DEFINOVÁNÍ PAROTĚSNÉ VRSTVY U PLOCHÝCH JEDNOPLÁŠŤOVÝCH STŘECH

Petr Slanina

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Definování parotěsné vrstvy u plochých jednoplášťových střech

Diplomová práce

Vypracoval: **Petr Slanina**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Šárka Šilarová CSc.**

Konzultant: **Prof. Ing. Jiří Hošek DrSc**.

Praha 2003

Poděkování

Děkuji svým rodičům za podporu po celou dobu studií, za vytvoření ideálních studijních podmínek a za dodání potřebné víry ve mě samého.

Děkuji Doc. Ing. Šárce Šilarové, CSc. za snahu usměrňovat mé myšlenky tím správným směrem a za to, že byla pro mne tou hybnou silou, která mě dotlačila až k dokončení této práce.

Děkuji Prof. Ing. Jiřímu Hoškovi, DrSc. za poskytnutí mnoha cenných rad a za pomoc po celou dobu experimentálního měření.

Děkuji Ing. Jaroslavu Brychtovi, CSc. z firmy Icopal za praktické a odborné rady, za poskytnutí firemních vzorků k experimentálnímu měření a za pomoc s jejich přípravou.

Děkuji Ing. Eduardu Schilhartovi, CSc. a Ing. Jiřímu Bujákovi z firmy Sarnafil za odborné rady a za poskytnutí firemních vzorků k experimentálnímu měření.

Děkuji Ing. Jiřímu Litošov, za pomoc s experimentálním měřením a za zapůjčení výpočetní techniky.

Děkuji Doc. Ing. Richardu Wasserbauerovi, DrSc. za zapůjčení laboratorních pomůcek využitých k experimentálnímu měření.

Děkuji Prof. Dr. Ing. Werneru Lorenzovi a Dipl. Ing. Normenu Langnerovi z Brandenburské Technické University za odborné zodpovězení několika otázek.

Děkuji Mgr. Kamile Brabcové za jazykovou korekturu tohoto textu.

Obsah

Obsah **1**
1. Úvod **3**
2. Základní pojmy střešních konstrukcí **4**
2.1. Střešní konstrukce 4
2.2. Střešní plášť 4
2.3. Hlavní vrstvy střešní konstrukce 4
3. Rozdělení střešních konstrukcí **4**
3.1. Podle sklonu střešního pláště 4
3.2. Podle konstrukčního řešení střešního pláště 4
3.3. Podle využití střešní plochy 5
3.4. Podle plošné hmotnosti střešní konstrukce 5
3.5. Podle umístění hydroizolační vrstvy 5
4. Rozdělení střešních vrstev podle materiálů a způsobu provádění **5**
4.1. Hydroizolační vrstva 5
4.1.1. Asfaltové pásy 5
4.1.2. Hydroizolační fólie 7
4.2. Tepelně izolační vrstva 8
4.2.1. Materiály na bázi pěnových plastů 8
4.2.2. Materiály na bázi anorganických vláken 9
4.2.3. Pěnové sklo 9
4.2.4. Ostatní materiály 9
4.3. Spádová vrstva 9
4.3.1. Sypané materiály 9
4.3.2. Monolitické betony 10
4.3.3. Tepelně izolační dílce 10
4.4. Parotěsná vrstva 10
4.4.1. Rozdělení podle ekvivalentní difúzní tloušťky 10
4.4.2. Rozdělení podle materiálu 11
5. Způsoby stabilizace střešního pláště **11**
5.1. Mechanické kotvení 11
5.2. Lepením 12
5.3. Stabilizační vrstvou 12
6. Typy konstrukcí jednoplášťových plochých střech **12**
7. Difúze vodních par **14**
7.1. Základní veličiny a jednotky 14
7.2. Teorie přenosu vlhkosti 15
7.3. Odvození základních veličin 16
7.4. Vztahy pro vlhký vzduch 18
8. Požadavky na střešní konstrukce **19**
8.1. Součinitel prostupu tepla 19
8.2. Nejnižší povrchová teplota 19
8.3. Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce 20
8.4. Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce 20
8.5. Celková průvzdušnost obvodového pláště budovy 21
9. Tepelně technické výpočty **21**
9.1. Výpočet součinitele prostupu tepla 21
9.2. Výpočet kondenzace uvnitř konstrukce 22
9.2.1. Princip metody 22

9.2.2. Okrajové podmínky ... 23
9.2.3. Odpory při přestupu tepla ... 24
9.2.4. Výpočet ... 24
9.2.5. Zdroje možných chyb výpočtu ... 27
9.3. Výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné zábrany ... 27
9.3.1. Aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci ... 27
9.3.2. Aby v konstrukci docházelo k minimální kondenzaci. ... 29
9.3.3. Aby v konstrukci docházelo k omezené kondenzaci. ... 29
10. Posouzení vybraných střešních konstrukcí ... 31
10.1. Výběr skladeb střešních konstrukcí ... 31
10.1.1. Materiály pro jednotlivé vrstvy ... 31
10.1.2. Stabilizace střešní konstrukce ... 32
10.1.3. Posuzované skladby ... 32
10.2. Výpočet a posouzení skladeb střešních konstrukcí ... 33
10.2.1. Vlastnosti materiálů ... 33
10.2.2. Okrajové podmínky ... 33
10.2.3. Výpočet ... 33
10.2.4. Vyhodnocení výpočtu ... 35
10.3. Vlivy působící na výpočet ... 35
10.3.1. Vliv okrajových podmínek ... 36
10.3.2. Vliv výpočetního programu ... 37
10.3.3. Vliv nehomogenních materiálových vlastností – vliv kotvení ... 38
10.3.4. Vliv jednorozměrného šíření vlhkosti. ... 43
11. Laboratorní měření ... 45
11.1. Metody měření součinitele difúzní vodivosti materiálů ... 45
11.1.1. Metoda Wet-Cup ... 45
11.1.2. Metoda Dry-Cup ... 47
11.1.3. Nestacionární metoda ... 48
11.1.4. Metoda VÚ Zlín ... 48
11.2. Experimentální část ... 49
11.2.1. Časový harmonogram laboratorního měření ... 50
11.2.2. Postup jednotlivých měření ... 50
11.2.3. Výsledky měření ... 52
11.2.4. Zdroje možných chyb měření. ... 55
12. Definování a rozdělení parotěsné vrstvy ... 55
12.1. Definováni parotěsné vrstvy ... 55
12.2. Rozdělení parotěsných zábran. ... 55
13. Závěr ... 58
Literatura ... 59
Příloha – A ... 61
Příloha – B ... 62
Příloha – C ... 65
Příloha – D ... 66
Příloha – E ... 159
Příloha – F ... 163

1. Úvod

Člověk se již od pradávna snaží skrýt před nepříznivými vlivy počasí. Nejdříve pro svůj úkryt využíval přírodních skrýší, poté si začal stavět provizorní a jednoduché přístřešky. Postupem času se zdokonaloval ve využívání a opracovávání nových materiálů a předmětů. Začal si stavět dokonalejší obydlí, společenské, sportovní, správní a další objekty a v tomto svém zdokonalování pokračuje dodnes.

V současné době dosáhnul člověk již takového vědění a takové pokročilosti ve využití nejrůznějších materiálů, že dokáže postavit objekt, který by tu přetrval stovky a možná i tisíce let. Člověk již není tak omezován materiály nebo výrobními postupy, spíše je pod ekonomickým tlakem, který ho vede k zefektivnění své činnosti a k šetrnému využívání omezených zdrojů.

Jednou z efektivních konstrukcí je právě plochá střecha, při jejímž návrhu je lépe využit vnitřní prostor objektu, ale hlavně střešní rovina vytváří plochu, která se může dále využít např. k parkování aut, pro relaxaci nebo pro vysetí okrasné zeleně. Ploché střechy obzvláště v našich klimatických podmínkách vyžadují zvýšenou pozornost při jejich projektování i provádění a jakékoliv pochybení může mít za následek snížení životnosti střešní konstrukce a její následnou drahou rekonstrukci.

Plochá střecha, aby plnila svoji požadovanou funkci v průběhu celé své životnosti, je složena z několika dílčích střešních vrstev. Každá z vrstev plní svoji přesně vymezenou funkci a opomenutí nebo nesprávné materiálové řešení jedné z vrstev vede k možnému zkrácení životnosti a ztrátě funkčnosti celé střešní konstrukce.

Jednou z těchto vrstev je i vrstva parotěsná, která snižuje či zabraňuje šíření vlhkosti z interiéru do dalších vrstev střešního pláště, kde by v důsledku poklesu teploty došlo ke kondenzaci vodní páry. Toto zkondenzované množství vodní páry může způsobit degradaci zabudovaných materiálů, vznik plísní, a tím i snížení životnosti celé střešní konstrukce.

V poslední době se objevilo mnoho různých termínů (parobrzda, parozábrana apod.), které se snaží popsat materiály využívané se právě pro vytvoření parotěsné vrstvy. Bohužel v praxi se stává, že dochází k záměně pojmů a tudíž i k nesprávnému použití materiálů, což může vést až k poškození celé střešní konstrukce. Navíc v české odborné literatuře nejsou definovány vlastnosti parotěsné vrstvy, které by usnadňovaly výběr materiálů a zaručovaly požadovanou kvalitu výrobků používaných pro parotěsnou vrstvu.

Ve své práci se proto zaměřím právě na parotěsnou vrstvu. Pokusím se definovat a rozdělit parotěsné zábrany do několika logických kategorií tak, aby byla zaručena správná funkčnost střešní konstrukce a aby byla zaručena kvalita jednotlivých výrobků. Zaměřím se i na vlivy, které se neprojeví v tepelně technických výpočtech, ale pro správnou funkci parotěsné vrstvy jsou rozhodující, např. proděravění parotěsné vrstvy kotvícími prvky nebo vliv vícerozměrného šíření vlhkosti.

Pro jednoznačnou analýzu se zaměřím na jeden typ těžké střešní konstrukce na plochou jednoplášťovou střechu s klasickým pořadím vrstev, neboť právě v tomto typu střešní konstrukce plní parotěsná vrstva důležitou funkci. Pro zjištění vlivu proděravění parotěsné vrstvy kotevními prvky využiji experimentálního měření, kterým se pokusím zjistit vlastnosti takto poškozených materiálů.

2. Základní pojmy střešních konstrukcí

2.1. Střešní konstrukce

Střecha; střešní konstrukce je definována podle ČSN 73019 jako: „stavební konstrukce nad chráněným (vnitřním) prostředím, vystavená přímému působení atmosférických vlivů, podílející se na zabezpečení požadovaného stavu prostředí v objektu; sestává se z nosné střešní konstrukce, jednoho či několika střešních plášťů oddělených vzduchovými vrstvami a doplňkových konstrukcí a prvků.“

2.2. Střešní plášť

Za střešní plášť se považuje část střechy tvořená nosnou vrstvou střešního pláště, k níž jsou zpravidla přiřazeny některé další vrstvy v závislosti na funkci střešního pláště (např. vrstva hydroizolační, tepelně izolační, spádová apod.).

2.3. Hlavní vrstvy střešní konstrukce

Následuje vyjmenování hlavních vrstev jednoplášťové střešní konstrukce, které mají zásadní vliv na tepelně-vlhkostní chování střešního pláště.

Nosná vrstva střešního pláště – část střešního pláště přenášející zatížení od vlastní hmotnosti i hmotnosti případných dalších vrstev střešního pláště, popř. i klimatických vlivů a provozních zatížení, do nosné střešní konstrukce.

Tepelně izolační vrstva – vrstva zajišťující požadovaný teplotní stav vnitřního prostředí, bránící zejména nežádoucímu úniku tepla z objektů, popřípadě chránicí stavební konstrukce před nepříznivým působením teploty.

Spádová vrstva – vrstva vytvářející potřebný sklon následujících vrstev střešního pláště.

Hydroizolační vrstva – vodotěsná vrstva chránící podstřešní prostory a dále ty vrstvy střešního pláště, které jsou pod ní umístěné, před atmosférickou, případně provozní, či technologickou vodou definitivně po celou dobu existence stavebního díla.

Parotěsná vrstva – vrstva omezující či zamezující pronikání vodní páry z vnitřního prostředí do střešního pláště.

3. Rozdělení střešních konstrukcí

Střešní konstrukce se dají dělit podle mnoha kritérií. Následuje několik možností dělení střešních konstrukcí.

3.1. Podle sklonu střešního pláště

Plochá střecha - střecha se sklonem vnějšího povrchu pláště k vodorovné rovině $\alpha \leq 5°$
Šikmá střecha - střecha se sklonem vnějšího povrchu pláště k vodorovné rovině $5° < \alpha \leq 45°$
Strmá střecha - střecha se sklonem vnějšího povrchu pláště k vodorovné rovině $45° < \alpha < 45°$

3.2. Podle konstrukčního řešení střešního pláště

Jednoplášťová střecha – střecha chránící vnitřní prostředí pomocí jednoho střešního pláště.

Dvouplášťová střecha – střecha chránící vnitřní prostředí pomocí dvou střešních plášťů, mezi nimiž je vzduchová mezera.
Několikaplášťová střecha – Střecha složená z několika střešních plášťů, které jsou od sebe odděleny vzduchovými vrstvami.

3.3. Podle využití střešní plochy

Střechy nepochůzné – střecha, která umožňuje přístup pouze pro kontrolu stavu konstrukce a pro nezbytnou údržbu zařízení na střeše.
Střechy provozní – střecha sloužící k dalšímu účelu (např. terasy, parkoviště, sportovní hřiště, přistávací plošiny ale i zahrady atd)

3.4. Podle plošné hmotnosti střešní konstrukce

Střecha těžká – s plošnou hmotností ≥ 100 kg.m-2
Střecha lehká – s plošnou hmotnosti < 100 kg.m-2 (nejčastěji střecha na dřevěném bednění nebo na trapézovém plechu)

3.5. Podle umístění hydroizolační vrstvy

Střecha s klasickým pořadím vrstev – střecha, jejíž hydroizolační vrstva je na vrchním líci střešního pláště
Střecha s obráceným pořadím vrstev, též střecha obrácená či inverzní – střecha s hydroizolační vrstvou umístěnou pod vrstvou tepelně izolační

4. Rozdělení střešních vrstev podle materiálů a způsobu provádění

Ve své práci se zaměřuji na střechy ploché jednoplášťové s klasickým pořadím vrstev a nevětrané, proto v následující kapitole popíšu a rozdělím vrstvy vyskytující se v tomto typu střešní konstrukce. Budu klást důraz na vlastnosti vrstev, které hlavně ovlivňující teplotně-vlhkostní chování střešní konstrukce.

4.1. Hydroizolační vrstva

U plochých střech hydroizolační vrstvu zpravidla tvoří povlaková hydroizolace, která vytváří souvislý a dokonale vodotěsný povlak i v místech napojení na prostupující konstrukce.V České republice se nejčastěji používají pro hydroizolační vrstvu asfaltové pásy nebo hydroizolační fólie.

4.1.1. Asfaltové pásy

Asfaltových pásů existuje velké množství a odlišují se tloušťkou, druhem použitého asfaltu, typem nosné vložky a povrchovou úpravou.

Základní skladba asfaltového pásu je:

- eventuální povrchová úprava horního povrchu
- horní krycí asfaltová vrstva
- nosná vložka
- spodní krycí asfaltová vložka
- eventuální povrchová úprava spodního povrchu

Rozdělení asfaltových pásů podle tloušťky a provedení

- **Pás typu A** – Pásy tohoto typu jsou speciální papírové nebo hadrové lepenky impregnované primárním asfaltem, které nemají žádnou krycí asfaltovou hmotu a jejichž tloušťka se pohybuje kolem 1 mm.
- **Pás typu R** – Pásy tohoto typu mají nosnou vložku oboustranně opatřenou asfaltovou krycí hmotu o tloušťce 1 mm. Celková tloušťka pásu je obvykle do 3 mm.
- **Pás typu S** – Pásy typu S mají nosnou vložku opatřenu z každé strany asfaltovou krycí hmotou tloušťky minimálně 1 mm a celková tloušťka pásu je minimálně 3 mm.

Pásy typu A a R nelze použít jako hlavní ani jako pojistnou hydroizolační vrstvu. Lze je použít pouze pro vytvoření podkladní, vyrovnávací, separační nebo ochranné vrstvy. Pás typu R lze případně použít jako expanzní vrstvu.

Pás typu S se využívají především jako hlavní hydroizolační vrstva. V závislosti na tloušťce krycí asfaltové vrstvy, na druhu asfaltu a na sklonu střechy se pokládají pásy v jedné nebo více vrstvách.

Rozdělení asfaltových pásů podle krycí asfaltové hmoty

Asfalt je základní hmotou pro výrobu asfaltových pásů. Vzniká rafinací ropy. Podle způsobu zpracování asfaltu a přidáním různých příměsí rozlišujeme:

Oxidované asfalty
Oxidované asfalty vznikají oxidací primárního asfaltu. Tepelná stálost oxidovaných asfaltů je od 0°C až do 80°C. Tyto asfalty nejsou odolné vůči UV záření, proto vyžadují povrchovou úpravu.

Modifikované asfalty – vznikají přidáním různých příměsí, mají lepší fyzikální vlastnosti než oxidované asfalty, ale jejich výroba je náročnější. Modifikované asfalty se dále dělí podle způsobu modifikace na:

- **Modifikace APP** (ataktický nebo amorfní polypropylen)

Výrobky z asfaltu modifikovaného APP mají velkou odolnost proti UV záření, jejich tepelná stálost je v rozmezí teplot -15°C až 150°C a jejich deformace je plastická.

- **Modifikace SBS** (syntetický termoplastický kaučuk typu styren-butadien-styrén)

Výrobky z asfaltu modifikovaného SBS nejsou odolné vůči UV záření, a proto vyžadují povrchovou úpravu. Tepelná stálost výrobků se pohybuje v rozmezí teplot -25°C až 120°C a jejich deformace je elastická.

V současné době se vyvíjejí různé kombinace APP a SBS pro horní respektive pro dolní krycí vrstvu.

Rozdělení asfaltových pásů podle nosné vložky pásů

Nosná vložka je důležitou součástí pásů, která výrazně ovlivňuje difúzní propustnost asfaltového pásu. Dělí se na:

- pásy s nasákavou vložkou – nelze je použít pro hydroizolační vrstvu,

- pásy s nenasákavou vložkou – používají se nejčastěji pro HI vrstvu,
- pásy bez vložky – výjimečný případ (výrobek Flexoper).

Nenasákavá vložka je nejčastěji tvořena skelnou rohoží, skelnou tkaninou, polyesterovou rohoží, kovovou vložkou nebo spřaženou vložkou, která je kombinací polyesterové rohože a skelné mřížky, nebo polyesterové rohože, skelné mřížky a skelné rohože.

Rozdělení asfaltových pásů podle povrchové úpravy pásů

Horní okraj asfaltového pásu může být:

- upraven posypem z křemičitého písku, z drcené břidlice nebo z keramického granulátu
- opatřen speciální profilovanou fólií z hliníku nebo mědi

Spodní okraj asfaltového pásu může být upraven:

- posypem z hrubozrnného písku
- opatřen lehce tavitelnou polyetylenovou fólií, netkanými textiliemi, smyčkovou rohoží atd.
- rozčleněn na pruhy nebo body, mezi kterými po natavení pásu vznikají vzduchové mezery sloužící jako expanzní vrstva

V současné době se pro hydroizolační vrstvu nejčastěji používá jednoho nebo dvou vrstev asfaltových pásů. Používají se především pásy s modifikací SBS pro svrchní i spodní vrstvu. Výjimečně se využívá pásů s modifikací APP nebo pásů z oxidovaného asfaltu.

V následující tabulce 4-1 je uvedeno rozmezí tepelně-vlhkostních vlastností asfaltových pásů běžně používaných pro hydroizolační vrstvu.

Materiál	Tloušťka výrobků d [mm]	Faktor difúzního odp. μ [-]	Ekvival. dif. tloušťka s_d [m]
Asfaltové pásy	3,5 – 5,5	35000 - 50000[1]	125 - 250[1]

Tab. 4-1. Rozmezí hodnot tepelně-vlhkostních vlastností asfaltových pásů

4.1.2. Hydroizolační fólie

Hydroizolační fólie spolu s asfaltovými pásy tvoří hlavní materiálovou základnu pro povlakové hydroizolační vrstvy. Hydroizolační fólie rozdělujeme podle postupu výroby a podle použitého materiálu.

Termoplastické fólie

Jedná se o nejrozšířenější skupinu fólií, které lze charakterizovat opakovatelnou plastifikací působením tepla s návratem do výchozího pružného stavu po ochlazení – v důsledku toho lze tyto fólie vzájemně spojovat nahřátím horkým vzduchem a přitlačením takto aktivovaných povrchů k sobě. Druhou charakteristikou termoplastických fólií je jejich plastické chování při protažení.

Termoplastické fólie se dělí podle chemických bází:

- **mPVC** – měkčené PVC.
- **VAE, nebo také EVA** – fólie na bázi - vinyl-acetát-etylén.
- **PEC , nebo také CPE** – fólie na bázi - polyetylén-chlorid
- **PO** – fólie na bázi - polyolefínu
- **POCB** – fólie na bázi - polyolefín-kopolymer-bitumen

[1] Hodnoty se můžou výrazně zvýšit použitím celistvé nosné vložky např. s hliníkové fólie.

Termoplastické fólie s nízkým obsahem asfaltů

Do této skupiny fólií patří fólie představující přechod mezi polymerními fóliemi a asfaltovými pásy typu APP nebo SBS, jsou to:

- **ECB** – fólie na bázi - etylén-kopolymer-bitumen
- **OCB** – fólie na bázi - olefín-kopolymer-bitumen

Elastomerní fólie

Tato skupina fólií vychází ze syntetické kaučukové báze. Jedná se o fólie plně elastické, které nejsou tepelně tvarovatelné a nelze je spojovat horkým vzduchem. Proto elastomerní fólie nedisponují „fóliovými plechy“, které by mohly být opatřeny vrstvou stejné fólie.Patří sem:

- **PIB** – fólie na bázi - polyizobutylenu
- **EPDM** – fólie na bázi - etylén-propylen-dien-monomer-kaučuk
- **IIR** – fólie na bázi - izobutylen-izopren-kaučuk
- **CR** – fólie na bázi - polychloropren-kaučuk
- **CSM** – fólie na bázi - polyetylenchlorsulfát

Termoplasticko-elastomerní fólie

Jedná se o skupinu materiálů, které mají pružnost elastomerních materiálů a termoplastické vlastnosti, které umožňují svařování horkým vzduchem. Do této skupiny patří:

- **EPDM –** fólie na bázi: modifikovaný etylén-propylen-dien-kaučuku
- **CSPE –** fólie na bázi: chlorsulfidového polyetylénu

V současné době se pro hydroizolační vrstvu nejvíce používají fólie z měkčeného PVC nebo na bázi polyolefínu. V následující tabulce 4-2 je uvedeno rozmezí hodnot některých vlastností hydroizolačních fólií. Do tabulky byly započítány jen ty fólie, které mají minimální tloušťku 1,5 mm. Fólie s tloušťkou menší než 1,5 by se neměly používat pro hydroizolační vrstvu, neboť jsou velmi náchylné k mechanickému poškození.

Materiál	Tloušťka výrobků d [mm]	Faktor difúzního odp. μ [-]	Ekvival. dif. tloušťka s_d [m]
Hydroizolační fólie	1,5 – 2,5	8000 – 220000	16 – 440

Tab. 4-2. Rozmezí hodnot tepelně-vlhkostních vlastností hydroizolačních fólií

4.2. Tepelně izolační vrstva

Tepelně izolační vrstva zajišťuje požadovaný teplotní stav vnitřního prostředí, brání nežádoucímu úniku tepla z objektů a chrání stavební konstrukci před nepříznivým působením teploty. Rozděluje se podle typu materiálu.

4.2.1. Materiály na bázi pěnových plastů

Vyrábějí se dvěma možnými technologiemi. Podle nich se pěnové plasty nazývají expandované nebo extrudované. Do této skupiny patří:

Pěnový polystyren (expandovaný) – PPS (EPS) – Je to tuhý tepelně izolační materiál s pěnovou strukturou, která osahuje 98% vzduchu uzavřeného v drobných buňkách napěněné hmoty. Používá se ve formě desek, svinovaných pásů, spádových desek a klínů pro střechy s klasickým pořadím vrstev. Do plochých jednoplášťových střešních konstrukcí s klasickým pořadím vrstev by se měl používat pěnový polystyren pouze stabilizovaný s minimální objemovou hmotností 20 kg/m^{-3}.

Extrudovaný polystyrén XPS – Vyrábí se procesem protlačování (extrudování) suroviny ve speciálním tunelu (extrudéru). Díky tomuto výrobnímu postupu má XPS uzavřenou buněčnou strukturu, tím se snižuje tepelná vodivost a hlavně nasákavost materiálu. Používá se ve formě desek nejčastěji pro jednoplášťové střechy s obráceným pořadím vrstev.
Pěnový polyuretan PU (PUR) – Je to makromolekulární materiál z organických látek. Chemickou reakcí vzniká pěna s uzavřenou buněčnou strukturou. Používá se ve formě desek (dílců), klínů vypěněných do příslušného tvaru v továrně, nebo ve formě hmoty kontinuálně stříkané a vypěňované přímo na střeše.

4.2.2. Materiály na bázi anorganických vláken

Vyrábějí se roztavením vhodných hornin s následným „rozvlákněním“ na vlákna o průměru 3-4 tisíciny mm. Tato vlákna se posléze lisují, tuží a hydrofibizují. Výsledkem je tuhá deska o potřebných rozměrech. Výrobky se rozlišují na:
Výrobky z minerální (skelné, keramické) vlny – samotná vlna nebo výrobky z ní, které nejsou pojený žádným pojivem.
Výrobky z minerální plsti – výrobky sestávající se z vrstvy vláknitého materiálu pojeného pojivem.

4.2.3. Pěnové sklo

Pěnové sklo se vyrábí z odtaveného skla, které se rozemele na jemný prach a smíchá s prachovým uhlíkem. Při zahřátí na 1000°C dojde k natavení skloviny, oxidaci uhlíku a tvorbě bublinek, které jsou ve výsledné hmotě jsou zcela plynotěsné, a proto se faktor difúzního odporu blíží k nekonečnu. Desky z pěnového skla se používají pro střechy jednoplášťové s klasickým pořadím vrstev.

4.2.4. Ostatní materiály

Do této skupiny můžeme zahrnou všechny ostatní materiály používané pro tepelně izolační vrstvu. Jsou to:
Tepelně izolační betony – vyráběné autoklávováním nebo betony s lehkým kamenivem.
Sypké materiály – keramzit, škvára apod. setkáváme se s nimi při rekonstrukcích.
Výrobky z aglomerovaného dřeva – dřevocementové desky
Výrobky z odpadního papíru

V současné době se nejvíce používají pro ploché jednoplášťové střešní konstrukce s klasickým pořadím vrstev tepelně izolační vrstvy z výrobků z pěnového polystyrenu, nebo z minerální vlny. Hodnoty faktoru difúzního odporu μ se pro pěnový polystyren pohybují v rozmezí hodnot 30-70 [-], pro minerální vlnu v rozmezí hodnot 1-3 [-].

4.3. Spádová vrstva

Není-li nosná konstrukce ve sklonu, použije se pro svedení vody ze střešní roviny spádová vrstva. Výhodné je tuto vrstvu navrhovat z materiálů s velkým tepelným odporem tak, aby spádová vrstva zlepšovala tepelně technické vlastnosti střešního pláště. Jelikož je to vrstva s proměnlivou tloušťkou, ve vlhkostně-tepelných výpočtech se uvažuje buď s nejmenší tloušťkou tj. u odtokové vpusti, nebo se vypočítá podle ČSN EN ISO 6946. Pro spádovou vrstvu je možno použít následující materiály:

4.3.1. Sypané materiály

Keramzit, písek, štěrk apod. Tyto materiály se v současnosti používají jen zřídka a nejvíce se navrhovaly v 70. a 80. letech.

4.3.2. Monolitické betony

Jde většinou o lehké betony (např. keramzitbeton, polystyrenbeton apod.), které ale vnášejí do střešního pláště mokrý proces a zabudovanou vlhkost, která zhoršuje vlhkostní vlastnosti střešního pláště. Parotěsná vrstva musí být umístěna nad touto spádovou vrstvou, tak aby umožňovala šíření vlhkosti ze spádové vrstvy směrem k interiéru a ne do střešního souvrství.

4.3.3. Tepelně izolační dílce

Využití tepelně izolačních dílců pro spádovou vrstvu je výhodné a v současnosti nejvíce rozšířené. Používají se stejné materiály jako pro tepelně izolační vrstvu, které jsou nařezány do příslušných rozměrů.

4.4. Parotěsná vrstva

Funkcí parotěsné vrstvy je snížit či zabránit šíření vlhkosti z interiéru do dalších vrstev střešního pláště, kde by v důsledku poklesu teploty došlo ke kondenzaci vodní páry. Toto zkondenzované množství vodní páry může způsobit degradaci zabudovaných materiálů, vznik plísní a tím i snížení životnosti celé střešní konstrukce.
Parotěsná vrstva se umisťuje co nejblíže k vnitřnímu prostředí. Nesmí však být pod vrstvami se zabudovanou vlhkostí (například monolitické spádové vrstvy), neboť vypařování této vlhkosti by bylo problematické a dlouhodobé, v některých případech i nemožné. Pro spolehlivou funkci musí být parotěsná vrstva parotěsně napojena na všechny prostupující obvodové konstrukce a prvky. Použitím parotěsné vrstvy se snižuje průvzdušnost konstrukce, což se nevíce projeví u lehkých střešních konstrukcí.

V českých předpisech a normách nejsou definovány konkrétní vlastnosti jaké by měla mít parotěsná vrstva. V normě ČSN 731901 je pouze uvedeno, že „dimenze parotěsné vrstvy se navrhuje podle ČSN 730540-1-4“ a že „parotěsné vrstvy se zpravidla navrhují z pásových povlaků podle ČSN 730606“.
V české odborné literatuře [1],[4] se však můžeme setkat s následujícím dělením parotěsných vrstev.

4.4.1. Rozdělení podle ekvivalentní difúzní tloušťky

Hodnota ekvivalentní tloušťky sd [m] vyjadřuje ekvivalentní difúzní tloušťku vrstvy vzduchu, která by kladla stejný difúzní odpor jako tloušťka vrstvy konstrukce. V české literatuře [1],[4] se parotěsné vrstvy rozlišují na:

- **parobrzdy**[2] je-li $100\ m < sd \leq 1500\ m$
- **parotěsné zábrany** je-li $sd \geq 1500\ m$

V německé normě DIN 4108-3:2001 se materiály rozlišují podle ekvivalentní difúzní tloušťky do tří kategorií.

I. kategorie – difúzně propustné materiály	$sd > 0.5\ m$
II. kategorie – difúzně málo propustné materiály	$0.5\ m > sd > 1500\ m$
III. kategorie – difúzně nepropustné materiály	$sd > 1500\ m$

[2] Slovo parobrzda pochází z doslovného německého překladu slova „dampfbremse”. Tento výraz není uveden v žádné německé ani české normě a je pouze používán výrobci a distributory k rozlišení vlastností jejich výrobků.

4.4.2. Rozdělení podle materiálu

Parotěsná vrstva je tvořena hydroizolačními materiály s velkým difúzním odporem. Nejčastěji je užito asfaltových pásů a fólií, ale používají se i další materiály.

Asfaltové pásy se používají shodné jako pro hydroizolační vrstvu, pokud mají dostatečný difúzní odpor. Nebo se používají asfaltové oxidované a modifikované pásy, které obsahují speciální hliníkovou fólií. Jejich tloušťka se obvykle pohybuje kolem 3,5 – 5 mm.

Parotěsné fólie se nejčastěji používají termoplastické fólie na bázi PE nebo měkčeného PVC. Mohou být vyztuženy PP vlákny a na povrchu mít ochrannou hliníkovou vrstvu. Tloušťka parotěsných fólií se obvykle pohybuje mezi 0,1 – 0,3 mm.

Pěnové sklo se může použít jak pro tepelně izolační vrstvu, tak pro parotěsnou vrstvu. Parotěsná vrstva vytvořená z pěnového skla má tloušťku několik centimetrů a pro vodní páru je skoro nepropustná. Záleží však na důkladném slepení spár mezi jednotlivými dílci.

Další materiály (např. tenké hliníkové plechy) se většinou u těžkých střešních konstrukcí nepoužívají, neboť se ekonomicky nevyplatí.

Seznam některých výrobků parotěsných zábran je uveden v příloze A.

5. Způsoby stabilizace střešního pláště

Stabilizaci střešního souvrství proti sání větru je možno provést v závislosti na typu střešní konstrukce a na použitých materiálech.několika způsoby.

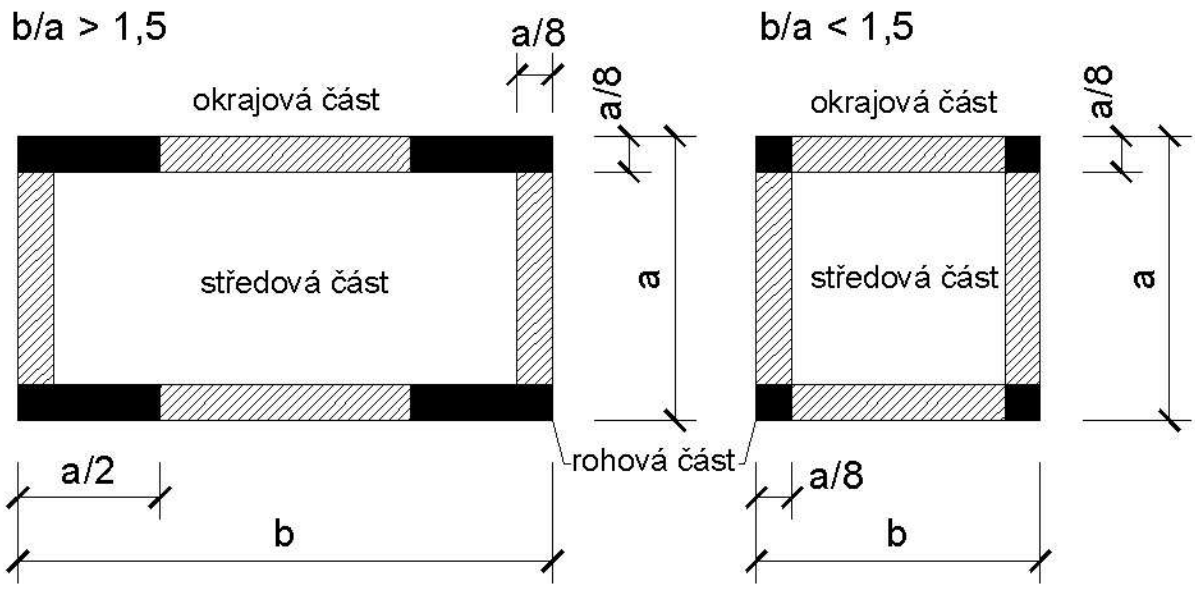
5.1. Mechanické kotvení

Mechanické kotvení střešního pláště se provádí pomocí kotevních prvků a podložek, u nichž musí být zaručena antikorozní odolnost. Podmínkou dostatečné odolnosti je absolvování minimálně 12 Kesternichových cyklů bez známek koroze.
Rozlišují se dva způsoby kotvení:
Přímé kotvení – jednotlivé pásy hydroizolace jsou zpravidla na okraji připevněny k podkladu řadou kotev. Pod hlavy kotevních prvků jsou vždy umístěny přítlačné ocelové nebo plastové podložky, které jsou pak zakryty dalším pruhem nebo pásem hydroizolace.
Nepřímé kotvení – hydroizolace je připevněna k podkladu prostřednictvím kotevního prvku – kotevních lišt nebo kotevních pruhů.

Kotevní prvky se rozlišují v závislosti na druhu podkladu na prvky do betonu, do lehkého betonu, do profilovaného plechu a do dřeva. Počet kotevních prvků se navrhuje v závislosti na zatížení a materiálu podle normy ČSN 730035 a ČSN EN 1991-2-4. Tabulka 5-1 uvádí zjednodušené empirické stanovení počtu kotevních prvků.

Výška objektu	Počty kotevních prvků v jednotlivých částech		
	Středová část	Okrajová část	Rohová část
do 8 m	3 ks/m^2	4 ks/m^2	6 ks/m^2
8 – 20 m	3 ks/m^2	6 ks/m^2	9 ks/m^2

Tab. 4-1. Zjednodušené empirické stanovení počtu kotevních prvků



Obr. 5-1. Zjednodušené rozdělení částí ploché střechy z hlediska sání větru.

Kotevní prvky ovlivňují tepelně vlhkostní vlastnosti střešního pláště, bohužel v české odborné literatuře není nikde uvedeno, jak se projeví perforace použité konkrétní parotěsné zábrany určitými kotevními prvky na hodnotě ekvivalentní difúzní tloušťky dané vrstvy.

5.2. Lepením

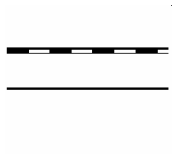
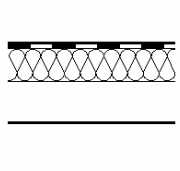
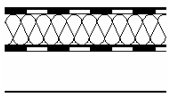
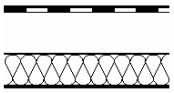
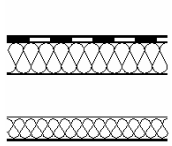
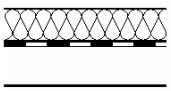
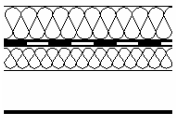
Stabilitu střešního pláště lze zajistit přilepením asfaltových pásů nebo kašírovaných fólií k podkladu (tepelné izolaci), přilepením pěnového skla k betonové spádové vrstvě nebo k nosné konstrukci, apod. Užívá se jak celoplošného lepení, tak i lepení v pruzích nebo bodové slepení jednotlivých materiálů. Materiály ke slepování se používají buď na bázi asfaltů aplikovaných za horka nebo za studena, nebo na bázi polyuretanových lepidel. Vliv na tepelně vlhkostní vlastnosti střešní konstrukce je zanedbatelný.

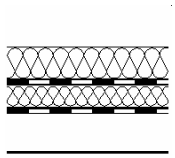
5.3. Stabilizační vrstvou

Zabezpečení střech proti sání větru je možné i stabilizační vrstvou z říčního štěrku, která zároveň plní funkci ochrannou. Z hlediska tepelně vlhkostního stabilizační vrstva z říčních oblázků nemá žádný vliv na chování střešní konstrukce.
Další možností stabilizace střešní konstrukce je užití provozní úpravy střechy. Například užitím dlažby, betonového či asfaltového povrchu nebo pěstebního souvrství. Na tepelně vlhkostní vlastnosti má provozní úprava střechy rozdílný vliv, který je závislý na daném způsobu úpravy.

6. Typy konstrukcí jednoplášťových plochých střech

Následující dělení jednoplášťových plochých střešních konstrukcí je převzato z normy ČSN 73 1901. V normě jsou jednotlivé typy střešních konstrukcí rozdělené z hlediska tepelně vlhkostního režimu, a proto jsou uvedeny pouze základní vrstvy střešního pláště.

Schéma skladby	**Pořadí vrstev sestupně od exteriéru**	**Popis a použití skladby**
	- Hydroizolační vrstva - Nosná vrstva	Jednoplášťová střecha bez tepelně izolační vrstvy – vhodná pro objekty a konstrukce bez tepelně izolačních požadavků
	- Hydroizolační vrstva - Tepelná izolace - Nosná vrstva	Jednoplášťová střecha s tepelně izolační vrstvou – je vhodná pro objekty s minimální produkcí vlhkosti (např.sklady), není vhodná pro bytové a občanské objekty.
	- Hydroizolační vrstva - Tepelná izolace - Parotěsná vrstva - Nosná vrstva	Jednoplášťová střecha s tepelně izolační a parotěsnou vrstvou – je vhodná pro běžné občanské a bytové objekty. Není vhodná pro objekty s extrémním vlhkostním zatížením.
	- Hydroizolační vrstva - Nosná vrstva - Tepelná izolace	Jednoplášťová střecha s tepelně izolační vrstvou pod nosnou konstrukcí – je vhodná pro objekty s nízkou relativní vlhkostí, popřípadě s krátkodobým vzestupem rel. vlhkosti.
	- Hydroizolační vrstva - Tepelná izolace - Nosná vrstva - Tepelná izolace	Jednoplášťová střecha s nosnou vrstvou mezi tepelně izolačními vrstvami – použití je stejné jako u předchozího typu a je-li třeba tepelně izolovat nosnou vrstvu.
	- Tepelná izolace - Hydroizolační vrstva - Nosná vrstva	Jednoplášťová střecha s opačným pořadím vrstev – je vhodná pro všechny občanské a obytné objekty.
	- Tepelná izolace (cca 60%) - Hydroizolační vrstva - Tepelná izolace (cca 40%) - Nosná vrstva	Jednoplášťová střecha kombinovaná se střechou s opačným pořadím vrstev – nejvíce se využívá při rekonstrukcích, je vhodná i pro nové bytové a občanské objekty.

	- Tepelná izolace (cca 60%) - Hydroizolační vrstva - Tepelná izolace (cca 40%) - Parotěsná vrstva (původní hydroizolační vrstva) - Nosná vrstva	Jednoplášťová střecha kombinovaná se střechou s opačným pořadím vrstev a s parotěsnou vrstvou – nejvíce se používá při rekonstrukcích.

Tab. 6-1.Rozdělení jednoplášťových střech podle ČSN 73 1901

Dalším typem jednoplášťové střešní konstrukce je jednoplášťová střecha s větracími kanálky. Tato střešní konstrukce je specifická tím, že v tepelně izolační vrstvě je vytvořena síť kanálků, které jsou napojeny na vnější ovzduší a které umožňují proudění vzduchu. Tento typ střechy se navrhoval hlavně v 70. – 80. letech a v dnešní době se zpravidla nenavrhuje. Více podrobností lze nalézt např. v [1],[4].

7. Difúze vodních par

7.1. Základní veličiny a jednotky

Značka	**dříve v ČSN**	**Veličina**	**Jednotka**
D	D	součinitel difúze vodní páry v materiálu	$m^2.s^{-1}$
Do	D	součinitel difúze vodní páry ve vzduchu	$m^2.s^{-1}$
Ma	G	akumulovaný plošný obsah vlhkosti na rozhraní	$kg.m^{-2}$
G	-	měrná produkce vlhkosti	$kg.h^{-1}$
-	N	teplotní difúzní funkce	s^{-1}
R	R;Rp	tepelný odpor vrstvy, konstrukce	$m^2.KW^{-1}$
Rse	Re	tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně	$m^2.KW^{-1}$
Rsi	Ri	tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně	$m^2.KW^{-1}$
Rv	rp	plynová konstanta vodní páry rp = 461,9	$J.kg^{-1}.K^{-1}$
T	T	teplota	K
θ	t	Celsiova teplota	°C
U	k	součinitel prostupu tepla konstrukce nebo prvku	$W.m^{-2}K^{-1}$
d	d	tloušťka vrstvy materiálu	m
A	A	plocha vzorku	m^2
t	t	čas, doba měření	s
φ	φ	relativní vlhkost vzduchu	%
p	pd	částečný tlak vodní páry	Pa
p_{sat}	pd“	parciální tlak nasycené vodní páry při teplotě T	Pa
Δp	Δp	nárůst vnitřního částečného tlaku vodní páry, pi-pe	Pa
ν	ρ	měrná objemová vlhkost vzduchu	$kg.m^{-3}$
$\Delta\nu$	$\Delta\rho$	nárůst vnitřní vlhkosti, νi-νe	$kg.m^{-3}$
$\vec{g}$	$\vec{j}_d$	hustota hmotnostního toku vodní páry	$kg.m^{-2}.s^{-1}$
m, Δm	m, Δm	hmotnost, přírůstek hmotnosti	kg
-	Qmd	difúzní tok vodní páry	$kg.s^{-1}$
c	c	hmotnostní koncentrace látky	-

Zp	Rd	difúzní odpor vztažený k částečnému tlaku vodní páry	$m^2.s.Pa.kg^{-1}$
Zv	-	difúzní odpor vztažený k objemové vlhkosti	s.m-2
sd	rd	ekvivalentní difúzní tloušťka	m
δp	δp	součinitel difúzní vodivosti materiálu	$kg.Pa^{-1}.s^{-1}.m^{-1}$
δo	δv	součinitel difúze vodní páry ve vzduchu	$kg.Pa^{-1}.s^{-1}.m^{-1}$
μ	μ	faktor difúzního odporu	-
f_{Rsi}	-	teplotní faktor vnitřního povrchu	-
$f_{Rsi,min}$	-	návrhový teplotní faktor vnitřního povrchu	-
$\theta_{si,min}$	$t_{si,min}$	nejnižší přípustná vnitřní povrchová teplota	°C
λ	$\lambda,\lambda p$	součinitel tepelné vodivosti	$W.m^{-1}.K^{-1}$

7.2. Teorie přenosu vlhkosti

Ve stavebních konstrukcích, zejména v obvodových stěnách a ve střeše, probíhá současně s vedením tepla i přenos vlhkosti, tzv. difúze vodních par. K difúzi dochází v konstrukci, která odděluje dvě prostředí s rozdílnými částečnými tlaky vodní páry, a to tím způsobem, že vodní pára difunduje z prostředí s vyšším parciálním tlakem vodní páry do prostředí s tlakem nižším. Plyn nebo vodní pára difundují každou látkou, jejíž mezimolekulární prostory jsou větší než střední volná dráha molekul plynu. Střední volná dráha molekul vodní páry je $2{,}78.10^{-10}$ m. Podle velikosti pórů materiálů rozeznáváme dva druhy přenosu vlhkosti.

Efúzi – tento přenos vlhkosti se vyskytuje u materiálů, jejichž póry jsou menší než 10^{-7} m. V praxi se obvykle tento proces zanedbává.
Difúzi – tento přenos vlhkosti se vyskytuje u materiálů, jejichž póry jsou větší než 10^{-7} m. S tímto způsobem přenosu vlhkosti se setkáváme ve výpočtech stavební fyziky.

Základní matematické modely přenosu vlhkosti vycházejí z Onsagerovy lineární nevratné termodynamiky a formulovali je nezávisle na sobě Krischer a Lykov v 70. letech 20. století. Na základě jejich prací potom vznikla difúzní teorie transportu vlhkosti, která je dodnes v praxi nejvíce rozšířena. Jejím nejjednodušším výstupem je formulace transportu vlhkosti pomocí Fickova zákona difúze.

$$\vec{j} = -\rho\, D\, grad\, c \qquad (1)$$

kde D je součinitel difúze, c je koncentrace, ρ je hustota prostředí a $\vec{j}$ je difúzní tok.
Difúzní model transportu vlhkosti vyjádřený Fickovým zákonem je tzv. čistý jev, tedy čistou difúzí (navíc platí pouze pro izotropní materiály). Uvažuje jako termodynamickou hnací sílu pouze gradient koncentrace. Příslušnou konstantou úměrnosti mezi zobecněnou silou a zobecněným tokem – v našem případě tokem vlhkosti - je difúzní součinitel D, který zvláště ve stavební fyzice bývá nazýván součinitelem vlhkostní vodivosti a který vyjadřuje v původním pojetí pouze vliv tzv. vnitřních faktorů. K těm patří:

- struktura skeletu, tj. tvar, velikost a rozmístění pórů
- charakter tekutiny v porézním tělese, tj. poloha vzhledem ke stěně pórů, skupenství apod.

Kromě vnitřních faktorů ovlivňují transport vlhkosti ovšem i vnější faktory, působící na celé kapilárně porézní těleso, např.

- teplota – stavová veličina, která má vliv na všechny děje, které se v porézním prostředí vyskytují
- gradient teploty – způsobuje termodifúzi, tj. difúzi vlhkosti v důsledku gradientu teploty

- koncentrace látek rozpuštěných ve vodě – tyto látky mohou vyvolávat řadu sekundárních důsledků, např. vznik lokálních rozdílů elektrických potenciálů nebo chemické reakce s látkami, ze kterých se skládá skelet
- gradient koncentrace látek rozpuštěných ve vodě – způsobuje solutální difúzi, tj. difůzi v roztoku
- objemové síly působící na porézní těleso, např. gravitační síla
- vnější přetlak – vyvolává konvekci tekutiny uvnitř porézního tělesa
- gradient tlaku – způsobuje barodifúzi
- intenzita vnějšího elektrického a magnetického pole

Shrnutím všech vlivů (vliv teploty, gravitace, tlaku, elektrického pole a koncentrace) můžeme provést souhrnné vyjádření toku vlhkosti v jedné rovnici:

$$\begin{aligned}\vec{j} = &-\rho_s D(w,T,P,E,c)\ grad\ w - \rho\delta(w,T,P,E,c)\ grad\ T + \\ &+ M(w,T,P,E,c)\ grad\ \vec{g}_e - \rho\varphi(w,T,P,E,c)\ grad\ P + \\ &+ M_E(w,T,P,E,c)\ grad\ \vec{E} - \rho D_c(w,T,P,E,c)\ grad\ c\end{aligned} \tag{2}$$

Vyloučením všech termodynamických sil kromě gradientu koncentrace vlhkosti a při zachování všech výše uvedených vlivů by měl tok vlhkosti tvar:

$$\vec{j} = -\rho_s D_s(w,T,P,E,c)\ grad\ w \tag{3}$$

kde Ds = d + $D_{T,W}$ + Dg + Dp + DE + Dc,w

a všechny koeficienty jsou funkcí W,T,P,E,c.

Pro praktické řešení problematiky transportu vlhkosti se tyto vlivy zanedbávají a obvykle se vystačí s redukovanou teorií, uvažující pouze vliv gradientu koncentrace vlhkosti.

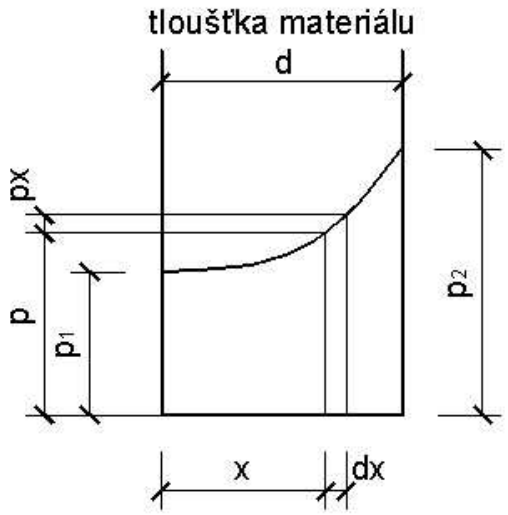
7.3. Odvození základních veličin

Pro hodnocení vlhkostního stavu ve stavebních konstrukcích se pracuje s difúzními veličinami. Jsou jimi:

- součinitel difúze vodní páry materiálu δ_p [kg.Pa^{-1}.s^{-1}.m^{-1}], vyjadřuje schopnost materiálu propouštět vodní páru difúzí,
- faktor difúzního odporu μ [-], vyjadřuje relativní schopnost materiálu propouštět vodní páry difúzí. Je poměrem difúzního odporu materiálu a difúzního odporu vrstvy vzduchu o téže tloušťce při definovaných podmínkách.
- ekvivalentní difúzní tloušťka s_d [m], vyjadřuje ekvivalentní difúzní tloušťku vrstvy vzduchu, která by kladla stejný difúzní odpor jako tloušťka vrstvy konstrukce.

V následujících řádcích je uvedeno jejich odvození, které vychází z upraveného Fickova zákona difúze.

$$\vec{g} = -\delta\ grad\ p = -\delta \frac{dp}{dx} \qquad [\mathrm{kg.m^{-2}.s^{-1}}] \tag{4}$$



Obr. 7-3. Gradient tlaku vodních par

Integrací rovnice (4) pro x = 0 až x = d a pro částečný tlak vodních par p1 a p2 získáme následující vztah:

$$g = \frac{\int_{p2}^{p1} \delta \; pd}{p_2 - p_1} \cdot \frac{p_2 - p_1}{d} \qquad [\mathrm{kg.m^{-2}.s^{-1}}] \qquad (5)$$

Označíme-li

$$\delta_p = \frac{\int_{p2}^{p1} \delta \; pd}{p_2 - p_1} \qquad [\mathrm{kg.Pa^{-1}.s^{-1}.m^{-1}}] \qquad (6)$$

potom dostaneme upravený vztah.

$$g = \frac{\delta_p \, (p_2 - p_1)}{d} \qquad [\mathrm{kg.m^{-2}.s^{-1}}] \qquad (7)$$

Vyjádření faktoru difúzního odporu μ pomocí součinitele difúze vodní páry materiálu je

$$\mu = \frac{1}{N \; \delta_p} \qquad [\ -\ ] \qquad (8)$$

kde N je difúzní funkce závislá na teplotě.V české literatuře se uvádí v tabulkách [16] nebo pomocí vztahu:

$$N = \frac{5{,}26.10^{6}.p_a}{T^{0{,}81}} \qquad [\ \mathrm{s^{-1}}\ ] \qquad (9)$$

V [19] je vyjádřen vztah 1/N pomocí součinitel difúze vodní páry ve vzduchu δo, kdy

$$\delta o = \frac{1}{N} = 2\ .10^{-10} \qquad [\mathrm{kg.Pa^{-1}.s^{-1}.m^{-1}\ ;\ s^{-1}}] \qquad (10)$$

Ekvivalentní tloušťka materiálu s_d se vyjádří

$$s_d = \mu\ d = \frac{\delta_o}{\delta_p} d = \frac{d}{N\ \delta_p} \qquad [\ \mathrm{m}\ ] \qquad (11)$$

Hustotu hmotnostního toku vodní páry (7) lze použitím vztahů (12),(14),(15) vyjádřit:

$$g = \frac{\delta_o}{\mu} \frac{\Delta p}{d} \qquad [\mathrm{kg.m^{-2}.s^{-1}}] \qquad (12)$$

nebo

$$g = \delta_o \frac{\Delta p}{s_d} \qquad [\mathrm{kg.m^{-2}.s^{-1}}] \qquad (13)$$

7.4. Vztahy pro vlhký vzduch

Ve stavební fyzice je vlhký vzduch považován za směs suchého vzduchu a vodní páry. Je popisován celkovým tlakem p, teplotou T a relativní vlhkostí φ. Obě složky vlhkého vzduchu mají svůj částečný (parciální) tlak a jejich součet je podle Daltonova zákona celkový tlak vlhkého vzduchu, který je shodný s tlakem barometrickým.

$$p_a = p_v + p_d \qquad [\ \mathrm{Pa}\ ] \qquad (14)$$

Relativní vlhkost vzduchu φ vyjadřuje míru nasycení vzduchu vodní párou při dané teplotě. Počítá se ze vztahů:

$$\varphi = \frac{p}{p_{sat}}.100 \qquad [\ \%\ ] \qquad (15)$$

nebo

$$\varphi = \frac{v}{v_{sat}}.100 \qquad [\ \%\ ] \qquad (16)$$

Vzájemný vztah částečného tlaku vodní páry a objemové vlhkosti je

$$p = v\ Rv\ T \qquad [\ \mathrm{Pa}\ ] \qquad (17)$$

kde Rv je plynová konstanta pro vodu; Rv = 462 $\mathrm{Pa.m^3.K^{-1}.kg^{-1}}$
T absolutní teplota v kelvinech.

Částečný tlak nasycené vodní páry je funkcí teploty a v literatuře se uvádí buď v tabulkách pro dané teploty nebo pomocí empirických vztahů (viz [*]):

$$p_{sat} = 610{,}5\, e^{\left(\frac{17{,}269\,\theta}{237{,}3+\theta}\right)} \qquad \text{pro } \theta \geq 0\ °C \qquad (18)$$

$$p_{sat} = 610{,}5\, e^{\left(\frac{21{,}875\,\theta}{265{,}5+\theta}\right)} \qquad \text{pro } \theta < 0\ °C \qquad (19)$$

8. Požadavky na střešní konstrukce

Zaměřím se na základní tepelně technické požadavky na střešních konstrukce, které jsou stanoveny normou ČSN 430540-2:2002 a jsou závazné podle vyhlášky MMR č.137-2000 Sb.

