



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

SPORTOVNÍ CENTRUM

SPORTS CENTER

POSOUZENÍ STAVEBNÍ FYZIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Weinlich

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. DANUŠE ČUPROVÁ, CSc.

BRNO 2022

Obsah

1	Identifikační údaje budovy	5
2	Účel posouzení.....	6
3	Podklady pro zpracování	6
4	Použité právní předpisy a normy	6
5	Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla.....	7
5.1	Normativní požadavky.....	7
5.1.1	Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor vnitřního povrchu	7
5.1.2	Součinitel prostupu tepla	9
5.1.3	Průměrný součinitel prostupu tepla	10
5.1.4	Lineární činitel a bodový činitel prostupu tepla	11
5.1.5	Pokles dotykové teploty podlahy.....	12
5.1.6	Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce	14
5.1.7	Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce	14
5.1.8	Šíření vzduchu konstrukcí a budovou	15
5.1.9	Tepelná stabilita místností v letním období.....	16
5.1.10	Tepelná stabilita místností v zimním období.....	16
5.1.11	Požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie	17
5.2	Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla.....	18
5.2.1	Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky	18
5.2.2	Geometrické charakteristiky budovy.....	19
5.2.3	Charakteristika posuzovaných konstrukcí	19
5.2.4	Výpis posuzovaných konstrukcí.....	19
5.3	Údaje o splnění normativních požadavků.....	26

5.3.1	Šíření tepla konstrukcí a obálkou	26
5.3.1.1	Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor ...	26
5.3.1.2	Součinitel prostupu tepla U	27
5.3.1.3	Pokles dotykové teploty podlahy.....	29
5.3.2	Šíření vlhkosti konstrukcí.....	30
5.3.3	Tepelná stabilita místnosti	31
5.4	Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí	32
5.5	Výpočet potřeb energie v objektu	32
6	Posouzení z hlediska akustiky a vibrací	33
6.1	Normativní požadavky	33
6.1.1	Urbanistická akustika	33
6.1.1.1	Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb	33
6.1.1.2	Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru.....	34
6.1.2	Akustika stavebních konstrukcí.....	34
6.1.2.1	Požadavky na zvukoizolační vlastnosti mezi místnostmi.....	34
6.1.2.2	Požadavky na zvukoizolační vlastnosti obvodových plášťů a jejich částí	36
6.1.3	Prostorová akustika	36
6.2	Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací.....	37
6.2.1	Charakteristika posuzovaných konstrukcí	37
6.2.2	Zdroje hluku a vibrací v budově.....	37
6.3	Vyhodnocení jednotlivých oblastí	37
6.3.1	Urbanistická akustika	37
6.3.2	Akustika stavebních konstrukcí.....	38
6.3.3	Prostorová akustika	39

7	Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění	39
7.1	Normativní požadavky	39
7.1.1	Denní osvětlení budov	39
7.1.2	Proslunění a oslunění	41
7.2	Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění	41
7.3	Vyhodnocení jednotlivých oblastí	41
7.3.1	Vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakových činností	41
7.3.2	Vyhodnocení vlivu stínění navrhované budovy na okolí dle požadavků na denní osvětlení podle kategorie území	42
8	Identifikace zpracovatele	42
9	Přílohy	42
10	Seznam tabulek	42

1 Identifikační údaje budovy

Název stavby:	Sportovní centrum
Místo stavby:	ulice Za Mlýny, 796 01 Prostějov
Katastrální území:	Prostějov
Parcelní číslo pozemku:	6221/1
Stavebník:	Statutární město Prostějov
Projektant:	Petr Weinlich
Účel objektu:	Sport a rekreace

Jedná se o objekt novostavby Sportovního centra v Prostějově, který má dvě nadzemní podlaží a je částečně podsklepen. Poslední nadzemní podlaží je částečně ustoupeno, kde toto ustoupení tvoří provozní zelenou střechu. Stavba je řešena jako samostatně stojící objekt. Stavební pozemek je obklopen převážně nezastavěnými pozemky.

Základy objektu tvoří základové pasy z prostého betonu třídy pevnosti C16/20. Obvodové i nosné vnitřní zdivo ve všech podlažích, je tvořeno vápenopískovými tvárnicemi KM BETA tloušťky 240 mm. Vnitřní nenosné zdivo ve všech podlažích, je tvořeno vápenopískovými tvárnicemi KM BETA tloušťky 115 mm. Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovými předpjatými panely Spiroll, v tloušťce 250 mm. Střešní konstrukce je tvořena jednoplášťovou plochou střechou s extenzivní vegetací. Obvodový plášť objektu je tvořen vláknocementovými obkladovými deskami, o tloušťce 10 mm, zavěšenými na kovový rošt. Zateplení nad terénem bude provedeno pomocí nekontaktního zateplovacího systému (tepelná izolace + vzduchová mezera) s minerální izolací v tloušťce 280 mm, a pod terénem bude proveden kontaktní zateplovací systém s extrudovaným polystyrenem v tloušťce 200 mm. Obě schodiště v budově jsou železobetonové prefabrikované. Výplně otvorů tvoří hliníková okna a dveře. Objekt je vytápěn dvěma plynovými kotli o celkovém výkonu do 90 kW. Objekt je větrán kombinací přirozeného a nuceného větrání. O nucené větrání se stará VZT jednotka umístěná ve strojovně VZT.

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:

- zákony a vyhlášky
- projektová dokumentace a studie projektu včetně textových částí
- situace širších vztahů
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality
- okrajové podmínky vnitřní a vnější
- technické listy výrobců

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. 264/2020 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 0532:2020 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 EN 17 037:2019 -Denní osvětlení budov
- [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

Stanovuje je norma ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov -Část 2: Požadavky.

5.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor vnitřního povrchu

Nejnižší vnitřní povrchová teplota a teplotní faktor vnitřního povrchu se používají při hodnocení rizika kondenzace vodní páry a výskytu plísní na vnitřním povrchu stavební konstrukce. Nestačí určit jen v ploše, ale také v kritických detailech konstrukcí.

Nejnižší vnitřní povrchová teplota se hodnotí pomocí teplotního faktoru vnitřního povrchu. V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního

vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu dle vztahu:

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

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

f_{Rsi} teplotní faktor vnitřního povrchu [-], vyjadřuje vliv konstrukce a přestupů tepla v daném místě vnitřního povrchu na vnitřní povrchovou teplotu

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

$f_{Rsi,cr}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ je hodnota při které bude relativní vlhkost na vnitřním povrchu dosahovat předepsaného maxima.

$$f_{RsiN} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{ir}/\varphi_{si,cr})}$$

θ_{ai} návrhová teplota vnitřního vzduchu

θ_e návrhová venkovní teplota v zimním období

φ_{ir} relativní vlhkost vnitřního vzduchu

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost

Tab. 1: Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 50\%$ [9]

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai}	Návrhová teplota venkovního vzduchu θ_e [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Teplota, odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Výplň otvoru	20	8,35	8,03	7,72	7,36	7,05	6,70	6,35	6,00	5,65
	20,3	8,61	8,30	7,98	7,67	7,32	6,97	6,62	6,28	5,89
	20,6	8,91	8,59	8,25	7,94	7,59	7,24	6,90	6,55	6,16
	20,9	9,17	8,86	8,51	8,21	7,86	7,52	7,17	6,79	6,44
Stavební konstrukce	20	11,68	11,36	11,04	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02
	20,3	11,98	11,62	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30
	20,6	12,23	11,92	11,59	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58
	20,9	12,53	12,21	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96

5.1.2 Součinitel prostupu tepla

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

$$U \leq U_N$$

U_N požadovaná normová hodnota součinitele prostupu tepla ve $W/(m^2 \cdot K)$

U budov s převažující návrhovou vnitřní teplotou $20^\circ C$, jako budovy obytné, občanské nevýrobní a nebytové s převážně dlouhodobým pobytem lidí a jiné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí od $18^\circ C$ do $22^\circ C$ včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty stanovíme požadovanou normovou hodnotu součinitele prostupu tepla z následující tabulky.

