



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

CINEMA POINT

CINEMA POINT

ZÁKLADNÍ POSOUZENÍ OBJEKTU Z HLEDISKA STAVEBNÍ FYZIKY PRO ÚČELY DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Hrůza

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ROMAN BRZOŇ, Ph.D.

BRNO 2017

1 Identifikační údaje budovy

Lokalita

Místo stavby – Okružní, Humpolec 396 01

Parcelní číslo – 1887/1; 1700 a 428/4

Katastrální území Humpolec

Budova bude postavena na pozemku, který je územním plánem vymezený pro technická a dopravní zařízení. K této parcele bude vyžádána změna využití pozemku pro veřejné vybavení, nebo smíšené městské území. Pozemek byl vybrán z důvodů vhodného prostoru pro navrhovanou stavbu a využití rušícího stávajícího autobusového nádraží. Tato lokalita je vzdálená od autobusového a vlakového nádraží vzdálená cca 10 min pěšky.

Účel objektu, funce a provoz:

Objekt je novostavbou kina s jedním kinosálem a kavárnou. Objekt je navržen pro volnočasové a kulturní využití. Se zaměřením na školní vzdělávací programy. Dále je objekt navržen pro promítání filmových premiér. Kinosál je navržen s maximální kapacitou 196 osob. Promítání je zajištěno jak 2D tak pro 3D projekci na širokoúhlé plátno s parabolickým prohnutím. Pro návštěvníky kina, ale i pro širokou veřejnost je v druhém nadzemním podlaží navržena kavárna s 36 místy. Kavárna je přístupná z foyer skrz obloukové schodiště. Budova má členitý půdorys s oblými tvary bez ostrých rohů s vystupující částí střechy kinosálu, která se nachází na severní straně objektu a má funkci rozčlenění objektu na jednotlivé celky. Kolem celého objektu je navržena předsazená konstrukce z WPC profilů která rozděluje první a druhé nadzemní podlaží. Tyto profily jsou kotveny v horizontální poloze. Začínající v úrovni podlahy druhého podlaží a končí v úrovni roviny atiky ploché střechy. Aby tato rozdělující dekorativní předsazená konstrukce nebudila dojem jednotvárnosti, byla spodní část WPC profilů zkrácena a prodloužená do podoby vlny po celém obvodu objektu. Předpokládaný počet zaměstnanců je 12. Hlavní vstup do objektu je situován z jihozápadní strany, kde dominuje plocha prosklené fasády, která

odkrývá a prosvětluje plochu foyer. Tento vstup je určen pro veřejnost. Vstup pro zaměstnance je situován na opačné straně objektu, a to na severozápadní straně.

Konstrukční řešení:

Nosnou část budovy tvoří vyztužené železobetonové monolitické stěny o tl. 200 mm, 250 mm, 300 mm, 350 mm a stropy o tl. 200 mm, 250 mm 350 mm a 375 mm. Vnitřní nenosné zdivo je tvořeno cihlami typu therm o tl. 150 mm, 100 mm a 75 mm. Prosklené fasády v jižní části objektu jsou tvořeny z lehkého obvodového pláště reynaers s izolačními dvojskly, kde nosná konstrukce je tvořena rastrem ze sloupků a příčnickových profilů CW50. Budova je zateplena minerální tepelnou izolací z kamenných vláken v tl. 150 mm. Systém zateplení je typu ETICS. Střešní konstrukce jsou navrženy jako ploché jednoplášťové. Konstrukce střechy nad kinosálem je navržena z dřevěných příhradových vazníků spojovanými prolisovanými styčnickovými deskami. Voda ze střechy nad objektem je odváděná přes střešní vpusti. Voda odváděná ze střešní roviny nad kinosálem je odváděná skrz atiku atikovými chrliči. Objekt je založen na betonových základových pasech a patkách.

2 Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 ověřit zda daný objekt a jeho konstrukce splňuje:

- tepelně technické požadavky,
- požadavky z hlediska úspory energie,
- zvukoizolační vlastnosti konstrukcí,
- ochranu proti hluku a vibracím,
- požadavky prostorové akustiky,
- požadavky z hlediska denního osvětlení,
- požadavky z hlediska oslunění,

a to tak, aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu.

3 Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování zprávy jsou:

- *studie diplomového projektu včetně textových částí, pracovní verze projektu ve fázi provádění stavby,*
- *situace širších vztahů,*
- *fotodokumentace okolí a okolních objektů*
- *urbanistické a klimatické poměry dané lokality,*
- *okrajové podmínky vnitřní a vnější.*

4 Použité právní předpisy a normy

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.
- [4] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.
- [6] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- [7] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů.
- [8] ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov -Část 1: Terminologie.
- [9] ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov -Část 2: Požadavky.
- [10] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov -Část 3: Návrhové hodnoty veličin.
- [11] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov -Část 4: Výpočtové metody.
- [12] ČSN 73 0532:2010 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.
- [13] ČSN 730525 -Akustika -Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady.
- [14] ČSN 730527 -Akustika -Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely -Prostory ve školách -Prostory pro veřejné účely.
- [15] ČSN 73 0580-1:2007 + Z1:2011 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky.

5 Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.1 Normativní požadavky

5.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Vnitřní povrchová teplota se hodnotí v poměrném tvaru jako hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu. Stavební konstrukce a styky konstrukcí s konstrukcemi v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60$ % musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu splňoval podmínku:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e}$$

kde:

f_{Rsi} teplotní faktor vnitřního povrchu [-];

θ_{ai} teplota na vnitřní straně hodnocené konstrukce [°C];

θ_e teplota na vnější straně hodnocené konstrukce [°C];

θ_{si} nejnižší vnitřní povrchová teplota [°C];

$f_{Rsi,N}$ požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-];

$f_{Rsi,cr}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-], při kterém by vnitřní vzduch s návrhovou relativní vlhkostí φ_i dosáhl u vnitřního povrchu kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\varphi_{si,cr}$ se stanoví ze vztahu:

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})}$$

kde:

θ_{ai} návrhová teplota vnitřního vzduchu, ve °C, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3;

- θ_{ex} návrhová vnější teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období ve °C, která se stanoví podle ČSN 73 0540-3 jako návrhová teplota venkovního vzduchu θ_e pro vnější konstrukce, jako návrhová teplota vnitřního vzduchu přilehlého prostředí θ_{ai} pro vnitřní konstrukce a jako návrhová teplota zeminy θ_{gr} pro konstrukce přilehlé k zemině;
- $\phi_{i,r}$ relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce
- $\phi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro výplně otvorů je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\phi_{si,cr} = 100 \%$, pro ostatní konstrukce je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\phi_{si,cr} = 80 \%$ (riziko růstu plísní).