8.1. Součinitel prostupu tepla

Stavební konstrukce vytápěných nebo klimatizovaných budov musí mít v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi i \leq 60$ % součinitel prostupu tepla U [$Wm^{-2}K^{-1}$] takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N \qquad (P1)$$

kde U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla v [$Wm^{-2}K^{-1}$] a získá se:

a) pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} = 20 °C a pro budovy vyjmenované normou je pro střechy ploché a těžké:
- doporučená hodnota $U_N = 0{,}20\ Wm^{-2}K^{-1}$
- požadovaná hodnota $U_N = 0{,}30\ Wm^{-2}K^{-1}$

b) pro ostatní budovy je dána vztahem, který je v dané normě uveden.

Součinitel prostupu tepla U odpovídá průměrné vnitřní povrchové teplotě θ_{sim} sledované konstrukce a zahrnuje tedy vliv tepelných mostů v konstrukci obsažených.

8.2. Nejnižší povrchová teplota

V zimním období musí stavební konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60$ % vykazovat v každém místě vnitřní povrchovou teplotu θ_{si} ve °C podle vztahu:

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} \qquad (P2)$$

kde $\theta_{si,N}$ je požadovaná hodnota nejnižší vnitřní povrchové teploty ve °C, stanovená ze vztahu:

$\theta_{si,N} = \theta_{si,cr} + \Delta\theta_{si}$

$\theta_{si,cr}$ je kritická povrchová teplota v °C. Hodnoty kritické povrchové teploty pro požadované kritické povrchové vlhkosti $\varphi_{i,cr}$ jsou uvedeny v tabulkách v normě ČSN 73 0540-3.

$\Delta\theta_{si;}$ je bezpečnostní teplotní přirážka v °C, zohledňující způsob vytápění vnitřního prostředí a tepelnou setrvačnost konstrukce. Její hodnota je uvedena v tabulkách v normě ČSN 73 0540-2

Vnitřní povrchové teploty θ_{si} se obvykle stanoví řešením teplotního pole pro kritické detaily stavebních konstrukcí, kterými jsou například tepelné mosty ve stavební konstrukci a tepelné vazby mezi stavebními konstrukcemi.

8.3. Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce G_k [$kg.m^{-2}.a^{-1}$], mohla ohrozit její požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, tedy:

$$G_k = 0 \qquad \text{(P3)}$$

K ohrožení požadované funkce patří 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 nad úroveň způsobující jeho degradaci (jedná se zejména o dřevěné materiály nebo materiály na bázi dřeva).
Požadavek (P3) je povinen zkontrolovat projektant.

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení celoročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce G_k tak, aby splňovalo podmínku:

$$G_k \leq G_{k,N} \qquad \text{(P4)}$$

kde $G_{k,N}$ je normové maximální zkondenzované množství vodní páry v [$kg.m^{-2}.a^{-1}$]
- pro jednoplášťovou střechu platí $G_{k,N} = 0{,}1\ kg.m^{-2}.a^{-1}$

Požadavek (P4) se prokazuje bilančním výpočtem po měsících podle ČSN EN ISO 13788. Při nedostatku návrhových klimatických údajů se připouští výpočet podle ČSN 730540-4.

8.4. 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 zbýt žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Celoroční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce G_k tedy musí být nižší než celoroční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce G_v [$kg.m^{-2}.a^{-1}$].
Tj. při bilančním výpočtu po měsících podle ČSN EN ISO 13788 musí být na konci zkoumaného ročního období množství akumulované vlhkosti M_a v [$kg.m^{-2}$] v konstrukci rovno:

$$M_a = 0 \qquad \text{(P5)}$$

Při nedostatku návrhových klimatických údajů a při bilančním výpočtu podle ČSN 730540-4 musí být:

$$G_k < G_v \qquad \text{(P6)}$$

8.5. Celková průvzdušnost obvodového pláště budovy

Celková průvzdušnost obvodového pláště budovy nebo její ucelené části se může ověřit pomocí celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa v [h^{-1}], stanovené experimentálně podle ČSN IN ISO 13829. Doporučuje se splnění podmínky:

$$n_{50} \leq n_{50,N} \qquad \text{(P7)}$$

kde $n_{50,N}$ je doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa v [h^{-1}], která se stanoví podle tabulky v normě ČSN 730540-2.

9. Tepelně technické výpočty

Pro návrh parotěsné vrstvy je rozhodující množství vlhkosti vstupující do konstrukce a difúzní a tepelný odpor jednotlivých vrstev střešní konstrukce. Proto v této kapitole uvádím výpočet součinitele prostupu tepla konstrukce a výpočet zkondenzovaného množství vlhkosti uvnitř konstrukce. Na konci kapitoly jsou uvedeny výpočty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy tak, aby byly splněny některé normové požadavky na zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce.

9.1. Výpočet součinitele prostupu tepla

Výpočtové postupy pro stanovení součinitele prostupu tepla jsou definovány v normě ČSN ISO 6946. Pro případ tepelného toku kolmo na orientaci vrstev střešního pláště se součinitel prostupu tepla vypočte ze vztahu:

$$U = \frac{1}{R_T} \qquad [\mathrm{W.m^{-2}K^{-1}}] \qquad (20)$$

kde R_T je celkový tepelný odpor konstrukce v [$m^2.KW^{-1}$], který se vypočte ze vztahu:

$$R_T = Rsi + Rn + Rse \qquad [\mathrm{m^2.KW^{-1}}] \qquad (21)$$

kde Rn je tepelný odpor všech vrstev konstrukce a vypočte se ze vztahu:

$$Rn = \sum_{i=1}^{n} \frac{\lambda i}{di} \qquad [\mathrm{m^2.KW^{-1}}] \qquad (22)$$

kde λi je součinitel tepelné vodivosti materiálu i-té vrstvy v [$W.m^{-1}.K^{-1}$],
di je tloušťka i-té vrstvy v [m].

Rsi, Rse jsou tepelné odpory při přestupu tepla v [$m^2.KW^{-1}$]. Pro jednoplášťové ploché střechy je norma uvádí takto:
- součinitel přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce Rsi = 0,10 $m^2.KW^{-1}$
- součinitel přestupu tepla na vnější straně konstrukce Rse = 0,04 $m^2.KW^{-1}$

Při výpočtu součinitele prostupu tepla jednoplášťové střešní konstrukce se uvažují obvykle pouze ty vrstvy konstrukce, které jsou účinně chráněné před vlivy atmosférických srážek, tj, většinou ty vrstvy, které se nacházejí pod hydroizolační vrstvou. Různé stabilizační vrstvy kačírku či volně položená dlažba na podložkách se při výpočtu tepelného odporu střechy zanedbávají.

Naopak se do výpočtu součinitele prostupu tepla zahrnuje vliv systematických tepelných mostů, který se vypočte buď zjednodušenou metodou podle ČSN EN ISO 6946 (metodu nelze použít pro kovové prvky procházející tepelnou izolací), nebo se použije stejně jako pro dvourozměrné či trojrozměrné vedení tepla numerických metod v souladu s normou ČSN EN ISO 10211. Pro mechanické kotvy procházející izolační vrstvou lze použít zpřesněného součinitele prostupu tepla podle vztahu:

$$Uc = U + \Delta U_f \qquad [\mathrm{W.m^{-2}K^{-1}}] \qquad (23)$$

kde U je součinitel prostupu tepla podle vztahu (20)
ΔU_f je korekce pro mechanické kotvy a vypočte podle vztahu:

$$\Delta U_f = \alpha \,.\, \lambda_f \,.\, n_f \,.\, A_f \qquad [\mathrm{W.m^{-2}K^{-1}}] \qquad (24)$$

kde $\alpha = 5$ pro střechy
λ_f je tepelná vodivost spojovacích prvků v $[\mathrm{W.m^{-1}.K^{-1}}]$,
n_f je počet spojovacích prvků na m^2,
A_f je příčná průřezová plocha jednoho spojovacího prvku v m^2.

9.2. Výpočet kondenzace uvnitř konstrukce

Šíření vlhkosti je velmi komplexní děj (viz kapitola 7) a znalost mechanismů šíření vlhkosti, vlastnosti materiálů, počátečních a okrajových podmínek je často nedostatečná. Výpočtová metoda kondenzace vlhkosti uvnitř konstrukce je uvedena v normě ČSN EN ISO 13788. Pokud nejsou známý všechny návrhové klimatické údaje, lze použít výpočtový model podle ČSN 730540-4.

Metoda podle ČSN EN ISO 13788 stanovuje roční vlhkostní bilance a výpočet nejvyššího množství akumulované vlhkosti způsobené kondenzací uvnitř konstrukce. Metoda předpokládá, že všechna zabudovaná vlhkost mohla vyschnout.

Následující metoda podle ČSN EN ISO 13788 by měla být chápána spíše jako odhad než přesný nástroj předpovědi. Je vhodná pro porovnání rozdílných konstrukcí a pro posouzení vlivu změn. Neposkytuje přesnou předpověď vlhkostních podmínek uvnitř konstrukce za provozních podmínek a není vhodná pro výpočet vysušování zabudované vlhkosti.

9.2.1. Princip metody

Výpočet se zahajuje pro první měsíc, ve kterém se předvídá nějaká kondenzace. Pro výpočet zkondenzovaného nebo vypařeného množství v každém z dvanácti měsíců roku se používají střední měsíční vnější podmínky. Akumulovaná hmotnost zkondenzované vody na konci měsíců, ve kterých došlo ke kondenzaci, je porovnána s celkovým odparem během zbytku roku. Jsou předpokládány podmínky jednorozměrného ustáleného šíření tepla i vlhkosti. Není uvažován pohyb vzduchu skrz nebo uvnitř stavebních prvků.
Šíření vlhkosti je předpokládáno pouze difúzí vodní páry a je popsané vztahy (12) a (13).

9.2.2. Okrajové podmínky

Vnější podmínky

Vnější teplota a relativní vlhkost vzduchu se stanoví ze středních měsíčních hodnot, stanovených podle ISO 15927-1[3].
Měsíční střední částečný tlak vodní páry nebo měsíční střední objemová vlhkost se vypočítají ze střední teploty a střední relativní vlhkosti použitím vztahů:

$$\overline{p}_e = \overline{\varphi}_e \, \overline{p}_{sat}(\overline{\theta}_e) \tag{25}$$

$$\overline{v}_e = \overline{\varphi}_e \, \overline{v}_{sat}(\overline{\theta}_e) \tag{26}$$

Vnitřní podmínky

Vnitřní teplota θi je průměrná měsíční návrhová teplota vnitřního vzduchu stanovená na základě vztahu:

$$\theta_i = \theta_{i,m} + e1 \qquad [°C] \tag{27}$$

kde θi,m je průměrná měsíční vnitřní návrhová teplota (teplota suchého teploměru)
ej je přirážka podle typu objektu, stanovená podle vztahu z ČSN 730540-2.

Vlhkost vnitřního vzduchu se stanoví:

a) pokud nejsou známi vlhkostní poměry dané budovy (v budově není klimatizace, která by udržovala relativní vlhkost na konstantních hodnotách).
Částečný tlak vodních par nebo objemová vlhkost se vypočte ze vztahů:

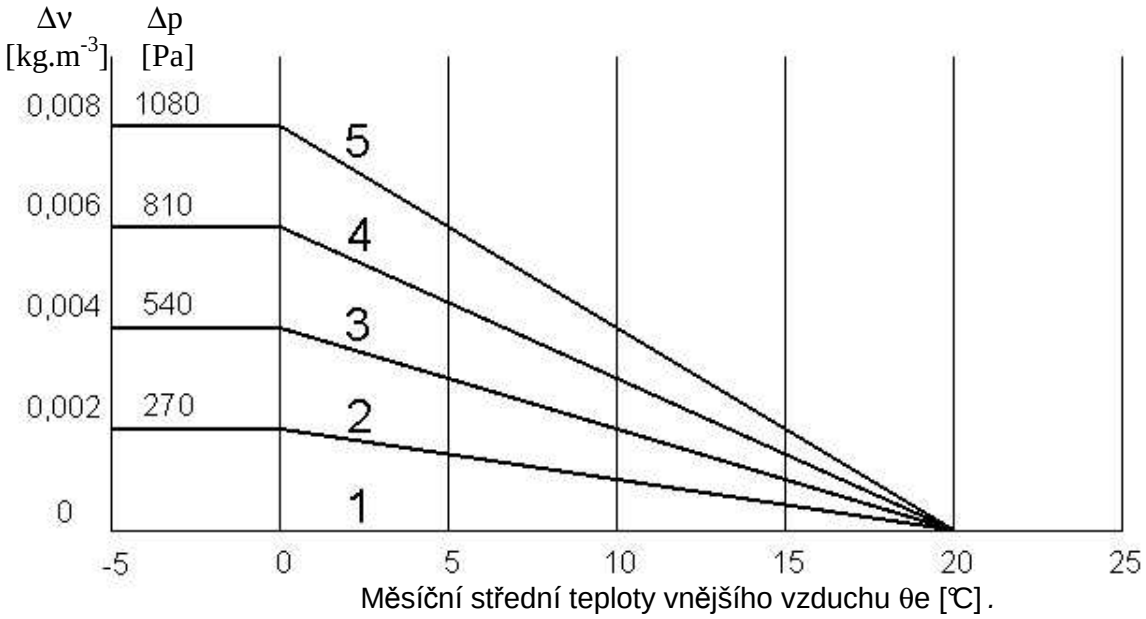
$$p_i = p_e + \Delta p \,.1{,}1 \qquad \text{nebo} \qquad v_i = v_e + \Delta v.1{,}1 \tag{28}$$

hodnoty Δp a Δν se získají podle vnitřního vlhkostního zatížení. Násobek 1,1[4] je bezpečnostní násobek, kterým je pamatováno na nepřesnost metody.

Vlhkostní třída	Budova
1	Sklady
2	Kanceláře, obchody
3	Obytné budovy s malým obsazením osobami
4	Obytné budovy s velkým obsazením osobami, sportovní haly, kuchyně, jídelny
5	Zvláštní budovy, např. prádelny, pivovary, plavecké bazény

Tab.9-1.Vnitřní vlhkostní třídy.

[3] Připravuje se, vyjít by měla v lednu 2004.
[4] Nejrozšířenější software pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce Teplo 2002, Svoboda Software s tímto násobkem nepočítá. Uvažuje pouze přirážku k vnitřní relativní vlhkosti podle bodu b).



Obr.9-1. Změna vnitřních vlhkostních tříd s vnější teplotou

Relativní vlhkost vzduchu se pak vypočte z rovnice (15).

b) nebo jsou dány konstantní hodnoty φi, pokud je známa vnitřní vlhkost a udržuje-li se tato vlhkost konstantní. K získání bezpečnostní rezervy se relativní vlhkost zvýší o 5 %. Poté se částečný tlak vnitřního vzduchu vypočte z upravené rovnice (15).

9.2.3. Odpory při přestupu tepla

Podle normy ČSN EN ISO 13788 se přestupové odpory tepla použijí tak, aby reprezentovaly nejhorší případ rizika kondenzace.tj.

- na vnější straně konstrukce Rse = 0,04 $m^2.KW^{-1}$
- na vnitřní straně konstrukce Rsi = 0,25 $m^2.KW^{-1}$

Odpory při přestupu vodní páry se ve výpočtech zanedbávají.

9.2.4. Výpočet

Vlastnosti materiálů

Pro výpočet se používá návrhových hodnot uvedených v normách nebo stanovenými normovými postupy. Jedná se o:

- λ - součinitel tepelné vodivosti stanovený z ČSN EN ISO 12524 nebo určený v souladu s ČSN 730540-3
- μ - faktor difúzního odporu stanovený z ČSN EN ISO 12524 nebo určený v souladu s ČSN 730540-3

Stavební prvky se rozdělí na soustavu rovnoběžně ležících stejnorodých vrstev a vymezí se vlastnosti materiálu vrstvy a povrchových součinitelů. Každá vrstva je považována za samostatnou vrstvu, s příslušnými vlastnostmi při šíření tepla a vodní páry. Vypočítá se tepelný odpor R a ekvivalentní difúzní tloušťka S_d pro každou jednotlivou vrstvu stavebního prvku. Prvky s vysokým tepelným odporem, jako jsou tepelné izolace, se rozdělí na více vrstev, z nichž žádná nepřekročí tepelný odpor 0,25 $W.m^{-2}K^{-1}$, tyto dílčí vrstvy jsou pro všechny výpočty považovány za oddělené vrstvy materiálů.

Vypočítá se součtový tepelný odpor a ekvivalentní difúzní tloušťka od vnějšího prostředí ke každému rozhraní n:

$$R_n = R_{se} + \sum_{j=1}^{n} R_j \tag{29}$$

$$s_{d,n} = \sum_{j=1}^{n} s_{d,j} \tag{30}$$

Odpor při prostupu tepla a celková ekvivalentní difúzní tloušťka jsou dány vztahy:

$$R_T = R_{si} + \sum_{1=1}^{N} R_j + R_{se} \tag{31}$$

$$s_{d,T} = \sum_{j=1}^{N} s_{d,j} \tag{32}$$

Rozložení teploty a částečného tlaku nasycené vodní páry.

Vypočte se teplota na každém rozmezí mezi materiály podle vztahu:

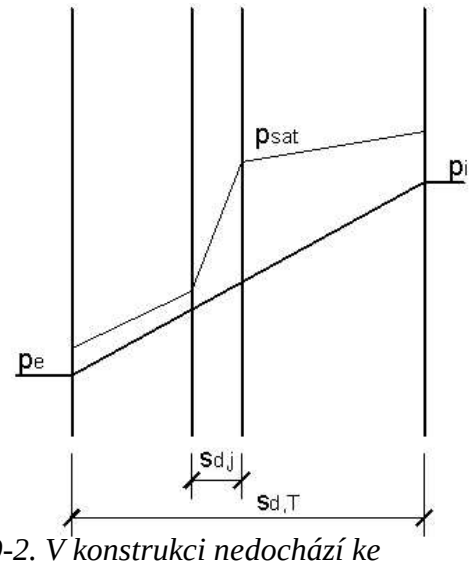
$$\theta_n = \theta_e + \frac{R_n}{R_T}(\theta_i - \theta_e) \tag{33}$$

Vypočítá se částečný tlak nasycené vodní páry z teplot na každém rozhraní mezi materiálovými vrstvami pomocí vztahů (18) nebo (19).

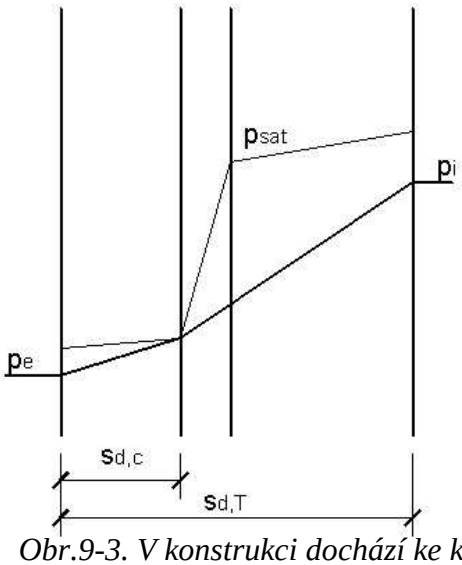
Rozložení částečného tlaku vodní páry

Zobrazí se příčný řez stavebním prvkem s tloušťkou každé vrstvy odpovídající ekvivalentní difúzní tloušťce s_d. Vykreslí se přímky spojující částečné tlaky nasycené vodní páry na všech rozhraních mezi materiály.

Jestliže neexistuje žádný kondenzát z předešlého měsíce, vykreslí se průběh částečného tlaku vodní páry jako přímka mezi vnitřním a vnějším částečným tlakem vodní páry p_i a p_e (viz obr. 9-2) Jestliže částečný tlak vodních par nepřevýší částečný tlak nasycených vodních par na žádném rozhraní, pak v konstrukci nedochází ke kondenzaci.



Obr.9-2. V konstrukci nedochází ke kondenzaci vodní páry.



Obr.9-3. V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry na jednom rozhraní.

Jestliže částečný tlak vodní páry překročí částečný tlak nasycené vodní páry v některém rozhraní (viz obr. 9-3), překreslí se částečný tlak vodní páry jako řada přímek, které se dotýkají průběhu částečného tlaku vodní páry v co nejmenším počtu bodů (viz obr.9-3). Takové body se označují jako kondenzační rozhraní.

Počáteční měsíc

Výpočet zkondenzovaného množství vodní páry se začíná v počátečním měsíci. Ten se stanoví jako první měsíc roku, ve kterém dochází ke kondenzaci. Pokud ke kondenzaci dochází ve všech měsících, vezme se jako počáteční měsíc libovolný měsíc v roce.

Zkondenzované množství

Zkondenzované množství je rozdílem mezi množstvím vlhkosti přicházejícím ke kondenzačnímu rozhraní a množstvím vlhkosti odcházejícím:

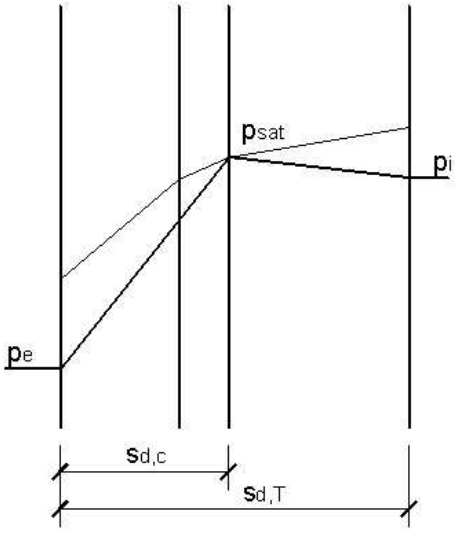
$$g_c = \delta_o \left(\frac{p_i - p_c}{s_{d,T} - {}_{d,c}} - \frac{p_c - p_e}{s_{d,c}} \right) \qquad [\mathrm{kg.m^{-2}.s^{-1}}] \qquad (34)$$

Ve stavebních dílcích s více než jedním kondenzačním rozhraním se provádí záznam zkondenzovaného množství pro každé rozhraní zvlášť. Obecně pro i-té rozhraní:

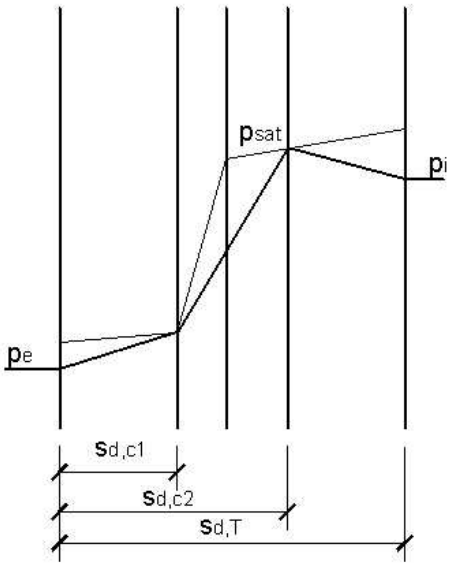
$$g_{c,i} = \delta_o \left(\frac{p_{,i+1} - p_{c,i}}{s_{d,i+1} - s_{d,c,i}} - \frac{p_{c,i} - p_{c,i-1}}{s_{d,c,i} - s_{c,i-1}} \right) \qquad [\mathrm{kg.m^{-2}.s^{-1}}] \qquad (35)$$

Vypařené množství

Pokud je přítomen kondenzát nahromaděný z předchozích měsíců na jednom nebo více rozhraních, pak musí být částečný tlak vodní páry roven částečnému tlaku nasycené vodní páry a průběh částečných tlaků vodní páry musí být vykreslen z přímek mezi hodnotami, které přestavují vnitřní částečný tlak vodní páry, kondenzační rozhraní a vnější částečný tlak vodní páry (viz obr.9-4).



Obr.9-4. V konstrukci dochází k vypařování vodní páry.



Obr.9-5. V konstrukci dochází ke kondenzaci i k vypařování vodní páry.

Vypařené množství se počítá pro každé rozhraní zvlášť a použije se vztahů (34),(35), stejných jako při kondenzaci. Podle zvolené konvence ke kondenzaci dochází, jestliže je výraz kladný, a k vypařování dochází, jestliže je výraz záporný.
V konstrukci s více kondenzačními rozhraními může v určitém měsíci nastat situace, kdy v jednom kondenzačním rozhraní bude docházet ke kondenzaci a v jiném kondenzačním rozhraní k vypařování kondenzátu. Na obr. 8-5 je zobrazen tento případ. V rozhraní c1 dochází ke kondenzaci vodní páry a v rozhraní c2 dochází k vypařování. Zkondenzované a vypařené množství se bude počítat ze vztahu (35).

Vyhodnocení

Výpočet se provede postupně pro každý měsíc. Zkondenzované eventuálně vypařené množství vodní páry se vynásobí počtem sekund v měsíci a získá se tak celkové množství zkondenzované respektive vypařené vlhkosti Gk [$kg.m^{-2}.a^{-1}$] a Gv [$kg.m^{-2}.a^{-1}$]. Akumulovaná vlhkost Ma [$kg.m^{-2}$] se spočte jako součet po sobě jdoucích měsíců.
Konstrukce se posoudí a vyhodnotí podle požadavků (P3)-(P6).

9.2.5. Zdroje možných chyb výpočtu

a) Použití konstantních vlastností materiálů je přibližné, neboť skutečné materiály zabudované v konstrukci jsou často nehomogenní v důsledku konstrukčního uspořádání (napojení desek, fólií apod.) nebo jsou mechanicky poškozené (např. proděravěné kotevními prvky).
b) U řady materiálů se vyskytuje kapilární nasákavost a pohyb kapalné vlhkosti kvůli gravitaci, což může měnit rozložení vlhkosti v konstrukci.
c) Pohyb vzduchu trhlinami nebo ve vzduchových dutinách může způsobovat rozložení vlhkosti podle proudění vzduchu. Déšť nebo tající sníh mohou také ovlivnit vlhkostní podmínky.
d) Skutečné okrajové podmínky nejsou během měsíce konstantní.
e) Většina materiálů je přinejmenším v nějaké míře hydroskopická a může absorbovat vodní páru.
f) Je přepokládáno jednorozměrné šíření vlhkosti.
g) Jsou zanedbána působení solárního a dlouhovlnného záření.

9.3. Výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné zábrany

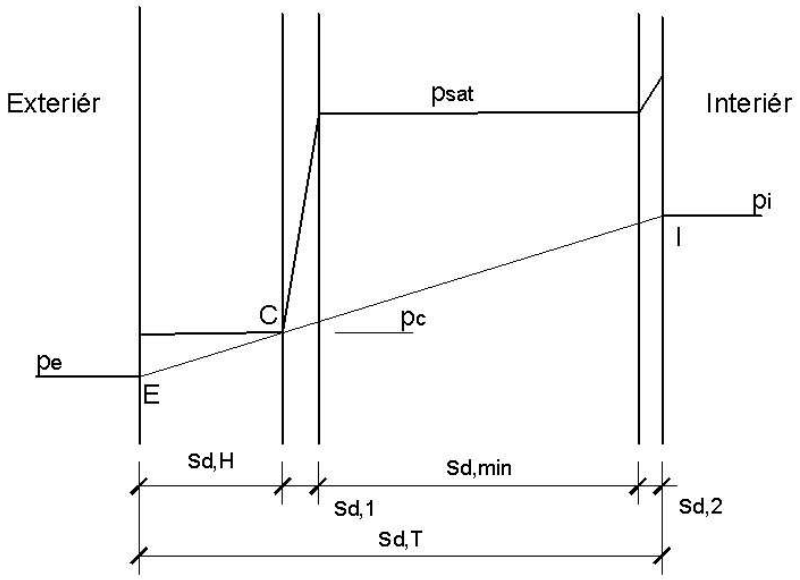
Na základě výpočtu z kapitoly 9.2 lze vypočítat ekvivalentní tloušťku parotěsné vrstvy tak, aby byly splněny některé požadavky na kondenzaci uvnitř konstrukce. Následující výpočty lze použít výhradně pro jednoplášťové střešní konstrukce s klasickým pořadím vrstev, ve kterých dochází pouze ke kondenzaci na rozhraní materiálů.[5]

9.3.1. Aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci

K tomu, abychom vyloučili kondenzaci vodní páry v konstrukci, nelze použít okrajových podmínek z kapitoly 9.2.2, kde bylo užito středních měsíčních hodnot. Pro vnější a vnitřní okrajové podmínky je třeba použít návrhových hodnot podle ČSN 730540-3.[6]

[5] Jedná se cca o 99% jednoplášťových střešních konstrukcí s klasickým pořadím vrstev. Výpočty nelze použít například pro jednoplášťové střešní konstrukce s tepelně izolační vrstvou z pěnového skla, neboť zde dochází ke kondenzaci ve vymezeném prostoru.
[6] Návrhové hodnoty vnějšího prostředí jsou v normě ČSN 730540-3 převzaté z normy ČSN 060210 , kde se návrhová vnější teplota stanoví, jako průměrná teplota pěti za sebou následujících nejchladnějších dnů podle dlouhodobějších meteorologických pozorování.

Pro jednoplášťovou střešní konstrukci s tepelně izolační vrstvou lze parotěsnou vrstvu navrhnout podle obr. 9-6, na kterém je znázorněn typický průběh částečných tlaků vodní páry ve střešní konstrukci.



Obr.9-6. Klasický průběh částečného tlaku vodní páry a částečného tlaku nasycené vodní páry v jednoplášťové střešní konstrukci.

U střech jednoplášťových zpravidla ke kondenzaci vodní páry dochází na rozhraní pod hydroizolační vrstvou. Aby na tomto rozhraní nedocházelo ke kondenzaci vodní páry musí se být hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy $s_{d,min}$ [m] minimálně tak velká, aby hustota toku vodní páry přicházející do konstrukce se rovnala hustotě toku vodní páry z konstrukce vycházející. Tedy:

$$\delta_o \frac{p_i - p_c}{s_{d,1} + s_{d,2} + s_{d,\min}} = \delta_o \frac{p_c - p_e}{s_{d,H}} \tag{36}$$

kde je $s_{d,H}$ ekvivalentní difúzní tloušťka hydroizolační vrstvy a vrstev nad ní.
$s_{d,1}$ ekvivalentní difúzní tloušťka vrstev mezi parotěsnou a hydroizolační vrstvou
$s_{d,2}$ ekvivalentní difúzní tloušťka vrstev, které jsou pod parotěsnou vrstvou
pc částečný tlak vodních par rovný částečnému tlaku nasycených vodních par, obvykle na rozhraní pod hydroizolační vrstvou.

Vhodnou úpravou vztahu (36) dostaneme výraz pro výpočet minimální hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy, při které nebude docházet ke kondenzaci vodních par[7].

$$s_{d,\min} = \left(\frac{p_i - p_c}{p_c - p_e} \right) . s_{d,H} - \left(s_{d,1} + s_{d,2} \right) \qquad \text{[m]} \tag{37}$$

Výpočet podle vztahu (37) se již neprovádí již po měsících, ale provede se pouze jednou pro zadané okrajové podmínky.

[7] Ve výpočtu se počítá s návrhovými hodnotami vnější teploty a částečného tlaku vodní páry stanovené podle normy ČSN 730540-3. Skutečné hodnoty mohou být při nepříznivých klimatických podmínkách nižší, a proto bude docházet k jisté kondenzaci vodních par uvnitř konstrukce.

9.3.2. Aby v konstrukci docházelo k minimální kondenzaci.

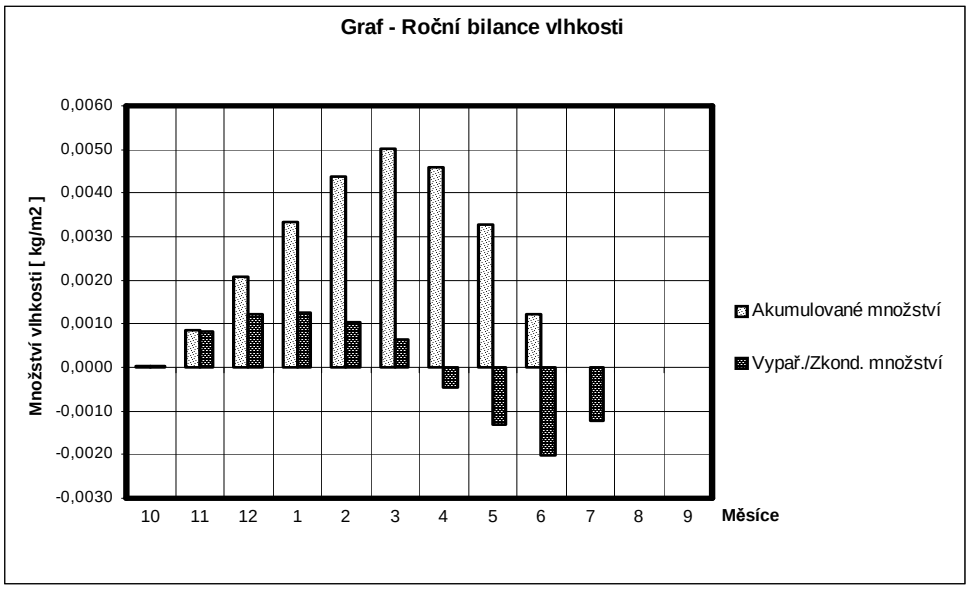
Výpočtem ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy tak, aby v konstrukci docházelo pouze k minimální kondenzaci, se rozumí, že zkondenzované množství vodní páry zůstane v konstrukci po dobu několika hodin anebo dnů s velmi nízkou teplotou vnějšího vzduchu a toto množství se neprojeví ve výpočtu podle kapitoly 9.2. K minimální kondenzaci v konstrukci bude docházet převážně v zimním období, kdy venkovní teplota klesne pod střední měsíční hodnotu teploty venkovního vzduchu.

Výpočet hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy je obdobný jako v předchozí kapitole a provede se podle vztahu (37). Změní se jen okrajové podmínky výpočtu a pro vnější i vnitřní okrajové podmínky se vezmou střední měsíční hodnoty pro nejchladnější měsíc v roce, kterým je v našich klimatických podmínkách leden.

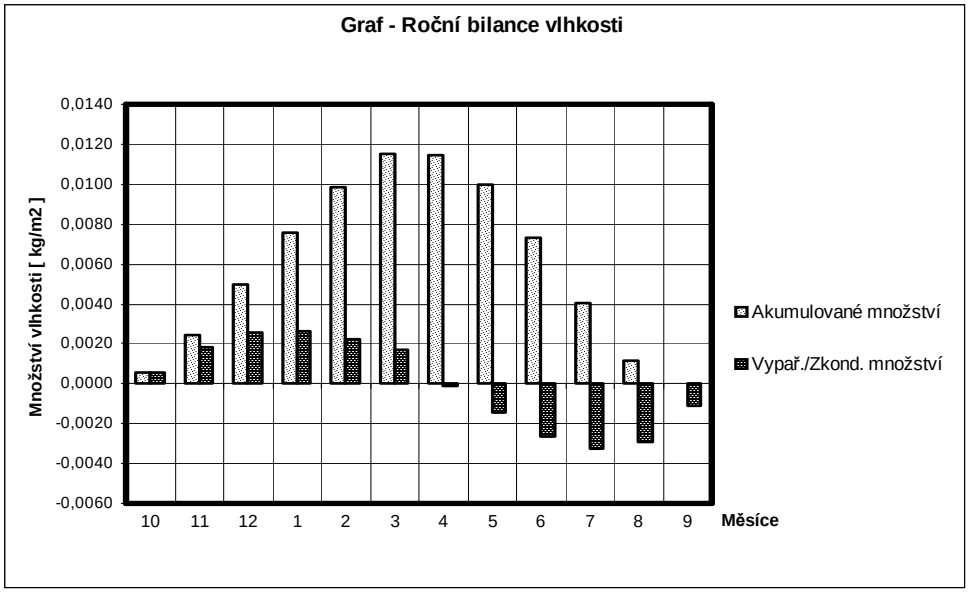
9.3.3. Aby v konstrukci docházelo k omezené kondenzaci.

Výpočtem ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy tak, aby v konstrukci docházelo k omezené kondenzaci, se rozumí, že zkondenzuje takové množství vodní páry, aby byly splněny podmínky (P4) a (P5).

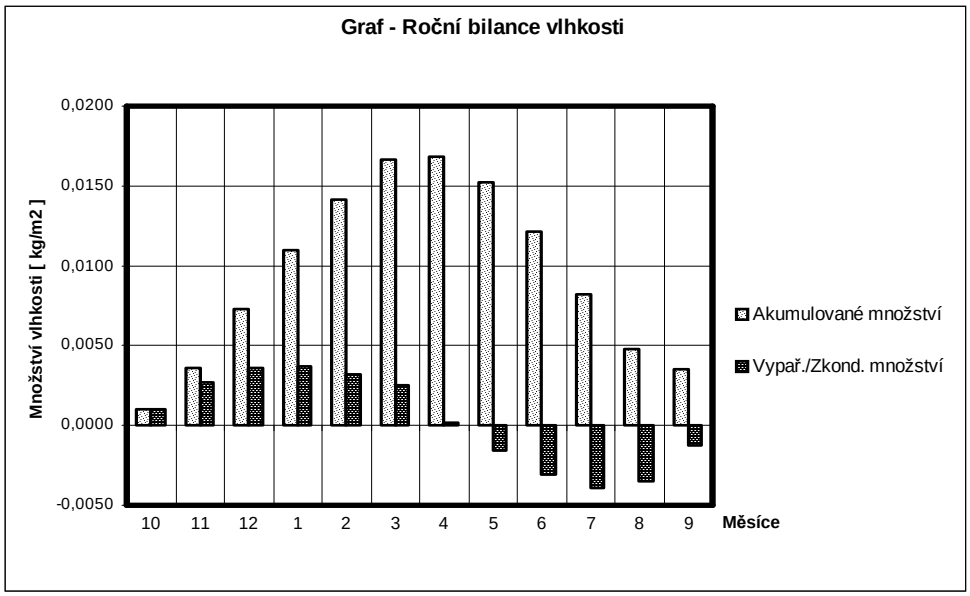
Pro jednoplášťové střechy s klasickým pořadím vrstev s tepelně izolační a parotěsnou vrstvou bude podmínka (P4) splněna vždy, proto rozhodující podmínkou pro výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy bude podmínka (P5), tj. aby se na konci ročního cyklu v konstrukci nenacházel žádný kondenzát. Začlenění této podmínky do výpočtu není jednoduché a jedna z možností, jak tuto podmínku začlenit do výpočtu vyplývá z následujících grafů.



Obr.9-7. Graf průběhu vypařeného/zkondenzovaného a akumulovaného množství vodní páry v konstrukci jednoplášťové střechy s parotěsnou vrstvou během ročního cyklu.



Obr.9-8. Graf průběhu vypařeného/zkondenzovaného a akumulovaného množství vodní páry v konstrukci jednoplášťové střechy s parotěsnou vrstvou během ročního cyklu.



Obr.9-9. Graf průběhu vypařeného/zkondenzovaného a akumulovaného množství vodní páry v konstrukci jednoplášťové střechy s parotěsnou vrstvou během ročního cyklu.

Na obrázcích 9-7. až 9-9. je znázorněn roční průběh akumulovaného, zkondenzovaného a vypařeného množství vodní páry v konstrukci. Na všech grafech je vyhodnocena podle výpočtu z kap. 9.2 střešní konstrukce pouze s odlišenou ekvivalentní difúzní tloušťkou parotěsné vrstvy. Na obrázku 9-6. je dostatečná ekvivalentní difúzní tloušťka parotěsné vrstvy, a tak na konci ročního období v konstrukci není žádný kondenzát. Na obr. 9-8 je parotěsná vrstva s menší difúzní tloušťkou, ale ještě vyhovující podmínce (P5) a na obr. 9-9 na konci ročního období zůstává kondenzát (nestačila se vypařit všechna zkondenzovaná vlhkost), a proto ekvivalentní difúzní tloušťka parotěsné vrstvy je nevyhovující.

Z průběhu zkondenzovaného a vypařeného množství na jednotlivých obrázcích plyne, že pokud má konstrukce vyhovět podmínce (P5), nemělo by ke kondenzaci docházet ve 4. měsíci tj. v dubnu, jak je tomu na obr.9-7 a obr.9-8.

Výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy se provede podle vztahu (37) a za okrajové vnější a vnitřní podmínky se dosadí dubnové střední měsíční hodnoty. Pro bezpečnostní rezervu se minimální hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy vynásobí koeficientem 1,15. Výsledný výpočetní vztah bude mít tedy tuto podobu:

$$s_{d,\min} = \left(\left(\frac{p_i - p_c}{p_c - p_e} \right) . s_{d,H} - \left(s_{d,1} + s_{d,2} \right) \right) . 1{,}15 \qquad [\mathrm{m}] \qquad (38)$$

Výhodou tohoto výpočtu je, že je nezávislý na materiálové skladbě střešní konstrukce. Nevýhodou, že je závislý na průběhu vnějších a vnitřních teplot pro určitou oblast.

10. Posouzení vybraných střešních konstrukcí

Pro definování a rozdělení parotěsných zábran je nezbytné posouzení vybraných skladeb s konkrétními materiály ale s obecnou parotěsnou vrstvou a následné vyhodnocení získaných výsledků.

10.1. Výběr skladeb střešních konstrukcí

Střešní konstrukce pro tepelně vlhkostní posouzení byly vybrány takovým způsobem, aby byla zachována materiálová rozmanitost jednotlivých vrstev střešního pláště a aby byly použity všechny možnosti jeho stabilizace.

10.1.1. Materiály pro jednotlivé vrstvy

Hydroizolační vrstva

Pro hydroizolační vrstvu z asfaltových pásů byly vybrány všechny vyskytující se možnosti uspořádaní a počtu pásů vzhledem k ostatním materiálům střešní konstrukce, byly využity i všechny možnosti stabilizace střešního pláště, které mají vliv na tepelně vlhkostní vlastnosti.
Pro hydroizolační vrstvu z fólií byly vybrány z velké škály výrobků ty fólie, které mají maximální respektive minimální hodnotu ekvivalentní difúzní tloušťky pro daný typ stabilizace střešního pláště a jejichž minimální tloušťka je 1,5 mm. Fólie s tloušťkou menší než 1,5 by se neměly používat pro hydroizolační vrstvu, neboť jsou velmi náchylné k mechanickému poškození.

Tepelně izolační vrstva

Pro výpočty byly vybrány dva nejrozšířenější druhy tepelně izolačních materiálů - expandovaný polystyren a desky s minerálních vláken. U tepelně izolačních dílců se předpokládá, že budou položeny ve více vrstvách se vzájemnými přesahy nebo budou k sobě osazeny na pero a drážku, a tak se není potřeba do výpočtu zahrnou korekci pro součinitele prostupu tepla.

Spádová vrstva

Pro spádovou vrstvu bylo uvažováno s dvěma odlišnými materiály, a to s lehkým betonem - keramzitbetonem, a s tepelně izolačními dílci - z expandovaného polystyrenu, nebo z

minerálních vláken. Do tepelně technického výpočtu bylo uvažováno s minimální tloušťkou spádové vrstvy 0,05 m, která je zpravidla v blízkosti odtokových prvků.

Nosná vrstva a její vnitřní úprava

Pro jednoznačnost výsledků byla zachována pro všechny skladby shodná nosná konstrukce i její vnitřní úprava. Pro nosnou konstrukci byla uvažována deska z železobetonu o tloušťce 150 mm a pro vnitřní úpravu povrchu štuková omítka o tloušťce 1,5 mm.

Parotěsná vrstva

Ve výpočtu je uvažována obecná parotěsná zábrana a hledá se její hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky, které by splňovala požadavky normy na kondenzaci uvnitř konstrukce. Parotěsná vrstva má zanedbatelný vliv na součinitel prostupu tepla celé konstrukce, proto mohla být zvolena její tloušťka na 1 mm a součinitel tepelné vodivosti λ_p = 0,25 W/mK.

10.1.2. Stabilizace střešní konstrukce

Kotvení

Pokud střešní konstrukce byla stabilizována kotvením, bylo počítáno s kotvami z nekorodující oceli, jejichž průměr byl 6,3 mm. Bylo uvažováno s 6 kotvami na m^2, což je počet, který je na straně bezpečnosti (viz kapitola 5.1).

Ostatní způsoby stabilizace střešní konstrukce

Pokud střešní konstrukce byla stabilizována lepením, vařením nebo stabilizační vrstvou, ve výpočtu se tyto typy stabilizace nijak neprojeví.

10.1.3. Posuzované skladby

Posuzované konstrukce střešních plášťů byly rozděleny podle schématu v následujících tabulkách 10-1 a 10-2.

Označení střešní konst.	**A1/A2**	**B1/B2**	**C1/C2**	**D1/D2**	**E1/E2**	**F1/F2**	**G1/G2**
Vrstvy střešní konstrukce	*Použité materiály*						
Hydroizolační vrstva	1 A. PÁS	1 A. PÁS	1 A. PÁS	2 A PÁSY	2 A PÁSY	2 A PÁSY	2 A. PÁSY
Způsob stabilizace pláště	KOT	V	V	KOT	V	KOT	V
Tepelně izolační vrstva	MIN	MIN	EPS	MIN	MIN	EPS	EPS
Parotěsná vrstva	x	x	x	x	x	x	x
Spádová vrstva	KER/MIN	KER/MIN	KER/EPS	KER/MIN	KER/MIN	KER/EPS	KER/EPS
Nosná kce+vnitřní úprava	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET

Tab.10-1. Schéma rozdělení střešních konstrukcí s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů

Označení stř. konst.	**H1/H2**	**I1/I2**	**J1/J2**	**K1/K2**	**L1/L2**	**M1/M2**	**N1/N2**	**O1/N2**
Vrstvy střešní konst.	*Použité materiály*							
Hydroizolační vrstva	F-MAX s_d	F-MIN s_d	F-MAX s_d	F-MIN s_d	F-MAX s_d	F-MIN s_d	F-MAX s_d	F-MIN s_d
Způsob stab. pláště	KOT	KOT	V	V	KOT	KOT	V	V
Tep. izolační vrstva	MIN	MIN	MIN	MIN	EPS	EPS	EPS	EPS
Parotěsná vrstva	x	x	x	x	x	x	x	x
Spádová vrstva	KER/MIN	KER/MIN	KER/MIN	KER/MIN	KER/EPS	KER/EPS	KER/EPS	KER/EPS
Nosná kce + vnit. u.	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET

Tab.10-2. Schéma rozdělení střešních konstrukcí s hydroizolační vrstvou z hydroizol. fólií

Vysvětlivky: A.PÁS - použití jednoho nebo dvou asfaltových pásů
F-MAX s_d - hydroizolační fólie s maximální hodnotou ekviv. dif. tloušťky
F-MIN s_d - hydroizolační fólie s minimální hodnotou ekviv. dif. tloušťky
KOT - střešní plášť je stabilizován pomocí kotvení
V - vrstvy střešního pláště jsou volně položené, vařené nebo lepené
MIN - tepelná izolace (spádová vrstva) je z minerálních vláken
EPS - tepelná izolace (spádová vrstva) je z expandovaného polystyrenu
KER - spádová vrstva je z lehkého betonu (např. keramzitbeton)
BET - nosná konstrukce ze železobetonu + štuková omítka
x - obecná parotěsná vrstva s hledanými vlastnostmi

Seznam posouzených střešních konstrukcí s jednotlivými vrstvami z konkrétních materiálů je uveden v příloze B.

10.2. Výpočet a posouzení skladeb střešních konstrukcí

Všechny posuzované skladby z přílohy B byly spočítány se stejnými vlastnostmi jednotlivých materiálů při zachování totožných okrajových podmínek.

10.2.1. Vlastnosti materiálů

Pro výpočet se použilo návrhových hodnot materiálů převzatých z norem ČSN EN 12524, ČSN 730540-3 nebo z firemní dokumentace. Pokud bylo u materiálu dané rozmezí hodnot, vzala se ta hodnota, která zajišťovala, že výsledek výpočtu bude na straně bezpečnosti. (Např. v [28] je pro pěnový polystyren uvedeno rozmezí hodnot faktoru difúzního odporu μ = 30-70, pro výpočet bylo uvažováno s nižší hodnotou μ = 30, která zaručuje výsledek na straně bezpečnosti).

10.2.2. Okrajové podmínky

Vnější okrajové podmínky byly stanoveny podle kapitoly 9.2.2. Návrhové hodnoty vnější teploty a relativní vlhkosti vzduchu byly stanoveny pro oblast Prahy. Tyto návrhové parametry vnějšího vzduchu jsou pro jednotlivé měsíce uvedeny v příloze C.

Vnitřní okrajové podmínky byly stanoveny podle kapitoly 9.2.2. Návrhová teplota vnitřního vzduchu byla stanovena pro obytnou místnost θ_{ai} = 21°C a ve výpočtu bylo uvažováno s proměnlivou relativní vlhkostí vzduchu během roku, což vede k lepšímu modelování skutečných teplotních a vlhkostních změn v interiéru během ročního cyklu. Pro výpočet bylo uvažováno se 4. vlhkostní třídou podle normy ČSN EN ISO13877.

10.2.3. Výpočet

Samotný výpočet byl proveden v excelovské aplikaci „Kondenzace.xls“[8] shodně pro všechny skladby střešní konstrukce uvedené v příloze B následujícím způsobem.
1) Nejprve byla vypočtena tloušťka tepelné izolace tak, aby byla splněna doporučovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle požadavku (P1), a poté byla tloušťka tepelné izolace zaokrouhlena směrem nahoru na celé centimetry. Do výpočtu celkového součinitele prostupu tepla byl zahrnut vliv kotevních prvků.
2) Byl opakovaně proveden výpočet podle kapitol 9.2.4 a 9.3.1-9.3.3 s postupným zvětšováním ekvivalentní difúzní tloušťky obecně zadané parotěsné vrstvy až do té doby, než

[8] Soubor Kondenzace.xls (MS-Excel) je přiložen k diplomové práci na kompaktním disku.

skladba střešní konstrukce vyhověla požadavkům (P4),(P5) na kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce.

3) O výpočtu byl vytištěn protokol a hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné a hydroizolační vrstvy byly zaneseny do tabulek 10-3 a 10-4.

Označení stř. konst.	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**	**D1**	**D2**	**E1**	**E2**	**F1**	**F2**	**G1**	**G2**
Vrstva	*Ekvivalentní difúzní tloušťka s_d [m]*													
Hydroizolační vrstvy	240,00	240,00	200,00	200,00	240,00	240,00	273,50	273,50	375,00	375,00	460,00	460,00	425,00	425,00
Parotěsná vrstva	*Minimální ekvivalentní difúzní tloušťka $s_{d,min}$ [m]*													
a) dle kapitoly 9.3.1	8048,43	8047,42	6675,13	6674,27	7935,80	7907,76	8996,39	8995,02	11846,07	11843,32	14400,76	14509,92	13280,32	13222,56
b) dle kapitoly 9.3.2	2275,53	2275,92	1887,71	1888,13	2248,51	2243,41	2559,46	2559,78	3413,45	3413,47	4158,34	4181,50	3835,68	3824,16
c) dle kapitoly 9.3.3	166,47	167,32	135,37	136,22	159,32	159,91	190,66	191,50	263,56	264,39	319,70	321,32	293,56	293,82
d) dle výpočtu	**166,30**	**167,10**	**136,10**	**136,40**	**161,00**	**161,00**	**191,00**	**192,00**	**263,00**	**264,00**	**320,00**	**321,00**	**294,00**	**294,00**

Tab.10-3. Ekvivalentní difúzní tloušťka obecné parotěsné vrstvy u posuzovaných skladeb s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů

Označení stř. konst.	**H1**	**H2**	**I1**	**I2**	**J1**	**J2**	**K1**	**K2**	**L1**	**L2**	**M1**	**M2**	**N1**	**N2**	**O1**	**O2**
Vrstva	*Ekvivalentní difúzní tloušťka s_d [m]*															
Hydroizolační vrstvy	440,00	440,00	19,50	19,50	360,00	360,00	19,50	19,50	440,00	440,00	19,50	19,50	360,00	360,00	19,50	19,50
Parotěsná vrstva	*Minimální ekvivalentní difúzní tloušťka $s_{d,min}$ [m]*															
a) dle kapitoly 9.3.1	15308,47	15306,38	667,15	667,78	12337,71	12335,79	657,41	658,02	15256,30	15334,43	659,48	663,30	12374,79	12337,33	654,28	653,00
b) dle kapitoly 9.3.2	4292,69	4292,88	175,55	176,27	3472,80	3473,01	173,65	174,37	4277,87	4293,61	169,50	170,61	3475,84	3469,01	168,71	169,06
c) dle kapitoly 9.3.3	325,64	326,48	0,00	0,00	261,43	262,27	0,00	0,00	318,73	319,92	0,00	0,00	255,62	256,14	0,00	0,00
d) dle výpočtu	**323,00**	**324,00**	**1,00**	**2,00**	**260,00**	**261,00**	**1,00**	**2,00**	**317,00**	**318,00**	**0,00**	**0,00**	**255,00**	**255,00**	**0,00**	**0,00**

Tab.10-4. Ekvivalentní difúzní tloušťka obecné parotěsné vrstvy u posuzovaných skladeb s hydroizolační vrstvou z fólií

Protokoly o všech posouzených skladbách střešních konstrukcí jsou uvedené v příloze D1.

10.2.4. Vyhodnocení výpočtu

Pro skladby s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů - tab. 10-3

1) Minimální hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy, aby skladba vyhověla požadavkům (P4),(P5) na kondenzaci vodní páry, je 136,1 m u skladby označené jako B1.
2) Celkové rozmezí hodnot minimálních difúzních tloušťek obecných parotěsných vrstev, aby skladba vyhověla požadavků (P4),(P5), je 136,1 – 321 m.
3) Zajímavé je, že pokud by v konstrukci nemělo docházet ke kondenzaci, hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy by měla být minimálně 6784,3 metrů!
4) Návrh parotěsné vrstvy je ve všech případech kvůli tomu, že se v průběhu roku zkondenzované množství vodní páry nestačilo vypařit, a proto na konci ročního cyklu v konstrukci zůstával kondenzát.
5) Na výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy má vliv především hydroizolační vrstva. Ostatní vrstvy střešní konstrukce ovlivňují návrh parotěsné vrstvy maximálně o $s_d = \pm 5$ m.
6) Výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky podle kapitoly 9.3.3., aby skladba vyhověla požadavkům (P4),(P5), je s minimální chybou.

Pro skladby s hydroizolační vrstvou z fólií – tab. 10-4

1) Skladby M1,M2 a O1,O2 vyhovují požadavkům (P4),(P5) i bez parotěsné vrstvy.
2) Nejvyšší hodnota ekvivalentní difúzní vrstvy obecné parotěsné vrstvy je 324 m u skladby označené H2.
3) U všech skladeb s minimální hodnotou ekvivalentní difúzní tloušťky hydroizolační vrstvy (s_d = 19,5 m) je velmi vysoké množství zkondenzované vlhkosti, které se pohybuje v rozmezí hodnot 0,074 – 0,099 kg/m^2.
4) U skladeb I1,I2 a K1,K2 byla navržena parotěsná vrstva z důvodu velkého množství zkondenzované vlhkosti. U ostatních skladeb byla navržena parotěsná vrstva z toho důvodu, že se v průběhu roku zkondenzované množství vodní páry nestačilo vypařit, a proto na konci ročního cyklu v konstrukci zůstával kondenzát.
5) Hodnota ekvivalentní tloušťky, aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci vodní páry, se pohybuje v rozmezí hodnot 653 m až 15308,5 metrů u skladby H1.
6) Na výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy má vliv především hydroizolační vrstva. Ostatní vrstvy střešní konstrukce ovlivňují návrh parotěsné vrstvy maximálně o $s_d = \pm 5$ m.
7) Výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky podle kapitoly 9.3.3., aby skladba vyhověla požadavkům (P4),(P5), je s minimální chybou.

