

EUROPANEL

stavební systém
pro nízkoenergetické domy

Tepelně technické vlastnosti

listopad 2008

EUROPANEL

**s t a v e b n í s y s t é m
p r o n í z k o e n e r g e t i c k é d o m y**

Výrobce:

Europanel s.r.o.
U Kolory 302
Liberec 25 – Vesec
463 12

telefon: (+420) 482 725 107
fax: (+420) 482 725 144

mail: info@europanel.cz
web: www.europanel.cz

Použité podklady:

Zhodnocení tepelně technických výpočtů

Ing. Kateřina Volšíková, A.W.A.L. s.r.o. Praha, 2.7.2008

Protokolu o výpočtu č. PTT1141/08/01

Stanislav Müller, Dis., VVÚD Praha, 2.1.2008

Základní komplexní tepelně technické posouzení stavební konstrukce
(výpočet TEPLO 2005)

Stanislav Müller, Dis., VVÚD Praha, 2.1.2008

Odborné konzultace:

Roman Kubr

Vladimír Čásár

Zpracoval:

Libor Bubeníček

Ing. Luděk Liška

Aktuální verze tohoto dokumentu je k dispozici ke stažení na www.europanel.cz,
označení této verze dokumentu je EPT 001-4.1.2009.

Datum vydání: 4.1.2009

Obsah

Úvod.....	5
Tepelně technické vlastnosti systému EUROPANEL	6
Zhodnocení tepelně technických výpočtů (A.W.A.L.).....	7
1. Zadání.....	7
2. Seznam podkladů.....	7
2.1. Normy a předpisy.....	7
2.2. Odborná literatura a firemní podklady.....	7
3. Obecné podmínky výpočtů.....	7
4. Normové požadavky dle ČSN 73 0540.....	7
4.1. Požadavky na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540.....	8
4.1.1. Prostory s relativní vlhkostí do 60%.....	8
4.1.2. Prostory s relativní vlhkostí nad 60%.....	8
4.2. Požadavky na kondenzaci vodní páry v konstrukci.....	9
4.3. Požadavky na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce.....	9
4.3.1. Prostory s relativní vlhkostí do 60%.....	9
4.3.2. Prostory s relativní vlhkostí nad 60%.....	11
5. Posuzované skladby.....	11
5.1. Panely Europanel.....	11
5.1.1. HobbyDek EP 65.....	11
5.1.2. HobbyDek EP 85.....	11
5.1.3. ProfiDek EP 120.....	11
5.1.4. ProfiDek EP 170.....	11
5.1.5. ProfiDek EP 210.....	11
5.1.6. ProfiDek EP 270.....	11
5.2. Panely Europanel + kontaktní zateplovací systém.....	11
5.2.1. ProfiDek EP 120 + 30 EPS.....	11
5.2.2. ProfiDek EP 120 + 50 EPS.....	12
5.2.3. ProfiDek EP 120 + 80 EPS.....	12
5.2.4. ProfiDek EP 120 + 100 EPS.....	12
5.2.5. ProfiDek EP 170 + 30 EPS.....	12
5.2.6. ProfiDek EP 170 + 50 EPS.....	12
5.2.7. ProfiDek EP 170 + 80 EPS.....	12
5.2.8. ProfiDek EP 170 + 100 EPS.....	13
5.2.9. ProfiDek EP 210 + 30 EPS.....	13
5.2.10. ProfiDek EP 210 + 50 EPS.....	13
5.2.11. ProfiDek EP 210 + 80 EPS.....	13
5.2.12. ProfiDek EP 210 + 100 EPS.....	13
5.2.13. ProfiDek EP 270 + 30 EPS.....	13
5.2.14. ProfiDek EP 270 + 50 EPS.....	13
5.2.15. ProfiDek EP 270 + 80 EPS.....	14
5.2.16. ProfiDek EP 270 + 100 EPS.....	14
6. Posouzení konstrukcí.....	15
6.1. Panely Europanel	15
6.2. Panely Europanel + kontaktní zateplovací systém.....	16
7. Závěr.....	17
Přílohy.....	17

Úvod

Neustále stoupající ceny energií zvyšují požadavky na stavební systémy z hlediska jejich tepelně izolačních vlastností. Schopnost stavební konstrukce tepelně izolovat stavbu se stává jedním z klíčových požadavků při volbě vhodného stavebního systému pro realizování stavby.