Tab. 1 Požadované hodnoty teplotního faktoru

	θ_{ai} [°C]	$\phi_{i,r}$ [%]	θ_{ex} [°C]	$f_{Rsi,cr}$	
Stavební kce	20,6	50	-17	0,76	
Výplně otvorů				0,654	
Stavební kce	24,9	60		-17	0,854
Výplně otvorů					0,802
Stavební kce	30,9	60	0,925		
Výplně otvorů			0,819		
Stavební kce	10	60	0,843		
Výplně otvorů			0,726		
Stavební kce	10	60	5		0,155
Stavební kce	20,6	50			0,706
Stavební kce	20,6	50	10	0,567	
Stavební kce	24,9	60		0,682	
Stavební kce	30,9	60		0,763	
Stavební kce	30,9	60	20,6	0,520	
Výplně otvorů				0,159	
Stavební kce	24,9	60	20,6	-0,101	
Výplně otvorů				-0,929	
Stavební kce	30,9	60	24,9	0,177	
Výplně otvorů				-0,440	
Stavební kce	30,9	100	10	1,188	

5.1.2 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce vytápěných budov v prostorech musí mít v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ součinitel prostupu tepla U takový, aby splňoval podmínku:

$U \leq U_N$ kde:

U_N ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla.

Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví:

- pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty podle Tab. 1.
- pro ostatní budovy

$$U_N = U_{N,20} \cdot e_1$$

kde:

$U_{N,20}$ součinitel prostupu tepla z tabulky 2 ve $W/m^2 \cdot K$

e_1 součinitel typu budovy dle vztahu $e_1 = \frac{16}{\theta_{im} - 4}$ [-]

θ_{im} je převažující návrhová vnitřní teplota ve °C

Tab. 2 Vybrané požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu
tepla U_N pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v
intervalu 18 °C až 22 °C [tabulka 3 ČSN 730540-2:2011]

Popis konstrukce	θ_{im} [°C]	e_1 [-]	Součinitel prostupu tepla W.m ⁻² K ⁻¹	
			Požadované hodnoty $U_{N,20}/U_N$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}/U_{rec}$
Stěna vnější těžká	20,6	1	0,30	0,25
	24,9	0,77	0,23	0,19
	30,9	0,59	0,18	0,11
Střecha plochá	20,6	1	0,24	0,16
	24,9	0,77	0,18	0,12
	30,9	0,59	0,14	0,09
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	20,6	1	0,45	0,30
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	20,6	1	0,75	0,50
	24,9	0,77	0,58	0,39
	30,9	0,59	0,44	0,29
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	-	1	0,75	0,50
Podlaha a stěna temp. prostoru přilehlá k zemině	-	1	0,85	0,60
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	-	1	1,05	0,70
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	-	1	1,30	0,90
Výplň otvoru ve vnější stěně z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	20,6	1	1,5	1,2
	24,9	0,77	1,16	0,92
	30,9	0,59	0,89	0,71
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	20,6	1	1,7	1,2
	30,9	0,59	1,0	0,71
Výplň otvoru vedoucí z temp. prostoru do venkovního prostředí	-	1	3,5	2,3
Lehký obvodový plášť hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w/A$ v m ² /m ² kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště v m ² A _w je plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP v m ²	20,6	1	1,26	1,14
	24,9	0,77	0,96	0,86
	30,9	0,59		
			0,74	0,67

5.1.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Dle [9] musí být splněna podmínka:

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

kde

$U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla ve $W/m^2 \cdot K^1$

U_{em} je průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} ve $W/m^2 \cdot K^1$.

Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanoví výpočtem metodou referenční budovy, nejvýše však je rovna hodnotě $0,3 + 0,15/(A/V) = 0,3 + 0,15/0,26 = 0,88 W/m^2 \cdot K$. (viz tab.3).

Hodnota $U_{em,N,20}$ referenční budovy se stanoví jako vážený průměr normových hodnot součinitelů prostupu tepla všech teplosměnných ploch podle vztahu:

$$U_{em,N,20} = \sum (U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_j) / \sum A_i + 0,02$$

kde

$U_{N,j}$ je odpovídající normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j -té teplosměnné konstrukce, ve $W/m^2 K^1$;

A_j plocha j -té teplosměnné konstrukce stanovená z vnějších rozměrů, v m^2

b_j teplotní redukční činitel odpovídající j -té konstrukci.

Součinitel obálky budovy U_{em} , ve $W \cdot m^{-2} K^{-1}$ se stanovuje ze vztahu

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

kde:

H_T je měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO teplosměnných konstrukcí tvořících obálku budovy na její systémové hranici dané vnějšími rozměry

A je teplosměnná plocha obálky budovy, v m^2 , stanovená součtem ploch A_j

Tab.3 Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C

Druh budovy	Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla období $U_{em,N,20}$ ve $W.m^{-2}K^{-1}$
Nové obytné budovy	Výsledek výpočtu, nejvýše však 0,50
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu, nejvýše však hodnota: Pro objemový faktor tvaru: $A/V \leq 0,2$ $U_{em,N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{em,N,20} = 0,45$ Pro ostatní hodnoty A/V $U_{em,N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$

5.1.4 Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Lineární i bodový činitel prostupu tepla ψ ve $W.m^{-1}K^{-1}$ a χ ve $W.K^{-1}$ tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí splňovat podmínku:

$$\psi \leq \psi_N \quad \chi \leq \chi_N$$

kde

ψ_N je požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla ve $W.m^{-1}K^{-1}$ dle tab.6, ČSN 730540:2011.

χ_N požadovaná hodnota bodového činitele prostupu tepla ve $W.K^{-1}$ dle tab.6, ČSN 730540:2011.