Pro posouzení vlivů ovlivňujících výpočet byly z každé tabulky vybrány dvě skladby, které mají maximální respektive minimální hodnotu ekvivalentní difúzní tloušťky navržené obecné parotěsné vrstvy, a tyto čtyři skladby označené jako B1,F2,H2,O1 budou podrobeny další analýze.

10.3. Vlivy působící na výpočet

V předchozí kapitole bylo provedeno posouzení 30 skladeb střešních plášťů za zcela stejných podmínek tak, aby byla zachována materiálová rozmanitost jednotlivých vrstev posuzovaných skladeb. Z celkového počtu skladeb byly vybrány čtyři skladby střešních konstrukcí. Na

těchto čtyřech skladbách bude v této kapitole poukázáno na některé vlivy, které se ve výpočtu neprojevily.

10.3.1. Vliv okrajových podmínek

Ve výpočtu v kapitole 10.2 byly použity pro výpočet pouze jedny okrajové podmínky. Je jasné, že tyto okrajové podmínky budou platit pouze pro jednu oblast a pro jeden typ objektu respektive pro jeden typ místnosti. Pro rozdělení parotěsných zábran je zapotřebí vzít v úvahu větší škálu vnějších a vnitřních okrajových podmínek, která by lépe brala v potaz druh objektu (místností) a jeho geografické umístění.

Vnější okrajové podmínky

Pro vnější okrajové podmínky byla vybrána místa s velmi nízkými a s velmi vysokými hodnotami středních měsíčních teplot vnějšího vzduchu - oblast Jablonce nad Nisou respektive oblast Břeclavi.[9] Střední měsíční průměrné hodnoty vnější teploty a relativní vlhkosti vzduchu pro tyto dvě oblasti jsou uvedeny v příloze C.

Vnitřní okrajové podmínky

Největší vliv na vnitřní okrajové podmínky má zařazení objektu do vlhkostní třídy podle tabulky 9-1. Pokud se opomenou extrémní třídy(tj 1.vlhkostní třída pro objekty se skladovacími prostory a 5. vlhkostní třída pro zvláštní objekty – plavecké bazény, prádelny apod.), zůstanou pouze tři třídy pro běžné stavby. Proto v dalším výpočtu bude uvažováno s 2. a 4. vlhkostní třídou.
Dalším vlivem na výpočet je výběr místnosti, které se může nacházet pod střešní konstrukcí. Pro výpočet byly vybrány následující místnosti:

- obytná místnost, kanceláře apod. s návrhovou teplotou vnitřního vzduchu: $\theta ai = 21$ °C
- chodby, tělocvičny apod. s návrhovou teplotou vnitřního vzduchu: $\theta ai = 16$ °C

Návrhové teploty vnitřního vzduchu byly převzaty s ČSN 730540-3. Bylo uvažováno s proměnlivou relativní vlhkostí vzduchu během ročního cyklu, která se vypočte ze vztahu (28).

Nakonec ze všech možností výběru vnějších a vnitřních okrajových podmínek byly vybrány dvě extrémní kombinace:
- nejpříznivější kombinace - oblast Břeclavi, 2. vlhk. třída, obytná místnost
- nejnepříznivější kombinace - oblast Jablonce nad Nisou, 4.vlhk. třída, chodba

Pro vybrané čtyři skladby B1,F2,H2,O1 byl proveden výpočet podle kapitoly 10.2.3 pro nejpříznivější, respektive nejnepříznivější kombinaci okrajových podmínek. O posouzení každé skladby byl vyhotoven protokol, který je uveden v přílohách D2, D3, a výsledky výpočtu byly zaneseny do tabulek 10-5 a 10-6.

[9] V České republice by se nalezly oblasti s extrémnějšími parametry vnějšího vzduchu. Výběrem oblastí Břeclavi a Jablonce nad Nisou je vybráno rozmezí vnějších parametrů, které zahrnuje cca 90% objektů nacházejících se na území České republiky.

Označení střešní konstrukce	**B1-p**	**F2-p**	**H2-p**	**O1-p**
vrstva	*Ekvivalentní difúzní tloušťka sd [m]*			
Hydroizolační vrstvy	200,00	460,00	440,00	19,50
Parotěsná vrstva	*Minimální ekvivalentní difúzní tloušťka $s_{d,min}$ [m]*			
a) podle kapitoly 9.3.1	6675,13	14509,92	15306,38	654,28
b) podle kapitoly 9.3.2	403,55	896,87	939,95	20,54
c) podle kapitoly 9.3.3	0,00	0,00	0,00	0,00
d) podle výpočtu	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

Tab.10-5. Hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky obecné parotěsné vrstvy u vybraných skladeb střešních konstrukcí posouzených pro nejpříznivější okrajové podmínky.

Označení střešní konstrukce	**B1-n**	**F2-n**	**H2-n**	**O1-n**
vrstva	*Ekvivalentní difúzní tloušťka sd [m]*			
Hydroizolační vrstvy	200,00	460,00	440,00	19,50
Parotěsná vrstva	*Minimální ekvivalentní difúzní tloušťka sd,min [m]*			
a) podle kapitoly 9.3.1	9940,73	21593,25	22791,53	984,43
b) podle kapitoly 9.3.2	2123,11	4731,15	4804,19	191,42
c) podle kapitoly 9.3.3	296,61	690,75	682,09	6,11
d) podle výpočtu	**234,00**	**546,00**	**538,00**	**3,00**

Tab.10-6. Hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky obecné parotěsné vrstvy u vybraných skladeb střešních konstrukcí posouzených pro nejnepříznivější okrajové podmínky.

Vyhodnocení vlivu okrajových podmínek

1) Z tabulky 10-5 je patrné, že pro nejpříznivější kombinaci okrajových podmínek vyhoví všechny skladby i bez navržené parotěsné vrstvy.
2) Rozsah hodnot ekvivalentní difúzní tloušťky, aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci, je 654,3 m až 15306,4 m. Tento velký rozsah je především ovlivněn velkým rozmezím hodnot ekvivalentní difúzní tloušťky hydroizolační vrstvy.
3) Z tabulky 10-6 vyplývá, že pro nejnepříznivější kombinaci okrajových podmínek, minimální hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky, aby skladba vyhověla podmínkám (P4) (P5), je v rozmezí 234 m až 546 m pro skladby s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů a 3 m až 538 m pro skladby s hydroizolační vrstvou z fólií.
4) Návrh parotěsné vrstvy je ve všech případech kvůli tomu, že se v průběhu roku zkondenzované množství vodní páry nestačilo vypařit, a proto na konci ročního cyklu v konstrukci zůstával kondenzát.
5) Výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy podle kapitoly 9.3.3., aby skladba vyhověla požadavkům (P4),(P5), je zatížen velkou chybou, a proto výpočet vzhledem k dosaženým hodnotám nelze použít.

10.3.2. Vliv výpočetního programu

Předešlé skladby střešní konstrukce byly všechny posuzovany v excelovské aplikaci Kondenzace.xls. Pro odstranění možné chyby ve výpočetním programu byly čtyři skladby vybrané v předešlé kapitole posouzeny programem Teplo2002, Svoboda Software. Skladby byly posouzeny pro stejné návrhové hodnoty materiálů a při stejných okrajových podmínkách jako v předešlé kapitole.

V tabulce 10-7 jsou uvedeny výsledky posouzení střešních skladeb pro oba výpočetní programy. Protokoly o výpočtu v programu Teplo2002 jsou v příloze D4.

Výpočetní program	**Kondenzace.xls**	**Teplo2002**
Označení skladby	*Ekvivalentní difúzní tloušťka s_d [m]*	
Okrajové podmínky	Nejpříznivější okr. podmínky	
B1-p	0	0
F2-p	0	0
H2-p	0	0
O1-p	0	0
Okrajové podmínky	Nejnepříznivější okr. podmínky	
B1-n	234,0	262,0
F2-n	546,0	609,0
H2-n	538,0	599,0
O1-n	3,0	6,0

Tab.10-7. Hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky obecné parotěsné vrstvy porovnané pro dva výpočetní programy.

Z tabulky 10-7 je patrné, že hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy jsou pro nejpříznivější okrajové podmínky shodné. Pro nejnepříznivější okrajové podmínky se hodnoty liší, což je dáno jiným výpočetním postupem obou programů.

Program Kondenzace.xls počítá parciální tlak vnitřního prostředí p_i ze vztahu (28), tedy:

$$p_i = p_e + \Delta p \,.1{,}1$$

Program Teplo2002 nejprve vypočítá parciální tlak vnitřního prostředí p_i z podobného vztahu:

$$p_i = p_e + \Delta p$$

tedy bez násobku 1,1. Poté vypočte ze vztahu (15) relativní vlhkost vnitřního vzduchu, ke které přičte bezpečnostní přirážku 5 % relativní vlhkosti, a nakonec z takto získané relativní vlhkosti vnitřního vzduchu opět spočítá parciální tlak vnitřního prostředí.

Násobek 1,1 nebo přirážka 5% jsou bezpečnostní rezervy, kterými se pamatuje na nepřesnost výpočtu. Podle normy ČSN EN ISO 13788 kapitoly 4.2.4 se má násobek 1,1 použít pro výpočet parciálního tlaku pro místnost s proměnlivou relativní vlhkostí během roku, kdežto přirážka 5% se má uplatnit v případě konstantní relativní vlhkosti během výpočtového cyklu.

Další výpočtový postup obou programů je totožný.

10.3.3. Vliv nehomogenních materiálových vlastností – vliv kotvení

Při posuzování skladeb střešních konstrukcí v předešlých kapitolách bylo uvažováno s výrobky s homogenními materiálovými vlastnostmi. Ve skutečnosti však materiály zabudované do skladby střešní konstrukce mohou být nehomogenní v důsledků mechanického poškození, konstrukčního uspořádání apod. Tento vliv je pak rozhodující u tenkých vrstev s velkou hodnotou ekvivalentní difúzní tloušťky. Norma ČSN 13788 uvádí, že u těchto vrstev „ může dojít k poklesu výsledné návrhové hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky až o několik řádů“ a odkazuje se na normu ČSN 735040-3, ve které je uvedeno, že propustnost pro vodní

páru u nehomogenních materiálů se má stanovit buď experimentálně měřením nebo numerickým řešením vlhkostně tepleného pole.
O vlivu propustnosti spár mezi difúzně nepropustnými materiály jakou jsou profilované plechy či plechová krytina na tepelně technický výpočet je pojednáno např. v odborné literatuře [1],[6].
V české odborné literatuře však nikde není uvedeno, jak se projeví vliv proděravění parotěsné zábrany kotevními prvky na její návrhové hodnotě ekvivalentní difúzní tloušťky. Proto se zaměřím na tento vliv podrobněji.
Nejprve uvedu výsledky uváděné v české literatuře na změnu hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky vlivem proděravění tenkých vrstev. V další části se pokusím tento vliv vypočítat pomocí programu využívajícího numerickou metodu MKP a nakonec této kapitoly uvedu výsledky z vlastního experimentálního měření vlivu kotev na změnu návrhové hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy.

Vliv kotvení – v české odborné literatuře

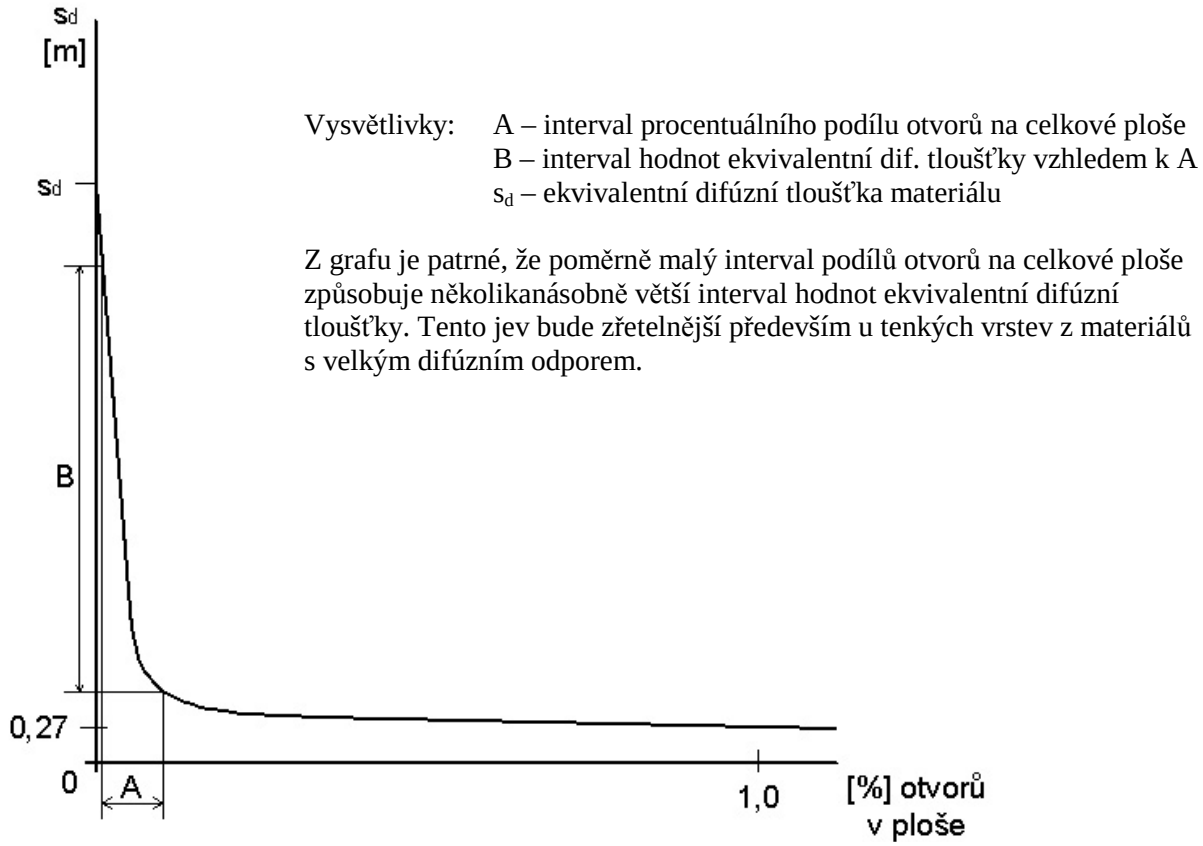
Jak již bylo napsáno výše, norma ČSN 13788 uvádí, že může vlivem poškození nebo konstrukčního upořádání u materiálů s velkým difúzním odporem dojít k poklesu ekvivalentní difúzní tloušťky až o několik řádů. Podle literatury [1] na straně 53„ se doporučuje odborným odhadem snížit podle procenta poškození faktor difúzního odporu až na 10% jeho původní hodnoty“.
Asi jediným, kdo se danou problematikou hlouběji zabývá, je Prof. Ing. F. Mrlík, DrSc., který prováděl měření perforovaných fólií a dalších materiálů. Následující výsledky měření jsou převzaté z literatury [7].
V tabulce 10-7 jsou uvedeny tři materiály proděravěné otvory a jejich výsledné ekvivalentní difúzní tloušťky v závislosti na procentuálním podílu otvorů k celkové ploše vzorku.
- Hliníkový plech: d = 1,0 mm μ = 54000
- Fólie z PVC: d = 0,16 mm μ = 89000
- Laminátové desky: d = 4,1 mm μ = 110

Podíl plochy otvorů k celkové ploše	**Hliníkový plech**	**PVC fólie**	**Laminátové desky**
[%]	*Ekvivalentní difúzní tloušťka s_d [m] (%)*		
0	54,00 (100 %)	14,24 (100 %)	0,45 (100 %)
0,03	5,00 (9,26 %)	3,00 (21,07%)	0,44 (97,78 %)
0,3	0,60 (1,11 %)	0,40 (2,81 %)	0,34 (75,56 %)
0,5	0,47 (0,87 %)	0,33 (2,81 %)	0,31 (68,89 %)
-	*Dále se již uvádí s_d pro materiály společně*		
1,0	0,27		
1,5	0,24		
2,0	0,22		
3,0	0,19		
5,0	0,15		
10,0	0,08		

Tab.10-7. Ekvivalentní difúzní tloušťka materiálů s otvory[7].

Z následující tabulky vyplývá, že při výskytu otvorů nad 1 % z celkové plochy nezáleží na vlastnostech materiálu a hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky klesne na s_d = 0,27 m. Dalším

a více znepokojujícím faktem je, že hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky klesá v závislosti na proděravění procentuálně rychleji u materiálů s vyšší ekvivalentní difúzní tloušťkou než u materiálů s ekvivalentní difúzní tloušťkou nižší.
Otázkou zůstává, jak jsou tyto výsledky měření aplikovatelné na proděravění vrstev střešního pláště vlivem kotvení, neboť při použití 6 kotev na 1 m^2 o průměru dříku kotvy 6,3 mm zaujímá plocha kotev pouhých 0,0002 % z 1 m^2 plochy střechy. Dá se předpokládat, že vlivem předvrtání otvorů příklepovou vrtačkou, které se provádí běžně u železobetonových nosných konstrukcí, vznikne otvor o něco větší než je dřík kotvy. Na druhou stranu nemůžeme počítat s celou vyvrtanou plochou, neboť do otvoru je zasazen kotevní prvek, který je pro vlhkost skoro zcela nepropustný.
Další otázkou zůstává, jak se projeví na šíření vlhkosti proděravění parotěsných zábran, které mají ekvivalentní difúzní tloušťku i o řád větší než materiály, u kterých bylo provedeno měření.
Vzhledem k těmto zjištěním by bylo dobré provést více měření u materiálů s větší hodnotou ekvivalentní difúzní tloušťky a s menším procentem proděravěné plochy, protože z výše uvedených výsledků nelze pro jejich velkou „citlivost“ vyvodit jednoznačný závěr (viz obr.10-1).



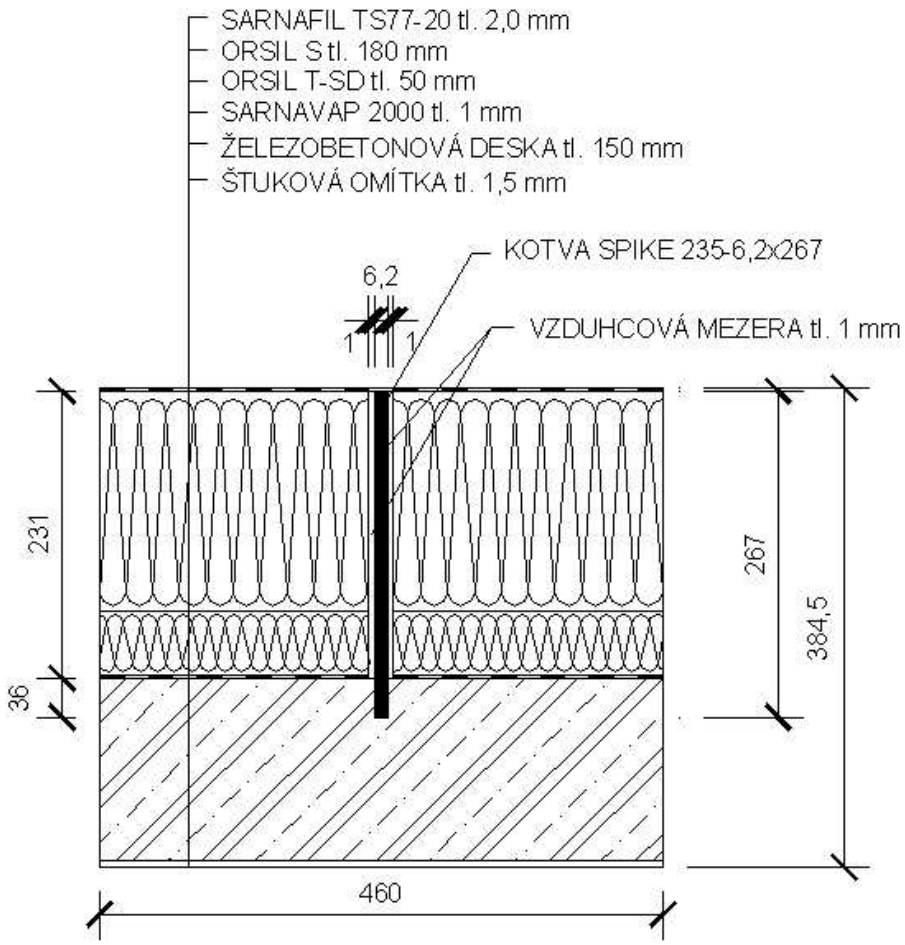
Obr.10-1. Graf závislosti hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky materiálu na jeho procentuálním proděravění otvory.

Vliv kotvení – výpočet

Vzhledem k neuspokojivým výsledkům uváděným v české odborné literatuře jsem použil numerického výpočtu k posouzení vlivu kotvení na změnu hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné vrstvy.

Pro výpočet byl vybrán pro mě dostupný výpočetní program Area2002, Svoboda software, který využívá numerickou metodu MKP a přibližně dokáže řešit celoroční bilanci vlhkosti.

Hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky proděravěné parotěsné zábrany by se vypočítala na základě rozdílu zkondenzovaného množství vlhkosti u skladby s kotevním prvkem (proděravěnou parotěsnou vrstvou) a u skladby bez kotevního prvku.
Do programu byla vymodelována skladba střešní konstrukce označená jako H2, která vyšla nejhůře z hlediska kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce a jejíž stabilizace je kvůli sání větru právě kotevními prvky. Do programu Area2002 byl zanesen detail podle následujícího obrázku 10-1.[10]



Obr.10-2. Detail řezu skladby H2 s parotěsnou vrstvou Sarnavap 2000 a s kotvou Spike, který byl zanesen do programu Area2002

Návrhové hodnoty materiálů skladby H2 byly použity stejné jako u výpočtu kondenzace uvnitř konstrukce. Pro skladbu již nebyla zvolena obecná parotěsná vrstva, ale byla použita parotěsná zábrana Sarnavap 2000 a jako kotevní prvek byla zvolena kotva SPIKE 235-6,3x267. Vzhledem k předvrtání otvoru pro kotvu byla podél kotvy vytvořena vzduchová mezera o tloušťce 1 mm, která vytvářela malý otvor v parotěsné vrstvě. Protože program Area2002 neumí započítat vrstvy tenčí než 1 mm, byly některé vrstvy upraveny na požadovanou tloušťku a jejich návrhové hodnoty následně přepočítány tak, aby odpovídaly

[10] Program Area2002 by řešil tento detail jako dvojrozměrné tepelně vlhkostní pole. Vhodnou transformací se dá stanovit zkondenzované množství pro prostorový rotační výsek konstrukce se stejnou řeznou plochou detailu.

skutečným hodnotám. Pro zjednodušení zadávání byla vypuštěna podkladní destička a kotevní šroub byl brán jako přímý o průměru 6,2 mm. Jelikož program Area2002 řeší pouze dvojrozměrné tepelně vlhkostní pole, byla šířka detailu uzpůsobena tak, aby se zkondenzované množství vlhkosti snadno přepočítalo na trojrozměrné pole.

Protože program Area2002 počítá celoroční bilanci vlhkosti podle normy ČSN 730540-4, byly použity návrhové hodnoty pro vnější okrajové podmínky pro I. teplotní oblast podle ČSN 730540-3 a pro vnitřní okrajové podmínky byly brány návrhové hodnoty pro obytnou místnost (t_{ai} = 21 °C, φ_i = 50 %).

Při výpočtu v programu Area2002 se přišlo na to, že program počítá dvojrozměrné vlhkostní pole pouze přibližnou metodou (neřeší zkondenzované množství vlhkosti dvojrozměrného pole numerickou metodou MKP), a proto výsledky pro výpočet ekvivalentní difúzní tloušťky proděravěné parotěsné vrstvy nelze použít. Od dalších výpočtů pomocí programu bylo upuštěno.
Zkrácené protokoly o výpočtu, stejně jako grafické výstupy z programu jsou uvedeny v příloze E.

Vliv kotvení - měření

V této části kapitoly používám výsledků z experimentálního měření, o němž pojednává 11. kapitola.

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky proděravěných parotěsných fólií. K proděravění parotěsné zábrany došlo pomocí ostrého hrotu připínacího špendlíku a proděravěná plocha zaujímá 0,125% z celkové plochy vzorku.

Číslo vzorku	**Název**	**Výrobce**	**Druh vzorku**	**Naměřená ekvivalentní dif. tloušťka s_d [m]**	
				bez otvorů	**s otvory**
10	Menitex	Sarnafil	fólie – proděr.	52,41	2,86
11	PE-LD	Sarnafil	fólie – proděr.	52,41	2,45

Tab. 10-8 Naměřené hodnoty ekvivalentní dif. tloušťky proděravěných parotěsných fólií.

Z tab.10-8 vyplývá, že při proděravění parotěsné zábrany otvory zaujímající 0,125 % z celkové plochu vzorku, dojde k poklesu hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky na 5,3% (u vzorku č.10) respektive na 4,7% (u vzorku č.11) z její původní hodnoty.
Tyto naměřené hodnoty odpovídají hodnotám, které jsou uvedeny v tabulce 10-7 a ke kterým došel svým měřením Prof. F. Mrlík.

V další tabulce 10-9 jsou uvedeny hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsných zábran proděravěných nasimulovaným použitím kotevních prvků. Postup přípravy vzorků je popsaný v kapitole 12.2.2.

Číslo vzorku	Název	Výrobce	Druh vzorku	Ekvivalentní dif. tloušťka s_d [m]		%
				dle výrobce	naměřené	
12	Parafor Solo S/4	Siplast	A. pás SBS	200	min 91,9	min 46
13	Sklobit	Icopal	A. pás ox.	140	46,0	33
14	Sarnavap 2000	Sarnafil	fólie	306	2,31	0,8
15	Menitex	Sarnafil	fólie	154	1,17	0,8
16	PE-LD	Sarnafil	fólie	108	2,31	2,1

Tab. 10-9 Naměřené hodnoty ekvivalentní dif. tloušťky proděravěných parotěsných zábran.

Z výsledků měření vyplývá jiné chování asfaltových pásů než parotěsných fólií při jejich proděravění kotevním prvkem.
U asfaltových pásů (vzorky 12,13 - plocha vzorků 0,008 m^2) došlo k poklesu hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky na 46 % (vzorek č.12) respektive na 33 % (vzorek č.13) hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky udávané výrobcem. U vzorku č.12 je možné, že naměřená hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky by byla vyšší, neboť z časových důvodů bylo experimentální měření ukončeno.

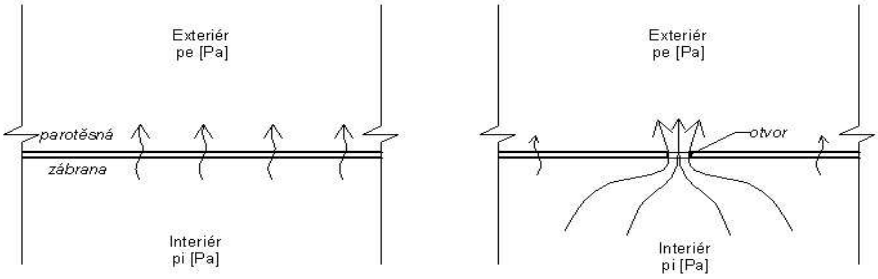
U parotěsných fólií (vzorky 14-15, plocha vzorků 0,002 m^2) došlo k výraznému poklesu naměřených hodnot ekvivalentní difúzní tloušťky. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí 0,8-2,1 % hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky udávané výrobcem..

Rozdílné výsledky pro asfaltové pásy a parotěsné fólie ukazují na to, že asfaltové pásy se dokáží uzavřít kolem kotevního prvku a částečně tak zamezí prostupu vodních par narozdíl od parotěsných fólií..

Tyto výsledky jsou z části aplikovatelné na reálné střešní konstrukce. Vzhledem k tomu, že při 6 kotvách na 1 m^2 připadá na jednu kotvu plocha 0,166m^2, dá se předpokládat, že skutečné hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsné zábrany proděravěné kotevním prvkem budou o něco větší než hodnoty naměřené. Výslednou hodnotu nelze stanovit z váženého průměru poškozené a nepoškozené části parotěsné zábrany, neboť bude docházet k vícerozměrnému šíření vlhkosti. Na skutečné střeše by mělo dojít ke stejnému uzavíratelnému efektu u asfaltových pásů jako nastalo při experimentálním měření.

10.3.4. Vliv jednorozměrného šíření vlhkosti.

Pro výpočet kondenzace vodní páry se uvažuje pouze s jednorozměrným šířením vlhkosti, což je správný předpoklad pokud se uvažuje s homogenními materiály. Pokud jsou do střešní konstrukce zabudovány vrstvy z materiálů s nehomogenními vlastnostmi, které vznikly v důsledku konstrukčního uspořádaní, nebo pokud materiály byly poškozeny (např. kotvením), vzniká v konstrukci vícerozměrné šíření vlhkosti. Dvojrozměrné vedení vlhkosti ukazuje následující obrázek 10-3.



Obr.10-3.Detail řezu konstrukcí znázorňuje jedno a dvourozměrné šíření hmotnostního toku vlhkosti vlivem rozdílného parciálního tlaku vodní páry v exteriéru a interiéru.

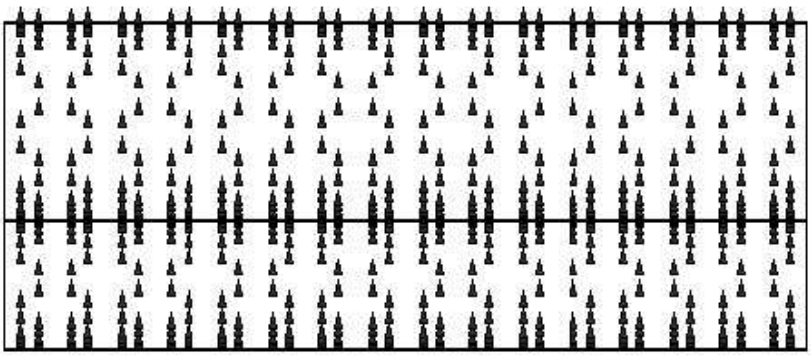
Na pravé části obrázku 10-3 je znázorněn dvojrozměrný hmotnostní tok vlhkosti, který vznikl díky otvoru v parotěsné vrstvě. Tento otvor je vyplněn vzduchem, který má mnohem menší difúzní odpor než parotěsná vrstva, a proto se bude hmotnostní tok vlhkosti snažit dostat do prostředí s nižším parciálním tlakem vodní páry (většinou do exteriéru) právě skrz materiál s nižší hodnotou difúzního odporu. Jde vlastně o analogii s tepelným tokem a otvor v parotěsné vrstvě vyplněný vzduchem můžeme nazvat „vlhkostním mostem“.

Analogie mezi vedením tepla a vedením hmotnostního toku vlhkosti je vidět i z následujících vztahů. Vztah (38) je Fourierovým zákonem tepelné vodivosti a vztah (39) je Fickův zákon difúze.

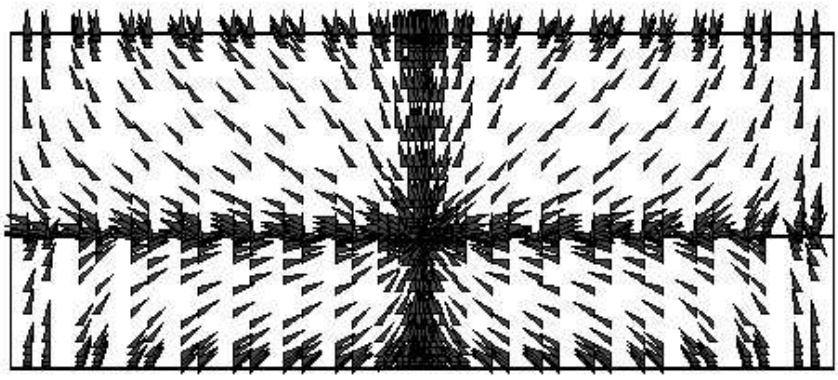
$$\vec{g} = -\delta \; grad \; p \qquad (38) \qquad\qquad \vec{q} = -\lambda \; grad \; T \qquad (39)$$

Vlhkostní mosty se tak především projeví u porušených vrstev s velkou hodnotou ekvivalentní difúzní tloušťky. Budou způsobovat zvýšení hmotnostního toku vlhkosti v místě porušení vrstev s velkým difúzním odporem v mnohem větší míře, než mají vliv tepelné mosty na zvýšení tepelného toku. Pokud si vezmeme pro názornost tohoto tvrzení tepelný most v podobě ocelové kotvy vsazené do tepelné izolace, pak návrhové hodnoty součinitele tepelné vodivosti jsou pro tepelně izolační materiál cca λ = 0,040 W/mK a pro ocel cca λ = 50 W/mK, což je rozdíl hodnot 3 řády. Pokud si vezmeme pro příklad vlhkostního mostu obrázek 10-3 a materiály vzduch a parotěsnou vrstvu Sarnavap 2000, tak jejich hodnoty součinitele difúzní vodivosti jsou pro vzduch $\delta_o = 2 \times 10^{-10}$ kg/(m.s.Pa) (hodnota je převzata z ČSN ISO 13788) a pro Sarnavap 2000 je cca $\delta_p = 2{,}3 \times 10^{-4}$ kg/(m.s.Pa), což je rozdíl hodnot 6 řádů! Znamená to, že jakékoliv proražení parotěsné zábrany způsobí velký vlhkostní most.

K vymodelování vlhkostního mostu byl použit program Area2002, Svoboda Software, který umí řešit dvojrozměrné tepelné pole numerickou metodou MKP. Jelikož je šíření hmotnostního toku vlhkosti analogické k šíření tepla, můžeme tento program za určitých podmínek využít. Do programu je potřeba místo součinitelů tepelné vodivosti zadat součinitele difúze materiálů a všechny je vynásobit konstantou takovým způsobem, aby se rozmezí hodnot materiálů mohlo do programu zadat. Pak již jakákoliv změna parciálních tlaků vyvolá hmotnostní tok vlhkosti danou skladbou.
Tímto způsobem byla do programu Area2002 vymodelována skladba H2 s parotěsnou zábranou Sarnavap 2000. Na obrázku 10-4 je znázorněn směr hmotnostního toku vlhkosti u skladby s neporušenou parotěsnou vrstvou a na obrázku 10-5 je znázorněn směr hmotnostního toku s proděravěnou parotěsnou vrstvou. Otvor v parotěsné vrstvě má šířku 2 mm.



Obr.10-4.Detail řezu skladbou H2, která je s neporušenou parotěsnou vrstvou Sarnavap 2000. Šipky znázorňují směr hmotnostního toku vlhkosti.



Obr.10-5.Detail řezu skladbou H2, která je s porušenou parotěsnou vrstvou Sarnavap 2000. Šipky znázorňují směr hmotnostního toku vlhkosti.

Z obrázků 10-4,10-5 je jasně patrné jednorozměrné respektive dvojrozměrné šíření vlhkosti. Na obrázku 10-5 je vidět vlhkostní most, který vznikl vlivem otvoru v parotěsné zábraně Sarnavap 2000. Bohužel kvůli zjednodušenému zadávání do programu lze zjistit pouze směr vlhkostního toku[11], nelze již zjistit jak velkou hodnotu tento hmotnostní tok vlhkosti bude mít, a proto nelze určit, jak se sníží hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky proděravěné parotěsné vrstvy.
Otázkou zůstává, jak se tyto vlhkostní mosty projeví na šíření hmotnostního toku vlhkosti u skutečné střešní konstrukce a při skutečných okrajových podmínkách.

11. Laboratorní měření

Cílem laboratorního měření je stanovit ekvivalentní difúzní tloušťku parotěsných zábran, které budou mechanicky poškozené např. kotevními prvky.

11.1. Metody měření součinitele difúzní vodivosti materiálů

Pro měření propustnosti materiálů pro vodní páru existuje řada zkušebních metod a postupů. Některé postupy jsou uvedeny v normách (ČSN 72 70 30, ČSN 72 70 31, ČSN 72 70 32, ČSN 770332, ČSN EN ISO 12572) . Většinou využívají miskových metod bez teplotního spádu ke stanovení součinitele difúzní vodivosti. Existují i jiné metody, které např. využívají změnu tepelné vodivosti měřeného média na obou stranách zkušebního vzorku.

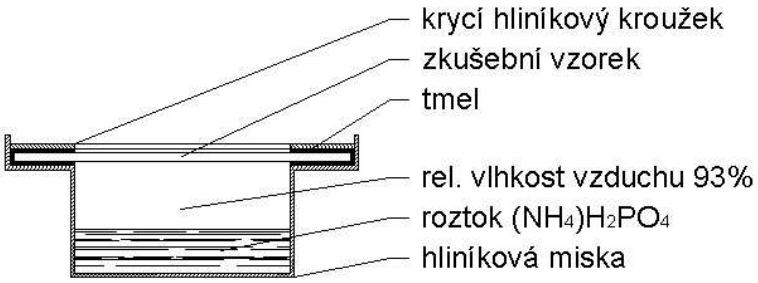
V roce 2002 vstoupila u nás v platnost norma ČSN EN ISO 12572, která sjednocuje postupy založené na miskových metodách. V této normě se rozlišují dva typy metod „mokrá miska“ – Wet Cup a „suchá miska“ – Dry Cup[12].

11.1.1. Metoda Wet-Cup

Metoda Wet-Cup využívá vlhké prostředí uvnitř misky s relativní vlhkostí vzduchu 93%. Toto prostředí zajišťuje nasycený roztok dihydrogenfosforečnanu amonného $(NH_4)H_2PO_4$ (viz obr. 11-1).

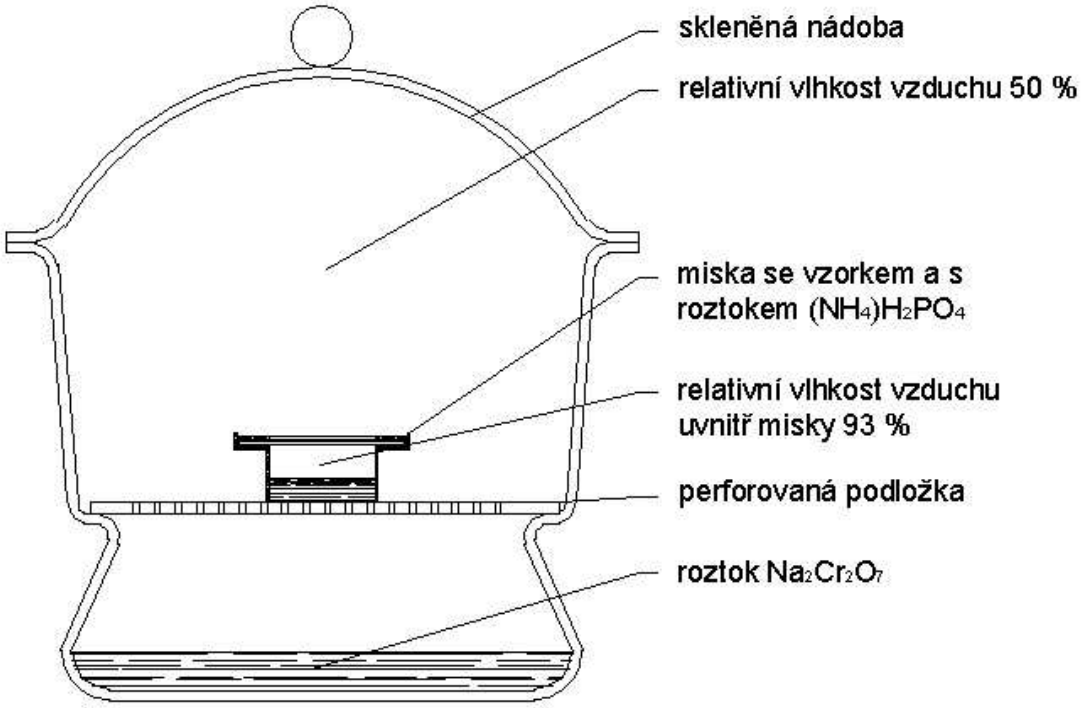
[11] Je zajímavé, že při použití parotěsné zábrany Sarnavap 2000 (sd = 360 m) a železobetonové konstrukce (μ = 100) a při konstantních okrajových podmínkách by hmotnostní tok vlhkosti směřoval k otvoru v parotěsné zábraně ze vzdálenosti cca 3,6 metru. Při použití expanzní vrstvy pod parotěsnou zábranou nebo ochranné textilie, která má faktor difúzního odporu mnohem menší než beton, hmotnostní tok vlhkosti by k otvoru v parotěsné vrstvě směřoval ještě z větší vzdálenosti.

[12] V normě ČSN EN ISO 12572 jsou počeštěny anglické termíny Wet-Cup a Dry-Cup. Jelikož mám zažitou terminologii anglickou, budu ji i v dalším textu využívat.



Obr.11-1. Metoda Wet-Cup – schématický řez miskou.

Prostředí, ve kterém je miska se vzorkem umístěna, má relativní vlhkost vzduchu 50 %, kterou zajišťuje roztok dichroman sodný $Na_2Cr_2O_7$ (viz obr. 11-2).



Obr.11-2.Metoda Wet-Cup. Schématický řez skleněnou nádobou, v níž je umístěna miska se vzorkem.

Výpočet součinitele difúze materiálu

Jelikož vzorek tvoří jedinou propustnou hranici mezi stavy s rozdílným částečný tlakem vodních par (zajištěným rozdílnou relativní vlhkostí vzduchu a konstantní teplotou), dojde k hmotnostnímu toku vlhkosti z prostředí s vyšší relativní vlhkostí do prostředí s relativní vlhkostí nižší. Na základě množství prostupující vlhkosti za jednotku času jednotkou plochy povrchu lze stanovit součinitel difúzní vodivosti materiálu.Vztah pro výpočet součinitele difúze materiálu se získá následujícím odvozením.

Přidáním plochy do rovnice (7) získáme vztah pro difúzní tok G rovinnou plochou.

$$G = \delta_p \frac{A}{d} \Delta p \qquad [\mathrm{kg.s^{-1}}] \qquad (40)$$

Díky vyjádření toku vodní páry pomocí změny hmotnosti za jednotku času

$$G = \frac{\Delta m}{t} \qquad [\mathrm{kg.s^{-1}}] \qquad (41)$$

a spojením vzorců (40) a (41) dostaneme následující vztah..

$$\frac{\Delta m}{t} = \frac{\delta_p A \Delta p}{d} \qquad (42)$$

Jeho vhodnou úpravou dostaneme vztah pro vyjádření součinitele difúze vodní páry materiálu.

$$\delta_p = \frac{\Delta m\, d}{A\, t\, \Delta p} \qquad [\mathrm{kg.Pa^{-1}.s^{-1}.m^{-1}}] \qquad (43)$$

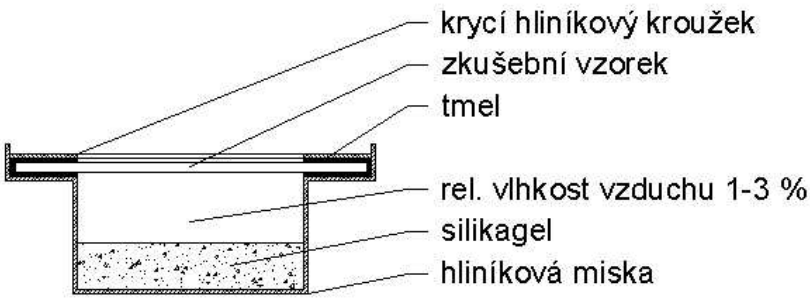
Následně ekvivalentní difúzní tloušťku vzorku vypočteme použitím vztahu (11).

Postup měření

Nejprve se připraví zkušební vzorek, který by měl reprezentovat daný výrobek. Do hliníkové misky se nalije roztok $(NH_4)H_2PO_4$. Na okraj misky se nanese tenkou vrstvou těsnící materiál, který nepropouští vodní páru, nepodléhá fyzikálním nebo chemickým změnám během zkoušky a nezpůsobuje fyzikální nebo chemické změny vzorku. Vzorek se vloží do hrdla hliníkové misky na těsnící materiál a po okraji se utěsní. Na vzorek se přiloží krycí hliníkový kroužek a celá miska se i se vzorkem zváží a vloží do klimatizovaného prostoru.
Misky se pravidelně váží až po dosažení stálé změny hmotnosti za jednotku času. Z údajů jednotlivých vážení se sestrojí graf závislosti změn hmotnosti na čase. Zkouška se ukončí, jestliže nejméně 4 body budou v přímce, což svědčí o stálé rychlosti prostupu vodních par zkoušeným vzorkem.
Metodou Wet-Cup by se měl stanovovat součinitel difúze pro materiály, které jsou po většinu své životnosti v prostředí s vyšší relativní vlhkostí vzduchu.

11.1.2. Metoda Dry-Cup

Metoda Dry-Cup oproti metodě Wet-Cup využívá suché prostředí uvnitř misky. Relativní vlhkost 1 % až 3% zajišťuje silikagel. Mezi silikagelem a měřeným vzorkem by měla být minimální vzdálenost 10 mm (viz. obr. 11-3).



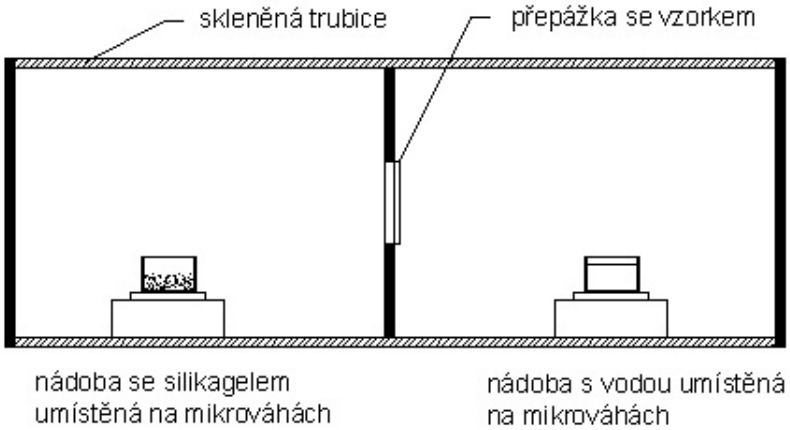
Obr.11-3. Metoda Dry-Cup – schématický řez miskou.

Okolní prostředí, ve kterém je miska se vzorkem umístěna, má relativní vlhkost vzduchu 90% až 100 %, záleží na použitém roztoku.

Postup měření i výpočet součinitele difúze materiálu je stejný jako u metody Wet-Cup. Metoda Dry-Cup poskytuje informace o chování materiálů při nízké relativní vlhkosti vzduchu.

11.1.3. Nestacionární metoda

Tato metoda byla vyvinuta na katedře fyziky Fakulty stavební ČVUT, využívá stejného postupu jako metoda Dry-Cup. V tlustostěnné vzduchově uzavřené skleněné trubici je umístěn vzorek vložený do otvoru v přepážce a rozděluje tak trubici na dvě části. V jedné části je uložena miska s vodou, ve druhé miska se silikagelem. Podmínky na obou stranách vzorku jsou podobné jako uvnitř a vně misky u metody Dry-Cup. Výhodou této zkoušky je, že podmínky na obou stranách vzorku jsou zajištěny po celou dobu experimentu, neboť obě nádoby jsou umístěny na mikrováhách umožňujících zjišťovat změny hmotnosti obou misek a nemusí se během pokusu přemisťovat na váhy mimo trubici. Experiment je ukončen ve stacionárním stavu, kdy se změny hmotnosti obou misek rovnají. Schéma experimentálního zařízení je na obr. 11-4.

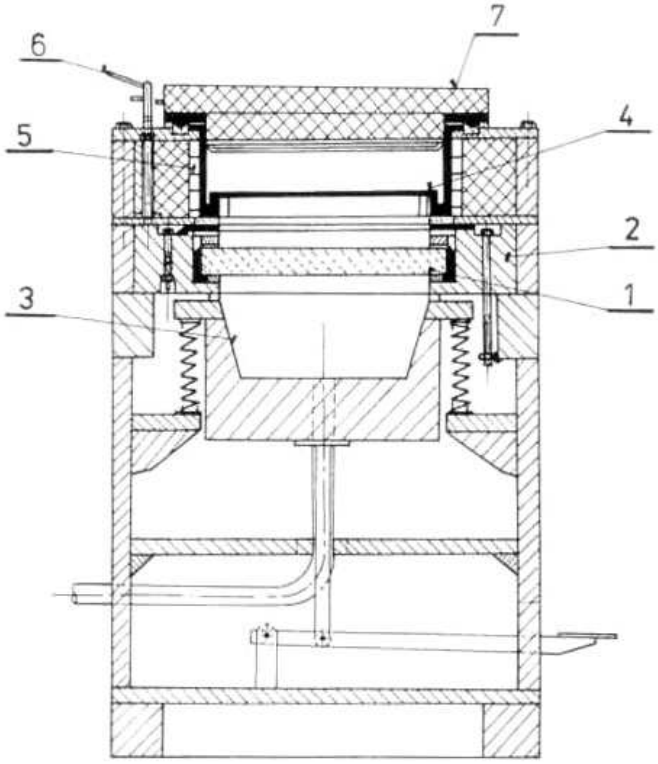


Obr.11-4.Nestacionární metoda. Schéma experimentálního zařízení.

11.1.4. Metoda VÚ Zlín

Miskové metody i metoda stacionární pracují při konstantní teplotě na obou stranách materiálu a neumožňují měření za různých teplotních a vlhkostních podmínek, kterým jsou stavební materiály a konstrukce vystaveny na stavbě. Toto omezení vedlo k vyvinutí přístrojů

umožňující sledovat mimo vlastní difúzi i kondenzaci vodních par, což izotermní metody neumožňují. Tyto přístroje byly vyvinuty ve Výzkumném ústavu pozemních staveb ve Zlíně.



Obr.11-5 .Schéma difúzní skříně pro tok tepla a vodních par zdola nahoru.[7]
1 – zkušební vzorek, 2 – osazovací rám, 3 – proteplovací skříň, 4- sběrná korýtková miska,
5 – zkušební vzorek, 6 – systém přitlačování šroubů, 7 – víko.

Zařízení pro tok tepla a vodních par zdola nahoru (viz. obr.11-5) slouží k ověřování vodorovných konstrukcí, např. částí plochých střech. Měření probíhá v ustáleném stavu teplotního a difúzního pole. Zkoušený materiál o velikosti 500 x 500 mm s maximální tloušťkou 100 mm je utěsněný v osazovacím rámu. Na spodní straně se nachází proteplovací skříň, kterou proudí upravený teplý vzduch z klimatizačního zařízení. Na horní straně se nachází ochlazovací deska.

Zkušební vzorek, který je v osazovacím rámu parotěsně upevněn, vytváří dělící přepážku mezi oběma prostory. Do jednoho prostoru se přivádí teplý upravený vzduch a v prostoru protilehlém je teplota vzduchu nižší a ovlivňuje ji stupeň nastavení chladicích desek. Vodní páry vlivem konstantního rozdílu jejich parciálních tlaků mezi oběma prostory vzorku prostupují zkušebním vzorkem, kondenzují nebo namrzají na sběrné misce a v pravidelných intervalech se odebírají a váží.

Součinitel difúze materiálu δ_p se stanoví jako aritmetický průměr naměřených a ustálených hodnot difúzního toku podle vztahu (43).

11.2. Experimentální část

Cílem laboratorního měření bylo stanovit součinitel parotěsných vrstev, které budou mechanicky porušené např. kotevními prvky.

Prvotním záměrem bylo měřit šíření vlhkosti celou skladbou střešní konstrukce a následně dopočítán součinitele difúzní propustnosti parotěsné vrstvy, což se vzhledem k možnostem metod měření difúze ukázalo nemožným. Přistoupilo se tedy k měření součinitele difúze

samotných parotěsných zábran pomocí metody Wet-Cup, která nejlépe modeluje šíření vlhkosti ve střešní konstrukci.

11.2.1. Časový harmonogram laboratorního měření

V první etapě laboratorního měření se měřily součinitele difúze neporušených parotěsných zábran. V této fázi měření bylo hlavní se seznámit s měřící metodou Wet-Cup a případně odstranit její možné nedostatky.

V druhé etapě laboratorního měření se měřily součinitele difúze stejných parotěsných zábran ale perforovaných díky mechanickému poškození.

Závěrečnou fází bylo analyzování a vyhodnocení získaných dat z měření.

11.2.2. Postup jednotlivých měření

V první etapě měření byly vzorky vyříznuty v z neporušené části parotěsných zábran, které zcela charakterizovaly daný výrobek.

Vzorky pro druhou etapu měření byly upraveny následujícím způsobem. Nejprve byla parotěsná zábrana vložena mezi dvě dřevěné desky. Pomocí příklepové vrtačky byly desky spolu s parotěsnou zábranou provrtány vrtákem o ∅ 6 mm. Z poškozené parotěsné vrstvy byl vyříznut vzorek tak, aby se otvor vzniklý provrtáním nacházel uprostřed zkušebního vzorku. Nakonec se do otvoru vsunula ocelová tyč o průměru 6 mm[13].

Připravené vzorky z první i druhé etapy byly utěsněny v hrdle misek, ve kterých již byl připraven roztok $(NH_4)H_2PO_4$. Následně byla provedena příprava měřící soupravy podle podmínek uvedených v normě ČSN EN ISO 12572 pro metodu Wet-Cup. Misky se zkušebními vzorky (obr. 11-6, 11-7) byly zváženy a umístěny do exsikátoru (obr.11-7), který díky roztoku dichromanu sodnému udržoval konstantní relativní vlhkost vzduchu.

Vážení vzorků vzhledem k malé propustnosti probíhalo v intervalech 72-96 hod. Během průběhu vážení byla namátkově kontrolována relativní vlhkost vzduchu ve skleněné nádobě, vlhkost vně misek nebylo možno kontrolovat. Na následujícím grafu (Obr.11-10) je vynesen modelový průběh zkoušky prostupu vodních par vzorkem pro metodu Wet-Cup.

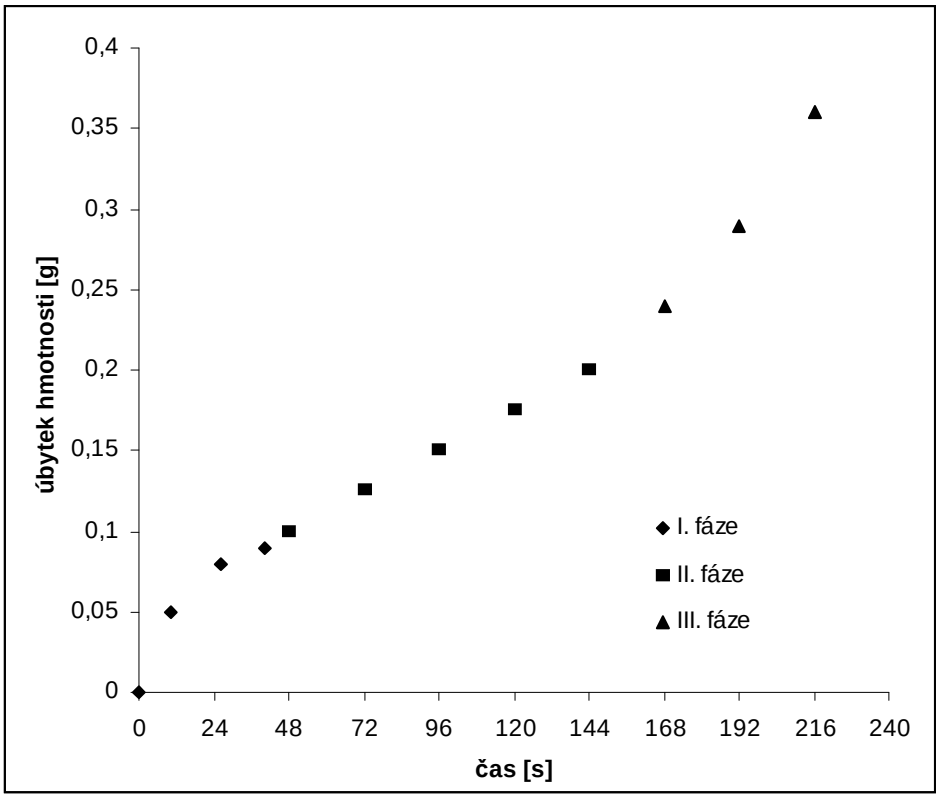
Obr.11-6. Malá hliníková miska (∅50 mm) se zkušebním vzorkem (neporušená parotěsná fólie)

[13] Tento postup přípravy vzorku měl simulovat skutečné provádění kotvení střešního pláště u železobetonové konstrukce, kdy se nejprve předvrtá otvor pro kotvu skrz celou skladbu střešního pláště a poté se kotvící prvek zašroubuje nebo pod tlakem nastřelí.

