <http://www.4-construction.com/cz/vzdelavani-knihovna/clanek/domy-chranene-zemi/cz>
- <http://www.4-construction.com/cz/vzdelavani-knihovna/clanek/o-domech-chranenych-zemi-zelene-domy-se-uz-stavi/cz>

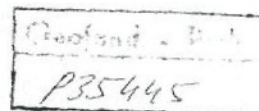


V1-V4 Posudek P 35445

S7, SB P 39096

V6 P 108411





STAVOPROJEKT HRADEC KRÁLOVÉ
průzkumný útvar Pardubice

Akce: Skuteč - budova OO VB
Objednatel: Krajská správa SNB Hradec Králové
Investor: dtto
Objednací číslo: KS 654/H-23-80
Zak. číslo dodavatele: 1608/01/0

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA
o provedeném inženýrsko-geologickém průzkumu pro
budovu OO VB ve Skutči

Červenec 1981

Vypracoval:
Ing. Jiří Petera

Podzemní voda nebyla sondami zastižena. Nelze předpokládat, že by i ve větší hloubce než byla provedena sondáž tvořila podzemní voda souvislou hladinu. Možný je výskyt vsakové vody, která bude poměrně rychle proudit dobře propustnými sutěmi a zvětralínami k povrchu skalního podloží, po němž, příp. jeho puklinami se bude pohybovat do nižších poloh až k vodoteči.

3. Geodetické práce a návrh sond

Zpracovatel průzkumu navrhnul pro ověření základových poměrů 4 vrtané sondy, které situoval podle orientace navržených objektů při respektování stávající vegetace na pozemku k. č. 488/19.

Sondy byly v terénu vytýčeny pomocí měřičského hrano-
lu a pásma.

Výšky ohlubení sond byly odvozeny interpolací z výškopisu situace 1 : 500 dodané objednatelem. Výškový systém - Balt po vyrovnání.

4. Sondovací práce

Sondy vyhloubila dne 18.6.1981 vrtná osádka vrtmistra Jirky, motorovou soupravou M-120 bez přítlaku. Hloubení bylo prováděno rotačním způsobem šnekem Ø 190 mm. Jmenovaný vrtmistr popsal na místě porušené vzorky zemin z každého návratu, kromě toho odebral 4 technologické vzorky a 19 dokumentačních vzorků pro zpřesnění popisu geologem.

Technologické vzorky zemin byly odebrány ze sondy V-1 (hl. 1,0 - 1,8 m a 1,8 - 2,5 m) a V-3 (hl. 0,90 m - 1,7 m a 1,7 - 2,8 m).

- 1,20 - 1,80 šedá metadrobová suť (95 %) tvořená navětralými až zdravými zrny do 10 cm s výplní zvětraliny charakteru jemného a středního písku 3
- 1,80 - 2,50 šedá metadrobová suť tvořená navětralými až zdravými zrny do 15 cm 4
- Spodní voda nebyla naražena

Sonda V-3 kóta ter. 417,40 m n.m., vrtaná 18.6.1981, vrtalistr Jirka, počasí slunné, Ø vrtu 190 mm do hl. 3,50 m

- 0,00 - 0,90 hnědá navázka písčitohlinitá s cihlami štěrky (60 %) do 16 cm 3
- 0,90 - 1,70 hnědá metadrobová zvětralina charakteru ulehleho zahliněného středního a jemného písku s úlomky navětralé metadroby (30 %) do 5 cm 3
- 1,70 - 2,80 hnědá metadrobová zvětralina charakteru ulehleho hlinitého písku s úlomky navětralé metadroby (25 %) do 3 cm 3
- 2,80 - 3,50 zelenošedá metadrobová suť (80 %) tvořená navětralými zrny do 7 cm s výplní zvětraliny charakteru jemného a středního písku 3

Sonda bez vody

Sonda V-4 kóta ter. 417,70 m n.m., vrtaná 18.6.1981, vrtalistr Jirka, počasí slunné, Ø 190 mm do hl. 3,90 m

0,00 - 0,40	tmavohnědá hlinitá navážka s cihlami, dřevem, žulovými kamny (50 %) do 12 cm	3
0,40 - 1,10	hnědá jemně písčité hlína pevná s ojedinělými úlomky metadrobů do 3 cm	3
1,10 - 1,50	červenohnědá jemně písčité hlína pevná s ojedinělými málo opracovanými štěrky křemene a metadrobů do 3 cm	3
1,50 - 2,00	žlutohnědá s zvětralina charakteru hlinitého jemného písku a středního písku	3
2,00 - 2,60	žlutofiialově hnědá zvětralina charakteru hlinitého jemného písku s ojed. úlomky metadrobů do 4 cm	2
2,60 - 3,30	zelenohnědá metadrobová zvětralina charakteru velmi ulehlého až stmelového zahliněného jemného a středního písku s úlomky zvětralé, navětralé metadrobů, (40 %) do 5 cm	3
3,30 - 3,90	zelenohnědá metadrobová suť (90%) tvořená navětralými zrny do 15 cm s výplní zvětralinou charakteru zahliněného písku	4

Spodní voda nebyla naražena

5. Geotechnické výsledky průzkumu

Navržené objekty OO VB Skuteč sestávají ze severozápadní (SZ) části administrativní budovy, jihozápadní (JZ) části administrativní budovy a trafostanice. Administrativní budova je podsklepená, klasické konstrukce s dvěma nadzemními podlažímí; údaje o trafostanici nejsou zpracovateli posudku známy. Vesměs se jedná o nenáročné objekty.

Úložné poměry lze charakterizovat následovně:

Povrch zájmového území je zarovnán různorodými navážkami resp. humósní hlínou mocnosti až do 0,90 m. Dle ČSN 73 1001 patří tyto zeminy do skupiny E a jsou pro zakládání nevhodné.

Pokryvné útvary sestávají z následujících druhů zemin (s udanými geomechanickými vlastnostmi).

Název zeminy	třída ČSN	ϕ °	soudržnost c /MPa/	f_m /kN/m ³	E_o /MPa/	q_o /MPa/
písčité hlína pevná	D 19	20	0,01	21,0	14,0	0,25
hlinitý jemný a střední písek	C 17	28	0	17,0	12,0	0,20
suť metadrobová (do 80%) s výplní zahliněným pískem	B 10	36	0	18,5	80,0	0,60
suť metadrobová (90-100%) příp. výplní zahl.písku	B 8	40	0	19,0	200,0	0,80

Pozn.: a) značení geomechanických veličin odpovídá ČSN 73 1001

b) odvozené normové namáhání q_o je uvedeno pro šířku základu 1 m, pro skutečnou šířku základu nutno zredukovat ve smyslu ČSN 73 1001

c) uvedené hodnoty q_o je nutno upravit ve smyslu článku č. 88 (vliv hloubky založení) a čl. 89 (vliv podzemní vody) ČSN 73 1001 - Základová půda pod plošnými základy.