Stavební systém Europanel je založen na moderní sendvičové konstrukci, u které je propojena nosná a izolační funkce konstrukce, což umožňuje spolu se specifickým způsobem spoje panelů zvýšit oproti klasickým konstrukcím dřevostaveb podíl izolačního materiálu v konstrukci a zlepšit tak tepelně-izolační vlastnosti celé stavby.

Spolu s tepelně izolačními vlastnostmi konstrukce jsou velmi důležité pro udržení komfortu užívání stavby a dlouhodobé udržení technických vlastností a životnosti konstrukce také její vlastnosti z hlediska difuze vodních par. Nevhodně navržená nebo nekvalitně provedená konstrukce stavby může být příčinou poškození stavby vlhkostí a bývá častým problémem, ohrožujícím v konečném důsledku možnost stavbu užívat.

Toto riziko je u průmyslově vyráběného panelu sníženo na minimum, neboť tepelně izolační vlastnosti panelu a faktor difuzního odporu jsou dány použitými certifikovanými materiály a výrobní proces je zajištěn v ustálených klimatických podmínkách. Tím jsou vlastnosti panelu pevně dané, takže při realizaci stavebních konstrukcí ze systému Europanel nemůže dojít vlivem nevhodně zvolených materiálů nebo jejich nevhodnou či nesprávnou aplikací na stavbě ke znehodnocení tepelně izolačních a difuzních vlastností konstrukce.

Tepelně technické vlastnosti systému EUROPANEL

Tepelně technické a energetické požadavky jsou vztaženy vždy ke konkrétní budově. Tyto vlastnosti budovy určuje projekt a závisí mimo jiné na jejím tvaru a účelu užívání, pro který je navržena, dále pak na jejím osazení do terénu, umístění a velikosti stavby, počtu a provedení oken a vchodových dveří, použitém stavebním systému, systému vytápění a větrání stavby, atd.

Projektant pro zajištění splnění těchto požadavků potřebuje při své práci znát tepelně technické vlastnosti stavebního systému, tedy především:

1. **Součinitel prostupu tepla**
2. **Požadavky na kondenzaci vodní páry v konstrukci**
3. **Požadavky na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce**

Všechny tyto vlastnosti stavebního systému EUROPANEL byly posouzeny ve VVÚD Praha jak pro vlastní panel, tak i pro nejčastěji používané skladby obvodových stěn, tvořených panely systému EUROPANEL a kontaktním zateplovacím systémem.

Výsledky hodnocení VVÚD byli následně posouzeny a zhodnoceny expertní projekční kanceláří v oblasti stavební izolace a stavební fyziky, firmou A.W.A.L.

S maximálním zjednodušením lze konstatovat, že tepelně technické požadavky kladené ČSN 73 0540-4 s přehledem splňují panely EP 170 (nejběžnější panel pro obvodové stěny), panely EP 210 a EP 270 je vysoce překračují (bez dodatečného zateplení). Dodatečné zateplení však uvedené vlastnosti dále výrazně zlepšuje.

Obvodová stěna tvořena panely EUROPANEL s kontaktním zateplovacím systémem z EPS má podle výsledků hodnocení parametry, předurčující stavební systém EUROPANEL k výstavbě energeticky úsporných a pasivních domů. Jenom pro připomenutí, nízkoenergetický dům má roční měrnou potřebu tepla na vytápění maximálně **50 kWh/m²** podlahové vytápěné plochy a pasivní dům maximálně **15 kWh/m²**.

Další vlastnosti systému EUROPANEL, důležité pro výstavbu pasivních a nízkoenergetických domů:

1. Princip a způsob spojování panelů systému EUROPANEL plní sám o sobě základní požadavek pro výstavbu pasivních domů - **vzduchotěsnost obvodového pláště** budovy.
2. Ve stavbě ze systému EUROPANEL lze efektivně eliminovat **lineární a bodové prostupy tepla**. Příkladem je opět spoj panelů, nebo konstrukce stropu:
 - Spojovací prvek panelů je sendvič složený z polystyrenového jádra a pláště z OSB stejné konstrukce jako základní panel, tedy nevytváří tepelný most
 - Stropní nosníky jsou zavěšeny na obvodových stěnách z interiéru ve třmenech, neprobíhají do fasády a opět nevytvářejí tepelný most
3. Použitím systému EUROPANEL odpadá riziko závad staveb (především kvalita provedení tepelných izolací, parotěsných zábran apod.) vzniklých technologickou nekázní při montáži, jak je to časté u staveništní montáže sloupkových konstrukcí.