Obr.11-7. Velká hliníková miska (∅100 mm) se zkušebním vzorkem (simulace proděravění parotěsného asfaltového pásu pomocí kotevního prvku).

Obr.11-8. Uložení misek se vzorky v exsikátoru, který zajišťuje prostředí s konstantní relativní vlhkostí.

Obr.11-9. Špatně utěsněný vzorek, o čemž svědčí vykrystalizovaný $(NH_4)H_2PO_4$ na okraji misky.



Obr.11-10. Modelový příklad úbytku hmotnosti vzorku na čase – Metoda Wet-Cup.

V I.fázi vážení dochází k výrazné změně hmotnosti zkušební misky vlivem uvolňování těkavých složek těsnícího materiálu. Následuje pokles úbytku hmotnosti materiálu do té doby, než se celá soustava dostane do ustáleného stavu.

Ve II. fáze experimentu nastává konstantní úbytek hmotnosti vzorku v čase, což svědčí o konstantním toku difúze. Počátek a konec konstantní změny hmotnosti v čase jsou hledané hodnoty pro výpočet součinitele difúze vodních par.

Ukončení experimentu nastane v případě získání alespoň čtyř měření, kterými se zjistí konstantní úbytek hmotnosti v čase. K přerušení experimentu může dojít, když se poruší vzorek nebo je-li vzorek špatně utěsněn (viz obr. 11-9), a dochází tak k zvýšení nárůstu hmotnosti v čase – III. fáze.

O měření každého vzorku byl vyhotoven protokol, do kterého byla zaznamenána II. fáze experimentu a vypočítané hodnoty součinitele difúze a ekvivalentní difúzní tloušťky materiálu. Všechny protokoly jsou uvedeny v příloze E.

11.2.3. Výsledky měření

V první sérii se měřily parotěsné zábrany z asfaltových pásů, vždy dva vzorky od stejného výrobku. V průběhu měření se zjistilo, že volba těsnícího materiálu je špatná, protože dochází k úniku vodních par mezi vzorkem a hliníkovou miskou. Výsledky této první série měření jsou uvedeny v tab.11-1.

Číslo vzorku	Název	Výrobce	Druh vzorku	Ekvivalentní dif. tloušťka s_d [m]	
				dle výrobce	naměřená
1	Parafor Solo S/4	Siplast	asfal. pás-SBS	200	1,90
2	Parafor Solo S/4	Siplast	asfal. pás-SBS	200	0,30
3	Sklobit	Icopal	asfal. pás-ox.	140	1,50
4	Sklobit	Icopal	asfal. pás-ox.	140	0,51

Tab. 11-1 Naměřené hodnoty ekvivalentní dif. tloušťky asfaltových pásů.

Z tab.11-1 je zřejmé, že naměřené hodnoty jsou zcela nevěrohodné.

Ve druhé sérii se měřily parotěsné zábrany z fólií. Vzhledem ke špatným výsledkům z předchozího měření se použil jiný těsnící prostředek (transparentní silikonový tmel) a vzhledem k časovým a materiálovým možnostem celého experimentu se již měřily vzorky pouze jednou. Výsledky druhé série měření jsou uvedeny v tab. 11-2.

Číslo vzorku	Název	Výrobce	Druh vzorku	Ekvivalentní dif. tloušťka s_d [m]	
				dle výrobce	naměřená
5	Sarnavap 1000	Sarnafil	fólie	198	0,61
6	Sarnavap 2000	Sarnafil	fólie	360	5,02
7	Menitex	Sarnafil	fólie	154	52,41
8	PE-LD	Sarnafil	fólie	108	52,41

Tab. 11-2 Naměřené hodnoty ekvivalentní dif. tloušťky parotěsných fólií.

Z tab. 11-2 vyplývá, že u vzorku 5 a 6 došlo k úniku vodních par skrz okraj vzorku. U vzorku č.5 o tom svědčil na kraji misky vykrystalizovaný roztok $NH_4H_2PO_4$ (viz obr.11-9). U vzorků 7 a 8 došlo během 4 týdnů k minimálnímu poklesu hmotnosti (0,02g). Z časových důvodů muselo být měření neporušených vzorků ukončeno, a proto naměřené hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky vzorků 7,8 se jeví jako přijatelné.

V další částí experimentu se měřily parotěsné fólie proděravěné ostrým hrotem připínacího špendlíku. Vznikly tak otvory zaujímající 0,125% z celkové plochy vzorku. V následující tab. 11-3 je uvedeno srovnání naměřených hodnot ekvivalentní difúzní tloušťky proděravěných a neproděravěných parotěsných zábran.

Číslo vzorku	Název	Výrobce	Druh vzorku	Naměřená ekvivalentní dif. tloušťka s_d [m]	
				bez otvorů	s otvory
9	Sarnavap 2000	Sarnafil	fólie – proděr.	5,02	1,56
10	Menitex	Sarnafil	fólie – proděr.	52,41	2,86
11	PE-LD	Sarnafil	fólie – proděr.	52,41	2,45

Tab. 11-3 Naměřené hodnoty ekvivalentní dif. tloušťky proděravěných parotěsných fólií.

Z tab.11-3 vyplývá, že při proděravění parotěsné zábrany otvory zaujímající 0,125 % z celkové plochu vzorku, dojde k poklesu ekvivalentní difúzní tloušťky na 5,3% (vzorek č.10) respektive na 4,7% (vzorek č.11) z její původní hodnoty.

V druhé etapě experimentu byly připraveny vzorky, které měly simulovat proražení parotěsné zábrany kotvícím prvkem. Naměřené hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky takto upravených vzorků pro asfaltové pásy jsou uvedeny v tab.11-4

Číslo vzorku	**Název**	**Výrobce**	**Druh vzorku**	**Ekvivalentní dif. tloušťka s_d [m]**	
				dle výrobce	**naměřené**
12	Parafor Solo S/4	Siplast	A. pás SBS + kotva	200	min 91,9
13	Sklobit	Icopal	A. pás ox + kotva	140	46,0

Tab. 11-4 Naměřené hodnoty ekvivalentní dif. tloušťky proděravěných asfaltových pásů kotevním prvkem.

U vzorků 12.a 13 došlo v průběhu měření nejprve k velkému úbytku hmotnosti. Zhruba po 48 hodinách od začátku měření byly úbytky hmotnosti v čase již zanedbatelné a dokonce u vzorku č. 12. úbytek hmotnosti nebyl změřitelný ani do konce celého experimentu. U vzorku č.13 hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky poklesla na 32% hodnoty ekvivalentní tloušťky udávané výrobcem.

Číslo vzorku	**Název**	**Výrobce**	**Druh vzorku**	**Ekvivalentní dif. tloušťka s_d [m]**	
				dle výrobce	**naměřené**
14	Sarnavap 2000	Sarnafil	fólie + kotva.	306	2,31
15	Menitex	Sarnafil	fólie + kotva.	154	1,17
16	PE-LD	Sarnafil	fólie + kotva	108	2,31

Tab. 11-4 Naměřené hodnoty ekvivalentní dif. tloušťky proděravěných parotěsných fólií kotevním prvkem.

Z tab. 11-4 vyplývá, že u vzorku, který má plochu cca 0,002 m^2 a který byl proděravěn kotvícím prvkem, hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky se snížila u vzorků číslo 14 a 15 na 0,8% a u vzorku č.16 na 2,1% hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky udávané výrobcem.

Shrnutí výsledků měření

1) Vzhledem k tomu, že měření difúze je ovlivněno mnoha faktory a časově je velmi náročné, bylo by dobré v měření pokračovat a potvrdit tak naměřené výsledky. Norma ČSN EN ISO 12572 stanovuje u vzorků s plochou menší než 0,02 m^2 provést minimálně 5 měření pro jeden výrobek. Jelikož experimentální měření probíhalo pouze jednou pro určitý vzorek (kromě první série), zjištěné výsledky mohou být zatíženy poměrně značnou chybou.

2) U vzorků parotěsných zábran proděravěných ostrým hrotem, kdy plocha otvorů zaujímala 0,125% z celkové plochy vzorku, došlo ke snížení hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky v průměru na 5% hodnoty neporušených vzorků. Tyto výsledky jsou srovnatelné s výsledky, které byly publikovány v odborné literatuře [7].

3) U vzorků parotěsných zábran z asfaltových pásů proděravěných nasimulovaným kotevním prvkem došlo k poklesu hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky na 33-46 % hodnoty udávané výrobcem a u fólií ke snížení hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky v průměru na 1,25 % hodnoty udávané výrobcem.

4) Tento značný rozdíl mezi hodnotami naměřenými u asfaltových pásů a u fólií může být způsoben částečným uzavřením otvoru podél kotevního dříku asfaltovým pásem.

11.2.4. Zdroje možných chyb měření.

1) Špatně utěsněný vzorek – v případě, že je vzorek špatně utěsněn nebo je použito nevhodného těsnícího materiálu, dojde ke zvýšení difúzního toku.
2) Rozměry vzorku – pokud jsou špatně změřeny tloušťka nebo plocha vzorku, dojde k chybnému stanovení součinitele difúzní vodivosti. U materiálů s velkým difúzním odporem by měla být plocha měřeného vzorku co největší.
3) Přesnost vážení – pro vážení vzorků je důležité mít co nejcitlivější váhy, obzvláště u vzorků s velkým difúzním odporem, kde úbytky hmotnosti jsou v čase minimální. Norma ČSN EN ISO 12572 doporučuje váhy s přesností vážení na 0,001 g.
4) Řízení podmínek týkajících se prostředí – rozdíl parciálních tlaků vodní páry je hnací silou celé zkoušky. Odchýlení od podmínek stanovených normou způsobí nepřesnost naměřených hodnot.
5) Změna atmosferického tlaku během zkoušky – u výrobků s nízkou propustností vodní páry, obzvláště u tenkých fólií, mohou výsledky ovlivnit velké změny tlaku v jednotlivých dnech. Musí se brát vliv vztlaku, buď zahrnutím změny váhy samotného zkušebního vzorku – „padákový efekt“, bez vodného nasyceného roztoku, nebo prodloužením zkoušení na několik týdnů, a pro další rozbor vybrat hodnoty naměřené ve dnech s podobným atmosferickým tlakem.

12. Definování a rozdělení parotěsné vrstvy

Tato předposlední kapitola uzavírá celou moji práci. Měl bych v ní definovat a rozdělit parotěsnou vrstvu na základě výsledků z předešlých kapitol. Jelikož zatím neexistuje podobné dělení, pokusím se spíše navrhnou než podat definitivní podobu rozdělení parotěsných zábran.

12.1. Definováni parotěsné vrstvy

Nejprve bych rád vymezil tři pojmy, které jsou si podobné a často se zaměňují. Jsou jimi: parotěsná vrstva, parotěsná zábrana a parozábrana.

Parotěsná vrstva - je vrstva stavební konstrukce omezující pronikání vodní páry obvykle z vnitřního prostředí do stavební konstrukce, kde by v důsledku poklesu teploty došlo ke kondenzaci vodních par. Zkondenzované množství vodní páry by mohlo následně ohrozit požadovanou funkci nebo zkrátit životnost stavební konstrukce.

Omezením pronikání vodní páry se rozumí omezení difúze (pohyb vodní páry vyvolaný gradientem částečného tlaku vodní páry) a proudění vlhkosti (pohyb vodní páry vyvolaný prouděním vzduchu).

Parotěsná zábrana - je materiál nebo výrobek, který se používá pro parotěsnou vrstvu. Parotěsná zábrana může být např. asfaltový pás nebo fólie apod.

Parozábrana – je zkrácený výraz pro parotěsnou zábranu.

12.2. Rozdělení parotěsných zábran.

Nejvhodnějším měřítkem pro rozdělení parotěsných zábran je veličina ekvivalentní difúzní tloušťka s_d [m], která vyjadřuje ekvivalentní difúzní tloušťku vrstvy vzduchu, která by kladla stejný difúzní odpor jako tloušťka vrstvy konstrukce (materiálu). Tato veličina přesně klade důraz na požadovanou funkci parotěsných zábran – propustnost či nepropustnost pro vodní páry, a proto pro rozdělení parotěsných zábran je nejvhodnější.

Následné dělení parotěsných zábran je podle ekvivalentní difúzní tloušťky. Vychází z 10. kapitoly, kde bylo provedeno posouzení skladeb střešní konstrukce tak, aby byla zachována materiálová rozmanitost jednotlivých vrstev a způsoby stabilizace střešního pláště. Bylo počítáno s běžným rozsahem jak vnějších tak i vnitřních okrajových podmínek. Do následného rozdělení parotěsných vrstev není zahrnut vliv nehomogenních materiálových vlastností, vliv proděravění parotěsné zábrany kotevními prvky ani vliv vícerozměrného šíření vlhkosti. Tyto vlivy se musejí posuzovat jednotlivě pro každou konstrukci zvlášť, a proto se nedají začlenit do celkového rozdělení parotěsných zábran.

Návrh rozdělení parotěsných zábran do čtyř kategorií.

0,5	<	s_d	≤	100 m	- I. kategorie
100	<	s_d	≤	600 m	- II. kategorie
600	<	s_d	≤	1500 m	- III. kategorie
		s_d	>	1500 m	- IV. kategorie

I. kategorie – Parotěsné zábrany nesnadno propustné pro vodní páru. Navrhovaly by se především kvůli omezení velikosti hmotnostního toku vodních par při malém vnitřním a vnějším klimatickém zatížení. U lehkých střešních konstrukcí by se navrhovaly z důvodů neprůvzdušnosti střešní konstrukce.
II. kategorie – Parotěsné zábrany těžko propustné pro vodní páru. Používaly by se pro běžné občanské a bytové objekty při běžných klimatických poměrech.
III. kategorie – Parotěsné zábrany velmi těžko propustné pro vodní páru. Používaly by se pro velké vlhkostní zatížení vnitřních prostorů nebo pro vnější nepříznivé klimatické podmínky.
IV. kategorie – Parotěsné zábrany nepropustné pro vodní páru. Navrhovaly by se v extrémních klimatických podmínkách a tam, kde by hrozilo veliké riziko ztráty funkčnosti a snížení životnosti střešní konstrukce z důvodu možné kondenzace vodních par ve střešní konstrukci.

Odůvodnění výběru čtyř kategorií

První hraniční bod s_d = 0,5 m.
Tento hraniční bod je uveden v normě DIN 4108-3:2001, kde rozděluje materiály na difúzně propustné a na materiály difúzně málo propustné.

Druhý hraniční bod s_d = 100 m
Hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky s_d = 100 m se již objevila v české odborné literatuře. Při posouzení 30 skladeb pro vnější okrajové podmínky - oblast Prahy, a vnitřní okrajové podmínky - 4. vlhkostní třídu a obytnou místnost, byly výsledné hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky obecné parotěsné vrstvy v rozmezí hodnot s_d = 136 m až 321 m. Proto hodnota s_d = 100 m se jeví jako optimální dolní mez pro parotěsné zábrany při běžných klimatických podmínkách.

Třetí hraniční bod s_d = 600 m
Při posouzení všech skladeb střešních konstrukcí a při volbě nejnepříznivějších okrajových podmínek byla vypočtena nejvyšší minimální hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky obecné parotěsné vrstvy tak, aby celá skladba vyhověla normovým požadavkům. Její hodnota je s_d = 546 m. Proto hraniční hodnota s_d = 600 m se jeví jako optimální horní mez pro parotěsné zábrany při běžných klimatických podmínkách.

Čtvrtý hraniční bod s_d = 1500 m.
Tato hodnota je uváděna v normách DIN 4108-3:2001 a ČSN EN ISO 12572, kde se materiály s větší hodnotou ekvivalentní difúzní tloušťky považují jako materiály nepropustné pro vodní páru.

Aplikování navržených kategorií parotěsných zábran na konkrétní výrobky

V následující tabulce 12-1 jsou vybrané některé parotěsné zábrany, které jsou rozdělené do navržených kategorií.

Název výrobku	Typ výrobku	Výrobce	s_d [m]	Kategorie
Alfobit Al S 25 J	A. pás	JCP Šturovo	362	**II.**
Alu-Ventitherm	A. pás - SBS	Icopal	1617	**IV.**
Alventbit Al S 42 H	A. pás	JCP Šturovo	659	**II.**
Awa AL - HR S4	A. pás - SBS, Al vložka	Awa	1500	**III.**
Bitalbit S	A. pás - ox.+ Al vložka	Detchona	1050	**III.**
Bitulep Al 20	A. pás	JCP Šturovo	376	**II.**
Derbigum Derbicoat ALU	A. pás - APP+Al vložka	Simpex	500	**II.**
Dörken Delta-Fol Reflex	Folie z PE, PES + Al	Dörken	400	**II.**
Dörken Delta-Fol WS	Folie z PE	Dörken	40	**I.**
Fatrapar P druh 21	Félie z PE	Fatra	100	**I.**
Foalbit Al S 40	A. pás - ox +Al vložka	JCP Šturovo	791	**III.**
Gefitas AL	Folie z PE + Al	Definex Jackon	300	**II.**
Gefitas PE	Folie z PE	Definex Jackon	100	**I.**
Grünau PE	Folie z PEHD	Grunau Illertissen	160	**II.**
Jutafol N 110 Special	Folie PE, mřížka PP	Juta	46	**I.**
Jutafol N 140 Special	Folie PE, mřížka PP	Juta	43	**I.**
Jutafol N 220 Special	Folie PE, mřížka PP	Juta	78	**I.**
Jutafol N AL 170 Special	Folie PE, mřížka PP, Al	Juta	188	**II.**
Micotherm	A. pás - SBS +Al vložka	Icopal	1505	**IV.**
Mikoral Sk	A. pás - Al vložka	Icopal	2025	**IV.**
Nicobar 170 SE	Folie PE, Al	Nicolon	300	**II.**
Nicobar 270	Folie PE(PP vlákna) + Al	Nicolon	300	**II.**
Nicobar 310 SE	Folie PE(PP vlákna) + Al	Nicolon	300	**II.**
Nicofol SUV 170	Folie PE	Nicolon	47	**I.**
Nicofol SUV 306	Folie PE	Nicolon	57	**I.**
ParafolEnrobe Alu	A. pás - ox.+ Al vložka	Atab	56	**I.**
PE-LD	Folie PE-LD	Sarnafil AG	108	**II.**
Pluvitec Maxitech Bar. Vapore	A. pás - APP, PES	Bohemia FR	800	**III.**
Sarnavap 1000	Folie PE	Sarnafil AG	198	**II.**
Sarnavap 2000	Folie PE	Sarnafil AG	360	**II.**
Sarnavap 4000	Folie PE	Sarnafil AG	800	**III.**
Sepaten S-02	Folie LDPE	Granitol	41	**I.**
Sikavap N	Folie mPVC	Sika	171	**II.**

Tab. 12-1 Parotěsné zábrany rozdělené do navržených kategorií.

13. Závěr

Na závěr se pokusím v několika bodech shrnout to, o čem se domnívám, že je přínosem této diplomové práce.

1) Parotěsné vrstvy byly rozčleněny do čtyřech kategorií podle vlhkostního namáhání, čímž by se měla zjednodušit terminologie. Měl by se usnadnit výběr kvalitních výrobků pro parotěsnou vrstvu, a tím se snad sníží možnost záměny materiálů a prodlouží se životnost nejen střešních konstrukcí.
2) Při posuzování střešních skladeb se přišlo na odchylky ve výpočetních programech, které posuzují kondenzaci vodních par uvnitř střešního pláště podle stejného normového postupu.
3) Při zjišťování ostatních vlivů, které nejsou zahrnuty do výpočtu kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce, se na základě publikovaných výsledků měření, které byly potvrzeny i experimentálním měřením, zjistilo, že minimální proděravění vrstvy s velkým difúzním odporem snižuje výrazně její hodnotu ekvivalentní difúzní tloušťky. Hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky klesá v závislosti na velikosti proděravěné plochy procentuálně rychleji u materiálů s větším difúzním odporem. Na skutečné střeše však procento proděravěné plochy k celkové ploše může být i několikanásobně menší než při laboratorních měřeních, proto by bylo dobré provést více měření u materiálů s větší hodnotou ekvivalentní difúzní tloušťky a s menším procentem proděravěné plochy.
4) Při proděravění vrstvy s velkým difúzním odporem bude ve střešní konstrukci docházet k vícerozměrnému šíření vlhkosti. Budou vznikat „vlhkostní mosty“, které jsou analogií k tepelným mostům a hmotnostní tok vlhkosti, který bude směřovat do stavební konstrukce, se zvýší. O kolik se zvýší, nebylo možné stanovit. Bylo by dobré provést numerické vyhodnocení tohoto problému pomocí MKP a namodelovat tepelně vlhkostní pole skutečné střechy při okrajových podmínkách, které by lépe odpovídaly skutečnosti.
5) Při experimentálním měření byl zaznamenán výrazný pokles hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky proděravěné parotěsné fólie, která byla proděravěná nasimulovaným kotevním prvkem. Pokles hodnoty byl až na 0,8-2,1% hodnoty udávané výrobcem. Vzhledem k malému počtu provedených měření, může být tento výsledek zatížen poměrně značnou chybou.
6) Při experimentálním měření byl zaznamenán pokles hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky asfaltových pásů proděravěných nasimulovaným kotevním prvkem na 32-46 % hodnoty udávané výrobcem. Opět toto měření může být zatíženo velkou chybou vzhledem k malému počtu měření.
7) Rozdíl ve výsledcích měření u asfaltových pásů a parotěsných fólií může být způsoben lepším uzavřením otvoru u dříku kotevního prvku u asfaltových pásů.
8) Vzhledem k zde uvedeným bodům 3)-7) bych navrhoval provést důkladnější vyhodnocení vlivu kotevních prvků na proděravění vrstev střešní konstrukce. Nebo nepoužívat kotvení jednoplášťových střešních konstrukcí jako jeden z možných způsobů stabilizace střešního pláště proti sání větru a používat buď lepení jednotlivých vrstev na sebe nebo použít stabilizačních vrstev. Další možností je užití střechy s obráceným pořadím vrstev, která při vhodně zvolené tloušťce tepelné izolace obvykle zcela vylučuje kondenzaci vodních par ve střešním plášti.

Literatura

[1] HANZALOVÁ, L.,ŠILAROVÁ, Š. a kolektiv. *Ploché střechy - navrhování a sanace*. Praha: Public History, 2001. 397s. ISBN 80-86445-08-9.

[2] HANZALOVÁ, L.,ŠILAROVÁ, Š. *Konstrukce pozemních staveb 40 – Zastřešení*. Praha: ČVUT, 2002. 244s. ISBN 80-01-02604-3.

[3] FAJKOŠ, A. *Ploché střechy*. Brno: VUT, 1997. 80s. ISBN 80-214-0973-X.

[4] NOVOTNÝ, M., MISAR, I. *Ploché střechy*. Praha: Grada, 2003. 180s. ISBN 80-7169-530-0

[5] HÁJEK, V., NOVÁK, L., ŠMEJCKÝ, J. *Konstrukce pozemních staveb 30 – Kompletační konstrukce*. Praha: ČVUT, 1996. 451s. ISBN 80-01-01490-8.

[6] KULHÁNEK, F., TYWONIAK, J. *Stavební fyzika 20 – Stavební tepelná technika*. Praha: ČVUT, 2000. 140s. ISBN 80-01-02219-6.

[7] VAVERKA, J.,CHYBÍK, J., MRLÍK, F. *Stavební fyzika 2 – stavební tepelná technika.* Brno: Vutium, 2000.420s. ISBN 80-214-1649-1

[8] KAPIČKOVÁ,O., VODÁK,O. *Fyzika 20 – Termodynamika.* Praha: ČVUT, 1998. 110s. ISBN 80-01-01728-1

[9] ČERNÝ, R. *Fyzika. Transportní jevy.* Praha: ČVUT, 1993. 193s. ISBN 80-01-01040-6

[10] MRLÍK, F. Problémy při výzkumu difúze vodních par ve stavebních materiálech a konstrukcích. *Zdravotní technika a vzduchotechnika.*1980, roč.23, č.6, s.321-337.

[11] CHALOUPKA, K. Vybíráme tepelnou izolaci pro plochou střechu. *Ročenka střechy 2001*, 2001,s.56-62.

[12] HAJŠMAN, L. *Analýza vlastností soustavy. Obvodový plášť – finální nátěr.* Praha: ČVUT, 2000.

[13] SLAVÍČKOVÁ, J. *Nové stavební tabulky – Izolace proti vodě. Střešní krytiny.* Praha: Ehrman & Forter, 1999. ISBN 80-902397-2-2

[14] ČSN 730540-1 : 1994 *Tepelná ochrana budov – Část 1: Termíny definice veličiny pro navrhování a ověřování.*

[15] ČSN 730540-2 : 2002. *Tepelná ochrana budov – Část2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2002.

[16] ČSN 730540-3 : 1998 *Tepelná ochrana budov – Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování.*

[17] ČSN 730540-4 : 1998 *Tepelná ochrana budov– Část 4: Výpočtové metody pro navrhování a ověřování.*

[18] ČSN EN ISO 6946 : 1998 *Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda.*

[19] ČSN EN ISO 13788 : 2002 *Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků – Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce – Výpočtové metody.*

[20] ČSN EN ISO 12572 : 2002 *Tepelně vlhkostní chování stavebních materiálů a výrobků. Stanovení prostupu vodní páry.*

[21] ČSN EN 12524 : 2001 *Stavební materiály a výrobky – Tepelně vlhkostní vlastnosti – Tabulkové návrhové hodnoty.*

[22] ČSN 731901 : 1999. *Navrhování střech – Základní ustanovení.*

[23] ČSN 060210 : 1999 *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění.*

[24] ČSN 727030 : 2000 *Stanovení součinitele difúze vodní páry stavebních materiálů. Všeobecná část.*

[25] ČSN 72 70 31 : 1975 *Měření součinitele difúze vodní páry stavebních materiálů metodou bez teplotního spádu.*

[26] ČSN 770332 : 1980 *Stanovení propustnosti tenkých plošných materiálů pro vodní páru. Gravimetrickou metodou.*

[27] ČSN EN 13162 : 2002 *Tepelně izolační výrobky pro stavebnictví – Průmyslově vyráběné výrobky z minerální vlny (MW). Specifikace.*

[28] ČSN EN 13163 : 2002 *Tepelně izolační výrobky pro stavebnictví – Průmyslově vyráběné výrobky z pěnového polystyrenu (EPS). Specifikace.*

[29] ČSN 0600 : 1994 *Hydroizolace staveb. Základní ustanovení.*

[30] ČSN 0606 : 2000 *Hydroizolace staveb. Povlakové izolace. Základní ustanovení.*

[31] Firemní podklady: Icopal, Sarnafil, SFS, Juta, Dörken, Nicolon

Příloha – A

Seznam některých výrobků parotěsných zábran.

Název výrobku	Typ výrobku	Výrobce	d [mm]	μ [-]	s_d [m]
Alfobit Al S 25 J	A. pás	JCP Šturovo	2,50	144800	362
Alu-Ventitherm	A. pás - SBS	Icopal	4,20	385000	1617
Alventbit Al S 42 H	A. pás	JCP Šturovo	4,20	156867	659
Awa AL - HR S4	A. pás - SBS, Al vložka	Awa	4,00	375000	1500
Bitalbit S	A. pás - ox.+ Al vložka	Detchona	3,50	300000	1050
Bitulep Al 20	A. pás	JCP Šturovo	2,00	188240	376
Derbigum Derbicoat ALU	A. pás - APP+Al vložka	Simpex	2,50	200000	500
Dörken Delta-Fol Reflex	Folie z PE, PES + Al	Dörken	0,25	1600000	400
Dörken Delta-Fol WS	Folie z PE	Dörken	0,17	235294	40
Fatrapar P druh 21	Félie z PE	Fatra	0,20	500000	100
Foalbit Al S 40	A. pás - ox +Al vložka	JCP Šturovo	4,20	188240	791
Gefitas AL	Folie z PE + Al	Definex Jackon	0,10	3000000	300
Gefitas PE	Folie z PE	Definex Jackon	0,10	1000000	100
Grünau PE	Folie z PEHD	Grunau Illertissen	0,32	500000	160
Jutafol N 110 Special	Folie PE, mřížka PP	Juta	0,22	210154	46
Jutafol N 140 Special	Folie PE, mřížka PP	Juta	0,29	148275	43
Jutafol N 220 Special	Folie PE, mřížka PP	Juta	0,42	185714	78
Jutafol N AL 170 Special	Folie PE, mřížka PP, Al	Juta	0,20	938600	188
Micotherm	A. pás - SBS +Al vložka	Icopal	3,50	430000	1505
Mikoral Sk	A. pás - Al vložka	Icopal	1,50	1350000	2025
Nicobar 170 SE	Folie PE, Al	Nicolon	0,10	3000000	300
Nicobar 270	Folie PE(PP vlákna) + Al	Nicolon	0,10	3000000	300
Nicobar 310 SE	Folie PE(PP vlákna) + Al	Nicolon	0,10	3000000	300
Nicofol SUV 170	Folie PE	Nicolon	0,10	470000	47
Nicofol SUV 306	Folie PE	Nicolon	0,10	570000	57
ParafolEnrobe Alu	A. pás - ox.+ Al vložka	Atab	0,08	700000	56
PE-LD	Folie PE-LD	Sarnafil AG	0,20	540000	108
Pluvitec Maxitech Bar. Vapore	A. pás - APP, PES	Bohemia FR	4,00	200000	800
Sarnavap 1000	Folie PE	Sarnafil AG	0,22	900000	198
Sarnavap 2000	Folie PE	Sarnafil AG	0,30	1200000	360
Sarnavap 4000	Folie PE	Sarnafil AG	0,16	5000000	800
Sepaten S-02	Folie LDPE	Granitol	0,25	164000	41
Sikavap N	Folie mPVC	Sika	0,30	570000	171

Příloha – B

Seznam posuzovaných skladeb střešních konstrukcí s obecnou parotěsnou skladbou.

A1	**A2**
Siplast – Parafor Solo GS - kotvený Orsil S Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Siplast – Parafor Solo GS - kotvený Orsil S Orsil T-SD Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

B1	**B2**
Stabilizační násyp + geotextilie[2] Siplast-Teranap JS – volně položený Verecran 100 – separační vrstva[2] Orsil S Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Stabilizační násyp + geotextilie[2] Siplast-Teranap JS – volně položený Verecran 100 – separační vrstva[2] Orsil S Orsil T-SD Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

C1	**C2**
Adesolo G - samolepící EPS 100 S Stabil Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Adesolo G - samolepící EPS 100 S Stabil EPS 100 S Stabil – spádová vrstva Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

D1	**D2**
Siplast – Parafor 30 GS - navařený Siplast – SCR Alliance - kotvený Orsil S Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Siplast – Parafor 30 GS - navařený Siplast – SCR Alliance - kotvený Orsil S Orsil T-SD Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

E1	**E2**
Siplast-Parafol Solo GS – navařený Siplast-Paradiene SVV - navařený Orsil S – s nakašírovanou živicí Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Siplast-Parafol Solo GS - navařený Siplast-Paradiene SVV - navařený Orsil S – s nakašírovanou živicí Orsil T-SD Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

F1	**F2**
Icopal-Expandrit-Plus - navařený Icopal-Polar-EPS[3] - kotvený Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Icopal-Expandrit-Plus - navařený Icopal-Polar-EPS[3] - kotvený EPS 100 S Stabil – spádová vrstva Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

G1	**G2**
Icopal-Polar-Grun – navařený Icopal-Polar-EPS[3] - nalepený Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Icopal-Polar-Grun - navařený Icopal-Polar-EPS[3] - nalepený EPS 100 S Stabil – spádová vrstva Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

H1	**H2**
Sarnafil TS 77-20 - kotvený Orsil S Parotěsná vrstva Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Sarnafil TS 77-20 - kotvený Orsil S Orsil T-SD Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

I1	**I2**
Sarnafil S 327-15 - kotvený Orsil S Parotěsná vrstva Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Sarnafil S 327-15 - kotvený Orsil S Orsil T-SD Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

J1	**J2**
Stabilizační násyp + geotextilie[1] Sarnafil TG 66-20 – volně položený Orsil S Parotěsná vrstva Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Stabilizační násyp + geotextilie[1] Sarnafil TG 66-20 – volně položený Orsil S Orsil T-SD Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

K1	**K2**
Sarnafil G 410-15 – lepený Orsil S Parotěsná vrstva Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Sarnafil G 410-15 - lepený Orsil S Orsil T-SD Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

L1	**L2**
Sarnafil TS 77-20 - kotvený EPS 100 S Stabil Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Sarnafil TS 77-20 - kotvený EPS 100 S Stabil EPS 100 S Stabil – spádová vrstva Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

M1	**M2**
Sarnafil S 327-15 - kotvený U300 - Separační vrstva[2] EPS 100 S Stabil Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Sarnafil S 327-15 - kotvený U300 - Separační vrstva[2] EPS 100 S Stabil EPS 100 S Stabil – spádová vrstva Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

N1	**N2**
Stabilizační násyp + geotextilie[2] Sarnafil TG 66-20 EPS 100 S Stabil Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Stabilizační násyp + geotextilie[2] Sarnafil TG 66-20 EPS 100 S Stabil EPS 100 S Stabil – spádová vrstva Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

O1	**O2**
Sarnafil G 410-15 - lepený U300 - Separační vrstva[2] EPS 100 S Stabil Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Keramzitbeton Železobetonová konstrukce Štuková omítka	Sarnafil G 410-15 - lepený U300 - Separační vrstva[2] EPS 100 S Stabil EPS 100 S Stabil – spádová vrstva Parotěsná zábrana Penetrační/separační vrstva[1] Železobetonová konstrukce Štuková omítka

[1] Jelikož jsou výpočty prováděné pro obecnou parotěsnou vrstvu nelze uvést jaká vrstva bude pod ní, protože pod parotěsné fólie se používá ochranná textilie, která má zanedbatelné tepelně vlhkostní vlastnosti, ale pod parotěsné asfaltové pásy se používá penetračních nátěrů, které mohou mít hodnotu ekvivalentní difúzní tloušťky cca sd = 15 m (např. Siplast Primer v tloušťce 0,3 mm).
[2] Vrstvy se do tepelně vlhkostního výpočtu nezapočítávají, neboť být nemusí nebo mají zcela zanedbatelný vliv na teplotně vlhkostní výpočet.
[3] Tepelně izolační dílec z EPS 100 S Stabil s povrchovou úpravou z asfaltovaného pásu Polar. Do tepelně vlhkostního výpočtu se zadává jako dvě samostatné vrstvy.

Příloha – C

Tabulka vnějších návrhových teplot a relativních vlhkostní vzduchu používaných ve výpočtu posouzení skladeb střešních konstrukcí.

Oblast	**Praha**		**Břeclav**		**Jablonec nad Nisou**	
	Teplota	Rel. vlhkost	Teplota	Rel. vlhkost	Teplota	Rel. vlhkost
	°C	%	°C	%	°C	%
Měsíc	*Střední měsíční hodnoty vnějšího vzduchu*					
Leden	-2,7	84,9	-1,9	83,9	-3,7	84,9
Únor	-1,4	83,1	0,4	82	-2,3	83,1
Březen	2,2	76,8	4,5	76,8	1	76,9
Duben	7,8	70,2	9,7	70,2	5,4	70,2
Květen	12,5	71,1	14,6	71,1	10,8	71,1
Červen	16,2	71,2	17,6	71,2	14,1	71,2
Červenec	17,8	71,4	19,1	71,4	15,4	71,4
Srben	17,1	72,2	19,6	72,2	15	72,2
Září	13,4	76,9	14,8	76,9	11,4	76,9
Říjen	8,2	81,8	9,5	81,8	7,2	81,8
Listopad	3,1	85,9	4,1	85,9	1,7	85,9
Prosinec	-0,8	86,6	0	86,6	-2	86,9
	Návrhové hodnoty vnějšího vzduchu podle ČSN 730540-3					
	-15	84	-15	84	-18	85

Příloha – D

Příloha D1 ……67-126
Protokoly o posouzených skladbách A1-O2.
Kondenzace.xls
Pro okrajové podmínky: vnější - oblast Prahy
vnitřní - obytnou místnost a 4. vlhkostní třídu.

Příloha D2 ……127-134
Protokoly o posouzených skladbách B1-p, F2-p, H2-p,O1-p.
Kondenzace.xls
Pro okrajové podmínky: vnější - oblast Břeclavi
vnitřní - obytnou místnost a 2. vlhkostní třídu.

Příloha D3 ……135-142
Protokoly o posouzených skladbách B1-n, F2-n, H2-n,O1-n.
Kondenzace.xls
Pro okrajové podmínky: vnější - oblast Jablonec nad Nisou
vnitřní - obytnou místnost a 4. vlhkostní třídu.

Příloha D4 ……143-158
Protokoly o posouzených skladbách B1-p,n F2-p,n H2-p,n O1-p,n
Teplo 2002, Svoboda Software
Pro okrajové podmínky: viz D2 a D3

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**A1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/3/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Parafor Solo GS	0,00480	0,21	50000,0
Orsil S	0,23000	0,044	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	166300,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,196 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 240,01 m Sdi = 240,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1096,9	1096,9	1,7509E-10	0,0005	0,0005
11	30	773,4	773,4	5,9683E-10	0,0015	0,0020
12	31	582,9	582,9	8,0611E-10	0,0022	0,0042
1	31	498,5	498,5	8,1307E-10	0,0022	0,0064
2	28	555,0	555,0	7,7699E-10	0,0019	0,0082
3	31	726,0	726,0	5,281E-10	0,0014	0,0096
4	30	1067,8	1067,8	-3,1978E-11	-0,0001	0,0096
5	31	1456,6	1456,6	-4,568E-10	-0,0012	0,0083
6	30	1845,2	1845,2	-8,4586E-10	-0,0022	0,0061
7	31	2039,6	2039,6	-1,0213E-09	-0,0027	0,0034
8	31	1952,5	1952,5	-9,1027E-10	-0,0024	0,0010
9	30	1543,9	1543,9	-3,7655E-10	-0,0010	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

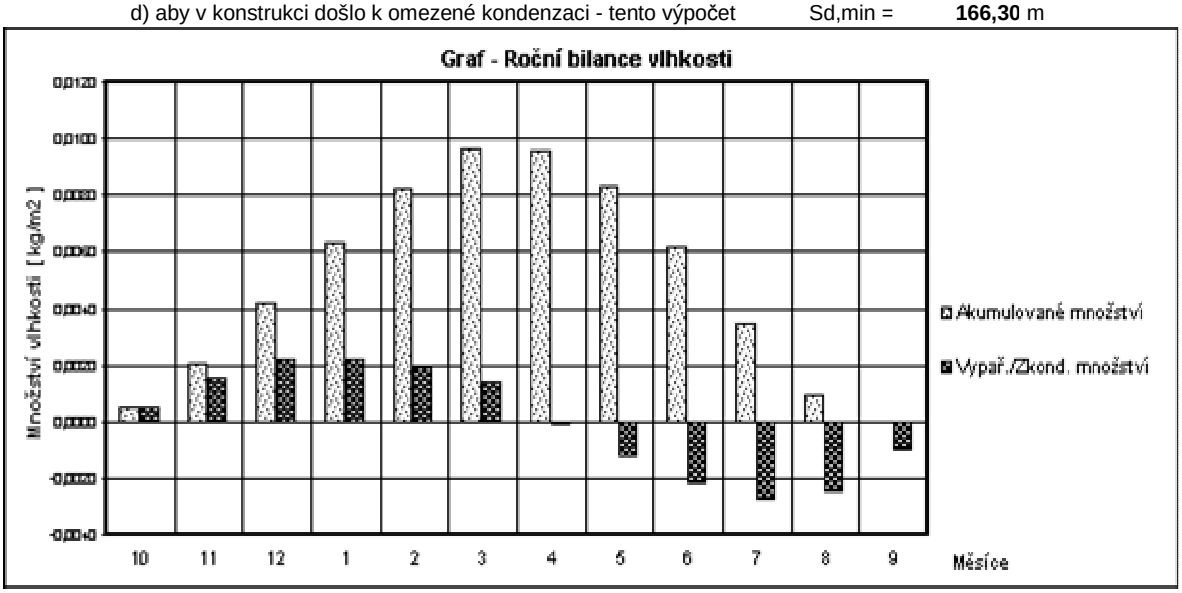
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **8048,43** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **2275,53** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **166,47** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **166,30** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**A2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/3/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Parafor Solo GS	0,00480	0,21	50000,0
Orsil S	0,18000	0,044	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,041	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	167100,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

	Počet	Vnější okrajové podmínky				Vnitřní okrajové podmínky		
Měsíc	dní	teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,196 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 240,01 m Sdi = 240,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1096,9	1096,9	1,7498E-10	0,0005	0,0005
11	30	773,4	773,4	5,9661E-10	0,0015	0,0020
12	31	583,0	583,0	8,0585E-10	0,0022	0,0042
1	31	498,5	498,5	8,1281E-10	0,0022	0,0064
2	28	555,0	555,0	7,7673E-10	0,0019	0,0082
3	31	726,0	726,0	5,279E-10	0,0014	0,0096
4	30	1067,8	1067,8	-3,2066E-11	-0,0001	0,0096
5	31	1456,6	1456,6	-4,5679E-10	-0,0012	0,0083
6	30	1845,2	1845,2	-8,4576E-10	-0,0022	0,0061
7	31	2039,6	2039,6	-1,0212E-09	-0,0027	0,0034
8	31	1952,5	1952,5	-9,1016E-10	-0,0024	0,0010
9	30	1543,9	1543,9	-3,7655E-10	-0,0010	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

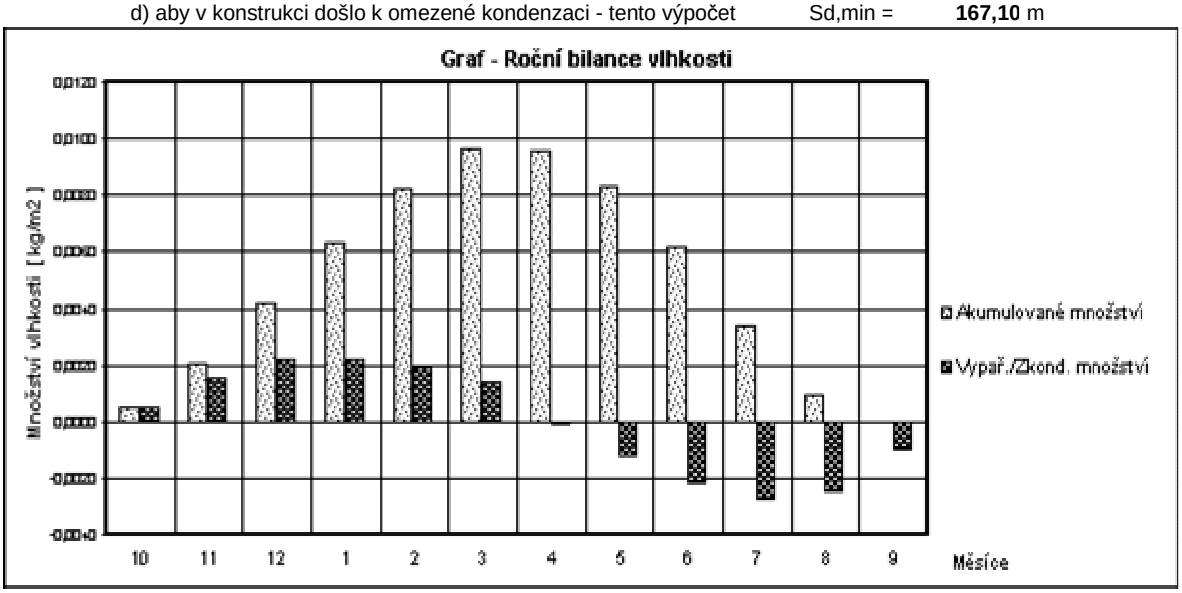
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **8047,42** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **2275,92** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **167,32** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **167,10** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**B1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/3/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Teranap JS	0,00400	0,21	50000,0
Orsil S	0,21000	0,044	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	136100,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

	Počet	Vnější okrajové podmínky				Vnitřní okrajové podmínky		
Měsíc	dní	teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 200,01 m Sdi = 200,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1097,1	1097,1	2,0904E-10	0,0006	0,0006
11	30	773,6	773,6	7,1455E-10	0,0019	0,0024
12	31	583,2	583,2	9,6536E-10	0,0026	0,0050
1	31	498,7	498,7	9,7374E-10	0,0026	0,0076
2	28	555,2	555,2	9,3045E-10	0,0023	0,0099
3	31	726,2	726,2	6,3212E-10	0,0017	0,0115
4	30	1068,0	1068,0	-3,9279E-11	-0,0001	0,0114
5	31	1456,8	1456,8	-5,4844E-10	-0,0015	0,0100
6	30	1845,4	1845,4	-1,0147E-09	-0,0026	0,0073
7	31	2039,7	2039,7	-1,2249E-09	-0,0033	0,0041
8	31	1952,6	1952,6	-1,0919E-09	-0,0029	0,0011
9	30	1544,0	1544,0	-4,5216E-10	-0,0011	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

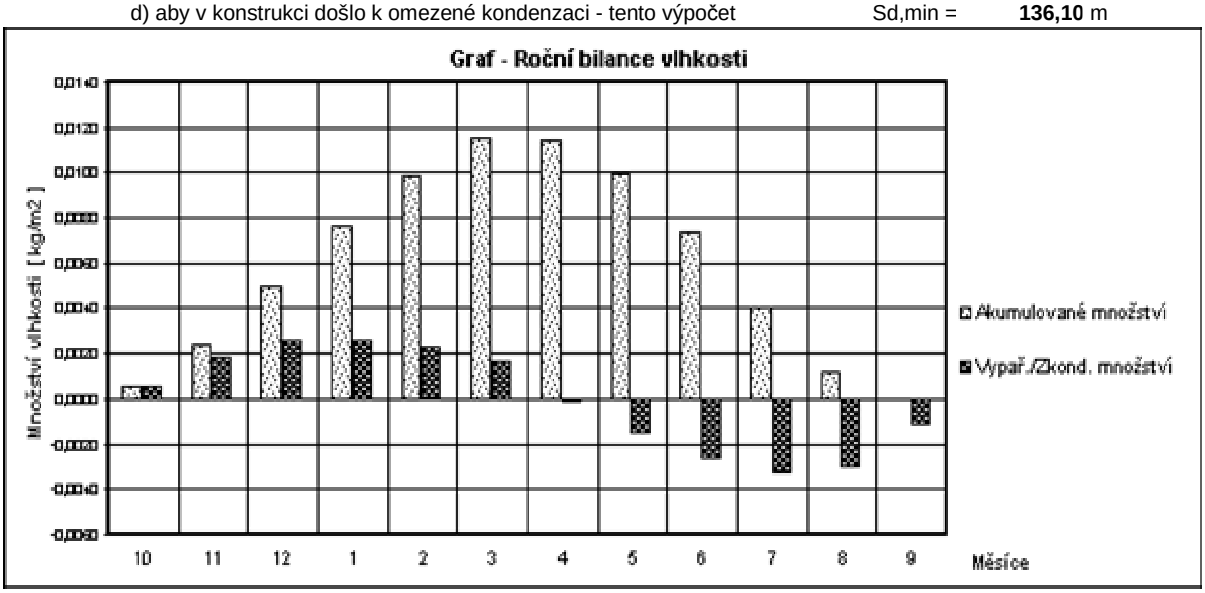
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **6675,13** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **1887,71** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **135,37** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **136,10** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**B2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/3/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Teranap JS	0,00400	0,21	50000,0
Orsil S	0,16000	0,044	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,041	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	136400,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 200,01 m Sdi = 200,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1097,1	1097,1	2,1024E-10	0,0006	0,0006
11	30	773,6	773,6	7,1699E-10	0,0019	0,0024
12	31	583,2	583,2	9,6845E-10	0,0026	0,0050
1	31	498,7	498,7	9,7685E-10	0,0026	0,0076
2	28	555,2	555,2	9,3348E-10	0,0023	0,0099
3	31	726,3	726,3	6,3449E-10	0,0017	0,0116
4	30	1068,0	1068,0	-3,8461E-11	-0,0001	0,0115
5	31	1456,8	1456,8	-5,4883E-10	-0,0015	0,0100
6	30	1845,4	1845,4	-1,0161E-09	-0,0026	0,0074
7	31	2039,7	2039,7	-1,2268E-09	-0,0033	0,0041
8	31	1952,6	1952,6	-1,0935E-09	-0,0029	0,0012
9	30	1544,0	1544,0	-4,5245E-10	-0,0012	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

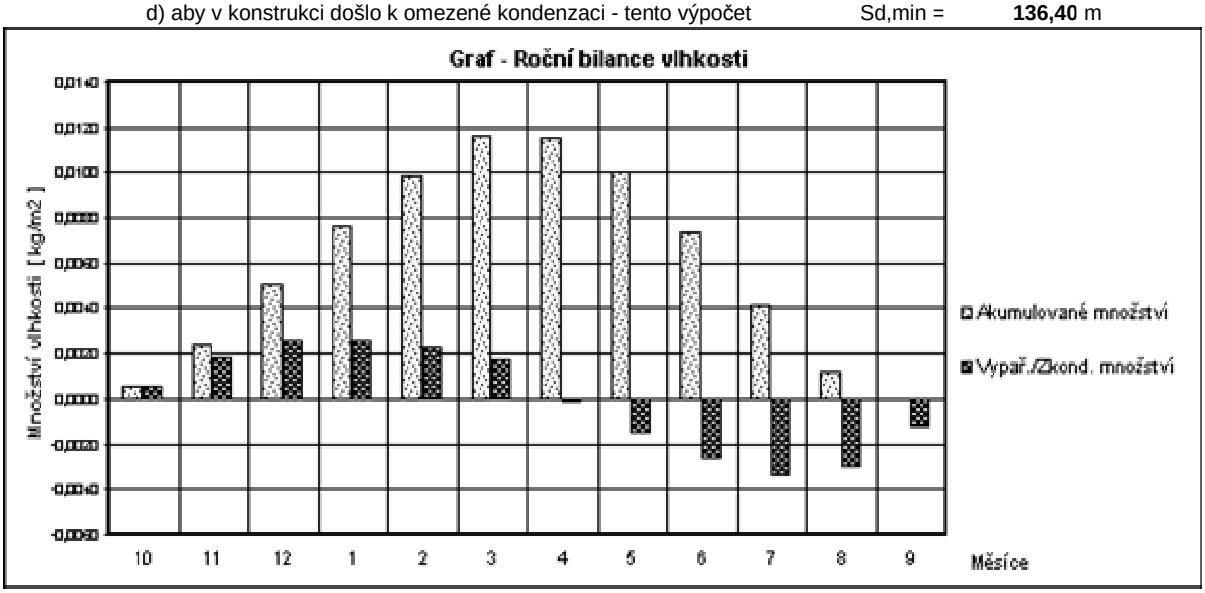
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **6674,27** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **1888,13** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **136,22** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **136,40** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**C1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Adesolo G	0,00480	0,21	50000,0
EPS 100 S Stabil	0,19000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	161000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana ½ -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,193 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 240,01 m Sdi = 240,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1097,6	1097,6	1,7364E-10	0,0005	0,0005
11	30	774,1	774,1	5,9523E-10	0,0015	0,0020
12	31	583,7	583,7	8,0436E-10	0,0022	0,0042
1	31	499,2	499,2	8,114E-10	0,0022	0,0063
2	28	555,7	555,7	7,7526E-10	0,0019	0,0082
3	31	726,7	726,7	5,2652E-10	0,0014	0,0096
4	30	1068,5	1068,5	-3,341E-11	-0,0001	0,0095
5	31	1457,2	1457,2	-4,5792E-10	-0,0012	0,0083
6	30	1845,7	1845,7	-8,4654E-10	-0,0022	0,0061
7	31	2039,9	2039,9	-1,0217E-09	-0,0027	0,0034
8	31	1952,8	1952,8	-9,1082E-10	-0,0024	0,0009
9	30	1544,4	1544,4	-3,7761E-10	-0,0009	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

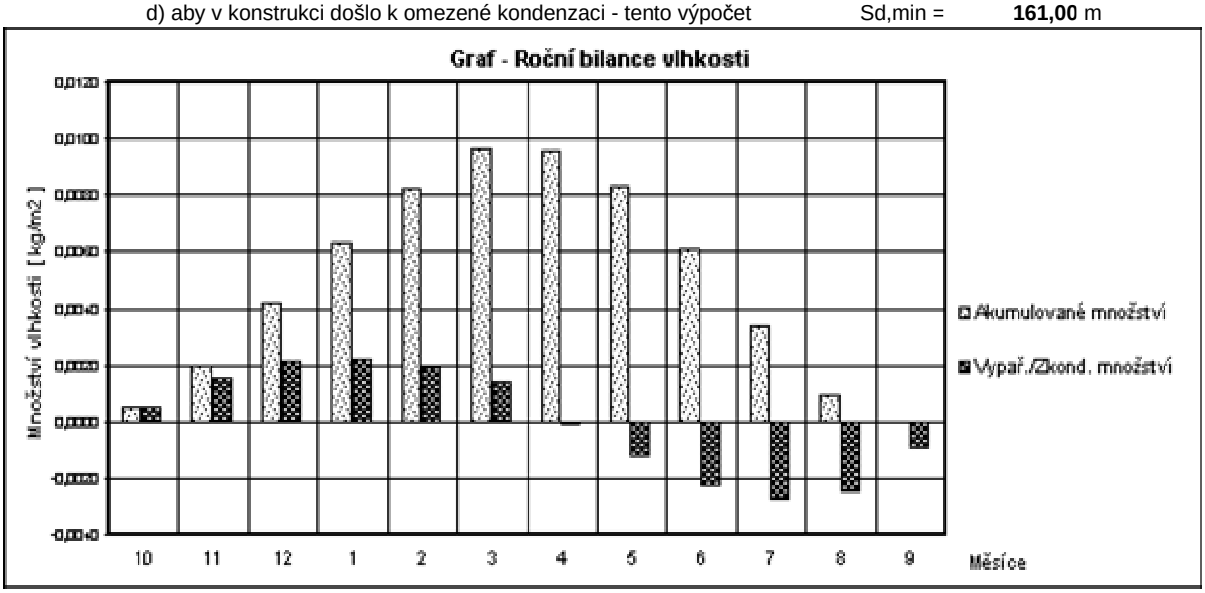
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **7935,80** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **2248,51** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **159,32** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **161,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**C2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Adesolo G	0,00480	0,21	50000,0
EPS 100 S Stabil	0,14000	0,039	30,0
EPS 100 S Stabil	0,05000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	161000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,196 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 240,01 m Sdi = 240,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1097,8	1097,8	1,747E-10	0,0005	0,0005
11	30	774,3	774,3	5,9771E-10	0,0015	0,0020
12	31	583,9	583,9	8,0757E-10	0,0022	0,0042
1	31	499,4	499,4	8,1466E-10	0,0022	0,0064
2	28	555,9	555,9	7,7842E-10	0,0019	0,0082
3	31	726,9	726,9	5,2893E-10	0,0014	0,0097
4	30	1068,7	1068,7	-3,2799E-11	-0,0001	0,0096
5	31	1457,4	1457,4	-4,5865E-10	-0,0012	0,0083
6	30	1845,8	1845,8	-8,4841E-10	-0,0022	0,0061
7	31	2040,0	2040,0	-1,0241E-09	-0,0027	0,0034
8	31	1952,9	1952,9	-9,1288E-10	-0,0024	0,0010
9	30	1544,6	1544,6	-3,7822E-10	-0,0010	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