P 590 96

6.

- 5,00 - 6,50 šedá, bíle kropenatá kaolinicky rozvětralá žula
(písč.hlína tuhá)
6,50 - 7,50 šedá rozvětralá žula (s částí rozložená
v silně hlinitý písek)
7,50 - 8,00 dtto(převážně silně hlín. písek)

Spodní voda naražena v 1,50 m.
ustálena v 0,30 m

- Sonda S 6/- kóta 373,90 m n.m., vrtáno dne 4.12.1968,
vrtmistr Trojan, počasí : oblačné, proměnlivé,
mráz do 10°C, Ø vrtu 267 mm do hl. 5,50 m.
4)
0,00 - 0,80 hnědá, jílovitá, humosní hlína, polotuhá
0,80 - 1,60 hnědá, nažedlá, silně jílovitá hlína, tuhá
1,60 - 2,00 šedý jemně písčitéjíl, měkký
2,00 - 3,10 hnědá, písčitojílovitá hlína, měkká, s úlomky
kamene, 50% Ø do 20 cm
3,10 - 3,80 šedá, kaolinicky rozvětralá žula (hlína pevná)
3,80 - 5,50 dtto, s ojedo. silně zvětralými úlomky

Spodní voda naražena v 2,00 m
ustálena v 1,50 m

- X Sonda S 7/- kóta 383,87 m n.m. vrtáno dne 3.12.1968,
vrtmistr Trojan, počasí : oblačné, proměnlivé
5)
mráz do 10°C, Ø vrtu 267 mm do hl. 7,00 m.
0,00 - 0,30 hnědá, humosní, jílovitá hlína
0,30 - 1,20 šedohnědý, písčitéjíl, měkký, až polotuhý
se štěrky (3%)
1,20 - 1,70 šedá, nažedlá jílovitá hlína polotuhá až
tuhá, s úlomky kamene
1,70 - 2,60 hnědá jílovitá, slabě písčité hlína tuhá
až polopevná

- 2,60 - 3,50 šedohnědá silně jílovitá hlína tuhá s ojed.
drobnými úlomky břidlice a ojed. shluky silně
hlin.písku
- 3,50 - 4,00 šedá břidlice zvětralá a polohami žluté jí.
hlíny (náplav)
- 4,00 - 5,70 hnědá, silně zvětralá břidlice
- 5,70 - 7,00 šedá navětralá břidlice

Spodní voda naražena v 1,60 m
ustálona v 0,90 m

X
6)
Sonda S 8/- kóta 387,55 m n.m., vrtáno dne 28.11.- 29.11.1968,
vrtmistr Trojan, počasí : oblačné, proměnlivé,
Ø vrtu 406 mm do hl. 3,50 m, Ø vrtu 267 mm do
hl. 7,50 m.

- 0,00 - 0,80 hnědý jí., měkký
- 0,80 - 1,60 šedě a žlutě skvrnitý jí., měkký s organ.sbytky
- 1,60 - 2,50 šedý siltový jí., měkký se ztuhlým dřevem
- 2,50 - 3,20 šedý písčitý jí., měkký se štěrky, 40% š až do
25 cm(místy až silně jí.písek)
- 3,20 - 4,50 hnědá písčitá hlína, místy růžově zabarvená
polopevná
- 4,50 - 6,20 hnědý siltový jí., měkký s ojed. úlomky břidlice
- 6,20 - 7,50 šedomodře, místy hnědofialově zabarvená zvětralá
břidlice

Voda naražena na povrchu.

7)
Sonda S 9/- kóta 392,19 m n.m., vrtáno dne 27.11.-28.11.1968,
vrtmistr Trojan, počasí : oblačné, proměnlivé,
Ø vrtu 406 mm do hl. 2,80 m, Ø vrtu 267 mm do
hl. 5,50 m.

Sonda č.	kóta ter.	Hladina PV hl.	naražena kóta	Hladina PV ustálená hl.	kóta	Pozn.
S1	368,95	--	--	--	--	Voda se nevyskytla
S2	366,23	1,80	364,43	1,40	364,03	
S3	364,45	1,10	363,35	0,50	362,95	
S4	368,27	3,10	365,17	1,40	366,67	
S5	368,90	1,50	367,40	0,30	368,60	
S6	372,90	2,00	371,90	1,50	372,40	
S7	383,87	1,60	382,27	0,90	382,97	
S8	387,55	0,00	387,55	0,00	387,55	Voda zároveň spovrchem terénu.
S9	392,19	1,60	390,59	0,30	391,89	
S10	411,96	-	-	-	-	Voda se nevyskytla
S11	414,73	2,00	412,73	0,10	414,63	
S12	421,90	2,50	419,40	0,70	421,20	
S13	385,31	1,60	383,91	0,10	385,41	
K10	411,96	-	-	-	-	Voda se nevyskytla

Ze sondy S5 a z přilehlé vodoteče odebral vrtmistr vzorky podzemní vody. Rozbor provedla laboratoř průzk.střediska. Zprávy o rozboru vody jsou přiložené.

Technické výsledky průzkumu.

V úseku obvodové komunikace, která má být budována po etapách, bylo vyhloubeno celkem 13 vrtaných sond a jedna sonda kopaná (K 10).

Poloha trasy obvodové komunikace je vyznačena čerchovaně na přiložené situaci sond v měř. 1:2000.

V úseku mezi silnicemi směr V.Mýto a Chrást byla vyhloubena sonda S1. Dle sdělení projektanta bude v těchto místech cao 1 m hluboký zářez.

P 108 214

sonda V6

V2

0 – 0,5 m	žlutohnědá hlína s úlomky břidlice do 4 cm
0,5 – 2,0 m	žlutohnědá hlína s úlomky břidlice do 6 cm
2,0 – 6,0 m	šedá fylitická břidlice (nezvětralá)
6,0 – 10,0 m	šedá fylitická břidlice (nezvětralá)
10,0 – 14,0 m	šedá fylitická břidlice (nezvětralá)

Kape

M-33-80B-d

14-331

V3

0 – 0,7 m	navážka tvořená úlomky fylitické břidlice do 6 cm, úlomky cihlového zdiva, rostlinné zbytky, hnědočerná hlína
0,7 – 1,5 m	šedohnědá hlína plastická s úlomky navětralé břidlice do 5 cm
1,5 – 5,0 m	hnědošedá drobná hlína, eluvium fylitické břidlice, úlomky do 1 cm
5,0 – 7,0 m	eluvium fylitické břidlice, úlomky do 1 cm, černošedá drobná hlína
7,0 – 10,0 m	hnědošedé eluvium podloží fylitických břidlic
10,0 – 14,0 m	hnědé eluvium podloží fylitických břidlic, přítomnost bílých kaolinizovaných lupků