5.1.5 Pokles dotykové teploty

Podlahy se zatřídí z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ do kategorií podle Tab. 5. Pro zatřídění do odpovídající kategorie musí být splněna podmínka poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ ve °C:

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

kde:

$\Delta\theta_{10,N}$ je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy, ve °C, která se stanoví z Tab 4.

Tento požadavek není nutné posuzovat u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než 26°C a s textilní nášlapnou vrstvou.

Pro podlahy s podlahovým vytápěním je pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$ stanovován pro vnitřní povrchovou teplotu podlahy θ_{si} stanovenou bez vlivu vytápění při návrhové venkovní teplotě $\theta_e = 13^\circ\text{C}$.

Tab.4 Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty

Účel místnosti	Kategorie podlahy	
	Požadovaná	Doporučená
WC	III.	II.
103 – pokladna – trvalé pracovní místo při sedavé práci	II.	
123 – kuchyňka	II.	
124 – šatna	III.	
201 – kavárna	III.	II.
202 – bar	II.	
218 – kancelář	II.	
219 – kancelář	II.	

Tab. 5 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [tabulka 7 ČSN 730540-2:2011]

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

5.1.6 Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a celoroční bilance kondenzace a vypařování

1 - Stavební konstrukce musí být navržena tak, aby v ní nedocházelo ke kondenzaci vodní páry, pokud by zkondenzovaná vodní pára ohrozila její požadovanou funkci $\Rightarrow M_{c,a} = 0$

2 - U všech použitých stavebních konstrukcí kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce neohrozí její požadovanou funkci. Požaduje se omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$ v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ tak, aby byla splněna podmínka: $M_c \leq M_{c,N}$.

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, jeli jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ se použije 6 % jeho plošné hmotnosti pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, jeli jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.

3 - Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zbýt žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$.

5.1.7 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

V obvodových konstrukcích se nepřipouští netěsnosti a neutěsněné spáry, kromě funkčních spár výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů. Všechna napojení konstrukcí mezi sebou musí být provedena trvale vzduchotěsně podle dosažitelného stavu techniky. Požadavek se vztahuje zejména na spáry v osazení výplní otvorů. U funkčních spár ve výplních otvorů u lehkého obvodového pláště je požadována hodnota třídy průvzdušnosti LP2 u budov s větráním výlučně nuceným.

Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její ucelené části se ověřuje pomocí celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} v h^{-1} při tlakovém rozdílu 50 Pa, stanovené experimentálně dle ČSN EN 13829. Doporučuje se splnění podmínky:

$$n_{50} \leq n_{50,N}$$

Tab.6 Doporučené hodnoty celkové intenzity větrání $n_{50,N}$ [ČSN 730540-2:2011]

Větrání v budově	$n_{50,N} [\text{h}^{-1}]$	
	Splnit vždy	Splnit doporučeně
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8

Ve všech místnostech je použito nucené větrání – je doporučeno, aby stanovená intenzita přirozené výměny vzduchu splňovala podmínku $n \leq 0,05 \text{ h}^{-1}$.

5.1.8 Tepelná stabilita místnosti v letním období

Kritická místnost (vnitřní prostor) musí vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$ ve $^{\circ}\text{C}$ podle vztahu:

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$$

kde

$\Delta\theta_{vai,max,N}$ je požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období, ve $^{\circ}\text{C}$

Jedná se o budovu se strojním chlazením - musí být splněna podmínka nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním $\theta_{ai,max} \leq 32$ °C, při čemž se do výpočtu nezahrnuje chladicí výkon klimatizace ani tepelné zisky od technologických zařízení. Nesplnění požadavku se připouští výjimečně, prokáže-li se, že jeho splnění není technicky možné nebo ekonomicky vhodné s ohledem na životnost budovy a její provoz.

5.1.9 Tepelná stabilita místnosti v zimním období

Požaduje se, aby kritická místnost na konci doby chladnutí t vykazovala pokles výsledné teploty $\Delta\theta_{v(t)}$ ve °C v místnosti v zimním období podle vztahu:

$$\Delta\theta_v(t) \Delta\theta_{v,N}(t)$$

kde

$\Delta\theta_{v,N}(t)$ je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období, ve °C, stanovená podle Tab. 10., kde θ_i je návrhová vnitřní teplota podle ČSN 73 0540-3.

5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.2.1 Geometrické charakteristiky budovy

Budova je navržena jako dvoupodlažní. Budova má členitý půdorys s oblými tvary bez ostrých rohů s vystupující částí střechy kinosálu, která se nachází na severní straně objektu a má funkci rozčlenění objektu na jednotlivé celky. Budova má rozměry 39,15 m x 29,45 m.

Tvarový faktor objektu je $A/V = 0,28$.

Charakteristika posuzovaných konstrukcí

Podrobný výpis skladeb viz Příloha P2 – Výpis skladeb

- **Plochá střecha S09a** – je řešena jako jednoplášťová se sklonem 3%, nosnou vrstvou tvořící monolitická stropní desky z ŽB o tl. 250 mm. Jako parotěsnicí vrstva je použit modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z hliníkové folie s nakaširovanými skelnými vlákny. Na této vrstvě je pak položena TI vrstva z EPS 150 v tl. 120 mm. Dále je vrstva spádová která je tvořena TI vrstvou ve formě spádových klínů z EPS 150. Na této spádové vrstvě je uložena další vrstva TI z EPS 150 v tl. 120 mm. Na tuto TI vrstvu je položena a mechanicky kotvena HI vrstva z modifikovaného asfaltového pásu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Na tuto vrstvu je plnoplošně nataven modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z polyesterové rohože.
- **Plochá střecha S09b** - je řešena jako jednoplášťová se sklonem 3%, nosnou vrstvou tvořící monolitická stropní desky z ŽB o tl. 375 mm. Jako parotěsnicí vrstva je použit modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z hliníkové folie s nakaširovanými skelnými vlákny. Na této vrstvě je pak položena TI vrstva z EPS 150 v tl. 120 mm. Dále je vrstva spádová která je tvořena TI vrstvou ve formě spádových klínů z EPS 150. Na této spádové vrstvě je uložena další vrstva TI z EPS 150 v tl. 120 mm. Na tuto TI vrstvu je položena a mechanicky kotvena HI vrstva z modifikovaného asfaltového pásu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Na tuto vrstvu je plnoplošně nataven modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z polyesterové rohože.
- **Plochá střecha S10** - Skladba střechy nad kinosálem je navržena v minimálním spádu 5%. Nosnou konstrukcí této skladby jsou dřevěné příhradové vazníky spojované prolisovanými styčnickovými deskami. Na horní pásnice příhradového vazníku jsou mechanicky kotveny 2 vrstvy OSB desek tl. 25 mm. Na tyto desky je položen modifikovaný asfaltový pás s přelepenými spoji s nosnou vložkou z hliníkové folie. Tento pás tvoří parotěsnou a pojistnou HI vrstvu. Na pojistnou HI vrstvu je položena TI vrstva ve dvou vrstvách s prostřídáními spárami tepelná izolace EPS 150 v tl. 2x120. Dále je na tuto TI vrstvu je položena a lepením kotvena HI vrstva z modifikovaného asfaltového pásu s nosnou vložkou ze skleněné