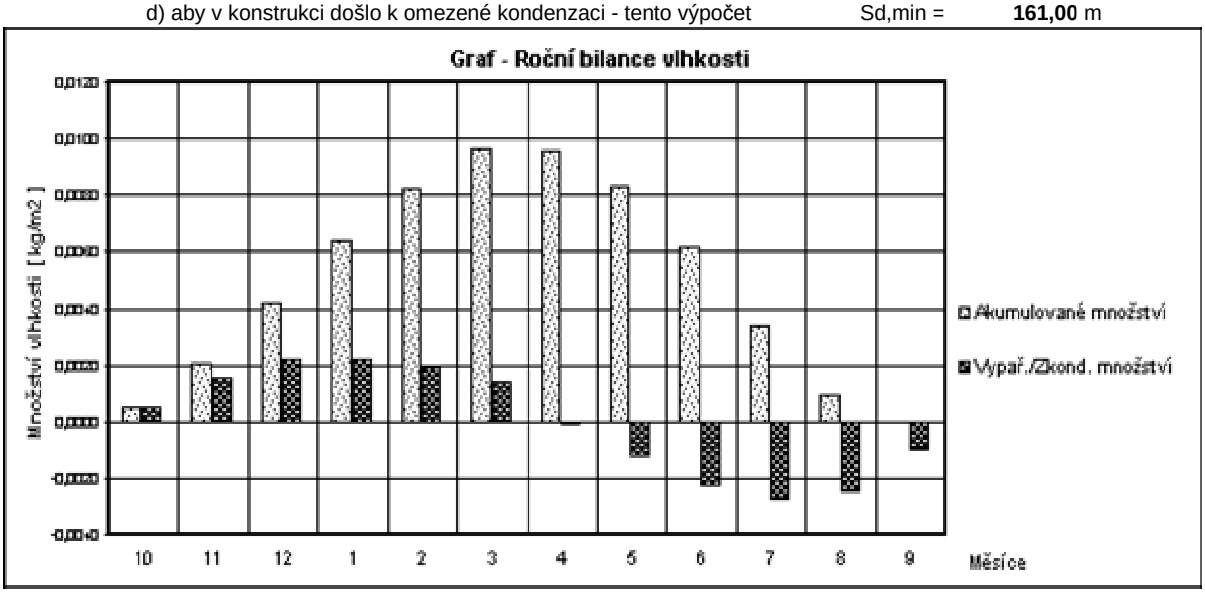
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **7907,76** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **2243,41** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **159,91** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **161,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**D1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Parafor 30 GS	0,00400	0,21	50000,0
SCR Alliance	0,00210	0,21	35000,0
Orsil S	0,23000	0,044	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	191000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

	Počet	Vnější okrajové podmínky				Vnitřní okrajové podmínky		
Měsíc	dní	teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,196 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 273,51 m Sdi = 273,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1097,9	1097,9	1,5307E-10	0,0004	0,0004
11	30	774,4	774,4	5,2425E-10	0,0014	0,0018
12	31	584,1	584,1	7,0838E-10	0,0019	0,0037
1	31	499,5	499,5	7,1461E-10	0,0019	0,0056
2	28	556,1	556,1	6,828E-10	0,0017	0,0072
3	31	727,1	727,1	4,6389E-10	0,0012	0,0085
4	30	1068,8	1068,8	-2,9015E-11	-0,0001	0,0084
5	31	1457,5	1457,5	-4,0266E-10	-0,0011	0,0073
6	30	1845,8	1845,8	-7,4461E-10	-0,0019	0,0054
7	31	2040,1	2040,1	-8,9873E-10	-0,0024	0,0030
8	31	1953,0	1953,0	-8,0117E-10	-0,0021	0,0008
9	30	1544,7	1544,7	-3,3207E-10	-0,0008	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

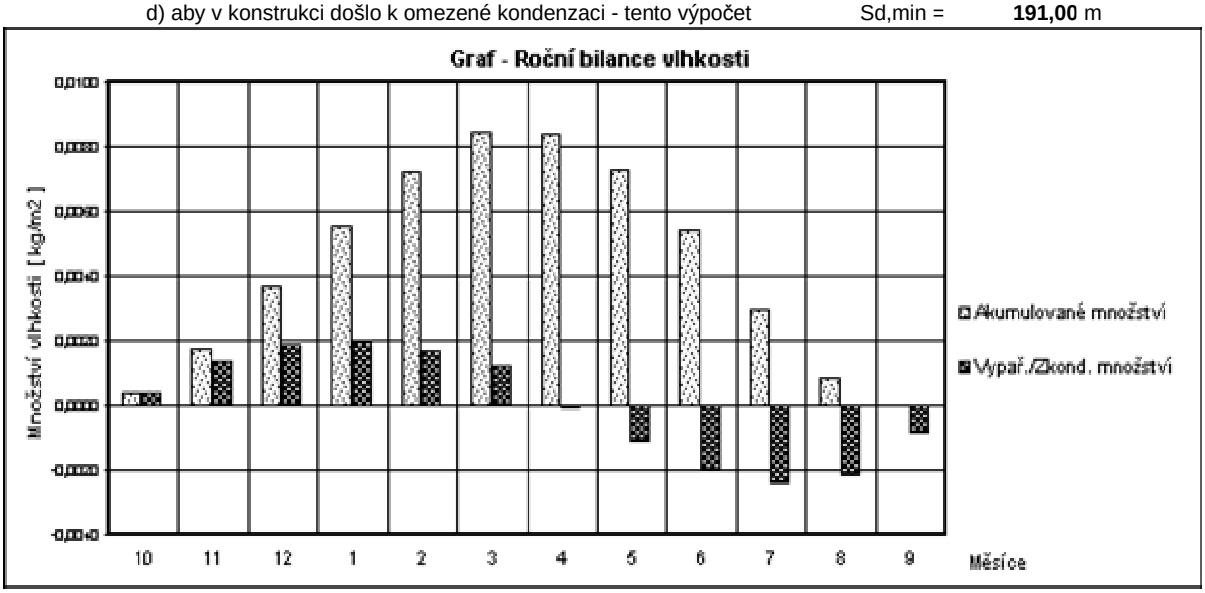
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **8996,39** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **2559,46** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **190,66** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **191,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**D2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Parafor 30 GS	0,00400	0,21	50000,0
SCR Alliance	0,00210	0,21	35000,0
Orsil S	0,18000	0,044	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,041	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	192000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,196 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 273,51 m Sdi = 273,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1097,9	1097,9	1,5268E-10	0,0004	0,0004
11	30	774,4	774,4	5,2349E-10	0,0014	0,0018
12	31	584,1	584,1	7,0743E-10	0,0019	0,0037
1	31	499,5	499,5	7,1366E-10	0,0019	0,0056
2	28	556,1	556,1	6,8187E-10	0,0016	0,0072
3	31	727,1	727,1	4,6316E-10	0,0012	0,0085
4	30	1068,8	1068,8	-2,9289E-11	-0,0001	0,0084
5	31	1457,5	1457,5	-4,0257E-10	-0,0011	0,0073
6	30	1845,9	1845,9	-7,442E-10	-0,0019	0,0054
7	31	2040,1	2040,1	-8,9817E-10	-0,0024	0,0030
8	31	1953,0	1953,0	-8,007E-10	-0,0021	0,0008
9	30	1544,7	1544,7	-3,3201E-10	-0,0008	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

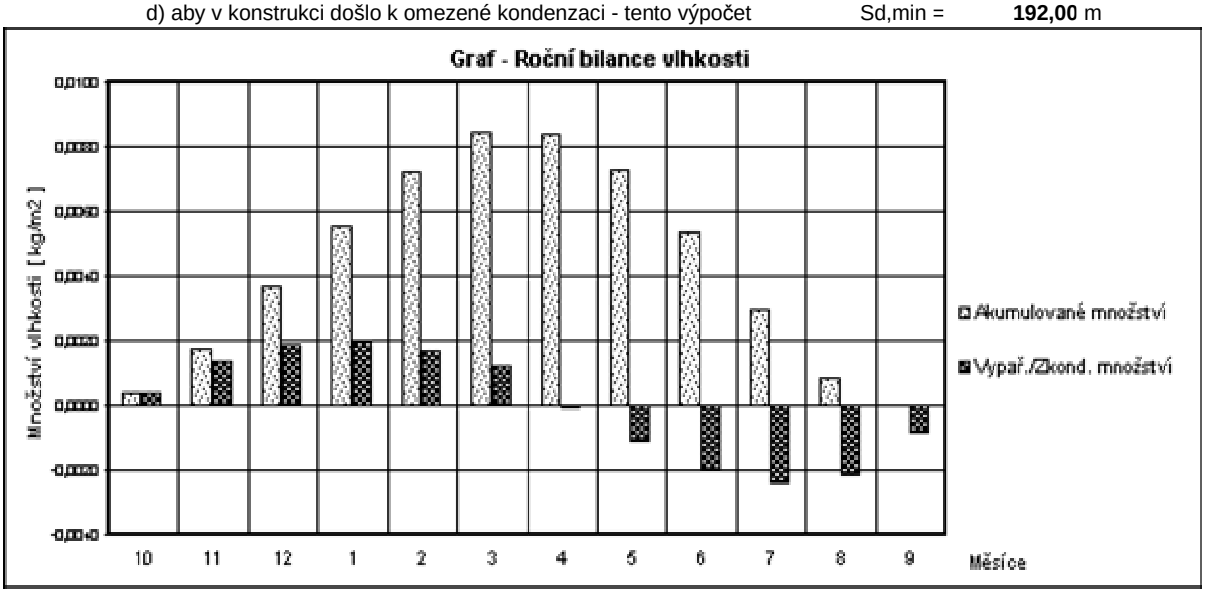
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **8995,02** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **2559,78** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **191,50** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **192,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**E1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Parafor Solo GS	0,00480	0,21	50000,0
Paradiene S VV	0,00270	0,21	50000,0
Orsil S	0,21000	0,044	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	263000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,196 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 375,01 m Sdi = 375,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1100,1	1100,1	1,1285E-10	0,0003	0,0003
11	30	776,7	776,7	3,8745E-10	0,0010	0,0013
12	31	586,5	586,5	5,2363E-10	0,0014	0,0027
1	31	501,8	501,8	5,2839E-10	0,0014	0,0041
2	28	558,5	558,5	5,0484E-10	0,0012	0,0053
3	31	729,3	729,3	3,4321E-10	0,0009	0,0063
4	30	1071,0	1071,0	-2,1214E-11	-0,0001	0,0062
5	31	1459,4	1459,4	-2,9718E-10	-0,0008	0,0054
6	30	1847,1	1847,1	-5,4927E-10	-0,0014	0,0040
7	31	2041,0	2041,0	-6,6275E-10	-0,0018	0,0022
8	31	1954,1	1954,1	-5,9091E-10	-0,0016	0,0006
9	30	1546,4	1546,4	-2,4525E-10	-0,0006	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

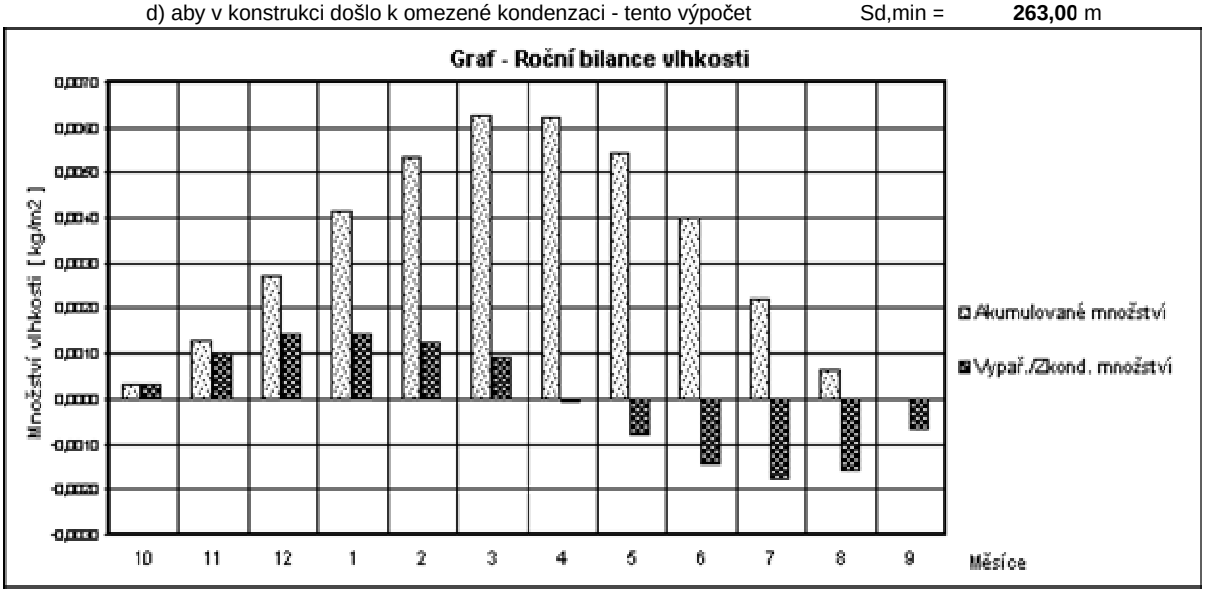
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **11846,07** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **3413,45** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **263,56** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **263,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**E2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Parafor Solo GS	0,00480	0,21	50000,0
Paradiene S VV	0,00270	0,21	50000,0
Orsil S	0,16000	0,044	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,041	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	264000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,196 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 375,01 m Sdi = 375,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1100,1	1100,1	1,1263E-10	0,0003	0,0003
11	30	776,7	776,7	3,8702E-10	0,0010	0,0013
12	31	586,5	586,5	5,2309E-10	0,0014	0,0027
1	31	501,8	501,8	5,2786E-10	0,0014	0,0041
2	28	558,5	558,5	5,0431E-10	0,0012	0,0053
3	31	729,3	729,3	3,428E-10	0,0009	0,0063
4	30	1071,0	1071,0	-2,1372E-11	-0,0001	0,0062
5	31	1459,4	1459,4	-2,9714E-10	-0,0008	0,0054
6	30	1847,2	1847,2	-5,4905E-10	-0,0014	0,0040
7	31	2041,0	2041,0	-6,6244E-10	-0,0018	0,0022
8	31	1954,1	1954,1	-5,9066E-10	-0,0016	0,0006
9	30	1546,5	1546,5	-2,4522E-10	-0,0006	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

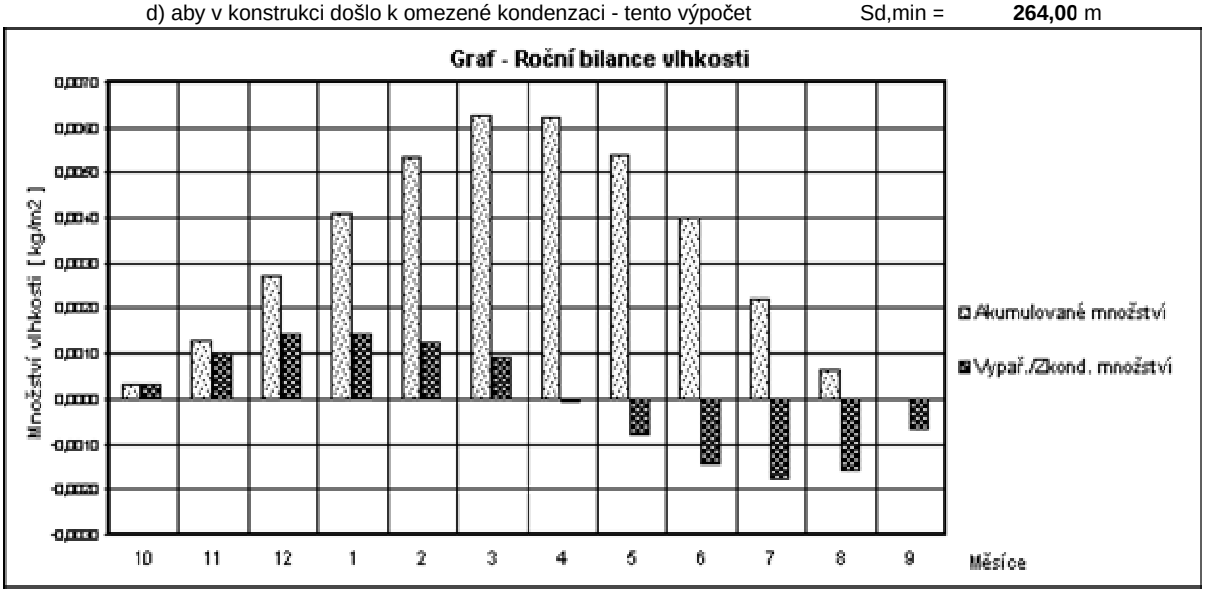
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **11843,32** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **3413,47** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **264,39** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **264,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**F1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Expandrit Plus	0,00520	0,21	50000,0
Polar	0,00400	0,21	50000,0
EPS 100 S Stabil	0,20000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	320000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,199 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 460,01 m Sdi = 460,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1100,6	1100,6	9,1832E-11	0,0002	0,0002
11	30	777,2	777,2	3,16E-10	0,0008	0,0011
12	31	587,0	587,0	4,2716E-10	0,0011	0,0022
1	31	502,3	502,3	4,3108E-10	0,0012	0,0034
2	28	559,0	559,0	4,1183E-10	0,0010	0,0044
3	31	729,8	729,8	2,7993E-10	0,0007	0,0051
4	30	1071,5	1071,5	-1,7569E-11	0,0000	0,0051
5	31	1459,8	1459,8	-2,4279E-10	-0,0007	0,0044
6	30	1847,4	1847,4	-4,4845E-10	-0,0012	0,0033
7	31	2041,2	2041,2	-5,4101E-10	-0,0014	0,0018
8	31	1954,4	1954,4	-4,8241E-10	-0,0013	0,0005
9	30	1546,8	1546,8	-2,0041E-10	-0,0005	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

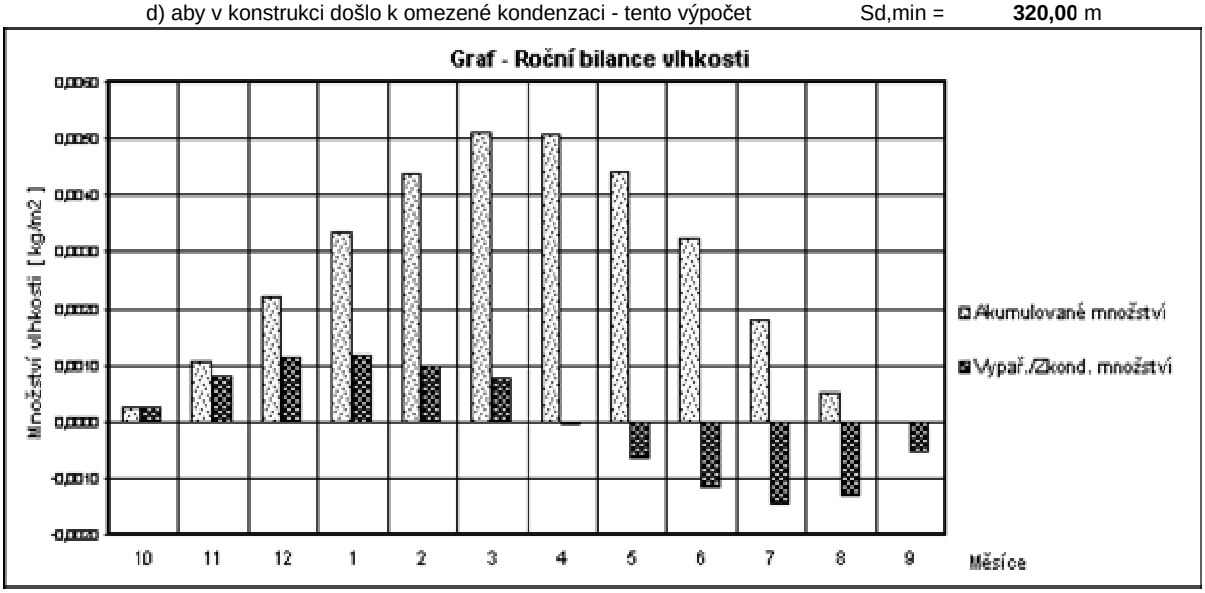
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **14400,76** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **4158,34** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **319,70** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **320,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**F2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Expandrit Plus	0,00520	0,21	50000,0
Polar	0,00400	0,21	50000,0
EPS 100 S Stabil	0,16000	0,039	30,0
EPS 100 S Stabil	0,05000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	321000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,193 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 460,01 m Sdi = 460,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1100,2	1100,2	9,1957E-11	0,0002	0,0002
11	30	776,8	776,8	3,1584E-10	0,0008	0,0011
12	31	586,6	586,6	4,2687E-10	0,0011	0,0022
1	31	501,9	501,9	4,3076E-10	0,0012	0,0034
2	28	558,5	558,5	4,1155E-10	0,0010	0,0044
3	31	729,4	729,4	2,7978E-10	0,0007	0,0051
4	30	1071,1	1071,1	-1,7347E-11	0,0000	0,0051
5	31	1459,4	1459,4	-2,4234E-10	-0,0006	0,0044
6	30	1847,2	1847,2	-4,4786E-10	-0,0012	0,0033
7	31	2041,1	2041,1	-5,4037E-10	-0,0014	0,0018
8	31	1954,2	1954,2	-4,8181E-10	-0,0013	0,0005
9	30	1546,5	1546,5	-2E-10	-0,0005	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

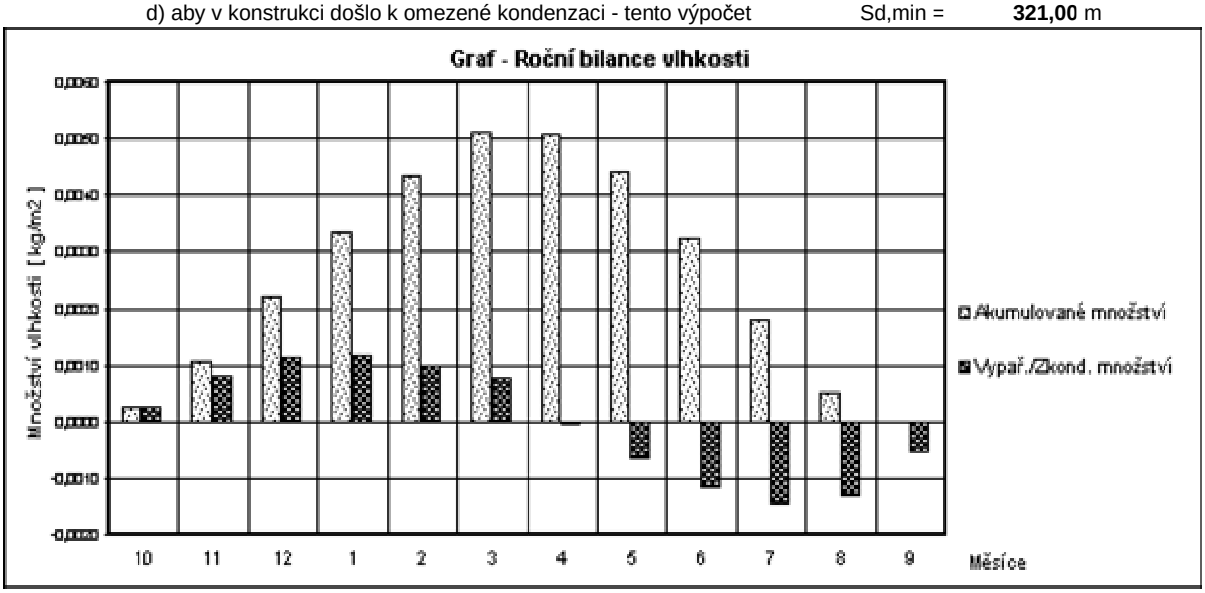
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **14509,92** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **4181,50** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **321,32** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **321,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**G1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Polar Grun	0,00450	0,21	50000,0
Polar	0,00400	0,21	50000,0
EPS 100 S Stabil	0,19000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	294000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

	Počet	Vnější okrajové podmínky				Vnitřní okrajové podmínky		
Měsíc	dní	teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,192 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 425,01 m Sdi = 425,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1100,7	1100,7	9,9466E-11	0,0003	0,0003
11	30	777,3	777,3	3,4228E-10	0,0009	0,0012
12	31	587,1	587,1	4,6267E-10	0,0012	0,0024
1	31	502,4	502,4	4,6692E-10	0,0013	0,0036
2	28	559,1	559,1	4,4608E-10	0,0011	0,0047
3	31	729,9	729,9	3,0322E-10	0,0008	0,0055
4	30	1071,6	1071,6	-1,9001E-11	0,0000	0,0055
5	31	1459,9	1459,9	-2,6293E-10	-0,0007	0,0048
6	30	1847,5	1847,5	-4,8565E-10	-0,0013	0,0035
7	31	2041,3	2041,3	-5,8588E-10	-0,0016	0,0020
8	31	1954,4	1954,4	-5,2243E-10	-0,0014	0,0006
9	30	1546,9	1546,9	-2,1704E-10	-0,0006	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

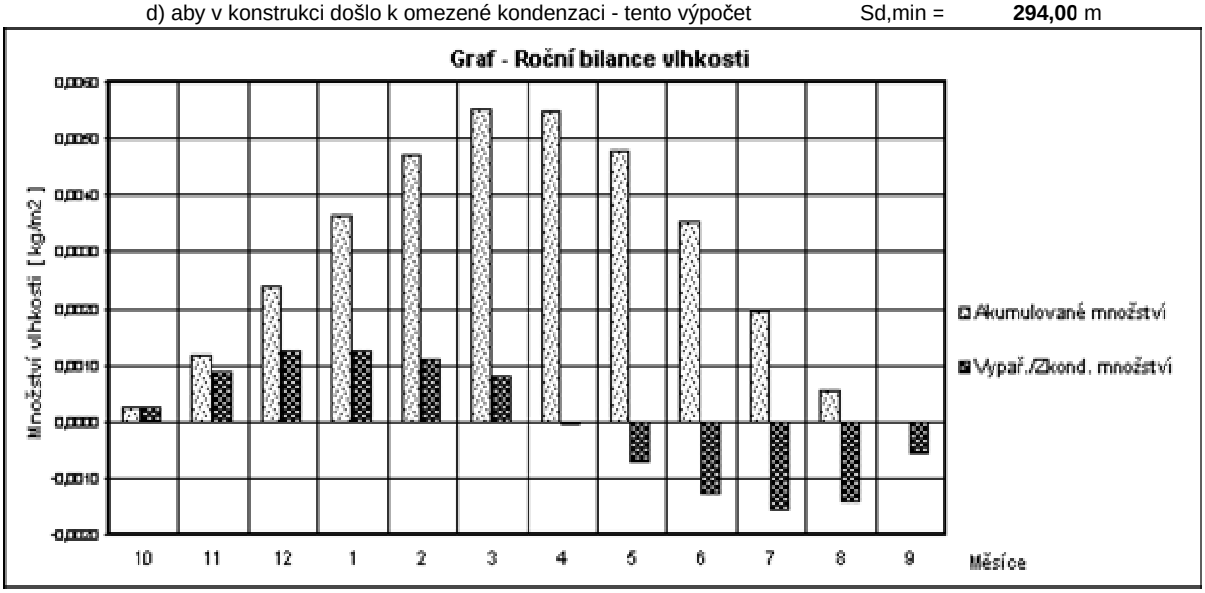
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **13280,32** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **3835,68** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **293,56** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **294,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**G2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Polar Grun	0,00450	0,21	50000,0
Polar	0,00400	0,21	50000,0
EPS 100 S Stabil	0,14000	0,039	30,0
EPS 100 S Stabil	0,05000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	294000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,195 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 425,01 m Sdi = 425,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1100,9	1100,9	9,9671E-11	0,0003	0,0003
11	30	777,5	777,5	3,4295E-10	0,0009	0,0012
12	31	587,4	587,4	4,6358E-10	0,0012	0,0024
1	31	502,7	502,7	4,6785E-10	0,0013	0,0037
2	28	559,3	559,3	4,4697E-10	0,0011	0,0047
3	31	730,2	730,2	3,0387E-10	0,0008	0,0055
4	30	1071,8	1071,8	-1,8948E-11	0,0000	0,0055
5	31	1460,1	1460,1	-2,633E-10	-0,0007	0,0048
6	30	1847,6	1847,6	-4,8637E-10	-0,0013	0,0035
7	31	2041,4	2041,4	-5,8674E-10	-0,0016	0,0020
8	31	1954,5	1954,5	-5,232E-10	-0,0014	0,0006
9	30	1547,1	1547,1	-2,1736E-10	-0,0006	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

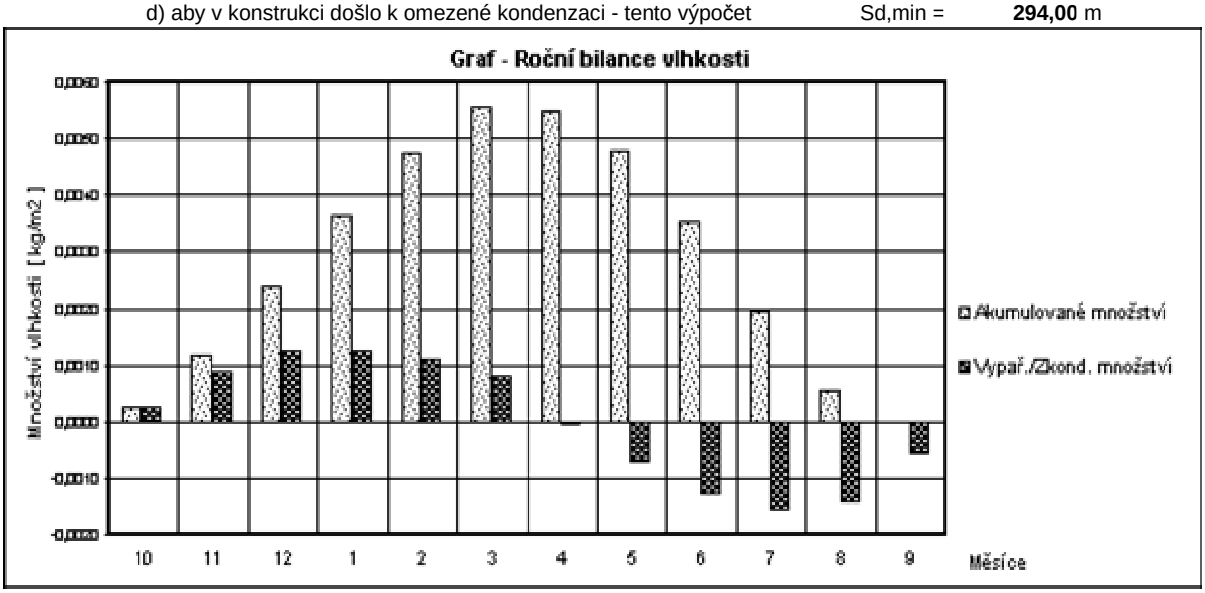
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **13222,56** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **3824,16** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **293,82** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **294,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**H1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TS 77-20	0,00200	0,17	220000,0
Orsil S	0,23000	0,044	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	323000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 440,01 m Sdi = 440,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,0	1095,0	9,4878E-11	0,0003	0,0003
11	30	771,5	771,5	3,2243E-10	0,0008	0,0011
12	31	580,9	580,9	4,3539E-10	0,0012	0,0023
1	31	496,5	496,5	4,3903E-10	0,0012	0,0034
2	28	553,0	553,0	4,1958E-10	0,0010	0,0044
3	31	724,1	724,1	2,8508E-10	0,0008	0,0052
4	30	1065,9	1065,9	-1,726E-11	0,0000	0,0052
5	31	1455,1	1455,1	-2,4679E-10	-0,0007	0,0045
6	30	1844,2	1844,2	-4,5732E-10	-0,0012	0,0033
7	31	2038,8	2038,8	-5,5235E-10	-0,0015	0,0018
8	31	1951,6	1951,6	-4,9221E-10	-0,0013	0,0005
9	30	1542,4	1542,4	-2,0331E-10	-0,0005	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

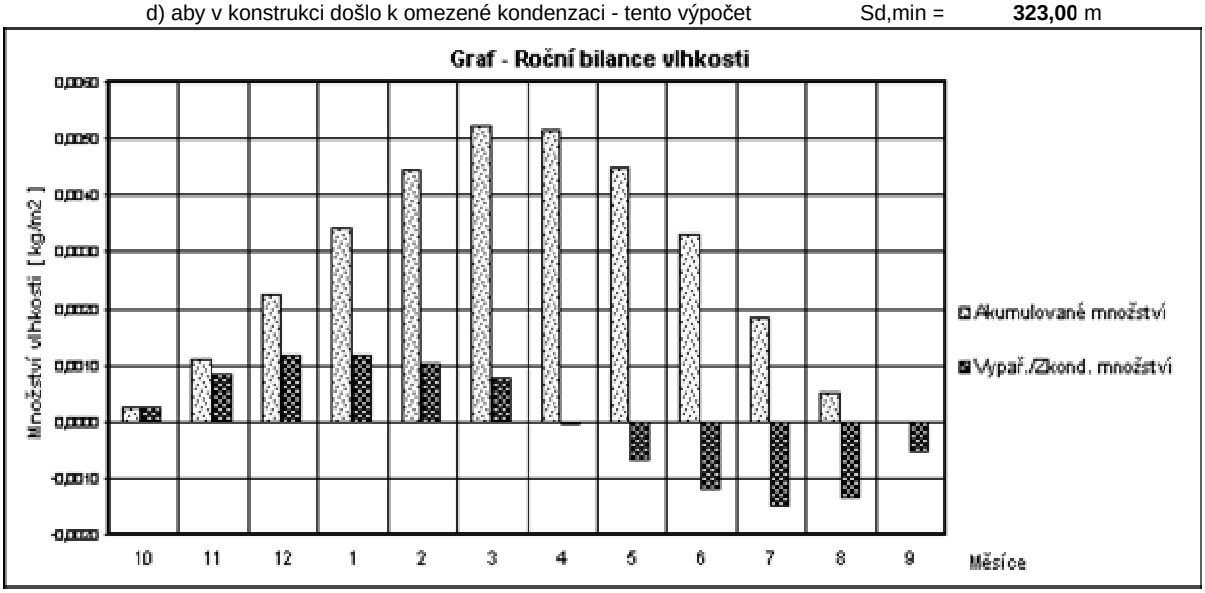
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **15308,47** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **4292,69** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **325,64** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **323,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**H2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TS 77-20	0,00200	0,17	220000,0
Orsil S	0,18000	0,044	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,041	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	324000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 440,01 m Sdi = 440,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,0	1095,0	9,4729E-11	0,0003	0,0003
11	30	771,5	771,5	3,2214E-10	0,0008	0,0011
12	31	580,9	580,9	4,3503E-10	0,0012	0,0023
1	31	496,6	496,6	4,3867E-10	0,0012	0,0034
2	28	553,0	553,0	4,1923E-10	0,0010	0,0044
3	31	724,2	724,2	2,848E-10	0,0008	0,0052
4	30	1065,9	1065,9	-1,7365E-11	0,0000	0,0052
5	31	1455,1	1455,1	-2,4676E-10	-0,0007	0,0045
6	30	1844,2	1844,2	-4,5717E-10	-0,0012	0,0033
7	31	2038,8	2038,8	-5,5214E-10	-0,0015	0,0018
8	31	1951,6	1951,6	-4,9204E-10	-0,0013	0,0005
9	30	1542,4	1542,4	-2,0329E-10	-0,0005	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

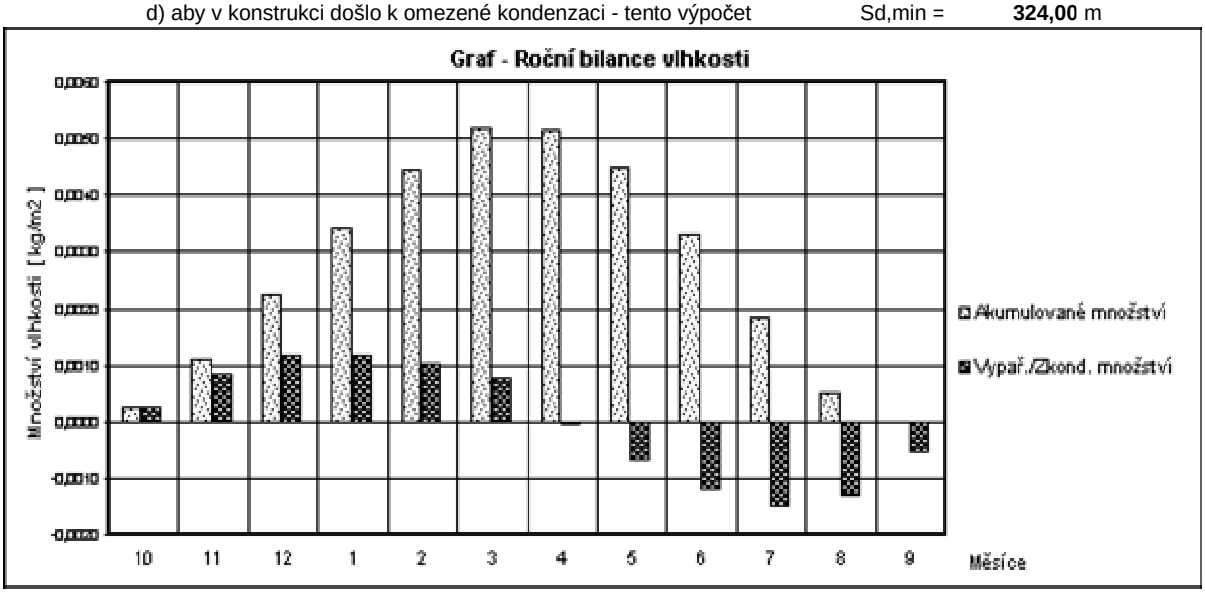
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **15306,38** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **4292,88** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **326,48** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **324,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**I1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil S 327-15	0,00150	0,15	13000,0
Orsil S	0,23000	0,044	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1094,7	1094,7	1,5947E-09	0,0043	0,0043
11	30	771,2	771,2	6,1804E-09	0,0160	0,0203
12	31	580,6	580,6	8,4381E-09	0,0226	0,0429
1	31	496,2	496,2	8,5139E-09	0,0228	0,0657
2	28	552,6	552,6	8,1077E-09	0,0196	0,0853
3	31	723,8	723,8	5,3696E-09	0,0144	0,0997
4	30	1065,6	1065,6	-7,625E-10	-0,0020	0,0977
5	31	1454,8	1454,8	-5,4038E-09	-0,0145	0,0832
6	30	1844,0	1844,0	-9,682E-09	-0,0251	0,0581
7	31	2038,7	2038,7	-1,1616E-08	-0,0311	0,0270
8	31	1951,4	1951,4	-1,0382E-08	-0,0270	0,0000
9	30	1337,5	1337,5	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

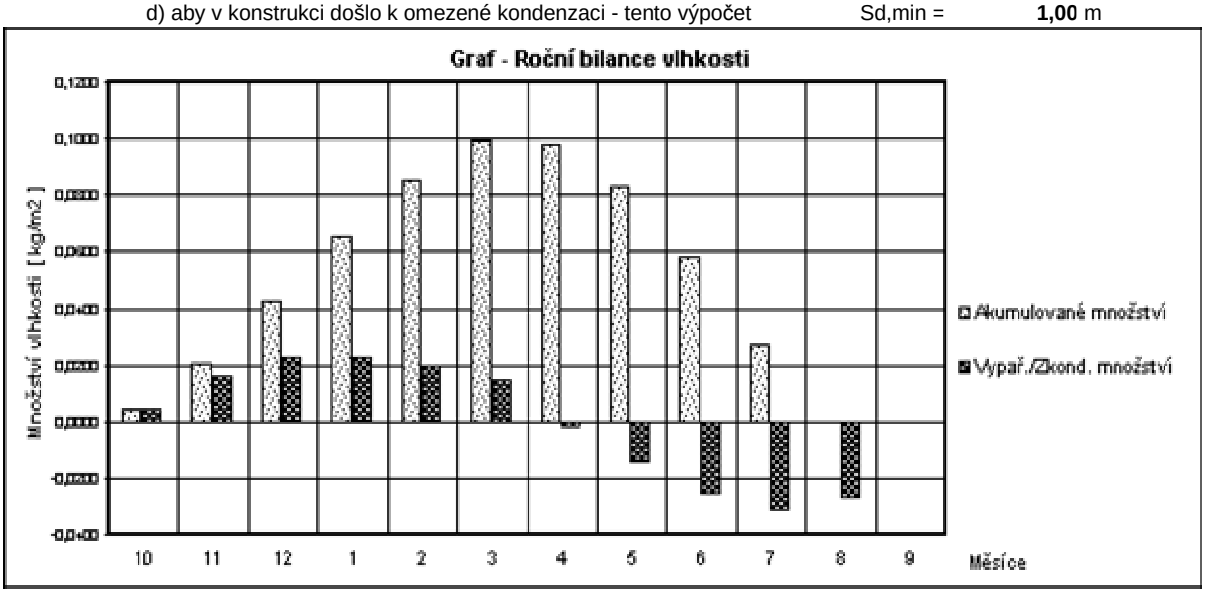
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **667,15** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **175,55** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **1,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**I2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil S 327-15	0,00150	0,15	13000,0
Orsil S	0,18000	0,044	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,041	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	2000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1094,7	1094,7	1,5417E-09	0,0041	0,0041
11	30	771,2	771,2	6,0752E-09	0,0157	0,0199
12	31	580,6	580,6	8,3051E-09	0,0222	0,0421
1	31	496,2	496,2	8,3803E-09	0,0224	0,0646
2	28	552,7	552,7	7,9771E-09	0,0193	0,0839
3	31	723,9	723,9	5,2673E-09	0,0141	0,0980
4	30	1065,6	1065,6	-7,9905E-10	-0,0021	0,0959
5	31	1454,8	1454,8	-5,389E-09	-0,0144	0,0815
6	30	1844,0	1844,0	-9,6221E-09	-0,0249	0,0565
7	31	2038,7	2038,7	-1,1536E-08	-0,0309	0,0256
8	31	1951,4	1951,4	-1,0313E-08	-0,0256	0,0000
9	30	1336,5	1336,5	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

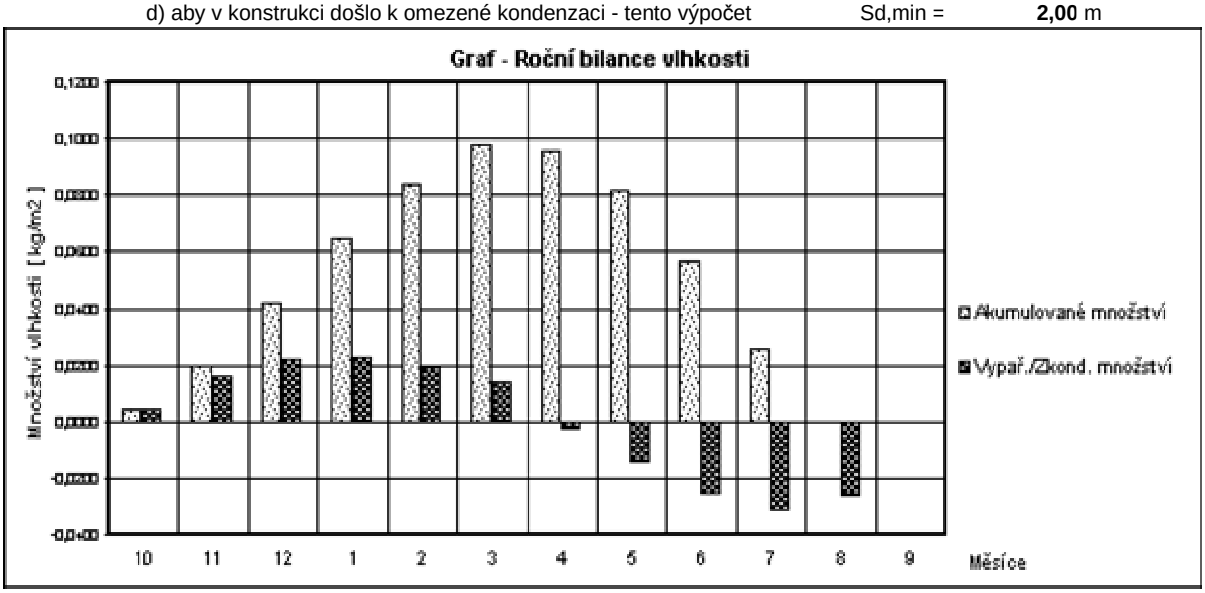
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **667,78** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **176,27** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **2,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**J1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TG 66-20	0,00200	0,17	180000,0
Orsil S	0,21000	0,044	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	260000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 360,01 m Sdi = 360,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,8	1095,8	1,1612E-10	0,0003	0,0003
11	30	772,3	772,3	3,9532E-10	0,0010	0,0013
12	31	581,7	581,7	5,3389E-10	0,0014	0,0028
1	31	497,3	497,3	5,3842E-10	0,0014	0,0042
2	28	553,8	553,8	5,1454E-10	0,0012	0,0055
3	31	724,9	724,9	3,4961E-10	0,0009	0,0064
4	30	1066,7	1066,7	-2,1295E-11	-0,0001	0,0063
5	31	1455,7	1455,7	-3,0277E-10	-0,0008	0,0055
6	30	1844,6	1844,6	-5,6079E-10	-0,0015	0,0041
7	31	2039,2	2039,2	-6,7721E-10	-0,0018	0,0023
8	31	1951,9	1951,9	-6,0353E-10	-0,0016	0,0006
9	30	1543,0	1543,0	-2,495E-10	-0,0006	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

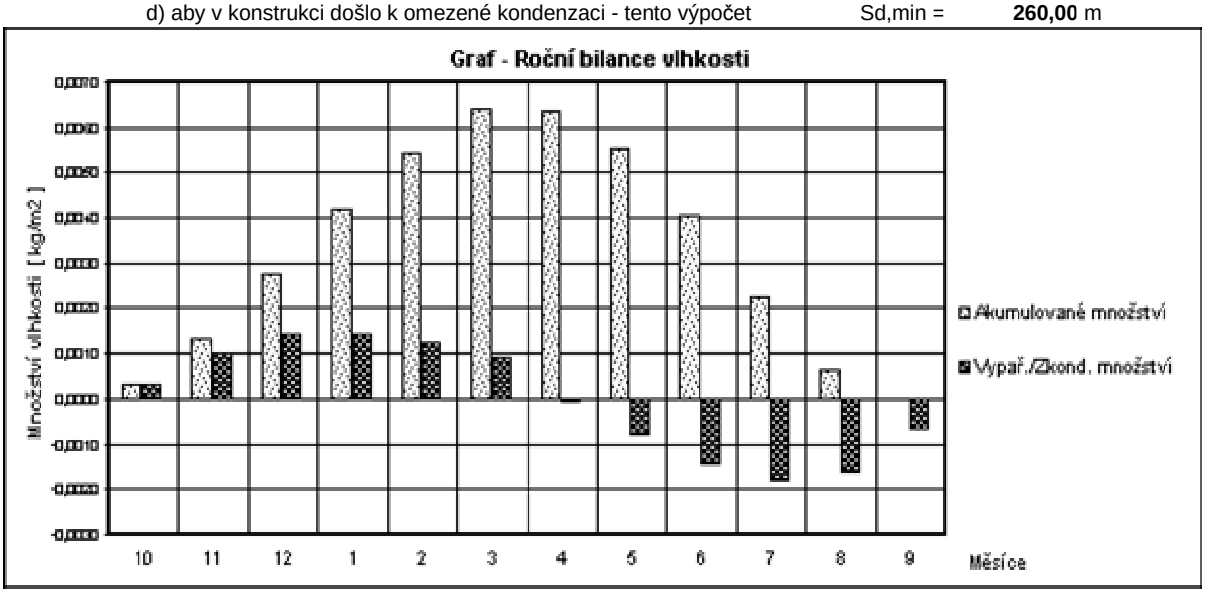
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **12337,71** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **3472,80** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **261,43** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **260,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**J2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TG 66-20	0,00200	0,17	180000,0
Orsil S	0,16000	0,044	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,041	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	261000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 360,01 m Sdi = 360,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,8	1095,8	1,1589E-10	0,0003	0,0003
11	30	772,3	772,3	3,9489E-10	0,0010	0,0013
12	31	581,8	581,8	5,3335E-10	0,0014	0,0028
1	31	497,3	497,3	5,3788E-10	0,0014	0,0042
2	28	553,8	553,8	5,1401E-10	0,0012	0,0054
3	31	724,9	724,9	3,4919E-10	0,0009	0,0064
4	30	1066,7	1066,7	-2,1453E-11	-0,0001	0,0063
5	31	1455,7	1455,7	-3,0272E-10	-0,0008	0,0055
6	30	1844,6	1844,6	-5,6056E-10	-0,0015	0,0041
7	31	2039,2	2039,2	-6,769E-10	-0,0018	0,0022
8	31	1951,9	1951,9	-6,0327E-10	-0,0016	0,0006
9	30	1543,0	1543,0	-2,4946E-10	-0,0006	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

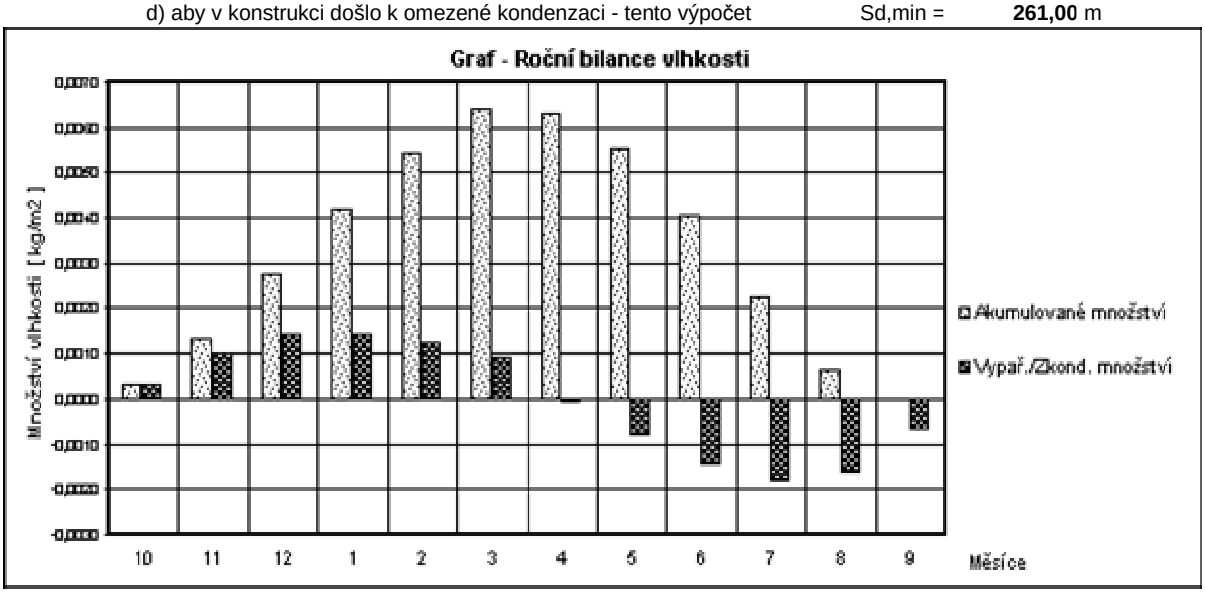
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **12335,79** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **3473,01** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **262,27** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **261,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**K1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil G 410-15	0,00150	0,15	13000,0
Orsil S	0,21000	0,044	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,5	1095,5	1,5852E-09	0,0042	0,0042
11	30	771,9	771,9	6,1769E-09	0,0160	0,0203
12	31	581,4	581,4	8,4368E-09	0,0226	0,0429
1	31	497,0	497,0	8,5137E-09	0,0228	0,0657
2	28	553,4	553,4	8,1064E-09	0,0196	0,0853
3	31	724,6	724,6	5,3658E-09	0,0144	0,0996
4	30	1066,3	1066,3	-7,7408E-10	-0,0020	0,0976
5	31	1455,4	1455,4	-5,4191E-09	-0,0145	0,0831
6	30	1844,4	1844,4	-9,6988E-09	-0,0251	0,0580
7	31	2039,0	2039,0	-1,1632E-08	-0,0312	0,0268
8	31	1951,8	1951,8	-1,0398E-08	-0,0268	0,0000
9	30	1337,7	1337,7	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

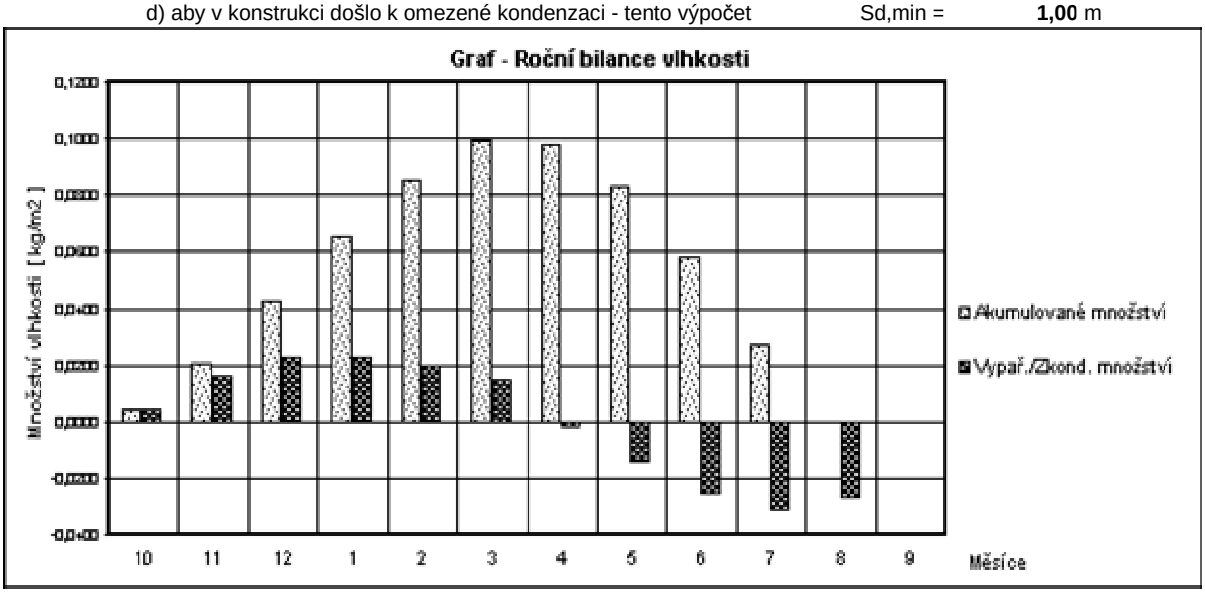
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **657,41** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **173,65** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **1,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**K2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil G 410-15	0,00150	0,15	13000,0
Orsil S	0,16000	0,044	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,041	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	2000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,5	1095,5	1,5321E-09	0,0041	0,0041
11	30	771,9	771,9	6,0714E-09	0,0157	0,0198
12	31	581,4	581,4	8,3034E-09	0,0222	0,0421
1	31	497,0	497,0	8,3797E-09	0,0224	0,0645
2	28	553,4	553,4	7,9755E-09	0,0193	0,0838
3	31	724,6	724,6	5,2633E-09	0,0141	0,0979
4	30	1066,4	1066,4	-8,1067E-10	-0,0021	0,0958
5	31	1455,4	1455,4	-5,4042E-09	-0,0145	0,0813
6	30	1844,4	1844,4	-9,6385E-09	-0,0250	0,0564
7	31	2039,0	2039,0	-1,1552E-08	-0,0309	0,0254
8	31	1951,8	1951,8	-1,033E-08	-0,0254	0,0000
9	30	1336,6	1336,6	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