V4

0 – 1,0 m	fylitické břidlice šedé, nezvětralé
1,0 – 4,0 m	fylitické břidlice modrošedé, nezvětralé
4,0 – 7,0 m	fylitické břidlice modrošedé, nezvětralé
7,0 – 10,0 m	fylitické břidlice šedé, částečně zvětralé
10,0 – 14,0 m	fylitické břidlice šedé, částečně zvětralé

V5

0 – 0,2 m	hnědé jílovité hlíny s rostlinnými zbytky
0,2 – 2,5 m	jílové eluvium břidlic s příměsí úlomků břidlic do 2 cm
2,5 – 7,0 m	šedohnědá fylitická břidlice, navětralá, s přítomností hnědočervených plastických hlín
7,0 – 10,0 m	tmavohnědé hlinité eluvium s výskytem úlomků do 3 cm
10,0 – 13,0 m	měkké písčité zelenošedé eluvium fylitických břidlic
13,0 – 14,0 m	šedočerné částečně drobné navětralé fylitické břidlice

V6 monitorovací vrt 2 r. 2004

0 – 0,4 m	navážka tvořená hnědočervenými hlínami s rostlinnými zbytky, s úlomky břidlic do 5 cm
0,4 – 2,0 m	tmavěžlutá okrová jílovitopísčité drobná hlína s úlomky břidlic do 7 cm
2,0 – 5,0 m	zelenošedá hlína prachovitá
5,0 – 7,0 m	zelenošedé hlíny s úlomky zvětralých břidlic do 3 cm
7,0 – 10,0 m	šedá nezvětralá fylitická břidlice
10,0 – 14,0 m	šedá nezvětralá fylitická břidlice

VEKRA a.s.
Hlavní 456
250 89 Lázně Toušeň

Obchodní zastoupení PARDUBICE
nábřeží Závodu míru 2738
530 02 Pardubice

Bankovní spojení:
Československá obchodní banka, a.s.
č.ú. 17879293/0300
IČO: 28436024
DIČ: CZ28436024

obch. zástupce: Mgr. Michal Vodrážka
GSM: 606 796 416
TEL: 466 531 019
FAX: 466 531 127
e-mail: pardubice@vekra.cz

Firma je zapsána v obchodním rejstříku vedeném
Městským soudem v Praze, oddíl B, vložka 14506.

NABÍDKA ČÍSLO: 1126PA9

Objednatel:

Vážený pan
Jméno : Paleček Roman

PSČ/Místo : Chrudim

Kontakt : tel.: 776 08 48 18

Stavba:

Jméno :

Kontakt :

Obsah nabídky:

Předmětem nabídky je dodávka výplní stavebních otvorů, dodávka objednaných doplňků - provedení požadovaných služeb.

V celkové ceně jsou započteny následující služby:

- doprava plastových výplní a příslušenství
- montáž nových plastových výplní

Alternativní položka pod číslem 11 není součástí celkové ceny.

Montážní spáru doporučujeme provést s parotěsnou folií (ČSN 730540-2), navýšení ceny by činilo 3646,-Kč bez DPH (položka č.11).

TERMÍNY VÝROBY : 5 týdnů od uzavření smlouvy o dílo.

Profily: VEKRA CLASSIC pětikomorový systém 70 mm, výztuže pozinkovaná ocel 1,5 - 3 mm s přihlédnutím k zatížení od větru, výškou nad terénem a zastavěností terénu, **Uf=1,4W/m2K**, (třída A dle ČSN E 12 608), **prvovýrobek** - nikoliv recyklát.

Barva: oboustranně bílá.

Zasklení: tepelně izolační trojsklo, **Ug=0,7W/m2K** (součinitel prostupu tepla), izolační trojsklo skladby , float, Pl.Top N+, Argon (4-12-4-12-4) s "teplým" distančním rámečkem (plast).

Těsnění: dvojité tvarové dorazové z PCE - post-extrudovaného těsnění se zvýšenou odolností - černé barvy.

Kotvení: okno je zakotveno do parapetu, nadpraží a ostění pomocí turbovrutů značky EJOT, a to do předem ve výrobně připravených

otvorů v rámu. Kotvící body jsou předepsány nositelem systému VEKA a ve výrobním závodě vyvrtány, tím je na místě osazení dána jednoznačnost ukotvení rámu oken i dveří.

Kování: Siegenia - Aubi
standardně - mikroventilace
- pojistka proti nesprávné manipulaci
- bezpečnostní bod.

Hodnota vzduchové neprůzvučnosti: $R_w = 32\text{dB}$.

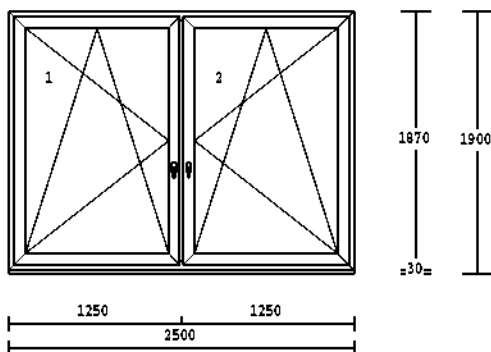
Hodnota činitele světelného prostupu zasklení: $LT = 79\%$.

Platební podmínky: - úhrada zálohy ve výši 70 % celkové ceny díla po podepsání smlouvy o dílo
- úhrada zbytku ceny díla do 21 dní po řádném dokončení díla.

Záruční podmínky: zhotovitel poskytne záruku na provedenou dodávku a montáž plastových výplní a parapetů v trvání 5-ti let a na žaluzie v trvání 2 let od převzetí dodávky. V případě dodávky bez montáže bude poskytnuta záruka v trvání 2 let.

Zaměstnanci VEKRA a.s. Vám děkují za to, že jste se s Vaší poptávkou s důvěrou obrátil právě na naši společnost. Věříme, že naše nabídka bude po všech stránkách vyhovovat a že ji budeme moci pro Vás realizovat.