tkaniny. Na tuto vrstvu je plnoplošně nataven modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z polyesterové rohože. Další vrstvou je separační netkaná textilie na které je uložena profilovaná fólie s nakaširovanou textilií. Finální a stabilizační vrstvou této skladby je prané říční kamenivo.

- **Obvodová stěna S01a** – nosná konstrukce je tvořena ŽB monolitickou stěnou z betonu C25/30, XC2, ocel B500 B tl. 300mm, zateplená systémem ETICS, tepelnou izolací z kamenné vlny ISOVER TF profi v tl. 150 mm.
- **Obvodová stěna S01b** - zateplení soklové části zdiva, nosná konstrukce je tvořena ŽB monolitickou stěnou z betonu C25/30, XC2, ocel B500 B tl. 300mm, zateplená tepelnou izolací z expandovaného polystyrenu s minimální nasákavostí EPS PERIMETR v tl. 150 mm. Hydroizolační souvrství tvoří dva asfaltové pásy. První – hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL fólie kaširovanou skleněnými vlákny, DEKBIT AL S 40. Druhý – hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné rohože, DEKBIT V60 S 35.
- **Podlaha na zemině S03** - na terénu je podkladní ŽB deska tl. 100 mm, na které leží hydroizolační souvrství – 2 x oxidovaný asfaltový pás - První – hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL fólie kaširovanou skleněnými vlákny, DEKBIT AL S 40. Druhý – hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné rohože, DEKBIT V60 S 35. Na těchto asfaltových pásech je ŽB deska tl. 150 mm, na této desce je uložena tepelná izolace z expandovaného polystyrenu EPS 150 tl. 120 mm, na které je ochranná PE fólie, dále betonová mazanina vyztužená kari sítí, lepidlo a zátěžový koberec.
- **Podlaha na zemině S04** – na terénu je podkladní ŽB deska tl. 100 mm, na které leží hydroizolační souvrství – 2 x oxidovaný asfaltový pás - První – hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL fólie kaširovanou skleněnými vlákny, DEKBIT AL S 40. Druhý – hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné rohože, DEKBIT V60 S 35. Na těchto asfaltových pásech je ŽB deska tl. 150 mm, na této

desce je uložena tepelná izolace z expandovaného polystyrenu EPS 150 tl. 120 mm, na které je ochranná PE fólie, dále betonová mazanina vyztužená kari sítí, lepidlo a keramická dlažba.

- **Podlaha na zemině S05** – na terénu je podkladní ŽB deska tl. 100 mm, na které leží hydroizolační souvrství – 2 x oxidovaný asfaltový pás - První – hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL fólie kaširovanou skleněnými vlákny, DEKBIT AL S 40. Druhý – hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné rohože, DEKBIT V60 S 35. Na těchto asfaltových pásech je ŽB deska tl. 150 mm, na této desce je uložena tepelná izolace z expandovaného polystyrenu EPS 150 tl. 120 mm, na které je ochranná PE fólie, dále betonová mazanina vyztužená kari sítí, penetrace a litá epoxidová dekorativní stěrka.
- **Podlaha v 2NP** – nosnou vrstvu tvoří stropní monolitická ŽB deska, tl. 200, 250, 350 mm. Tepelně izolační vrstvu tvoří expandovaný polystyren EPS 150 tl. 50 mm, na které je ochranná PE fólie, betonová mazanina vyztužená kari sítí.
- **Okenní výplně** – Okna z hliníkových komorových profilů, stavební hloubka 78 mm, izolační trojsklo 4-14-4-14-4 mm, $U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, sklo čiré. Výplně vstupních dveří – dveře s rámem s hliníkových komorových profilů izolační trojsklo 4-14-4-14-4 mm, $U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, sklo čiré.
- **Dveřní výplně** - Výplně vstupních dveří – dveře s rámem s hliníkových komorových profilů izolační trojsklo 4-14-4-14-4 mm, $U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, sklo čiré. Vnitřní dveře jsou provedeny jako plné jednokřídlové, dřevěné s dřevotřískovou výplní s polodrážkou do obložkové zárubně, barva šedá RAL 8022. Podrobněji viz. výpis truhlářských výrobků, výpis zámečnických výrobků.
- **Prosklená fasáda** - Obvodové prosklené stěny REYNAERS mají konstrukci tvořenou hliníkovými sloupky $U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, a zasklením izolačním dvojsklem $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Vnější sklo 10 mm kalené sklo, mezera 20 mm VZD Ar 90%, vnitřní sklo bezpečnostní tvrzené sklo Connex 2x8 mm.