Zhodnocení tepelně technických výpočtů (A.W.A.L.)

Stavební systém Europanel

Předmětem je zhodnocení tepelně technických výpočtů provedených VVÚD Praha v dubnu 2008. Tyto výpočty byly provedeny pro posouzení tepelně technických vlastností panelů stavebního systému pro nízkoenergetické domy Europanel.

1. Zadání

Zhodnocení tepelně technických výpočtů zpracovaných VVÚD Praha bylo provedeno na základě objednávky společnosti Europanel s.r.o., zastoupené panem Liborem Bubeníčkem, z června 2008.

Dokumentace byla vypracována firmou A.W.A.L. s.r.o., IČ: 64944603, DIČ: CZ64944603, Eliášova ul. č.p. 20, 160 00 Praha 6 – Dejvice, specializující se na fyzikální problematiku staveb, včetně jejich poruch.

2. Seznam podkladů

Bylo použito následujících podkladů:

- Tepelně technické vlastnosti (pracovní verze), duben 2008, VVÚD Praha
- Tepelně technické vlastnosti stavební konstrukce (pracovní verze), duben 2008, VVÚD Praha

2.1. Normy a předpisy

- ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

2.2. Odborná literatura a firemní podklady

- Vlastní posudky a projekty v oblasti stavební tepelné techniky z období 1991 – 2008.

3. Obecné podmínky výpočtů

Výpočty byly provedeny pro tyto parametry prostředí:

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| - návrhová teplota vnitřního vzduchu | $\Theta_{ai} = +21^{\circ}\text{C}$ | $\varphi_i = 50+5\%$ |
| - návrhová venkovní teplota | $\Theta_e = -18^{\circ}\text{C}$ | $\varphi_e = 84\%$ |

4. Normové požadavky dle ČSN 73 0540

Výpočty byly vyhodnoceny podle ČSN 73 0540 – 2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky z dubna 2007.

Tato norma stanovuje tepelně technické požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí při jejich užívání, které podle stavebního zákona zajišťují hospodárné splnění základního požadavku na úsporu energie a tepelnou ochranu. Platí pro nové budovy a pro stavební úpravy, udržovací práce, změny v užívání budov a jiné změny dokončených budov.

Norma platí i pro nevytápěné budovy nebo nevytápěné zóny budov, požaduje-li se v nich určitý stav vnitřního prostředí, např. pro skladování, provoz technického zařízení apod. Ustanovení normy se využijí přiměřeně možností tak, aby nedocházelo k poruchám a vadám při užívání těchto budov nebo zón budov.

4.1. Požadavky na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540

4.1.1. Prostory s relativní vlhkostí do 60%

Konstrukce vytápěných nebo klimatizovaných budov musí mít v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60 \%$ součinitel prostupu tepla U , ve $W/(m^2 \cdot K)$ takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla, ve $W/(m^2 \cdot K)$.

Hodnoty požadavků pro obvodové konstrukce viz tabulka 1:

Tabulka č. 1: Vybrané požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20^\circ C$

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [$W/(m^2 \cdot K)$]	
		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně Podlaha nad venkovním prostorem		0,24	0,16
Stěna vnější Střecha strmá se sklonem nad 45°	lehká	0,30	0,20
	těžká	0,38	0,25
Podlaha a stěna přilehlá k zemině		0,45	0,30
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,60	0,40
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru Strop a stěna vnější z částečně vytáp. prostoru k venkovnímu prostředí		0,75	0,50
Stěna mezi sousedními budovami Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C		1,05	0,70
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně		1,30	0,90

4.1.2. Prostory s relativní vlhkostí nad 60%

Pro konstrukce vytápěných nebo klimatizovaných budov s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i > 60 \%$ se požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla U_N stanoví jako nižší z hodnot jak podle 4.1.1., tak z podmínky pro zvýšenou vlhkost prostředí:

$$U_{\omega,N} = 0,6 \cdot (\theta_{ai} - \theta_{\omega}) / R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e)$$

kde θ_{ai} je návrhová teplota vnitřního vzduchu, ve °C

θ_{ω} teplota rosného bodu, ve °C

Nelze-li podmínku podle 4.1.2. splnit, pak se při dodržení požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N podle 4.1.1. zároveň požaduje zajištění bezchybné funkce konstrukce při povrchové kondenzaci a vyloučení nepříznivého působení kondenzátu na navazující konstrukce, popř. zajištění odvodu kondenzátu.