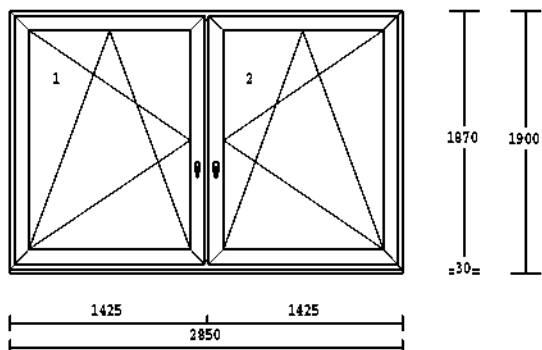
Položka: 1**Počet ks: 2****Rozměr rámu: 2500 x 1870 mm**

**1 x 2-DÍLNÉ OKNO SE SLOUPKEM****Série : CLASSIC****Barva : 0-weiss/bez folie/****Rám : SL rám 67mm****Křídlo : SL křídlo 80mm****Výplň :****4-12-4-12-4 PTN-Fl-PTN+Arg****Kování : otevíravě sklopné levé****otevíravě sklopné pravé****Sloupek:****1 x SL sloupek 85/70 svařovací****Základní cena za 1 ks:****14.610 Kč****příplatek za trojsklo $U_g=0,7$** **3.064 Kč****klika okenní 4-pol., bílá s logem****Cena celkem za 1 ks :****17.674 Kč****CENA POLOŽKY CELKEM:****35.348 Kč**

Položka: 2

Počet ks: 1

Rozměr rámu: 2850 x 1870 mm



1 x 1-DÍLNÉ OKNO OSL

1 x 1-DÍLNÉ OKNO OSP

Série : CLASSIC

Barva : 0-weiss/bez folie/

Rám : SL rám 67mm

Křídlo : SL křídlo 105mm

Výplň :

4-12-4-12-4 PTN-Fl-PTN+Arg

Kování : otevíravě sklopné levé

otevíravě sklopné pravé

Sloupek: 1 x SL sloupek 85/70

Základní cena za 1 ks:

16.248 Kč

příplatek za trojsklo Ug=0,7

3.321 Kč

přípl. za křídlo 105mm bílé

1.753 Kč

Cena celkem za 1 ks :

21.322 Kč

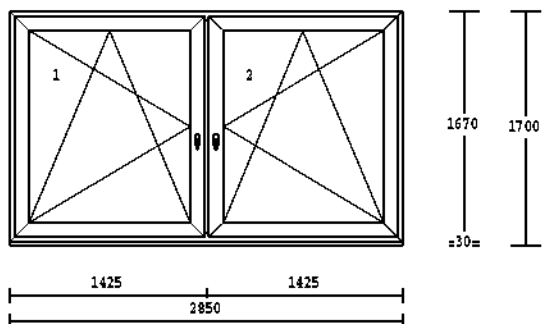
CENA POLOŽKY CELKEM:

21.322 Kč

Položka: 3

Počet ks: 1

Rozměr rámu: 2850 x 1670 mm



1 x 1-DÍLNÉ OKNO OSL

1 x 1-DÍLNÉ OKNO OSP

Série : CLASSIC

Barva : 0-weiss/bez folie/

Rám : SL rám 67mm

Křídlo : SL křídlo 105mm

Výplň :

4-12-4-12-4 PTN-Fl-PTN+Arg

Kování : otevíravě sklopné levé

otevíravě sklopné pravé

Sloupek: 1 x SL sloupek 85/70

Základní cena za 1 ks:

15.008 Kč

příplatek za trojsklo Ug=0,7

2.910 Kč

přípl. za křídlo 105mm bílé

1.647 Kč

Cena celkem za 1 ks :

19.565 Kč

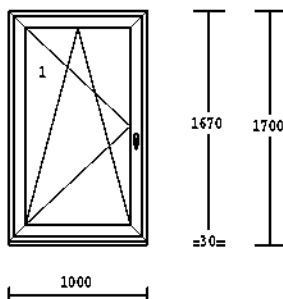
CENA POLOŽKY CELKEM:

19.565 Kč

Položka: 4

Počet ks: 1

Rozměr rámu: 1000 x 1670 mm



1 x 1-DÍLNÉ OKNO OSL

Série : CLASSIC

Barva : 0-weiss/bez folie/

Rám : SL rám 67mm

Křídlo : SL křídlo 80mm

Výplň :

4-12-4-12-4 PTN-Fl-PTN+Arg

Kování : otevíravě sklopné levé

Základní cena za 1 ks:

5.942 Kč

příplatek za trojsklo Ug=0,7

1.002 Kč

klika okenní 4-pol., bílá s logem

Cena celkem za 1 ks :

6.944 Kč

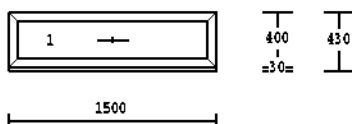
CENA POLOŽKY CELKEM:

6.944 Kč

Položka: 5

Počet ks: 1

Rozměr rámu: 1500 x 400 mm



1 x 1-DÍLNÉ FIXNÍ OKNO

Série : CLASSIC

Barva : 0-weiss/bez folie/

Rám : SL rám 67mm

Křídlo : bez křídla

Výplň :

4-12-4-12-4 PTN-Fl-PTN+Arg

Kování :

Fixní zasklení (bez kování)

Základní cena za 1 ks:

2.058 Kč

příplatek za trojsklo Ug=0,7

360 Kč

Cena celkem za 1 ks :

2.418 Kč

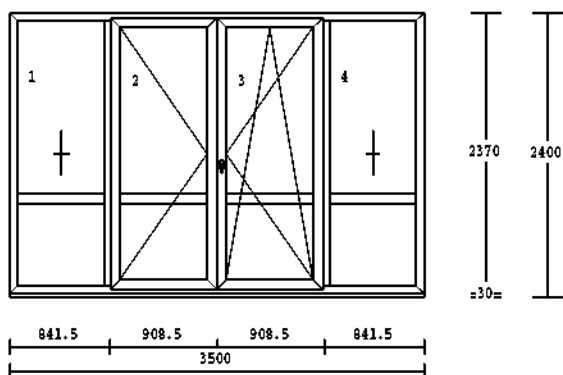
CENA POLOŽKY CELKEM:

2.418 Kč

Položka: 6

Počet ks: 1

Rozměr rámu: 3500 x 2370 mm



2 x 1-DÍLNÉ FIXNÍ OKNO

1 x 2-DÍLNÉ BALKONOVÉ DVEŘE OL-OSP

Série : CLASSIC

Barva : 0-weiss/bez folie/

Rám : SL rám 67mm

Křídlo : bez křídla

SL křídlo 80mm

Výplň :

4-12-4-12-4 PTN-Fl-PTN+Arg

Kování :

Fixní zasklení (bez kování)

otevíravé levé štulp

ot.sklopné pravé balkon hlavní

Příčky :

SL sklodělicí příčka 85/70

Sloupek: 2 x SL sloupek 85/70

Stulp : stulp 64/68 eudodrážka

Základní cena za 1 ks:

příplatek za trojsklo Ug=0,7

sklodělicí příčka 85mm

klika okenní 4-pol., bílá s logem

AL madélko k BD, bílé

Cena celkem za 1 ks :

22.624 Kč

5.684 Kč

2.160 Kč

112 Kč

30.580 Kč

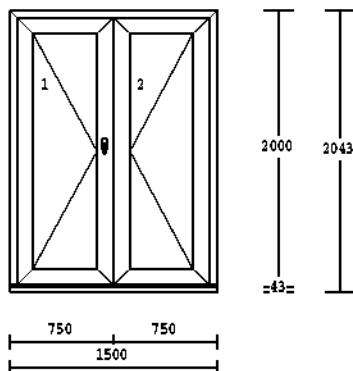
CENA POLOŽKY CELKEM:

30.580 Kč

Položka: 7

Počet ks: 1

Rozměr rámu: 1500 x 2000 mm



1 x 2-DÍLNÉ VCHODOVÉ DVEŘE LEVÉ

Série : CLASSIC

Barva : 0-weiss/bez folie/

Rám : SL rám 80mm, ALU-práh

Křídlo :

SL křídlo VD 120mm 2kř.vr.