5.3 Údaje o splnění normativních požadavků

5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou:

Pozn.: Výpočet viz příloha P4 – Výstup z programu Teplo a příloha P5 – Výstup z programu Area

- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

Tab. 7 Nejnižší vnitřní povrchová teplota hodnocená v poměrném tvaru jako teplotní faktor

Posuzovaná konstrukce v ploše a kritické detaily	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [–]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [–]	Posouzení
Obvodová nosná kce S01a $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,942	0,760	VYHOVUJE
Obvodová nosná kce S01b $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,939	0,760	VYHOVUJE
Podlaha na terénu - dlažba S04 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,938	0,706	VYHOVUJE
Podlaha na terénu - litá epoxi S05 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,938	0,706	VYHOVUJE
Podlaha strop – litá epoxi S06 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,848	-0,101	VYHOVUJE
Podlaha strop - marmoleum S07 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,848	-0,101	VYHOVUJE
Podlaha strop - dlažba S08 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,847	-0,101	VYHOVUJE
Plochá střecha -S09a $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,963	0,760	VYHOVUJE
Plochá střecha -S09b $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,966	0,760	VYHOVUJE
Plochá střecha -S10 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,965	0,760	VYHOVUJE
Detail 1	0,882	0,725	VYHOVUJE
Detail 2	0,918	0,725	VYHOVUJE
Detail 3	0,960	0,838	VYHOVUJE

- Součinitel prostupu tepla U

Tab.8 Součinitel prostupu tepla U

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [°C]	Normová hodnota U_N [°C]	Posouzení
Obvodová nosná kce S01a $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,14	0,24	VYHOVUJE
Obvodová nosná kce S01b $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,14	0,18	VYHOVUJE
Podlaha na terénu - dlažba S04 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,14	0,14	VYHOVUJE
Podlaha na terénu - litá epoxi S05 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,14	0,24	VYHOVUJE
Podlaha strop – litá epoxi S06 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,14	0,14	VYHOVUJE
Podlaha strop - marmoleum S07 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,14	0,24	VYHOVUJE
Podlaha strop - dlažba S08 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,14	0,14	VYHOVUJE
Plochá střecha -S09a $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,18	0,18	VYHOVUJE

Plochá střecha -S09b $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,18	0,23	VYHOVUJE
Plochá střecha -S10 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,18	0,3	VYHOVUJE
O1 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,95	1,5	VYHOVUJE
O2 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,91	1,5	VYHOVUJE
O3 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,86	1,5	VYHOVUJE
O4 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,88	1,5	VYHOVUJE
O5 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	1,05	1,5	VYHOVUJE
LOP 1 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	1,22	1,26	VYHOVUJE
LOP 2 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	1,26	1,26	VYHOVUJE
LOP 3 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	1,26	1,26	VYHOVUJE
LOP 4 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	1,23	1,26	VYHOVUJE
LOP 5 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	1,23	1,26	VYHOVUJE
LOP 6 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	1,24	1,26	VYHOVUJE
D1 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,78	1,7	VYHOVUJE
D2 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,68	1,7	VYHOVUJE
D3 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,97	1,7	VYHOVUJE
D4 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,86	1,7	VYHOVUJE

Pozn.: Legenda, rozměry a výpočet U_w oken, dveří a prosklených fasád viz příloha P5 Výpočet součinitele prostupu tepla U_w okenních otvorů, dveřních otvorů a prosklených fasád.

- Pokles dotykové teploty podlah

Tab.9 Pokles dotykové teploty podlahy

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $\Delta\vartheta_{10}\text{ [°C]}$	Požadovaná hodnota $\Delta\vartheta_{10,N}\text{ [°C]}$	Posouzení
Podlaha na zemině S04 - ker. dlažba $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	7,26 - IV	III – WC, šatny , chodba, ostatní bez požadavku	NEVYHOVUJE *
Podlaha na zemině S05 - litá epoxi $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	6,52 - III	III – foyer, chodby II - předsálí	VYHOVUJE NEVYHOVUJE *
Podlaha Strop S06 - litá epoxi $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	6,23 - III	III – kavárna	VYHOVUJE
Podlaha Strop S07 - marmoleum $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	6,17 - III	II - kancelář	NEVYHOVUJE *
Podlaha Strop S08 - ker. dlažba $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	6,93 - IV	III – Chodby, WC	NEVYHOVUJE *

Pozn.:

* WC - požadavek není nutné splnit. Předpokládá se pohyb pouze v obuvi, v šatně bude v místě potřeby splnění požadavku lokálně použito koberečků/koupelnových předložek

5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí

- Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Tab.10 Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota M_c [kg.m ⁻² .a ⁻¹]	Požadavek $M_{c,N}$ [kg.m ⁻² .a ⁻¹]	Posouzení
Obvodová nosná kce S01a $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0059	0,1	VYHOVUJE
Obvodová nosná kce S01b $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0005	0,1	VYHOVUJE
Podlaha na terénu - koberec S03 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0384	0,1	VYHOVUJE
Podlaha na terénu - dlažba S04 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0295	0,1	VYHOVUJE
Podlaha na terénu - litá epoxi S05 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0026	0,1	VYHOVUJE
Podlaha strop – litá epoxi S06 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	nedochází ke kondenzaci		VYHOVUJE
Podlaha strop - marmoleum S07 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	nedochází ke kondenzaci		VYHOVUJE
Podlaha strop - dlažba S08 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	nedochází ke kondenzaci		VYHOVUJE
Plochá střecha -S09a $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0004	0,1	VYHOVUJE
Plochá střecha -S09b $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0004	0,1	VYHOVUJE
Plochá střecha -S10 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0004	0,1	NEVYHOVUJE

- Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry

Tab.11 Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti

Posuzovaná konstrukce	Roční množství kondenzátu M_c [kg.m ⁻² .a ⁻¹]	Roční kapacita odparu M_{ev} [kg.m ⁻² .a ⁻¹]	Posouzení
Plochá střecha -S09a $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0004	0,0072	VYHOVUJE
Plochá střecha -S09b $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0004	0,0072	VYHOVUJE
Plochá střecha -S10 $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0004	0,0072	VYHOVUJE
Obvodová nosná kce S01a $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0059	5,1912	VYHOVUJE
Obvodová nosná kce S01b $t_{ai} = 20,6\text{ °C}$	0,0005	0,8668	VYHOVUJE

- **Posouzení, zda případná kondenzace ohrožuje funkci konstrukce**
Kondenzace vodní páry neohroží jejich funkci u žádné konstrukce.

5.3.3 Tepelná stabilita místnosti

Kritická místnost – Kancelář místnost č. 219

- **Zimní stabilita**

Požadavek $\Delta\theta_{v,N}(t) = 3^{\circ}\text{C}$ není splněn, je nutné zabránit přerušení vytápění místnosti při dané vnější teplotě.

Výpočet viz Příloha P6 – výstup z programu Stabilita

- **Zimní stabilita**

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$$

$$27,82^{\circ}\text{C} \leq 32^{\circ}\text{C}$$

Požadavek je splněn.