Tab. 2: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující a návrhovou vnitřní teplotou $18^\circ C$ až $22^\circ C$ [9]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	$0,30^{1)}$	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	$0,30^{1)}$	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna částečně vytáp. prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,70	0,5

Tab. 3 pokračování Tab. 2: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající a návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C [9]

Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4
Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru	-	1,3	0,9 až 0,7
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,8	1,2

5.1.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , ve $W/(m^2 \cdot K)$, budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku:

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

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

Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanoví:

- a) pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20 \text{ °C}$ a pro všechny návrhové venkovní teploty podle tabulky. Za budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20 \text{ °C}$, pro které platí tabulka, se považují všechny budovy obytné,

občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí a jiné budovy, pokud vypočítaná převažující návrhová vnitřní teplota θ_{in} je v intervalu od 18 °C do 22 °C včetně.

b) pro ostatní budovy ze vztahu:

$$U_{\text{em},N} = U_{\text{em},N,20} \cdot e_1$$

$U_{N,20}$ průměrný součinitel prostupu tepla z tabulky ve W/(m²·K);

e_1 součinitel typu budovy

Průměrný součinitel obálky budovy U_{em} , ve W/(m²·K), se stanovuje ze vztahu

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

H_T měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789, ve W/K, stanovená ze součinitelů prostupu tepla U_j všech teplosměnných konstrukcí tvořících obálku budovy na její systémové hranici dané vnějšími rozměry, jejich ploch A_j určených z vnějších rozměrů, odpovídajících teplotních redukčních činitelů b_j , lineárních činitelů prostupu tepla Ψ_j včetně jejich délky a bodových činitelů prostupu tepla χ_j včetně jejich počtu

A teplosměnná plocha obálky budovy v m², stanovená součtem ploch A

Tab. 4: Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla [9]

	Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{\text{em},N,20}$ [W/(m ² ·K)]
Nové obytné budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše však 0,50
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše však hodnota: Pro objemový faktor tvaru: $A/V \leq 0,2$ $U_{\text{em},N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{\text{em},N,20} = 0,45$ Pro ostatní hodnoty A/V $U_{\text{em},N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$

5.1.4 Lineární činitel a bodový činitel prostupu tepla

Pro každou tepelnou vazbu mezi konstrukcemi musí být splněna podmínka lineárního činitele:

$$\Psi \leq \Psi_N$$

Ψ vypočtený lineární činitel prostupu tepla ve W/(m·K)

Ψ_N normou požadovaná hodnota lineární činitel prostupu tepla ve W/(m·K)

Pro každou tepelnou vazbu mezi konstrukcemi musí být splněna podmínka bodového činitele:

$$\chi \leq \chi_N$$

χ vypočtený bodového činitele prostupu tepla ve W/K

χ_N normou požadovaná hodnota bodového činitele prostupu tepla ve W/K

Tab. 5: Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi [9]

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla [W/(m·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	Ψ_{li}	Ψ_{rec}	Ψ_{pas}
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkon, markýzu či arkýř, vnitřní stěnu a strop (při vnitřní izolaci), aj.	0,20	0,10	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. na okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním ostění a v nadpraží	0,10	0,03	0,01
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,30	0,10	0,02
Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla [W/K]		
	χ_{li}	χ_{rec}	χ_{pas}
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02

5.1.5 Pokles dotykové teploty podlahy

Podlahy musí splňovat podmínku:

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

$\Delta\theta_{10}$ pokles dotykové teploty podlahy [°C]

$\Delta\theta_{10,N}$ požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy. Podle této hodnoty jsou definovány 4 kategorie podlah

Splnění této podmínky se neověřuje u podlah s trvalou nášlapnou vrstvou z textilní podlahoviny a u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než 26°C.

Tab. 6: Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [9]

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

Tab. 7: Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty [9]

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	dětský pokoj, ložnice	I.	
	obývací pokoj, pracovna, předsiň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	koupelna, WC	III.	II.
	předsiň před vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	učebna, kabinet	II.	
	tělocvična	II.	
	dětská místnost jesli a školky	I.	
	operační sál, předsiň, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost	II.	
	chodba a předsiň nemocnice	III.	II.
	pokoj dospělých nemocných	II.	I.
	pokoj nemocných dětí	I.	
	pokoj intenzivní péče	II.	I.
	kancelář	II.	
	hotelový pokoj	II.	
	pokoj v ubytovně	III.	II.
	sál kina, divadla	II.	
	místa pro hosty v restauraci	III.	II.
	prodejna potravin	III.	
	trvalé pracovní místo při sedavé práci	II.	
	trvalé pracovní místo bez podlahky nebo předepsané teplé obuvi	III.	II.
Výrobní budova	sklad se stálou obsluhou	IV.	III.

5.1.6 Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Stavební konstrukce musí být navržena tak, aby v ní nedocházelo ke kondenzaci vodní páry, pokud by zkondenzovaná vodní pára ohrozila její požadovanou funkci, tedy:

$$M_c = 0$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c v $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}]$ tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

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

Pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

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

5.1.7 Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce:

$$M_{c,a} < M_{ev,a}$$

$M_{c,a}$ roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$M_{ev,a}$ roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

U konstrukcí s větranou vzduchovou vrstvou se samostatně hodnotí souvrství od vnitřního povrchu k větrané vzduchové vrstvě a souvrství od větrané vzduchové vrstvy k venkovnímu vzduchu. Kromě požadavků, se u konstrukcí s větranou vzduchovou vrstvou požaduje ověřit průběh relativní vlhkosti vzduchu proudícího v této vrstvě φ_{cv} , která musí po celé délce této vrstvy splňovat podmínku:

$$\varphi_{cv} < 90 \%$$

5.1.8 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

Při posuzování šíření vzduchu uvnitř obvodového pláště budovy je pozornost zaměřena zejména na průvzdušnost. Průvzdušnost stanovujeme pro funkční spáry výplně otvorů a lehkých obvodových plášťů, pro spáry a netěsnosti ostatních konstrukcí obálky budovy a pro celou obálku budovy.

Součinitel spárové průvzdušnosti funkčních spár i_{LV} musí u výplní otvorů a lehkých plášťů splňovat podmínku :

$$i_{LV} \leq i_{LV,N}$$

$i_{LV,N}$ požadovaná hodnota součinitele spárové průvzdušnosti [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$]

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

$$n_{50} < n_{50,N}$$

$n_{50,N}$ doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h^{-1} , která se stanoví podle tabulky.

Tab. 8: Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [9]

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [h^{-1}]	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní budovy)	0,6	0,4

5.1.9 Tepelná stabilita místností v letním období

Kritická místnost (vnitřní prostor) musí vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období tak, aby byla splněna podmínka:

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

$\theta_{ai,max,N}$ požadovaná nejvyšší denní teplota vzduchu v letním období (°C)

Tab. 9: Požadované nejvyšší přípustné hodnoty pro hodnocení tepelné stability v letním období [9]

Druh budovy		Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [°C]
Nevýrobní ¹⁾		27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla	– do 25 W/m ³ včetně	29,5
	– nad 25 W/m ³	31,5
¹⁾ U obytných budov je možné připustit překročení požadované hodnoty nejvíce o 2 °C na souvislou dobu nejvíce 2 hodin během normového dne, pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.		

5.1.10 Tepelná stabilita místností v zimním období

Kritická místnost (vnitřní prostor) musí vykazovat na konci doby chladnutí t, pokles výsledné teploty podle vztahu:

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

$\Delta\theta_{v,N}(t)$ požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období, ve °C.