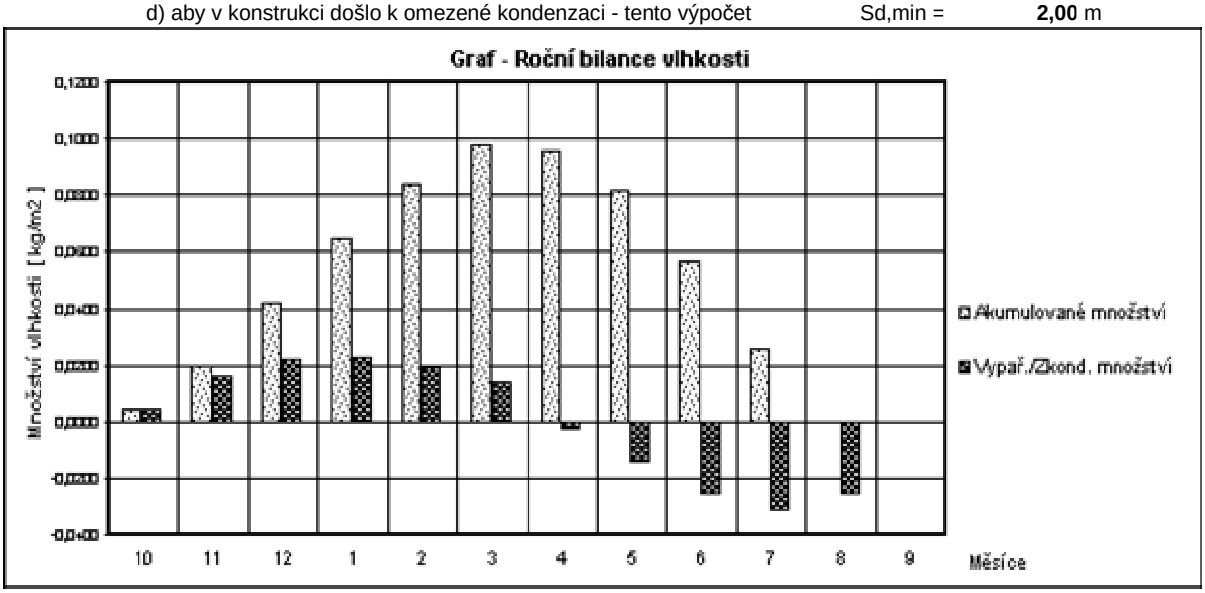
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **658,02** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **174,37** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **2,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**L1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TS 77-20	0,00200	0,17	220000,0
EPS 100 S Stabil	0,20000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	317000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,200 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 440,01 m Sdi = 440,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,2	1095,2	9,4909E-11	0,0003	0,0003
11	30	771,6	771,6	3,2265E-10	0,0008	0,0011
12	31	581,1	581,1	4,3569E-10	0,0012	0,0023
1	31	496,7	496,7	4,3935E-10	0,0012	0,0034
2	28	553,1	553,1	4,1988E-10	0,0010	0,0045
3	31	724,3	724,3	2,8529E-10	0,0008	0,0052
4	30	1066,1	1066,1	-1,729E-11	0,0000	0,0052
5	31	1455,2	1455,2	-2,4698E-10	-0,0007	0,0045
6	30	1844,2	1844,2	-4,5763E-10	-0,0012	0,0033
7	31	2038,9	2038,9	-5,5271E-10	-0,0015	0,0018
8	31	1951,6	1951,6	-4,9255E-10	-0,0013	0,0005
9	30	1542,5	1542,5	-2,0348E-10	-0,0005	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

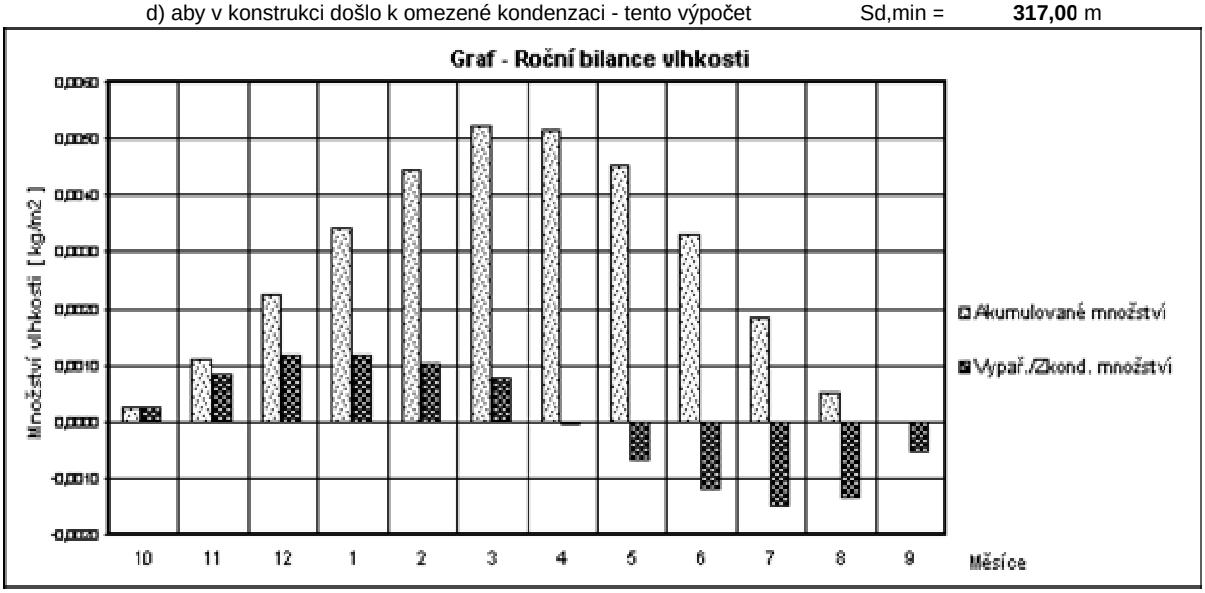
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **15256,30** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **4277,87** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **318,73** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **317,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**L2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TS 77-20	0,00200	0,17	220000,0
EPS 100 S Stabil	0,16000	0,039	30,0
EPS 100 S Stabil	0,05000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	318000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,194 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 440,01 m Sdi = 440,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1094,9	1094,9	9,4871E-11	0,0003	0,0003
11	30	771,4	771,4	3,2231E-10	0,0008	0,0011
12	31	580,8	580,8	4,3522E-10	0,0012	0,0023
1	31	496,4	496,4	4,3886E-10	0,0012	0,0034
2	28	552,9	552,9	4,1942E-10	0,0010	0,0044
3	31	724,0	724,0	2,8497E-10	0,0008	0,0052
4	30	1065,8	1065,8	-1,7231E-11	0,0000	0,0052
5	31	1455,0	1455,0	-2,4667E-10	-0,0007	0,0045
6	30	1844,1	1844,1	-4,5713E-10	-0,0012	0,0033
7	31	2038,8	2038,8	-5,5213E-10	-0,0015	0,0018
8	31	1951,5	1951,5	-4,9201E-10	-0,0013	0,0005
9	30	1542,3	1542,3	-2,032E-10	-0,0005	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

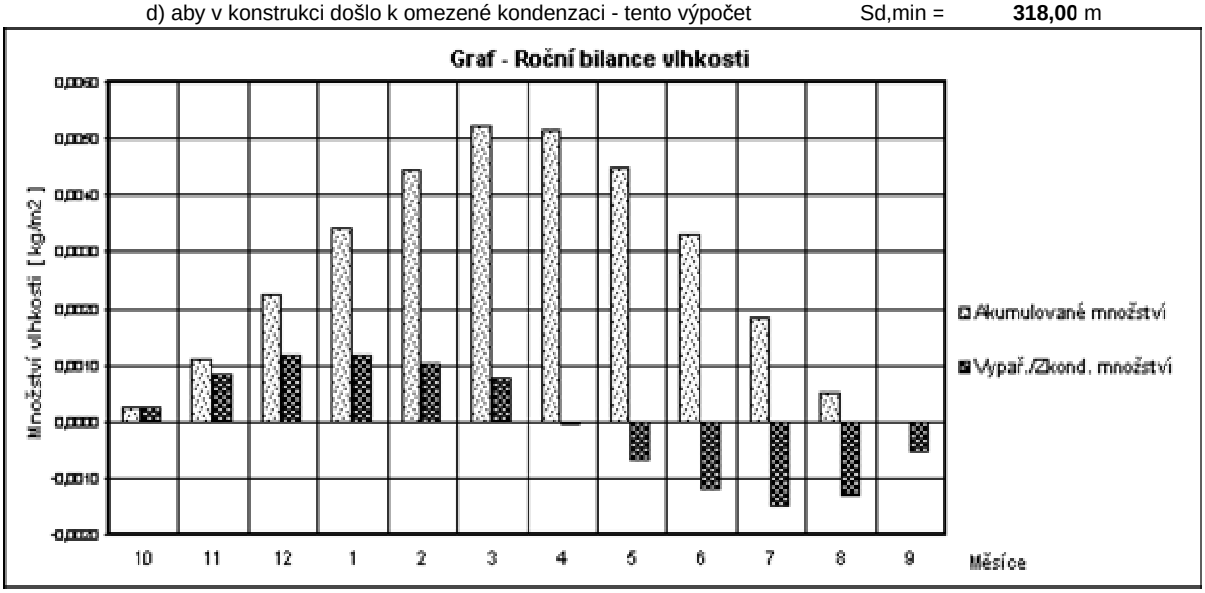
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **15334,43** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **4293,61** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **319,92** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **318,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**M1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil S 327-15	0,00150	0,15	13000,0
EPS 100 S Stabil	0,20000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana ½ -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,200 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1094,9	1094,9	8,0609E-10	0,0022	0,0022
11	30	771,3	771,3	4,6138E-09	0,0120	0,0141
12	31	580,8	580,8	6,4579E-09	0,0173	0,0314
1	31	496,4	496,4	6,5254E-09	0,0175	0,0489
2	28	552,8	552,8	6,1648E-09	0,0149	0,0638
3	31	724,0	724,0	3,8479E-09	0,0103	0,0741
4	30	1065,8	1065,8	-1,3065E-09	-0,0034	0,0707
5	31	1454,9	1454,9	-5,1836E-09	-0,0139	0,0568
6	30	1844,1	1844,1	-8,7897E-09	-0,0228	0,0341
7	31	2038,8	2038,8	-1,0423E-08	-0,0279	0,0061
8	31	1951,5	1951,5	-9,3643E-09	-0,0061	0,0000
9	30	1320,0	1320,0	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

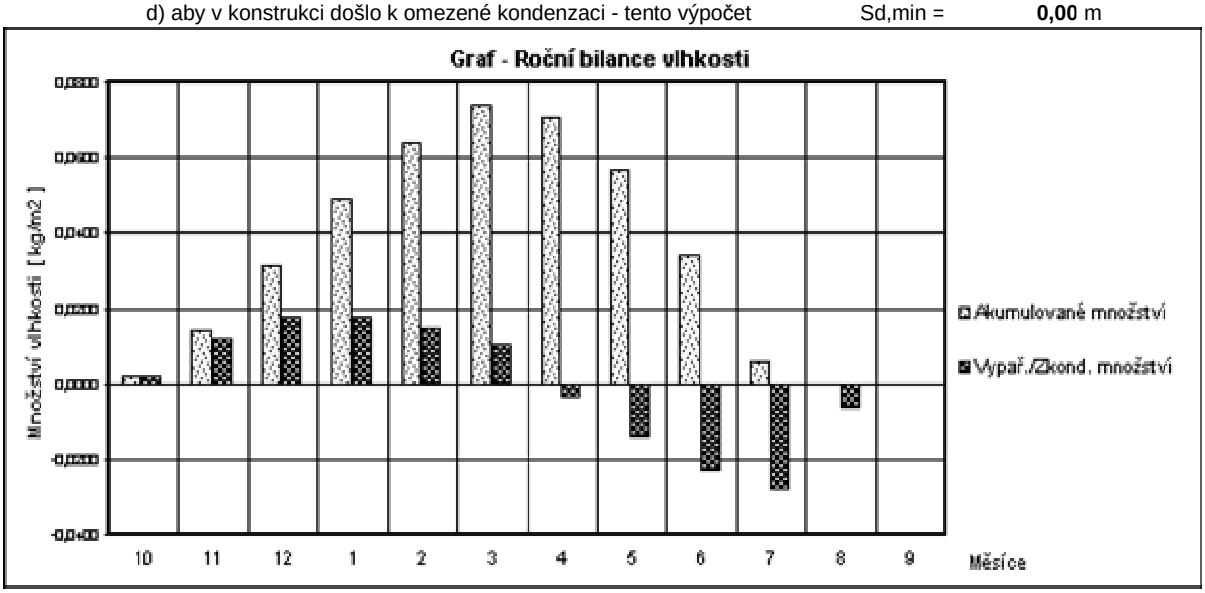
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **659,48** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **169,50** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **0,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**M2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil S 327-15	0,00150	0,15	13000,0
EPS 100 S Stabil	0,16000	0,039	30,0
EPS 100 S Stabil	0,05000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,194 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1094,6	1094,6	8,7198E-10	0,0023	0,0023
11	30	771,1	771,1	4,7403E-09	0,0123	0,0146
12	31	580,5	580,5	6,6169E-09	0,0177	0,0323
1	31	496,1	496,1	6,6848E-09	0,0179	0,0502
2	28	552,5	552,5	6,3208E-09	0,0153	0,0655
3	31	723,7	723,7	3,9709E-09	0,0106	0,0762
4	30	1065,5	1065,5	-1,2596E-09	-0,0033	0,0729
5	31	1454,7	1454,7	-5,1968E-09	-0,0139	0,0590
6	30	1843,9	1843,9	-8,8563E-09	-0,0230	0,0360
7	31	2038,7	2038,7	-1,0514E-08	-0,0282	0,0079
8	31	1951,4	1951,4	-9,441E-09	-0,0079	0,0000
9	30	1321,5	1321,5	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

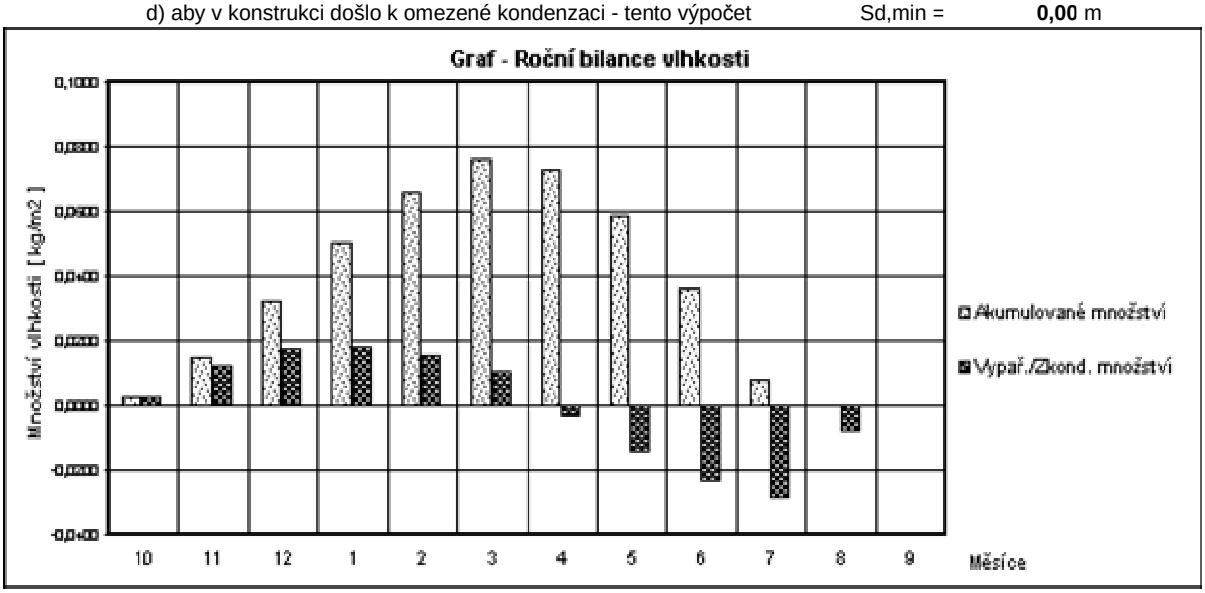
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **663,30** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **170,61** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **0,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**N1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TG 66-20	0,00200	0,17	180000,0
EPS 100 S Stabil	0,19000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	255000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,193 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 360,01 m Sdi = 360,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,6	1095,6	1,1602E-10	0,0003	0,0003
11	30	772,1	772,1	3,9491E-10	0,0010	0,0013
12	31	581,6	581,6	5,3333E-10	0,0014	0,0028
1	31	497,1	497,1	5,3784E-10	0,0014	0,0042
2	28	553,6	553,6	5,1399E-10	0,0012	0,0054
3	31	724,7	724,7	3,4922E-10	0,0009	0,0064
4	30	1066,5	1066,5	-2,1291E-11	-0,0001	0,0063
5	31	1455,6	1455,6	-3,0249E-10	-0,0008	0,0055
6	30	1844,5	1844,5	-5,6029E-10	-0,0015	0,0041
7	31	2039,1	2039,1	-6,7662E-10	-0,0018	0,0023
8	31	1951,9	1951,9	-6,03E-10	-0,0016	0,0006
9	30	1542,8	1542,8	-2,4925E-10	-0,0006	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

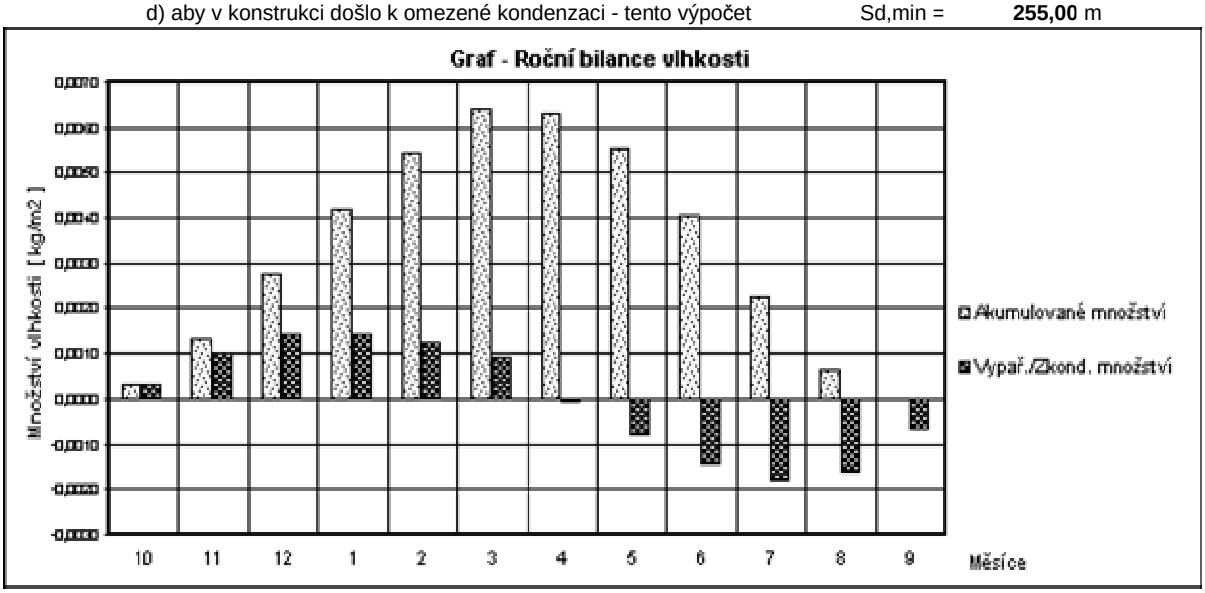
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **12374,79** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **3475,84** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **255,62** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **255,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**N2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TG 66-20	0,00200	0,17	180000,0
EPS 100 S Stabil	0,14000	0,039	30,0
EPS 100 S Stabil	0,05000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	255000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

	Počet	Vnější okrajové podmínky				Vnitřní okrajové podmínky		
Měsíc	dní	teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,196 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 360,01 m Sdi = 360,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,8	1095,8	1,1645E-10	0,0003	0,0003
11	30	772,2	772,2	3,9595E-10	0,0010	0,0013
12	31	581,7	581,7	5,3469E-10	0,0014	0,0028
1	31	497,3	497,3	5,3922E-10	0,0014	0,0042
2	28	553,8	553,8	5,1532E-10	0,0012	0,0055
3	31	724,9	724,9	3,5023E-10	0,0009	0,0064
4	30	1066,7	1066,7	-2,1063E-11	-0,0001	0,0063
5	31	1455,7	1455,7	-3,0284E-10	-0,0008	0,0055
6	30	1844,6	1844,6	-5,6113E-10	-0,0015	0,0041
7	31	2039,2	2039,2	-6,7767E-10	-0,0018	0,0023
8	31	1951,9	1951,9	-6,0392E-10	-0,0016	0,0006
9	30	1543,0	1543,0	-2,4954E-10	-0,0006	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

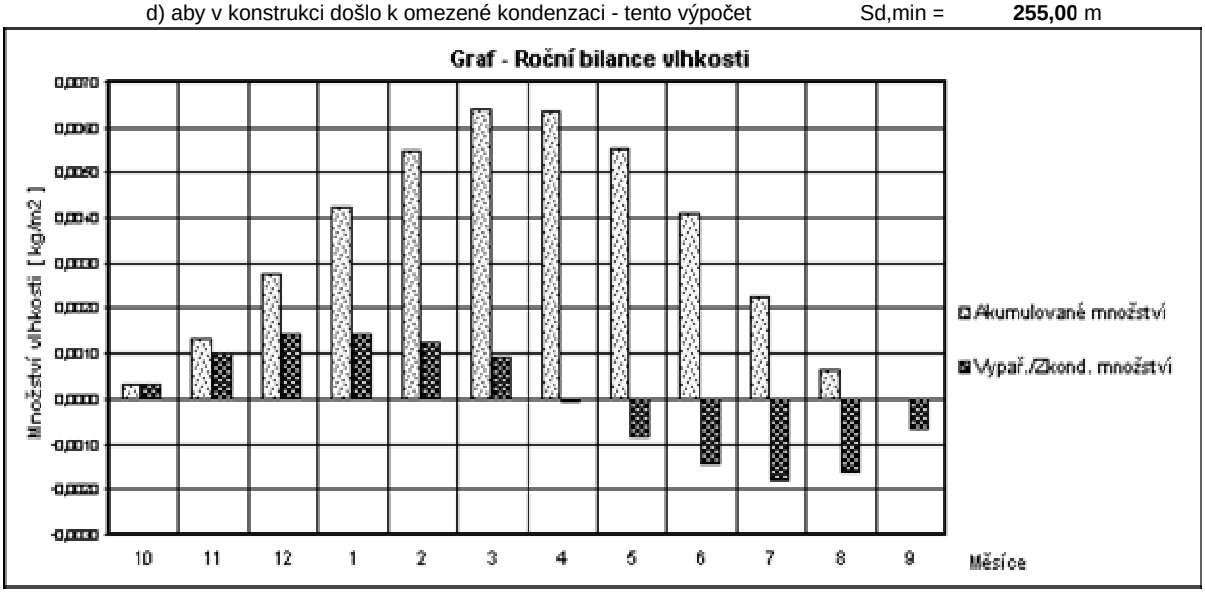
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **12337,33** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **3469,01** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **256,14** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **255,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**O1**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil G 410-15	0,00150	0,15	13000,0
EPS 100 S Stabil	0,19000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana ½ -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,193 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,3	1095,3	8,3851E-10	0,0022	0,0022
11	30	771,8	771,8	4,686E-09	0,0121	0,0144
12	31	581,2	581,2	6,5509E-09	0,0175	0,0319
1	31	496,8	496,8	6,6193E-09	0,0177	0,0497
2	28	553,3	553,3	6,2559E-09	0,0151	0,0648
3	31	724,4	724,4	3,9179E-09	0,0105	0,0753
4	30	1066,2	1066,2	-1,2867E-09	-0,0033	0,0720
5	31	1455,3	1455,3	-5,2019E-09	-0,0139	0,0580
6	30	1844,3	1844,3	-8,8404E-09	-0,0229	0,0351
7	31	2039,0	2039,0	-1,0488E-08	-0,0281	0,0070
8	31	1951,7	1951,7	-9,4207E-09	-0,0070	0,0000
9	30	1321,0	1321,0	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

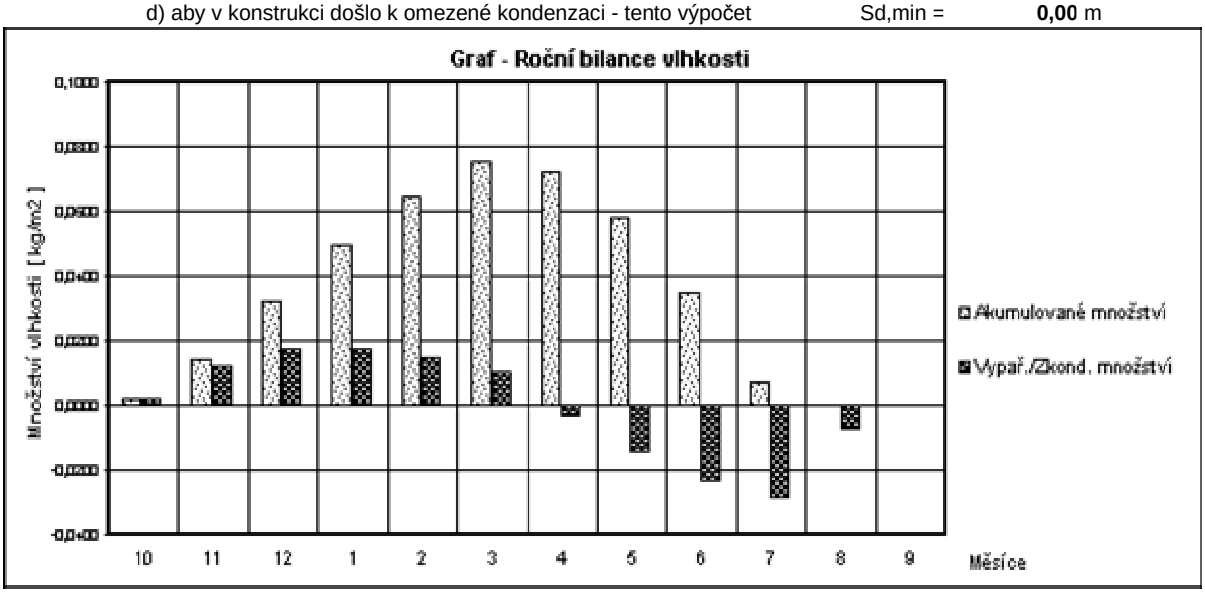
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **654,28** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **168,71** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **0,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**O2**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/4/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil G 410-15	0,00150	0,15	13000,0
EPS 100 S Stabil	0,14000	0,039	30,0
EPS 100 S Stabil	0,05000	0,039	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-2,7	84,90	414,0	810,0	21,0	52,50	1305,0
Únor	28	-1,4	83,10	451,8	810,0	21,0	54,02	1342,8
Březen	31	2,2	76,80	549,5	720,9	21,0	54,01	1342,5
Duben	30	7,8	70,20	742,5	494,1	21,0	51,74	1286,0
Květen	31	12,5	71,10	1030,0	303,8	21,0	54,88	1364,1
Červen	30	16,2	71,20	1310,5	153,9	21,0	59,54	1479,8
Červenec	31	17,8	71,40	1454,4	89,1	21,0	62,46	1552,5
Srpen	31	17,1	72,20	1407,1	117,4	21,0	61,81	1536,3
Září	30	13,4	76,90	1181,6	267,3	21,0	59,37	1475,7
Říjen	31	8,2	81,80	889,1	477,9	21,0	56,92	1414,8
Listopad	30	3,1	85,90	655,2	684,5	21,0	56,65	1408,1
Prosinec	31	-0,8	86,60	494,9	810,0	21,0	55,76	1385,9

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1095,4	1095,4	9,4148E-10	0,0025	0,0025
11	30	771,9	771,9	4,894E-09	0,0127	0,0152
12	31	581,4	581,4	6,8145E-09	0,0183	0,0335
1	31	497,0	497,0	6,8843E-09	0,0184	0,0519
2	28	553,4	553,4	6,5146E-09	0,0158	0,0677
3	31	724,6	724,6	4,1199E-09	0,0110	0,0787
4	30	1066,3	1066,3	-1,2168E-09	-0,0032	0,0755
5	31	1455,4	1455,4	-5,2347E-09	-0,0140	0,0615
6	30	1844,4	1844,4	-8,9631E-09	-0,0232	0,0383
7	31	2039,0	2039,0	-1,0651E-08	-0,0285	0,0098
8	31	1951,8	1951,8	-9,5601E-09	-0,0098	0,0000
9	30	1323,6	1323,6	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

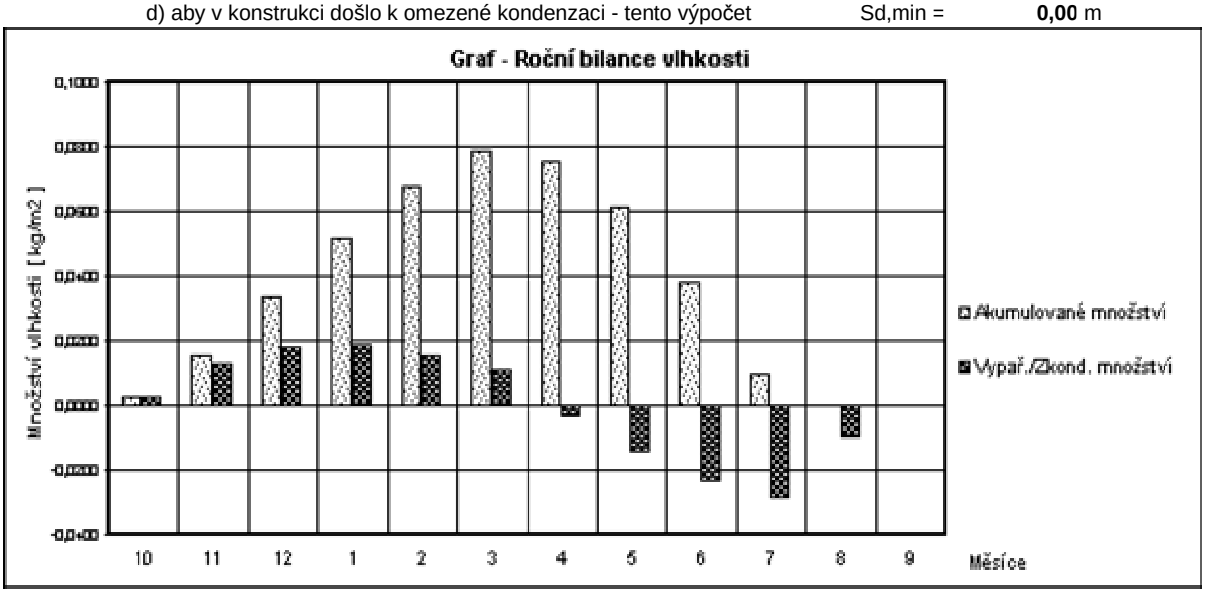
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **653,00** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **169,06** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **0,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**B1-p**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/5/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Teranap JS	0,00400	0,21	50000,0
Orsil S	0,21000	0,04	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-1,9	83,80	437,0	270,0	21,0	29,53	734,0
Únor	28	0,4	82,00	515,4	264,6	21,0	32,44	806,4
Březen	31	4,5	76,80	646,6	209,3	21,0	35,27	876,8
Duben	30	9,7	70,20	844,4	139,1	21,0	40,13	997,4
Květen	31	14,6	71,10	1181,0	72,9	21,0	50,74	1261,2
Červen	30	17,6	71,20	1432,2	32,4	21,0	59,05	1467,8
Červenec	31	19,1	71,40	1577,9	12,2	21,0	64,02	1591,2
Srpen	31	18,6	72,20	1546,5	18,9	21,0	63,05	1567,3
Září	30	14,8	76,90	1293,9	70,2	21,0	55,16	1371,1
Říjen	31	9,5	81,80	970,8	141,8	21,0	45,33	1126,7
Listopad	30	4,1	85,90	703,2	214,7	21,0	37,79	939,3
Prosinec	31	0,0	86,60	528,7	270,0	21,0	33,22	825,7

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 200,01 m Sdi = 200,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
11	30	829,4	829,4	1,2254E-09	0,0032	0,0032
12	31	621,1	621,1	2,4247E-09	0,0065	0,0097
1	31	532,8	532,8	2,3789E-09	0,0064	0,0160
2	28	639,1	639,1	1,9342E-09	0,0047	0,0207
3	31	852,7	852,7	8,9729E-11	0,0002	0,0210
4	30	1212,5	1212,5	-3,015E-09	-0,0078	0,0131
5	31	1667,4	1667,4	-5,4844E-09	-0,0131	0,0000
6	30	1465,2	1465,2	0	0,0000	0,0000
7	31	1590,2	1590,2	0	0,0000	0,0000
8	31	1565,7	1565,7	0	0,0000	0,0000
9	30	1365,3	1365,3	0	0,0000	0,0000
10	31	1115,0	1115,0	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

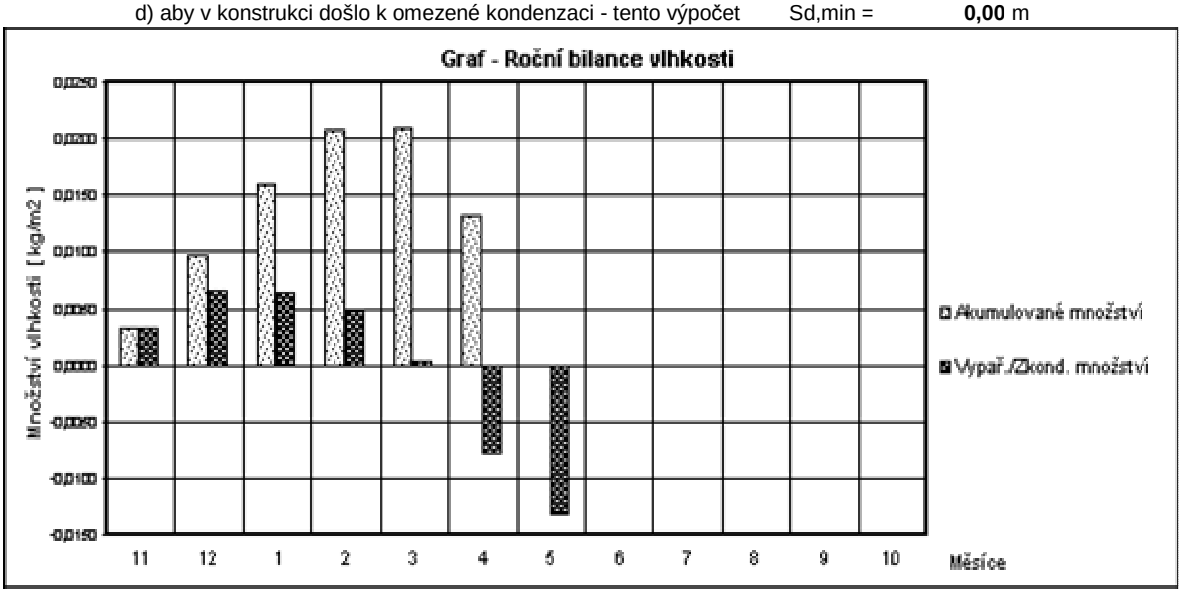
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **6675,13** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **403,55** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **0,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**F2-p**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/5/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Expandrit Plus	0,00520	0,21	50000,0
Polar	0,00400	0,21	50000,0
EPS 100 S Stabil	0,16000	0,04	30,0
EPS 100 S Stabil	0,05000	0,04	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-1,9	83,80	437,0	270,0	21,0	29,53	734,0
Únor	28	0,4	82,00	515,4	264,6	21,0	32,44	806,4
Březen	31	4,5	76,80	646,6	209,3	21,0	35,27	876,8
Duben	30	9,7	70,20	844,4	139,1	21,0	40,13	997,4
Květen	31	14,6	71,10	1181,0	72,9	21,0	50,74	1261,2
Červen	30	17,6	71,20	1432,2	32,4	21,0	59,05	1467,8
Červenec	31	19,1	71,40	1577,9	12,2	21,0	64,02	1591,2
Srpen	31	18,6	72,20	1546,5	18,9	21,0	63,05	1567,3
Září	30	14,8	76,90	1293,9	70,2	21,0	55,16	1371,1
Říjen	31	9,5	81,80	970,8	141,8	21,0	45,33	1126,7
Listopad	30	4,1	85,90	703,2	214,7	21,0	37,79	939,3
Prosinec	31	0,0	86,60	528,7	270,0	21,0	33,22	825,7

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,193 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 460,01 m Sdi = 460,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
11	30	832,6	832,6	9,3669E-10	0,0024	0,0024
12	31	624,1	624,1	1,8341E-09	0,0049	0,0073
1	31	536,1	536,1	1,7983E-09	0,0048	0,0122
2	28	642,2	642,2	1,473E-09	0,0036	0,0157
3	31	855,9	855,9	1,0332E-10	0,0003	0,0160
4	30	1215,5	1215,5	-2,191E-09	-0,0057	0,0103
5	31	1669,6	1669,6	-4,0136E-09	-0,0103	0,0000
6	30	1466,3	1466,3	0	0,0000	0,0000
7	31	1590,6	1590,6	0	0,0000	0,0000
8	31	1566,3	1566,3	0	0,0000	0,0000
9	30	1367,7	1367,7	0	0,0000	0,0000
10	31	1119,8	1119,8	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

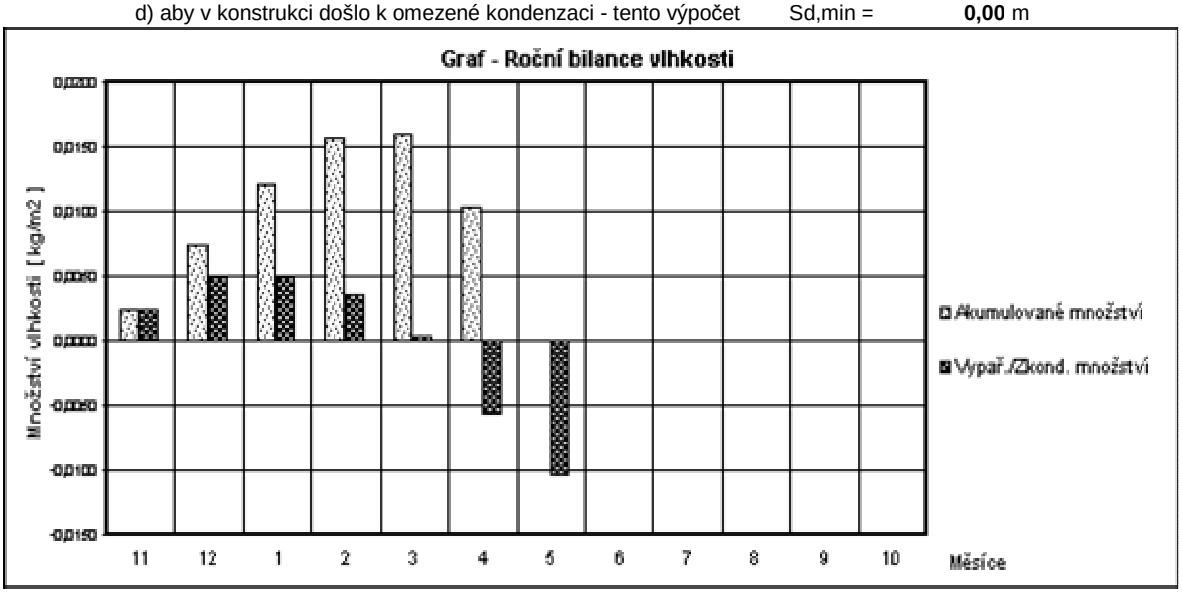
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **14509,92** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **896,87** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **0,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**H2-p**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/5/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TS 77-20	0,00200	0,17	220000,0
Orsil S	0,18000	0,04	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,04	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-1,9	83,80	437,0	270,0	21,0	29,53	734,0
Únor	28	0,4	82,00	515,4	264,6	21,0	32,44	806,4
Březen	31	4,5	76,80	646,6	209,3	21,0	35,27	876,8
Duben	30	9,7	70,20	844,4	139,1	21,0	40,13	997,4
Květen	31	14,6	71,10	1181,0	72,9	21,0	50,74	1261,2
Červen	30	17,6	71,20	1432,2	32,4	21,0	59,05	1467,8
Červenec	31	19,1	71,40	1577,9	12,2	21,0	64,02	1591,2
Srpen	31	18,6	72,20	1546,5	18,9	21,0	63,05	1567,3
Září	30	14,8	76,90	1293,9	70,2	21,0	55,16	1371,1
Říjen	31	9,5	81,80	970,8	141,8	21,0	45,33	1126,7
Listopad	30	4,1	85,90	703,2	214,7	21,0	37,79	939,3
Prosinec	31	0,0	86,60	528,7	270,0	21,0	33,22	825,7

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 440,01 m Sdi = 440,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
11	30	827,3	827,3	1,3852E-09	0,0036	0,0036
12	31	619,1	619,1	2,6189E-09	0,0070	0,0106
1	31	530,6	530,6	2,5751E-09	0,0069	0,0175
2	28	637,1	637,1	2,1245E-09	0,0051	0,0226
3	31	850,6	850,6	2,4413E-10	0,0007	0,0233
4	30	1210,5	1210,5	-2,9104E-09	-0,0075	0,0158
5	31	1666,0	1666,0	-5,4309E-09	-0,0145	0,0012
6	30	2013,6	2013,6	-7,289E-09	-0,0012	0,0000
7	31	1590,8	1590,8	0	0,0000	0,0000
8	31	1566,6	1566,6	0	0,0000	0,0000
9	30	1368,5	1368,5	0	0,0000	0,0000
10	31	1121,4	1121,4	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

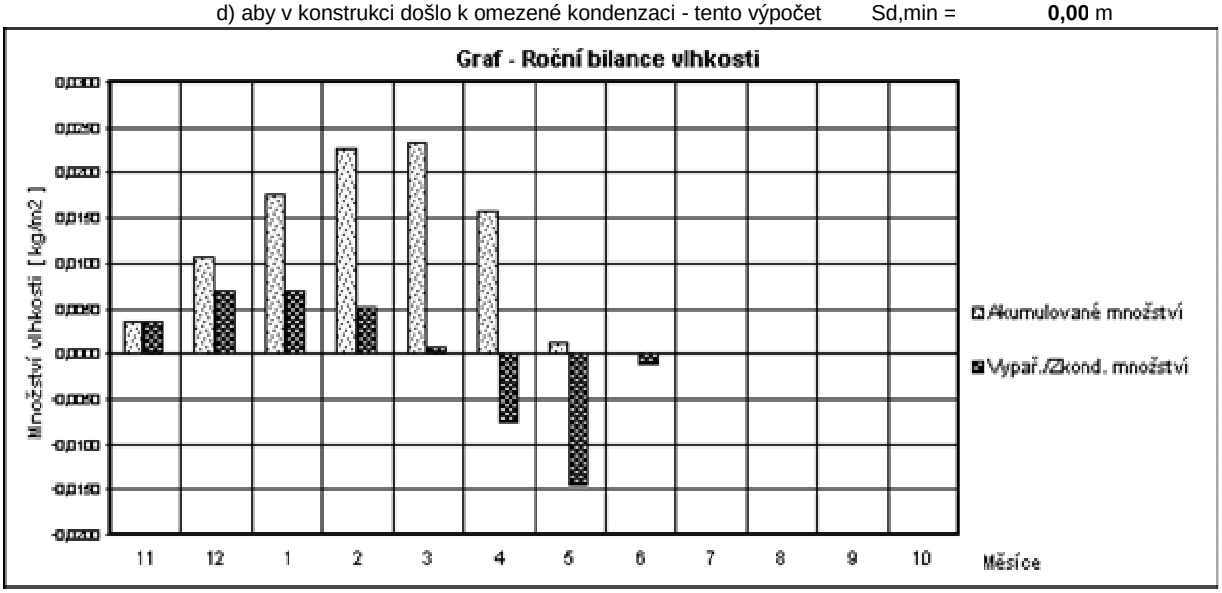
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **15306,38** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **939,95** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **0,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**O1-p**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/5/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil G 410-15	0,00150	0,15	13000,0
EPS 100 S Stabil	0,19000	0,04	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	1,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

	Počet	Vnější okrajové podmínky				Vnitřní okrajové podmínky		
Měsíc	dní	teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-1,9	83,80	437,0	270,0	21,0	29,53	734,0
Únor	28	0,4	82,00	515,4	264,6	21,0	32,44	806,4
Březen	31	4,5	76,80	646,6	209,3	21,0	35,27	876,8
Duben	30	9,7	70,20	844,4	139,1	21,0	40,13	997,4
Květen	31	14,6	71,10	1181,0	72,9	21,0	50,74	1261,2
Červen	30	17,6	71,20	1432,2	32,4	21,0	59,05	1467,8
Červenec	31	19,1	71,40	1577,9	12,2	21,0	64,02	1591,2
Srpen	31	18,6	72,20	1546,5	18,9	21,0	63,05	1567,3
Září	30	14,8	76,90	1293,9	70,2	21,0	55,16	1371,1
Říjen	31	9,5	81,80	970,8	141,8	21,0	45,33	1126,7
Listopad	30	4,1	85,90	703,2	214,7	21,0	37,79	939,3
Prosinec	31	0,0	86,60	528,7	270,0	21,0	33,22	825,7

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- Tisk výsledků ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,193 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
12	31	619,3	619,3	9,7835E-10	0,0026	0,0026
1	31	530,9	530,9	9,1389E-10	0,0024	0,0051
2	28	637,3	637,3	3,121E-10	0,0008	0,0058
3	31	850,8	850,8	-1,8547E-09	-0,0050	0,0009
4	30	1210,8	1210,8	-5,7281E-09	-0,0009	0,0000
5	31	1219,0	1219,0	0	0,0000	0,0000
6	30	1449,1	1449,1	0	0,0000	0,0000
7	31	1584,2	1584,2	0	0,0000	0,0000
8	31	1556,3	1556,3	0	0,0000	0,0000
9	30	1330,5	1330,5	0	0,0000	0,0000
10	31	1044,7	1044,7	0	0,0000	0,0000
11	30	815,1	815,1	0	0,0000	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

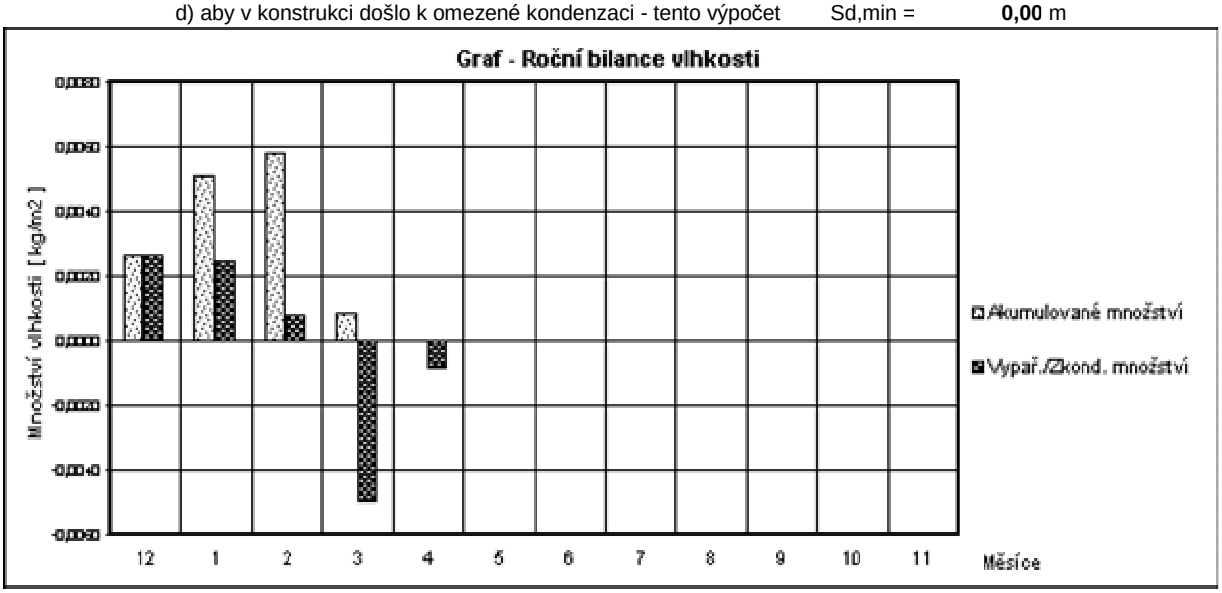
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **654,28** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **20,54** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **0,00** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **0,00** m



Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**B1-n**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/5/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Teranap JS	0,00400	0,21	50000,0
Orsil S	0,21000	0,04	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	234000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

	Počet	Vnější okrajové podmínky				Vnitřní okrajové podmínky		
Měsíc	dní	teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-3,7	84,90	380,5	810,0	16,0	69,97	1271,5
Únor	28	-2,3	83,10	419,1	810,0	16,0	72,09	1310,1
Březen	31	1,0	76,90	504,8	769,5	16,0	74,35	1351,2
Duben	30	5,4	70,20	629,3	591,3	16,0	70,42	1279,8
Květen	31	10,8	71,10	920,5	372,6	16,0	73,21	1330,4
Červen	30	14,1	71,20	1145,0	239,0	16,0	77,47	1407,8
Červenec	31	15,4	71,40	1248,6	186,3	16,0	79,99	1453,6
Srpen	31	15,0	72,20	1230,6	202,5	16,0	79,97	1453,3
Září	30	11,4	76,90	1036,1	348,3	16,0	78,10	1419,2
Říjen	31	7,2	81,80	830,4	518,4	16,0	77,07	1400,7
Listopad	30	1,7	85,90	593,0	741,2	16,0	77,49	1408,2
Prosinec	31	-2,0	86,60	447,8	810,0	16,0	73,67	1338,8

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 200,01 m Sdi = 200,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1021,7	1021,7	1,1163E-10	0,0003	0,0003
11	30	698,2	698,2	4,6213E-10	0,0012	0,0015
12	31	526,0	526,0	5,7149E-10	0,0015	0,0030
1	31	456,7	456,7	5,7502E-10	0,0015	0,0046
2	28	513,1	513,1	5,4292E-10	0,0013	0,0059
3	31	664,4	664,4	3,8927E-10	0,0010	0,0069
4	30	903,7	903,7	2,622E-11	0,0001	0,0070
5	31	1298,9	1298,9	-3,533E-10	-0,0009	0,0060
6	30	1609,1	1609,1	-6,2498E-10	-0,0016	0,0044
7	31	1748,1	1748,1	-7,3482E-10	-0,0020	0,0025
8	31	1704,3	1704,3	-6,7419E-10	-0,0018	0,0007
9	30	1351,1	1351,1	-2,6054E-10	-0,0007	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

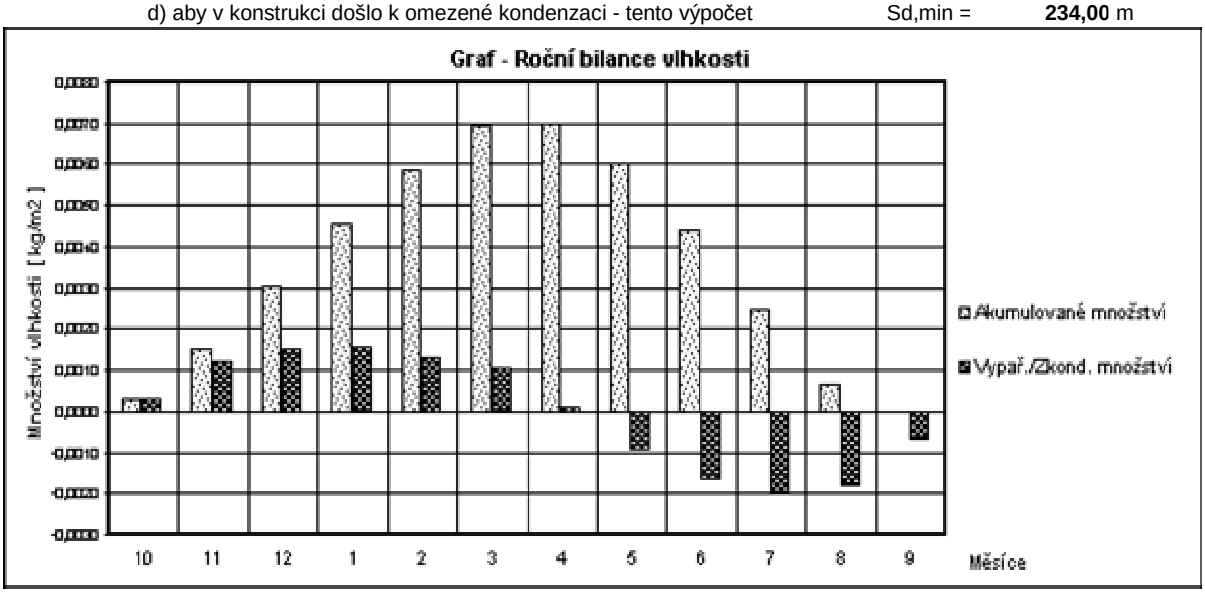
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **9940,73** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **2123,11** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **296,61** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **234,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**F2-n**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/5/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Expandrit Plus	0,00520	0,21	50000,0
Polar	0,00400	0,21	50000,0
EPS 100 S Stabil	0,16000	0,04	30,0
EPS 100 S Stabil	0,05000	0,04	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	546000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115

Okrajové podmínky:

	Počet	Vnější okrajové podmínky				Vnitřní okrajové podmínky		
Měsíc	dní	teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-3,7	84,90	380,5	810,0	16,0	69,97	1271,5
Únor	28	-2,3	83,10	419,1	810,0	16,0	72,09	1310,1
Březen	31	1,0	76,90	504,8	769,5	16,0	74,35	1351,2
Duben	30	5,4	70,20	629,3	591,3	16,0	70,42	1279,8
Květen	31	10,8	71,10	920,5	372,6	16,0	73,21	1330,4
Červen	30	14,1	71,20	1145,0	239,0	16,0	77,47	1407,8
Červenec	31	15,4	71,40	1248,6	186,3	16,0	79,99	1453,6
Srpen	31	15,0	72,20	1230,6	202,5	16,0	79,97	1453,3
Září	30	11,4	76,90	1036,1	348,3	16,0	78,10	1419,2
Říjen	31	7,2	81,80	830,4	518,4	16,0	77,07	1400,7
Listopad	30	1,7	85,90	593,0	741,2	16,0	77,49	1408,2
Prosinec	31	-2,0	86,60	447,8	810,0	16,0	73,67	1338,8

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,193 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 460,01 m Sdi = 460,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1023,6	1023,6	4,8853E-11	0,0001	0,0001
11	30	700,5	700,5	2,0264E-10	0,0005	0,0007
12	31	528,5	528,5	2,505E-10	0,0007	0,0013
1	31	459,1	459,1	2,5212E-10	0,0007	0,0020
2	28	515,6	515,6	2,3801E-10	0,0006	0,0026
3	31	666,7	666,7	1,7083E-10	0,0005	0,0030
4	30	905,8	905,8	1,1577E-11	0,0000	0,0031
5	31	1300,4	1300,4	-1,5459E-10	-0,0004	0,0027
6	30	1609,8	1609,8	-2,7324E-10	-0,0007	0,0019
7	31	1748,3	1748,3	-3,2112E-10	-0,0009	0,0011
8	31	1704,6	1704,6	-2,9465E-10	-0,0008	0,0003
9	30	1352,4	1352,4	-1,1398E-10	-0,0003	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