Výpočet viz Příloha P7 – výstup z programu Simulace

5.4 Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí

Pro splnění požadavku na tepelnou stabilitu v letním období je nutné ve stavební části navrhnout vnější žaluzie

5.5 Výpočet potřeb energie v objektu

- **Předběžná ztráta budovy**

Celková měrná ztráta prostupem konstrukcemi:

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (t_{i,m} - t_e) = 926,54 \cdot (21 - (-16)) = 34,28 \text{ kW}$$

Výpočet měrné ztráty prostupem tepla viz příloha P8 – Předběžná tepelná ztráta obálky budovy prostupem konstrukcemi

Tepelná ztráta větráním:

$$V_{ih,0} = 4\,716,5 \quad \text{m}^3/\text{h} \quad - \text{část objemu viz složka č.6 Vzduchotechnika}$$
$$1,31 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_{vi} = 1300 \cdot V_{ih,0} \cdot (t_{i,m} - t_e) = 1300 \cdot 1,31 \cdot (21 - (-16)) = 63,01 \text{ kW}$$

- v rámci VUT jednotky je protiproudý výměník ZZT pracující s účinností až 93% - dále budeme počítat s 80% skutečné účinnosti.

$$Q_{vi} = 63,01 \cdot (1 - 0,80) = 12,60 \text{ kW}$$

Výpočet ztráty větráním viz příloha P8 – Předběžná tepelná ztráta obálky budovy prostupem konstrukcemi

Celková předběžná tepelná ztráta budovy:

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{vi} = 34,28 + 12,60 = \mathbf{46,88 \text{ Kw}}$$

- **Posouzení**

Dle ČSN 73 0540-2 : 2011

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

$$0,249 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \leq 0,368 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

kvalifikační třída B – vyhovující

6 Posouzení z hlediska akustiky a vibrací

6.1 Normativní požadavky

6.1.1 Urbanistická akustika

- **Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb**

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$, která se rovná 40 dB a

korekcí přihlížející ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 NV 272/2011.

Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku A L_{Amax} , která se rovná 40 dB a korekcí přihlížející ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 NV 272/2011.

Tab. 12 Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb [příloha č. 2 NV 272/2011]

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce v dB
Kinosál	Po dobu užívání	+5
kancelář	6:00-22:00	+5

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu $L_{Aeq,s}$ se stanoví tak, že se k hygienickému limitu v ekvivalentní hladině akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ přičte v pracovních dnech pro dobu mezi sedmou a dvacátou první hodinou korekce + 15 dB, (NV č. 272/2011 Sb.)

Tab. 13 Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech

Druh chráněného vnitřního prostoru	Požadovaná hladina akustického tlaku L_{Amax} [dB] – hluk ze zdrojů uvnitř objektu	Požadovaná hladina akustického tlaku pro hluk pronikající vzduchem zvenčí $L_{Aeq,T}$ [dB]	Požadovaná hladina akustického tlaku pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu $L_{Aeq,s}$ [dB] 7:00-21:00
Kinosál	45	45	60
kancelář	45	45	60

- **Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru**

Na pozemku se nenachází chráněný venkovní prostor.

6.1.2 Akustika stavebních konstrukcí

- **Požadavky na zvukoizolační vlastnosti mezi místnostmi**

ČSN 73 0532:2010 – vnitřní konstrukce

Požadavky na konstrukce vnitřní dělicí, podle současně platné legislativy (norem)

– ČSN 73 0532/2010 (str. 7 – 10). Požadavky normy nejsou jen doporučené,

nýbrž závazné, viz vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

ČSN 73 0532:2010, čl. 5.1 Vzduchová neprůzvučnost: Vážená stavební neprůzvučnost $R'_{w,N}$ – pro stěny a stropy, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 1 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 140 – 4, nesmí být nižší než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532, Tab. 1 této normy, viz Tab. 5 tohoto dokumentu. Konstrukce stěn a stropů mezi místnostmi v budovách musí vyhovovat minimálním požadovaným hodnotám $R'_{w,N}$.

ČSN 73 0532, čl. 5.2 Kročejová neprůzvučnost: Vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{w,N}$ – pro stropy, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 2 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 140 – 7, nesmí být vyšší než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532, Tab. 1 této normy viz Tab. 5 tohoto dokumentu. Konstrukce stropu mezi místnostmi v budovách musí vyhovovat maximálním požadovaným hodnotám $L'_{w,N}$.

Pro porovnání jednočíselných hodnot stanovených výpočtem nebo měřením v laboratoři R_w a L_{nw} [dB] (převzatých z podkladů výrobce-dodavatele) s hodnotami normativními R'_w a L'_{nw} [dB] je nutné tyto hodnoty upravit korekcí k [dB], zahrnující vliv vedlejších cest šíření zvuku.

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$L'_{nw} = L_{nw} + k_2$$

Tab.14 Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách dle ČSN 730532:2010

Chráněný prostor	Požadavky na zvukovou izolaci			
	Stropy		Stěny	Dveře
	$R'_w, D_{nT,w}$ [dB]	$L'_{n,w},$ $L'_{nT,w}$ [dB]	$R'_w, D_{nT,w}$ [dB]	R_w [dB]
Kancelář	47	63	37	27
Kinosál	60	48	57	

- **Požadavky na zvukoizolační vlastnosti obvodových plášťů a jejich částí**

ČSN 73 0532/2010 – obvodové pláště

Požadavky na zvukovou izolaci konstrukce obvodového pláště, okna, podle současně platné legislativy (norem) – ČSN 73 0532/2010 (str. 10 – 14). Požadavky normy nejsou jen doporučené, nýbrž závazné, viz vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

Na základě měření v blízkosti řešeného pozemku je předpokládána hladina hluku 2 m před fasádou objektu v denním období nižší než 55 dB a v nočním období nižší než 40 dB.