Tab. 10: Požadovaný maximální pokles výsledné teploty v místnosti na konci otopné přestávky [9]

Druh místnosti (prostoru)	Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N}(t)$ [°C]
S pobytem lidí po přerušení vytápění:	
– při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně;	3
– při vytápění kamny a podlahovým vytápění;	4
Bez pobytu lidí po přerušení vytápění:	
– při přerušení vytápění topnou přestávkou:	
– budova masivní;	6
– budova lehká;	8
– při předepsané nejnižší výsledné teplotě $\theta_{v,min}$;	$\theta_i - \theta_{v,min}$
– při skladování potravin;	$\theta_i - 8$
– při nebezpečí zamrznutí vody;	$\theta_i - 1$
Nádrže s vodou (teplota vody);	$\theta_i - 1$

5.1.11 Požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie

Objekt Sportovního centra musí dle zadání DP a dle směrnice Evropského parlamentu a rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov, splňovat požadavky na budovu s téměř nulovou spotřebou energie.

Požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie jsou splněny, pokud hodnoty ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy nejsou vyšší než referenční hodnoty ukazatelů energetické náročnosti referenční budovy:

- Primární energie za rok z neobnovitelných zdrojů energie vztažená na m² energeticky vztažné plochy
- Celková dodaná energie za rok vztažená na m² energeticky vztažné plochy
- Průměrný součinitel prostupu tepla

V rámci DP bude vyhodnocen jen požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla.

U budov s téměř nulovou spotřebou energie platí požadavek na velmi nízkou energetickou náročnost, která je definovaná redukčním činitelem požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla f_R .

Pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie je nutné splnit hodnotu $f_R = 0,7$. Hodnota f_R znamená násobek hodnoty $U_{em,N}$.

$$U_{em} \leq 0,70 \cdot U_{em,N}$$

U_{em} vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla budovy ve W/(m²·K)

$U_{em,N}$ požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla ve W/(m²·K)

Průměrný součinitel prostupu tepla je tedy hlavním předpokladem. Dalšími předpoklady pro splnění požadavku na budovu s téměř nulovou spotřebou energie, je správná koncepce vytápění, větrání a využití obnovitelných zdrojů energie.

Objekt je vytápěn systémem ústředního vytápění. O vytápění objektu se starají dva plynové kondenzační kotle typu C umístěné v technické místnosti, kde jsou napojeny na komínové těleso pro odvod spalin. Celkový výkon kotlů nepřekročí 90 kW. V technické místnosti jsou umístěné i dva zásobníkové ohřívače vody, s celkovým objemem 1 940 l. Vytápěné prostory budovy jsou opatřeny otopnými tělesy. Větrání budovy je zajištěno pomocí VZT systému, v některých místnostech v kombinaci s přirozeným větráním. VZT jednotka je vybavena systémem ZZT zpětné získávání tepla. Na hlavní střeše objektu případně počítáno s osazením řady

fotovoltaických panelů. Zde záleží na výsledku vyhodnocení průkazu energetické náročnosti budov, zda jsou panely nezbytné

5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.2.1 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky

Lokalita	Město Prostějov
Nadmořská výška	223 m. n. m.
Návrhová venkovní teplota v zimním období	$\theta_e = -15\text{ °C}$
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu	$\varphi_e = 84\text{ %}$
Návrhová vnitřní teplota v zimním období	$\theta_i = 20\text{ °C}$
Přirážka vyrovnávající teplotní rozdíl (vytápění radiátory ústředního topení) (nízkoenergetická budova)	$\Delta\theta_{ai} = 0\text{ °C}$
Návrhová teplota vnitřního vzduchu	
Šatny	$\theta_{ai} = 22\text{ °C } (\varphi_i = 50\text{ %})$
Umývárny (sprchy)	$\theta_{ai} = 24\text{ °C } (\varphi_i = 70\text{ %})$
Sklady a chodby v nadzemních podlažích	$\theta_{ai} = 15\text{ °C } (\varphi_i = 50\text{ %})$
Kancelář, bar, zasedací místnost	$\theta_{ai} = 20\text{ °C } (\varphi_i = 50\text{ %})$
Cvičební místnosti	$\theta_{ai} = 15\text{ °C } (\varphi_i = 70\text{ %})$
Temperované schodiště do suterénu	$\theta_{ai} = 10\text{ °C } (\varphi_i = 60\text{ %})$
Návrhová teplota přilehlé zeminy pod podlahou	$\theta_{gr} = 5\text{ °C } (\varphi_{gr} = 99\text{ %})$
Návrhová teplota nevytápěného suterénu	$\theta_{sklep} = 5\text{ °C } (\varphi_{sklep} = 80\text{ %})$

5.2.2 Geometrické charakteristiky budovy

Objekt sportovního centra byl navrhnut do tvaru uskákaného čtverce, na který navazuje přízemní obdélníková část. Provozní střecha umístěná ve 2 nadzemním podlaží je vytvořena předsazením přízemní části. Objekt je navržen částečně podsklepený, kde podsklepená je menší část budovy.

Vnější objem vytápěné zóny V	10 884,0 m ³
Plocha obálky budovy A	3938,0 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,36 m ² / m ³

5.2.3 Charakteristika posuzovaných konstrukcí

Obvodové nosné, i vnitřní nosné zdivo v nadzemních i podzemním podlaží tvoří vápenopískové zdivo KM BETA. Obvodová stěna je zateplena nekontaktním zateplovacím systémem s tloušťkou minerální tepelné izolace 280 mm. Minerální tepelná izolace je vkládána do ocelového nosného roštu provětrávané fasády. Nosný rošt je tvořen ocelovými kotvami Spidi. Vliv kotev na výsledný součinitel prostupu tepla je zahrnut ve výpočtu obvodové stěny. Zateplení pod terénem je řešeno z extrudovaného polystyrenu v tloušťce 200 mm. Stropní konstrukce je řešena z předpjatých železobetonových panelů Spiroll. Stropní konstrukce nad nevytápěným suterénem, je na straně suterénu zateplena minerální izolací v tloušťce 60 mm. Střešní konstrukci objektu nad 1.NP i 2.NP tvoří jednoplášťová plochá střecha s extenzivní vegetací, se spádem jednotlivých střešních rovin 3%. Střecha je zateplena expandovaným polystyrenem a její hydroizolační vrstvu tvoří souvrství z asfaltových pásů.

Dveře a okna jsou řešeny jako hliníkové s izolačním trojsklem.

5.2.4 Výpis posuzovaných konstrukcí

Skladba S1 : Obvodová suterénní stěna (temperované schodiště)

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[W.m^{-1}.K^{-1}]$
1	Interiérová barva	-	-
2	Penetrace	-	-
3	Štuková omítka	0,003	0,634
4	Jádrová omítka	0,012	0,552
5	Spojovací můstek	0,001	0,962
6	Vápenopískové zdivo	0,240	0,380

7	Penetrační emulze	-	-
8	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
9	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
10	Lepící hmota	0,010	0,600
11	Extrudovaný polystyren Styrodur	0,200	0,033
12	Nopová folie	-	-
13	Geotextilie	-	-

Skladba S3 : Vnitřní stěna mezi schodištěm (temperované) a chodbou (vytápěno)

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Interiérová barva	-	-
2	Penetrace	-	-
3	Štuková omítka	0,003	0,634
4	Jádrová omítka	0,012	0,552
5	Spojovací můstek	0,001	0,962
6	Vápenopískové zdivo	0,240	0,380
7	Spojovací můstek	0,001	0,962
8	Jádrová omítka	0,012	0,552
9	Štuková omítka	0,003	0,634
10	Penetrace	-	-
11	Interiérová barva	-	-