SL křídlo VD 120mm 2kř.sp.

Výplň :

4-12-4-12-4 PTN-Fl-PTN+Arg

Kování : vch. dveře levé hlavní

vch. dveře pravé štulp

Stulp : stulp 64/68

Základní cena za 1 ks:

příplatek za trojsklo Ug=0,7

příplatek za rám 80mm bílý

klika/klika VD Luxembourg, bílá

Cena celkem za 1 ks :

30.215 Kč

1.455 Kč

567 Kč

32.237 Kč

CENA POLOŽKY CELKEM:

32.237 Kč

MEZISOUČET: 148.414 Kč

Položka: 8 Počet m : 63.840

Obvod položek k montáži

Základní cena za 1 m :
Cena celkem za 1 m :

Položka: 9 Počet m : 63.840

cena montáže - novostavba
obvod 50-100bm --> 135Kč/bm

Základní cena za 1 m : 135 Kč
Cena celkem za 1 m : 135 Kč

CENA POLOŽKY CELKEM: 8.618 Kč

Položka: 10 Počet ks: 1

ceník dopravy
rozm: 7 x 1 mm

Základní cena za 1 ks: 2.000 Kč
Cena celkem za 1 ks : 2.000 Kč

CENA POLOŽKY CELKEM: 2.000 Kč

ALTERNATIVNÍ POLOŽKA:

Položka: 11 Počet ks: 1

PAROTĚSNÁ ZÁBRANA - rovné ostění,
umístění rámu na vnitřní hranu
int.strana - parotěsná vrstva
ext.strana - paropropustná vrstva

Pozn.: (ip) -interier parapet
(ep) -exterier parapet
(ibn) -interier boky+nadpraží
(ebn) -exterier boky+nadpraží
(výkres detail 2.1; 2.2; 2.3)

Základní cena za 1 ks :
(ip) Ok.fol.TwinAkt. 70mm W s but. 1.050 Kč
(ibn) Ok.fol.TwinAk. 70mm W s but. 2.596 Kč
(ebn) +Acryl. páska TA 0.265x9mm
(ebn) +Tmel MS Polymer bílý
Cena celkem za 1 ks 3.646 Kč

CENA ALT.POLOŽKY CELKEM:

3.646 Kč**CENA :**

Základní cena položek 159.032 Kč

Sleva na okna a dveře -55.000 Kč

Součet 104.032 Kč

DPH 9% 9.363 Kč

CELKOVÁ CENA 113.395 Kč**REFERENCE:**

S ohledem na dlouhodobé působení naší společnosti na trhu s plastovými, dřevěnými a hliníkovými výplněmi stavebních otvorů si Vás dovoluujeme odkázat na internetové stránky naší společnosti (www.vekra.cz), kde mimo jiných důležitých informací rovněž nalezne množství referenčních staveb.

Příloha F

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Energie 2009

Název úlohy: **Pasivní dům krytý zemí**
Zpracovatel: Roman Paleček
Zakázka: Bakalářská práce
Datum: 17.11.2009

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Počet zón v objektu: 1
Typ výpočtu potřeby energie: podle TNI 730329 (měsíční)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
1. měsíc	31	-1,0 C	25,2	180,0	54,0	72,0	82,8
2. měsíc	28	1,0 C	46,8	201,6	93,6	100,8	144,0
3. měsíc	31	4,0 C	82,8	295,2	183,6	190,8	284,4
4. měsíc	30	9,0 C	115,2	342,0	266,4	259,2	424,8
5. měsíc	31	14,6 C	169,2	349,2	374,4	334,8	579,6
6. měsíc	30	17,0 C	187,2	313,2	414,0	316,8	597,6
7. měsíc	31	18,2 C	169,2	334,8	360,0	334,8	583,2
8. měsíc	31	18,8 C	136,8	360,0	316,8	316,8	514,8
9. měsíc	30	13,8 C	86,4	342,0	216,0	230,4	345,6
10. měsíc	31	9,4 C	61,2	270,0	122,4	172,8	205,2
11. měsíc	30	4,0 C	32,4	129,6	50,4	64,8	86,4
12. měsíc	31	-0,5 C	21,6	104,4	39,6	43,2	61,2

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-1,0 C	43,2	43,2	133,2	158,4
2. měsíc	28	1,0 C	72,0	72,0	169,2	183,6
3. měsíc	31	4,0 C	129,6	133,2	262,8	273,6
4. měsíc	30	9,0 C	183,6	176,4	331,2	309,6
5. měsíc	31	14,6 C	284,4	262,8	392,4	352,8
6. měsíc	30	17,0 C	327,6	262,8	388,8	316,8
7. měsíc	31	18,2 C	280,8	270,0	370,8	349,2
8. měsíc	31	18,8 C	230,4	226,8	363,6	360,0
9. měsíc	30	13,8 C	136,8	144,0	295,2	309,6
10. měsíc	31	9,4 C	75,6	90,0	183,6	255,6
11. měsíc	30	4,0 C	36,0	39,6	90,0	115,2
12. měsíc	31	-0,5 C	32,4	32,4	82,8	73,6

HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN V OBJEKTU :

HODNOCENÍ ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny:
Geometrie (objem/podlah.pl.): 432,5 m³ / 150,0 m²
Účinná vnitřní tepelná kapacita: 90,4 MJ/K
Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne
Regulace otopné soustavy: ano
Průměrné vnitřní zisky: 380 W
..... odvozeny pro : počet osob: 4 a počet bytů: 1
Teplo na přípravu TUV: 7920,0 MJ/rok
Celk. pomocná energie: 2880,0 MJ/rok
Celk. elektřina na osvětlení: 11520,0 MJ/rok
Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT: ano (z 100,0 %)
Přiváděný vzduch: 40,0 C (recirkulace: 90,0 %)
Účinnost sdílení/distrib. VZT: 100,0 % / 98,0 %
Účinnost sdílení/distribuce: 98,0 % / 98,0 %
Název zdroje tepla: (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla: obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby/regulace: 90,0 % / 97,0 %