Užívání chráněných vnitřních prostorů je předpokládáno pouze přes den, proto se neprovádí posouzení v denní době 24:00 h – 06:00 h

Tab. 15 Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov [ČSN 73 0532:2010]

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště R'_w [dB]	
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,2m}$ [dB] po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před fasádou
	$> 50 \leq 55$
Kancelář	-
Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště R'_w [dB]	
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,2m}$ [dB] v denní době 06:00 h – 22:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou
	$> 50 \leq 55$
Foyer, kavárna	30

Neprůzvučnost oken, dílců a částí obvodového pláště (střechy) se hodnotí váženou (laboratorní) neprůzvučností R_w (dB). Jestliže plocha oken zaujímá větší plochu než 50% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou neprůzvučnost okna R_w stanoven hodnotou uvedenou Tab 1. „Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov“. Jestliže plocha oken představuje 35% až 50% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou neprůzvučnost okna R_w nižší o 3 dB, než hodnota uvedená ve výše jmenované Tab 1. Pro okna zaujímající menší plochu než 35% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti je požadavek

na váženou neprůzvučnost nižší o 5 dB, než jednočíselná hodnota uvedená Tab 1.

Poznámka:

Za plochu okna se považuje plocha okenního otvoru, tj. okno včetně rámu. Celková plocha obvodové konstrukce v místnosti je plocha obvodového pláště včetně oken při pohledu z místnosti.

Snížení požadavku na neprůzvučnost okna odpovídající podílu plochy okna na ploše obvodové konstrukce je možno uplatňovat tehdy, jestliže vážená neprůzvučnost plné části obvodového pláště je alespoň o 10 dB vyšší než vážená neprůzvučnost okna.

Okna se podle ČSN 73 0532:2010 zařazují do tříd jakosti zvukové izolace oken (TZI). Okno příslušné třídy zvukové izolace podle tabulky „Třídy zvukové izolace oken“ vyhovuje požadavkům na neprůzvučnost, jestliže minimální požadovaná interpolovaná vážená neprůzvučnost R_w stanovená podle tabulky „Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov“ pro příslušnou ekvivalentní hladinu akustického tlaku A , $L_{Aeq,2m}$ venkovního hluku je v rozsahu vážených neprůzvučností příslušejících podle tabulky „Třídy zvukové izolace oken“ této normě.

Tab. 16 Třídy zvukové izolace oken

Třída (TZI)	0	1	2	3	4	5	6
R_w /dB/	≤ 24	25 až 29	30 až 34	35 až 39	40 až 44	45 až 49	≥ 50

Požadovaná zvuková izolace okenních otvorů:

1, Foyer, kavárna

$R'_w = 25\text{dB}$ požadované **TZI 1**

6.1.3 Prostorová akustika

- **Požadavky na prostorovou akustiku – tvarové a objemové řešení**

Pro uzavřené prostory o objemu větším než 200 m³, které se svým tvarem blíží kvádru, se doporučuje poměr stran 1:1,25:1,6 nebo 1:1,5:2,5 případně 1:1,7:2,9.

Žádný z rozměrů nesmí být celistvým násobkem kteréhokoliv ze zbývajících rozměrů (ČSN 73 0525, 1998).

- **Požadavky na dobu dozvuku místnosti dle platné ČSN 73 0525-27**

Stanovení doby dozvuku kinosálu je nutné stanovit pomocí studie prostorové akustiky, ve které bude za pomoci virtuálního modelu. V rámci této diplomové práce nebyl tento model stanoven.

6.2 Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací

Řešení vibrací od zdrojů hluků v objektu (např. klimatizační jednotky, výtahy, technická zařízení pro úpravu vody) není obsahem diplomové práce. Zdroje hluku budou pružně uloženy a řešeny v samostatné části projektové dokumentace.

Podrobný výpis skladeb viz Příloha P2 – Výpis skladeb

- **Obvodová stěna S01a** – nosná konstrukce je tvořena ŽB monolitickou stěnou z betonu C25/30, XC2, ocel B500 B tl. 300mm, zateplená systémem ETICS, tepelnou izolací z kamenné vlny ISOVER TF profi v tl. 150 mm. $R_w = 66$ dB.
- **Podlaha v 2NP** – nosnou vrstvu tvoří stropní monolitická ŽB deska, tl. 200, 250, 350 mm. Tepelně izolační vrstvu tvoří expandovaný polystyren EPS 150 tl. 50 mm, na které je ochranná PE fólie, betonová mazanina vyztužená kari sítí. $R_w = 63$ dB.
- **Okenní výplně** – Okna z hliníkových komorových profilů okno heroal, stavební hloubka 78 mm, izolační trojsklo 4-14-4-14-4 mm, $U_f = 1,3$ W/m².K, $U_g = 0,5$ W/m².K, sklo čiré. Výplně vstupních dveří – dveře s rámem s hliníkových komorových profilů izolační trojsklo 4-14-4-14-4 mm, $U_f = 1,3$ W/m².K, $U_g = 0,5$ W/m².K, sklo čiré. $R_w = 44$ dB

- **Prosklená fasáda** - Obvodové prosklené stěny REYNAERS mají konstrukci tvořenou hliníkovými sloupky $U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, a zasklením izolačním dvojsklem $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Vnější sklo 10 mm kalené sklo, mezera 20 mm VZD Ar 90%, vnitřní sklo bezpečnostní tvrzené sklo Connex 2x8 mm. $R_w = 30 \text{ dB}$.
- **VZT jednotka** – Atrea Duplex Multi 8000, parapetní provedení, kotveno do podlahy, uloženo na pryžových podložkách.
- **Výtah** – Výtah VOTO OH-T, hydraulický výtah s automatickými teleskopickými dveřmi. Typ IV. Rozměr kabiny 1100x1400, rozměr šachty 1700x1800.

6.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

6.3.1 Urbanistická akustika

- **Hygienické limity vnějšího chráněného prostoru**
Objekt nemá vnější chráněný prostor
- **Hygienické limity vnitřního chráněného prostoru**

Tab.17 Posouzení hygienických limitů hluku v chráněných vnějších prostorech

Druh chráněného vnitřního prostoru	Požadovaná hladina akustického tlaku $L_{A \max}$ [dB] – hluk ze zdrojů uvnitř objektu	Požadovaná hladina akustického tlaku pro hluk pronikající vzduchem zvenčí $L_{Aeq,T}$ [dB]	Požadovaná hladina akustického tlaku pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu $L_{Aeq,s}$ [dB] 7:00-21:00	posouzení
Kinosál	45	45	60	BUDE SPLNĚNO
kancelář	45	45	60	

Pozn.: Objekt je situován v okrajové části města Humpolec, k objektu vede místní komunikace II třídy, v okolí se nenachází žádné významnější zdroje hluku. Při stavební činnosti uvnitř objektu bude dodrženo hygienických limitů.