Skladba S5 : Obvodová stěna s provětrávanou fasádou

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Interiérová barva	-	-
2	Penetrace	-	-
3	Štuková omítka	0,003	0,634
4	Jádrová omítka	0,012	0,552
5	Spojovací můstek	0,001	0,962
6	Vápenopískové zdivo	0,240	0,380
7	Tepelná izolace Isover MULTIPLAT 35	0,280	0,047
8	Difuzně otevřená folie	-	-
9	Provětrávaná vzduchová mezera	0,050	-
10	Cementovláknité desky	0,010	-

Skladba S6 : Obvodová stěna u soklu

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Interiérová barva	-	-
2	Penetrace	-	-

3	Štuková omítka	0,003	0,634
4	Jádrová omítka	0,012	0,552
5	Spojovací můstek	0,001	0,962
6	Vápenopískové zdivo	0,240	0,380
7	Penetrační emulze	-	-
8	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
9	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
10	Lepicí hmota	0,010	0,600
11	Extrudovaný polystyren Styrodur	0,200	0,033
12	Lepicí hmota s perlínkou	0,005	0,600
13	Podkladní nátěr	-	-
14	Omítka marmolit	0,003	0,800

Skladba S16 : Podlaha na zemině v 1.S (temperované schodiště) – epox. stěrka

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Epoxidová stěrka	0,002	-
2	Penetrace	-	-
3	Samonivelační hmota	0,003	1,380
4	Penetrace	-	-
5	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,067	1,230
6	PE folie	-	-
7	Tepelná izolace EPS 150	0,060	0,035
8	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
9	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
10	Penetrační emulze	-	-
11	Podkladní beton (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,150	1,230
12	Původní zemina	-	-

Skladba S18 : Podlaha + strop v 1.NP nad suterénem - keramická dlažba

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Keramická dlažba	0,009	1,010
2	Lepidlo	0,006	0,800
3	Penetrace	-	-
4	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,065	1,230
5	PE folie	-	-
6	Tepelná izolace Isover EPS 150	0,140	0,035
7	Lehký beton Liapor	0,050	0,140
8	Předpjatý panel Spiroll	0,250	1,200
9	Lepicí hmota	0,010	0,600

10	Minerální izolace Isover NF 333	0,060	0,043
----	---------------------------------	-------	-------

Skladba S19 : Podlaha + strop v 1.NP nad suterénem – keramická dlažba

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Keramická dlažba	0,009	1,010
2	Lepidlo	0,006	0,800
3	Hydroizolační stěrka	0,002	0,200
4	Penetrace	-	-
5	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,063	1,230
6	PE folie	-	-
7	Tepelná izolace Isover EPS 150	0,140	0,035
8	Lehký beton Liapor	0,050	0,140
9	Předpjatý panel Spiroll	0,250	1,200
10	Lepicí hmota	0,010	0,600
11	Minerální izolace Isover NF 333	0,060	0,043

Skladba S21 : Podlaha na zemině v 1.NP – keramická dlažba

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Keramická dlažba	0,009	1,010
2	Lepidlo	0,006	0,800
3	Penetrace	-	-
4	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,067	1,230
5	PE folie	-	-
6	Tepelná izolace EPS 150	0,180	0,035
7	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
8	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
9	Penetrační emulze	-	-
10	Podkladní beton (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,150	1,230
11	Původní zemina	-	-

Skladba S22 : Podlaha na zemině v 1.NP – keramická dlažba

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Keramická dlažba	0,009	1,010
2	Lepidlo	0,006	0,800
3	Hydroizolační stěrka	0,002	0,200
4	Penetrace	-	-
5	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,067	1,230
6	PE folie	-	-

7	Tepelná izolace EPS 150	0,180	0,035
8	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
9	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
10	Penetrační emulze	-	-
11	Podkladní beton (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,150	1,230
12	Původní zemina	-	-

Skladba S23 : Podlaha na zemině v 1.NP – gumová podlaha

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Gumová podlaha	0,015	0,130
2	Samonivelační hmota	0,003	1,380
3	Penetrace	-	-
4	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,064	1,230
5	PE folie	-	-
6	Tepelná izolace EPS 150	0,180	0,035
7	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
8	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
9	Penetrační emulze	-	-
10	Podkladní beton (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,150	1,230
11	Původní zemina	-	-

Skladba S24 : Podlaha na zemině v 1.NP – vinylová pružná podlaha

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Vinyl	0,001	0,170
	PE pěna	0,005	0,041
2	Lepidlo	-	-
3	Samonivelační hmota	0,003	1,380
4	Penetrace	-	-
5	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,073	1,230
6	PE folie	-	-
7	Tepelná izolace EPS 150	0,180	0,035
8	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
9	Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,210
10	Penetrační emulze	-	-
11	Podkladní beton (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,150	1,230
12	Původní zemina	-	-

Skladba S27 : Podlaha + strop ve 2.NP – keramická dlažba

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Keramická dlažba	0,009	1,010
2	Lepidlo	0,006	0,800
3	Hydroizolační stěrka	0,002	0,200
4	Penetrace	-	-
5	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,053	1,230
6	PE folie	-	-
7	Kročejová izolace z minerální vlny	0,040	0,040
8	Lehký beton Liapor	0,070	0,140
9	Předpjatý panel Spiroll	0,250	1,200

Skladba S29 : Podlaha + strop ve 2.NP – PE pěna

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	PE pěna	0,009	0,041
2	Samonivelační hmota	0,003	1,380
3	Penetrace	-	-
4	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,058	1,230
5	PE folie	-	-
6	Kročejová izolace z minerální vlny	0,040	0,040
7	Lehký beton Liapor	0,070	0,140
8	Předpjatý panel Spiroll	0,250	1,200

Skladba S30 : Podlaha + strop ve 2.NP – gumová podlaha

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Gumová podlaha	0,012	0,130
2	Samonivelační hmota	0,003	1,380
3	Penetrace	-	-
4	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,055	1,230
5	PE folie	-	-
6	Kročejová izolace z minerální vlny	0,040	0,040
7	Lehký beton Liapor	0,070	0,140
8	Předpjatý panel Spiroll	0,250	1,200

Skladba S32 : Podlaha + strop ve 2.NP – tatami

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda_u[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Tatami	0,030	0,041
2	Samonivelační hmota	0,003	1,380
3	Penetrace	-	-
4	Betonová mazanina (beton C 20/25) + 1x kari síť	0,062	1,230
5	PE folie	-	-
6	Kročejová izolace z minerální vlny	0,040	0,040
7	Lehký beton Liapor	0,070	0,140
8	Předpjatý panel Spiroll	0,250	1,200

Skladba S38 : Vegetační plochá střecha hlavní

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Vegetační rohož	0,025	-
2	Substrát	0,080	-
3	Geotextilie	0,002	-
4	Nopová folie	0,020	-
5	Geotextilie	0,003	-
6	Asfaltový modifikovaný pás s PES vložkou	0,005	0,210
7	Asfaltový modifikovaný pás se skleněnou tkaninou	0,004	0,210
8	Asfaltový modifikovaný pás se skleněnou tkaninou	0,003	0,210
9	Tepelná izolace EPS 200 – lepeno	0,100	0,034
10	Tepelná izolace EPS 150 – lepeno	0,100	0,035
11	Spádové klíny EPS 150 – lepeno	0,153	0,035
12	Asfaltový modifikovaný pás AL folie + asf. emulze	0,004	0,210
13	Předpjatý panel Spiroll	0,250	1,200

Skladba S38 : Vegetační plochá střecha vedlejší

Č.V.	POPIS VRSTVY	d[m]	$\lambda[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
1	Vegetační rohož	0,025	-
2	Substrát	0,080	-
3	Geotextilie	0,002	-
4	Nopová folie	0,020	-
5	Geotextilie	0,003	-
6	Asfaltový modifikovaný pás s PES vložkou	0,005	0,210
7	Asfaltový modifikovaný pás se skleněnou tkaninou	0,004	0,210
8	Asfaltový modifikovaný pás se skleněnou tkaninou	0,003	0,210
9	Tepelná izolace EPS 200 – lepeno	0,100	0,034

10	Tepelná izolace EPS 150 – lepeno	0,100	0,035
11	Spádové klíny EPS 150 – lepeno	0,150	0,035
12	Asfaltový modifikovaný pás AL folie + asf. emulze	0,004	0,210
13	Předpjatý panel Spiroll	0,250	1,200

Výplně otvorů

Okna i dveře mají hliníkový rám s izolačním trojsklem.