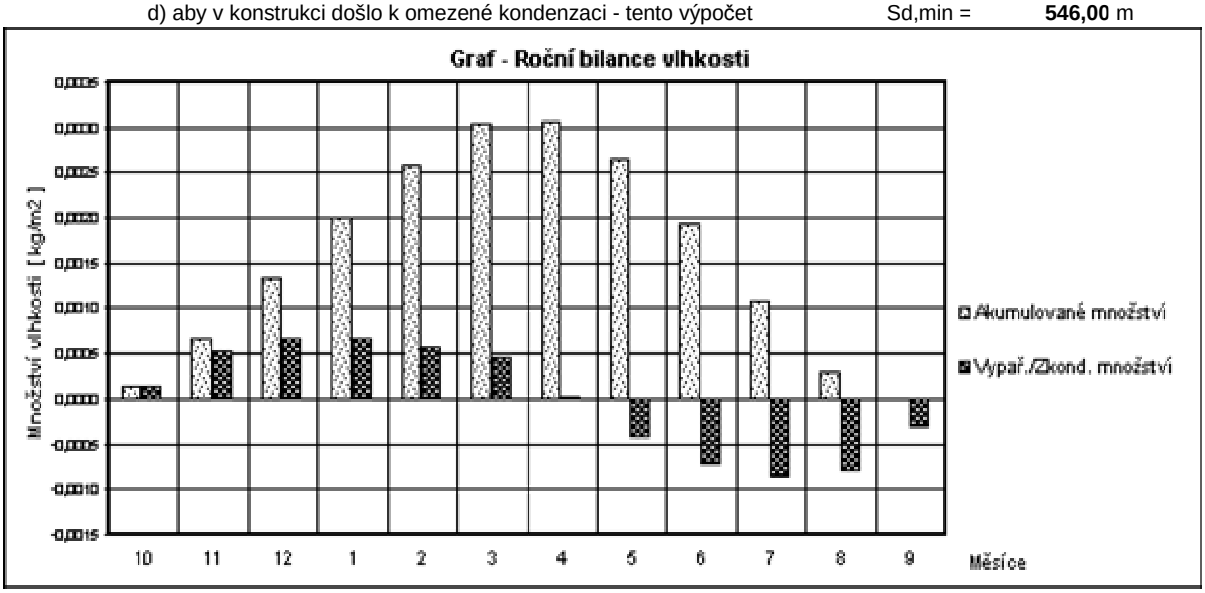
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **21593,25** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **4731,15** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **690,75** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **546,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**H2-n**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/5/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil TS 77-20	0,00200	0,17	220000,0
Orsil S	0,18000	0,04	1,5
Orsil T-SD	0,05000	0,04	1,5
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	538000,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

Měsíc	Počet dní	Vnější okrajové podmínky teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	Vnitřní okrajové podmínky teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-3,7	84,90	380,5	810,0	16,0	69,97	1271,5
Únor	28	-2,3	83,10	419,1	810,0	16,0	72,09	1310,1
Březen	31	1,0	76,90	504,8	769,5	16,0	74,35	1351,2
Duben	30	5,4	70,20	629,3	591,3	16,0	70,42	1279,8
Květen	31	10,8	71,10	920,5	372,6	16,0	73,21	1330,4
Červen	30	14,1	71,20	1145,0	239,0	16,0	77,47	1407,8
Červenec	31	15,4	71,40	1248,6	186,3	16,0	79,99	1453,6
Srpen	31	15,0	72,20	1230,6	202,5	16,0	79,97	1453,3
Září	30	11,4	76,90	1036,1	348,3	16,0	78,10	1419,2
Říjen	31	7,2	81,80	830,4	518,4	16,0	77,07	1400,7
Listopad	30	1,7	85,90	593,0	741,2	16,0	77,49	1408,2
Prosinec	31	-2,0	86,60	447,8	810,0	16,0	73,67	1338,8

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- Tisk výsledků ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,197 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 440,01 m Sdi = 440,01m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1020,3	1020,3	5,1082E-11	0,0001	0,0001
11	30	696,7	696,7	2,0993E-10	0,0005	0,0007
12	31	524,2	524,2	2,5957E-10	0,0007	0,0014
1	31	455,0	455,0	2,6112E-10	0,0007	0,0021
2	28	511,4	511,4	2,4661E-10	0,0006	0,0027
3	31	662,8	662,8	1,7686E-10	0,0005	0,0031
4	30	902,3	902,3	1,2352E-11	0,0000	0,0032
5	31	1298,0	1298,0	-1,5986E-10	-0,0004	0,0027
6	30	1608,7	1608,7	-2,8335E-10	-0,0007	0,0020
7	31	1748,0	1748,0	-3,3332E-10	-0,0009	0,0011
8	31	1704,0	1704,0	-3,0577E-10	-0,0008	0,0003
9	30	1350,2	1350,2	-1,1784E-10	-0,0003	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

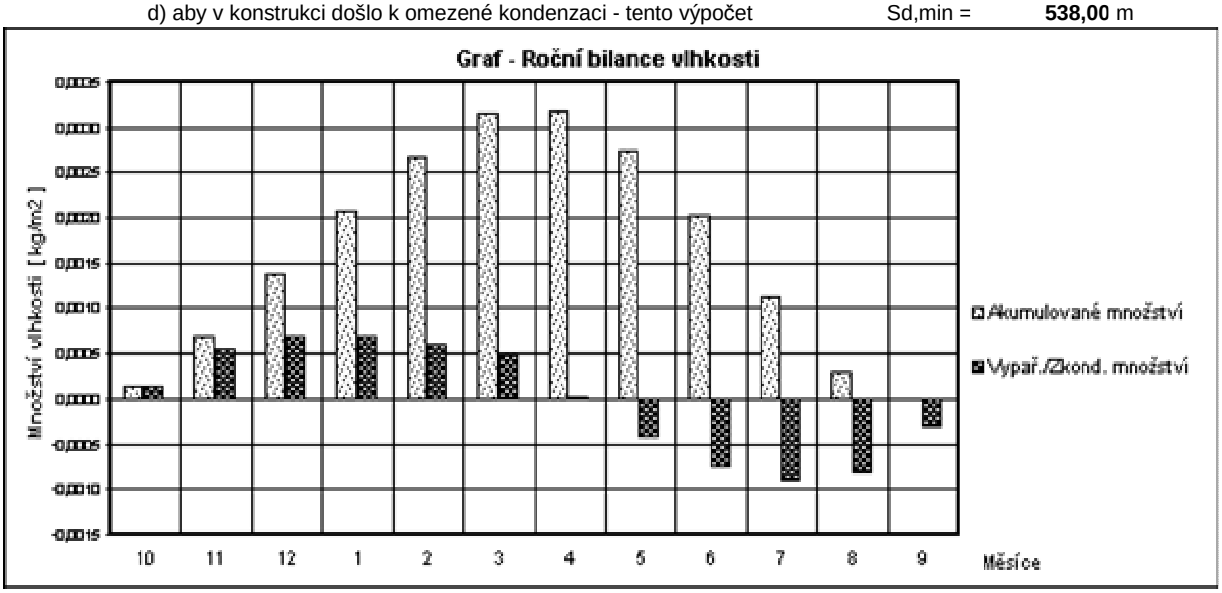
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **22791,53** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **4804,19** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **682,09** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **538,00** m



- Strana 2/2 -

Posouzení střešní konstrukce
Tepelný odpor
Kondenzace uvnitř konstrukce

podle ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788

---------- Základní informace o projektu ----------

Název konstrukce:	**O1-n**
Zpracoval:	Petr Slanina
Zakázka:	Diplomová práce
Datum:	12/5/2003

---------- Vstupní data ----------

Skladba konstrukce

Název materiálu	Tloušťka d [m]	Souč. tep. v. la[Wm-1K-1]	Faktor dif. o. mi [-]
Sarnafil G 410-15	0,00150	0,15	13000,0
EPS 100 S Stabil	0,19000	0,04	30,0
Parotěsná vrstva	0,00100	0,25	3000,0
Keramzitbeton	0,05000	0,56	15,0
Železobeton	0,15000	2,50	100,0
Štuková omítka	0,00150	0,80	115,0

Okrajové podmínky:

	Počet	Vnější okrajové podmínky				Vnitřní okrajové podmínky		
Měsíc	dní	teplota thétae [℃]	rel. vlhkost fe [%]	talk v. par pe [Pa]	rozdíl tlaků delta p [Pa]	teplota thétai [℃]	rel. vlhkost fi [%]	talk v. par pi [Pa]
Leden	31	-3,7	84,90	380,5	810,0	16,0	69,97	1271,5
Únor	28	-2,3	83,10	419,1	810,0	16,0	72,09	1310,1
Březen	31	1,0	76,90	504,8	769,5	16,0	74,35	1351,2
Duben	30	5,4	70,20	629,3	591,3	16,0	70,42	1279,8
Květen	31	10,8	71,10	920,5	372,6	16,0	73,21	1330,4
Červen	30	14,1	71,20	1145,0	239,0	16,0	77,47	1407,8
Červenec	31	15,4	71,40	1248,6	186,3	16,0	79,99	1453,6
Srpen	31	15,0	72,20	1230,6	202,5	16,0	79,97	1453,3
Září	30	11,4	76,90	1036,1	348,3	16,0	78,10	1419,2
Říjen	31	7,2	81,80	830,4	518,4	16,0	77,07	1400,7
Listopad	30	1,7	85,90	593,0	741,2	16,0	77,49	1408,2
Prosinec	31	-2,0	86,60	447,8	810,0	16,0	73,67	1338,8

Tepelné odpory při přestupu tepla:

	Re [m2K/W]	Ri [m2K/W]
Pro výpočet součinitele prostupu tepla:	0,04	0,10
Pro výpočet kondenzace uvnitř konstrukce:	0,04	0,25

- Strana 1/2 -

---------- **Tisk výsledků** ----------

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla:

Podle ČSN EN ISO 6946

Součinitel prostupu tepla U: 0,193 W/m2K < 0,2 W/m2K = Un

kde Un je doporučená hodnota podle normy ČSN 730540-2:2002

Střešní konstrukce z hlediska požadavku ČSN 730540-2:2002 na součinitel prostupu tepla:

VYHOVUJE

Kondenzace uvnitř konstrukce

Podle ČSN EN ISO 13788

V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry během modelového roku.

Kon. zóna: **1** Hranice kon. zóny: Sde = 19,51 m Sdi = 19,51m

Měsíc	Počet dní	pse [Pa]	psi [Pa]	Kond/Vypař g [kg/m2s]	Kond/Vypař G [kg/m2a]	Akum. vlhk. Ma [kg/m2]
10	31	1020,5	1020,5	1,1367E-09	0,0030	0,0030
11	30	696,9	696,9	4,7081E-09	0,0122	0,0152
12	31	524,5	524,5	5,8239E-09	0,0156	0,0308
1	31	455,2	455,2	5,8589E-09	0,0157	0,0465
2	28	511,6	511,6	5,5321E-09	0,0134	0,0599
3	31	663,0	663,0	3,9629E-09	0,0106	0,0705
4	30	902,4	902,4	2,6302E-10	0,0007	0,0712
5	31	1298,1	1298,1	-3,6088E-09	-0,0097	0,0616
6	30	1608,7	1608,7	-6,385E-09	-0,0165	0,0450
7	31	1748,0	1748,0	-7,5084E-09	-0,0201	0,0249
8	31	1704,1	1704,1	-6,8887E-09	-0,0185	0,0064
9	30	1350,3	1350,3	-2,662E-09	-0,0064	0,0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Konstrukce podle požadavků ČSN 730540-2:2002 na kondenzaci uvnitř konstrukce:

VYHOVUJE

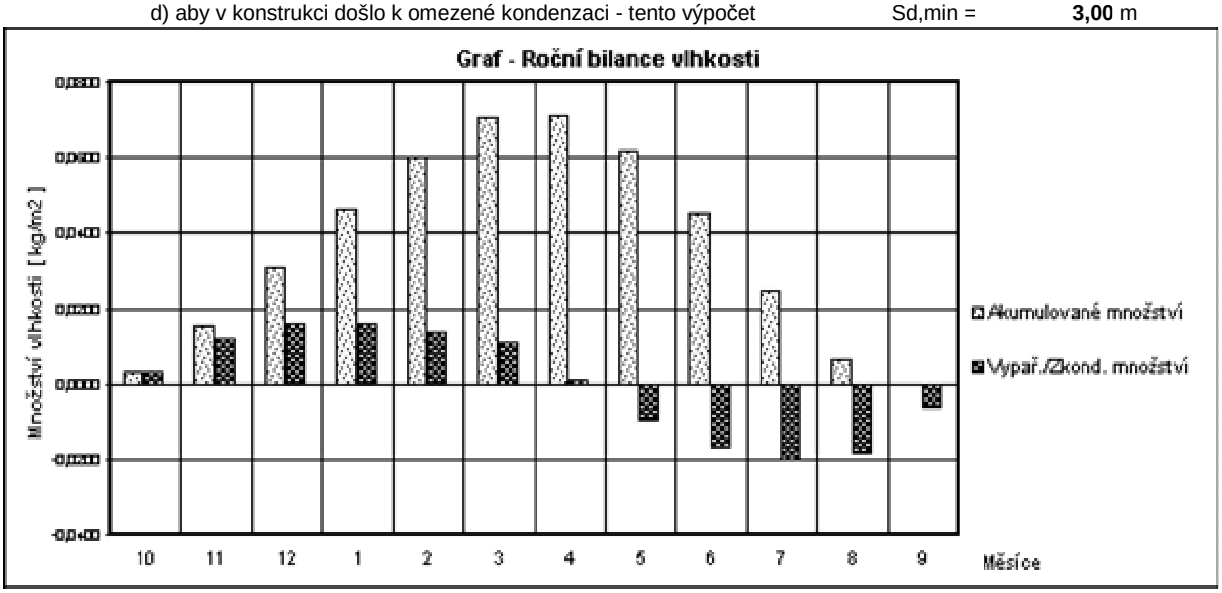
Minimální ekvivalentní tloušťka parotěstné vrstvy:

a) aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci (viz kap.9.3.1): Sd,min = **984,43** m

b) aby v konstrukci došlo k minimální kondenzaci (viz kap.9.3.2): Sd,min = **191,42** m

c) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci (viz kap.9.3.3) Sd,min = **6,11** m

d) aby v konstrukci došlo k omezené kondenzaci - tento výpočet Sd,min = **3,00** m



ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2002

Název úlohy : B1-p
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 9.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Štuková omítka	0.0015	0.8000	840.0	1700.0	115.0	0.0000
2	Železobeton	0.1500	2.5000	1020.0	2400.0	100.0	0.0000
3	Keramzitbeton	0.0500	0.5600	880.0	1100.0	15.0	0.0000
4	Parotěsná vrst	0.0010	0.2500	1470.0	2600.0	1.0	0.0000
5	Orsil S	0.2100	0.0440	1150.0	200.0	1.5	0.0000
6	Siplast Terana	0.0040	0.2100	1470.0	1100.0	50000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tap : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 50.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Ti[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	33.4	830.2	-1.9	83.8	437.0
2	28	21.0	36.4	904.8	0.4	82.0	515.4
3	31	21.0	39.4	979.3	4.5	76.8	646.6
4	30	21.0	44.6	1108.6	9.7	70.2	844.4
5	31	21.0	55.4	1377.0	14.6	71.1	1181.0
6	30	21.0	63.9	1588.3	17.6	71.2	1432.2
7	31	21.0	69.0	1715.1	19.1	71.4	1577.9
8	31	21.0	68.0	1690.2	18.6	72.2	1546.5
9	30	21.0	59.9	1488.9	14.8	76.9	1293.9
10	31	21.0	49.8	1237.8	9.5	81.8	970.8
11	30	21.0	41.9	1041.5	4.1	85.9	703.2
12	31	21.0	37.1	922.2	0.0	86.6	528.7

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

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 4.947 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.197 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce Up : 0.216 W/m2K
Difuzní odpor konstrukce Rd : 1.1E+0012 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny : 492.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi : 15.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.28 C

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	7.5	0.411	4.3	0.271	20.6	0.981	34.3
2	8.8	0.407	5.5	0.249	20.6	0.981	37.3
3	10.0	0.331	6.7	0.132	20.7	0.981	40.2
4	11.8	0.188	8.5	------	20.8	0.981	45.2
5	15.2	0.086	11.7	------	20.9	0.981	55.8
6	17.4	------	13.9	------	20.9	0.981	64.2
7	18.6	------	15.1	------	21.0	0.981	69.2
8	18.4	------	14.9	------	21.0	0.981	68.2
9	16.4	0.254	12.9	------	20.9	0.981	60.3
10	13.5	0.348	10.1	0.055	20.8	0.981	50.5
11	10.9	0.401	7.6	0.206	20.7	0.981	42.7
12	9.1	0.432	5.8	0.276	20.6	0.981	38.0

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**e**
tepl.[C]:	19.3	19.3	18.9	18.2	18.2	-14.6	-14.7
pd [Pa]:	1243	1242	1165	1161	1161	1160	138
pd" [Pa]:	2235	2233	2177	2094	2091	171	169

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

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]**
1	0.4125	0.4125	1.316E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Gk: 0.106 kg/m2,rok
Množství vypařené vodní páry (kapacita odparu) Gv: 0.101 kg/m2,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]**	**Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]**
10	0.4125	0.4125	2.74E-0010	0.0007
11	0.4125	0.4125	2.48E-0009	0.0072
12	0.4125	0.4125	3.62E-0009	0.0169
1	0.4125	0.4125	3.57E-0009	0.0264
2	0.4125	0.4125	3.15E-0009	0.0340
3	0.4125	0.4125	1.35E-0009	0.0376
4	0.4125	0.4125	-1.66E-0009	0.0333
5	0.4125	0.4125	-4.08E-0009	0.0224
6	0.4125	0.4125	-5.86E-0009	0.0072
7	---	---	-6.77E-0009	0.0000
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---

Na konci modelového roku je zóna suchá.
STOP, Teplo 2002

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2002

Název úlohy : B1-n
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 9.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Štuková omítka	0.0015	0.8000	840.0	1700.0	115.0	0.0000
2	Železobeton	0.1500	2.5000	1020.0	2400.0	100.0	0.0000
3	Keramzitbeton	0.0500	0.5600	880.0	1100.0	15.0	0.0000
4	Parotěsná vrst	0.0010	0.2500	1470.0	2600.0	262000.0	0.0000
5	Orsil S	0.2100	0.0440	1150.0	200.0	1.5	0.0000
6	Siplast Terana	0.0040	0.2100	1470.0	1100.0	50000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -18.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tap : 16.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 70.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Ti[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	16.0	70.5	1281.2	-3.7	84.9	380.5
2	28	16.0	72.6	1319.3	-2.3	83.1	419.1
3	31	16.0	75.1	1364.8	1.0	76.9	504.8
4	30	16.0	72.2	1312.1	5.4	70.2	629.3
5	31	16.0	76.2	1384.8	10.8	71.1	920.5
6	30	16.0	81.2	1475.6	14.1	71.2	1145.0
7	31	16.0	84.0	1526.5	15.4	71.4	1248.6
8	31	16.0	83.9	1524.7	15.0	72.2	1230.6
9	30	16.0	81.2	1475.6	11.4	76.9	1036.1
10	31	16.0	79.2	1439.3	7.2	81.8	830.4
11	30	16.0	78.4	1424.7	1.7	85.9	593.0
12	31	16.0	74.2	1348.4	-2.0	86.6	447.8

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

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 4.947 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.197 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce Up : 0.216 W/m2K
Difuzní odpor konstrukce Rd : 2.5E+0012 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny : 492.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi : 15.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 14.38 C

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.0	0.900	10.6	0.728	15.6	0.981	72.2
2	14.5	0.917	11.1	0.731	15.7	0.981	74.2
3	15.0	0.934	11.6	0.706	15.7	0.981	76.5
4	14.4	0.849	11.0	0.528	15.8	0.981	73.1
5	15.2	0.854	11.8	0.195	15.9	0.981	76.7
6	16.2	1.123	12.8	------	16.0	0.981	81.4
7	16.8	------	13.3	------	16.0	0.981	84.1
8	16.7	------	13.3	------	16.0	0.981	84.0
9	16.2	1.051	12.8	0.300	15.9	0.981	81.7
10	15.8	0.982	12.4	0.591	15.8	0.981	80.1
11	15.7	0.978	12.2	0.738	15.7	0.981	79.8
12	14.8	0.935	11.4	0.745	15.7	0.981	75.8

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**e**
tepl.[C]:	14.4	14.4	14.0	13.4	13.4	-17.6	-17.7
pd [Pa]:	1272	1272	1235	1233	594	594	106
pd" [Pa]:	1637	1636	1595	1536	1534	129	127

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

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]**
1	0.4125	0.4125	7.984E-0010

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Gk: 0.005 kg/m2,rok
Množství vypařené vodní páry (kapacita odparu) Gv: 0.010 kg/m2,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]**	**Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]**
10	0.4125	0.4125	1.08E-0010	0.0003
11	0.4125	0.4125	4.17E-0010	0.0014
12	0.4125	0.4125	5.13E-0010	0.0027
1	0.4125	0.4125	5.16E-0010	0.0041
2	0.4125	0.4125	4.86E-0010	0.0053
3	0.4125	0.4125	3.44E-0010	0.0062
4	0.4125	0.4125	1.87E-0011	0.0063
5	0.4125	0.4125	-3.18E-0010	0.0054
6	0.4125	0.4125	-5.62E-0010	0.0040
7	0.4125	0.4125	-6.61E-0010	0.0022
8	0.4125	0.4125	-6.05E-0010	0.0006
9	---	---	-2.27E-0010	0.0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.
STOP, Teplo 2002

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2002

Název úlohy : F2-p
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 9.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.016 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Štuková omítka	0.0015	0.8000	840.0	1700.0	115.0	0.0000
2	Železobeton	0.1500	2.5000	1020.0	2400.0	100.0	0.0000
3	Parotěsná vrst	0.0010	0.2500	1470.0	2600.0	1.0	0.0000
4	EPS 100 S Stab	0.0500	0.0390	1270.0	25.0	30.0	0.0000
5	EPS 100 S Stab	0.1600	0.0390	1270.0	25.0	30.0	0.0000
6	Icopal Polar	0.0040	0.2100	1470.0	1100.0	50000.0	0.0000
7	Icopal Expandr	0.0052	0.2100	1470.0	1100.0	50000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tap : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 50.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Ti[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	33.4	830.2	-1.9	83.8	437.0
2	28	21.0	36.4	904.8	0.4	82.0	515.4
3	31	21.0	39.4	979.3	4.5	76.8	646.6
4	30	21.0	44.6	1108.6	9.7	70.2	844.4
5	31	21.0	55.4	1377.0	14.6	71.1	1181.0
6	30	21.0	63.9	1588.3	17.6	71.2	1432.2
7	31	21.0	69.0	1715.1	19.1	71.4	1577.9
8	31	21.0	68.0	1690.2	18.6	72.2	1546.5
9	30	21.0	59.9	1488.9	14.8	76.9	1293.9
10	31	21.0	49.8	1237.8	9.5	81.8	970.8
11	30	21.0	41.9	1041.5	4.1	85.9	703.2
12	31	21.0	37.1	922.2	0.0	86.6	528.7

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

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 5.028 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.193 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce Up : 0.213 W/m2K
Difuzní odpor konstrukce Rd : 2.6E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny : 203.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi : 7.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.31 C

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	7.5	0.411	4.3	0.271	20.6	0.981	34.3
2	8.8	0.407	5.5	0.249	20.6	0.981	37.3
3	10.0	0.331	6.7	0.132	20.7	0.981	40.2
4	11.8	0.188	8.5	------	20.8	0.981	45.2
5	15.2	0.086	11.7	------	20.9	0.981	55.8
6	17.4	------	13.9	------	20.9	0.981	64.2
7	18.6	------	15.1	------	21.0	0.981	69.2
8	18.4	------	14.9	------	21.0	0.981	68.2
9	16.4	0.254	12.9	------	20.9	0.981	60.3
10	13.5	0.348	10.1	0.055	20.8	0.981	50.5
11	10.9	0.401	7.6	0.206	20.7	0.981	42.7
12	9.1	0.432	5.8	0.276	20.6	0.981	38.0

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**6-7**	**e**
tepl.[C]:	19.4	19.4	19.1	19.0	11.1	-14.5	-14.6	-14.8
pd [Pa]:	1243	1242	1208	1208	1205	1194	735	138
pd" [Pa]:	2258	2256	2204	2201	1317	173	171	169

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

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]**
1	0.3625	0.3625	9.950E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Gk: 0.080 kg/m2,rok
Množství vypařené vodní páry (kapacita odparu) Gv: 0.074 kg/m2,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]**	**Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]**
10	0.3625	0.3625	2.51E-0010	0.0007
11	0.3625	0.3625	1.89E-0009	0.0056
12	0.3625	0.3625	2.73E-0009	0.0129
1	0.3625	0.3625	2.70E-0009	0.0201
2	0.3625	0.3625	2.39E-0009	0.0259
3	0.3625	0.3625	1.05E-0009	0.0287
4	0.3625	0.3625	-1.16E-0009	0.0257
5	0.3625	0.3625	-2.95E-0009	0.0178
6	0.3625	0.3625	-4.25E-0009	0.0068
7	---	---	-4.92E-0009	0.0000
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---

Na konci modelového roku je zóna suchá.
STOP, Teplo 2002

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2002

Název úlohy : F2-n
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 9.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.016 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Štuková omítka	0.0015	0.8000	840.0	1700.0	115.0	0.0000
2	Železobeton	0.1500	2.5000	1020.0	2400.0	100.0	0.0000
3	Parotěsná vrst	0.0010	0.2500	1470.0	2600.0	609000.0	0.0000
4	EPS 100 S Stab	0.0500	0.0390	1270.0	25.0	30.0	0.0000
5	EPS 100 S Stab	0.1600	0.0390	1270.0	25.0	30.0	0.0000
6	Icopal Polar	0.0040	0.2100	1470.0	1100.0	50000.0	0.0000
7	Icopal Expandr	0.0052	0.2100	1470.0	1100.0	50000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -18.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tap : 16.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 70.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Ti[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	16.0	70.5	1281.2	-3.7	84.9	380.5
2	28	16.0	72.6	1319.3	-2.3	83.1	419.1
3	31	16.0	75.1	1364.8	1.0	76.9	504.8
4	30	16.0	72.2	1312.1	5.4	70.2	629.3
5	31	16.0	76.2	1384.8	10.8	71.1	920.5
6	30	16.0	81.2	1475.6	14.1	71.2	1145.0
7	31	16.0	84.0	1526.5	15.4	71.4	1248.6
8	31	16.0	83.9	1524.7	15.0	72.2	1230.6
9	30	16.0	81.2	1475.6	11.4	76.9	1036.1
10	31	16.0	79.2	1439.3	7.2	81.8	830.4
11	30	16.0	78.4	1424.7	1.7	85.9	593.0
12	31	16.0	74.2	1348.4	-2.0	86.6	447.8

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

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 5.028 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.193 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce Up : 0.213 W/m2K
Difuzní odpor konstrukce Rd : 5.8E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny : 203.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi : 7.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 14.40 C

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.0	0.900	10.6	0.728	15.6	0.981	72.2
2	14.5	0.917	11.1	0.731	15.7	0.981	74.2
3	15.0	0.934	11.6	0.706	15.7	0.981	76.5
4	14.4	0.849	11.0	0.528	15.8	0.981	73.1
5	15.2	0.854	11.8	0.195	15.9	0.981	76.7
6	16.2	1.123	12.8	------	16.0	0.981	81.4
7	16.8	------	13.3	------	16.0	0.981	84.1
8	16.7	------	13.3	------	16.0	0.981	84.0
9	16.2	1.051	12.8	0.300	15.9	0.981	81.6
10	15.8	0.982	12.4	0.591	15.8	0.981	80.0
11	15.7	0.978	12.2	0.738	15.7	0.981	79.8
12	14.8	0.935	11.4	0.745	15.7	0.981	75.8

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**6-7**	**e**
tepl.[C]:	14.5	14.5	14.2	14.1	6.6	-17.5	-17.6	-17.8
pd [Pa]:	1272	1272	1256	604	603	598	384	106
pd" [Pa]:	1654	1652	1615	1613	975	130	129	127

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

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]**
1	0.3625	0.3625	3.515E-0010

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Gk: 0.002 kg/m2,rok
Množství vypařené vodní páry (kapacita odparu) Gv: 0.004 kg/m2,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]**	**Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]**
10	0.3625	0.3625	4.75E-0011	0.0001
11	0.3625	0.3625	1.83E-0010	0.0006
12	0.3625	0.3625	2.25E-0010	0.0012
1	0.3625	0.3625	2.27E-0010	0.0018
2	0.3625	0.3625	2.13E-0010	0.0023
3	0.3625	0.3625	1.51E-0010	0.0027
4	0.3625	0.3625	8.43E-0012	0.0028
5	0.3625	0.3625	-1.39E-0010	0.0024
6	0.3625	0.3625	-2.46E-0010	0.0017
7	0.3625	0.3625	-2.89E-0010	0.0010
8	0.3625	0.3625	-2.64E-0010	0.0003
9	0.3625	0.3625	-9.91E-0011	0.0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.
STOP, Teplo 2002

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2002

Název úlohy : B2-p
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 9.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.016 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Štuková omítka	0.0015	0.8000	840.0	1700.0	115.0	0.0000
2	Železobeton	0.1500	2.5000	1020.0	2400.0	100.0	0.0000
3	Parotěsná vrst	0.0010	0.2500	1470.0	2600.0	1.0	0.0000
4	ORSIL T-SD	0.0500	0.0410	1150.0	150.0	1.5	0.0000
5	Orsil S	0.1800	0.0440	1150.0	200.0	1.5	0.0000
6	Sarnafi TS-20	0.0020	0.1700	1470.0	1100.0	220000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tap : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 50.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Ti[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	33.4	830.2	-1.9	83.8	437.0
2	28	21.0	36.4	904.8	0.4	82.0	515.4
3	31	21.0	39.4	979.3	4.5	76.8	646.6
4	30	21.0	44.6	1108.6	9.7	70.2	844.4
5	31	21.0	55.4	1377.0	14.6	71.1	1181.0
6	30	21.0	63.9	1588.3	17.6	71.2	1432.2
7	31	21.0	69.0	1715.1	19.1	71.4	1577.9
8	31	21.0	68.0	1690.2	18.6	72.2	1546.5
9	30	21.0	59.9	1488.9	14.8	76.9	1293.9
10	31	21.0	49.8	1237.8	9.5	81.8	970.8
11	30	21.0	41.9	1041.5	4.1	85.9	703.2
12	31	21.0	37.1	922.2	0.0	86.6	528.7

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

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 4.939 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.197 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce Up : 0.217 W/m2K
Difuzní odpor konstrukce Rd : 2.4E+0012 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny : 530.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi : 14.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.28 C

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: --------- 80% ---------		-------- 100% ---------		Vypočtené hodnoty		
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	7.5	0.411	4.3	0.271	20.6	0.981	34.3
2	8.8	0.407	5.5	0.249	20.6	0.981	37.3
3	10.0	0.331	6.7	0.132	20.7	0.981	40.2
4	11.8	0.188	8.5	------	20.8	0.981	45.2
5	15.2	0.086	11.7	------	20.9	0.981	55.8
6	17.4	------	13.9	------	20.9	0.981	64.2
7	18.6	------	15.1	------	21.0	0.981	69.2
8	18.4	------	14.9	------	21.0	0.981	68.2
9	16.4	0.254	12.9	------	20.9	0.981	60.3
10	13.5	0.348	10.1	0.055	20.8	0.981	50.5
11	10.9	0.401	7.6	0.206	20.7	0.981	42.7
12	9.1	0.432	5.8	0.276	20.6	0.981	38.0

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**e**
tepl.[C]:	19.4	19.4	19.0	19.0	11.3	-14.7	-14.7
pd [Pa]:	1243	1242	1206	1206	1206	1205	138
pd" [Pa]:	2254	2252	2199	2196	1335	170	169

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

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]**
1	0.3825	0.3825	1.381E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Gk: 0.113 kg/m2,rok
Množství vypařené vodní páry (kapacita odparu) Gv: 0.101 kg/m2,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]**	**Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]**
10	0.3825	0.3825	4.47E-0010	0.0012
11	0.3825	0.3825	2.70E-0009	0.0082
12	0.3825	0.3825	3.87E-0009	0.0186
1	0.3825	0.3825	3.82E-0009	0.0288
2	0.3825	0.3825	3.39E-0009	0.0370
3	0.3825	0.3825	1.56E-0009	0.0412
4	0.3825	0.3825	-1.48E-0009	0.0373
5	0.3825	0.3825	-3.96E-0009	0.0267
6	0.3825	0.3825	-5.77E-0009	0.0117
7	---	---	-6.70E-0009	0.0000
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---

Na konci modelového roku je zóna suchá.
STOP, Teplo 2002

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2002

Název úlohy : H2-n
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 9.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.016 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Štuková omítka	0.0015	0.8000	840.0	1700.0	115.0	0.0000
2	Železobeton	0.1500	2.5000	1020.0	2400.0	100.0	0.0000
3	Parotěsná vrst	0.0010	0.2500	1470.0	2600.0	599000.0	0.0000
4	ORSIL T-SD	0.0500	0.0410	1150.0	150.0	1.5	0.0000
5	Orsil S	0.1800	0.0440	1150.0	200.0	1.5	0.0000
6	Sarnafi TS-20	0.0020	0.1700	1470.0	1100.0	220000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -18.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tap : 16.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 70.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Ti[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	16.0	70.5	1281.2	-3.7	84.9	380.5
2	28	16.0	72.6	1319.3	-2.3	83.1	419.1
3	31	16.0	75.1	1364.8	1.0	76.9	504.8
4	30	16.0	72.2	1312.1	5.4	70.2	629.3
5	31	16.0	76.2	1384.8	10.8	71.1	920.5
6	30	16.0	81.2	1475.6	14.1	71.2	1145.0
7	31	16.0	84.0	1526.5	15.4	71.4	1248.6
8	31	16.0	83.9	1524.7	15.0	72.2	1230.6
9	30	16.0	81.2	1475.6	11.4	76.9	1036.1
10	31	16.0	79.2	1439.3	7.2	81.8	830.4
11	30	16.0	78.4	1424.7	1.7	85.9	593.0
12	31	16.0	74.2	1348.4	-2.0	86.6	447.8

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

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 4.939 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.197 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce Up : 0.217 W/m2K
Difuzní odpor konstrukce Rd : 5.6E+0012 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny : 530.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi : 14.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 14.37 C

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.0	0.900	10.6	0.728	15.6	0.981	72.2
2	14.5	0.917	11.1	0.731	15.7	0.981	74.2
3	15.0	0.934	11.6	0.706	15.7	0.981	76.5
4	14.4	0.849	11.0	0.528	15.8	0.981	73.1
5	15.2	0.854	11.8	0.195	15.9	0.981	76.7
6	16.2	1.123	12.8	------	16.0	0.981	81.4
7	16.8	------	13.3	------	16.0	0.981	84.1
8	16.7	------	13.3	------	16.0	0.981	84.0
9	16.2	1.051	12.8	0.300	15.9	0.981	81.7
10	15.8	0.982	12.4	0.591	15.8	0.981	80.1
11	15.7	0.978	12.2	0.738	15.7	0.981	79.8
12	14.8	0.935	11.4	0.745	15.7	0.981	75.9

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**e**
tepl.[C]:	14.5	14.5	14.1	14.1	6.8	-17.7	-17.8
pd [Pa]:	1272	1272	1255	593	593	592	106
pd" [Pa]:	1651	1649	1612	1609	988	128	127

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

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]**
1	0.3825	0.3825	3.622E-0010

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Gk: 0.002 kg/m2,rok
Množství vypařené vodní páry (kapacita odparu) Gv: 0.005 kg/m2,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]**	**Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]**
10	0.3825	0.3825	4.97E-0011	0.0001
11	0.3825	0.3825	1.90E-0010	0.0006
12	0.3825	0.3825	2.33E-0010	0.0013
1	0.3825	0.3825	2.35E-0010	0.0019
2	0.3825	0.3825	2.21E-0010	0.0024
3	0.3825	0.3825	1.57E-0010	0.0028
4	0.3825	0.3825	9.10E-0012	0.0029
5	0.3825	0.3825	-1.44E-0010	0.0025
6	0.3825	0.3825	-2.55E-0010	0.0018
7	0.3825	0.3825	-3.00E-0010	0.0010
8	0.3825	0.3825	-2.75E-0010	0.0003
9	0.3825	0.3825	-1.02E-0010	0.0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.
STOP, Teplo 2002

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2002

Název úlohy : O1-p
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 9.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Štuková omítka	0.0015	0.8000	840.0	1700.0	115.0	0.0000
2	Železobeton	0.1500	2.5000	1020.0	2400.0	100.0	0.0000
3	Keramzitbeton	0.0500	0.5600	880.0	1100.0	15.0	0.0000
4	Parotěsná vrst	0.0010	0.2500	1470.0	2600.0	1.0	0.0000
5	EPS 100 S Stab	0.1900	0.0390	1270.0	25.0	30.0	0.0000
6	Sarnafil G 410	0.0015	0.1500	1470.0	1100.0	13000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tap : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 50.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Ti[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	33.4	830.2	-1.9	83.8	437.0
2	28	21.0	36.4	904.8	0.4	82.0	515.4
3	31	21.0	39.4	979.3	4.5	76.8	646.6
4	30	21.0	44.6	1108.6	9.7	70.2	844.4
5	31	21.0	55.4	1377.0	14.6	71.1	1181.0
6	30	21.0	63.9	1588.3	17.6	71.2	1432.2
7	31	21.0	69.0	1715.1	19.1	71.4	1577.9
8	31	21.0	68.0	1690.2	18.6	72.2	1546.5
9	30	21.0	59.9	1488.9	14.8	76.9	1293.9
10	31	21.0	49.8	1237.8	9.5	81.8	970.8
11	30	21.0	41.9	1041.5	4.1	85.9	703.2
12	31	21.0	37.1	922.2	0.0	86.6	528.7

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

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 5.037 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.193 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce Up : 0.212 W/m2K
Difuzní odpor konstrukce Rd : 2.2E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny : 214.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi : 8.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.31 C

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: --------- 80% ---------		-------- 100% ---------		Vypočtené hodnoty		
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	7.5	0.411	4.3	0.271	20.6	0.981	34.3
2	8.8	0.407	5.5	0.249	20.6	0.981	37.3
3	10.0	0.331	6.7	0.132	20.7	0.981	40.2
4	11.8	0.188	8.5	------	20.8	0.981	45.2
5	15.2	0.086	11.7	------	20.9	0.981	55.8
6	17.4	------	13.9	------	20.9	0.981	64.2
7	18.6	------	15.1	------	21.0	0.981	69.2
8	18.4	------	14.9	------	21.0	0.981	68.2
9	16.4	0.254	12.9	------	20.9	0.981	60.3
10	13.5	0.348	10.1	0.055	20.8	0.981	50.5
11	10.9	0.401	7.6	0.206	20.7	0.981	42.7
12	9.1	0.432	5.8	0.276	20.6	0.981	38.0

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**e**
tepl.[C]:	19.3	19.3	18.9	18.3	18.3	-14.7	-14.7
pd [Pa]:	1243	1238	835	815	815	662	138
pd" [Pa]:	2239	2237	2181	2101	2097	170	169

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

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]**
1	0.3925	0.3925	9.599E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Gk: 0.061 kg/m2,rok
Množství vypařené vodní páry (kapacita odparu) Gv: 0.148 kg/m2,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]**	**Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]**
11	0.3925	0.3925	6.99E-0010	0.0018
12	0.3925	0.3925	1.87E-0009	0.0068
1	0.3925	0.3925	1.80E-0009	0.0117
2	0.3925	0.3925	1.22E-0009	0.0146
3	0.3925	0.3925	-9.11E-0010	0.0122
4	---	---	-4.72E-0009	0.0000
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Na konci modelového roku je zóna suchá.
STOP, Teplo 2002

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2002

Název úlohy : O1-n
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 9.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Štuková omítka	0.0015	0.8000	840.0	1700.0	115.0	0.0000
2	Železobeton	0.1500	2.5000	1020.0	2400.0	100.0	0.0000
3	Keramzitbeton	0.0500	0.5600	880.0	1100.0	15.0	0.0000
4	Parotěsná vrst	0.0010	0.2500	1470.0	2600.0	6000.0	0.0000
5	EPS 100 S Stab	0.1900	0.0390	1270.0	25.0	30.0	0.0000
6	Sarnafil G 410	0.0015	0.1500	1470.0	1100.0	13000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -18.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tap : 16.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 70.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Ti[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	16.0	70.5	1281.2	-3.7	84.9	380.5
2	28	16.0	72.6	1319.3	-2.3	83.1	419.1
3	31	16.0	75.1	1364.8	1.0	76.9	504.8
4	30	16.0	72.2	1312.1	5.4	70.2	629.3
5	31	16.0	76.2	1384.8	10.8	71.1	920.5
6	30	16.0	81.2	1475.6	14.1	71.2	1145.0
7	31	16.0	84.0	1526.5	15.4	71.4	1248.6
8	31	16.0	83.9	1524.7	15.0	72.2	1230.6
9	30	16.0	81.2	1475.6	11.4	76.9	1036.1
10	31	16.0	79.2	1439.3	7.2	81.8	830.4
11	30	16.0	78.4	1424.7	1.7	85.9	593.0
12	31	16.0	74.2	1348.4	-2.0	86.6	447.8

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

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 5.037 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.193 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce Up : 0.212 W/m2K
Difuzní odpor konstrukce Rd : 2.5E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny : 214.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi : 8.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 14.40 C

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: --------- 80% ---------		-------- 100% ---------		Vypočtené hodnoty		
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.0	0.900	10.6	0.728	15.6	0.981	72.2
2	14.5	0.917	11.1	0.731	15.7	0.981	74.2
3	15.0	0.934	11.6	0.706	15.7	0.981	76.5
4	14.4	0.849	11.0	0.528	15.8	0.981	73.1
5	15.2	0.854	11.8	0.195	15.9	0.981	76.7
6	16.2	1.123	12.8	------	16.0	0.981	81.4
7	16.8	------	13.3	------	16.0	0.981	84.1
8	16.7	------	13.3	------	16.0	0.981	84.0
9	16.2	1.051	12.8	0.300	15.9	0.981	81.6
10	15.8	0.982	12.4	0.591	15.8	0.981	80.0
11	15.7	0.978	12.2	0.738	15.7	0.981	79.8
12	14.8	0.935	11.4	0.745	15.7	0.981	75.8

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**e**
tepl.[C]:	14.4	14.4	14.0	13.4	13.4	-17.7	-17.7
pd [Pa]:	1272	1268	897	878	729	588	106
pd" [Pa]:	1640	1639	1599	1541	1538	128	127

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

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]**
1	0.3925	0.3925	8.052E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Gk: 0.055 kg/m2,rok
Množství vypařené vodní páry (kapacita odparu) Gv: 0.103 kg/m2,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]**	**Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]**
10	0.3925	0.3925	1.07E-0009	0.0029
11	0.3925	0.3925	4.20E-0009	0.0138
12	0.3925	0.3925	5.18E-0009	0.0276
1	0.3925	0.3925	5.21E-0009	0.0416
2	0.3925	0.3925	4.90E-0009	0.0535
3	0.3925	0.3925	3.46E-0009	0.0627
4	0.3925	0.3925	1.60E-0010	0.0631
5	0.3925	0.3925	-3.26E-0009	0.0544
6	0.3925	0.3925	-5.74E-0009	0.0395
7	0.3925	0.3925	-6.75E-0009	0.0214
8	0.3925	0.3925	-6.18E-0009	0.0049
9	---	---	-2.33E-0009	0.0000

Na konci modelového roku je zóna suchá.
STOP, Teplo 20

Příloha – E

Protokoly o výpočtu kondenzace v programu Area2002, Svoboda Software

DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLOT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

podle ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN 730540 - Metoda konečných prvků

Area 2002

Název úlohy : H2-a
Varianta s kotevním prvkem a minimálními hodnoty pro parotěsnou vrstvu
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Dipomová práce
Datum : 5.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Základní parametry úlohy :

Parametry pro výpočet přibližné roční bilance vodní páry a teplotního faktoru:
Teplota vzduchu v exteriéru: -15.0 C
Teplota vzduchu v interiéru: 21.0 C
Rel. vlhkost vzduchu v interiéru: 50.0 %

Parametry charakterizující rozsah úlohy:
Počet svislých os: 41
Počet vodorovných os: 68
Počet prvků: 5360
Počet uzlových bodů: 2788

Souřadnice os sítě - osa x (m) :

0.0000	0.0625	0.1250	0.1875	0.2500	0.3125	0.3750	0.4375	0.5000	0.5625
0.6250	0.6875	0.7500	0.8125	0.8750	0.9375	1.0000	1.0565	1.1130	1.1695
1.1977	1.2118	1.2189	1.2224	1.2242	1.2260	1.2270	1.2286	1.2301	1.2316
1.2332	1.2342	1.2360	1.2378	1.2413	1.2484	1.2625	1.2907	1.3472	1.4037
1.4602									

Souřadnice os sítě - osa y (m) :

0.0000	0.0312	0.0624	0.0936	0.1248	0.1560	0.1872	0.2184	0.2496	0.2808
0.3120	0.3432	0.3744	0.4056	0.4368	0.4680	0.4992	0.5304	0.5616	0.5928
0.6240	0.6552	0.6864	0.7176	0.7488	0.7800	0.8112	0.8424	0.8736	0.9048
0.9360	0.9672	0.9828	0.9906	0.9945	0.9965	0.9985	1.0000	1.0018	1.0036
1.0072	1.0143	1.0285	1.0570	1.0855	1.1140	1.1320	1.1410	1.1455	1.1477
1.1488	1.1499	1.1509	1.1525	1.1541	1.1572	1.1635	1.1760	1.2010	1.2460
1.2910	1.3360	1.3585	1.3698	1.3754	1.3782	1.3810	1.3830		

Zadané materiály :

č.	Název	Lambda	Mi	X1	X2	Y1	Y2
1	Štuková omítka	0.8000	115.0000	17	29	37	38
2	Železobeton	2.5000	100.0000	17	27	38	52
3	Sarnavap 2000	0.8333	1.0000	17	26	52	53
4	Orsil T-SD	0.0410	1.5000	17	26	53	59
5	Orsil S	0.0440	1.5000	17	26	59	67
6	Sarnafil T77-20	0.1700	220000.0000	17	29	67	68
7	Štuková omítka	0.8000	115.0000	29	41	37	38
8	Železobeton	2.5000	100.0000	31	41	38	52
9	Sarnavap 2000	0.8333	1.0000	32	41	52	53
10	Orsil T-SD	0.0410	1.5000	32	41	53	59
11	Orsil S	0.0440	1.5000	32	41	59	67

12	Sarnafil T77-20	0.1700	220000.0000	29	41	67	68
13	Kotva Spike 235-63	17.0000	1000000.0000	27	31	46	67
14	Železobeton	2.5000	100.0000	27	31	38	46
15	Vzduch	0.0455	10.0000	26	27	52	67
16	Vzduch	0.0455	10.0000	31	32	52	67

Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	h [W/m2K]	Pd [kPa]	AlfaPd [s]
1	1125	2757	21.00	4.00	1.24	10.00
2	1156	2788	-15.00	23.00	0.14	20.00

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

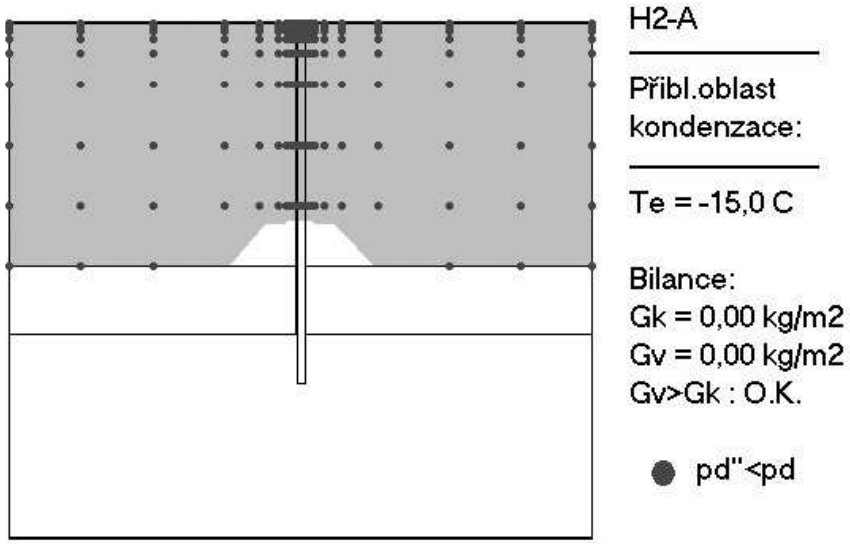
ODHAD CHYBY VÝPOČTU:

Součet tepelných toků: -0.0001 W/m
Součet abs.hodnot tep.toků: 17.2833 W/m
Podíl: -0.0000
Podíl je menší než 0.001 - požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.

PŘIBLIŽNÁ CELOROČNÍ BILANCE VODNÍ PÁRY:

Ke kondenzaci vodní páry uvnitř detailu nedochází.

Poznámka: Přibližná celoroční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry je stanovena orientačně na základě sumarizace dílčích bilancí v řezech procházejících ve směru tepelného toku detailem z interiéru do exteriéru.
Dílčí bilance v řezech jsou stanoveny podle ČSN 730540 (1994) a využívají klimatických dat pro teplotní oblast -15 C v České republice. Vliv slunečního záření je ve výpočtu zanedbán.
Do výpočtu jsou zahrnuty jen vnitřní povrchy se součinitelem přestupu vodní páry 10.e-9 s/m.
Bližší podrobnosti jsou uvedeny v manuálu k programu.



Poznámka: Program Area 2002 vyhodnotil, že v tomto detailu nebude docházet ke kondenzaci vodní páry. Přičemž na obrázku přibližné oblasti kondenzace je znázorněna oblast kondenzace šedou barvou.

DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLOT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

podle ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN 730540 - Metoda konečných prvků

Area 2002

Název úlohy : Skladba H2
Varianta bez kotevního prvku a se zanedbatelnými vlastnosti parotěsné vrstvy
Zpracovatel : Petr Slanina
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 9.12.2003

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Základní parametry úlohy :

Parametry pro výpočet přibližné roční bilance vodní páry a teplotního faktoru:
Teplota vzduchu v exteriéru: -15.0 C
Teplota vzduchu v interiéru: 21.0 C
Rel. vlhkost vzduchu v interiéru: 50.0 %

Parametry charakterizující rozsah úlohy:
Počet svislých os: 33
Počet vodorovných os: 67
Počet prvků: 4224
Počet uzlových bodů: 2211

Souřadnice os sítě - osa x (m) :

0.0000	0.0625	0.1250	0.1875	0.2500	0.3125	0.3750	0.4375	0.5000	0.5625
0.6250	0.6875	0.7500	0.8125	0.8750	0.9375	1.0000	1.0625	1.1250	1.1875
1.2500	1.3125	1.3750	1.4375	1.5000	1.5625	1.6250	1.6875	1.7500	1.8125
1.8750	1.9375	2.0000							

Souřadnice os sítě - osa y (m) :

0.0000	0.0312	0.0624	0.0936	0.1248	0.1560	0.1872	0.2184	0.2496	0.2808
0.3120	0.3432	0.3744	0.4056	0.4368	0.4680	0.4992	0.5304	0.5616	0.5928
0.6240	0.6552	0.6864	0.7176	0.7488	0.7800	0.8112	0.8424	0.8736	0.9048
0.9360	0.9672	0.9828	0.9906	0.9945	0.9965	0.9985	1.0000	1.0023	1.0046
1.0093	1.0187	1.0375	1.0750	1.1125	1.1312	1.1406	1.1453	1.1476	1.1488
1.1500	1.1510	1.1526	1.1542	1.1573	1.1636	1.1761	1.2011	1.2461	1.2911
1.3361	1.3586	1.3699	1.3755	1.3783	1.3811	1.3831			

Zadané materiály :

č.	Název	Lambda	Mi	X1	X2	Y1	Y2
1	Štuková omítka	0.8000	115.0000	17	33	37	38
2	Železobeton	2.5000	100.0000	17	33	38	51
3	Sarnavap 2000	0.2500	1.0000	17	33	51	52
4	Orsil T-SD	0.4100	1.5000	17	33	52	58
5	Orsil S	0.0440	1.5000	17	33	58	66
6	Sarnafil TS77-20	0.1500	220000.0000	17	33	66	67

Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	h [W/m2K]	Pd [kPa]	AlfaPd [s]
1	1139	2211	-15.00	23.00	0.14	20.00
2	1109	2181	21.00	4.00	1.24	10.00

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

PŘIBLIŽNÁ CELOROČNÍ BILANCE VODNÍ PÁRY:

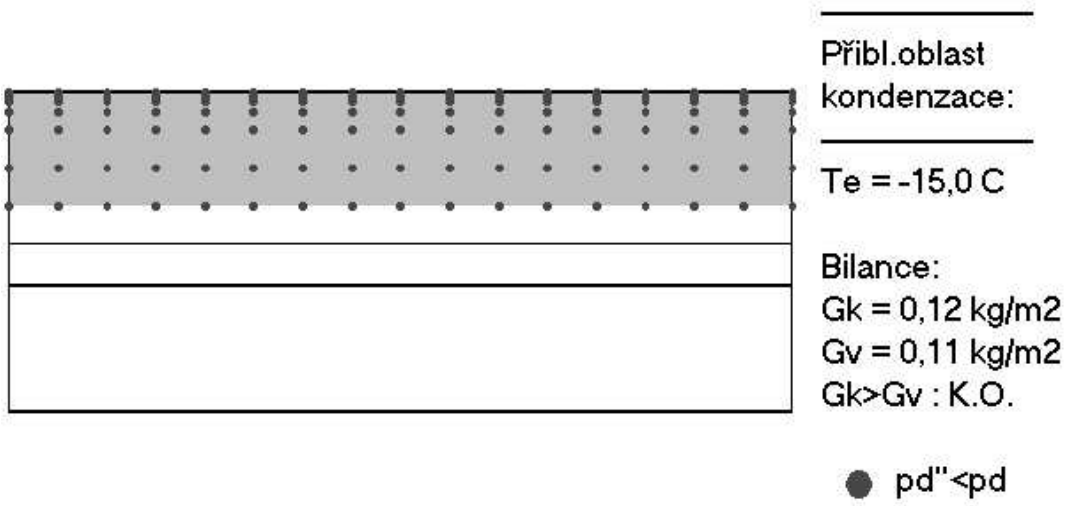
Množství zkondenzované páry za rok Gk = 0.116 kg/m,rok.

Množství vypařené vodní páry za rok Gv = 0.114 kg/m,rok.
Rozdíl Gv-Gk = -0.001 kg/m,rok.

Ke kondenzaci uvnitř konstrukce dochází při vnější teplotě nižší než 10.0 C.

Poznámka: Přibližná celoroční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry je stanovena orientačně na základě sumarizace dílčích bilancí v řezech procházejících ve směru tepelného toku detailem z interiéru do exteriéru.
Dílčí bilance v řezech jsou stanoveny podle ČSN 730540 (1994) a využívají klimatických dat pro teplotní oblast -15 C v České republice. Vliv slunečního záření je ve výpočtu zanedbán.
Do výpočtu jsou zahrnuty jen vnitřní povrchy se součinitelem přestupu vodní páry 10.e-9 s/m.
Bližší podrobnosti jsou uvedeny v manuálu k programu.