Solární systémy v zóně

Typ prvku	Plocha [m ²]	Účinnost [%]	Orientace/sklon	Činitel stínění
kolektor	2,0	50,0	Jih / 25,0	1,0
kolektor	2,0	50,0	Jih / 25,0	1,0
kolektor	2,0	50,0	Jih / 25,0	1,0
kolektor	2,0	50,0	Jih / 25,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0
FV panel	1,2	18,1	Jih / 30,0	1,0

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně: 346,0 m³
Podíl vzduchu z objemu zóny: 80,0 %
Typ větrání zóny: přirozené nebo nucené
Objem.tok přiváděného vzduchu: 70,0 m³/h
Objem.tok odváděného vzduchu: 70,0 m³/h
Násobnost výměny při dP=50Pa: 1,0 1/h
Souč.větrné expozice e: 0,01
Souč.větrné expozice f: 20,0
Účinnost zpětného získávání tepla: 79,0 %
Měrný tepelný tok větráním Hv: 6,174 W/K

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m2]	U [W/m2K]	b [-]	U,N [W/m2K]
Vnější stěna-E	34,06	0,120	1,00	0,120
okno-1.p	4,75	0,900	1,00	0,700
okno-1.p	10,83	0,830	1,00	0,700
okno-př.	3,91	0,850	1,00	0,700
okno-př.	6,38	0,860	1,00	0,700
okno-př	1,7	0,870	1,00	0,700
dveře	3,06	0,980	1,00	0,700
okno-nad dveř.	0,6	1,000	1,00	1,700

Vliv tepelných vazeb bude ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).

Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,02 W/m2K

Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 31,243 W/K

Měrný tok zeminou u zóny č. 1 :**1. konstrukce ve styku se zeminou**

Název konstrukce:	Podlaha	
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK	
Plocha podlahy:	75,48 m2	
Exponovaný obvod podlahy:	35,65 m	
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0	
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu	
Tloušťka obvodové stěny:	0,39 m	
Tepelný odpor podlahy:	3,219 m2K/W	
Přídavná okrajová izolace:	není	
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,218 W/m2K	
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	16,439 W/K	
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 13,6 do 64,874 W/K	
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:	16,426 / 10,493 W/K	

2. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	Střecha	
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK	
Plocha podlahy:	75,48 m2	
Exponovaný obvod podlahy:	35,65 m	
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0	
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu	
Tloušťka obvodové stěny:	0,3 m	
Tepelný odpor podlahy:	6,161 m2K/W	
Přídavná okrajová izolace:	není	
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,134 W/m2K	
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	10,079 W/K	
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 8,292 do 40,574 W/K	
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:	10,12 / 6,336 W/K	

3. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	Stěna-C	
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK	
Plocha podlahy:	65,291 m2	
Exponovaný obvod podlahy:	33,78 m	
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0	
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu	
Tloušťka obvodové stěny:	0,3 m	
Tepelný odpor podlahy:	6,161 m2K/W	
Přídavná okrajová izolace:	není	
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,135 W/m2K	
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	8,818 W/K	
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 7,474 do 31,745 W/K	
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:	8,754 / 6,003 W/K	

4. konstrukce ve styku se zemínou

Název konstrukce:	Stěna-D	
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK	
Plocha podlahy:	41,48 m ²	
Exponovaný obvod podlahy:	25,83 m	
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0	
Typ podlahové konstrukce:		podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny:		0,3 m
Tepelný odpor podlahy:		6,161 m ² K/W
Přídavná okrajová izolace:		není
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:		0,138 W/m ² K
Ustálený měrný tok zemínou Hg:		5,718 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:		od 5,18 do 14,898 W/K
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:		5,561 / 4,591 W/K

5. konstrukce ve styku se zemínou

Název konstrukce:	Stěna-D	
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK	
Plocha podlahy:	41,48 m ²	
Exponovaný obvod podlahy:	25,83 m	
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0	
Typ podlahové konstrukce:		podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny:		0,3 m
Tepelný odpor podlahy:		6,161 m ² K/W
Přídavná okrajová izolace:		není
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:		0,138 W/m ² K
Ustálený měrný tok zemínou Hg:		5,718 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:		od 5,18 do 14,898 W/K
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:		5,561 / 4,591 W/K
<u>Celkový ustálený měrný tok zemínou Hg:</u>		<u>46,771 W/K</u>
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:		od 39,726 do 166,99 W/K

Solární zisky průsvitnými konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g [-]	Ff [-]	Fc [-]	Fs [-]	Orientace
okno-1.p	4,75	0,79	0,8	1,0	1,0	Jih
okno-1.p	10,83	0,79	0,8	1,0	1,0	Jih
okno-př.	3,91	0,79	0,8	1,0	1,0	Jih
okno-př.	6,38	0,79	0,8	1,0	1,0	Jih
okno-př	1,7	0,79	0,8	1,0	1,0	Jih
dveře	3,06	0,79	0,8	1,0	1,0	Jih
okno-nad dveř.	0,6	0,79	0,8	1,0	1,0	Jih

Celkový solární zisk okny Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	3197,8	3581,6	5244,4	6075,9	6203,8	5564,2
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	5948,0	6395,7	6075,9	4796,7	2302,4	1854,7

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny:

Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C

Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne

Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 6,174 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 38,533 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 46,771 W/K
Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu: ---
Měrný tok Trombeho stěnami H,tw: ---
Měrný tok větráními stěnami H,vw: ---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti: ---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt: ---
Výsledný měrný tok H: 91,479 W/K

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn[GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	4,749	1,018	3,198	4,216	0,990	100,0	0,576
2	3,918	0,919	3,582	4,501	0,864	11,4	0,031
3	3,722	1,018	5,244	6,262	0,594	0,0	---
4	2,607	0,985	6,076	7,061	0,369	0,0	---
5	1,543	1,018	6,204	7,222	0,214	0,0	---
6	1,016	0,985	5,564	6,549	0,155	0,0	---
7	0,804	1,018	5,948	6,966	0,115	0,0	---
8	0,680	1,018	6,396	7,413	0,092	0,0	---
9	1,653	0,985	6,076	7,061	0,234	0,0	---
10	2,612	1,018	4,797	5,815	0,449	0,0	---
11	3,602	0,985	2,302	3,287	0,984	60,3	0,367
12	4,646	1,018	1,855	2,873	1,000	100,0	1,774

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty, Q,int jsou vnitřní tepelné zisky, Q,sol jsou solární tepelné zisky, Q,gn jsou celkové tepelné zisky, Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků, fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 2,747 GJ

Produkce energie sol. systémy a kogenerací po měsících:

Měsíc	Q,SC,W[GJ]	Q,SC,ht[GJ]	Q,PV,el[GJ]	Q,CHP,el[GJ]	Q,r [GJ]
1	0,432	---	0,400	---	---
2	0,513	---	0,475	---	---
3	0,660	---	0,822	---	---
4	0,660	---	1,174	---	---
5	0,660	---	1,442	---	---
6	0,660	---	1,406	---	---
7	0,660	---	1,458	---	---
8	0,660	---	1,317	---	---
9	0,660	---	1,044	---	---
10	0,660	---	0,654	---	---
11	0,295	---	0,273	---	---
12	0,235	---	0,218	---	---

Vysvětlivky: Q,SC,W je produkce energie solárními kolektory použitá pro přípravu TV, Q,SC,ht je produkce energie solárními kolektory použitá pro vytápění, Q,PV,el je produkce elektřiny fotovoltaickými články, Q,CHP,el je produkce elektřiny kogeneračními jednotkami a Q,r je zpětné získané teplo např. z odpadů.