Součinitel prostupu tepla rámem okna $U_f = 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Součinitel prostupu tepla rámem dveří $U_f = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Součinitel prostupu tepla zasklením $U_g = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Součinitel prostupu tepla plnou výplní vstupních dveří $U_p = 0,71 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Lineární činitel prostupu tepla $\psi_g = 0,031 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

5.3 Údaje o splnění normativních požadavků

5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou

5.3.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi} [-]$	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N} [-]$	Posouzení
S5 ($\theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 50 \text{ } \%$)	0,959	0,744	Vyhovuje
S5 ($\theta_{ai} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 70 \text{ } \%$)	0,959	0,894	Vyhovuje
S5 ($\theta_{ai} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 70 \text{ } \%$)	0,959	0,912	Vyhovuje
S6 ($\theta_{ai} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 70 \text{ } \%$)	0,960	0,912	Vyhovuje
S1 ($\theta_{ai} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 60 \text{ } \%$)	0,960	0,579	Vyhovuje
S3 ($\theta_{ai} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 60 \text{ } \%$)	0,762	-0,095	Vyhovuje
S3 ($\theta_{ai} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 50 \text{ } \%$)	0,762	-0,728	Vyhovuje
S16 ($\theta_{ai} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 60 \text{ } \%$)	0,881	-0,095	Vyhovuje
S18 ($\theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 50 \text{ } \%$)	0,956	0,402	Vyhovuje
S18 ($\theta_{ai} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 50 \text{ } \%$)	0,959	0,136	Vyhovuje
S19 ($\theta_{ai} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 70 \text{ } \%$)	0,959	0,820	Vyhovuje

S21 ($\theta_{ai} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 50\text{ }\%$)	0,951	0,402	Vyhovuje
S21 ($\theta_{ai} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 50\text{ }\%$)	0,951	0,136	Vyhovuje
S22 ($\theta_{ai} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 70\text{ }\%$)	0,951	0,820	Vyhovuje
S23 ($\theta_{ai} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 70\text{ }\%$)	0,951	0,681	Vyhovuje
S24 ($\theta_{ai} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 70\text{ }\%$)	0,952	0,681	Vyhovuje
S38 ($\theta_{ai} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 50\text{ }\%$)	0,972	0,744	Vyhovuje
S38 ($\theta_{ai} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 70\text{ }\%$)	0,972	0,894	Vyhovuje
S38 ($\theta_{ai} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 70\text{ }\%$)	0,972	0,912	Vyhovuje

Pozn.:

Výpočty provedeny v programu Teplo 2017 EDU.

Posouzení kritických detailů

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
Atika ploché střechy ($\theta_{ai} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 70\text{ }\%$)	0,911	0,894	Vyhovuje
Sokl obvodové stěny ($\theta_{ai} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 70\text{ }\%$)	0,906	0,894	Vyhovuje

Pozn.:

Výpočty provedeny v programu Area 2017 EDU.

5.3.1.2 Součinitel prostupu tepla U

Konstrukce

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [Wm ⁻² K ⁻¹]	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	Doporučená hodnota $U_{pas,20}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení $U_{rec,20}$	Posouzení $U_{pas,20}$
S5	0,17	0,25	0,18 – 0,12	Vyhovuje	Vyhovuje
S6	0,16	0,25	0,18 – 0,12	Vyhovuje	Vyhovuje
S1	0,17	0,60	0,45 – 0,30	Vyhovuje	Vyhovuje
S3	1,07	1,80	–	Vyhovuje	Vyhovuje

S16	0,53	0,60	0,45 – 0,30	Vyhovuje	Nevyhovuje
S18	0,18	0,40	0,30 – 0,20	Vyhovuje	Vyhovuje
S19	0,18	0,40	0,30 – 0,20	Vyhovuje	Vyhovuje
S21	0,21	0,30	0,22 – 0,15	Vyhovuje	Vyhovuje
S22	0,20	0,30	0,22 – 0,15	Vyhovuje	Vyhovuje
S23	0,20	0,30	0,22 – 0,15	Vyhovuje	Vyhovuje
S24	0,20	0,30	0,22 – 0,15	Vyhovuje	Vyhovuje
S38	0,12	0,16	0,15 – 0,10	Vyhovuje	Vyhovuje

Pozn.:

Výpočty provedeny v programu Teplo 2017 EDU.

Výplně otvorů

Posuzovaný otvor	Vypočtená hodnota U [Wm ⁻² K ⁻¹]	Doporučená hodnota U _{rec,20} [Wm ⁻² K ⁻¹]	Doporučená hodnota U _{pas,20} [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení U _{rec,20}	Posouzení U _{pas,20}
O1	0,76	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O2	0,71	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O3	0,79	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O4	0,77	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O5	0,60	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O6	0,68	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O7	0,67	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O8	0,74	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O9	0,71	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O10	0,76	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O11	0,74	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O12	0,70	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O13	0,72	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O14	0,71	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje

O15	0,68	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
O16	0,67	1,2	0,8 – 0,6	Vyhovuje	Vyhovuje
D1	0,88	1,2	0,9	Vyhovuje	Vyhovuje
D2	0,91	1,2	0,9	Vyhovuje	Nevyhovuje
D3	0,71	1,2	0,9	Vyhovuje	Vyhovuje
D4	0,89	1,2	0,9	Vyhovuje	Vyhovuje
D5	0,88	1,2	0,9	Vyhovuje	Vyhovuje
D6	0,86	1,2	0,9	Vyhovuje	Vyhovuje

5.3.1.3 Pokles dotykové teploty podlahy

Sprchy – kategorie podlahy – požadovaná III., doporučená II.

Konstrukce	Místnost	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_{10}$ [°C]	Normová hodnota $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]	Posouzení
S19	Sprchy 1.NP nad S	5,52	6,9	Vyhovuje
S22	Sprchy 1.NP	5,45	6,9	Vyhovuje
S27	Sprchy 2.NP	5,32	6,9	Vyhovuje

Tělocvična – kategorie podlahy – požadovaná II.

Konstrukce	Místnost	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_{10}$ [°C]	Normová hodnota $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]	Posouzení
S23	Cvičební místnosti	5,40	5,5	Vyhovuje
S24	147–Taneční sál	3,82	5,5	Vyhovuje
S29	247–Joga	2,54	5,5	Vyhovuje
S30	246–Kruh. trenink	5,49	5,5	Vyhovuje
S32	243–SBU	0,89	5,5	Vyhovuje

Pozn.:

V kanceláři a zasedací místnosti byla navržena jako nášlapná vrstva koberec.

Výpočty provedeny v programu Teplo 2017 EDU.

5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí

Kce.	Roční množství zkondenzované vodní páry		Roční množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$ [kg/(m ² ·a)]	Posouzení požadavků		
	Vypočtené $M_{c,a}$ [kg/(m ² ·a)]	Požadované $M_{c,N}$ [kg/(m ² ·a)]		1.	2.	3.
S5	-	-	-	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
S6	-	-	-	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
S1	-	-	-	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
S3	-	-	-	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
S18	-	-	-	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
S19	-	-	-	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
S38	0,0018	0,100	0,0041	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

Pozn.:

Požadavky:

1. zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce
2. roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry
3. posouzení, zda případná kondenzace ohrožuje funkci konstrukce

Výpočty provedeny v programu Teplo 2017 EDU.