STOP, Area 2002



Poznámka: Přibližná oblast kondenzace je znázorněna – šedivou barvou, ve skutečnosti by se jednalo o kondenzaci v rovině na rozhraní hydroizolační vrstvy a vrstvy tepelně izolační.

Příloha – F

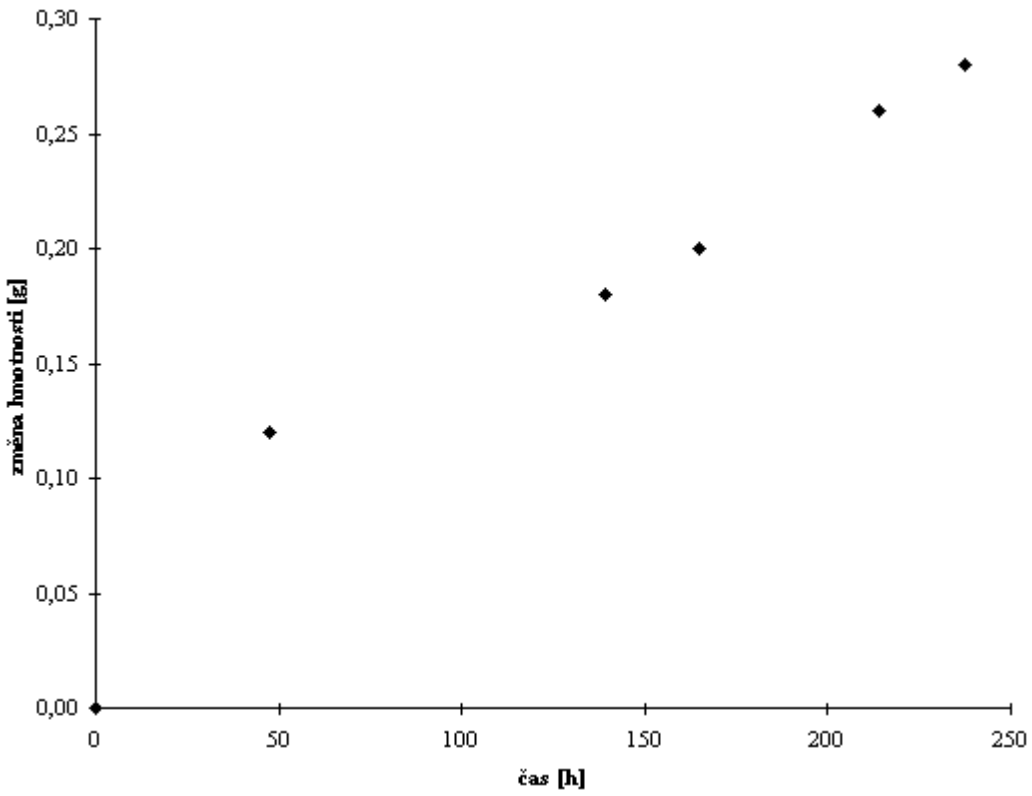
Výrobek : **Parafor Solo S** *č.:**1***
Výrobce : Siplast
Distributor : Icopal - Siplast Praha

Popis : SBS modifikovaný asfaltový (PES - vložka)
Zhotovení : Vyříznutí z pásu
Tloušťka : 4,0 mm
Barva : asfaltová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 8.10.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0		*48*	*139*	*165*	*214*	*237*
G [g]	0,000		*0,120*	*0,180*	*0,200*	*0,260*	*0,280*

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**3,96 . 10^{-13}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**476**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**1,90**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**10,10**	g.m^{-2}.d^{-1}

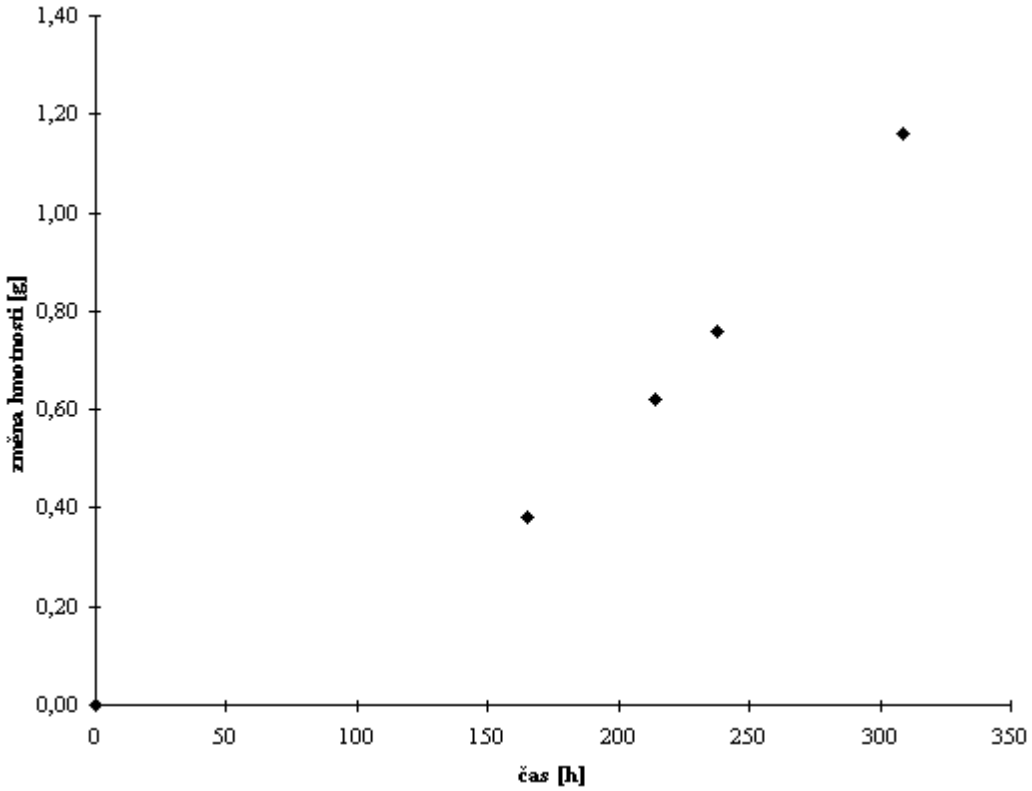
Výrobek : **Parafor Solo S** *č.:2*
Výrobce : Siplast
Distributor : Icopal - Siplast Praha

Popis : SBS modifikovaný asfaltový (PES - vložka)
Zhotovení : Vyříznutí z pásu
Tloušťka : 4,0 mm
Barva : asfaltová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 8.10.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***165***	***214***	***238***	***309***
G [g]	0,000	***0,380***	***0,620***	***0,760***	***1,160***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**2,54 . 10^{-12}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**74**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**0,30**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**65,00**	g.m^{-2}.d^{-1}

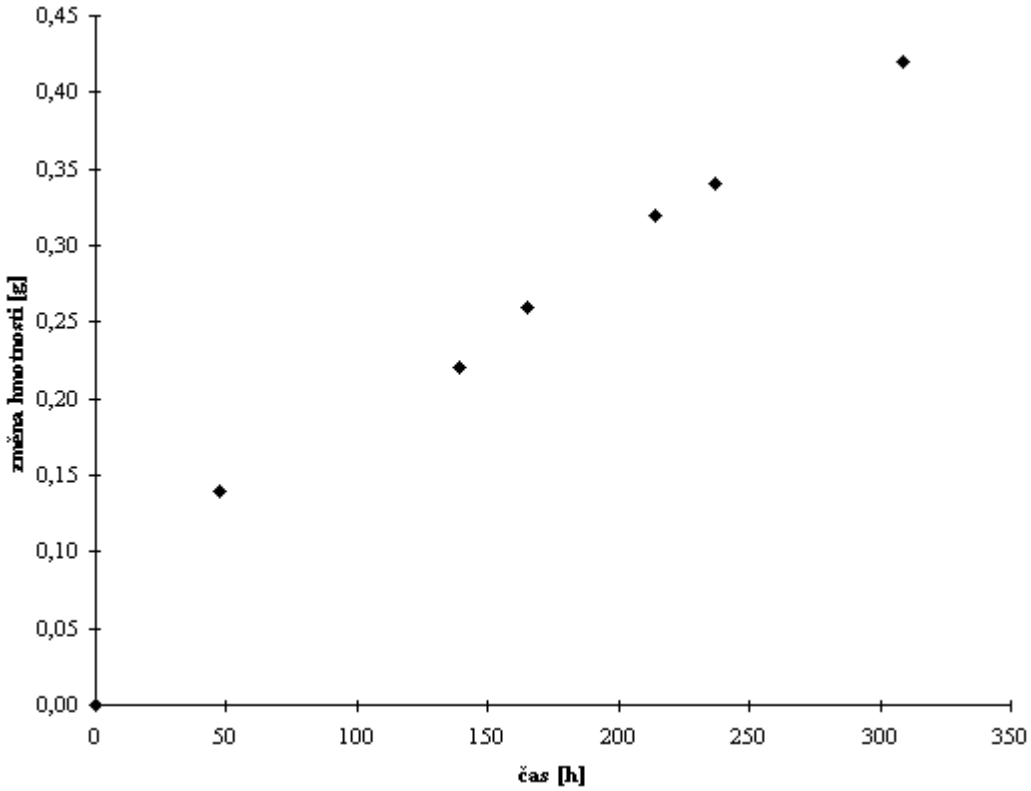
Výrobek : **Sklobit** *č.:**3***
Výrobce : Icopal
Distributor : Icopal - Siplast Praha

Popis : Oxidovaný asfalt
Zhotovení : Vyříznutí z pásu
Tloušťka : 4,0 mm
Barva : asfaltová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 8.10.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***48***	***139***	***165***	***214***	***237***	*309*
G [g]	0,000	***0,140***	***0,220***	***0,260***	***0,320***	***0,340***	*0,420*

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**5,03 . 10^{-13}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**375**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**1,50**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**12,90**	g.m^{-2}.d^{-1}

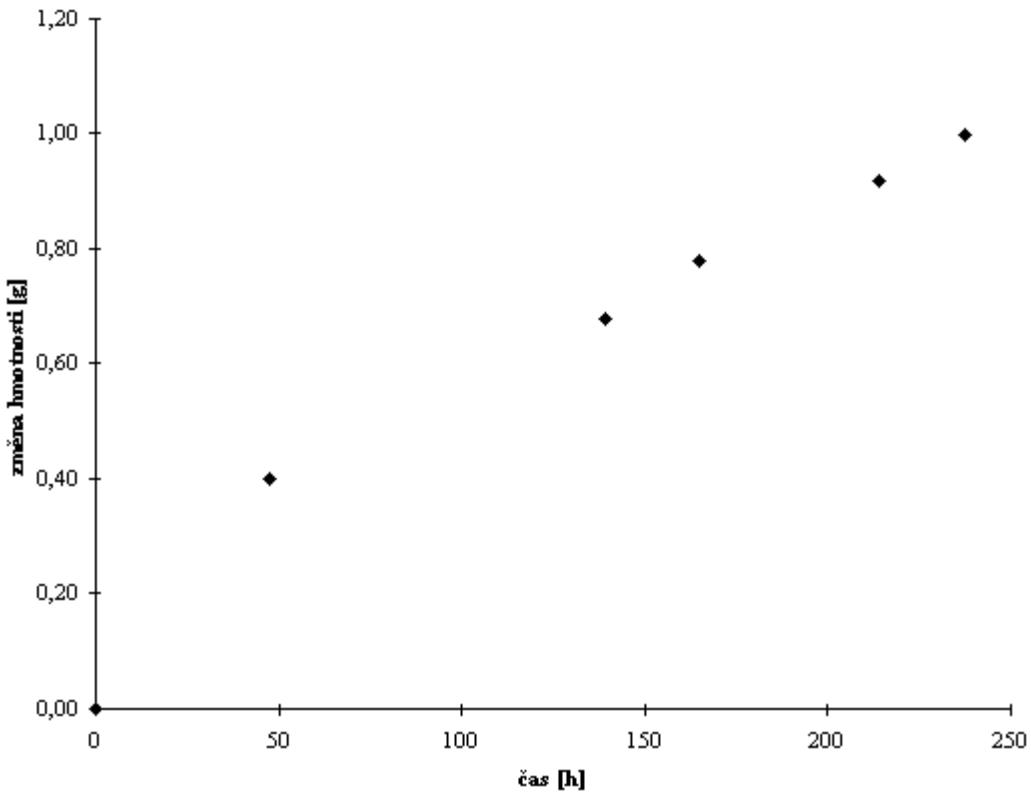
Výrobek : **Sklobit** *č.:4*
Výrobce : Icopal
Distributor : Icopal - Siplast Praha

Popis : Oxidovaný asfalt
Zhotovení : Vyříznutí z pásu
Tloušťka : 4,0 mm
Barva : asfaltová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 8.10.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***48***	***139***	***165***	***214***	***237***
G [g]	0,000	***0,400***	***0,680***	***0,780***	***0,920***	***1,000***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**1,49 . 10^{-12}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**127**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**0,51**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**38,00**	g.m^{-2}.d^{-1}

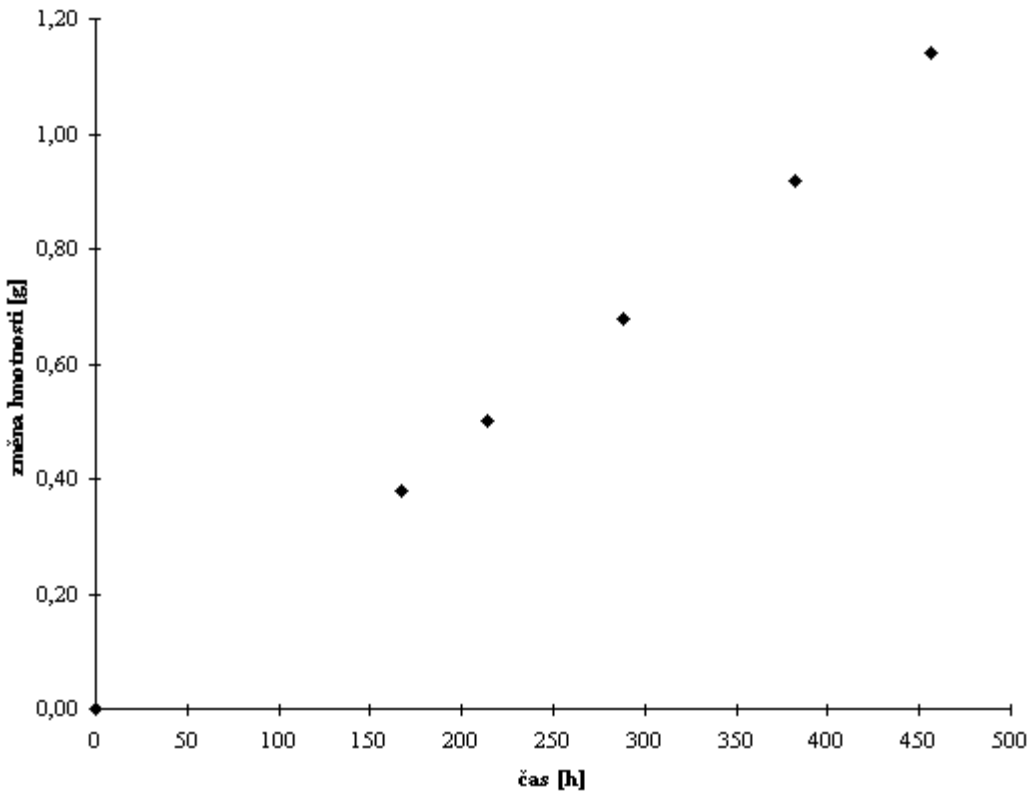
Výrobek : **Sarnavap 1000** *č.:**5***
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Vyříznutí
Tloušťka : 0,220
Barva : světle modrá
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 22.10.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***167***	***214***	***288***	***382***	***457***
G [g]	0,000	***0,380***	***0,500***	***0,680***	***0,920***	***1,140***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**6,76 . 10^{-14}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**2795**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**0,61**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**31,40**	g.m^{-2}.d^{-1}

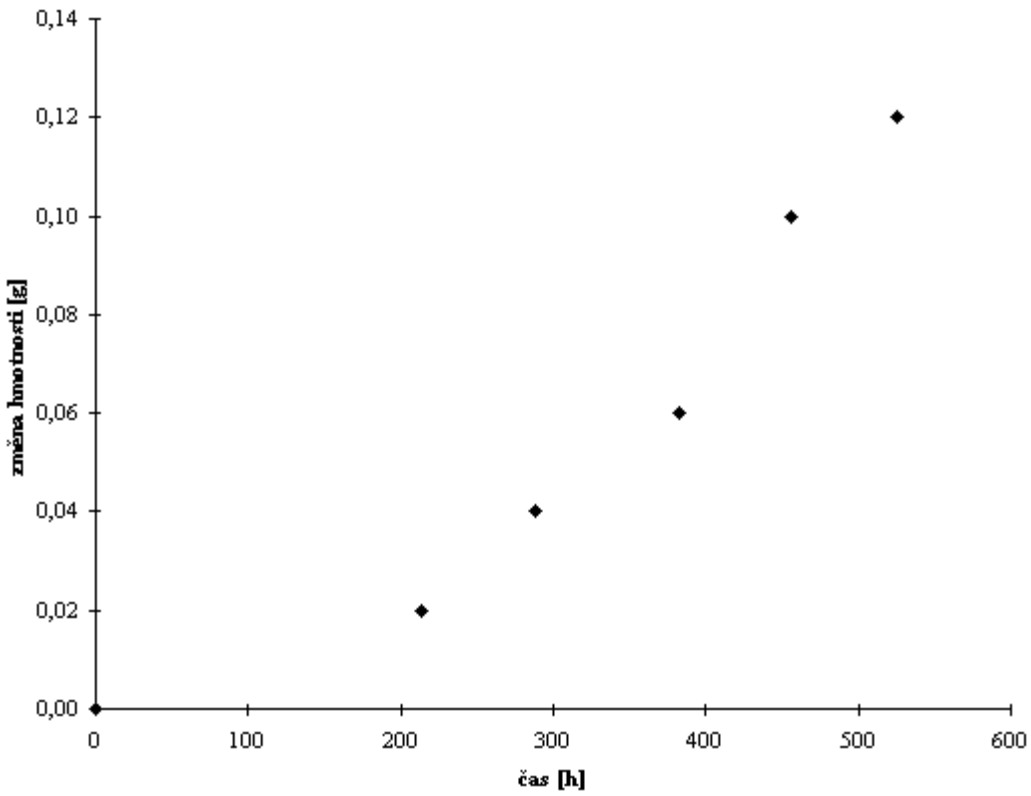
Výrobek : **Sarnavap 2000** *č.:6*
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Vyříznutí
Tloušťka : 0,300
Barva : zelená
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 22.10.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***214***	***288***	***382***	***457***	***526***
G [g]	0,000	***0,020***	***0,040***	***0,060***	***0,100***	***0,120***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**1,13 . 10^{-14}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**16746**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**5,02**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**3,80**	g.m^{-2}.d^{-1}

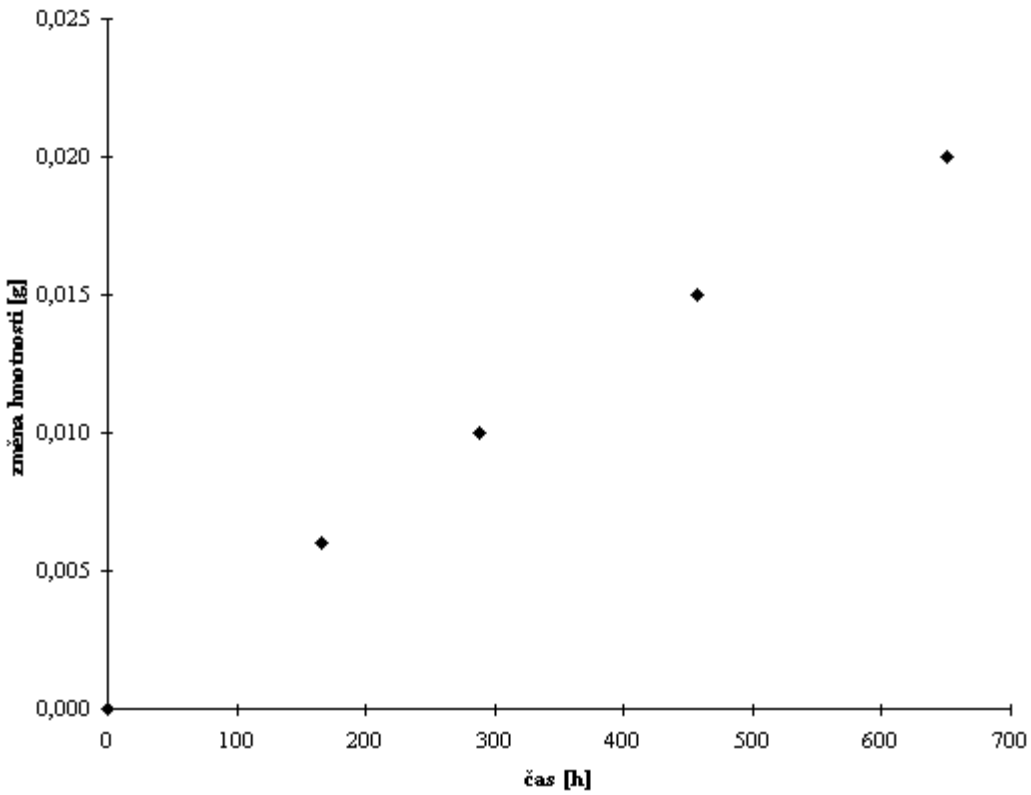
Výrobek : **Menitex** *č.:7*
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Vyříznutí
Tloušťka : 0,220 mm
Barva : tmavě modrá
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 22.10.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***166***	***288***	***457***	***651***
G [g]	0,000	***0,006***	***0,010***	***0,015***	***0,020***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**7,93 . 10^{-16}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**238235**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**52,41**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**0,40**	g.m^{-2}.d^{-1}

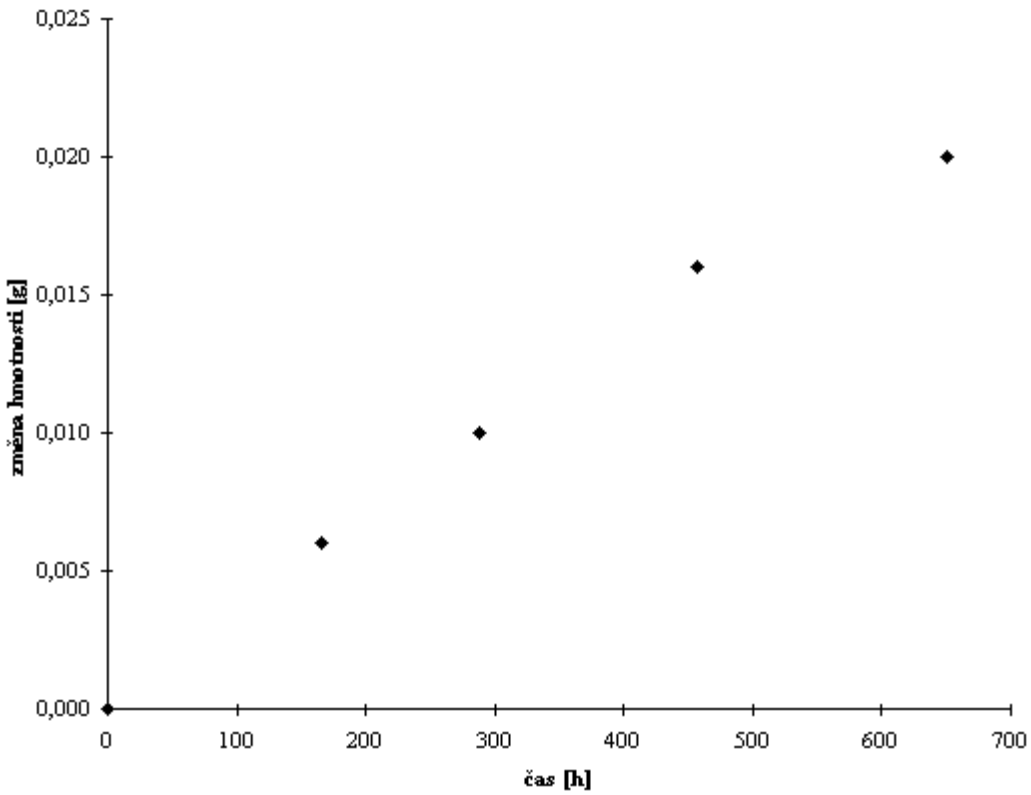
Výrobek : **PE-LD** *č.:**8***
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Vyříznutí
Tloušťka : 0,200 mm
Barva : azurová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 22.10.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***166***	***288***	***457***	***651***
G [g]	0,000	***0,006***	***0,010***	***0,016***	***0,020***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**7,21 . 10^{-16}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**262059**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**52,41**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**0,40**	g.m^{-2}.d^{-1}

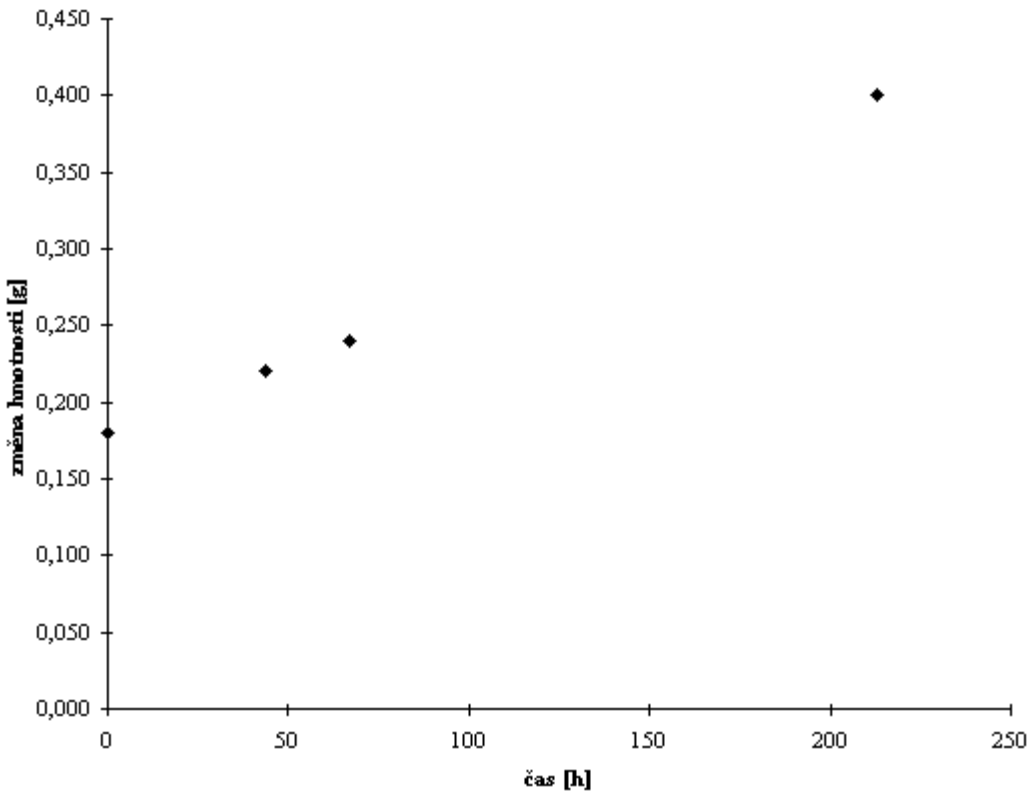
Výrobek : **Sarnavap 2000** *č.:**9***
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Vyříznutí a následné proděravění
Tloušťka : 0,300 mm
Barva : zelený
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 18.11.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***44***	***67***	***213***
G [g]	0,180	***0,220***	***0,240***	***0,400***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**3,63 . 10^{-14}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**5196**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**1,56**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**12,40**	g.m^{-2}.d^{-1}

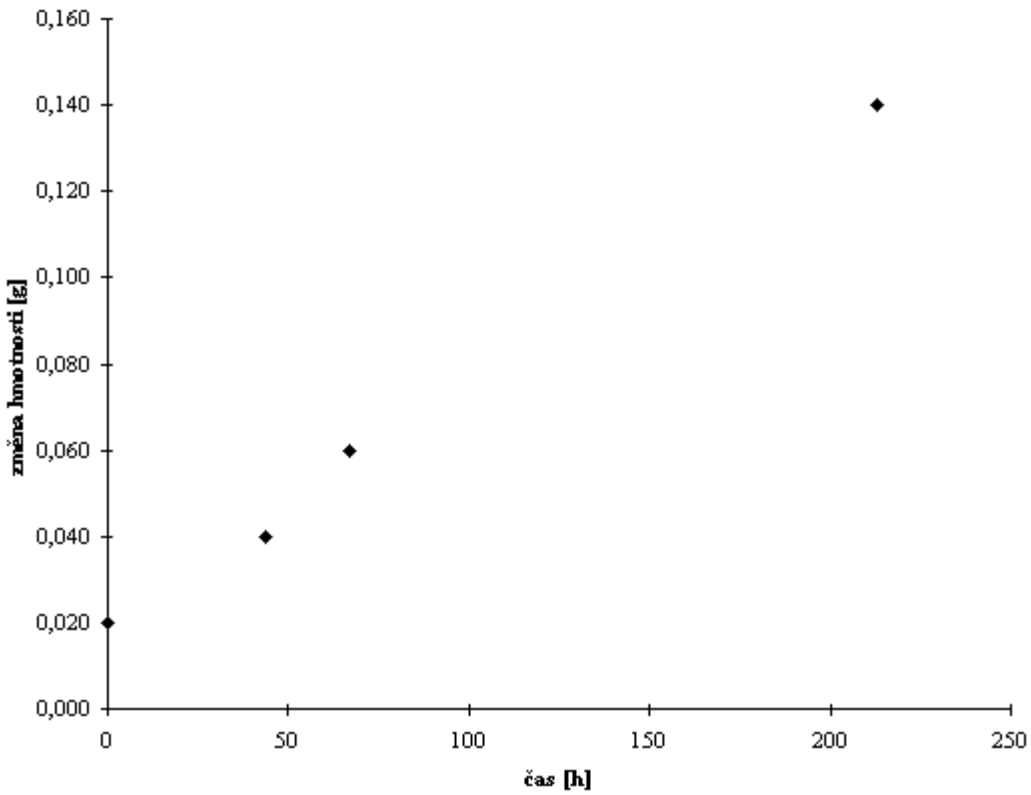
Výrobek : **Menitex** *č.:**10***
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Vyříznutí a následné proděravění
Tloušťka : 0,220 mm
Barva : tmavě modrý
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 18.11.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***44***	***67***	***213***
G [g]	0,020	***0,040***	***0,060***	***0,140***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**1,45 . 10^{-14}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**12991**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**2,86**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**6,80**	g.m^{-2}.d^{-1}

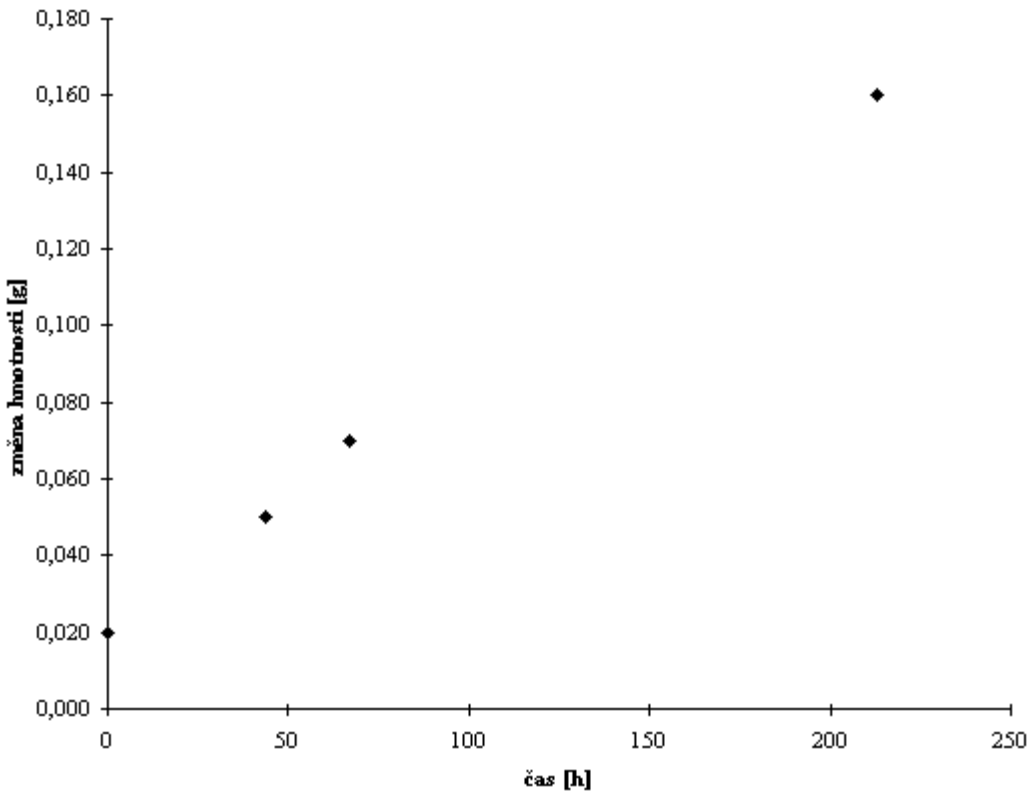
Výrobek : **PE-LD** *č.:**11***
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Vyříznutí a následné proděravění
Tloušťka : 0,200 mm
Barva : azurový
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 18.11.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***44***	***67***	***213***
G [g]	0,020	***0,050***	***0,070***	***0,160***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**1,54 . 10^{-14}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**12248**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**2,45**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**7,90**	g.m^{-2}.d^{-1}

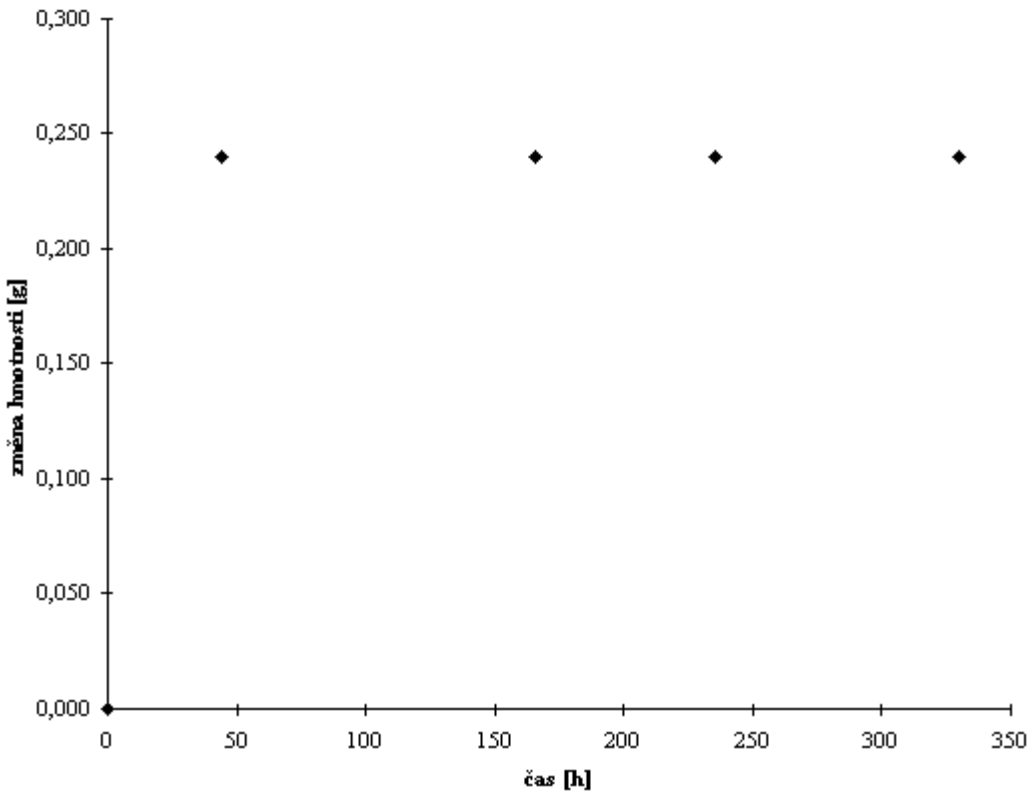
Výrobek : **Parafor Solo S** *č.:**12***
Výrobce : Siplast
Distributor : Icopal-Siplast

Popis : Asfaltový pás SBS
Zhotovení : Simulování perforací pomocí kotevního prvku
Tloušťka : 4,00 mm
Barva : asfaltová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 1.12.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***45***	***166***	***235***	***330***	
G [g]	0,000	***0,240***	***0,240***	***0,240***	***0,240***	

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**min**	**8,21 . 10^{-15}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**min**	**22985**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**min**	**91,94**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**max**	**0,20**	g.m^{-2}.d^{-1}

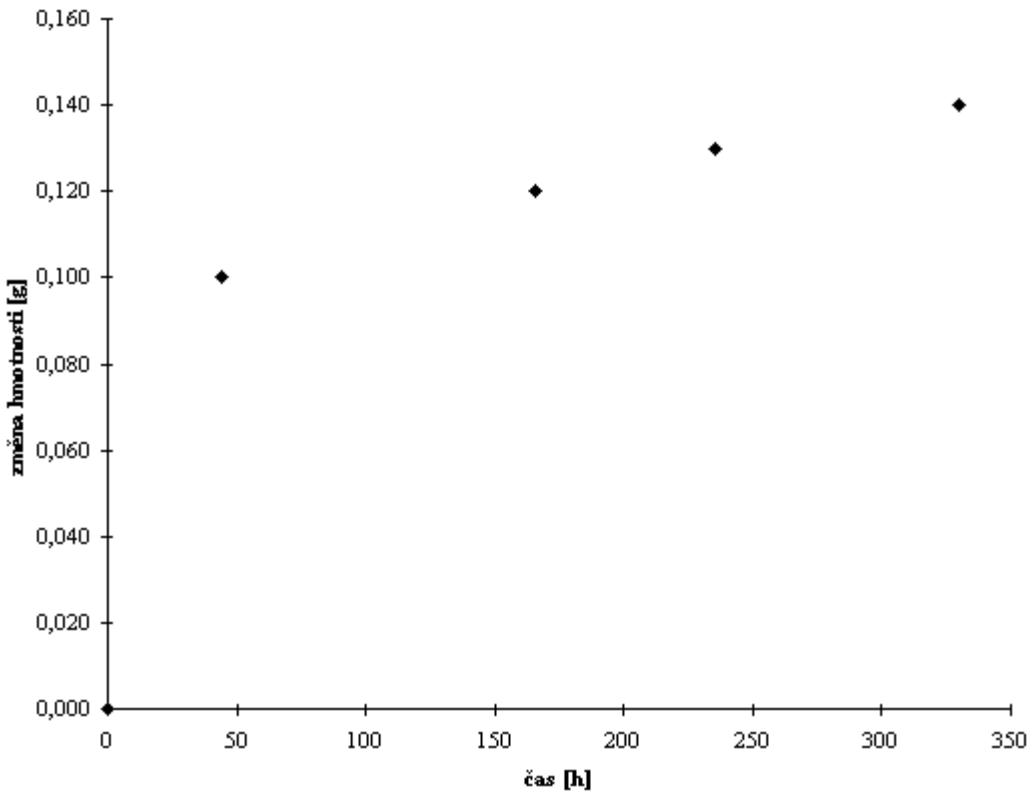
Výrobek : **Sklobit** *č.:**13***
Výrobce : Icopal
Distributor : Icopal-Siplast

Popis : Asfaltový pás-oxidovaný
Zhotovení : Simulování perforací pomocí kotevního prvku
Tloušťka : 4,00 mm
Barva : asfaltová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 1.12.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***45***	***166***	***235***	***330***
G [g]	0,000	***0,100***	***0,120***	***0,130***	***0,140***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**1,64 . 10^{-14}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**11492**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**45,97**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**0,40**	g.m^{-2}.d^{-1}

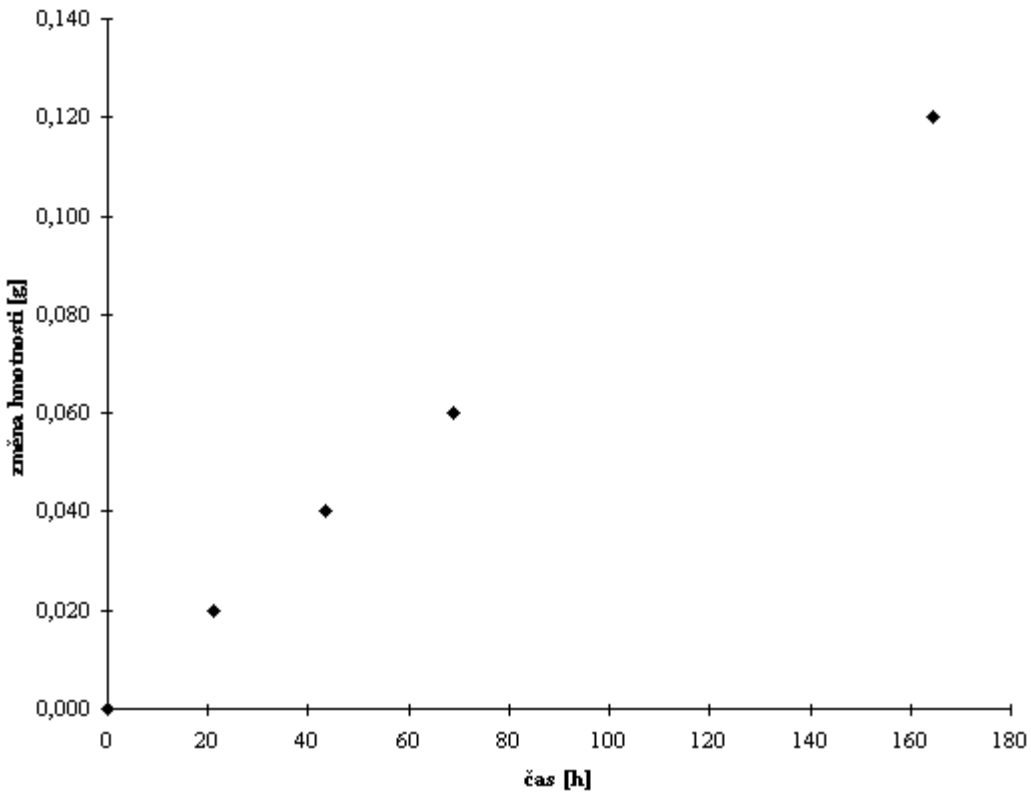
Výrobek : **Sarnavap 2000** *č.:**14***
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Proděravění příklepovou vrtačkou, vyříznutí a vložení kotevního prvku
Tloušťka : 0,300 mm
Barva : zelený
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 1.12.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***21***	***44***	***69***	***165***
G [g]	0,000	***0,020***	***0,040***	***0,060***	***0,120***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**2,46 . 10^{-14}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**7688**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**2,31**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**8,40**	g.m^{-2}.d^{-1}

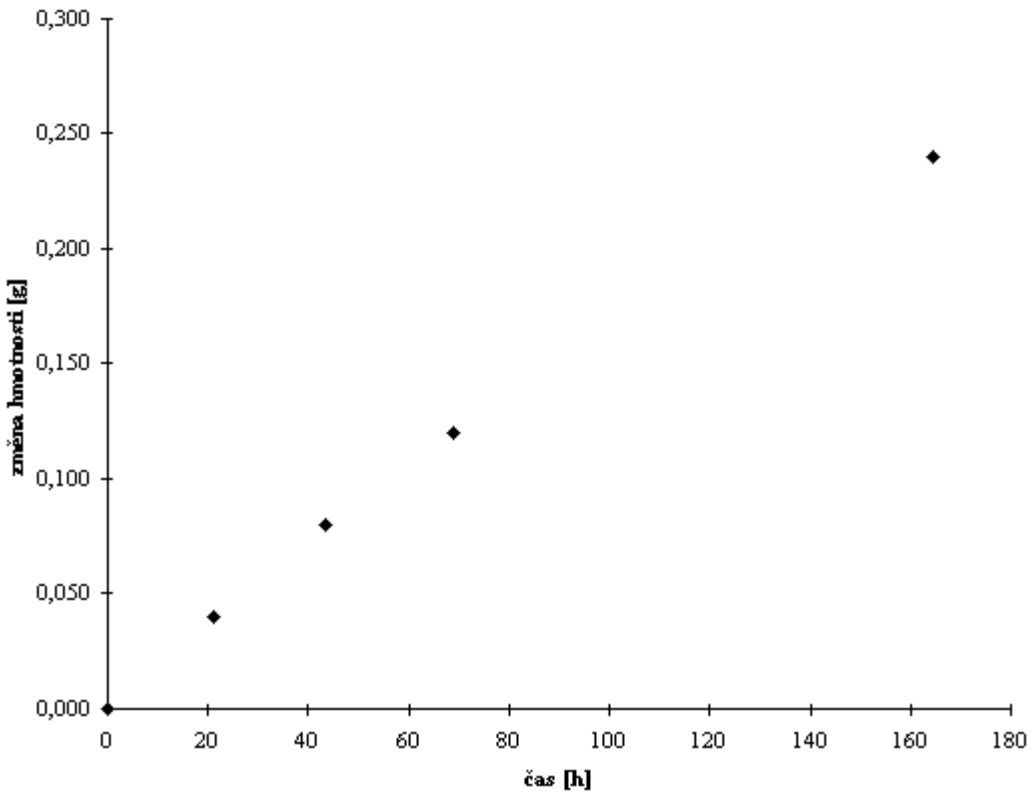
Výrobek : **Menitex** *č.:**15***
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Proděravění příklepovou vrtačkou, vyříznutí a vložení kotevního prvku
Tloušťka : 0,220 mm
Barva : tmavě modrá
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 1.12.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***21***	***44***	***69***	***165***
G [g]	0,000	***0,040***	***0,080***	***0,120***	***0,240***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**3,55 . 10^{-14}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**5320**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**1,17**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**16,50**	g.m^{-2}.d^{-1}

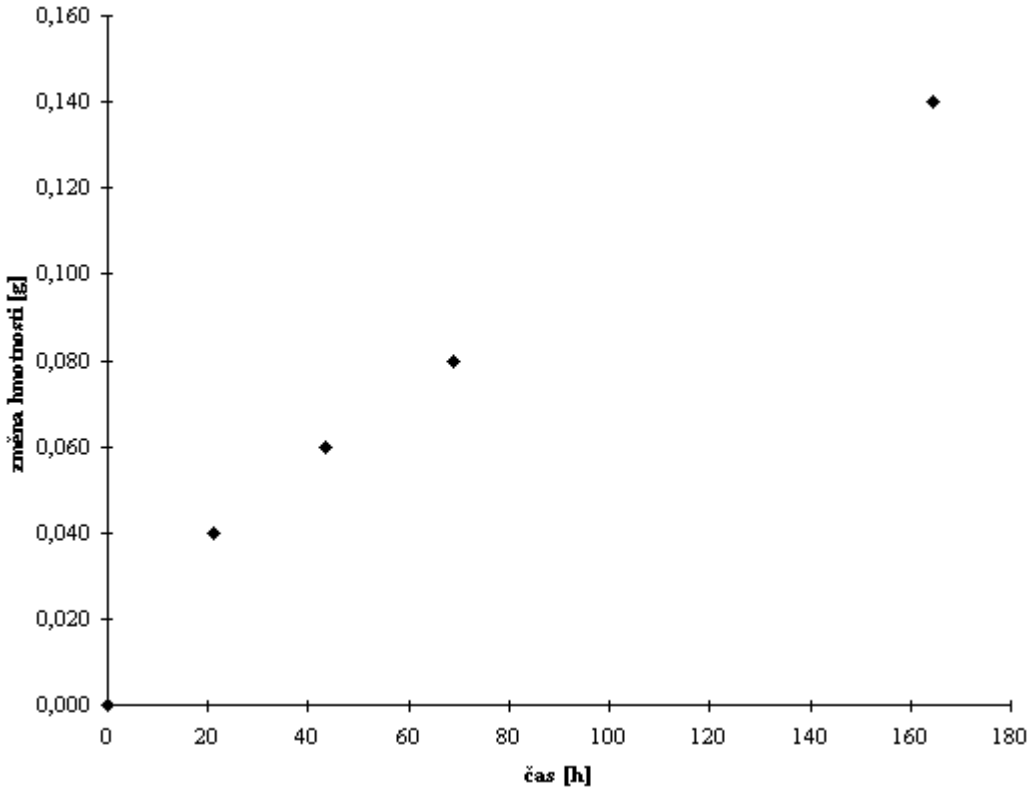
Výrobek : **PE-LD** *č.:**16***
Výrobce : Sarnafil
Distributor : Sarnafil

Popis : Parotěsná zábrana
Zhotovení : Proděravění příklepovou vrtačkou, vyříznutí a vložení kotevního prvku
Tloušťka : 0,200 mm
Barva : azurová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 1.12.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	***21***	***44***	***69***	***165***
G [g]	0,000	***0,040***	***0,060***	***0,080***	***0,140***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**1,80 . 10^{-14}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**10484**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**2,31**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**8,40**	g.m^{-2}.d^{-1}

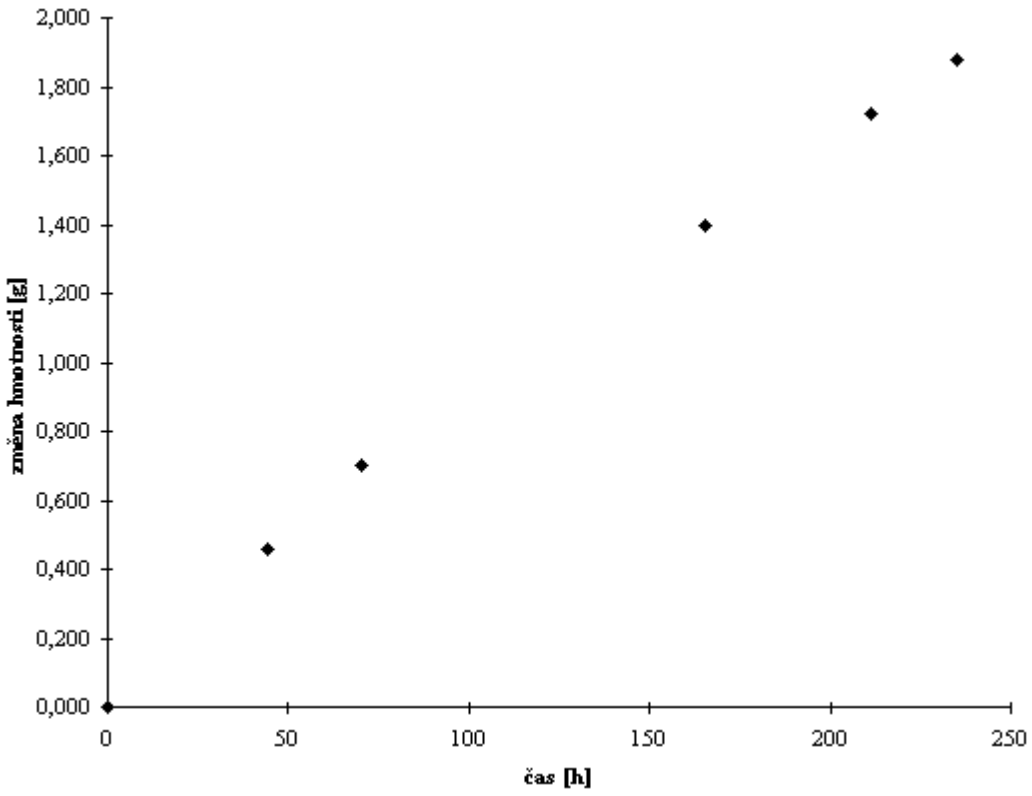
Výrobek : **Beton-1** *č.:**17***
Výrobce : Zapa beton
Distributor : Zapa beton

Popis : Botonová destička
Zhotovení : Rozřezáním beton. válce
Tloušťka : 18,00 mm
Barva : botonová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 1.12.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	*45*	*70*	*166*	*211*	*235*
G [g]	0,000	***0,460***	***0,700***	***1,400***	***1,720***	***1,880***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**3,93 . 10^{-12}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**48**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**0,86**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**22,60**	g.m^{-2}.d^{-1}

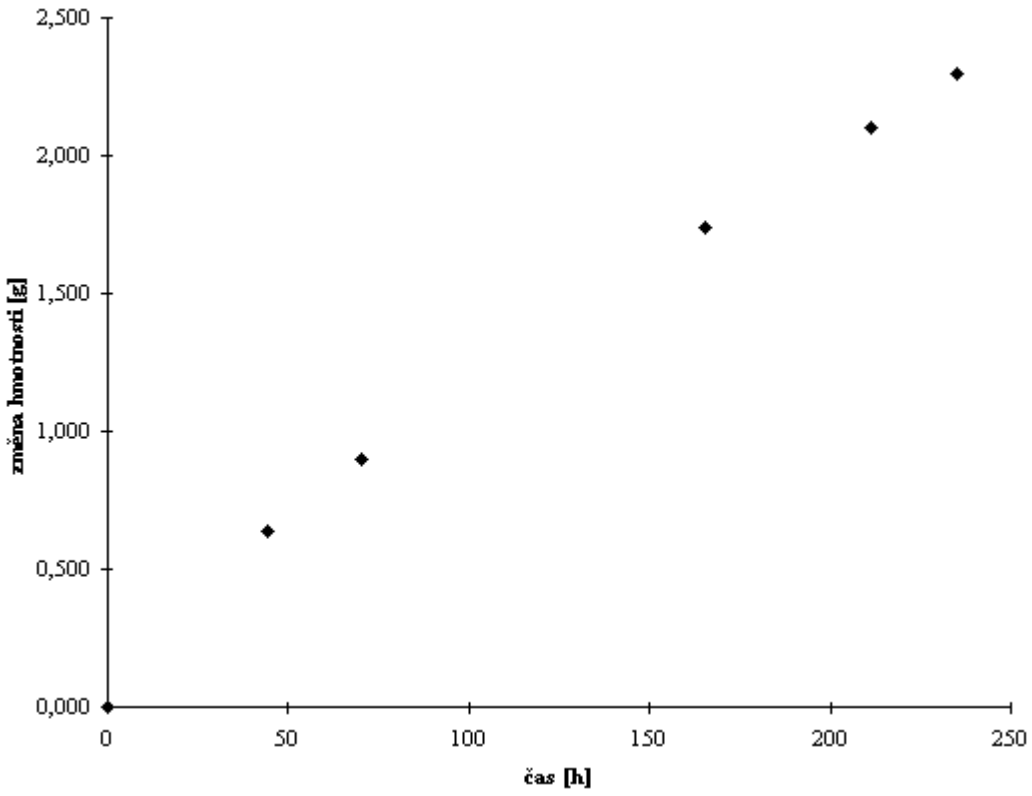
Výrobek : **Beton-2** *č.:**18***
Výrobce : Zapa beton
Distributor : Zapa beton

Popis : Botonová destička
Zhotovení : Rozřezáním beton. válce
Tloušťka : 18,00 mm
Barva : botonová
Metoda : ***"Wet - Cup"*** - ČSN EN ISO 12572
Datum měření : 1.12.2003

Tabulka naměřených hodnot

t [h]	0	*45*	*70*	*166*	*211*	*235*
G [g]	0,000	***0,640***	***0,900***	***1,740***	***2,100***	***2,300***

Graf



Výsledky

Součinitel difúze vodní páry nátěrového filmu	:	δ_π =	**4,59 . 10^{-12}**	s
Faktor difúzního odporu	:	μ =	**41**	-
Ekvivalentní difúzní tloušťka	:	s_d =	**0,74**	m
Propustnost pro vodní páru (ČSN 67 3093)	:	P =	**26,40**	g.m^{-2}.d^{-1}