4.2. Požadavky na kondenzaci vodní páry v konstrukci

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 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ tak, aby splňovalo podmínku:

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

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

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \text{ nebo } 3\% \text{ plošné hmotnosti materiálu,}$$

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \text{ nebo } 5\% \text{ plošné hmotnosti materiálu.}$$

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 M_c , v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$.

4.3. Požadavky na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce

Vnitřní povrchovou teplotu θ_{si} je vhodné hodnotit v poměrném tvaru jako teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} , neboť f_{Rsi} je jednoznačnou vlastností konstrukce nebo styků konstrukcí ve sledovaném místě, která nezávisí na teplotách přilehlých prostředí. Pro θ_{si} a f_{Rsi} platí vztah:

$$f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e)$$

4.3.1. Prostory s relativní vlhkostí do 60%

V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} podle vztahu:

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

kde $f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, stanovená ze vztahu:

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta f_{Rsi}$$

kde $\theta_{si,cr}$ je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu
 $\Delta \theta_{si}$ bezpečnostní přírážka teplotního faktoru

Vnitřní povrchové teploty θ_{si} a jim odpovídající teplotní faktory vnitřního povrchu f_{Rsi} se obvykle stanoví řešením teplotního pole pro kritické detaily stavebních konstrukcí a výplní otvorů, kterými jsou například tepelné mosty v konstrukci a tepelné vazby mezi konstrukcemi, např. okenní ostění poblíž koutu, pod střechou apod. ověřuje se vždy nejnižší zjištěný teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi, min}$. V místě spojení více konstrukcí se uvažuje vyšší z hodnot $\Delta f_{Rsi,cr}$ a Δf_{Rsi} , stanovených pro jednotlivé konstrukce. Splnění požadavku je prevencí rizika povrchové kondenzace u výplní otvorů a růstu plísní u

ostatních konstrukcí.

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$, při kterém by vnitřní vzduch s návrhovou relativní vlhkostí φ_i a návrhovou teplotou vnitřního vzduchu θ_{ai} dosáhl u vnitřního povrchu kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\varphi_{si,cr}$, se stanoví ze vztahu:

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

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

θ_e návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období, ve °C, u konstrukcí přilehlých k jinému prostředí než venkovní vzduch se použije návrhová teplota přilehlého prostředí v zimním období, např. návrhová teplota zeminy θ_{gr} u konstrukcí přilehlých k terénu, teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} na odvrácené straně vnitřních konstrukcí

φ_i návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu, v %, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3 bez bezpečnostní vlhkostní přírážky. Kromě prostorů s vlhkými a mokřými provozy se uvažuje $\varphi_i=50\%$, vzduchotechnikou však může být trvale zajišťována i jiná vhodná hodnota φ_i

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro výplně otvorů podle bodu 4.6 normy ČSN 73 0540-2 je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}=100\%$ (riziko orosování), pro ostatní konstrukce je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}=80\%$ (riziko růstu plísní)

Požadované hodnoty kritického teplotního faktoru a bezpečnostních přírážek viz tab. č. 2 a 3:

Tabulka č. 2: Požadované hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová teplota venkovního vzduchu θ_e [°C]				
		-13	-15	-17	-19	-21
		Požadovaný kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$				
Výplň otvoru	20	0,675	0,693	0,710	0,725	0,738
	21	0,682	0,700	0,715	0,730	0,742
	22	0,689	0,705	0,721	0,734	0,747
Ostatní konstrukce	20	0,776	0,789	0,801	0,811	0,820
	21	0,781	0,793	0,804	0,814	0,823
	22	0,786	0,798	0,808	0,817	0,826

Tabulka č. 3: Požadované hodnoty bezpečnostní přírážky teplotního faktoru $\Delta f_{Rsi,cr}$