5.3.3 Tepelná stabilita místnosti

a) Letní stabilita

Pro vyhodnocení letní stability byla vybrána kritická místnost 243 – Sál bojových umění. Tato místnost se nachází ve 2.NP Sportovního centra. Okenní výplň je orientována na jih. Obvodové konstrukce jsou orientované na jih a východ. Nad místností se nachází plochá vegetační střecha. Jako stínící prvek byly navrženy venkovní žaluzie tmavé barvy. Ve výpočtu se uvažují v poloze úplně zatažené.

Místnost	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_{ai,max}$ [°C]	Normová hodnota $\Delta\theta_{ai,max,N}$ [°C]	Posouzení
243–Sál boj. umění	26,81	27,00	Vyhovuje

Pozn.:

Výpočty provedeny v programu Simulace 2018.

V letním období bude místnost chlazena strojním chlazením pomocí systému VZT, kde je požadavek na maximální vnitřní teplotu 32 °C. Místnost je vyhovující i bez strojního chlazení.

b) Zimní stabilita

Pro vyhodnocení zimní stability byla vybrána kritická místnost 224 – Sál TRX. Tato místnost se nachází ve 2.NP Sportovního centra. Okenní výplně jsou orientovány na sever. Obvodová konstrukce je orientována také na sever. Nad místností se nachází plochá vegetační střecha.

Místnost	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_v(t)$ [°C]	Normová hodnota $\Delta\theta_{v,N}(t)$ [°C]	Posouzení
224–Sál TRX	2,9	3,0	Vyhovuje

Délka otopné přestávky je maximálně 9 hodin.

Pozn.:

Výpočty provedeny v programu Simulace 2018.

5.4 Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí

Na celé jižní straně, a částečně na západní straně objektu jsou navrženy venkovní stínící žaluzie, potřebné k udržení tepelné stability místností v letním období. Je nutné dodržet navržená systémová řešení obálky budovy, která jsou patrná z vypracovaných detailů, jako předsazená montáž oken, nebo nosný rošt větrané fasády.

5.5 Výpočet potřeb energie v objektu

a) Celková předběžná tepelná ztráta budovy

1. Celková měrná ztráta prostupem

$$H_T = 817,10 \text{ W/K}$$

2. Celková ztráta prostupem

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (t_{i,m} - t_e) = 817,10 \cdot (20 - (-15)) = 28\,599 \text{ W}$$

3. Ztráta větráním (přirozené)

Zjednodušený vzduchový objem budovy

$$V_a = 0,8 \cdot V_b = 0,8 \cdot 10\,884 = 8\,707,2 \text{ m}^3$$

Číslo výměny vzduchu

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

Objemový průtok větracího vzduchu vycházející z hygienických požadavků

$$V_{ih} = (n/3600) \cdot V_a = (0,5/3600) \cdot 8\,707,2 = 1,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Tepelná ztráta větráním

$$Q_{vi} = 1300 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,m} - t_e) = 1300 \cdot 1,21 \cdot (20 - (-15)) = 55\,055 \text{ W}$$

4. Celková předběžná tepelná ztráta budovy

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{vi} = 28\,599 + 55\,055 = 83\,654 \text{ kW}$$

Výpočet byl proveden obálkovou metodou.

b) Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Objekt byl zatříděn klasifikační třídou obálky budovy do třídy B – úsporná budova. Viz Příloha č. 4.

Posouzení požadavků na budovu s téměř nulovou spotřebou energie:

$$U_{em} \leq 0,70 \cdot U_{em,N}$$

$$0,21 \leq 0,70 \cdot 0,40 = 0,280 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad \text{Posuzovaná budova vyhovuje}$$

6 Posouzení z hlediska akustiky a vibrací

6.1 Normativní požadavky

6.1.1 Urbanistická akustika

Normativní požadavky z hlediska akustiky a vibrací podle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

6.1.1.1 Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb

Hodnoty hluku uvnitř staveb se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ a maximální hladinou akustického tlaku $A L_{Amax}$. případně odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech.

Ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$).

Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ uvnitř staveb se stanoví pro hluky pronikající zvenčí součtem základní ekvivalentní hladiny akustického tlaku $A L_{Aeq,T} = 40$ dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době. Jde-li o hluk s tónovými složkami nebo má-li výrazně informační charakter, přičte se další korekce -5 dB.

Nejvyšší přípustná maximální hladina akustického tlaku $A L_{Amax}$ uvnitř staveb se stanoví pro hluky šířící se ze zdrojů uvnitř budovy součtem základní maximální hladiny akustického tlaku $A L_{Amax} = 40$ dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době. Obsahuje-li hluk tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, přičte se další korekce -5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu se považuje i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podlahám.

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

Určujícím ukazatelem hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku, je ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ a odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$).

Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ ve venkovním prostoru se stanoví součtem základní ekvivalentní hladiny akustického tlaku $A L_{Aeq,T} = 50$ dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, drahách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB.

6.1.2 Akustika stavebních konstrukcí

Normativní požadavky na akustiku stavebních konstrukcí udává norma ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.

6.1.2.1 Požadavky na zvukoizolační vlastnosti mezi místnostmi

Ve stavební akustice posuzujeme 2 druhy neprůzvučnosti, vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost.

Vzduchová neprůzvučnost je neprůzvučnost stavební konstrukce proti zvukové vlně šířící se vzduchem. Mezi místnostmi v budovách musí vyhovovat minimálním požadovaným hodnotám, které jsou pro vnitřní stěny, příčky a stropy stanoveny pomocí jednočíselné veličiny – vážené stavební vzduchové neprůzvučnosti R'_w .

Mezi laboratorní a vzduchovou neprůzvučností je vztah:

$$R'_w = R_w - k_1$$

R_w laboratorní hodnota vzduchové neprůzvučnosti stavebních konstrukcí

k_1 korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku (1 – 15 dB)

$$R'_w \geq R'_{w,N}$$

R'_w vážená vzduchová neprůzvučnost [dB]

$R'_{w,N}$ požadovaná hodnota vážené vzduchové neprůzvučnosti [dB]

Kročejová neprůzvučnost je neprůzvučnost proti zvuku, vznikajícímu vybuzením samotné konstrukce.

Mezi laboratorní a kročejovou neprůzvučností je vztah:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2$$

$L_{n,w}$ laboratorní hodnota normované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku

k_2 korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku

$$L'_{n,w} \leq L'_{n,w,N}$$

$L'_{n,w}$ vážená stavební normovaná hladina akustického kročejového zvuku [dB]

$L'_{n,w,N}$ nejvyšší možná vážená stavební normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

Tab. 11: Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách [12]

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, D_{hT,w}}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{hT,w}$ dB	$R'_{w, D_{hT,w}}$ dB	R_w dB
Administrativní a víceúčelové budovy, úřady a firmy – kanceláře a pracovní, relaxační místnosti					
1	Kanceláře a pracovní s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné provozní prostory	≥ 52	≤ 58	≥ 37	$\geq 27^*$
2	Kanceláře a pracovní se zvýšenými nároky, pracovní vedoucích pracovníků ^a	≥ 52	≤ 58	≥ 42	$\geq 27^*$
3	Kanceláře a pracovní pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem ^a	≥ 52	≤ 58	≥ 50	$\geq 35^*$

^a Platí pro vstupní dveře do chráněného prostoru. Požadavek neplatí pro velkoprostorové kanceláře (open-office), kde je ochrana před hlukem řešena jiným způsobem.

^b Požadavky platí rovněž mezi pracovními a přilehlými chodbami nebo jinými provozními prostory.

6.1.2.2 Požadavky na zvukoizolační vlastnosti obvodových plášťů a jejich částí

Požadavky na zvukoizolační vlastnosti obvodových plášťů a jejich částí jsou stanoveny v tabulce 12 a 13.