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	0,674	---	---	0,240	1,459	0,240	2,213
2	0,036	---	---	0,155	1,200	0,240	1,155
3	---	---	---	---	0,998	0,240	0,417
4	---	---	---	---	0,816	0,240	-0,118
5	---	---	---	---	0,672	0,240	-0,530
6	---	---	---	---	0,624	0,240	-0,542
7	---	---	---	---	0,624	0,240	-0,594
8	---	---	---	---	0,672	0,240	-0,405
9	---	---	---	---	0,835	0,240	0,031
10	---	---	---	---	0,989	0,240	0,574
11	0,429	---	---	0,384	1,190	0,240	1,970
12	2,073	---	---	0,447	1,440	0,240	3,982

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 8,153 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,84 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	91,479	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	6,174	6,7 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	46,771	51,1 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	7,290	8,0 %
	Měrný tok plošnými kcmi Hd,c:	31,243	34,2 %

rozložení měrných toků po konstrukcích:

Obvodová stěna:	4,087	4,5 %
Střecha:	---	0,0 %
Podlaha:	46,771	51,1 %
Otvorová výplň:	27,156	29,7 %
Zbýlé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	0,000	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	91,479 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	432,5 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,21 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	15,5 kWh/m ³ ,a

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu objektu lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht:	85,3 W/K
... dtto pro činitel teplotní redukce výplní otvorů b=1,15 (dle ČSN 730540):	89,4 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	364,5 m ²
Limit odvozený z U _{req} dílčích konstrukcí... U _{em,lim} :	0,26 W/m ² K

Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle TNI 730329 a 30: 0,23 W/m²K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle ČSN 730540: 0,25 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	2,747 GJ	0,763 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	432,5 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	150,0 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	1,8 kWh/(m ³ .a)	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:	5 kWh/(m².a)	

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinnosti systému výroby, distribuce a emise tepla.

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	0,674	---	---	0,240	1,459	0,240	2,213
2	0,036	---	---	0,155	1,200	0,240	1,155
3	---	---	---	---	0,998	0,240	0,417
4	---	---	---	---	0,816	0,240	-0,118
5	---	---	---	---	0,672	0,240	-0,530
6	---	---	---	---	0,624	0,240	-0,542
7	---	---	---	---	0,624	0,240	-0,594
8	---	---	---	---	0,672	0,240	-0,405
9	---	---	---	---	0,835	0,240	0,031
10	---	---	---	---	0,989	0,240	0,574
11	0,429	---	---	0,384	1,190	0,240	1,970
12	2,073	---	---	0,447	1,440	0,240	3,982

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinnosti technických systémů.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	3,211 GJ	0,892 MWh	6 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na vytápění Q,aux,H:	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m ²
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	4,363 GJ	1,212 MWh	8 kWh/m²
Spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Spotřeba pom. energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Energetická náročnost chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Spotřeba energie na ventilátory Q,aux,F:	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m ²
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m²
Spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	1,226 GJ	0,340 MWh	2 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q,aux,W:	0,576 GJ	0,160 MWh	1 kWh/m ²
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	1,802 GJ	0,500 MWh	3 kWh/m²
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	11,520 GJ	3,200 MWh	21 kWh/m ²
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	11,520 GJ	3,200 MWh	21 kWh/m²
Energie ze solárních kolektorů za rok Q,SC,e:	-19,231 GJ	-5,342 MWh	-36 kWh/m ²
z toho se v budově využije:	-6,756 GJ	-1,877 MWh	-13 kWh/m ²
(již zahrnuto ve výchozí potřebě tepla na vytápění a přípravu teplé vody - zde uvedeno jen informativně)			
Elektrina z FV článků za rok Q,PV,el:	-10,683 GJ	-2,968 MWh	-20 kWh/m ²
Elektrina z kogenerace za rok Q,CHP,el:	---	---	---
Celková produkce energie za rok Q,e:	-10,683 GJ	-2,968 MWh	-20 kWh/m²
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	8,153 GJ	2,265 MWh	15 kWh/m²

Měrná spotřeba energie dodané do budovy

Celková roční dodaná energie:	2265 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	432,5 m ³
Celková podlahová plocha budovy:	150,0 m ²
Měrná spotřeba dodané energie EP,V:	5,2 kWh/(m ³ .a)
Měrná spotřeba energie budovy EP,A:	15,1 kWh/(m².a)

Poznámka: Měrná spotřeba energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinnosti tech. systémů.

Rozdělení podle energonositelů, primární energie a emise CO2

Energo nositel	Vytápění			Chlazení			Mech.větrání			Teplá voda			Osvětlení		
	GJ/a	t/a		GJ/a	t/a		GJ/a	t/a		GJ/a	t/a		GJ/a	t/a	
	Qf	Qp	CO2	Qf	Qp	CO2	Qf	Qp	CO2	Qf	Qp	CO2	Qf	Qp	CO2
elektrina	2,2	6,5	0,4	---	---	---	0,6	1,7	0,1	0,8	2,3	0,1	---	---	---
solární sy	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,7	0,0	---	---	---	---
solární sy	2,2	0,4	---	---	---	---	0,6	0,1	---	0,3	0,1	---	---	---	---
SOUČET	4,4	7,0	0,4	---	---	---	1,2	1,8	0,1	1,8	2,4	0,1	---	---	---

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [GJ/a]	Q,p [GJ/a]	CO2 [t/a]
elektrina	3,5	10,6	0,6
solární systémy termické dle T	0,7	0,0	---
solární systémy fotovoltaické	3,0	0,6	---

Vysvětlivky: Qf je spotřeba energie na daný účel dodávaná energonositelem v GJ/rok, Qp je spotřeba primární energie na daný účel dodávaná energonositelem v GJ/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

<u>Celková spotřeba prim. energie za rok:</u>	11,253 GJ	3,126 MWh	21 kWh/m2
<u>Celkové emise CO2 za rok:</u>	0,629 t		4 kg/m2

Poznámka: Primární energie a emise CO2 nezahrnují v souladu s TNI 730329 a TNI 730330 energii na osvětlení.