Konstrukce		Vytápění s poklesem výsledné teploty $\Delta\theta_v$ [°C]		
		$\Delta\theta_v < 2^\circ\text{C}$ (nepřerušované)	$2^\circ\text{C} \leq \Delta\theta_v \leq 5^\circ\text{C}$ (tlumené)	$\Delta\theta_v > 5^\circ\text{C}$ (přerušované)
		Bezpečnostní přírážka teplotního faktoru $\Delta f_{Rsi,cr}$		
Výplň otvoru topné těleso pod výplní otvoru	ano	-0,030	-0,015	0
	ne	0	0,015	0,030
Ostatní konstrukce	těžká	0	0,015	0,030
	lehká	0,015	0,030	0,045

4.3.2. Prostory s relativní vlhkostí nad 60%

Konstrukce, které v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\phi_i > 60 \%$ v zimním období nesplní požadavek podle 4.3.1., musí při splnění požadavku na součinitel prostupu tepla zajistit bezchybnou funkci konstrukce při povrchové kondenzaci a vyloučení nepříznivého působení kondenzátu na navazující konstrukce, popř. také zajistit odvod kondenzátu.

5. Posuzované skladby

5.1. Panely Europanel

5.1.1. HobbyDek EP 65

- OSB desky tl. 12 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 42 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 12 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)

5.1.2. HobbyDek EP 85

- OSB desky tl. 12 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 62 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 12 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)

5.1.3. ProfiDek EP 120

- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 92 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)

5.1.4. ProfiDek EP 170

- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 142 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)

5.1.5. ProfiDek EP 210

- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 182 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)

5.1.6. ProfiDek EP 270

- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 242 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)

5.2. Panely Europanel + kontaktní zateplovací systém

5.2.1. ProfiDek EP 120 + 30 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 92 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)

- EPS tl. 30 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.2. ProfiDek EP 120 + 50 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 92 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 50 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.3. ProfiDek EP 120 + 80 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 92 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 80 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.4. ProfiDek EP 120 + 100 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 92 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 100 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.5. ProfiDek EP 170 + 30 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 142 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 30 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.6. ProfiDek EP 170 + 50 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 142 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 50 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.7. ProfiDek EP 170 + 80 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 142 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 80 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.8. ProfiDek EP 170 + 100 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 142 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 100 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.9. ProfiDek EP 210 + 30 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 182 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 30 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.10. ProfiDek EP 210 + 50 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 182 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 50 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.11. ProfiDek EP 210 + 80 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 182 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 80 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.12. ProfiDek EP 210 + 100 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 182 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 100 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.13. ProfiDek EP 270 + 30 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 242 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 30 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.14. ProfiDek EP 270 + 50 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)

- EPS tl. 242 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 50 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.15. ProfiDek EP 270 + 80 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 242 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 80 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

5.2.16. ProfiDek EP 270 + 100 EPS

- SDK tl. 12,5 mm ($\lambda=0,22$ W/mK, $\mu=9$, $\rho=750$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 242 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- OSB desky tl. 15 mm ($\lambda=0,13$ W/mK, $\mu=50$, $\rho=650$ kg/m³)
- EPS tl. 100 mm ($\lambda=0,04$ W/mK, $\mu=40$, $\rho=15$ kg/m³)
- Omítka tl. 3 mm ($\lambda=0,70$ W/mK, $\mu=150$, $\rho=1750$ kg/m³)

6. Posouzení konstrukcí

Hodnoty vypočtené VVÚD Praha jsou shrnuty v níže uvedených tabulkách 4 a 5.

6.1. Panely Europanel

Tabulka č. 4: Součinitele prostupu tepla, bilance vlhkosti a nejnižší povrchové teploty panelů

Skladba	Hodnota U [W/(m ² ·K)]	Požadovaná hodnota U_n [W/(m ² ·K)]	dle ČSN 73 0540-4			dle ČSN EN ISO 13788			Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $\Theta_{s,ip}$ [°C]	Nejnižší vnitřní teplotní faktor f_{rsi} [-]	Požadovaný vnitřní teplotní faktor $f_{rsi/I}$ [-]	Celkové posouzení
			Množství zkondenzované vodní páry M_c [kg/(m ² ·a)]	Bilance vodních par	Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než	Množství zkondenzované vodní páry M_c [kg/(m ² ·a)]	Připustné množství zkondenzované vodní páry $M_{c,N}$ [kg/(m ² ·a)]	Bilance vodních par				
EP65	0,71	0,30	0,203	aktivní	0°C	0,0509	0,0189*	aktivní	14,60	0,836	0,824**	Nevyhovuje
EP85	0,53	0,30	0,132	aktivní	0°C	0,0071	0,0279*	aktivní	16,18	0,876	0,824*	Nevyhovuje
EP120	0,37	0,30	0,086	aktivní	0°C	0,0002	0,0414*	aktivní	17,54	0,911	0,824*	Nevyhovuje
EP170	0,25	0,30	0,037	aktivní	0°C	-	-	aktivní	18,60	0,938	0,824*	Vyhovuje ***
EP210	0,20	0,30	0,026	aktivní	-5°C	-	-	aktivní	19,08	0,951	0,824*	Vyhovuje ***
EP270	0,16	0,30	0,017	aktivní	-5°C	-	-	aktivní	19,52	0,962	0,824*	Vyhovuje ***