Tab. 12: Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov [12]

Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{A,eq,2m}^b$, v dB						
	do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 70	od 71 do 75	od 76 do 80
Lékařské vyšetřovny, ordinace, operační sály	30	30	33	38	43	48	53 ^c
Přednáškové síně, učebny, pobytové místnosti škol, jeslí, MŠ	30	30	30	30	33	38	43 ^c
Společenské a jednací místnosti, kanceláře a pracovny	30	30	30	30	33	38	43 ^c

6.1.3 Prostorová akustika

Prostorová akustika hodnotí šíření zvuku v uzavřených prostorech. Sledování parametrů prostorové akustiky je důležité zejména v místnostech sloužících pro přednes mluveného slova a hudby, v místnostech sloužících pro záznam zvukového signálu a v dalších vybraných prostorech, kde je důležité zajištění dostatečné srozumitelnosti řeči.

Prostorová akustika se řeší v prostorech pro:

- kulturní účely (sály divadel, kin, koncertní haly apod.)
- záznam zvuku (nahrávací studia, rozhlasová a televizní studia)
- školní výchovu (školní učebny, posluchárny, denní místnosti jeslí a mateřských škol, tělocvičny apod.)
- veřejné účely (sportovní haly, plavecké haly, nádražní a letištní haly, dvorany veřejných budov apod.)

Vedle uvedených prostorů je vhodné řešit prostorovou akustiku také tam, kde dochází ke shromáždění většího počtu lidí (restaurace a jídelny, halové kanceláře) a také v některých průmyslových provozech, kde může správné řešení pohltivosti prostoru přispět ke snížení hluku v interiéru. Splnění požadavků se prokazuje měřením.

6.2 Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací

6.2.1 Charakteristika posuzovaných konstrukcí

- Obvodová nosná stěna KM BETA, tl. 240 mm, $R_w = 50$ dB, $k = 2$
- Vnitřní nenosná stěna KM BETA, tl. 115 mm, $R_w = 44$ dB, $k = 2$
- Stropní konstrukce z předpjatých železobetonových panelů, tloušťka 250 mm + kročejová izolace v podlaže ISOVER T-P, tloušťka 40 mm

6.2.2 Zdroje hluku a vibrací v budově

Zdrojem hluku v budově je strojovna VZT, včetně rozvodů VZT které jsou vedeny ve vertikální šachtě a pod stropem v podhledu. V blízkosti strojovny VZT se nenachází žádný akusticky chráněný prostor, přesto je pomocí akustické vápenopiskové nenosné stěny, spolu s technickou místností, akusticky oddělena od zbytku objektu. Dalším zdrojem hluku je výtahová šachta, kterou obepíná trojramenné schodiště. Šachta je akusticky oddílována od ostatních konstrukcí. Zdrojem hluku jsou i instalační šachty, ve kterých jsou vedeny svody dešťového potrubí a kanalizační svodné potrubí.

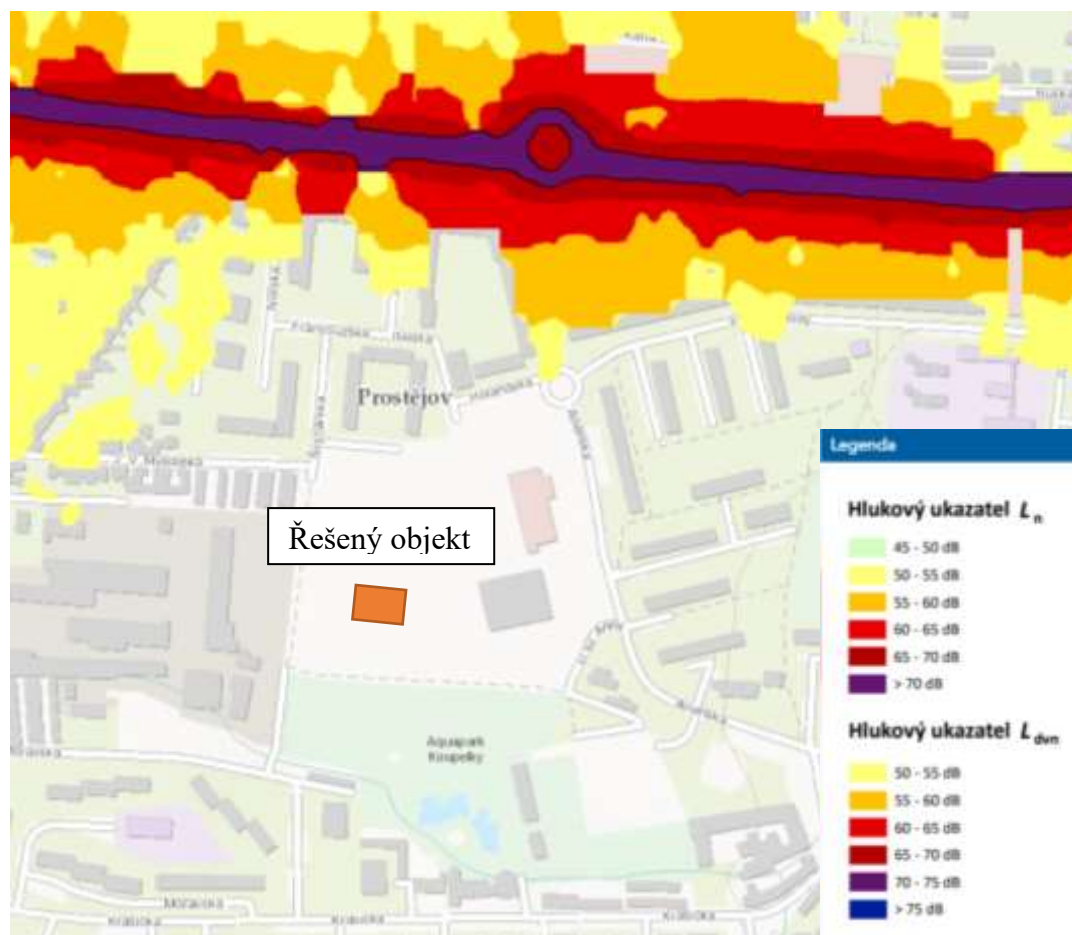
Vnější zdroj hluku budou přilehlé městské místní komunikace, které se nachází v dostatečné vzdálenosti od objektu. Také bude zdrojem hluku přilehlé, nově vybudované parkoviště.

6.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

6.3.1 Urbanistická akustika

Zdrojem hluku v okolí jsou přilehlé místní komunikace, které se ale nachází v dostatečné vzdálenosti od budovy. Dalším zdrojem hluku bude nově vybudované parkoviště pro osobní automobily. Předpokládá se splnění všech hlukových limitů kvůli charakteru komunikací a vzdálenosti objektu od nich. Největším zdrojem hluku v okolí je ulice Plumlovská. Mezi ní a řešeným objektem se nachází sídliště s bytovými domy. Viz níže přiložená hluková mapa.

Hluková mapa ulice Plumlovská ve městě Prostějov.



6.3.2 Akustika stavebních konstrukcí

Vzduchová neprůzvučnost

Konstrukce	Vypočtená hodnota [dB]	Požadovaná hodnota [dB]	Posouzení
Nenosná stěna KM BETA, tl. 115 mm, mezi denní a technickou místností	42	37	Vyhovuje
Nenosná stěna KM BETA, tl. 115 mm, mezi kanceláří a chodbou	42	42	Vyhovuje
Stropní konstrukce z předpjatých panelů Spiroll, tl. 250 mm + přídavné vrstvy podlahy, strop mezi denními místnostmi	60	52	Vyhovuje

Kročejová neprůzvučnost

Konstrukce	Vypočtená hodnota [dB]	Požadovaná hodnota [dB]	Posouzení
Stropní konstrukce z předpjatých panelů Spiroll, tl. 250 mm + kročejová izolace z čedičové vlny ISOVER T-N, strop mezi denními místnostmi	55	58	Vyhovuje

Neprůzvučnost obvodového pláště

Konstrukce	Vypočtená hodnota [dB]	Požadovaná hodnota [dB]	Posouzení
Nosná stěna KM BETA, tl. 240 mm, stěna mezi parkovištěm a kanceláří	39	32	Vyhovuje

6.3.3 Prostorová akustika

Posouzení doby dozvuku proběhlo u místnosti 243 – Sál bojových umění, kde bude osazen sádkartonový podhled (akustický rezonátor) od firmy Knauf. S tímto opatřením je místnost vyhovující. Předpokládá se, díky podobným parametrům ostatních cvičebních místností, že toto opatření bude i u ostatních místností dostačující. Viz příloha č. 7.