6.3.2 Akustika stavební konstrukcí

- Požadavky na zvukoizolační vlastnosti mezi místnostmi

Tab.18 Posouzení zvukoizolačních vlastností mezi místnostmi

Konstrukce - Chráněný prostor/ hlučný prostor	Požadovaná hodnota $R'_{w,N}$ [dB]		Požadovaná hodnota $L'_{nw,N}$ [dB]	Vypočtená hodnota R'_w [dB]	Vypočtená hodnota L'_{nw} [dB]	Posouzení $R'_w \geq R'_{w,N}$ $L'_{nw} \leq L'_{nw,N}$
	stěna	strop	strop			
Stěna Kinosál/strojovna	57	–	–	67	–	VYHOVUJE

- Požadavky na zvukoizolační vlastnosti obvodových plášťů a jejich částí

Tab.19 Posouzení zvukoizolačních vlastností obvodového pláště budovy

Konstrukce obvodového pláště budovy	Požadovaná hodnota $R'_{w,N}$ [dB]	Vypočtená hodnota R'_w [dB]	Posouzení $R'_w \geq R'_{w,N}$
Obvodová stěna	30	55	VYHOVUJE
Stropní konstrukce	30	56	VYHOVUJE

Tab.20 Posouzení zvukoizolačních vlastností oken

	Požadovaná třída TZI	Skutečná třída TZI	Posouzení
Okna Heroal	TZ1*	TZ2*	VYHOVUJE
LOP Reynaer CW 50	TZ1 *	TZ2*	VYHOVUJE

* 25 AŽ 29 dB, ** 30 až 34 dB,

- Výpočet doby dozvuku – kinosál

Stanovení doby dozvuku kinosálu je nutné stanovit pomocí studie prostorové akustiky, ve které bude za pomoci virtuálního modelu. V rámci této diplomové práce nebyl tento model stanoven.

7 Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění

7.1 Normativní požadavky

- **Z hlediska denního osvětlení na jednotlivé druhy místnosti v objektu**

Úroveň denního osvětlení, potřebná jako minimální pro určitou zrakovou činnost v daném místě vnitřního prostoru, se zjišťuje a hodnotí, není-li výslovně uvedeno jinak za venkovní situace charakteristické pro zimní období s malým množstvím denního světla, za předpokladu tmavého terénu s činitelem odrazu v rozmezích 0,02 až 0,2 a rovnoměrně zatažené oblohy.

Rozložení denního světla ve vnitřním prostoru se zjišťuje pomocí hodnot činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech, rozmístěných v pravidelné síti na vodorovné srovnávací rovině. Výška srovnávací roviny má být 0,85 m nad podlahou. Krajní řady kontrolních bodů se umisťují 1 m od vnitřních stěn.

Denní osvětlení se navrhuje podle zrakové činnosti, pro kterou jsou určeny tak, aby hodnoty činitele denní osvětlenosti nebyly ani při největším znečištění konstrukcí osvětlovacích otvorů a povrchů menší, než stanoví ČSN 73 0580.

Tab. 21 Třídění zrakových činností a hodnoty činitele denní osvětlenosti, požadavek na rovnoměrnost denního osvětlení[ČSN 730580]

Třída zrakové činnosti	Charakteristika zrakové činnosti	Poměrná pozorovací vzdálenost	Zraková činnost - prostor	Hodnota činitele denní osvětlenosti v %		Rovnoměrnost denního osvětlení
				minimální D_{min}	Průměrná D_m	
IV	středně přesná	500 - 1 000	Čtení, psaní – kancelář, místnost technika, recepce	1,5	5	$\geq 0,2$

7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění

Objekt se nachází v okrajové části města, v jeho okolí nejsou budovy ani jiné překážky, které by mu stínily. Foyer je orientován na jih. Okenní otvory jsou vyplněny hliníkovými okny s izolačním trojsklem 4-14-4-14-4 mm plněné argonem, světelná propustnost 69 %. Prosklená fasáda je zasklena izolačním dvojsklem, plněným argonem.

7.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

7.3.1 doba proslunění u bytových staveb a u pobytových prostor

V posuzovaném objektu není požadavek na proslunění a oslunění žádné místnosti.

7.3.2 vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakových činností

Je nutné splnit požadavky na D_{min} a rovnoměrnost denního osvětlení v kanceláři, (třída zrakové činnosti IV).

Pro vyhodnocení byly vybrána místnost – kancelář

- Vyhodnocení činitele denní osvětlenosti (dle využití prostoru)

Tab. 22 Vyhodnocení činitele denní osvětlenosti (dle využití prostoru)

	Činitel denní osvětlenosti D_{min} [%]		Posouzení
	Požadovaná	Skutečná	
kancelář	1,5	3,6	Vyhovuje

Výpočet viz Příloha P12 – Výstup z programu WDLS

- Rovnoměrnost denního osvětlení (dle využití prostoru)

Tab. 23 Vyhodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení (dle využití prostoru)

	Rovnoměrnost denního osvětlení		Posouzení
	Požadovaná	Skutečná	
kancelář	0,2	0,13	Nevyhovuje

Nutné navrhnout umělé osvětlené pro srovnání rovnoměrnosti osvětlení místnosti.

7.3.3 vyhodnocení vlivu stínění navrhované budovy na okolí dle požadavků na denní osvětlení podle kategorie území

V okolí se nenachází žádné budovy – neřeší se

8 Identifikace zpracovatele

V Brně dne 11.1.2017

Vypracoval:.....

Bc. Jiří Hrůza

9 Přílohy

Viz samostatné přílohy ve složce č. 7 – Stavební fyzika:

- P1 - Schéma půdorysů
- P2 - Výpis skladeb
- P3 - Výstup z programu teplo
- P4 - Výstup z programu area
- P5 - Výpočet součinitele u_w oken, dveří, prosklených fasád
- P6 - Výstup z programu stabilita
- P7 - Výstup z programu simulace
- P8 - Předběžná tepelná ztráta obálky budovy prostupem konstrukcemi
- P9 - Výstup z programu WDLS