Pozn.:

* tento požadavek platí za předpokladu přípuštění kondenzace v konstrukci

** požadavek je stanoven pro lehkou konstrukci s nepřetržitým vytápěním

*** konstrukce vyhovuje za předpokladu přípuštění kondenzace v konstrukci

Jednoznačně nevyhovující parametry jsou označeny červeně.

Skladby EP65, EP85 a EP120 bez dodatečné tepelné izolace nevyhovují požadavku na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov.

Skladby EP170, EP210 a EP270 vyhovují požadavku na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Výpočet je proveden pro ideální konstrukci bez uvažování spojovacích prvků a vazeb. Reálné hodnoty budou vyšší, jejich hodnoty je potřeba získat výpočtem ve dvourozměrném či trojrozměrném teplotním poli.

Pozn.: Všechny konstrukce byly zadány jako obvodové stěny. Jako lehké stěny jsou proto také hodnoceny. V případě použití jako střešních panelů nebo jiných prvků se požadavek stanoví dle tab. 1.

Skladba EP65 nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov z hlediska bilance a množství vodních par.

Skladby EP85, EP120 až EP270 vyhovují požadavkům normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov z hlediska bilance a množství vodních par za předpokladu přípuštění kondenzace v konstrukci.

Kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce se připouští pokud neohrozí její požadovanou funkci. Ohrožením požadované funkce je obvykle podstatné zkrácení předpokládané životnosti konstrukce, snížení vnitřní povrchové teploty konstrukce vedoucí ke vzniku plísní, objemové změny a výrazné zvýšení hmotnosti konstrukce mimo rámec rezerv statického výpočtu, zvýšení hmotnostní vlhkosti materiálu na úroveň způsobující jeho degradaci.

Zejména musí být respektovány podmínky pro uplatnění dřeva a/nebo materiálů na bázi dřeva ve stavebních konstrukcích.

Z hlediska nejnižších povrchových teplot všechny skladby vyhovují. Jedná se však o orientační výpočet, nezohledňující vliv spojovacích prvků a jiných tepelných mostů a vazeb.

6.2. Panely Europanel + kontaktní zateplovací systém

Tabulka č. 5: Součinitele prostupu tepla, bilance vlhkosti a nejnižší povrchové teploty panelů s kontaktní tepelnou izolací