7 Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění

7.1 Normativní požadavky

Normativní požadavky z hlediska denního osvětlení, podle ČSN 73 05 80 – 1:2007 – Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky, ČSN EN 17 037:2019 -Denní osvětlení budov a Vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

7.1.1 Denní osvětlení budov

V budově se nachází jen prostory, které se na požadavek na denní osvětlení vyhodnocují takto. V řešené místnosti se určí sít' bodů. V 50 % bodů musí být požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti D_m alespoň 2 %, a v 95 % bodů musí být minimální hodnota činitele denní osvětlenosti D_{min} alespoň 0,7 %. Činitel denní

osvětlenosti lze vyhodnotit také jen pro funkčně vymezený prostor místnosti, pokud víme že zraková činnost bude probíhat jen v těchto prostorech.

Úroveň denního osvětlení v daném místě vnitřního prostoru, se zjišťuje a hodnotí za venkovní situace charakteristické pro zimní období s malým množstvím denního světla, za předpokladu tmavého terénu s činitelem odrazu světla v mezích 0,05 až 0,2 a rovnoměrně zatažené oblohy.

Jako kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu složí činitel denní osvětlenosti D_w roviny zasklení okna z vnější strany. Tímto kritériem se hodnotí míra zavinění případného nevyhovujícího stavu denního osvětlení venkovním stíněním. Kritérium se používá pro hodnocení stínění stávajících vnitřních prostorů novými stavbami, nebo jejich novými částmi.

Tab. 13: Třídění zrakových činností a činitele denní osvětlenosti [15]

třída zrakové činnosti	charakter zrakové činnosti	poměrná pozorovací vzdálenost	příklady zrakových činností	hodnota činitele denní osvětlenosti	
				D_{min}	D_p
I.	mimořádně přesná	3330 a větší	nejpřesnější zraková činnost s omezenou možností použití zvětšení, s požadavkem na vyloučení chyb v rozlišení, nejobtížnější kontrola	3,5	10
II.	velmi přesná	1670 až 3330	velmi přesné činnosti při výrobě a kontrolě, velmi přesné rýsování, ruční rytí s velmi malými detaily, velmi jemné umělecké práce	2,5	7
III.	přesná	1000 až 1670	přesná výroba a kontrola, rýsování, technické kreslení, obtížné laboratorní práce, náročné vyšetření, jemné šití, vyšívání	2	6
IV.	středně přesná	500 až 1000	středně přesná výroba a kontrola, čtení, psaní, běžné laboratorní práce, vyšetření, ošetření, obsluha strojů, hrubší šití, pletení, žehlení, příprava jídel	1,5	5
V.	hrubší	100 až 500	hrubší práce, manipulace s předměty a materiálem, konzumace jídla, oddechové činnosti, tělovýchova, čekání	1	3
VI.	velmi hrubá	menší než 100	udržování čistoty, sprchování a mytí, převlékání, chůze po komunikacích přístupných veřejnosti	0,5	2
VII.	celková orientace	–	chůze, doprava materiálu, skladování hrubého materiálu, celková dohled	0,25	1

7.1.2 Proslunění a oslunění

V budově se nenachází prostory s požadavky na proslunění a oslunění.

7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění

Posuzovaný objekt Sportovního centra se nachází v Prostějově, v ulici Za Mlýny. Stavební pozemek se nachází na parcele č. 6221/1. Terén na celém pozemku je takřka rovinný, lehce svažité. Kolem objektu se nachází převážně nezastavěné parcely. Na východní straně se nachází obchodní dům. Na západní straně je nejbližší stavba areál výroby Gala, kde stínění tímto objektem bylo bráno v potaz ve výpočtovém protokolu. Na jižní straně se nachází areál aquaparku Prostějov. Naše budova nijak nezastiňuje okolní zástavbu. Řešený objekt je stíněn budovami výroby Gala.

Okna našeho objektu jsou navržena z hliníkového rámu s přerušným tepelným mostem, a s čirým izolačním trojsklem. Vstupní dveře do objektu jsou také hliníková s čirým izolačním trojsklem.

7.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

7.3.1 Vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakových činností

Na denní osvětlení byly vyhodnoceny všechny místnosti s požadavkem. Vyhodnocení proběhlo v programu BuildingDesegn, viz příloha č. 8. Všechny místnosti vyhovují požadavkům na minimální i průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti.

Vstupní hodnoty

Použité činitele a koeficienty osvětlovacích otvorů:

Koeficient prostupu 1 skla	0,74
Koeficient konstrukce otvoru	0,65-0,78
Koeficient regulačních zařízení	1
Koeficient konstrukce budovy	1
Činitel znečištění	0,9

Činitele odrazu světla vnitřních povrchů místností:

Stěny	0,50 (0,70)
Stropy	0,70 (0,80)
Podlahy	0,30 (0,50)

Vyhodnocení činitele denní osvětlenosti

patro	místnost	minimální hodnota	požadovaná hodnota	vyhodnocení
1	107 – Bar	(0,7 %) 100 / 95 %	(2,0 %) 56 / 50 %	vyhovuje
2	202 – Zas. m.	(0,7 %) 100 / 95 %	(2,0 %) 53 / 50 %	vyhovuje
2	206 – Čekárna	(0,7 %) 100 / 95 %	(2,0 %) 53 / 50 %	vyhovuje
2	119 – Kancelář	(0,7 %) 100 / 95 %	(2,0 %) 69 / 50 %	vyhovuje

7.3.2 Vyhodnocení vlivu stínění navrhované budovy na okolí dle požadavků na denní osvětlení podle kategorie území

Navržená budova Sportovního centra nijak nezastiňuje okolní zástavbu. Nejbližší budovy, budova Galy na západ a budova obchodního domu, nemají ve směru k naší budově žádnou otvorovou výplň.

8 Identifikace zpracovatele

Datum : 01.01.2022

Jméno : Petr Weinlich

Podpis :

9 Přílohy

- Příloha č. 1 Jednosměrné šíření tepla
- Příloha č. 2 Výpočet součinitele prostupu tepla výplní otvorů
- Příloha č. 3 Dvojměrné teplotní pole
- Příloha č. 4 Energetický štítek obálky budovy
- Příloha č. 5 Vnitřní prostředí budovy
- Příloha č. 6 Stavební akustika
- Příloha č. 7 Prostorová akustika
- Příloha č. 8 Denní osvětlení budov

10 Seznam tabulek

Tab. 1: Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i \leq 50 \%$ [9] 8

Tab. 2: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující a návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C [9]..... 9

Tab. 3 pokračování Tab. 2: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující a návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C [9]	10
Tab. 4: Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla [9].....	11
Tab. 5: Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi [9]	12
Tab. 6: Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [9].....	13
Tab. 7: Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty [9]	13
Tab. 8: Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [9].....	15
Tab. 9: Požadované nejvyšší přípustné hodnoty pro hodnocení tepelné stability v letním období [9].....	16
Tab. 10: Požadovaný maximální pokles výsledné teploty v místnosti na konci otopné přestávky [9]	16
Tab. 11: Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách [12].....	35
Tab. 12: Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov [12].....	36
Tab. 13: Třídění zrakových činností a činitele denní osvětlenosti [15].....	40