TEPELNÁ STABILITA V LETNÍM OBDOBÍ

Stabilita 2009

Název ulohy: **Pasivní dům krytý zemí**
Zakázka : Bakalářská práce
Zpracovatel : Roman Paleček
Datum : 18.11.2009

Tepelná oblast:	A	Souč. přestupu h,e:	14.3 W/m ² K
Návrh.teplota int.vzduchu Tai:	20.0 °C	Souč. přestupu h,i:	7.7 W/m ² K

Měrné objemové teplo vnitřního vzduchu:	1217.0 J/m3K
Jiné trvalé tepelné zisky či ztráty v místnosti:	4665 W
Objem vzduchu v hodnocené místnosti:	346.0 m3
Násobnost výměny vzduchu:	0.5 1/h

Konstrukce číslo 1 ... Neprůsvitná kce

Typ konstrukce: Obvodová
Plocha konstrukce: 34.06 m² Pohltivost vnějšího povrchu: 0.93

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Omítka vápenná	0.0100	0.870	840.0	1600.0
2	Vápenopískové cihly	0.3000	0.110	960.0	1800.0
3	Minerální vlákna 2 (	0.2400	0.035	900.0	75.0
4	Omítka vápenná	0.0100	0.870	840.0	1600.0

Teplotní útlum:	75953.70	Fázové posunutí:	9.75 h
Teplná energie akumulovaná v konstrukci:			0.0 J
Orientace kce:	J		

Typ konstrukce: Vnitřní ochlazovaná

Plocha konstrukce: 75.48 m²

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Beton hutný 1	0.0600	1.230	1020.0	2100.0
2	BASF Styrodur 2800 C	0.1000	0.034	2060.0	30.0
3	Železobeton 1	0.1300	1.430	1020.0	2300.0
4	Bitadek 40 Standard	0.0040	0.210	1470.0	1200.0
5	Asfaltový nátěr	0.0050	0.210	1470.0	1400.0
6	Žula	0.4000	3.100	950.0	2500.0

Tepelná energie akumulovaná v konstrukci:	2169996800.0 J
---	----------------

Konstrukce číslo 3 ... Neprůsvitná kce

Typ konstrukce: Vnitřní ochlazovaná

Plocha konstrukce: 75.48 m²

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Omítka vápenná	0.0100	0.870	840.0	1600.0
2	Železobeton 1	0.3000	1.430	1020.0	2300.0
3	BASF Styrodur 2800 C	0.2000	0.034	2060.0	30.0
4	Asfaltový nátěr	0.0050	0.210	1470.0	1400.0
5	Bitadek 40 Standard	0.0064	0.210	1470.0	1200.0
6	Žula	0.1000	3.100	950.0	2500.0

Teplná energie akumulovaná v konstrukci: 1503425920.0 J

Konstrukce číslo 4 ... Neprůsvitná kce

Typ konstrukce: Vnitřní ochlazovaná

Plocha konstrukce: 65.29 m²

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Omítka vápenná	0.0100	0.870	840.0	1600.0
2	Železobeton 1	0.3000	1.430	1020.0	2300.0
3	BASF Styrodur 2800 C	0.2000	0.034	2060.0	30.0
4	Asfaltový nátěr	0.0050	0.210	1470.0	1400.0
5	Bitadek 40 Standard	0.0064	0.210	1470.0	1200.0
6	Žula	0.1000	3.100	950.0	2500.0

Teplná energie akumulovaná v konstrukci: 1300479360.0 J

Konstrukce číslo 5 ... Neprůsvitná kce

Typ konstrukce: Vnitřní ochlazovaná

Plocha konstrukce: 41.48 m²

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Omítka vápenná	0.0100	0.870	840.0	1600.0
2	Železobeton 1	0.3000	1.430	1020.0	2300.0
3	BASF Styrodur 2800 C	0.1000	0.034	2060.0	30.0
4	Asfaltový nátěr	0.0050	0.210	1470.0	1400.0
5	Bitadek 40 Standard	0.0064	0.210	1470.0	1200.0
6	Žula	0.0400	3.100	950.0	2500.0

Teplná energie akumulovaná v konstrukci: 700350400.0 J

Konstrukce číslo 6 ... Neprůsvitná kce

Typ konstrukce: Vnitřní ochlazovaná

Plocha konstrukce: 41.48 m²

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Omítka vápenná	0.0100	0.870	840.0	1600.0
2	Železobeton 1	0.3000	1.430	1020.0	2300.0
3	BASF Styrodur 2800 C	0.0100	0.034	2060.0	30.0
4	Asfaltový nátěr	0.0050	0.210	1470.0	1400.0
5	Bitadek 40 Standard	0.0064	0.210	1470.0	1200.0
6	Žula	0.4000	3.100	950.0	2500.0

Teplná energie akumulovaná v konstrukci: 1422696448.0 J

Konstrukce číslo 7 ... Okno

Typ konstrukce: Okenní vnější

Plocha konstrukce: 31.23 m²

Propustnost sl. záření Tau: 0.26

Orientace kce: J

VÝSLEDKY VYŠETŘOVÁNÍ TEPELNÉ STABILITY V LETNÍM OBDOBÍ:

I. Výpočet podle metodiky ČSN 730540-4:

Tepelná energie akumulovaná v neosluněných konstrukcích: 7.096949E+0009 J

Kce č.	Název	Stř.intenzita záření	Tau	Tep.zisk [W]	Doba zisku [h]
1	Neprůsvitná kce	199.0	12.0	0.06	22.3
7	Okno	199.0	12.0	3548.35	12.0

Tepelný zisk průsvitnými konstrukcemi Qok: 1615.84 W
Modul vekt.součtu tepl.amplitud tep.zisků Qoka+Qe: 3548.30 W
Tepelný zisk od vnitřních zdrojů Qi: 4665.00 W
Tepelná ztráta větráním Qv: -31.23 W
(při násobnosti výměny n = 0.50 1/h)
Celkový maximální tepelný zisk Qz: 9860.37 W

Nejvyšší denní vzestup teploty Delta Ta,max : 2.7 C

II. Výpočet podle metodiky STN 730540-4:

Tepelná energie akumulovaná v neosluněných konstrukcích: 1994.769 kWh/den

Kce č.	Název	Energie sl. záření [kWh/m2,den]	Tep.zisk [kWh]
1	Neprůsvitná kce	2792.0	1341.21
7	Okno	2792.0	22670.48

Tepelný zisk průsvitnými konstrukcemi Qs: 22.670 kWh
Tepelný zisk neprůsvitnými konstrukcemi Qe: 1.341 kWh
Tepelný zisk od vnitřních zdrojů Qi: 111.960 kWh
Tepelná ztráta větráním Qv: 1.998 kWh
(při délce větrání 8 h při vnější teplotě nižší než vnitřní o 4 C dle čl. 12.1.5 STN 730540-4)
Celkový denní tepelný zisk Q: 133.973 kWh

Nejvyšší denní vzestup teploty Delta Ta,max : 1.6 C