Skladba	Hodnota U [W/(m ² ·K)]	Požadovaná hodnota U_N [W/(m ² ·K)]	Množství zkondenzované vodní páry M_c [kg/(m ² ·a)]			Přípustné množství zkondenzované vodní páry $M_{c,N}$ [kg/(m ² ·a)]			Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $\Theta_{s,ip}$ [°C]	Nejnižší vnitřní teplotní faktor f_{rsi} [-]	Požadovaný vnitřní teplotní faktor $f_{rsi,N}$ [-]	Celkové posouzení
			Bilance vodních par	Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než	Množství zkondenzované vodní páry M_c [kg/(m ² ·a)]	Přípustné množství zkondenzované vodní páry $M_{c,N}$ [kg/(m ² ·a)]	Bilance vodních par	dle ČSN 73 0540-4				
EP120+30	0,28	0,30	0,04	aktivní	0°C	-	-	-	18,32	0,931	0,824*	Vyhovuje **
EP120+50	0,25	0,30	0,03	aktivní	-5°C	-	-	-	18,64	0,939	0,824*	Vyhovuje **
EP120+80	0,21	0,30	0,02	aktivní	-5°C	-	-	-	19,00	0,949	0,824*	Vyhovuje **
EP120+100	0,19	0,30	0,02	aktivní	-5°C	-	-	-	19,19	0,954	0,824*	Vyhovuje **
EP170+30	0,21	0,30	0,03	aktivní	0°C	-	-	-	19,00	0,949	0,824*	Vyhovuje **
EP170+50	0,19	0,30	0,02	aktivní	-5°C	-	-	-	19,19	0,954	0,824*	Vyhovuje **
EP170+80	0,17	0,30	0,01	aktivní	-5°C	-	-	-	19,41	0,959	0,824*	Vyhovuje **
EP170+100	0,15	0,30	0,01	aktivní	-5°C	-	-	-	19,53	0,962	0,824*	Vyhovuje **
EP210+30	0,17	0,30	0,02	aktivní	0°C	-	-	-	19,34	0,957	0,824*	Vyhovuje **
EP210+50	0,16	0,30	0,02	aktivní	-5°C	-	-	-	19,47	0,961	0,824*	Vyhovuje **
EP210+80	0,14	0,30	0,01	aktivní	-5°C	-	-	-	19,63	0,956	0,824*	Vyhovuje **
EP210+100	0,13	0,30	0,01	aktivní	-5°C	-	-	-	19,72	0,967	0,824*	Vyhovuje **
EP270+30	0,14	0,30	0,02	aktivní	-5°C	-	-	-	19,68	0,966	0,824*	Vyhovuje **
EP270+50	0,13	0,30	0,01	aktivní	-5°C	-	-	-	19,76	0,968	0,824*	Vyhovuje **
EP270+80	0,12	0,30	0,01	aktivní	-5°C	-	-	-	19,87	0,971	0,824*	Vyhovuje **
EP270+100	0,11	0,30	0,01	aktivní	-5°C	-	-	-	19,93	0,973	0,824*	Vyhovuje **

Pozn.:

* požadavek je stanoven pro lehkou konstrukci s nepřetržitým vytápěním

** konstrukce vyhovuje za předpokladu připuštění kondenzace v konstrukci

Skladby vyhovují požadavku na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Výpočet je proveden pro ideální konstrukci bez uvažování spojovacích prvků a vazeb. Reálné hodnoty budou vyšší, jejich hodnoty je potřeba získat výpočtem ve dvourozměrném či trojrozměrném teplotním poli.

Pozn.: Všechny konstrukce byly zadány jako obvodové stěny. Jako lehké stěny jsou proto také hodnoceny. V případě použití jako střešních panelů nebo jiných prvků se požadavek stanoví dle tab. 1.

Skladby vyhovují požadavkům normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov z hlediska bilance a množství vodních par za předpokladu připuštění kondenzace v konstrukci.

Z hlediska nejnižších povrchových teplot všechny skladby vyhovují. Jedná se však o orientační výpočet, nezohledňující vliv spojovacích prvků a jiných tepelných mostů a vazeb.

7. Závěr

Byly zhodnoceny tepelně technické výpočty panelů stavebního systému pro nízkoenergetické domy Europanel provedené VVÚD Praha v dubnu 2008. Konstrukce byly vyhodnoceny podle ČSN 73 0540 – 2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky z dubna 2007.

Konstrukce byly posuzovány pouze z pohledu stavební tepelné techniky.

Tento posudek vychází z podkladů a informací, které jsme měli při zpracování k dispozici. Zpracovatel si vyhrazuje právo na korekce závěrů pokud budou zjištěny další podstatné skutečnosti, které nebyly známy při zpracování tohoto posudku.

V Praze 2.7.2008,

Vypracovala:

Ing. Kateřina Volšíková
A.W.A.L. s.r.o. Praha

Přílohy

Příloha 1 - Tepelně technické vlastnosti panelů

V Příloze 1 jsou uvedeny výpočty tepelně technických vlastností jednotlivých typových řad systému Europanel, které byly posouzeny ve VVÚD Praha v dubnu 2008.

Příloha 2 - Tepelně technické vlastnosti stavební konstrukce

V Příloze 2 jsou uvedeny výpočty tepelně technických vlastností nejčastěji používaných skladeb stavební konstrukce, složené z panelů Europanel řady ProfiDek EP 120, EP 170, EP 210 a EP 270 a přidaných vrstev z interiéru (SDK) a exteriéru (kontaktní zateplovací systém s EPS), které byly posouzeny ve VVÚD Praha v dubnu 2008.

Přílohy 1 a 2 jsou k dispozici ke stažení na www.europanel.cz